



CIÊNCIAS DA NATUREZA

Volume 4 - 1ª Edição

Goiânia
CLASSIS EDITORA
2015



SISTEMA DE ENSINO PREPARAENEM - NATUREZA

Volume 4

©2015 CLASSIS EDITORA

AUTORES

Gilberto Augusto Nogueira
Lúcio Tovar
Maximiliano Memi Cura
Saulo Godoy

DIREÇÃO EDITORIAL

Alexandre Pullig Corrêa

COORDENAÇÃO DE ARTE

Gedson Clei Ribeiro Alves

CAPA

Gedson Clei Ribeiro Alves

IMAGEM DE CAPA

shutterstock.com

EDIÇÃO DE ARTE

Alex Alves da Silva
Gedson Clei Ribeiro Alves
Luiz Felipe Magalhães
Silvio Ribeiro da Cunha Filho

REVISÃO

Alex Alves da Silva
Alexandre Pullig Corrêa
Cristiano Siqueira
Danielle Pullig Corrêa
Gedson Clei Ribeiro Alves
Yani Rebouças de Oliveira

PREPARAÇÃO DE TEXTOS

Alexandre Pullig Corrêa
Cristiano Siqueira

PROJETO GRÁFICO

Gedson Clei Ribeiro Alves
Alexandre Pullig Corrêa

DIAGRAMAÇÃO

Gedson Clei Ribeiro Alves
Silvio Ribeiro da Cunha Filho

Goiânia - 1ª edição - 2015

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

CLASSIS EDITORA

Av. Eng. Eurico Miranda, Qd. 04, Lt. 12/14 - Sala 209
Ed. Concept Office - Vila Maria José
CEP: 74815465 - Goiânia - Goiás - Brasil
Fone: +55 (62) 3877 3214
classiseditora@gmail.com

ISBN: 978-85-5594-074-3

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

POLIGRÁFICA

“Competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos – como saberes, habilidades e informações – para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações. Pensar em termos de competência significa pensar a sinergia, a orquestração de recursos cognitivos e afetivos diversos para enfrentar um conjunto de situações que apresentam analogias de estrutura.”

Philippe Perrenoud

Caro estudante,

Os novos desafios e mudanças propostas para a melhoria da educação brasileira têm provocado significativas transformações, exigindo mudanças tanto por parte da escola como por parte dos estudantes do ensino médio.

Nossa tradição escolar ainda tem muito do enciclopedismo iluminista. Muitos educadores ainda acreditam que devem fazer com que os alunos absorvam todo o conhecimento que existe no mundo, o que é impossível.

O novo aprendizado deve promover, não apenas a mera reprodução de dados, mas sim ajudá-lo a responder às transformações da sociedade e da cultura em que está inserido, desenvolvendo a capacidade cognitiva de interpretar textos, solucionar problemas e relacionar diferentes áreas do conhecimento.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), desde a sua criação em 1998, procura avaliar as competências e habilidades adquiridas pelos estudantes ao término do ensino médio. Em 2009 o ENEM foi reformulado e, a partir de então, ganhou maior importância no cenário nacional, tornando-se o principal instrumento de seleção para as universidades no país. Ademais, ainda é o primeiro passo na promoção de um novo currículo para o ensino médio do Brasil.

A adoção do ENEM por todas as instituições federais de ensino superior do país em 2013 e o número recorde de inscritos em 2014 (que superou os 9,5 milhões de candidatos), revela que, além de ser hoje a forma principal de conquistar a tão sonhada vaga no curso superior, o exame está cada vez mais concorrido.

Com o intuito de oferecer condições mais efetivas para o aprendizado e o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas pelo exame, o Sistema de Ensino PreparaEnem (SEP), apresenta os conteúdos de forma a desvendar os mistérios do exame, e de outros vestibulares, para garantir a você uma preparação completa e eficaz.

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM

EIXOS COGNITIVOS	12
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS.....	12
OBJETOS DE CONHECIMENTO ASSOCIADOS.....	15

QUÍMICA

FRENTE A

QUÍMICA AMBIENTAL.....	21
Exercícios Resolvidos	24
Exercícios de Fixação.....	25
Enem e Vestibulares.....	27
REAÇÕES INORGÂNICAS.....	30
Exercícios Resolvidos	31
Exercícios de Fixação.....	32
Enem e Vestibulares.....	33
ÓXIDOS.....	36
Exercícios Resolvidos	38
Exercícios de Fixação.....	39
Enem e Vestibulares.....	40
OXIRREDUÇÃO.....	42
Exercícios Resolvidos	44
Exercícios de Fixação.....	45
Enem e Vestibulares.....	46

FRENTE B

ELETRÓLISE	49
Exercícios Resolvidos	50
Exercícios de Fixação.....	51
Enem e Vestibulares.....	52
HIDRÓLISE SALINA	54
Exercícios Resolvidos	55
Exercícios de Fixação.....	56
Enem e Vestibulares.....	57
PRODUTO DE SOLUBILIDADE (KPS)	60
Exercícios Resolvidos	60
Exercícios de Fixação.....	61
Enem e Vestibulares.....	62
pH E pOH	64
Exercícios Resolvidos	64
Exercícios de Fixação.....	65
Enem e Vestibulares.....	66

FRENTE C

POLÍMEROS	69
Exercícios Resolvidos	72
Exercícios de Fixação.....	74
Enem e Vestibulares.....	75

SUMÁRIO

REAÇÕES DE ELIMINAÇÃO- DESIDRATAÇÃO	79
Exercícios Resolvidos	80
Exercícios de Fixação.....	81
Enem e Vestibulares.....	82
BIOQUÍMICA	85
Exercícios Resolvidos	89
Exercícios de Fixação.....	91
Enem e Vestibulares.....	92
PETRÓLEO	96
Exercícios Resolvidos	98
Exercícios de Fixação.....	99
Enem e Vestibulares.....	100
BIOLOGIA	
FRENTE D	
TECIDOS VEGETAIS	104
ANATOMIA VEGETAL	105
FISIOLOGIA VEGETAL	107
HORMÔNIOS VEGETAIS	108
Exercícios Resolvidos	109
Exercícios de Fixação.....	109
Enem e Vestibulares.....	111
FRENTE E	
BIOTECNOLOGIA	115
Exercícios Resolvidos	120
Exercícios de Fixação.....	121
Enem e Vestibulares.....	122

FRENTE F

DIVISÃO CELULAR	126
Exercícios Resolvidos	127
Exercícios de Fixação.....	128
Enem e Vestibulares.....	130

FRENTE G

CÉLULAS PROCARIÓTICAS	134
Exercícios Resolvidos	138
Exercícios de Fixação.....	139
Enem e Vestibulares.....	140

FRENTE H

SISTEMA ENDÓCRINO	146
SISTEMA REPRODUTOR	148
Exercícios Resolvidos	151
Exercícios de Fixação.....	153
Enem e Vestibulares.....	154

FRENTE I

ANFÍBIOS	159
RÉPTEIS CROCODILIANOS	161
AVES	162
MAMÍFEROS	163
Exercícios Resolvidos	164
Exercícios de Fixação.....	166
Enem e Vestibulares.....	168

SUMÁRIO

FÍSICA

FRENTE J

ESTÁTICA	174
Exercícios Resolvidos	175
Exercícios de Fixação.....	177
Enem e Vestibulares.....	178
EQUILÍBRIO EM CORPO EXTENSO	181
Exercícios Resolvidos	182
Exercícios de Fixação.....	183
Enem e Vestibulares.....	184
HIDROSTÁTICA	188
Exercícios Resolvidos	190
Exercícios de Fixação.....	191
Enem e Vestibulares.....	192
HIDRODINÂMICA	195
Exercícios Resolvidos	196
Exercícios de Fixação.....	196
Enem e Vestibulares.....	197

FRENTE K

TEORIA DA RELATIVIDADE	200
Exercícios Resolvidos	204
Exercícios de Fixação.....	206
Enem e Vestibulares.....	206
FÍSICA QUÂNTICA	210
Exercícios Resolvidos	213
Exercícios de Fixação.....	214
Enem e Vestibulares.....	215

FRENTE L

DINÂMICA DO MHS	219
Exercícios Resolvidos	222
Exercícios de Fixação.....	223
Enem e Vestibulares.....	224
PÊNDULO SIMPLES	226
Exercícios Resolvidos	228
Exercícios de Fixação.....	230
Enem e Vestibulares.....	231

FRENTE M

MAGNETISMO E LEI DE AMPERE	234
Exercícios Resolvidos	237
Exercícios de Fixação.....	237
Enem e Vestibulares.....	239
FORÇA SOBRE UMA CARGA EM MOVIMENTO EM UM CAMPO MAGNÉTICO	242
Exercícios Resolvidos	244
Exercícios de Fixação.....	245
Enem e Vestibulares.....	246
INDUÇÃO MAGNÉTICA	249
Exercícios Resolvidos	252
Exercícios de Fixação.....	253
Enem e Vestibulares.....	254

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM

EIXOS COGNITIVOS (comuns a todas as áreas de conhecimento)

I. Dominar linguagens (DL)	dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.
II. Compreender fenômenos (CF)	construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
III. Enfrentar situações-problema (SP)	selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
IV. Construir argumentação (CA)	relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
V. Elaborar propostas (EP)	recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Competência de área 1

Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

H1	Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.
H2	Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.
H3	Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

H4	Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
----	---

Competência de área 2

Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

H5	Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
H6	Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.
H7	Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

Competência de área 3

Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.

H8	Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.
H9	Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo de energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.
H10	Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e/ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.
H11	Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.
H12	Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

Competência de área 4

Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13	Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.
H14	Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.
H15	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.
H16	Compreender o papel da evolução na produção de padrões e processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM

Competência de área 5

Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

H17	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
H18	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
H19	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 6

Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H20	Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
H21	Utilizar leis físicas e/ou químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e/ou do eletromagnetismo.
H22	Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.
H23	Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Competência de área 7

Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H24	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.
H25	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
H26	Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.
H27	Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

Competência de área 8

Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H28	Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.
H29	Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias-primas ou produtos industriais.
H30	Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

OBJETOS DE CONHECIMENTO ASSOCIADOS À MATRIZ DE REFERÊNCIA

FÍSICA

Conhecimentos básicos e fundamentais	Noções de ordem de grandeza. Notação Científica. Sistema Internacional de Unidades. Metodologia de investigação: a procura de regularidades e de sinais na interpretação física do mundo. Observações e mensurações: representação de grandezas físicas como grandezas mensuráveis. Ferramentas básicas: gráficos e vetores. Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Operações básicas com vetores.
O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas	Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração. Relação histórica entre força e movimento. Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica. Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis. Conceito de inércia. Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais. Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear). Força e variação da quantidade de movimento. Leis de Newton. Centro de massa e a ideia de ponto material. Conceito de forças externas e internas. Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso. Momento de uma força (torque). Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos. Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração. Diagramas de forças. Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares. Noção de força centrípeta e sua quantificação. A hidrostática: aspectos históricos e variáveis relevantes. Empuxo. Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin: condições de flutuação, relação entre diferença de nível e pressão hidrostática.

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM

Energia, trabalho e potência	Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.
A mecânica e o funcionamento do universo	Força peso. Aceleração gravitacional. Lei da Gravitação Universal. Leis de Kepler. Movimentos de corpos celestes. Influência na Terra: marés e variações climáticas. Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.
Fenômenos elétricos e magnéticos	Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores. Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos. Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.
Oscilações, ondas, óptica e radiação	Feixes e frentes de ondas. Reflexão e refração. Óptica geométrica: lentes e espelhos. Formação de imagens. Instrumentos ópticos simples. Fenômenos ondulatórios. Pulsos e ondas. Período, frequência, ciclo. Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda. Ondas em diferentes meios de propagação.
O calor e os fenômenos térmicos	Conceitos de calor e de temperatura. Escalas termométricas. Transferência de calor e equilíbrio térmico. Capacidade calorífica e calor específico. Condução do calor. Dilatação térmica. Mudanças de estado físico e calor latente de transformação. Comportamento de gases ideais. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Leis da Termodinâmica. Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano. Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.

QUÍMICA

Transformações químicas	Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas. Sistemas gasosos: Lei dos gases. Equação geral dos gases ideais, Princípio de Avogadro, conceito de molécula; massa molar, volume molar dos gases. Teoria cinética dos gases. Misturas gasosas. Modelo corpuscular da matéria. Modelo atômico de Dalton. Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr. Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica. Elementos químicos e Tabela Periódica. Reações químicas.
Representação das transformações químicas	Fórmulas químicas. Balanceamento de equações químicas. Aspectos quantitativos das transformações químicas. Leis ponderais das reações químicas. Determinação de fórmulas químicas. Grandezas químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro. Cálculos estequiométricos.
Materiais, suas propriedades e usos	Propriedades de materiais. Estados físicos de materiais. Mudanças de estado. Misturas: tipos e métodos de separação. Substâncias químicas: classificação e características gerais. Metais e ligas metálicas. Ferro, cobre e alumínio. Ligações metálicas. Substâncias iônicas: características e propriedades. Substâncias iônicas do grupo: cloreto, carbonato, nitrato e sulfato. Ligação iônica. Substâncias moleculares: características e propriedades. Substâncias moleculares: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , NH_3 , H_2O , HCl , CH_4 . Ligação covalente. Polaridade de moléculas. Forças intermoleculares. Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias.
Água	Ocorrência e importância na vida animal e vegetal. Ligação, estrutura e propriedades. Sistemas em solução aquosa: soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões. Solubilidade. Concentração das soluções. Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções. Ácidos, bases, sais e óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura. Conceitos de ácidos e bases. Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização.

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM

Transformações químicas e energia	Transformações químicas e energia calorífica. Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas. Lei de Hess. Transformações químicas e energia elétrica. Reação de oxirredução. Potenciais padrão de redução. Pilha. Eletrólise. Leis de Faraday. Transformações nucleares. Conceitos fundamentais da radioatividade. Reações de fissão e fusão nuclear. Desintegração radioativa e radioisótopos.
Dinâmica das transformações químicas	Transformações químicas e velocidade. Velocidade de reação. Energia de ativação. Fatores que alteram a velocidade de reação: concentração, pressão, temperatura e catalisador.
Transformação química e equilíbrio	Caracterização do sistema em equilíbrio. Constante de equilíbrio. Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise. Fatores que alteram o sistema em equilíbrio. Aplicação da velocidade e do equilíbrio químico no cotidiano.
Compostos de carbono	Características gerais dos compostos orgânicos. Principais funções orgânicas. Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Fermentação. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados. Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros. Amido, glicogênio e celulose. Borracha natural e sintética. Polietileno, poliestireno, PVC, teflon, náilon. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos. Proteínas e enzimas.
Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente	Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde. Química nos alimentos. Química e ambiente. Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas. Indústria química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico. Mineração e metalurgia. Poluição e tratamento de água. Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente.

Energias químicas no cotidiano

Petróleo, gás natural e carvão. Madeira e hulha. Biomassa. Biocombustíveis. Impactos ambientais de combustíveis fósseis. Energia nuclear. Lixo atômico. Vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear.

BIOLOGIA

Moléculas, células e tecidos

Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo. Divisão celular. Aspectos bioquímicos das estruturas celulares. Aspectos gerais do metabolismo celular. Metabolismo energético: fotossíntese e respiração. Codificação da informação genética. Síntese proteica. Diferenciação celular. Principais tecidos animais e vegetais. Origem e evolução das células. Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante. Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos. Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos. Aspectos éticos relacionados ao desenvolvimento biotecnológico. Biotecnologia e sustentabilidade.

Hereditariedade e diversidade da vida

Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias. Concepções pré-mendelianas sobre a hereditariedade. Aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano. Antígenos e anticorpos. Grupos sanguíneos, transplantes e doenças autoimunes. Neoplasias e a influência de fatores ambientais. Mutações gênicas e cromossômicas. Aconselhamento genético. Fundamentos genéticos da evolução. Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.

Identidade dos seres vivos

Níveis de organização dos seres vivos. Vírus, procariontes e eucariontes. Autótrofos e heterótrofos. Seres unicelulares e pluricelulares. Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos. Tipos de ciclo de vida. Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos. Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes. Embriologia, anatomia e fisiologia humana. Evolução humana. Biotecnologia e sistemática.

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM

<p>Ecologia e ciências ambientais</p>	<p>A Ecossistemas. Fatores bióticos e abióticos. Habitat e nicho ecológico. A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax. Dinâmica de populações. Interações entre os seres vivos. Ciclos biogeoquímicos. Fluxo de energia no ecossistema. Biogeografia. Biomas brasileiros. Exploração e uso de recursos naturais. Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar. Conservação e recuperação de ecossistemas. Conservação da biodiversidade. Tecnologias ambientais. Noções de saneamento básico. Noções de legislação ambiental: água, florestas, unidades de conservação; biodiversidade.</p>
<p>Origem e evolução da vida</p>	<p>A biologia como ciência: história, métodos, técnicas e experimentação. Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos. Teorias de evolução. Explicações pré-darwinistas para a modificação das espécies. A teoria evolutiva de Charles Darwin. Teoria sintética da evolução. Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.</p>
<p>Qualidade de vida das populações humanas</p>	<p>Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. Indicadores sociais, ambientais e econômicos. Índice de desenvolvimento humano. Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. Noções de primeiros socorros. Doenças sexualmente transmissíveis. Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. Violência e segurança pública. Exercícios físicos e vida saudável. Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. Legislação e cidadania.</p>

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br>. Acesso em : 28 jul. 2014.

QUÍMICA AMBIENTAL

De maneira simples, define-se como **meio ambiente** “tudo aquilo que nos cerca”, englobando os elementos da natureza como a fauna, a flora, o ar, a água, sem esquecer os seres humanos.

O conceito de meio ambiente é global e percebemos isso nas relações de equilíbrio entre os diversos elementos.

Trata-se de uma área de conhecimento que envolve diversas disciplinas e suas práticas exigem profissionais das áreas de educação, tecnologia, administração, engenharia, biologia, física, química, geologia, etc.

Desde a Revolução Industrial, o meio ambiente tem sido alterado intensamente pelas atividades humanas. Apesar da melhoria das condições de vida proporcionadas pela evolução tecnológica, observam-se diversos fatores negativos:

- Explosão populacional;
- Concentração crescente da ocupação urbana;
- Aumento do consumo com a utilização em maior escala de matérias primas e insumos (água, energia, materiais auxiliares de processos industriais);
- Piora da qualidade de vida.

Em consequência do aumento das atividades urbanas e industriais, agravou-se a poluição, atingindo todos os elementos do meio ambiente.

Assim, definimos poluição como: ‘degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- Prejudiquem **a saúde, a segurança e o bem estar da população**;
- Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- Afetem desfavoravelmente a Biota (Conjunto de seres vivos de um ecossistema);
- Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- “Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

Esse conceito de poluição está presente na Lei 6938, de 31/08/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente. Quando a poluição de um recurso resulta em prejuízos à saúde do ser humano, dizemos que há contaminação.

Isso ocorre como resultado de processos poluidores que lançam no ambiente substâncias tóxicas que causam prejuízos aos organismos.

POLUIÇÃO

É qualquer tipo de matéria ou energia que ingressa no “sistema”, fora do padrão determinado como “normalidade” (o que se espera em condições não alteradas do dia a dia).

A poluição não se restringe à matéria ou a um produto emitido pelo homem, na verdade envolve mais que a matéria e o comportamento humano.

Definição Segundo a LEI N.º 997 DE 31/05/1976 – DECRETO 8468 DE 08/09/1976, poluição é: “matéria ou energia em quantidades tais que possam causar danos ou incômodos à população e danos aos materiais, flora e fauna.”

POLUIÇÃO DO AR ATMOSFÉRICO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, 1,25 bilhões de pessoas vivem em cidades com níveis inaceitáveis de matéria particulada em suspensão na atmosfera.



A poluição associa-se à ideia de modificação, tanto na estrutura quanto na composição dos ecossistemas, causando prejuízo aos seres vivos. Nesse contexto está a atmosfera, que cada vez mais, sofre alterações devido à emissão de resíduos sólidos e gasosos em quantidade superior à sua capacidade de absorção. Essa poluição deriva de várias fontes:

- Dos meios de transporte, que nas cidades são responsáveis pela maior parte da poluição atmosférica, pois emitem gases como o monóxido e o dióxido de carbono, óxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, derivados de hidrocarbonetos e chumbo;
- Das indústrias que, além do gás carbônico, também emitem enxofre, chumbo e outros metais pesados e diversos resíduos sólidos;
- Das queimadas das matas que também geram altos índices de gás carbônico;
- Da incineração de resíduos sólidos;
- Da poluição natural provocada pelas erupções vulcânicas;
- Desequilíbrios globais.

Muitos problemas ambientais do planeta foram provocados porque não foram consideradas as relações que existem entre os elementos que compõem o meio ambiente.

Um distúrbio no solo, num curso d'água ou no ar em um determinado local, pode afetar um outro lugar de maneira complexa e inesperada. Por exemplo:

- O desmatamento de florestas na Índia e no Nepal teve como consequência enchentes catastróficas em Bangladesh;
- A emissão de certas substâncias químicas na atmosfera por anos a fio destruiu parte da camada de ozônio que protege a Terra;
- O uso de combustível fóssil prejudica florestas em todo o mundo e contribui para mudanças climáticas em todo o globo terrestre.

Além disso, a degradação ambiental gera problemas políticos e econômicos num país, influenciando na qualidade de vida do seu povo.

Entre os problemas ambientais globais que vêm afligindo toda a humanidade podemos citar alguns exemplos:

CHUVA ÁCIDA

A chuva ácida é provocada pelos óxidos de nitrogênio e enxofre, provenientes de processos industriais e da combustão nos motores lançados na atmosfera. Esses óxidos gasosos contaminam a água da chuva. A acidez da atmosfera provoca problemas de saúde, queima as plantas e deixa os lagos mais ácidos, provocando a morte das plantas e dos animais aquáticos.

Há hoje leis internacionais que obrigam as indústrias a usar filtros contra gases poluentes e os veículos atualmente são dotados de catalisadores. Manter o carro bem regulado ajuda a diminuir a poluição do ar.

O mais grave da chuva ácida, que também ataca prédios e monumentos, é que ela não conhece fronteiras. Os poluentes produzidos em um local podem ser carregados pelos ventos centenas ou milhares de quilômetros de distância.

Dessa forma, passa a ser responsabilidade de todos adotar medidas que previnam ou reduzam as emissões desses poluentes na natureza. Alguns exemplos dessas medidas são:

- A substituição do petróleo por fontes de energia não poluentes (aquecimento solar, energia eólica, etc.);
- A redução do teor de enxofre nos óleos combustíveis;
- Medidas para diminuir o tráfego em aglomerações urbanas, tais como o incentivo ao uso do transporte público e a implantação de rodízio de veículos automotores.

EFEITO ESTUFA

A energia proveniente do sol atravessa o espaço e a atmosfera terrestre na forma de radiação. Em contato com a Terra, essa radiação transforma-se em calor, aquecendo a Terra e sua atmosfera, fornecendo as condições necessárias à manutenção da vida no planeta.

A queima de petróleo e seus derivados e as queimadas das matas provocam uma grande concentração de gás carbônico. Esse gás age na atmosfera de modo semelhante ao vidro em uma estufa de plantas: deixa passar a radiação solar e retém o calor, aumentando gradativamente, a temperatura da Terra.

A mudança de temperatura em nosso planeta provoca alterações climáticas que afetam a agricultura e os ecossistemas. Nas áreas costeiras, podem ocorrer inundações. Podem se tornar também áridas e desérticas, terras que hoje são produtivas.

Uma das maneiras de prevenir esses problemas é promover reflorestamento de grandes áreas, para aumentar a absorção do dióxido de carbono (gás carbônico).

Os efeitos dos gases poluentes são agravados quando ocorre o fenômeno da inversão térmica. É sabido que o ar quente é mais “leve”, menos denso que o ar frio e tende a subir, enquanto o ar frio tende a descer.

Porém, condições climáticas desfavoráveis podem inverter esse movimento do ar. No inverno, principalmente, o ar não se aquece e não sobe, impedindo o movimento das correntes de ar verticais que ajudam a dissipar as fumaças e os gases poluentes.

Assim, os gases poluentes ficam presos nas camadas mais baixas da atmosfera, causando muito desconforto para a população, como irritação dos olhos, problemas respiratórios e intoxicação.

DESTRUIÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

O elemento oxigênio, além de fazer parte do oxigênio (O_2) no ar que respiramos também se encontra na forma de O_3 , o ozônio, que compõe uma camada situada na alta atmosfera, entre 15 e 40 km de altitude.

Essa camada tem a importante função de proteger a Terra dos efeitos nocivos dos raios ultravioletas do Sol e que podem causar câncer de pele e outros danos às espécies vivas.

Nos últimos tempos, o mundo está alarmado por uma diminuição significativa das espessuras da camada de ozônio. A esse efeito foi dado o nome de buraco na camada de ozônio.

Os cientistas atribuem o fato ao uso de CFC's, compostos de Cloro, Flúor e Carbono, presentes em aerossóis e sistemas de refrigeração. Quando essas substâncias são lançadas no ar, reagem destruindo as moléculas de ozônio. A proibição do uso desses compostos tem sido adotada por diversos países visando proteger a integridade dos sistemas ambientais globais.

INVERSÃO TÉRMICA

A inversão térmica, normalmente é um processo natural provocado pelo encontro de massas de ar com temperaturas, umidade e pressão atmosférica diferentes. Em situações normais provoca a formação da neblina ou cerração, podendo chegar até a formação de geada. Em lugares onde esse fenômeno ocorre com maior frequência, como a neblina em Londres, na Inglaterra, nós chamamos de *fog*; nos lugares onde o ser humano esteja poluindo muito o ar, nós denominamos de *smog*. Essa situação ocorre frequentemente nos grandes centros urbanos, principalmente naqueles que são mais industrializados e com muito tráfego de automóveis.

Inversão térmica, como o próprio nome indica, é quando a temperatura do ar fica o contrário da normal, isto é, o avanço de uma massa de ar fria expulsa o ar mais quente para altitudes elevadas, ficando na superfície o ar mais frio dessa massa de ar.

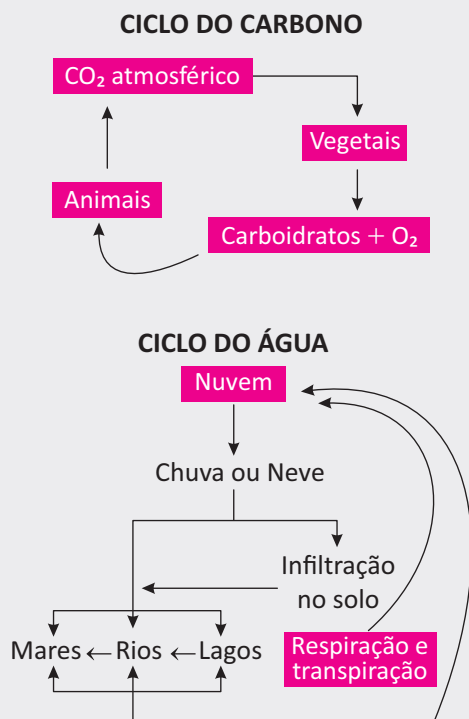
Uma das principais causas da inversão térmica em área muito poluída, é que o ar frio da superfície impede que o material poluído se disperse para altitudes mais elevadas, afetando assim o ar que as pessoas vão respirar.

Você já notou que há sempre uma época do ano em que os problemas de saúde das crianças e das pessoas mais velhas se agravam, principalmente problemas de respiração?

Você que mora numa cidade grande, observe da próxima vez em que isso acontecer, vai ver que irá coincidir com as mudanças de temperatura na região em que está morando.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UFG Os ciclos do carbono e da água na natureza estão representados simplificadaamente, a seguir:



- A** Escreva uma equação química que represente uma reação química que pode ocorrer em cada um dos ciclos apresentados.
- B** Identifique um processo natural que ocorre em um desses ciclos e que seja semelhante a um processo de purificação de substâncias.

Resolução:

A

Ciclo do carbono:

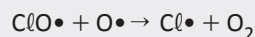
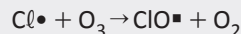


B

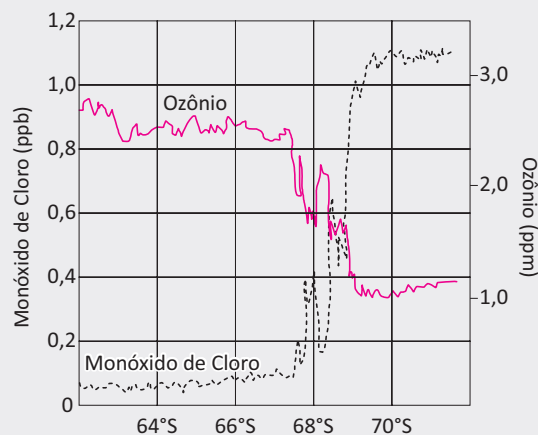
Ciclo da água: evaporação da água: H₂O(l) + H₂O(v) dos lagos, mares e rios

02 | UFG Os cloro-flúor-carbonos (CFCs), ao atingirem altitudes entre 15 e 30 km (estratosfera), são decompostos em reações de fotólise, liberando átomos de cloro livre (Cl•) que que participam de ciclos de reações catalíticas

que destroem o ozônio, conforme as equações químicas apresentadas.



Em 16 de setembro de 1987, dados coletados na Antártida a respeito da camada de ozônio originaram o gráfico a seguir.



MEADOWS, D. et al. *Os limites do crescimento: a atualização de 30 anos*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

Considerando-se as informações apresentadas,

- A** explique o gráfico relacionando os dados, nele apresentados, com as equações químicas de decomposição do ozônio;
- B** explique por que, com base nesses dados, foi proposto na Conferência de Montreal, em 1987, o congelamento da produção mundial de CFCs.

Resolução:

- A** As equações mostram que o cloro produzido por decomposição fotolítica decompõe o ozônio, formando óxido de cloro e O₂. O óxido de cloro produzido regenera o cloro que reinicia o ciclo de destruição do ozônio. A figura mostra que quanto maior for a concentração de monóxido de cloro, menor será a concentração de ozônio, justamente porque o monóxido de cloro é produto da reação de decomposição do ozônio.
- B** Os CFCs são responsáveis pela formação do cloro que destrói o ozônio. Desse modo, ao se proibir a sua produção, estaria se evitando a destruição da camada de ozônio.

03 | UNESP Leia a letra da música *Tá?*, composta por Roberta Sá, Pedro Luis e Carlos Rennó e interpretada por Mariana Aydar.

Tá?

Pra bom entendedor, meia palavra bas

Eu vou denunciar a sua ação nefas

Você amarga o mar, desflora a flores

Por onde você passa, o ar você empes

Não tem medida a sua sanha imediatis

Não tem limite o seu sonho consumis

Você deixou na mata uma ferida expos

Você descora as cores dos corais na cos

Você aquece a Terra e enriquece à cus

Do roubo do futuro e da beleza augus

Mas do que vale tal riqueza? Grande bos

Parece que de neto seu você não gos

Você decreta morte à vida ainda em vis

Você declara guerra, paz, por mais bem quis

Não há em toda fauna, um animal tão bes

Mas já tem gente vendo que você não pres

Não vou dizer seu nome porque me desgas

Pra bom entendedor, meia palavra bas

Não vou dizer seu nome porque me desgas

Pra bom entendedor, meia palavra bas

Bom entendedor, meia palavra bas

Bom entendedor, meia palavra bas

Pra bom entendedor, meia palavra bas... ta?

Nos versos dessa música, os compositores referem-se a inúmeros danos ambientais provocados pela ação humana.

Cite quatro desses danos ambientais, indicando em quais estrofes e versos aparecem. Selecione dois desses danos e, para um deles, proponha uma medida de âmbito governamental que possa minimizá-lo. Para o outro, indique uma medida de âmbito pessoal que possa ser tomada com o mesmo fim.

Resolução:

Entre os danos ambientais provocados pela ação humana, podemos citar:

1. *poluição da água (Você amarga o mar – 3º verso da 1ª estrofe);*
2. *poluição do ar (o ar você empes – 4º verso da 1ª estrofe);*
3. *desmatamento (Você deixou na mata uma ferida expos – 3º verso da 2ª estrofe);*
4. *efeito estufa (Você aquece a Terra – 5º verso da 2ª estrofe).*

Uma medida governamental que pode minimizar a poluição da água é a instalação de emissários submarinos que levam esgoto para longe das praias e a construções de usinas de tratamento de esgotos.

Uma medida pessoal que pode minimizar a poluição do ar consiste em só utilizar o automóvel quando necessário, dando preferência a formas de transporte público não poluentes, como o metrô.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | FUVEST Nas águas das represas de regiões agrícolas, o aumento da concentração de íons nitrato, provenientes de sais contidos em fertilizantes, pode levar ao fenômeno da eutrofização. Tal fenômeno provoca a morte de peixes e de outros organismos aquáticos, alimentando um ciclo de degradação da qualidade da água.

- A** Explique a relação entre o aumento da concentração de íons nitrato, a eutrofização e a diminuição de oxigênio dissolvido na água.
- B** Considere um material compostado com teor de nitrogênio de 5% em massa e o nitrato de amônio (NH_4NO_3), que é um fertilizante muito utilizado na agricultura convencional. Se forem utilizadas massas iguais de cada um desses dois fertilizantes, qual deles fornecerá maior teor de nitrogênio por hectare de solo? Mostre os cálculos.

Dados: Massa molar (g/mol)

- H 1
- N 14
- O 16

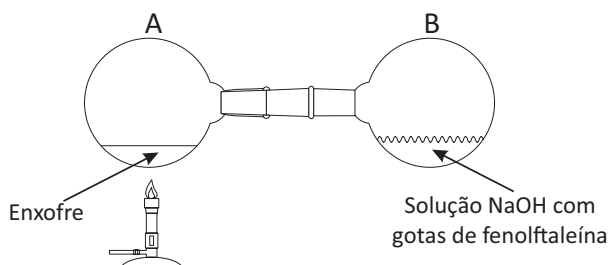
02 | UNICAMP Materiais poliméricos podem ter destinos diversos, que não seja o simples descarte em lixões ou aterros. A reciclagem, por exemplo, pode ser feita por reaproveitamento sob diversas formas. Na reciclagem secundária os diversos polímeros que compõem o descarte são separados e reutilizados na fabricação de outros materiais; já na reciclagem quaternária, o material é usado diretamente como combustível para gerar energia térmica ou elétrica. Considere uma embalagem de material polimérico composta por 18 g de PET ($\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$)_n, 4 g de PEAD (C_2H_4)_n e 0,1 g de PP (C_3H_6)_n.

- A** Do ponto de vista ambiental, o que seria melhor: a reciclagem secundária ou a quaternária? Justifique sua escolha.
- B** Numa reciclagem quaternária, representada pela combustão completa da embalagem citada, a massa consumida de polímeros e oxigênio seria maior, menor ou igual à massa formada de gás carbônico e água? Justifique.

03 | UNICAMP Na discussão atual sobre a sustentabilidade do planeta, o termo “3R” tem sido usado para se referir a práticas – **Reutilizar, Reciclar e Reduzir** – que podem ser adotadas para diminuir o consumo de materiais e energia na produção de objetos.

- A** Tendo em vista a sustentabilidade do planeta, ordene os verbos “reutilizar”, “reciclar” e “reduzir”, colocando em primeiro lugar a ação que levaria a uma diminuição mais significativa do consumo energético e material e, em último, a ação que levaria a uma diminuição menos significativa.
- B** Em um condomínio residencial há quatro grandes recipientes para receber, separadamente, metais, vidros, papéis e plásticos. Seria importante que houvesse outro recipiente, que até poderia ser menor, para receber outro tipo de material. Que material seria esse, sabendo-se que, do ponto de vista ambiental, ele é mais prejudicial que os outros mencionados? Explique por que esse material é muito prejudicial ao ambiente, quando aí descartado.

04 | UFG Observe o esquema abaixo, utilizado em um experimento para ilustrar diversos fenômenos químicos.



Ao ligar o bico de Bunsen, para realizar um aquecimento suave, o enxofre funde, no balão A; após algum tempo, uma névoa branca surge no interior do balão B, sendo então o aquecimento desligado. Logo após o surgimento da névoa branca, a solução de NaOH sofre uma mudança de coloração. Sobre o fenômeno observado, responda:

- A** qual a coloração da solução contida no balão B antes e depois da fusão do enxofre? Por que há a mudança de cor?
- B** escreva as reações envolvidas no processo descrito.
- C** o experimento representa a simulação de qual fenômeno que ocorre na natureza?

05 | UFU

Garantir a qualidade de vida

Um dos desafios de uma cidade em expansão é conciliar o desenvolvimento econômico e social com a preservação do ambiente. [...] O acesso universal aos serviços de água tratada, luz, saneamento básico e coleta de esgoto é imprescindível. A mineira Uberlândia exibe um histórico de missões cumpridas. A cidade tem o quarto melhor serviço de coleta e tratamento de esgoto do país, de acordo com um levantamento do Instituto Trata Brasil. Cerca de 99% da população urbana é atendida e 100% dos dejetos são tratados. A coleta e o tratamento de lixo são apontados como os melhores de Minas Gerais. Todas as casas do município são servidas de água tratada – nas Estações de Tratamento (ETA) – e energia elétrica. Apesar disso, as autoridades já planejam um novo sistema de captação de água capaz de atender uma população de 3 milhões de pessoas – cinco vezes a atual. A rede de saúde local, a melhor do próspero Triângulo Mineiro, conta com nove hospitais e, obviamente, atrai pacientes de toda a região. Para reduzir a pressão sobre o serviço de saúde, a cidade está investindo na construção de mais um hospital, com 258 leitos. Todos os 384 ônibus que circulam pelo município dispõem de elevadores para o acesso de deficientes físicos. Nenhuma capital brasileira atingiu padrão semelhante.

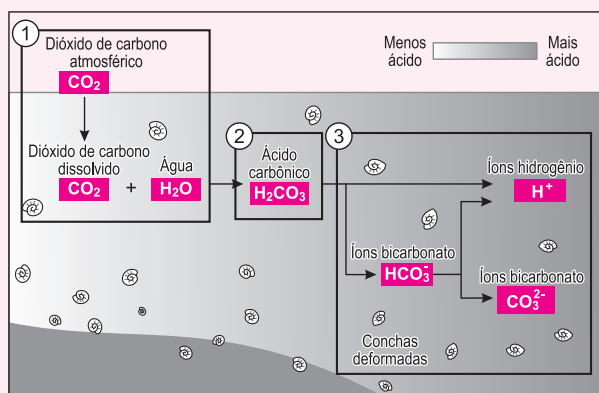
Revista Veja, 1º de setembro de 2010, p. 124-125. Reportagem “5 exemplos a serem seguidos” de Igor Paulin, Leonardo Coutinho e Marcelo Sperandio. (Texto modificado).

A partir do texto e de seus conhecimentos em Química, responda o que se pede:

- A** Explique um processo que ocorre no tratamento da água em Estações de Tratamento (ETA).
- B** Aponte um benefício do tratamento do lixo e justifique sua resposta.
- C** Destaque e explique uma vantagem ambiental para os rios e lagos do Triângulo Mineiro em decorrência do tratamento do esgoto da cidade de Uberlândia.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | ENEM Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a)

- A** seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- B** excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- C** menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- D** estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- E** dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

02 | ENEM A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A** Fissão do material radioativo.
- B** Condensação do vapor-d'água no final do processo.

- C** Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- D** Aquecimento da água líquida para gerar vapor-d'água.
- E** Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

03 | UNIMONTES Em uma estação de esgotos, a opção pelo tratamento principal químico ou biológico é baseada na relação DQO/DBO (Demanda Química de oxigênio/Demanda Bioquímica de oxigênio). Essa relação é importante para avaliar o tipo de água residuária a ser tratada, ou a presença de matéria orgânica ou inorgânica. A seguir, são apresentados valores de DQO e DBO de diferentes efluentes:

Indústria	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Especificações
I	1100	400	DQO/DBO < 2,5 facilmente biodegradável
II	1600	400	
III	400	350	2,5 < DQO/DBO < 5 cuidado na escolha do processo biológico
IV	442	50	DQO/DBO > 5, não biodegradável

Em função das especificações, o tratamento biológico será mais adequado para a indústria:

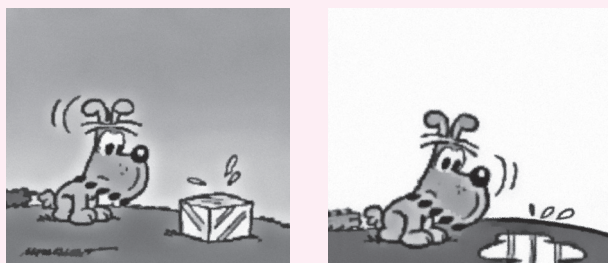
- A** I, II, III e IV.
- B** II e IV, apenas
- C** II, III e IV, apenas.
- D** III, apenas.

04 | UNIEVANGÉLICA Uma das causas da formação de chuvas ácidas é a produção de gases sulfurados (SOx) e nitrogenados (NxO), quando ocorrem combustões de combustíveis fósseis, liberando os referidos gases.

Qual das seguintes equações químicas representa a reação química de um dos gases com o vapor d'água?

- A** $\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow 2 \text{NaOH(aq)}$
- B** $\text{H}_2\text{S(aq)} + 2 \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{S(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)}$
- C** $\text{N}_2\text{O}_3\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{NO}_4\text{H}_2\text{(aq)}$
- D** $\text{SO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{H}^+\text{(aq)} + \text{HSO}_3^-\text{(aq)}$

05 | UFPEL No ciclo da água, temos a presença dos três estados da matéria, o sólido, o líquido e o gasoso, conforme mostra a charge.



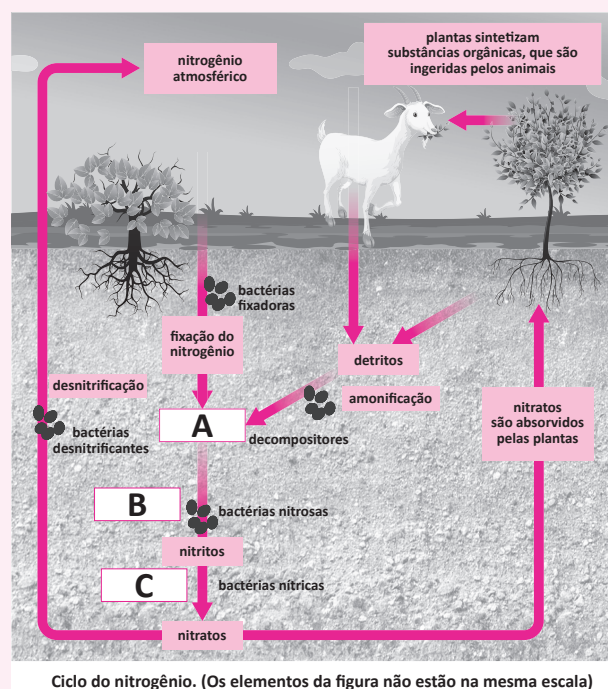
Fonte: Maurício de Souza

Em relação às mudanças de estado da matéria no ciclo da água, é correto afirmar que

- A** sob a ação do calor do Sol, ocorre a ebulição das águas da superfície da Terra e estas se elevam, tornando-se visíveis para nós, sob a forma de nuvens.
- B** quando a água ou a umidade da Terra absorve o calor suficiente do Sol, adquire energia necessária para subir à atmosfera. Essa transformação recebe o nome de liquefação.
- C** a calefação é o tipo de evaporação que se dá de forma lenta e gradual, considerando a diminuição de temperatura e pressão.
- D** quando o vapor de água transforma-se diretamente em cristais de gelo e estes, por aglutinação, atingem tamanho e peso suficientes, a precipitação ocorre sob forma de neve ou granizo.
- E** a umidade relativa do ar acelera o processo de evaporação, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar maior a velocidade com que um líquido passa para o estado de vapor.
- F** I. R.

06 | UFPEL Durante o processo de quimiossíntese, alguns micro-organismos, que têm seu habitat no solo, através de reações químicas de oxidação, a partir de substâncias inorgânicas, geram energia que é utilizada na formação de compostos orgânicos. Dentre estes micro-organismos, os principais exemplos são as bactérias conhecidas

como nitrobactérias ou bactérias nitrificantes, as quais têm grande importância ecológica, pois atuam no ciclo do nitrogênio.

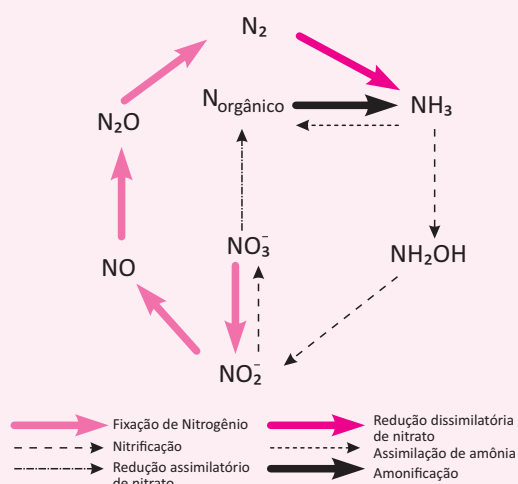


(LIMHARES, S. & GEWANDSZNAJDER, F., 2005).

Considerando a figura, a explicação correta para a sequência de etapas A-B-C é que:

- A** As bactérias do gênero *Nitrobacter* transformam o gás amônia (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-) que, posteriormente, é transformado em nitrato (NO_3^-) por bactérias do gênero *Nitrosomonas*.
- B** As plantas (organismos produtores) utilizam o processo de fotossíntese para a transformação de anidrido carbônico (CO_2) em oxigênio (O_2) e de gás amônia (NH_4^+) em nitrato (NO_3^-).
- C** O gás amônia (NH_3), molécula plana que apresenta caráter ácido, é transformado em nitrato (NO_2^-) por bactérias do gênero *Rhizobium*, que, posteriormente, é transformado em nitrito (NO_3^-) por bactérias do gênero *Nitrobacter*
- D** Na transformação do ânion nitrito (NO_2^-) em nitrato (NO_3^-), o número de oxidação do nitrogênio não varia, sendo que essa transformação é realizada por micro-organismos dos gêneros *Nitrosomonas* e *Rhizobium*.
- E** As bactérias do gênero *Nitrosomonas* transformam o cátion amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-) que, posteriormente, é transformado em nitrato (NO_3^-) por bactérias do gênero *Nitrobacter*.
- F** I. R.

07 | UFAM Um dos problemas recorrentes no Brasil, lembrado neste período eleitoral e esquecido em seguida, é o do saneamento básico. Toda água residual (esgoto) produzida nas residências, indústrias e nos hospitais, deveria ser coletada em redes ou adequadamente tratada em estações de tratamento (ETEs). Entretanto, boa parte não é tratada, mas lançada diretamente no solo ou nos rios. O problema é que grande parcela desta água residual pode conter nitrogênio. O nitrogênio pode existir em vários estados de oxidação na natureza. Em sistemas aquáticos as formas que predominam e que são importantes para avaliação da qualidade da água, o nitrogênio apresenta número de oxidação -3 , 0 , $+3$ e $+5$. Assim, uma forma prática de perceber que esgoto doméstico foi lançado em um igarapé é analisar as várias formas de estados de oxidação do nitrogênio. A figura abaixo mostra os mecanismos de nitrificação e desnitrificação para o ciclo do nitrogênio. Considerando a figura e os estados predominantes de oxidação do nitrogênio, quais espécies apresentam estados de oxidação -3 , 0 , $+3$ e $+5$, respectivamente?



Ciclo do nitrogênio (Fonte: Guimarães *et al.*, QNE, 2001 – com modificações)

- A** $N_{orgânico}$, N_2 , NO_2^- , NO_3^-
- B** NH_3 , N_2 , NO , NO_3^-
- C** N_2O , NH_2OH , NO_2^- , NO_3^-
- D** $N_{orgânico}$, NO , NO_2^- , NO_3^-
- E** NH_3 , N_2 , NO_2^- , NH_2OH

08 | UECE Antes de chegar às nossas torneiras, a água que consumimos segue um longo trajeto e passa por várias etapas de tratamento. É um conjunto de processos químicos e físicos que evitam qualquer tipo de contaminação e transmissão de doenças. Assinale a alternativa que apresenta a ordem correta dessas etapas no tratamento da água.

- A** Coagulação, decantação, filtração, floculação, desinfecção e fluoretação.
- B** Floculação, coagulação, filtração, decantação, fluoretação e desinfecção.
- C** Desinfecção, decantação, filtração, coagulação, floculação e fluoretação.
- D** Coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

09 | UEPA Em algumas regiões do País não é raro encontrar ao mesmo tempo condições aeróbicas e anaeróbicas em partes diferentes de um mesmo lago, particularmente no verão, devido à ocorrência de um fenômeno conhecido como estratificação, ocasionado pela diferença de temperatura da água. As espécies químicas que estão presentes nas camadas diferenciadas do lago são mostradas na Figura abaixo:

Atmosfera			
Condições aeróbicas	CO_2	H_2CO_3	HCO_3^-
	SO_4^{2-}	NO_3^-	$Fe(OH)_3(s)$
Condições anaeróbicas	CH_4	H_2S	NH_3
	NH_4^+	$Fe^{2+}_{(aq)}$	

Fonte: revista QNE, N° 22, NOVEMBRO 2005

Pode-se observar na figura que, nas condições aeróbicas, têm-se espécies oxidadas e, perto do fundo, têm-se as condições anaeróbicas e as espécies na forma mais reduzidas dos mesmos elementos.

Sobre as espécies químicas presentes no lago citado no texto, é correto afirmar que:

- A** a fase aeróbica não apresenta condutividade elétrica.
- B** a fase anaeróbica não apresenta condutividade elétrica.
- C** a espécie molecular H_2CO_3 foi assim representada, pois não forma íons.
- D** os estados de oxidação do nitrogênio no NH_4^+ e NO_3^- são, respectivamente, $+3$ e $+5$.
- E** o enxofre sofre uma redução ao passar da fase aeróbica para a fase anaeróbica.

10 | UNESP

Uma medida adotada pelo governo do estado para amenizar a crise hídrica que afeta a cidade de São Paulo envolve a utilização do chamado “volume morto” dos reservatórios do Sistema Cantareira. Em artigo publicado pelo jornal *O Estado de S.Paulo*, três especialistas alertam sobre os riscos trazidos por esse procedimento que pode trazer à tona poluentes depositados no fundo das represas, onde se concentram contaminantes que não



são tratados por sistemas convencionais. Entre os poluentes citados que contaminam os mananciais há compostos inorgânicos, orgânicos altamente reativos com os sistemas biológicos, microbiológicos e vírus. Segundo as pesquisadoras, “quanto mais baixo o nível dos reservatórios, maior é a concentração de poluentes, recomendando maiores cuidados”.

(<http://sao-paulo.estadao.com.br>. Adaptado.)

A quantidade de oxigênio necessária para degradar biologicamente a matéria orgânica presente na água é expressa pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Sabendo que um dos parâmetros analíticos de monitoramento da qualidade da água potável envolve a medida da quantidade de oxigênio nela dissolvida, a presença

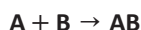
de grande quantidade de matéria orgânica de origem biológica em decomposição no fundo de determinado reservatório irá promover

- A** a diminuição da DBO e a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido.
- B** o aumento da DBO e a diminuição da qualidade da água.
- C** a diminuição da DBO e a diminuição da qualidade da água.
- D** a diminuição da DBO e o aumento da qualidade da água.
- E** o aumento da DBO e o aumento da quantidade de oxigênio dissolvido.

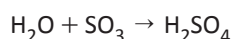
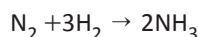
REAÇÕES INORGÂNICAS

REAÇÕES DE FORMAÇÃO OU SÍNTESE

São reações nas quais duas ou mais substâncias formam apenas um produto.

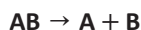


Exemplo:

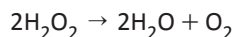


REAÇÕES DECOMPOSIÇÃO OU ANÁLISE

São reações nas quais um único reagente forma dois ou mais produtos.



Exemplo:

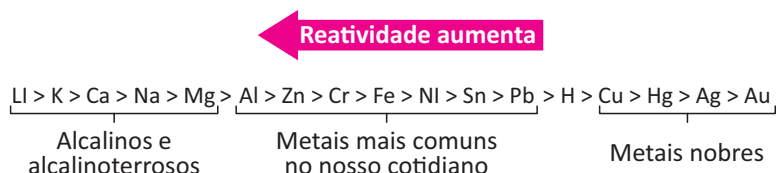


REAÇÕES DE SIMPLES TROCA, SUBSTITUIÇÃO OU DESLOCAMENTO

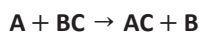
São reações que ocorrem entre uma substância simples e uma composta. Essas reações ocorrerão de duas formas:

1ª: o metal ou hidrogênio desloca o cátion da substância composta:

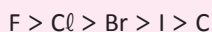
A reação ocorrerá se a substância simples for mais reativa que o cátion. A escala de reatividade dos metais é dada a seguir:



2ª: o ametal desloca o ânion da substância composta.

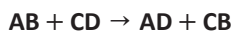


A reação ocorrerá se a substância simples for mais reativa que o ânion. A escala de reatividade dos ametais é dada a seguir:

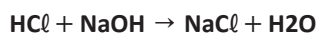


REAÇÕES DE DUPLA TROCA

São reações que ocorrem entre duas substâncias que sofrem dissociação ou ionização em meio aquoso, ou seja, ácidos, bases ou sais:



Exemplo:



R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UNICAMP

Notícia 1 – Vazamento de gás oxigênio nas dependências do Hospital e Maternidade São Mateus, Cuiabá, em 03/12/13. Uma empresária que atua no setor de venda de oxigênio disse ao *Gazeta Digital* que o gás não faz mal para a saúde. “Pelo contrário, faz é bem, pois é ar puro...”.

(Adaptado de <http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/9/materia/405285>. Acessado em 10/09/2014.)

Notícia 2 – Vazamento de oxigênio durante um abastecimento ao pronto-socorro da Freguesia do Ó, zona norte de São Paulo, em 25/08/14. Segundo testemunhas, o gás que vazou do caminhão formou uma névoa rente ao chão. O primeiro carro que pegou fogo estava ligado. Ao ver o incêndio, os motoristas de outros carros foram retirar os veículos...

(Adaptado de <http://noticias.r7.com/sao-paulo/cerca-de-40-pacientes-sao-transferidos-apos-incendio-em-hospital-da-zona-norte-26082014>. Acessado em 10/09/2014.)

Ficha de informações de segurança de uma empresa que comercializa esse produto.

EMERGÊNCIA

- **CUIDADO! Gás oxidante a alta pressão.**
- **Acelera vigorosamente a combustão.**
- **Equipamento autônomo de respiração pode ser requerido para equipe de salvamento.**
- **Odor: Inodoro**

- A** Levando em conta as informações fornecidas na questão, você concorda ou discorda da declaração da empresária na notícia 1? Justifique sua resposta.
- B** Após o vazamento descrito na notícia 2, motoristas tentaram retirar os carros parados mas não tiveram êxito na sua tentativa. Qual deve ter sido a estratégia utilizada para que eles não tenham tido êxito? Justifique, do ponto de vista químico, a razão pela qual não deveriam ter utilizado essa estratégia.

Resolução:

- A** O candidato deve discordar da declaração da empresária. A afirmação da empresária – “o gás não faz mal para a saúde. Pelo contrário, faz é bem, pois é ar puro...” – é equivocada. Oxigênio não é ar puro e sim uma mistura de gases; além disso, informa-se na ficha de segurança (fornecida no texto da questão) que em caso de acidente pode ser necessário o uso de equipamento autônomo de respiração, de onde se conclui que o gás na condição do acidente não é bom para a saúde.
- B** O texto informa que o primeiro carro que pegou fogo estava ligado, do que se conclui que os outros carros também se incendiaram, muito provavelmente porque os motoristas podem ter ligado seus veículos na tentativa de removê-los do local. A ficha do produto (fornecida no texto da questão) informa que o oxigênio acelera a combustão. Ao ligar o carro, há um aquecimento, e a reação de combustão (externa) de alguns materiais dos carros pode ocorrer na presença da maior concentração de oxigênio (que vazou).

02 | UNESP SP



A imagem é a fotografia de uma impressão digital coletada na superfície de um pedaço de madeira. Para obtê-la, foi utilizada uma técnica baseada na reação entre o sal do suor (NaCl), presente na impressão digital, com solução aquosa diluída de um reagente específico. Depois de secar em uma câmara escura, a madeira é exposta à luz solar.

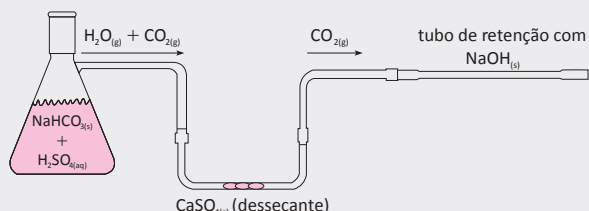
Considere soluções aquosas diluídas de AgNO_3 e de KNO_3 . Indique qual delas produziria um registro fotográfico de impressão digital ao reagir com o sal do suor, nas condições descritas, e justifique sua resposta descrevendo as reações químicas envolvidas.

Resolução:

A solução de nitrato de prata, pois ocorre precipitação do cloreto de prata (AgCl) resultando na impressão escura que vemos acima.



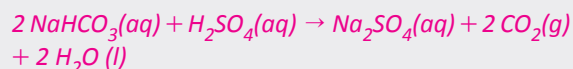
03 | UFG Um dos métodos utilizados para determinar o teor de bicarbonato de sódio em comprimidos antiácidos é realizado utilizando-se a aparelhagem esquematizada abaixo.



- A** Escreva as equações que representam as reações químicas que ocorrem no erlenmeyer e no tubo de retenção.
- B** Descreva o procedimento usado para determinar o teor de bicarbonato de sódio por meio do método esquematizado acima e justifique.

Resolução:

A No erlenmeyer, ocorre a seguinte reação:



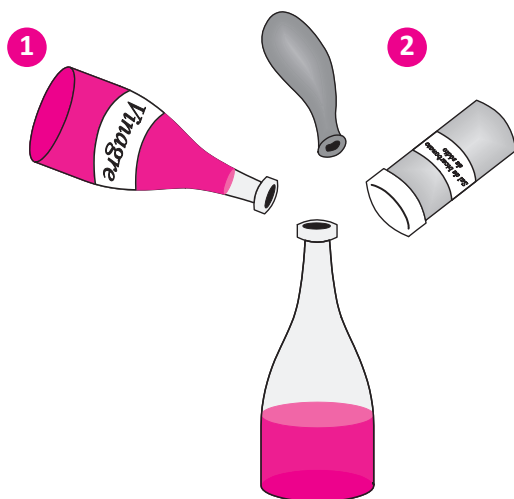
No tubo de retenção, ocorre a seguinte reação:



- B** O teor de bicarbonato pode ser medido pela diferença da massa inicial do tubo de retenção, comparando-se com a massa ao fim da reação. O aumento da massa é a retenção do CO_2 gerado, assim basta fazer-se uma regra de três e verificar o teor, comparando-se a massa do comprimido com a massa de CO_2 gerada.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UFU



Disponível em: <http://www.topgameskids.com.br/artigos-view/40-balao-magico.html>. Acesso: 20 fev. 2014

A ilustração acima representa uma experiência realizada em aulas de ciências. O frasco **01** contém vinagre (solução aquosa de ácido acético, CH_3COOH), e o frasco **02**, sal de bicarbonato de sódio (NaHCO_3). Após o bicarbonato ter sido adicionado no frasco, seguido do vinagre, o professor encaixou – imediatamente – a bexiga na boca da garrafa.

Sobre esse experimento, responda ao que se pede:

- A** Explique quimicamente o que acontecerá no frasco quando o vinagre e o bicarbonato forem colocados em contato.
- B** Explique o que acontece com a bexiga encaixada na garrafa.
- C** Equacione a reação que ocorre no frasco.
- D** Proponha uma experiência para identificar a substância presente no balão após a reação entre o bicarbonato e o vinagre.

02 | UFG Um estudante possui três frascos com os seguintes reagentes:

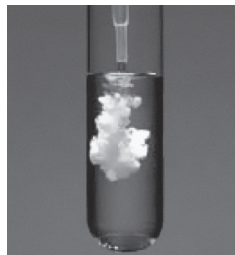
Frasco 1 – ácido clorídrico (HCl).

Frasco 2 – amônia (NH_3).

Frasco 3 – ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Escreva as equações das reações químicas que ocorrem ao se misturar os reagentes do frasco 1 com o 2 e do frasco 2 com o 3. Identifique nessas equações os pares ácido-base conjugados.

03 | UNESP A imagem mostra uma transformação química que ocorre com formação de precipitado. Foram adicionadas a uma solução de íons (Ba^{2+}), contida em um tubo de ensaio, gotas de uma solução que contém íons sulfato (SO_4^{2-}).



Escreva a equação completa dessa transformação química quando o cloreto de bário e o sulfato de magnésio, devidamente dissolvidos em água, são colocados em contato, e explique se a mesma imagem pode ser utilizada para ilustrar a transformação que ocorre se a solução de cloreto de bário for substituída por NaOH *aq*.

04 | UFU A principal substância química presente no giz é obtida pela reação entre o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e CaO .

Sobre esse assunto responda:

- A** Qual é o nome dessa substância?
- B** Escreva a reação que produz essa substância e indique o nome do outro composto simultaneamente produzido.

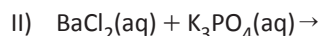
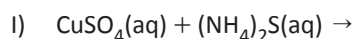
05 | PUC Utilize a tabela abaixo, que indica a solubilidade, em água e na temperatura ambiente, dos sais formados

pelos pares ânion-cátion, onde (aq) indica um sal solúvel em água e (s) um sal insolúvel ou muito pouco solúvel em água.

	Cl^-	S^{2-}	$(\text{CO}_3)^{2-}$	$(\text{SO}_4)^{2-}$	$(\text{PO}_4)^{2-}$
Li^+	(aq)	(aq)	(aq)	(aq)	(aq)
K^+	(aq)	(aq)	(aq)	(aq)	(aq)
NH_4^+	(aq)	(aq)	(aq)	(aq)	(aq)
Ba^{2+}	(aq)	(s)	(s)	(s)	(s)
Ca^{2+}	(aq)	(s)	(s)	(s)	(s)
Cu^{2+}	(aq)	(s)	(s)	(aq)	(s)

Considere as seguintes reações: **i)** sulfato de cobre II com sulfeto de amônio e **ii)** cloreto de bário e fosfato de potássio (temperatura ambiente e em meio aquoso).

A Complete as equações das reações abaixo indicando, ao lado das fórmulas, no lado direito da seta, (s) se o composto formado precipita e (aq) se o composto formado é solúvel no meio.



B Para cada reação do item acima, escreva os íons espectadores, ou seja, aqueles que não sofrem quaisquer alterações em solução ao longo do processo.

C Escreva o(s) nome(s) da(s) substância(s) formada(s) insolúvel(eis) no meio aquoso.

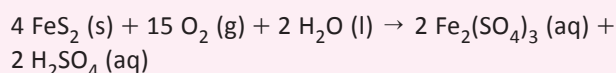
T ENEM E VESTIBULARES

01 | ENEM Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl (g), cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente.

Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em

- A** água dura.
- B** água de cal.
- C** água salobra.
- D** água destilada.
- E** água desmineralizada.

02 | ENEM A formação frequente de grandes volumes de pirita (FeS_2) em uma variedade de depósitos minerais favorece a formação de soluções ácidas ferruginosas, conhecidas como “drenagem ácida de minas”. Esse fenômeno tem sido bastante pesquisado pelos cientistas e representa uma grande preocupação entre os impactos da mineração no ambiente. Em contato com oxigênio, a 25°C , a pirita sofre reação, de acordo com a equação química:



FIGUEIREDO, B. R. *Minérios e Ambientes*. Campinas, Unicamp, 2000.

Para corrigir os problemas ambientais causados por essa drenagem, a substância mais recomendada a ser adicionada ao meio é o



- A** sulfeto de sódio.
- B** cloreto de amônio
- C** dióxido de enxofre.
- D** dióxido de carbono.
- E** carbonato de cálcio.

03 | FUVEST Quando começaram a ser produzidos em larga escala, em meados do século XX, objetos de plástico eram considerados substitutos de qualidade inferior para objetos feitos de outros materiais. Com o tempo, essa concepção mudou bastante. Por exemplo, canecas eram feitas de folha de flandres, uma liga metálica, mas, hoje, também são feitas de louça ou de plástico. Esses materiais podem apresentar vantagens e desvantagens para sua utilização em canecas, como as listadas a seguir:

- I. ter boa resistência a impactos, mas não poder ser levado diretamente ao fogo;
- II. poder ser levado diretamente ao fogo, mas estar sujeito a corrosão;
- III. apresentar pouca reatividade química, mas ter pouca resistência a impactos.

Os materiais utilizados na confecção de canecas os quais apresentam as propriedades I, II e III são, respectivamente,

- A** metal, plástico, louça.
- B** metal, louça, plástico.
- C** louça, metal, plástico.
- D** plástico, louça, metal.
- E** plástico, metal, louça.

04 | UFJF Boa parte da massa das pérolas deve-se ao carbonato de cálcio. O contato prolongado das pérolas com a acidez do suor faz com que elas sofram um processo de corrosão. Supondo que os ácidos existentes no suor sejam representados por HX, assinale a alternativa que representa o processo de corrosão.

- A** $\text{CaCO}_2 + \text{HX} \rightarrow \text{CaX} + \text{H}^+ + \text{CO}_2$
- B** $\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2 \text{HX} \rightarrow \text{CaX}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{CO}_2$
- C** $\text{CaCO}_3 + \text{HX} \rightarrow \text{CaX} + \text{H}^+ + \text{CO}_3^{-2}$
- D** $\text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{HX} \rightarrow \text{CaX} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2$
- E** $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HX} \rightarrow \text{CaX}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

05 | UNIEVANGÉLICA A adição de cloro à água tem sido a principal forma de desinfecção praticada nas estações de tratamento e contribui para a redução da incidência de doenças de veiculação hídrica. Um método simples de verificação da presença do cloro na água consiste na adição de gotas de uma solução de nitrato de prata a uma amostra da água.

O resultado esperado com esse procedimento consiste em

- A** mudança de cor
- B** desprendimento de gás
- C** formação de um precipitado
- D** aumento da temperatura

06 | PUC Três ensaios experimentais foram realizados e as observações estão descritas a seguir.

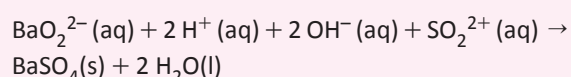
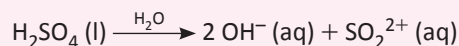
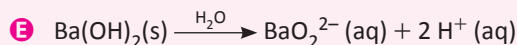
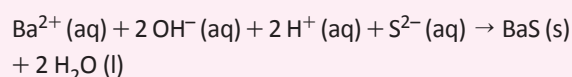
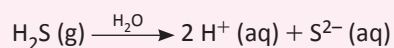
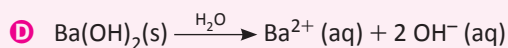
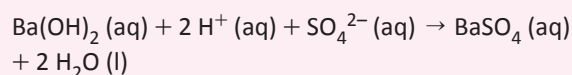
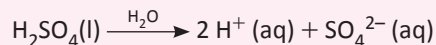
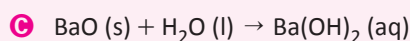
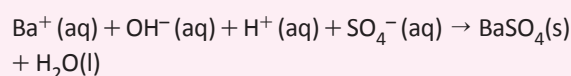
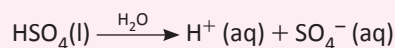
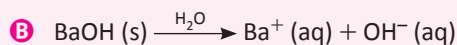
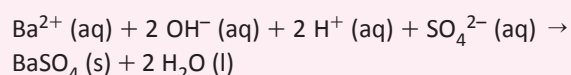
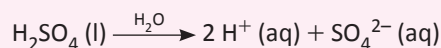
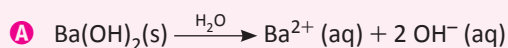
- I. Ao borbulhar ar expirado, com auxílio de um canudinho, em uma solução aquosa contendo azul de bromotimol, a coloração verde da solução passa para amarela, indicando que a solução neutra acidificou-se.
- II. Ao borbulhar ar expirado, com auxílio de um canudinho, em uma solução aquosa de hidróxido de bário (água de barita) verifica-se a formação de um precipitado branco.
- III. A adição do sólido óxido de cálcio (cal virgem) em uma solução aquosa de ácido clorídrico resulta em uma solução neutra.

A alternativa que apresenta apenas equações corretas que descrevem os processos I, II e III é

- A** I. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
II. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
III. $\text{CaO}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- B** I. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CO}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
II. $\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ba}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
III. $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- C** I. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
II. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
III. $\text{CaO}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- D** I. $\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HO}_3^-(\text{aq})$
II. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{BaO}(\text{s})$
III. $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- E** I. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
II. $\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ba}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
III. $\text{CaO}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

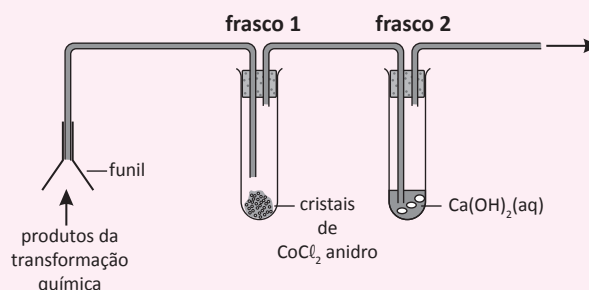
07 | FMABC Ao dissolver 0,01 mol de hidróxido de bário em água, obtém-se uma solução aquosa condutora de eletricidade. A adição de algumas gotas de solução alcoólica de fenolftaleína deixa a solução rósea. A dissolução de 0,01 mol de ácido sulfúrico em água é bastante exotérmica. A solução resultante conduz eletricidade e permanece incolor após a adição de algumas gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. A mistura das duas soluções obtidas resulta na formação de um precipitado branco. A solução sobrenadante é incolor e não conduz corrente elétrica.

As equações que melhor representam os processos descritos são



08 | FUVEST A aparelhagem esquematizada na figura abaixo pode ser utilizada para identificar gases ou vapores produzidos em transformações químicas. No frasco 1, cristais azuis de CoCl_2 anidro adquirem coloração rosa em contato com vapor d'água. No frasco

2, a solução aquosa saturada de Ca(OH)_2 turva-se em contato com CO_2 (g).



Utilizando essa aparelhagem em três experimentos distintos, um estudante de Química investigou os produtos obtidos em três diferentes processos:

- I. aquecimento de CaCO_3 puro;
- II. combustão de uma vela;
- III. reação de raspas de $\text{Mg}(\text{s})$ com $\text{HCl}(\text{aq})$.

O aparecimento de coloração rosa nos cristais de CoCl_2 anidro e a turvação da solução aquosa de Ca(OH)_2 foram observados, simultaneamente, em

- A** I, apenas.
- B** II, apenas.
- C** III, apenas.
- D** I e III, apenas.
- E** I, II e III.

09 | FUVEST Uma jovem estudante quis demonstrar para sua mãe o que é uma reação química. Para tanto, preparou, em cinco copos, as seguintes soluções:

Copo	Solução
1	Vinagre
2	Sal de cozinha + água
3	Fermento químico (NaHCO_3) + água
4	Açúcar + água
5	Suco de limão

Em seguida, começou a fazer misturas aleatórias de amostras das soluções contidas nos copos, juntando duas amostras diferentes a cada vez. Qual é a probabilidade de que ocorra uma reação química ao misturar amostras dos conteúdos de dois dos cinco copos?

- A** 1/10
- B** 1/8
- C** 1/5
- D** 1/3
- E** 1/2



10 | FATEC SP Considere a tabela que apresenta os pontos de fusão (PF) e de ebulição (PE), a 25°C e 1 atm

SUBSTÂNCIA	PF (°C)	PE (°C)
Ácido acético (presente no vinagre)	16,6	118
Álcool etílico (bebidas alcoólicas e combustíveis)	-117	78,5
Amônia (presente em produtos de limpeza)	-78	-33
Cloreto de sódio (sal de cozinha)	801	1 413
Ouro (presente em joias)	1 064	3 080

(<http://www.alunosonline.com.br/quimica/ponto-fusao-ponto-ebulicao.html>
Acesso em: 14.02.2014)

A reação que ocorre para a formação do sal presente na tabela é

- A** dupla-troca: ácido inorgânico + álcool.
- B** esterificação: ácido carboxílico + álcool.
- C** decomposição: ácido inorgânico + base inorgânica.
- D** neutralização: ácido inorgânico + base inorgânica.
- E** saponificação: ácido carboxílico + base inorgânica.

ÓXIDOS

São compostos binários onde o oxigênio é o elemento de maior eletronegatividade. Ex: Na_2O , SO_3 , Al_2O_3 .

NOMENCLATURA

Nox fixo:

Prefixo adequado + óxido de prefixo adequado + nome do elemento

Nox variável :

Nomenclatura de Stokes (1940):

Óxido de nome do elemento + Valência

Nomenclatura de 1900:

Óxido nome do elemento ↑ Nox: *ICO*, ↓ Nox: *oso*

EXEMPLOS:

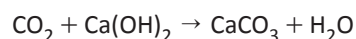
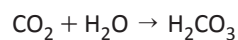
- 1 – Na_2O : monóxido de sódio
- 2 – SO_3 : trióxido de enxofre
- 3 – SO_2 : dióxido de enxofre
- 4 – CaO : óxido de cálcio
- 5 – FeO : óxido de ferro-II ou óxido ferroso
- 6 – Fe_2O_3 : óxido de ferro-III ou óxido férrico

CLASSIFICAÇÃO

Óxidos ácidos (caráter covalente):

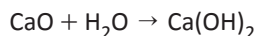
São óxidos que reagem com a água formando ácidos ou reagem com base produzindo sal e água.

EXEMPLOS:



Óxidos básicos (caráter iônico):

São óxidos que reagem com a água formando bases ou reagem com ácido produzindo sal e água.

EXEMPLOS:**#Óxidos anfóteros (caráter intermediário):**

São óxidos que reagem com a água formando bases ou ácidos ou reagem com ácido ou base produzindo sal e água.

EXEMPLOS:

ZnO: (mono) óxido de zinco

Al_2O_3 : Trióxido de alumínio

#Óxidos neutros:

São óxidos que não reagem com a água, ácidos ou bases.

EXEMPLOS:

CO: (mono) óxido de carbono

NO: (mono) óxido de nitrogênio

N_2O : (mono) óxido de dinitrogênio

#Óxidos duplos, mistos ou salinos :

São óxidos formados pela associação de dois diferentes óxidos.

EXEMPLOS:**#Peróxidos:**

São compostos onde o oxigênio apresenta nox -1 .

Os elementos que formam peróxidos são: hidrogênio, metais alcalinos, alcalinos- terrosos, prata e zinco.

EXEMPLOS:

H_2O_2 : peróxido de hidrogênio (*água oxigenada*)

Na_2O_2 : peróxido de sódio

BaO_2 : peróxido de bário

Reação: **Peróxido + ácido** \rightarrow **sal + água oxigenada**

#Superóxidos:

São compostos onde o oxigênio apresenta nox $-1/2$.

Os elementos que formam peróxidos são: metais alcalinos e alcalinos- terrosos.

EXEMPLOS:

Na_2O_4 : superóxido de sódio

BaO_4 : superóxido de bário

Reação: **Superóxido + ácido** \rightarrow **sal + água oxigenada + gás oxigênio**

**R** EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UNICAMP Diante dos resultados dos testes feitos por Estrondosa, Rango resolveu falar novamente com o vigia e pediu-lhe para esvaziar os bolsos. Entre outras coisas, havia um pequeno envelope plástico, contendo um misterioso pó branco.

- Que pó é esse? – perguntou Rango.
- É óxido de ferro que o técnico do laboratório me deu para adicionar ao leite do meu gato que estava anêmico.
- respondeu o vigia.
- Óxido de ferro?! – exclamou Estrondosa.
- Este pó branquinho?! Nem na China! Diante da explicação, Rango resolveu que iria examinar o pó no laboratório, mais tarde.

- A** Por que, só de ver o pó, Estrondosa pôde ter certeza de que não se tratava de óxido de ferro?
- B** O óxido de ferro ingerido dissolve-se no estômago, devido ao baixo pH. Escreva a equação química que representa a dissolução do óxido de ferro III no estômago.

Resolução:

A *O óxido de ferro não apresenta coloração branca. O óxido de ferro III é vermelho ferrugem. A cor é uma propriedade organoléptica, não sendo critério para identificar uma substância, mas poderá ser usada como critério de exclusão.*

B *A equação química da reação é:*

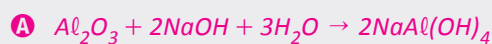


Utilizando equação iônica, temos:



02 | FUVEST Industrialmente, alumínio é obtido a partir da bauxita. Esta é primeiro purificada, obtendo-se o óxido de alumínio, Al_2O_3 , que é, em seguida, misturado com um fundente e submetido a uma eletrólise ígnea, obtendo-se, então, o alumínio. As principais impurezas da bauxita são: Fe_2O_3 , que é um óxido básico e SiO_2 , que é um óxido ácido. Quanto ao Al_2O_3 , trata-se de um óxido anfótero, isto é, de um óxido que reage tanto com ácidos quanto com bases.

- A** Na primeira etapa de purificação da bauxita, ela é tratada com solução aquosa concentrada de hidróxido de sódio. Neste tratamento, uma parte apreciável do óxido de alumínio solubiliza-se, formando $\text{NaAl}(\text{OH})_4$. Escreva a equação química balanceada que representa tal transformação.
- B** Se a bauxita fosse tratada com solução aquosa concentrada de ácido clorídrico, quais óxidos seriam solubilizados? Justifique por meio de equações químicas balanceadas.

Resolução:

B *No tratamento com $\text{HCl}(aq)$ concentrado, seriam solubilizados Fe_2O_3 , que é óxido básico, e Al_2O_3 , que é óxido anfótero:*



03 | UFG Superóxido de potássio sólido, $\text{KO}_2(s)$, é comumente empregado em máscaras protetoras contra gases. Esse superóxido remove tanto o vapor d'água exalado quanto o gás carbônico. O vapor d'água é removido após reagir com o superóxido. O gás carbônico é removido após reagir com um dos produtos da reação anterior. Escreva as equações químicas que representam as reações químicas envolvidas.

Resolução:

Equação que representa a reação entre o vapor de água e o peróxido:



ou



Remoção do gás carbônico:



ou



F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01| UERJ Observe na tabela a distribuição percentual dos principais elementos químicos cujos átomos, combinados, formam as moléculas que compõem o organismo humano.

Elemento químico	Percentual (% m/m)
O	61,6
C	19,0
H	9,1
N	5,0

Dentre os elementos indicados na tabela, nomeie o responsável por formar as cadeias das moléculas orgânicas presentes no organismo humano e indique seu número atômico. Apresente, ainda, a fórmula molecular e a fórmula estrutural do óxido formado entre o oxigênio e o hidrogênio.

02| UEG Os óxidos, quimicamente, são compostos binários nos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo. Dependendo da natureza do outro elemento químico, este pode apresentar característica ácida, básica ou anfótera. Considere o CaO e o ZnO e responda aos itens abaixo.

- A** Mostre a equação química balanceada da reação do óxido de cálcio com água e justifique se se trata de um óxido ácido ou básico.
- B** Sabendo que o ZnO apresenta uma caráter anfótero, mostre a equação química para a sua reação com ácido clorídrico.

03| UFJF Podemos classificar alguns óxidos como ácidos, básicos, anfóteros ou neutros. Propriedades como eletronegatividade, tipo de ligação e reações químicas nos dão indicações sobre qual tipo de óxido um determinado elemento pode formar.

- A** Escreva a equação química balanceada da reação de cada óxido apresentado no quadro abaixo com a água e ainda a coloração da solução formada em presença de fenolftaleína.

Óxido	Reação com Água	Coloração
N ₂ O ₅		
Na ₂ O		

- B** Classifique os óxidos abaixo e indique o tipo de ligação química formada.

Óxido	Reação com Água	Coloração
N ₂ O ₅		
Na ₂ O		

- C** Escreva o nome e a fórmula eletrônica do produto obtido pela reação do trióxido de enxofre com água.
- D** Escreva a equação BALANCEADA da reação do Na₂O com ácido clorídrico.

04| FUVEST Monóxido de carbono é um gás inodoro, incolor e muito tóxico. Um método para determinar sua concentração no ar consiste em fazê-lo reagir, completamente, com pentóxido de di-iodo, a temperaturas entre 160 °C e 180 °C. Nesse processo, o monóxido de carbono é oxidado, formando-se também uma substância simples. Medindo-se a massa dessa substância simples, é possível calcular a concentração de monóxido de carbono no ar.

- A** Escreva a equação química balanceada da reação entre pentóxido de di-iodo e monóxido de carbono.

O pentóxido de di-iodo é um sólido que absorve água rapidamente, em condições ambientes, transformando-se num ácido monoprotico.

- B** Escreva a equação química balanceada da reação entre pentóxido de di-iodo e água.

Se o ácido monoprotico mencionado for aquecido a temperaturas acima de 200 °C, sofrerá decomposição, regenerando o pentóxido de di-iodo e a água.

- C** Determine a porcentagem da massa inicial desse ácido que se transforma em água por aquecimento acima de 200 °C. Mostre os cálculos.

	Massa molar g mol ⁻¹
H	1
O	16
I	127

05| UFG No dia 4 de outubro de 2010, na Hungria, houve um vazamento de lama vermelha que é um subproduto da produção de alumina (Al₂O₃) a partir de bauxita. Essa lama vermelha é fortemente alcalina (pH 10-13) e contém diversos elementos (cádmio, arsênio, silício, ferro, chumbo, manganês, cromo), os quais podem ser considerados tóxicos na forma de óxidos.

- A** Represente a fórmula molecular dos óxidos de quatro elementos químicos citados no texto acima.
- B** Cite uma aplicação na vida cotidiana de dois dos elementos citados no texto.

**T ENEM E VESTIBULARES**

01 | UNIOESTE Para ser considerado um óxido o elemento ligado ao átomo de oxigênio não pode ser mais eletro-negativo que este. Abaixo, são apresentados algumas fórmulas de possíveis óxidos, sendo que uma delas está INCORRETA. Assinale-a.

- A** P_2O_5 .
- B** Cl_2O .
- C** F_2O .
- D** SO_2 .
- E** N_2O .

02 | UERN Representado pela fórmula química CO, o monóxido de carbono é um gás incolor e inodoro proveniente da combustão incompleta de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural). Se inalado em altas concentrações pode matar por asfixia. Isso ocorre porque, ao ser inspirado, o monóxido de carbono é capaz de estabelecer ligações químicas altamente estáveis com a hemoglobina das hemácias, formando a carboxiemoglobina (HbC), o que as impossibilita de transportar oxigênio em todo o processo de respiração.

(Disponível em:
<http://www.infoescola.com/quimica/monoxido-de-carbono/>.)

O óxido citado no trecho anterior pode ser classificado como óxido

- A** ácido.
- B** básico.
- C** neutro.
- D** anfótero.

03 | PUC Analise as informações a seguir.

Artur era um menino desses que não param quietos em casa. Estava sempre na rua brincando com os amigos, e com frequência voltava para casa machucado. Certa vez, o guri apareceu com um talho na coxa, que a mãe desinfetou com água oxigenada. Enquanto ela limpava a ferida com algodão, o pequeno notou que a água oxigenada soltava bolhas, ao encostar na carne viva. A mãe explicou que aquilo eram bolhas de oxigênio, o mesmo gás que nós respiramos no ar, e que o que ele estava vendo era uma reação química.

Quando Artur ficou maior, aprendeu na escola que água oxigenada é uma solução de peróxido de hidrogênio que se decompõe rapidamente em oxigênio e água, quando entra em contato com a enzima catalase, que existe na carne. Também aprendeu que o peróxido de hidrogênio desinfeta, mas também pode dificultar a cicatrização,

porque “rouba” elétrons e destrói as proteínas que ajudam a fechar a ferida.

Com base nas informações, é correto afirmar que:

- A** A enzima catalase acelera a reação, tornando-a exotérmica e provocando ardência.
- B** O peróxido de hidrogênio é dito redutor porque age como retirador de elétrons.
- C** A rápida liberação de oxigênio na ferida é causada pela temperatura do corpo, mais alta que a do ambiente.
- D** Para formação de cada molécula de oxigênio, decompõem-se duas de peróxido de hidrogênio.
- E** O peróxido de hidrogênio, sendo mais denso que a água, tende a concentrar-se no fundo do recipiente de água oxigenada.

04 | ENEM Cientistas da Austrália descobriram um meio de produzir roupas que se limpam sozinhas. A equipe de pesquisadores usou nanocristais de dióxido de titânio (TiO_2) que, sob ação da luz solar, são capazes de decompor as partículas de sujeira na superfície de um tecido. O estudo apresentou bons resultados com fibras de algodão e seda. Nesses casos, foram removidas manchas de vinho, bastante resistentes. A nanocamada protetora poderá ser útil na prevenção de infecções em hospitais, uma vez que o dióxido de titânio também mostrou ser eficaz na destruição das paredes celulares de microrganismos que provocam infecções. O termo nano vem da unidade de medida nanômetro, que é a bilionésima parte de 1 metro.

Veja. Especial Tecnologia. São Paulo: Abril, set. 2008 (adaptado).

A partir dos resultados obtidos pelos pesquisadores em relação ao uso de nanocristais de dióxido de titânio na produção de tecidos e considerando uma possível utilização dessa substância no combate às infecções hospitalares, pode-se associar que os nanocristais de dióxido de titânio

- A** são pouco eficiente em ambientes fechados e escuros.
- B** possuem dimensões menores que as de seus átomos formadores.
- C** são pouco eficientes na remoção de partículas de sujeira de natureza orgânica.
- D** destroem microrganismos causadores de infecções, por meio de osmose celular.
- E** interagem fortemente com material orgânico devido à sua natureza apolar.

05 | UNIEVANGÉLICA Leia a notícia a seguir.

Goiás tem aumento de 20% nas queimadas em relação a 2012

De janeiro até terça-feira, houve 2.747 incêndios urbanos e rurais em Goiás. O Centro-Oeste conta com 39,9% do total das queimadas, atrás da Amazônia, 42%.

Disponível em:
<http://www.opovo.com.br/app/opovo/brasil/2013/08/17/noticiasjornalbrasil,3112367/goias-tem-aumento-de-20-nas-queimadas-em-relacao-a-2012.shtml>.
 Acesso em: 02 out. 2013. (Adaptado).

As queimadas no Centro-Oeste elevaram os níveis de monóxido de carbono, um gás tóxico que não reage com a água por ser um óxido neutro.

Apresenta somente óxidos neutros:

- A** Na_2O , N_2O_3 e CO_2
- B** N_2O , NO e CO
- C** Na_2O_3 , ZnO e CO_2
- D** N_2O_5 , N_2O_3 e CO

06 | UEPA “O tungstênio é o único metal da 3ª linha de transição da Tabela Periódica com função biológica comprovada. Ele aparece em algumas bactérias e em enzimas chamadas oxirredutases, desempenhando papel similar ao molibdênio nas oxirredutases existentes no organismo humano. O tungstênio possui o ponto de fusão mais alto entre todos os metais, e perde apenas para o carbono em toda a Tabela Periódica. É resistente a ácidos e apenas a mistura $\text{HNO}_3 + \text{HF}$ o dissolve, lentamente, a quente. Resiste bem a soluções alcalinas, mas é atacado por fusões com NaOH ou Na_2CO_3 , convertendo-se em tungstatos. O WO_3 é usado como pigmento e, também, para colorir materiais cerâmicos. Os tungstatos CaWO_4 e MgWO_4 são componentes do pó branco que reveste internamente os bulbos de lâmpadas fluorescentes. Tungstatos de sódio e potássio são usados na indústria de couros e peles, na precipitação de proteínas sanguíneas e em análises clínicas. Para a purificação do metal, os tungstatos naturais são submetidos à fusão com carbonato de sódio (Na_2CO_3) a alta temperatura, resultando em tungstato de sódio (Na_2WO_4), solúvel em água. A partir dessa solução, mediante adição de HCl , precipita o ácido tungstico (H_2WO_4), que é convertido WO_3 após calcinação. O tungstênio metálico é obtido por meio da redução de WO_3 com gás redutor (H_2) a alta temperatura. O metal é obtido na forma de pó, filamentos ou barras maciças” (Fonte: Química Nova na Escola).

Acerca do exposto no texto, é correto afirmar que:

- A** as espécies CaWO_4 e MgWO_4 são ácidos de Arrhenius.
- B** as espécies CaWO_4 e WO_3 são óxidos básicos.

- C** as espécies NaOH ou Na_2CO_3 são bases de Arrhenius.
- D** a reação entre as espécies Na_2WO_4 e HCl produz a espécie H_2WO_4 .
- E** a calcinação do H_2WO_4 produz o dióxido de tungstênio.

07 | UFPB Ao longo do tempo, a Química, cada vez mais, tem trazido benefícios que facilitam nosso cotidiano, desde o tratamento de água até o desenvolvimento de produtos que empregam tecnologias aeroespaciais. Para desenvolver novas tendências em Química, é necessário entender os fundamentos da ligação química, que fornecem subsídios para compreender a formação de compostos.

Considere um elemento químico X que apresenta as seguintes características: seu óxido reage com água, formando uma base de fórmula geral $X(\text{OH})_2$ e sua distribuição eletrônica apresenta dois elétrons na camada de valência.

Com base nessas informações, é correto afirmar que o elemento X

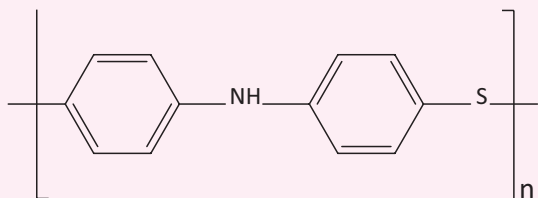
- A** é um metal alcalino.
- B** apresenta fórmula química $X_2\text{CO}_3$ para seu carbonato.
- C** tem fórmula química $X\text{O}_2$ para seu óxido.
- D** tem número atômico (Z) igual a 19.
- E** é um metal alcalino terroso.

08 | UEL Computadores articulam-se fortemente à produção de sentidos no mundo contemporâneo. Um desses sentidos reconhece o problema da transformação de milhões de toneladas de máquinas obsoletas em lixo eletrônico. Um computador possui em média 32% de metal ferroso, 23% de plástico [poli(cloreto de vinila) e polímeros anti-chama, como o PPS, 18% de metais não ferrosos, como chumbo, cádmio, berílio e mercúrio, 15% de vidro e 12% de placas eletrônicas que possuem ouro, platina, prata e paládio. Com base nesse contexto, nos constituintes químicos de um computador e em processos de reciclagem do lixo eletrônico, assinale a alternativa correta.

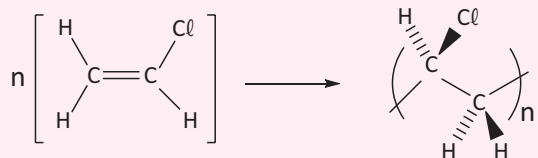
- A** A recuperação, por meio de eletrólise, dos íons metálicos presentes em alguns circuitos integrados na forma de óxido metálico consiste da oxidação dos íons para a forma reduzida.
- B** Considerando que um circuito integrado possui 20% de vidro, 50% de plástico, 20% de ferro, 5% de platina e 5% de ouro, a reciclagem, por destilação fracionada, com 100% de eficiência, de 1 tonelada de circuitos integrados recuperará 4 quilos de ouro.

C A destilação fracionada é uma alternativa para a reciclagem de placas de circuito impresso de computadores. *Zn*, *Fe* e *Pb* são separados sequencialmente, pois possuem pontos de ebulição de 1748 °C, 906 °C e 2869 °C, respectivamente.

D O polímero poli(sulfeto de p-fenileno) (PPS) possui unidades monoméricas de



E A representação esquemática da reação de polimerização para formar o poli(cloreto de vinila) é

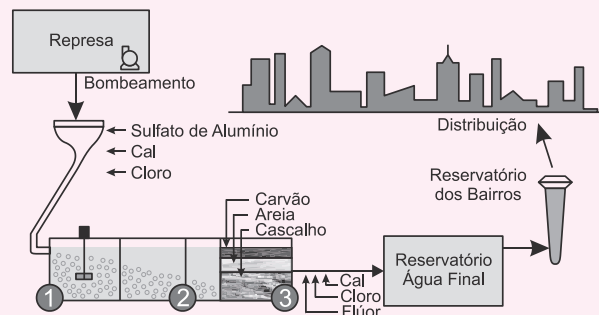


09 | FMJ Os óxidos possuem inúmeras aplicações químicas. Uma das formas de classificá-los é por meio de seu caráter ácido, básico ou anfótero. Dois óxidos que podem ser classificados como anfóteros são

- A** ZnO e MgO.
- B** Al₂O₃ e Cl₂O.

- C** Al₂O₃ e MgO.
- D** MgO e CaO.
- E** Al₂O₃ e ZnO.

10 | FGV No esquema seguinte, que representa uma unidade de tratamento de água, são apresentados os reagentes químicos usados e as principais etapas de separação.



(www.novoguabarrertos.com/paginas/nossa%20agua.html. Adaptado)

É correto afirmar que o produto da interação da cal (CaO) com a água e os nomes dos processos de separação mostrados nas etapas 2 e 3 são, respectivamente:

- A** básico; decantação; filtração.
- B** básico; cristalização; filtração.
- C** básico; decantação; flotação.
- D** ácido; cristalização; flotação.
- E** ácido; decantação; filtração.

OXIRREDUÇÃO

NÚMERO DE OXIDAÇÃO (NOX)

É a carga do elemento na ligação química.

EXEMPLOS:

- Cl₂: nox 0
- HCl: nox -1
- HClO₃: nox +5

REGRAS PARA DETERMINAÇÃO DO NOX

- 1ª: Substâncias simples apresentam Nox igual a 0.

EXEMPLOS:

1. Cu: nox 0
2. Cl₂: nox 0
3. H₂: nox 0

- 2ª: O hidrogênio apresentará Nox igual a + 1, exceto nos hidretos metálicos, nos quais apresentarão Nox - 1

EXEMPLOS:

1. HCl: nox +1
 2. NaH: nox -1
- 3ª: O oxigênio apresentará Nox igual a -2, exceto nos peróxidos onde seu Nox será igual a -1, nos superóxidos em que seu Nox será igual a e quando estiver ligado ao flúor, seu Nox será igual a + 2.

EXEMPLOS:

1. H₂O: nox -2
 2. H₂O₂: nox -1
 3. NaO₂: nox
 4. OF₂: nox +2
- 4ª: Apresentam Nox fixo:

EXEMPLOS:

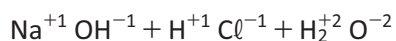
1. Prata (Ag): nox +1
 2. Zinco (Zn): nox +2
 3. Alumínio (Al): nox +3
 4. 1 A: nox +1
 5. 2 A: nox +2
 6. Calcogênios (6A): -2
 7. Halogênios (7A): nox -1
- 5ª: O somatório do Nox será igual a 0:
 - 6ª: O Nox de íons monoatômicos será igual a sua própria carga:

EXEMPLOS:

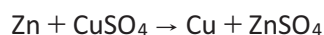
1. Cl⁻: nox-1
 2. Cu⁺²: nox +2
 3. Fe³⁺: nox +3
- 7ª: O Nox de íons poliatômicos será igual a sua própria carga.

REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO OU OXI-REDOU REDOXI

- São reações que ocorrem por meio da transferência de elétrons.

EXEMPLO 1:

- * Não ocorreu transferência de elétrons.
- Reação de neutralização

EXEMPLO 2:

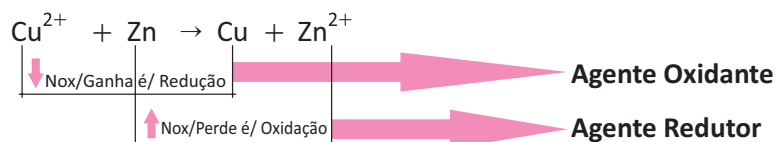
- * Houve troca de elétrons
- Reação de Oxi-redução.

**REAÇÃO DE OXIDAÇÃO**

É quando uma espécie química perde elétrons (\uparrow Nox)

REAÇÃO DE REDUÇÃO:

É quando uma espécie química ganha elétrons (\downarrow Nox)

**AGENTE OXIDANTE:**

É a espécie química causadora da oxidação, portanto ela reduz.

AGENTE REDUTOR:

É a espécie química causadora da redução, portanto ela oxida.

BALANCEAMENTO DAS EQUAÇÕES ATRAVÉS DO MÉTODO OXI-RED

1º passo: Determinar o Nox das espécies envolvidas.

2º passo: Determinar as espécies químicas que variaram o Nox.

3º passo: Determinar a variação do Nox. A variação de quem oxida será o coeficiente de quem reduz, a variação de quem reduz será o coeficiente de quem oxida.

4º passo: Balancear a equação através do método de tentativa, fazendo uso do bom senso.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | FUVEST SP O minério caliche, cujo principal componente é o salitre do Chile, contém cerca de 0,1%, em massa, de iodato de sódio (NaIO_3). A substância simples I_2 pode ser obtida em um processo que envolve a redução desse iodato com hidrogenossulfito de sódio (NaHSO_3), em meio aquoso. Nessa redução também são produzidos íons sulfato, íons H^+ e água. Escreva a equação iônica balanceada que representa a formação de iodo nessa solução aquosa, indicando o oxidante e o redutor.

Resolução:

Oxidante: IO_3^-

Redutor: HSO_3^-

02 | UFGD O cerâmico $\text{Yb}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, supercondutores a baixas temperaturas, é preparado por tratamento adequado da mistura Y_2O_3 , BaCO_3 e CuO . Nesse supercondutor, parte dos átomos de cobre tem número de oxidação igual ao do cobre no CuO ; a outra parte tem número de oxidação incomum.

- A** Dê o número de oxidação do ítrio, do bário e do cobre nos compostos usados na preparação do material cerâmico.
- B** Calcule o número de oxidação do cobre no composto $\text{Yb}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

Resolução:

A Resolução: $Y = +3$; $Ba = +2$; $Cu = +2$

B A soma dos números de oxidação na estrutura do composto é igual a zero.



$$\text{Nox}_Y + 2\text{Nox}_{Ba} + 3\text{Nox}_{Cu} + 7\text{Nox}_O = 0$$

$$+3 + 4 + 3\text{Nox}_{Cu} - 14 = 0$$

$$3\text{Nox}_{Cu} = +7$$

Isso significa que devemos ter 3 átomos de cobre com um total de carga +7. Se somente um átomo apresentar $\text{Nox} = +2$, os outros dois apresentarão $\text{Nox} = +2,5$, o que não é possível.

Se dois átomos de cobre do composto apresentarem $Nox = +2$, o terceiro átomo apresentará $Nox = +3$, o que é possível, porém incomum.

Nota: os números de oxidação comuns do cobre são +1 e +2.

03 | UFGD Extintores de incêndio à base de gás carbônico não podem ser usados para apagar fogo provocado por sódio metálico porque o gás carbônico reage com o metal aquecido formando carbonato de sódio e carbono

elementar.

- A** Formule a equação que representa a reação descrita.
- B** A reação descrita é de oxirredução? Justifique.

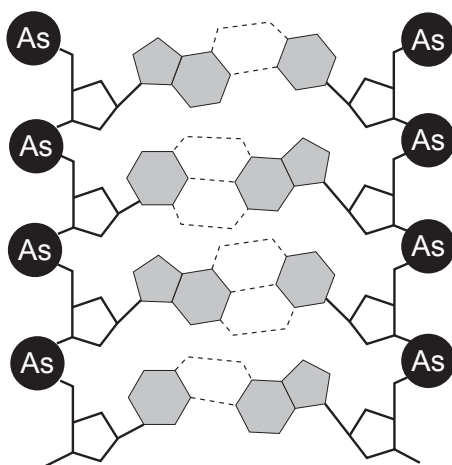
Resolução:

- A** $4 Na + 3 CO_2 \rightarrow 2 Na_2CO_3 + C$
- B** Sim porque o Na cede elétrons ($0 \rightarrow +1$) e o C recebe elétrons ($+4 \rightarrow 0$)

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

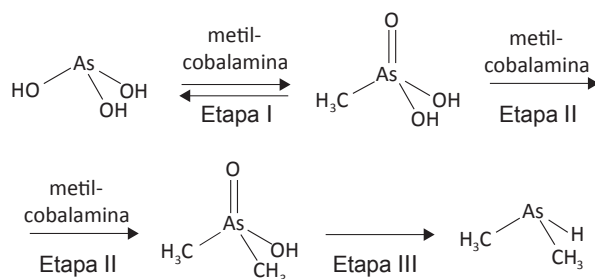
01 | UFMG O arsênio (As) é um elemento amplamente distribuído na crosta terrestre. Sua liberação para o ambiente se dá por atividades vulcânicas e antrópicas, como a mineração.

Em 2010, a agência espacial americana (NASA) divulgou a descoberta de uma bactéria que foi noticiada pela imprensa como extraterrestre (ET). Analise a figura que ilustra o DNA desta bactéria:



Folha de São Paulo, 2 de dezembro de 2010.

Evidências sugerem que, em sedimentos, o arsênio é mobilizado por bactérias e sofre as transformações esquematizadas a seguir:



1. Considerando-se que a ordem crescente de eletronegatividade dos elementos envolvidos nesses compos-

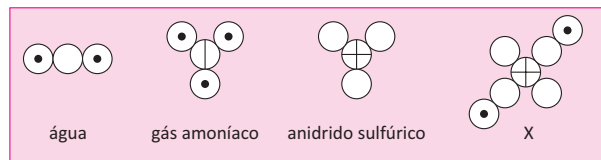
tos é $\text{As} < \text{H} < \text{C} < \text{O}$, **INDIQUE** em quais etapas, I, II e III, o arsênio é oxidado. **JUSTIFIQUE** sua indicação.

Indicação: O arsênio é oxidado na(s) etapa(s)

Justificativa:

2. Sabendo-se que a transformação da etapa III ocorre em meio ácido, **ESCREVA** a equação da semirreação correspondente.

02 | UFRJ O cientista John Dalton foi um dos pioneiros na tentativa de ordenar e definir propriedades dos elementos e das moléculas. Segundo sua Teoria Atômica, apresentada em 1803, toda a matéria seria composta por pequenas partículas indivisíveis chamadas átomos. Átomos do mesmo elemento possuiriam as mesmas características, podendo se ligar entre si ou a outros elementos, formando moléculas. Como os símbolos dos antigos alquimistas não se ajustavam a sua teoria, Dalton propôs ainda a adoção de novos símbolos para representar os elementos e as moléculas. As figuras a seguir apresentam algumas moléculas representadas com os símbolos criados por Dalton.



- A** Escreva a estrutura do ácido nítrico usando a representação de Dalton.
- B** Apresente o NOX do elemento central da molécula X.

03 | FUVEST Uma estudante de Química elaborou um experimento para investigar a reação entre cobre metálico (Cu) e ácido nítrico ($\text{HNO}_3(\text{aq})$). Para isso, adicionou o ácido nítrico a um tubo de ensaio (I) e, em seguida, adicionou raspas de cobre metálico a esse mesmo tubo. Observou que houve liberação de calor e de um gás marrom, e que a solução se tornou azul. A seguir,



adicionou raspas de cobre a dois outros tubos (II e III), contendo, respectivamente, soluções aquosas de ácido clorídrico (HCl(aq)) e nitrato de sódio (NaNO₃(aq)). Não observou qualquer mudança nos tubos II e III, ao realizar esses testes.

Sabe-se que soluções aquosas de íons Cu²⁺ são azuis e que o gás NO₂ é marrom.

- A** Escreva, nos espaços delimitados na página de respostas, as equações que representam a semirreação de oxidação e a semirreação de redução que ocorrem no tubo I.

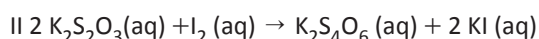
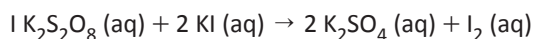
Semirreação de oxidação	
Semirreação de redução	

- B** Qual foi o objetivo da estudante ao realizar os testes com HCl(aq) e NaNO₃(aq)? Explique.

- 04 | UFMG** Para investigar a cinética de reações de oxirredução envolvendo o íon iodeto, I⁻, e iodo, I₂, um estudante utilizou duas substâncias: o persulfato de potássio, K₂S₂O₈, capaz de promover a oxidação do iodeto e o tiosulfato de potássio, K₂S₂O₃, capaz de promover a redução do iodo.

As equações químicas das reações envolvendo essas espécies estão apresentadas abaixo.

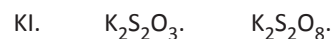
Equação Reação



1. Em seguida, ele transferiu o conteúdo do tubo **A** para o tubo **B**. Quando o conteúdo dos dois tubos foi misturado, ocorreu a produção de iodo, de acordo com a reação I, e o seu consumo, de acordo com a reação II, ambas indicadas na tabela desta questão.

ASSINALE com um **X** a opção correta.

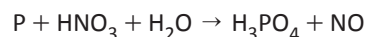
O primeiro reagente a ser consumido completamente é o



2. Transcorridos alguns minutos, a solução, que inicialmente era incolor, adquiriu uma coloração azul. Essa cor aparece somente quando o iodo, I₂, se liga ao amido, uma reação que é muito rápida.

EXPLIQUE por que a cor somente aparece após algum tempo de reação.

- 05 | UEG** O ácido fosfórico é muito utilizado em experimentos relacionados às reações de desidratação de álcoois, levando à formação de alcenos. Uma das formas de obtenção desse ácido se dá pela reação de fósforo com ácido nítrico em meio aquoso, conforme a equação química não balanceada mostrada a seguir:



Considerando-se as informações apresentadas,

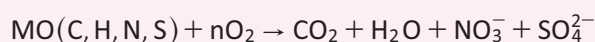
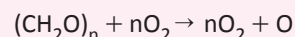
- A** desenhe a estrutura de Lewis do ácido fosfórico.
B Utilizando o método de oxi-redução, demonstre como se chega à equação química devidamente balanceada.

T ENEM E VESTIBULARES

- 01 | UNESP** Uma medida adotada pelo governo do estado para amenizar a crise hídrica que afeta a cidade de São Paulo envolve a utilização do chamado “volume morto” dos reservatórios do Sistema Cantareira. Em artigo publicado pelo jornal *O Estado de S.Paulo*, três especialistas alertam sobre os riscos trazidos por esse procedimento que pode trazer à tona poluentes depositados no fundo das represas, onde se concentram contaminantes que não são tratados por sistemas convencionais. Entre os poluentes citados que contaminam os mananciais há compostos inorgânicos, orgânicos altamente reativos com os sistemas biológicos, microbiológicos e vírus. Segundo as pesquisadoras, “quanto mais baixo o nível dos reservatórios, maior é a concentração de poluentes, recomendando maiores cuidados”.

(<http://sao-paulo.estadao.com.br>. Adaptado.)

De modo geral, em sistemas aquáticos a decomposição de matéria orgânica de origem biológica, na presença de oxigênio, se dá por meio de um processo chamado degradação aeróbica. As equações representam reações genéricas envolvidas na degradação aeróbica, em que “MO” = matéria orgânica contendo nitrogênio e enxofre.

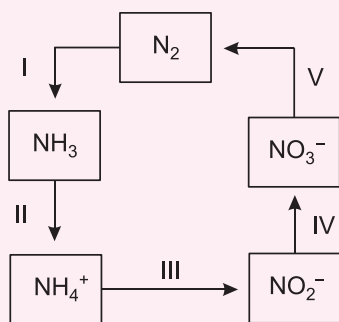


Analisando as equações apresentadas, é correto afirmar que no processo de degradação aeróbica ocorrem reações de

- A** decomposição, em que o oxigênio não sofre alteração em seu número de oxidação.

- B** oxirredução, em que o oxigênio atua como agente redutor.
- C** decomposição, em que o oxigênio perde elétrons.
- D** oxirredução, em que o oxigênio sofre oxidação.
- E** oxirredução, em que o oxigênio atua como agente oxidante.

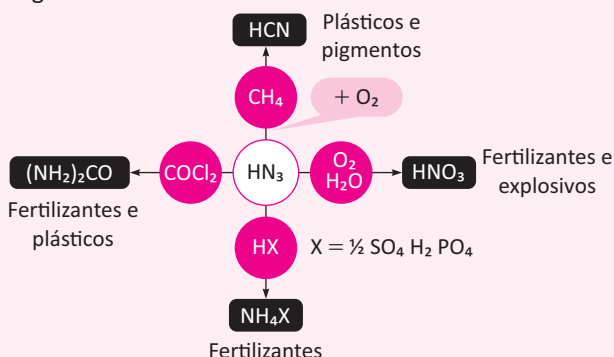
02| ENEM A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

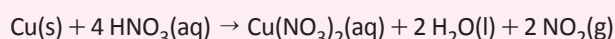
03| UNIMONTES Muitos produtos podem ser obtidos a partir da amônia como é demonstrado no fluxograma a seguir:



Em relação aos produtos formados a partir da amônia, é INCORRETO o que se afirma em

- A** Na reação de síntese de ácido nítrico (HNO₃), a amônia (NH₃) é oxidada.
- B** A reação de obtenção de HCN é 2 CH₄ + 2 NH₃ + 3 O₂ → 2 HCN + 6 H₂O.
- C** Em todos os processos ocorre a mudança no nox do nitrogênio a partir da amônia.
- D** A ureia (NH₂)₂CO, amida presente na urina, é usada como adubo químico.

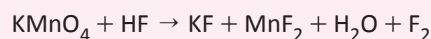
04| UNIFOR O cobre é um metal menos ativo que o hidrogênio, o qual ao reagir com ácido nítrico não forma o gás hidrogênio, H₂, mas sim um gás marron, o dióxido de nitrogênio, NO₂, de acordo com a equação:



Nessa transformação,

- A** O elemento que sofre a maior variação em seu número de oxidação é o nitrogênio.
- B** O agente redutor é o cobre metálico.
- C** O elemento que sofre oxidação é o nitrogênio
- D** O elemento que sofre redução é o cobre
- E** O elemento que sofre a menor variação em seu número de oxidação é o oxigênio.

05| UFT O processo de obtenção do fluoreto de potássio é representado pela reação química abaixo.



Sobre essa reação é correto afirmar.

- A** O manganês sofre oxidação.
- B** O número de oxidação do manganês no KMnO₄ é +5.
- C** O HF é o agente oxidante.
- D** O KMnO₄ é o agente redutor.
- E** O manganês ganha 5 elétrons e o flúor perde 1 elétron.

06| UECE O conhecimento dos conceitos de oxidação e redução é de fundamental importância no estudo da biologia molecular associado à fotossíntese e à respiração, na redução de minerais para a obtenção de metais, em cálculos estequiométricos, na prevenção da corrosão e no estudo da eletroquímica. Dada a equação não balanceada, As₂S₃ + HNO₃ + H₂O → H₃AsO₄ + H₂SO₄ + NO, marque a única afirmação verdadeira.

- A** Representa uma reação de auto-oxirredução.
- B** Indica uma reação de oxidorredução parcial.
- C** Dois elementos sofrem oxidação e um elemento sofre redução.
- D** Quando balanceada, a soma de seus coeficientes é 76.



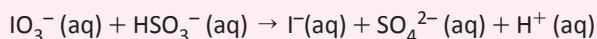
07 | ENEM As mobilizações para promover um planeta melhor para as futuras gerações são cada vez mais frequentes. A maior parte dos meios de transporte de massa é atualmente movida pela queima de um combustível fóssil. A título de exemplificação do ônus causado por essa prática, basta saber que um carro produz, em média, cerca de 200g de dióxido de carbono por km percorrido.

Revista Aquecimento Global. Ano 2, n.o 8. Publicação do Instituto Brasileiro de Cultura Ltda.

Um dos principais constituintes da gasolina é o octano (C_8H_{18}). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação que representa a reação química desse processo demonstra que

- A** no processo há liberação de oxigênio, sob a forma de O_2 .
- B** o coeficiente estequiométrico para a água é de 8 para 1 do octano.
- C** no processo há consumo de água, para que haja liberação de energia.
- D** o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é de 12,5 para 1 do octano.
- E** o coeficiente estequiométrico para o gás carbônico é de 9 para 1 do octano.

08 | PUC A reação do iodato de potássio com bissulfito de sódio, em meio aquoso pode ser representada na sua forma iônica, sem os íons espectadores, como segue:



No balanço de massa e no balanço de carga com os menores coeficientes inteiros, a relação entre as quantidades, em mol, da espécie oxidante e da espécie redutora é de:

- A** 1:1
- B** 1:2
- C** 1:3
- D** 2:1
- E** 2:3

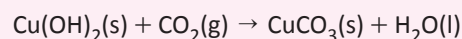
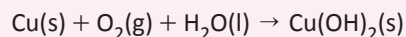
09 | UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL SP O ácido fosfórico (H_3PO_4) é utilizado como acidulante nos refrigerantes. Esse ácido pode ser preparado a

partir da reação do ácido sulfúrico (H_2SO_4) com fosfato de sódio (Na_3PO_4), da qual resulta também o sulfato de sódio (Na_2SO_4). A somatória dos menores valores inteiros dos coeficientes estequiométricos da equação da reação, corretamente balanceada, é

- A** 8.
- B** 6.
- C** 12.
- D** 10.
- E** 4.

10 | UFU É bastante conhecido o efeito que a chuva ácida faz degradando esculturas de mármore. Porém outros materiais também sofrem degradação pela simples exposição à umidade, como é o caso das peças feitas de cobre, presentes nas cúpulas da Basílica de São Pedro, no Vaticano.

O cobre, quando em contato com o ar úmido e o gás carbônico, sofre um processo de oxidação, formando carbonato de cobre II, que é o responsável pela coloração verde encontrada nas peças, conforme as equações (não-balanceadas).

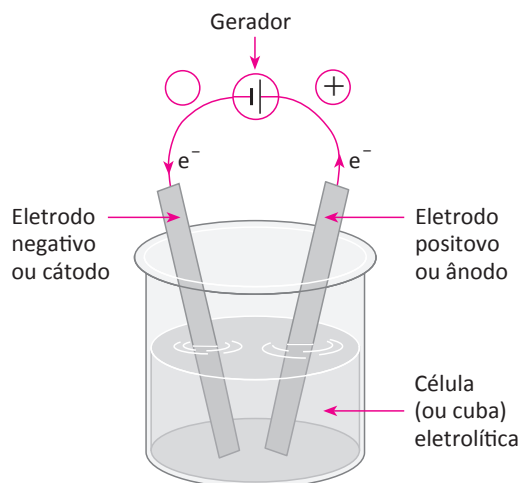


A análise dessas equações químicas revela que

- A** tanto o hidróxido de cobre II quanto o carbonato de cobre II são solúveis em água.
- B** o cobre sofre processo de oxidação na primeira equação, variando seu Nox de zero para +2.
- C** em período chuvosos e poluídos em Roma, o efeito de corrosão da cúpula da Basílica de São Pedro é diminuído.
- D** a primeira equação, quando balanceada, resulta, respectivamente, nos coeficientes 2, 2, 1, 2.

ELETRÓLISE

Processo não espontâneo no qual uma reação de oxirredução é favorecida pelo fornecimento de corrente elétrica (processo não-espontâneo – $\Delta E < 0$)



OBSERVAÇÃO:

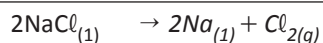
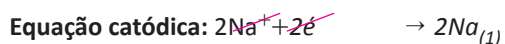
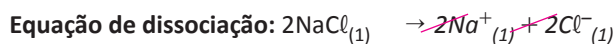
	Cátodo	Ânodo
Pilha	+	-
Eletrólise	-	+

A eletrólise ocorrerá de duas maneiras: com o material fundido (ígnea) ou em meio aquoso.

ELETRÓLISE ÍGNEA

Nesse processo as substâncias participantes estarão fundidas, existindo um tipo de cátion e um tipo de ânion para a oxidação e para a redução.

EXEMPLO:



ELÉTRÓLISE AQUOSA

Nesse processo as substâncias estarão 'dissolvidas' em água, existindo na solução aquosa, além dos íons provenientes da dissociação do eletrólito, a água, que também pode se oxidar ou se reduzir, havendo uma "competição" entre cátions e ânions.

Assim, para que seja possível prever quem se descarrega primeiro, precisamos analisar uma tabela de prioridades.

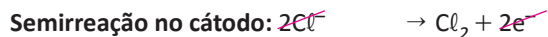
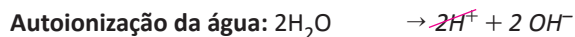
Escala de prioridade de descarga:

PARA CÁTIONS

1A, 2A, e $\text{Al} < \text{H}^+ < \text{os demais (Cu, Ag, Zn, Au...)}$

**PARA ÂNIOS**

Ânions oxigenados e Ânions não oxigenados e HSO_4^-

EXEMPLO:**ASPECTOS QUANTITATIVOS DA ELETRÓLISE**

Faraday observou que durante a eletrólise, a quantidade de material que sofre descarga é diretamente proporcional à corrente elétrica e ao tempo do experimento.

$$Q = i \cdot t$$

Q: carga (Coloumb = C)

i: corrente elétrica (Ampére = A)

t: tempo (segundos = s)

No início do século XX, Milikan determinou a carga do elétron e este valor corresponde a $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$:

$$1\text{é} \text{ ————— } 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$$

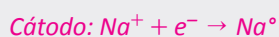
$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ ————— } x$$

$$x \cong 96500 \text{ C}$$

$$1 \text{ mol é } \rightarrow 1 \text{ Fa } \rightarrow 96500 \text{ C}$$

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UFGD Escrever a equação de soma das reações que ocorrem na eletrólise de cloreto de sódio fundido, em cadinho de platina e com eletrodos de platina.

Resolução:

02 | UFU A água do mar é um importante recurso natural para obtenção de certos produtos químicos

A Como é possível obter hidróxido de sódio a partir desse recurso?

B Por que a obtenção do sal comum é favorecida em regiões ensolaradas com bastantes ventos, e usando-se tanques rasos? (A explicação deve ser em termos físico-químicos.)

Resolução:

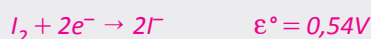
A Da água do mar, retira-se o NaCl que por eletrólise produz o NaOH.

B Porque provoca a evaporação da água.

03 | IME Construiu-se uma célula eletrolítica de eletrodos de platina, tendo como eletrólito uma solução aquosa de iodeto de potássio. A célula operou durante um certo intervalo de tempo sob corrente constante de 0,2A. Ao final da operação, o eletrólito foi completamente transferido para um outro recipiente e titulado com solução 0,1M de tiosulfato de sódio.

Sabendo-se que foram consumidos 25mL da solução de tiosulfato na titulação, determine o tempo durante o qual a célula operou.

Dados: Constante de Faraday, $F = 96.500\text{C}$

Resolução:**Reação global:**



$$\varepsilon^\circ = 0,54 - 0,08 = 0,46V$$

O sentido da reação foi escolhida de modo que ela fosse uma reação espontânea pois o potencial de redução da reação global é positivo.

Cálculo da quantidade de mols de tiosulfato utilizado:

$$N = 0,1\text{mol/L} \cdot (0,025\text{L}) = 0,0025\text{mol de } S_2O_3^{2-} \rightarrow 0,00125\text{ mol de } I_2 \rightarrow 0,0025\text{mol de } e^-$$

$$1\text{mol} - 96500C$$

$$0,0025\text{mol} - x$$

$$x = 241,25C$$

$$q = it$$

$$241,25 = 0,2 \cdot t$$

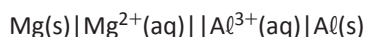
$$t = 1206,25s$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UFJF O alumínio pode ser obtido a partir de dois processos eletroquímicos, representados pela equação química (A) e o diagrama de célula (B).



(A)



(B)

A Nas indústrias metalúrgicas, é utilizada a bauxita, cujo principal componente é óxido de alumínio (Al_2O_3). O óxido de alumínio, no estado líquido, é submetido à eletrólise ígnea. As paredes do recipiente atuam como polo negativo da eletrólise, enquanto cilindros de carbono são usados como polo positivo. Escreva as semirreações balanceadas que ocorrem no ânodo e no cátodo durante o processo (A).

B Com base na tabela de potenciais de redução, escreva a reação global balanceada do processo (B). Indique qual eletrodo terá sua massa aumentada e qual eletrodo terá sua massa diminuída.

	$E^\circ(V)$
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2,38
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1,67

C Descreva o sentido da migração dos elétrons nos eletrodos e dos cátions e ânions para as respectivas soluções na ponte salina do processo (B).

D Os processos (A) e (B) são espontâneos? Explique.

02 | UNESP Após a realização da eletrólise aquosa, o eletrodo de zinco que atuou como catodo no experimento foi levado para secagem em uma estufa e, posteriormente, pesado em uma balança analítica. Os

resultados dos parâmetros medidos estão apresentados na tabela.

Parâmetro	Medida
Carga	168 C
Massa do eletrodo de Zn inicial (antes da realização da eletrólise)	2,5000 g
Massa do eletrodo de Zn final (após a realização da eletrólise)	2,5550 g

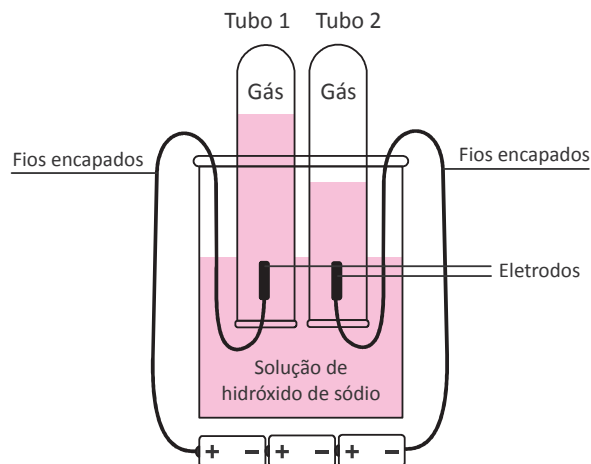
Escreva a equação química balanceada da semirreação que ocorre no catodo e calcule, utilizando os dados experimentais contidos na tabela, o valor da Constante de Avogadro obtida.

Dados:

Massa molar, em $g \cdot mol^{-1}$: Zn = 65,4

Carga do elétron, em $C \cdot elétron^{-1}$: $1,6 \times 10^{-19}$

03 | UFG No esquema a seguir, está apresentada a decomposição eletrolítica da água. Nos tubos 1 e 2 formam-se gases incolores em volumes diferentes.





Tendo em vista os dados,

- A** identifique os gases formados nos tubos 1 e 2 e calcule os respectivos volumes nas CNTP, considerando a eletrólise de 36 gramas de água;
- B** escreva a reação de combustão do gás combustível formado em um dos tubos.

04 | UFTM O gás cloro, amplamente empregado como bactericida, pode ser gerado pelos seguintes processos:

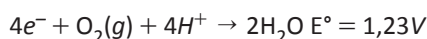
- I. eletrólise da salmoura concentrada;
 - II. eletrólise do cloreto de sódio fundido;
 - III. reação de dióxido de manganês com ácido clorídrico.
- A** Escreva a equação química que representa a reação global que ocorre em cada um desses processos.

- B** Escreva as equações das semi-reações que ocorrem em cada eletrodo (cátodo e ânodo) no processo I.
- C** No processo III, qual espécie química é oxidante? Qual é a redutora? Justifique sua resposta com base em números de oxidação.

05 | UEL Em uma célula eletrolítica contendo solução de $NiSO_4$ foram imersos dois eletrodos inertes.

Determine a massa de níquel metálico e a de gás oxigênio produzidas após a passagem, pela célula, de uma corrente de 4,0 A durante 1,0 h.

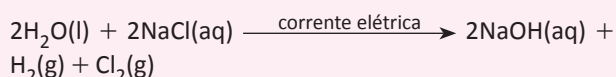
Dado: 1 mol de $Ni = 58,7$ gramas, 1 mol de $O_2 = 32,0$ gramas



Apresente os cálculos realizados na resolução da questão.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UEFS



A eletrólise da solução aquosa de cloreto de sódio ocorre pela passagem de corrente elétrica através da solução, representada, de maneira simplificada, pela equação química e leva à obtenção dos gases hidrogênio, $H_2(g)$, e cloro, $Cl_2(g)$, e de solução de hidróxido de sódio, $NaOH(aq)$, sendo uma aplicação das reações de oxirredução.

Considerando-se essas informações e a reação de oxirredução, representada pela equação química, é correto afirmar:

- A** O hidrogênio é o elemento químico que sofre oxidação porque o seu Nox passa de +1 para zero.
- B** A eletrólise da solução aquosa de cloreto de sódio é um processo espontâneo de oxirredução.
- C** O volume total de gases obtidos na reação representada é de 44,8L, medidos a 27°C e 1,0atm.
- D** O hidróxido de sódio é um subproduto obtido após a filtração da solução residual.
- E** A oxidação do íon cloreto leva à formação do cloro gasoso no sistema eletrolítico.

02 | ENEM Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para

ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água.

SACKS, O. *Tio Tungstênio*: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia das Letras, 2002.

O fragmento do romance de Oliver Sacks relata a separação dos elementos que compõem a água. O princípio do método apresentado é utilizado industrialmente na

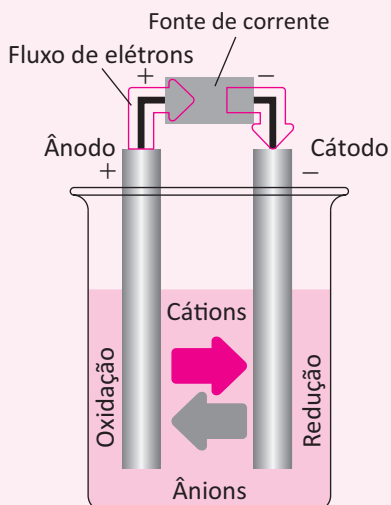
- A** obtenção de ouro a partir de pepitas.
- B** obtenção de calcário a partir de rochas.
- C** obtenção de alumínio a partir de bauxita.
- D** obtenção de ferro a partir de seus óxidos.
- E** obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

03 | UERJ Em fins do século XVI, foi feita uma das primeiras aplicações práticas de uma pilha: a decomposição da água em oxigênio e hidrogênio, processo denominado eletrólise.

Já naquela época, com base nesse experimento, sugeriu-se que as forças responsáveis pelas ligações químicas apresentam a seguinte natureza:

- A** nuclear
- B** elétrica
- C** magnética
- D** gravitacional

04 | UNIMONTES O magnésio metálico é obtido comercialmente através de um processo eletrolítico, utilizando apenas cloreto de magnésio fundido (MgCl_2). Uma corrente externa é fornecida para que se estabeleça a oxidação em um eletrodo e a redução no outro, como mostra o esquema geral a seguir:



Sobre esse processo, pode-se afirmar que

- A** o processo é espontâneo, pois gera magnésio metálico a partir de MgCl_2 .
- B** a redução dos íons cloreto (Cl^-) ocorre no ânodo (polo positivo).
- C** a reação anódica é representada por $\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg (l)}$.
- D** os produtos dessa eletrólise são magnésio metálico e gás cloro (Cl_2).

05 | ACAPE Sobre a eletrólise é correto afirmar, **exceto**:

- A** O sódio metálico e hidróxido de sódio pode ser produzido diretamente pela eletrólise aquosa do cloreto de sódio.
- B** A aparelhagem da eletrólise é chamada de cuba (ou cela) eletrolítica.
- C** O gás cloro pode ser obtido diretamente tanto na eletrólise ígnea do cloreto de sódio fundido, como diretamente na eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio.
- D** O metal alumínio pode ser obtido pela eletrólise ígnea da bauxita (Al_2O_3) fundida.

06 | UFU No processo de galvanoplastia de um anel de alumínio com uma fina camada de ouro, insere-se o material em uma solução aquosa de $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$ que possui uma placa de ouro ligada a um gerador.

Dados: potencial-padrão de redução, E° (25 °C, 1 atm, íons = 1 mol L^{-1})

Semirreação de redução	E° (V)
$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+ 1,50

Nessa reação de galvanoplastia,

- A** a placa de ouro será o cátodo.
- B** o anel deverá ser ligado ao polo negativo de um gerador elétrico.
- C** a solução eletrolítica será condutora de elétrons.
- D** o potencial da cuba eletrolítica será de + 3,16 V.

07 | UNIMONTES Determinadas peças de um antiquário foram submetidas a um banho de prata. Para cada grama de prata processada foram gastos R\$ 2,10 (dois reais e dez centavos). Nesse processo, a quantidade de carga envolvida foi de 100 F.

O valor gasto no processo, em reais, é de

- A** R\$ 22680.
- B** R\$ 10800.
- C** R\$ 5142.
- D** R\$ 210.

08 | UEPA Um artesão de joias utiliza resíduos de peças de ouro para fazer novos modelos. O procedimento empregado pelo artesão é um processo eletrolítico para recuperação desse tipo de metal. Supondo que este artesão, trabalhando com resíduos de peças de ouro, solubilizados em solventes adequados, formando uma solução contendo íons Au^{3+} , utilizou uma cuba eletrolítica na qual aplicou uma corrente elétrica de 10 A por 482,5 minutos, obtendo como resultado ouro purificado.

Dados: $\text{Au}=197$ g/mol; constante de Faraday = 96.500C/mol.

O resultado obtido foi:

- A** 0,197 gramas de Au
- B** 1,97 gramas de Au
- C** 3,28 gramas de Au
- D** 197 gramas de Au
- E** 591 gramas de Au

09 | UNICASTELO

Utilize as informações reunidas na tabela, obtidas do rótulo de uma água mineral natural.

Composição química (mg/L)			
Bicarbonato	62,49	Fluoreto	0,05
Cálcio	7,792	Magnésio	0,340
Carbonato	3,91	Potássio	1,485
Cloreto	0,09	Sódio	16,090
Estrôncio	0,342	Sulfato	0,18
Características físico-químicas			
pH a 25°C		8,66	
Temperatura da água na fonte		27,8°C	
Condutividade Elétrica a 25°C		108,4 μS/cm	
Resíduo de evaporação a 180 °C, calculado		78,53 mg/L	

Na eletrólise dessa água mineral natural,

- A** a água passa do estado líquido para o estado gasoso.

- B** obtém-se gás oxigênio em volume maior que o do gás hidrogênio.
C a produção de energia independe do tempo de reação.
D ocorre a formação de hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e dióxido de carbono.
E a reação do cátodo altera o pH da solução.

10 | UNICAMP O uso mais popular do cloreto de sódio é na cozinha, onde é utilizado para acrescentar sabor a uma infinidade de alimentos e também como conservante e material de limpeza. É na indústria química, no entanto, que ele é mais consumido. São inúmeros os processos que fazem uso de produtos do processamento desse sal.

O uso industrial do cloreto de sódio se dá principalmente no processo de obtenção de alguns importantes produtos de sua eletrólise em meio aquoso. Simplificadamente, esse processo é feito pela passagem de uma corrente elétrica em uma solução aquosa desse sal. Pode-se afirmar que, a partir desse processo, seriam obtidos:

- A** gás hidrogênio, gás oxigênio e ácido clorídrico.
B gás hidrogênio, gás cloro e ácido clorídrico.
C gás hidrogênio, gás cloro e hidróxido de sódio em solução.
D gás hidrogênio, gás oxigênio e hidróxido de sódio em solução.

HIDRÓLISE SALINA

É o processo em que a água reage com o cátion ou o ânion de um sal cuja origem provém de espécies fracas. Esse processo é reversível, devendo ser analisado seguindo os princípios do equilíbrio químico.

Acidez e basicidade das soluções aquosas

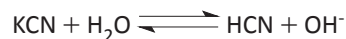
- **Hidrólise de um sal de ácido forte e base fraca:** hidrólise alcalina e meio ácido.

Exemplo:



- **Hidrólise de um sal de ácido fraco e base forte:** hidrólise ácida e meio alcalino.

Exemplo:



- **Hidrólise de um sal de ácido e base com ambos fracos:** ambos sofrem hidrólise, porém o meio reacional será determinado pelo valor da constante de ionização.

K_a > K_b: meio ligeiramente ácido.

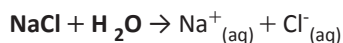
K_a < K_b: meio ligeiramente alcalino.

Exemplo:



- **Sal proveniente de ácido forte e base forte:** não ocorre hidrólise e meio neutro.

Exemplo:



SOLUÇÃO TAMPÃO

É a solução que praticamente não sofre variação de pH quando a ela adicionamos uma pequena quantidade de ácido ou de base, ou quando ocorre diluição da solução.

A solução tampão pode ser preparada de duas maneiras:

- **Ácido fraco e sal de origem do mesmo ácido:**

Exemplo:



- Base fraca e sal de origem da mesma base:

Exemplo:



Para a determinação do pH de uma solução tampão usamos as equações de Handerson-Hasselbach:

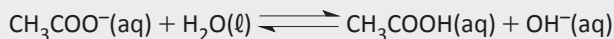
Ácido fraco e seu sal: $\text{pH} = \text{pKa} + \log$

Base fraca e seu sal: $\text{pH} = \text{pKw} - \text{pKb} - \log$

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | FUVEST Em uma experiência, realizada a 25 °C, misturaram-se volumes iguais de soluções aquosas de hidróxido de sódio e de acetato de metila, ambas de concentração 0,020 mol/L. Observou-se que, durante a hidrólise alcalina do acetato de metila, ocorreu variação de pH.

- A** Escreva a equação da hidrólise alcalina do acetato de metila.
- B** Calcule o pH da mistura de acetato de metila e hidróxido de sódio no instante em que as soluções são misturadas (antes de a reação começar).



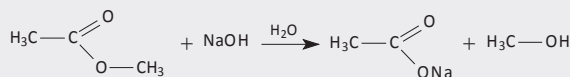
A constante desse equilíbrio, em termos de concentrações em mol/L, a 25 °C, é igual a $5,6 \times 10^{-10}$.

Dados: produto iônico da água, $K_w = 10^{-14}$ (a 25 °C)

$$\sqrt{5,6} = 2,37$$

Resolução:

A



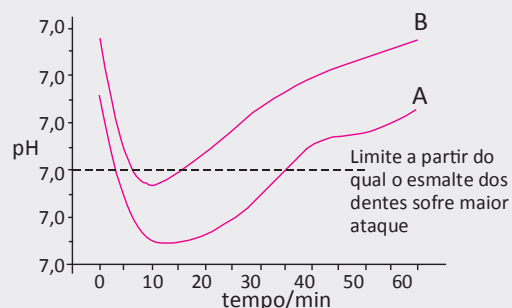
B

Considerando 1 litro de cada reagente teremos:

$$[\text{OH}^-] = 0,02 \text{ mol}/2\text{L} = 0,01 \text{ mol}/\text{L} \rightarrow \text{pOH} = 2 \text{ e } \text{pH} = 12$$

02 | UNICAMP Após tomar rapidamente o café da manhã, os dois escovam os dentes. O creme dental que usam contém Na_2CO_3 . Esta escolha deve-se ao fato deles terem visto, numa revista especializada, um artigo que tratava de cáries dentárias. Ali constava um gráfico, abaixo reproduzido, mostrando o pH bucal, logo após uma refeição, para dois grupos de pessoas que não escovaram os dentes. Os Mitta identificaram-se com um dos grupos.

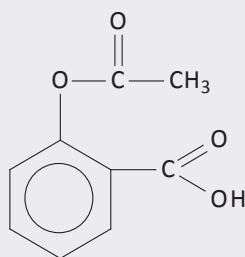
- A** Considerando o creme dental escolhido, com qual dos grupos o casal se identificou? Justifique.
- B** Que outra substância poderia ser usada no creme dental, em lugar de carbonato de sódio? Escreva a fórmula e o nome.



**Resolução:**

- A** Pelo gráfico, observa-se que pessoas do grupo A, que não escovam os dentes, têm um intervalo de tempo compreendido entre 5 e 35 minutos em que ocorrerá maior ataque ao esmalte dos dentes. Esse ataque ocorre em meio de pH ácido inferior a 5,5. Essas pessoas devem escovar os dentes com creme dental contendo substância que neutralize a acidez. Pessoas do grupo B, após a refeição, são menos susceptíveis à cárie dentária (apenas no intervalo de 7 a 12 minutos, aproximadamente). Verifica-se que o pH bucal desse grupo após as refeições é maior que os do grupo A em todos os instantes. Se o casal “Mitta” usa creme dental contendo Na_2CO_3 , que é um sal derivado de ácido fraco e base forte, cuja finalidade é aumentar o pH bucal no processo de escovação dos dentes (esse sal apresenta caráter básico), conclui-se que o casal “Mitta” se identifica com pessoas do grupo A.
- B** Deve-se usar no creme dental uma substância de caráter básico, por exemplo, bicarbonato de sódio (hidrogenocarbonato de sódio), cuja fórmula é NaHCO_3 .

03 | UFG O ácido acetil-salicílico (AAS) é um ácido fraco com a seguinte fórmula estrutural plana:

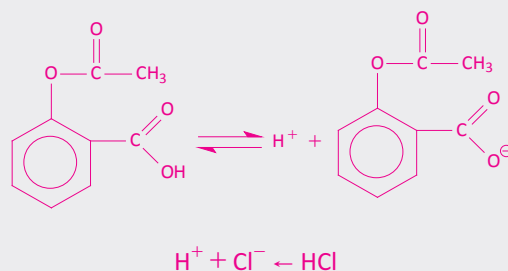


O AAS é absorvido pelo organismo em sua forma iônica. Essa absorção é dificultada pelo pH do estômago. Os melhores medicamentos que contêm AAS são aqueles conhecidos como “tamponados”, ou seja, a eles são adicionadas substâncias, como o carbonato de magnésio, que alteram o pH.

- A** Explique por que a absorção do AAS é dificultada pelo pH do estômago. Justifique utilizando equações químicas.
- B** Explique por que o termo “tamponado” não está adequadamente utilizado para descrever o medicamento em questão.

Resolução:

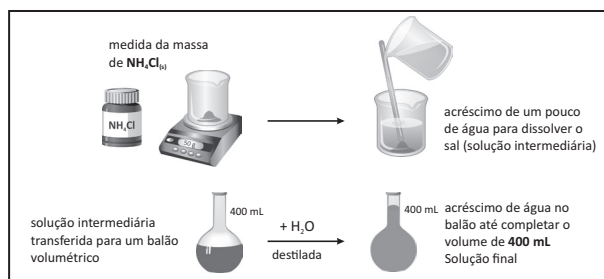
- A** O pH do estômago é baixo por causa da presença do HCl, um ácido forte. Assim, o AAS, um ácido fraco, encontra-se, predominantemente, em sua forma não ionizada.



- B** Porque um tampão é constituído pela associação de um ácido fraco com um de seus sais. Esses sistemas impedem mudanças bruscas no valor do pH do meio, mantendo-o razoavelmente constante.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UEG Uma solução foi preparada conforme o esquema abaixo.



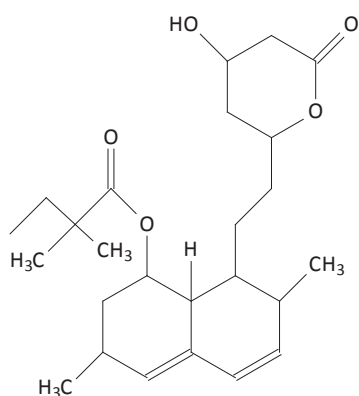
Considere as informações apresentadas no esquema e responda aos itens a seguir.

- A** Calcule a massa do sal presente em 20 mL da solução final.

B A solução final irá apresentar um caráter ácido, básico ou neutro? Explique.

02 | ITA A reação química de um ácido fraco (com um hidrogênio dissociável) com uma base forte produziu um sal. Uma solução aquosa $0,050 \text{ mol.L}^{-1}$ desse sal puro é mantida à temperatura constante de 25°C . Admitindo-se que a constante de hidrólise do sal é $K_h, 25^\circ\text{C} = 5,0 \times 10^{-10}$, determine o valor numérico da concentração, em mol.L^{-1} , do íon hidróxido nessa solução aquosa.

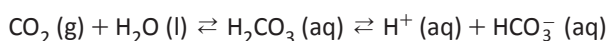
03 | UFG Estatinas são fármacos utilizados no tratamento do colesterol elevado. Dentre as estatinas, a sinvastatina é um pró-fármaco, pois é uma lactona (éster cíclico) que, após passar pelo fígado, é convertido no hidróxi-ácido, que é um fármaco ativo. A seguir, é apresentada a fórmula estrutural plana da sinvastatina (lactona).



Considerando-se o exposto,

- A escreva a fórmula estrutural do fármaco ativo;
- B determine o número de carbonos sp^2 na molécula da sinvastatina.

04 | UNIFESP O metabolismo humano utiliza diversos tampões. No plasma sanguíneo, o principal deles é o equilíbrio entre ácido carbônico e íon bicarbonato, representado na equação:



A razão $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$ é 20/1.

Considere duas situações:

- I. No indivíduo que se excede na prática de exercícios físicos, ocorre o acúmulo de ácido lático, que se difunde rapidamente para o sangue, produzindo cansaço e câibras.
 - II. O aumento da quantidade de ar que ventila os pulmões é conhecido por hiperventilação, que tem como consequência metabólica a hipocapnia, diminuição da concentração de gás carbônico no sangue.
- A O que ocorre com a razão $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$ no plasma sanguíneo do indivíduo que se excedeu na prática de exercícios físicos? Justifique.
 - B O que ocorre com o pH do sangue do indivíduo que apresenta hipocapnia? Justifique.

05 | ITA Em um recipiente que contém 50,00 mL de uma solução aquosa 0,100 mol/L em HCN foram adicionados 8,00 mL de uma solução aquosa 0,100 mol/L em NaOH.

Dado:

$$K_a(\text{HCN}) = 6,2 \cdot 10^{-10}$$

- A Calcule a concentração de íons H^+ da solução resultante, deixando claros os cálculos efetuados e as hipóteses simplificadoras.
- B Escreva a equação química que representa a reação de hidrólise dos íons CN^- .

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UERN Toda reação de neutralização de um ácido com uma base forma sal e água. Considerando a reação de ácido sulfúrico e hidróxido de zinco, pode-se obter sulfato de zinco e água. É correto afirmar que a solução aquosa desse sal é de caráter

- A ácido.
- B básico.
- C neutro.
- D anfótero.

02 | ENEM Visando minimizar impactos ambientais, a legislação brasileira determina que resíduos químicos lançados diretamente no corpo receptor tenham pH entre 5,0 e 9,0. Um resíduo líquido aquoso gerado em um processo industrial tem concentração de íons hidroxila igual a $1,0 \times 10^{-10}$ mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH_3COOH , Na_2SO_4 , CH_3OH , K_2CO_3 e NH_4Cl .

Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

- A CH_3COOH
- B Na_2SO_4
- C CH_3OH
- D K_2CO_3
- E NH_4Cl

03 | UEMS O ciclo do fósforo na natureza é formado por fosfatos inorgânicos solúveis, a exemplo de HPO_4^{2-} e H_2PO_4^- , e insolúveis, como a hidroxiapatita, $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$, que forma o maior depósito de fosfato no ambiente. O fósforo na forma de fosfatos solúveis é absorvido por plantas e incorporado nos ácidos nucleicos, componentes do material genético dos organismos.

Considerando-se as informações e a massa molar da hidroxiapatita igual a 502 g mol^{-1} , é correto afirmar:

Analisando-se as equações fornecidas, é correto afirmar que

- A** a respiração ofegante pode eliminar maior quantidade de CO_2 do organismo, provocando aumento da acidez do sangue.
- B** a fermentação láctica diminui a acidez do sangue.
- C** tanto a fermentação láctica quanto a respiração provocam diminuição do pH sanguíneo.
- D** a produção de gás carbônico na respiração não afeta o equilíbrio existente na dissolução de ácido láctico no sangue.
- E** ácido láctico e gás carbônico são solúveis no plasma sanguíneo devido à alta polaridade de suas moléculas.

07 | FMJ O sangue do ser humano é uma solução-tampão. Sobre soluções- tampão, é correto afirmar que

- A** sofrem grande variação de pH quando adicionamos uma pequena quantidade de ácido.
- B** podem ser formadas pela mistura de 1 mol de ácido fraco e 1 mol do ânion derivado desse ácido fraco.
- C** podem ser formadas pela mistura de 1 mol de ácido forte e 1 mol do ânion derivado desse ácido forte.
- D** o pH é sempre neutro.
- E** sofrem grande variação de pH quando adicionamos uma pequena quantidade de base.

08 | UFG Soluções tampão são utilizadas para evitar uma variação brusca de pH e são constituídas por um ácido fraco (ou uma base fraca) e o sal do seu par conjugado. Para produzir uma solução tampão, deve-se misturar:

- A** CH_3COOH e H_2SO_4
- B** NH_4OH e KOH
- C** CH_3COOH e CH_3COONa
- D** KOH e NaCl
- E** HCl e KOH

09 | UEMA Considere a adição de acetato de sódio a uma solução de ácido acético. Os efeitos observados na constante de ionização do ácido, no seu grau de ionização e no pH da solução à temperatura constante, são, respectivamente,

- A** não há alteração, aumenta, diminui.
- B** aumenta, diminui, não há alteração.
- C** diminui, não há alteração, diminui.
- D** não há alteração, diminui, aumenta.
- E** não há alteração, aumenta, não há alteração.

10 | UEA O açaí é considerado um alimento de alto valor calórico, com elevado percentual de lipídeos, e nutricional, pois é rico em proteínas e minerais. Nas áreas de exploração extrativa, o açaí representa a principal base alimentar da população, notadamente dos ribeirinhos da região do estuário do rio Amazonas.

O óleo extraído do açaí é composto de ácidos graxos de boa qualidade, com 60% de monoinsaturados e 13% de poli-insaturados. Com relação às proteínas, possui teor superior ao do leite (3,50%) e do ovo (12,49%), enquanto o perfil em aminoácidos é semelhante ao do ovo.

Processos de conservação

O açaí, quando não submetido a processos de conservação, tem a vida de prateleira muito curta, no máximo 12 horas, mesmo sob refrigeração. A sua alta perecibilidade pode estar associada, principalmente, à elevada carga microbiana presente no fruto, causada por condições inadequadas de colheita, acondicionamento, transporte e processamento.

A adoção de boas práticas agrícolas e de fabricação minimizam a probabilidade de contaminação microbiana dos frutos e do açaí durante o processamento, contribuindo para a conservação do produto.

Em adição a essas boas práticas, deve ser realizado um conjunto de etapas de procedimentos visando a obtenção de produto seguro e de qualidade, tais como o branqueamento dos frutos, a pasteurização, o congelamento ou a desidratação do açaí.

(<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Adaptado.)

Para obter sabão a partir do óleo de açaí, este deve ser submetido a uma

- A** hidrólise em meio alcalino.
- B** hidrólise em meio neutro.
- C** esterificação em meio ácido.
- D** hidrólise em meio ácido.
- E** esterificação em meio alcalino.

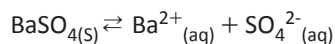


PRODUTO DE SOLUBILIDADE (KPS)

É o estudo de um sistema heterogêneo em equilíbrio. Em um equilíbrio heterogêneo, a velocidade de dissolução é igual à velocidade de precipitação, assim a quantidade de corpo de fundo não se altera.

A constante desse equilíbrio é denominada *constante do produto de solubilidade* representada por K_{ps} ou K_s .

Exemplo:



$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}_{(aq)}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}]$$

A solubilidade de um soluto pode ser calculada a partir de seu K_{ps} .

Formação de precipitado

Pode-se prever a formação de corpo de fundo através das seguintes relações:

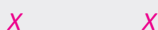
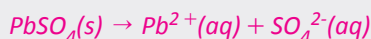
- $[A] \times [B] < K_{ps}$: solução insaturada
- $[A] \times [B] = K_{ps}$: solução saturada
- $[A] \times [B] > K_{ps}$: formação de precipitado

É importante lembrar que a adição de um íon presente em uma solução, diminui a solubilidade do soluto, podendo inclusive, provocar a precipitação de parte da substância dissolvida.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | ITA A 25 °C, o produto de solubilidade, em água, do PbSO_4 é igual a $2,0 \cdot 10^{-8}$ e o do PbCrO_4 é igual a $3,2 \cdot 10^{-14}$. Um copo de um litro contém 100 mL de uma solução aquosa 0,10 molar de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ nesta temperatura. A essa solução junta-se, gota-a-gota, sob constante agitação, uma solução que contém 0,020 mol/L de sulfato e 0,030 mol/L de cromato, o único cátion sendo o sódio. Continuando esta adição, o que pode precipitar primeiro: $\text{PbSO}_4(c)$ ou $\text{PbCrO}_4(c)$? Ou irá aparecer uma mistura destes dois sólidos? Neste último caso, qual a proporção de cada um dos sais precipitados?

Resolução:



$$K_{ps} = [\text{Pb}^{2+}(aq)] \cdot [\text{SO}_4^{2-}(aq)]$$

$$K_{ps} = X^2$$

logo,

$$[\text{SO}_4^{2-}(aq)] = 1,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$



logo,

$$[\text{CrO}_4^{2-}(aq)] \cong 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Assim, concluímos que o íon CrO_4^{2-} tem menor solubilidade, logo, irá se precipitar primeiro. No entanto, a solu-

ção de nitrato de chumbo II apresenta uma concentração 0,10 molar para o íon Pb^{2+} o que é suficiente para precipitar os dois íons. Quanto à proporção entre os

íons:

$$\frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]} = \frac{0,02}{0,03} \rightarrow \frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]} = \frac{2}{3}$$

02 | UFG O produto de solubilidade, K_{ps} , fornece informação sobre a solubilidade de sais em água. A tabela abaixo apresenta o K_{ps} de dois sais de iodo.

Sal	K_{ps}
Cu I	$1,0 \times 10^{-12}$
BiI_3	$2,7 \times 10^{-19}$

Considerando essas informações, justifique qual dos sais é mais solúvel em água.

Resolução:

Comparando-se as duas solubilidades, verifica-se que o iodeto de bismuto, apesar de ter o menor K_{ps} , é mais solúvel em água, pois $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol/L} > 1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$.

03 | UFG A presença de dióxido de carbono em água provoca a dissolução de rochas calcárias, tornando a água dura. A dureza dessa água pode ser reduzida com a adição de hidróxido de cálcio.

DADOS:

K_{ps}

CaCO_3

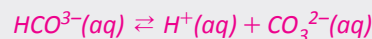
$3,0 \times 10^{-9}$

Ca(OH)_2

$4,0 \times 10^{-6}$

- A** Escreva as equações químicas que representem os equilíbrios químicos estabelecidos pela presença de dióxido de carbono em água.
- B** Escreva a equação de dissolução de carbonato de cálcio em água que contém dióxido de carbono dissolvido.
- C** Explique como o hidróxido de cálcio reduz a dureza da água.

Resolução:

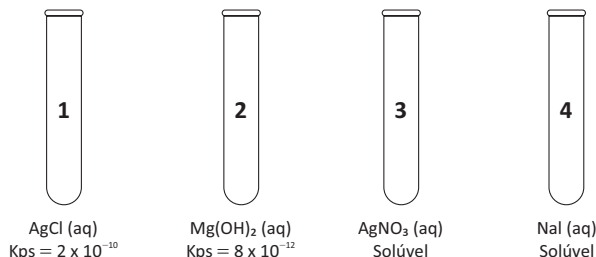


C $\text{CaCO}_3(\text{s})$ reage com o $\text{CO}_2(\text{aq})$ formando o $\text{CaCO}_3(\text{s})$, logo, diminui a concentração dos íons $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ que são responsáveis pela formação de água dura.



F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UFG A figura a seguir apresenta quatro tubos de ensaio contendo diferentes soluções e informações sobre as constantes do produto de solubilidade.



Dados:

K_{ps} para o AgI = 8×10^{-17}

$\sqrt{2} = 1,42$

$\sqrt[3]{2} = 1,26$

Considerando o exposto,

- A** determine qual das substâncias presentes nos tubos 1 e 2 possui menor solubilidade. Justifique sua resposta utilizando o cálculo da solubilidade, em mol.L^{-1} ;
- B** determine se haverá formação de precipitado após a mistura de alíquotas das soluções presentes nos tubos 3 e 4. Considere que, após a mistura, as concentrações dos íons Ag^+ e I^- sejam iguais a $1,0 \times 10^{-4} \text{mol.L}^{-1}$.

02 | UEG Considere que em um recipiente foi misturado 100 mL de água destilada e 10 g de um sal hipotético que apresenta a fórmula CA_2 . Percebeu-se que nem toda a massa foi dissolvida, restando uma parte que se depositou no fundo do recipiente. Sabendo-se

que esse sal, a determinada temperatura, apresenta um produto de solubilidade (K_{ps}) igual a $2,7 \times 10^{-8} (\text{mol/L})^3$, responda aos itens abaixo.

Dado: $\sqrt[3]{4} \cong 1,6$

- A** Calcule a solubilidade para esse sal.
- B** Explique o que irá acontecer com a massa de sal remanescente no recipiente com a adição de alguns cristais de um sal solúvel em água e que contendo o ânion A^- .

03 | UFG Estalactites e estalagmites se desenvolvem em cavernas constituídas por carbonato de cálcio (CaCO_3), que é pouco solúvel em água. Essas formações ocorrem quando a água da chuva, ao percorrer as rochas, dissolve parte delas formando bicarbonato de cálcio. Uma fração desse bicarbonato de cálcio converte-se novamente em carbonato de cálcio, originando as estalactites e estalagmites. Considerando a situação exemplificada acima:

Dado

$K_{ps} = 4,9 \times 10^{-9}$ a 25°C

- A** Qual a solubilidade, em água, do CaCO_3 em g/L?
- B** Qual o efeito sobre a solubilidade do CaCO_3 quando se adiciona Na_2CO_3 ? Por quê?

04 | UEG Em um recipiente contendo 102,6 mg de Mg(OH)_2 adicionou-se água até completar um volume de 200 mL. Sabendo-se que a temperatura do sistema é igual a 25°C e que o produto de solubilidade da base nessa temperatura é igual a $9,0 \times 10^{-12}$, calcule:

- A** A solubilidade máxima da base.
- B** A massa de Mg(OH)_2 que não será dissolvida.



05 | UEM A atividade humana tem sido responsável pelo lançamento inadequado de diversos poluentes na natureza.

Dentre eles, destacam-se:

amônia: proveniente de processos industriais;

dióxido de enxofre: originado da queima de combustíveis fósseis;

cádmio: presente em pilhas e baterias descartadas.

Em meio básico, o íon metálico do cádmio forma o hidróxido de cádmio, pouco solúvel na água.

Sabendo que, a 25 °C, a solubilidade do hidróxido de cádmio é aproximadamente de $2 \times 10^{-5} \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$, determine a constante de seu produto de solubilidade.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UNCISAL De acordo com o Princípio de Le Chatelier e sua importância para a compreensão dos fenômenos envolvendo o equilíbrio químico, é correto afirmar:

- A** a constante de equilíbrio da soma de duas reações é igual à soma das respectivas constantes de equilíbrio.
- B** se o K_{ps} de AB é $1,0 \cdot 10^{-10}$ e o K_{ps} de A_2B é $4,0 \cdot 10^{-12}$, então o precipitado AB é mais solúvel que o precipitado A_2B .
- C** o valor da constante de equilíbrio indica quanto o equilíbrio químico está deslocado para o lado dos reagentes ou dos produtos.
- D** a variação da temperatura sobre o equilíbrio químico não altera o valor de sua constante, caso a pressão permaneça inalterada.
- E** quanto menor for o valor da constante de equilíbrio, mais deslocado está o equilíbrio para os produtos; logo teremos mais reagentes na reação.

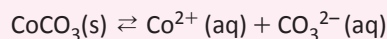
02 | UNCISAL Na água do mar encontramos quase todos os elementos, porém, 95% dos sais dissolvidos na forma iônica é composta de Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ e HCO_3^- . Uma amostra de água do mar com concentração de íons magnésio de $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ foi retirada e o magnésio extraído por precipitação, pela adição de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ até levar a concentração final de OH^- a $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

A quantidade de magnésio que permanece na amostra da água do mar (em gramas) é

Dado: $\text{Mg} = 24$; $K_{ps} [\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1 \cdot 10^{-11}$

- A** $2,4 \cdot 10^{-2}$
- B** $2,4 \cdot 10^{-3}$
- C** $2,4 \cdot 10^{-4}$
- D** $2,4 \cdot 10^{-5}$
- E** $2,4 \cdot 10^{-6}$

03 | PUC Carbonato de cobalto é um sal muito pouco solúvel em água e, quando saturado na presença de corpo de fundo, a fase sólida se encontra em equilíbrio com os seus íons no meio aquoso.



Sendo o produto de solubilidade do carbonato de cobalto, a 25 °C, igual a $1,0 \times 10^{-10}$, a solubilidade do sal, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, nessa temperatura é

- A** $1,0 \times 10^{-10}$
- B** $1,0 \times 10^{-9}$
- C** $2,0 \times 10^{-8}$
- D** $1,0 \times 10^{-8}$
- E** $1,0 \times 10^{-5}$

04 | ITA Assinale a opção que contém a concentração (em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) de um íon genérico M^+ , quando se adiciona um composto iônico MX sólido até a saturação a uma solução aquosa $5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ em PX.

Dado $K_{ps(\text{MX})} = 5 \times 10^{-12}$.

- A** $2,3 \times 10^{-6}$
- B** $1,0 \times 10^{-7}$
- C** $2,3 \times 10^{-8}$
- D** $1,0 \times 10^{-9}$
- E** $1,0 \times 10^{-10}$

05 | UERN A solubilidade do nitrato de cálcio em água é $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/litro}$ em uma determinada temperatura.

O K_{ps} deste sal à mesma temperatura é:

- A** $8 \cdot 10^{-8}$.
- B** $8 \cdot 10^{-10}$.
- C** $3,2 \cdot 10^{-10}$.
- D** $3,2 \cdot 10^{-8}$.

06 | ACAFE Cálculo renal também, conhecido como pedras nos rins, são formações sólidas contendo várias espécies químicas, entre elas o fosfato de cálcio, que se acumula nos rins, causando enfermidades.

Assinale a alternativa que contém a concentração dos íons Ca^{2+} em uma solução aquosa saturada de fosfato de cálcio.

Dado: Considere que a temperatura seja constante e o produto de solubilidade (K_s) do fosfato de cálcio em água seja $1,08 \times 10^{-33}$.

- A** 3×10^{-7} mol/L
- B** 1×10^{-7} mol/L
- C** 2×10^{-7} mol/L
- D** 27×10^{-7} mol/L

07 | ACAFE Considere soluções aquosas saturadas de hidróxido de cálcio e de hidróxido de alumínio ambas na mesma temperatura.

Dados: Para a resolução dessa questão considere os seguintes produtos de solubilidade (K_s) em água:

$$K_{\text{Ca(OH)}_2} = 4 \times 10^{-6}$$

$$K_{\text{Al(OH)}_3} = 1 \times 10^{-33}$$

Nesse sentido é correto afirmar, **exceto**:

- A** O pH da solução saturada de hidróxido de alumínio é menor que o pH da solução saturada de hidróxido de cálcio.
- B** O hidróxido de cálcio é mais solúvel em água que o hidróxido de alumínio.
- C** O pH da solução saturada de hidróxido de cálcio é menor que o pH da solução saturada de hidróxido de alumínio.
- D** Na solução saturada de hidróxido de cálcio a concentração dos íons hidroxilas é 2×10^{-2} mol/L.

08 | UFGD Sabe-se a solubilidade de algumas substâncias variam em função da temperatura, a fim de evitar-se erros experimentais os químicos normalmente mantêm a temperatura constante durante os experimentos. Em uma determinada temperatura, a solubilidade do sulfato de prata (Ag_2SO_4) em água é $2,0 \times 10^{-2}$ mol/L. Qual é o valor do produto de solubilidade (K_{ps}) deste sal considerando esta mesma temperatura?

- A** $K_{ps} = 6,4 \times 10^{-5}$
- B** $K_{ps} = 3,2 \times 10^{-5}$
- C** $K_{ps} = 32 \times 10^{-5}$
- D** $K_{ps} = 64 \times 10^{-5}$
- E** $K_{ps} = 0,64 \times 10^{-5}$

09 | UCS O BaSO_4 é utilizado como contraste para a realização de exames de raios X do trato intestinal, no lugar de outros sais de bário que também refletem esse tipo de radiação. Essa preferência deve-se ao fato de ele ser pouco solúvel em água, o que minimiza a exposição do paciente ao íon Ba^{2+} , que é tóxico.

Sabendo-se que 1 g de BaSO_4 pode ser dissolvido em 400 L de água, conclui-se que o produto de solubilidade (K_{ps}) aproximado para esse sal é de

- A** $2,50 \cdot 10^{-3}$.
- B** $1,07 \cdot 10^{-5}$.
- C** $1,14 \cdot 10^{-5}$.
- D** $1,14 \cdot 10^{-10}$.
- E** $2,50 \cdot 10^{-10}$.

10 | FAMERP

Substância	Fórmula	Produto de solubilidade (K_{ps})
I	BaCO_3	$5,0 \times 10^{-9}$
II	CaCO_3	$4,9 \times 10^{-9}$
III	CaSO_4	$2,4 \times 10^{-5}$
IV	BaSO_4	$1,1 \times 10^{-10}$
V	PbSO_4	$6,3 \times 10^{-7}$

(Daniel C. Harris. *Análise química quantitativa*, 2001. Adaptado.)

Uma solução saturada de carbonato de cálcio tem concentração de íons cálcio, em mol/L, próximo a

- A** $2,5 \times 10^{-8}$.
- B** $2,5 \times 10^{-9}$.
- C** $7,0 \times 10^{-4}$.
- D** $9,8 \times 10^{-9}$.
- E** $7,0 \times 10^{-5}$.



pH E pOH

Uma maneira mais prática para indicar a acidez ou a alcalinidade de um meio, é utilizarmos os conceitos de pH (potencial hidrogeniônico) ou pOH (potencial hidroxiliônico) proposto por Sørensen.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Exemplos:

$$[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

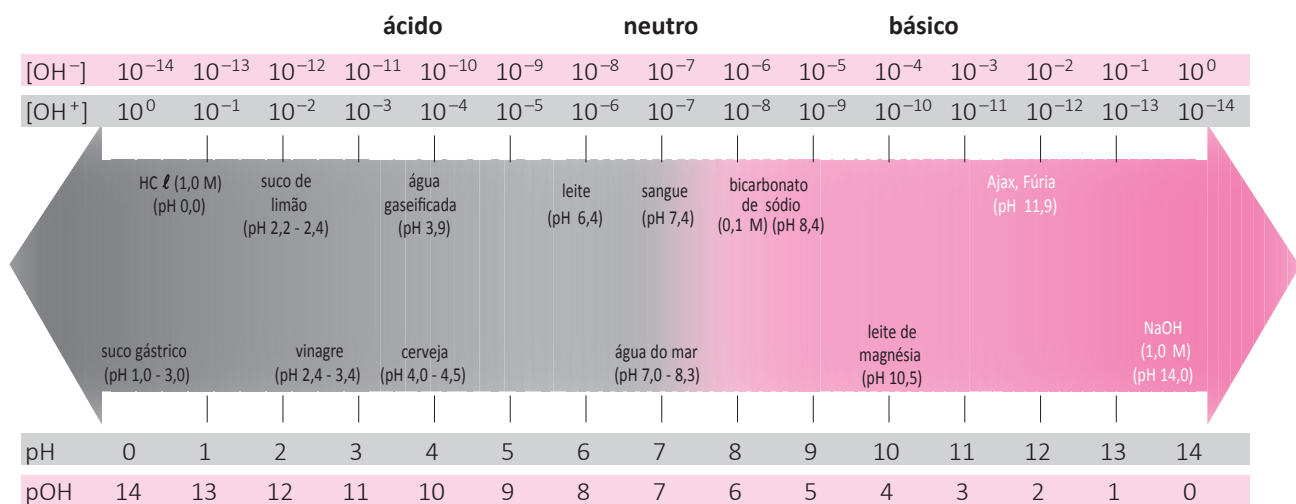
$$\text{pH} = -\log 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -(-3 \log 10)$$

$$\text{pH} = -(-3 \cdot 1)$$

$$\text{pH} = 3 \text{ (meio ácido)}$$

ESCALA DE PH E POH



OBSERVAÇÃO:

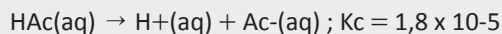
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Quanto menor o pH mais ácido será o meio.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | ITA Quantos mols de ácido acético (HAc) precisam ser adicionados a 1,0 litro de água pura para que a solução resultante, a 25°C, tenha o pH igual a 4,0? Sabe-se que nesta temperatura.



Deixe claro os cálculos efetuados, bem como eventuais hipóteses simplificadoras.

Resolução:

$$K_c = \frac{[\text{H}^+].[\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} \rightarrow 1,8 \times 10^{-5} = \frac{10^{-4} 10^{-4}}{[\text{HAc}]}$$

$$[\text{HAc}] = 5,6 \times 10^{-4} \text{ molar}$$

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow n = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mols do ácido}$$

02 | UNICAMP O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. O íon ferro-III em solução aquosa é hidrolisado de acordo com a equação :



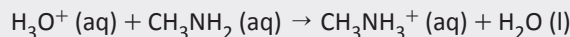
- A** Com base nesta equação , explique por que na água do mar (pH = 8) não há íons $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ presentes.
- B** O que se pode dizer sobre as águas de determinados rios que são ricos em íons $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$?

Resolução:

- A** Como o pH é 8 (pH básico) há, na água do mar uma grande quantidade de íons hidroxila que irá consumir os íons $\text{H}^{+}(\text{aq})$ presentes o que deslocará o equilíbrio para a direita consumindo os íons $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$.

B são água que apresentam pH ácido.

03 | UFC Escreva a equação iônica balanceada para a neutralização de iguais quantidades de ácido nítrico (HNO_3) e metilamina (CH_3NH_2). Indique se o valor de pH , após neutralização, será maior ou menor do que 7,0. Justifique.

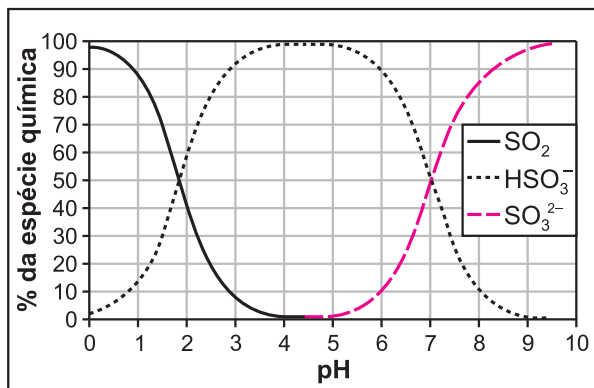


Resolução:

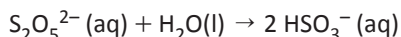
$\text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^{+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Após a neutralização, a solução contém $\text{CH}_3\text{NH}_3^{+}$, um ácido fraco, e NO_3^{-} , que não possui propriedades ácidas ou básicas. Portanto, o pH resultante será menor do que 7,0.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | FUVEST O metabissulfito de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) e o dióxido de enxofre (SO_2) são amplamente utilizados na conservação de alimentos como sucos de frutas, retardando a deterioração provocada por bactérias, fungos e leveduras. Ao ser dissolvido em soluções aquosas ácidas ou básicas, o metabissulfito pode se transformar nas espécies químicas SO_2 , HSO_3^{-} ou SO_3^{2-} , dependendo do pH da solução, como é mostrado no gráfico.



A equação a seguir representa a formação dos íons HSO_3^{-} em solução aquosa.



- A** Escreva as equações químicas balanceadas que representam a formação das espécies químicas $\text{SO}_2(\text{aq})$ e $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ a partir dos íons $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}(\text{aq})$.
- B** Reações indesejáveis no organismo podem ocorrer quando a ingestão de íons $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$, HSO_3^{-} ou SO_3^{2-} ultrapassa um valor conhecido como IDA (ingestão diária aceitável, expressa em quantidade de SO_2/dia /

massa corpórea), que, neste caso, é igual a $1,1 \times 10^{-5}$ mol de SO_2 por dia para cada quilograma de massa corpórea. Uma pessoa que pesa 50 kg tomou, em um dia, 200 mL de uma água de coco industrializada que continha 64 mg/L de SO_2 . Essa pessoa ultrapassou o valor da IDA? Explique, mostrando os cálculos.

Dados: massa molar (g/mol) O 16

S 32

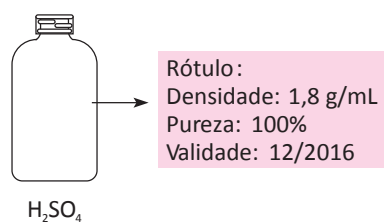
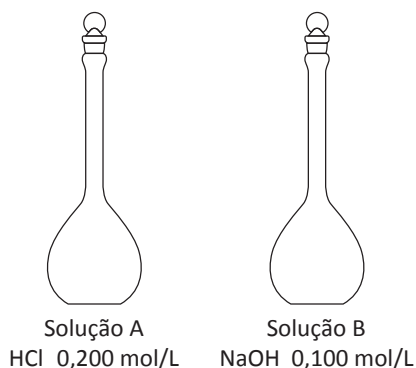
02 | UFG O extrato de amora pode funcionar como um indicador natural de pH, apresentando diferentes colorações de acordo com o caráter ácido ou alcalino das soluções, conforme demonstrado na tabela a seguir.

pH	Cor
1 — 2	
3 — 6	
7 — 10	
11 — 12	
13	
14	

A partir das informações apresentadas,

- A** calcule o pH e indique a cor de uma solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ preparada na concentração de $0,050 \text{ mol.L}^{-1}$ na presença do indicador natural;
- B** calcule o pH e indique a cor resultante após a mistura de 10 mL de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ com 30 mL de H_2SO_4 $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ na presença do indicador natural.

03 | UFG As soluções indicadoras são usadas para avaliar o pH do meio através da mudança da coloração. A fenolftaleína, em meio ácido, apresenta coloração incolor. Já em meio alcalino, sua coloração é rósea. Suponha que as seguintes soluções e reagente estejam disponíveis em um laboratório.



Considerando-se o exposto, responda:

- A** Ao misturar 50 mL da solução A com 50 mL da solução B, qual o valor do pH e qual a cor da solução na presença do indicador? Considere: $\log 5 = 0,7$.
- B** Calcule o volume que deve ser retirado do frasco de ácido sulfúrico para preparar 1,0 L de uma solução de H₂SO₄ na concentração de $5,0 \times 10^{-3}$ mol/L.
- C** Calcule o pH da solução de H₂SO₄ preparada na concentração $5,0 \times 10^{-3}$ mol/L.

04 | UFG Um analista preparou um 1 L de uma solução aquosa de um ácido monoprotico (HX) na concentração de 0,2 mol/L. Após o preparo, descobriu-se que apenas 1% do ácido encontrava-se ionizado. A partir das informações fornecidas,

- A** calcule o pH da solução. Considere $\log 2 = 0,30$;
- B** calcule a constante de ionização do ácido genericamente indicado como HX.

05 | UERJ O ácido etanoico, substância responsável pela acidez do vinagre, é um ácido fraco, com grau de ionização igual a 1%.

Apresente a fórmula estrutural do ácido etanoico e determine o pH de uma amostra de vinagre que possui em sua composição $60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ desse ácido.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | ENEM Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- A** cubo de batata em solução com pH = 9.
- B** pedaço de carne em solução com pH = 5.
- C** clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- D** porção de macarrão em solução com pH = 5.
- E** bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

02 | ENEM Decisão de asfaltamento da rodovia MG-010, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos ameaçam o sofisticado ecossistema do campo rupestre da reserva da Serra do Espinhaço. As plantas nativas desta região, altamente adaptadas a uma alta concentração de alumínio, que inibe o crescimento das raízes e dificulta a absorção de nutrientes e água, estão sendo substituídas por espécies invasoras que não teriam naturalmente adaptação para este ambiente; no entanto, elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de “estrada ecológica”. Possivelmente, a entrada de espécies de plantas exóticas neste ambiente foi provocada pelo uso, neste empreendimento, de um tipo de asfalto (cimento-solo) que possui uma mistura rica em cálcio, que causou modificações químicas aos solos adjacentes à rodovia MG-010.

Scientific American Brasil. Ano 7, n° 79, 2008 (adaptado).

Essa afirmação baseia-se no uso de cimento-solo, mistura rica em cálcio que

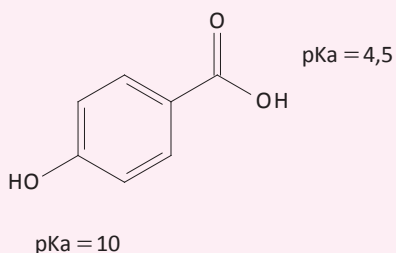
- A** inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- B** inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

- C** aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- D** aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- E** neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

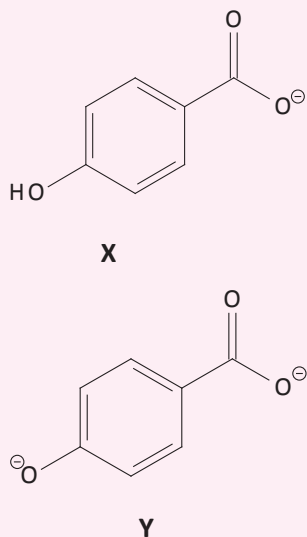
03| UNIOESTE A nicotina é um substância básica e sua constante de dissociação é cerca de $1,0 \times 10^{-6}$. Ao se preparar uma solução aquosa com $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ desta substância observou-se um pH cujo valor é, aproximadamente,

- A** 8,0.
- B** 4,0.
- C** 7,0.
- D** 6,0.
- E** 10,0.

04| UNIMONTES Realizaram-se dois experimentos, utilizando alíquotas do hidroxiácido:



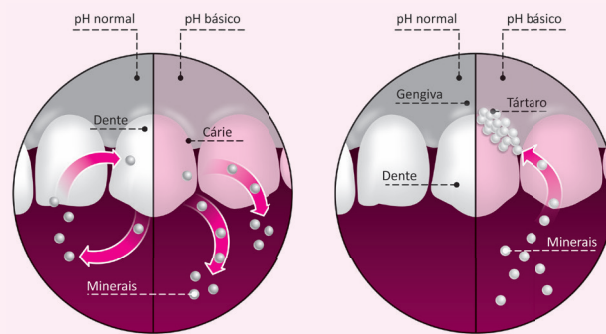
No primeiro experimento, dissolveu-se esse composto em água a um $\text{pH} = 7$. No segundo experimento, esse composto foi misturado em uma solução aquosa alcalina a $\text{pH} = 12$. As estruturas X e Y podem ser formadas após os experimentos:



Considerando a estrutura do hidroxiácido e os pK_a 's do grupo carboxila e do grupo fenólico, é CORRETO afirmar que

- A** a estrutura X será formada nos experimentos I e II.
- B** a estrutura Y será formada apenas no experimento I.
- C** a estrutura Y será formada nos experimentos I e II.
- D** a estrutura X será formada apenas no experimento I.

05| UNIMONTES A saliva apresenta pH de 6,8 a 7,2. Esse pH varia no decorrer do dia em função do tipo de dieta alimentar e hábitos de higiene. Quando isso ocorre, a saliva atua como um sistema tampão. A saliva e os dentes estão sempre trocando minerais, como mostrado na figura a seguir, em pH normal, ácido ou básico.



Em relação aos processos bioquímicos que ocorrem na saliva, assinale a alternativa INCORRETA.

- A** Quando a saliva apresenta $[H^+] = 10^{-1}$, o esmalte dentário doa mais sais minerais ao meio bucal e o dente torna-se mais suscetível à cárie.
- B** Em uma saliva com $\text{pH} = 5$, ocorre maior deposição de sais minerais na superfície do dente, favorecendo a formação do tártaro.
- C** O sistema tampão protege a boca, neutralizando os ácidos produzidos pelos microrganismos que se fixam na placa bacteriana.
- D** A saliva atua como um sistema tampão, promovendo o retorno do pH aos padrões ideais, auxiliando na manutenção do equilíbrio bucal.

06| UNIFOR O pH significa potencial hidrogeniônico e mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução, sendo medido numa escala logarítmica que varia de 0 (zero) a 14. Soluções com valores de pH abaixo de 7,0 são consideradas ácidas, com valores iguais a 7,0 neutra e acima de 7,0 alcalina. A água pura apresenta um pH neutro, 7,0, no entanto a dissolução de sais pode alterar este pH. Ao dissolvermos uma quantidade de clo-



reto de sódio em água, podemos prever que

- A** o pH da solução resultante será neutro com $[H^+]$ maior que $[OH^-]$.
- B** o pH da solução resultante será alcalino com $[H^+]$ menor que $[OH^-]$.
- C** o pH da solução resultante será alcalino com $[H^+]$ maior que $[OH^-]$.
- D** o pH da solução resultante será ácido e a $[H^+]$ menor $[OH^-]$.
- E** o pH da solução resultante será neutro e a $[H^+]$ igual $[OH^-]$.

07 | UCS Desde criança, aprende-se que o consumo de água é vital para o corpo humano. Além de regular muitas funções, como a temperatura corporal e o bom funcionamento do sistema circulatório, ela também contribui para o transporte de nutrientes e é essencial para os processos fisiológicos e bioquímicos do corpo de um indivíduo. Com a busca crescente por bem-estar e qualidade de vida, o consumidor brasileiro está cada vez mais consciente de que, dentro da categoria água, a mineral natural é em geral benéfica para a saúde. O aumento do consumo do produto atesta essa tendência. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais, o mercado apresenta patamares de crescimento próximos a 20% ao ano. De acordo com especialistas, o crescimento do setor está relacionado a hábitos mais saudáveis dos brasileiros, que têm buscado reduzir a presença de bebidas açucaradas e com adoçantes nas refeições.

O quadro abaixo apresenta as informações contidas em um rótulo de uma embalagem de 300 mL de uma água mineral natural comumente encontrada nas prateleiras de um supermercado.

Características físico-químicas a 25 °C	
pH	5,45
Condutividade elétrica	455 μ S/cm
Íons	Composição química (mg/L)
Bicarbonato	258,88
Potássio	30,52
Sódio	30,52
Cálcio	26,49
Magnésio	11,21
Sulfato	2,42
Cloreto	1,38
Nitrato	0,91
Bário	0,35
Fluoreto	0,11
Lítio	0,028
NÃO CONTEM GLÚTEM	

Considerando as informações do enunciado e do quadro acima, assinale a alternativa correta.

- A** O ânion monovalente presente em menor quantidade em uma embalagem dessa água mineral é o NO_3^- .
- B** O ponto de ebulição da água mineral em questão, ao nível do mar, é menor do que 100 °C.
- C** A água mineral em questão conduz a corrente elétrica, devido à presença de vários íons em solução.
- D** A massa de íons lítio presente em uma embalagem dessa água mineral é de 0,54 mg.
- E** A água mineral em questão apresenta uma concentração hidrogeniônica igual a $1,0 \times 10^{-7}$ mol/L.

08 | MACK Determine, respectivamente, o pH e a constante de ionização de uma solução aquosa de um ácido monocarboxílico 0,01 M, a 25°C, que está 20% ionizado, após ter sido atingido o equilíbrio.

Dado: $\log 2 = 0,3$

- A** 3,3 e 5×10^{-4} .
- B** 2,7 e 2×10^{-3} .
- C** 1,7 e 5×10^{-4} .
- D** 2,7 e 5×10^{-4} .
- E** 3,3 e 2×10^{-3} .

09 | PUC Uma solução aquosa contendo hidróxido de potássio como soluto possui pH 12. Sendo o produto iônico da água igual a $1,0 \times 10^{-14}$, a 25 °C, a concentração de OH^- em quantidade de matéria (mol L^{-1}) nessa solução é:

- A** 10^{-1}
- B** 10^{-2}
- C** 10^{-6}
- D** 10^{-8}
- E** 10^{-12}

10 | PUC Volumes iguais a 100 mL das bases fortes NaOH e KOH, ambas na concentração de $0,100 \text{ mol } L^{-1}$, são misturados a 105 mL de solução de ácido sulfúrico $0,100 \text{ mol } L^{-1}$. O volume da mistura foi levado a 1000 mL com água. Considerando a dissociação total do NaOH e do KOH e a ionização total do ácido sulfúrico em água (ou seja: $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$), o pH da solução aquosa final é

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

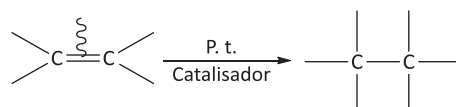
POLÍMEROS

São macromoléculas formadas pela união de moléculas pequenas, chamadas de monômeros.






Na natureza existem alguns polímeros: celulose, proteínas, látex. Os químicos também criaram polímeros sintéticos, estes são classificados em dois grupos: adição e condensação.


POLÍMEROS DE ADIÇÃO

As substâncias utilizadas na produção desses polímeros apresentam obrigatoriamente pelo menos uma dupla ligação π entre carbonos. Durante a polimerização, ocorre a ruptura da ligação π e há a formação de duas novas ligações simples. São favorecidas pela presença de catalisador, aquecimento e aumento de pressão.



O quadro a seguir apresenta alguns monômeros e os respectivos polímeros e objetos obtidos a partir deles:

Monômero	Polímero	Aplicações	
Etileno (eteno) $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{C} & = & \text{C} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	Polietileno $\left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	Brinquedos, garrafas plásticas, cortinas, sacolas, canos, fios de isolamento e recipientes.	
Propileno (propeno) $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Polipropileno $\left[\text{---CH}_2\text{---} \begin{array}{c} \text{CH---} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Para-choques, cordas, carpetes, seringas de injeção e painéis de automóveis.	
Estireno $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Poliestireno $\left[\text{---CH}_2\text{---} \begin{array}{c} \text{CH---} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	Isopor, pratos, xícaras, seringas e material de laboratório.	
Cloreto de vinila (cloroetano) $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	PVC (policloreto de vinila) $\left[\text{---CH}_2\text{---} \begin{array}{c} \text{CH---} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Tubulações, discos de vinil, pisos, capas de chuva e mangueiras.	
Tetrafluoretileno $\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ \text{---C---} & = & \text{C---} \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array}$	Teflon politetrafluoretileno (PTFE) $\left[\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	Revestimento antiaderente de panelas, frigideiras, isolante elétrico, canos, válvulas, registros, engrenagens, mancais e gaxetas.	

Monômero	Polímero	Aplicações	
<p>Acetato de vinila</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	<p>PVA (poliacetato de vinila)</p> $\left[\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_n$	<p>Tintas, gomas de mascar e adesivos.</p>	

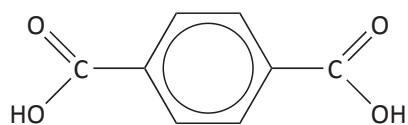
POLÍMEROS DE CONDENSAÇÃO

São formados geralmente, pela reação entre dois monômeros diferentes, com a eliminação de moléculas pequenas (exemplo água). Não precisa apresentar duplas ligações entre carbonos, mas é necessária a existência de dois tipos de grupos funcionais diferentes.

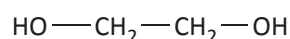
Veja a seguir, alguns polímeros de condensação e suas aplicações.

POLIÉSTER

Um dos tipos de poliéster mais comuns é o **dracon**, obtido pela reação entre ácido tereftálico e o etileno-glicol (etanodiol):

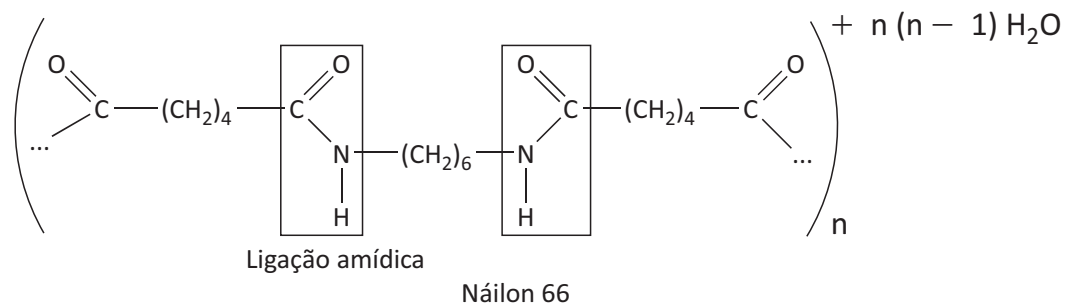
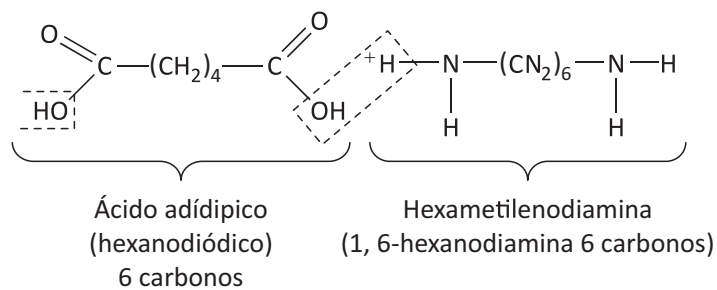


Ácido tereftálico

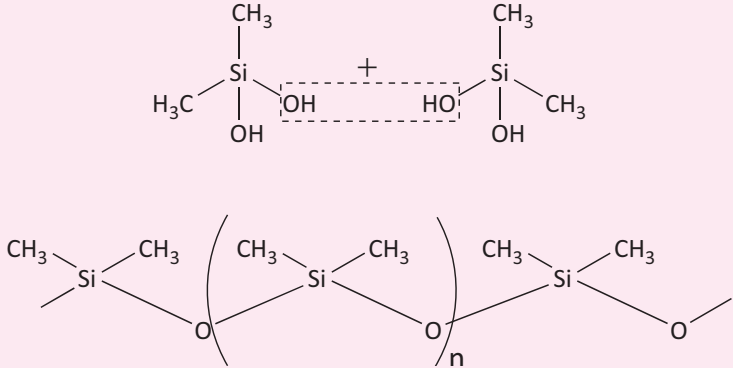
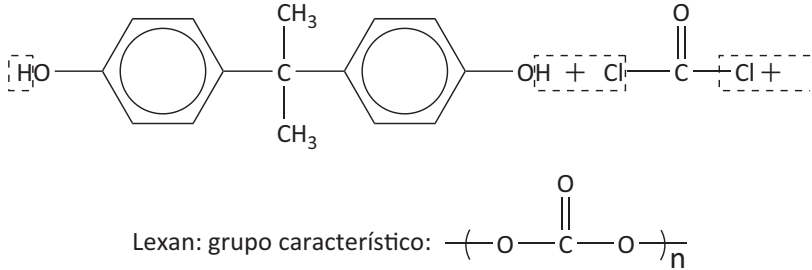
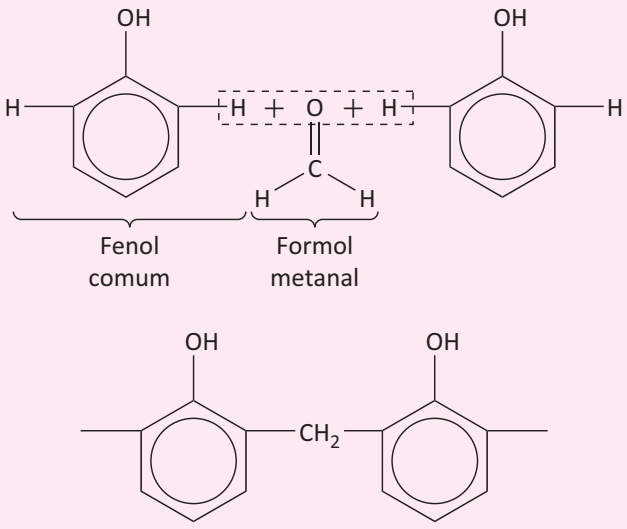


Etileno-glicol
etanodiol

POLIAMIDAS



O quadro a seguir apresenta outros polímeros de condensação e alguns objetos obtidos a partir deles:

<p style="text-align: center;">Silicones</p> 	<p>Brinquedos e próteses estéticas.</p>
<p style="text-align: center;">Polibicarbonato</p>  <p>Lexan: grupo característico: $\left(-O-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-O- \right)_n$</p>	<p>Escudos de proteção.</p>
<p style="text-align: center;">Polifenol</p>  <p style="text-align: center;">Fórmica (baquelite)</p>	<p>Bolas de bilhar, suporte para câmeras, telefones e cabos de painéis.</p>

POLÍMEROS NATURAIS

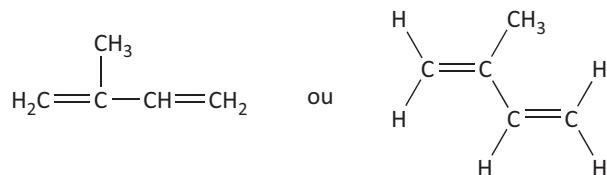
Os polímeros naturais são: a borracha, os polissacarídeos, como celulose, amido e glicogênio e as proteínas.

A borracha natural é um polímero de adição, ao passo que os polissacarídeos e as proteínas são polímeros de condensação, obtidos, respectivamente, a partir de monossacarídeos e aminoácidos.

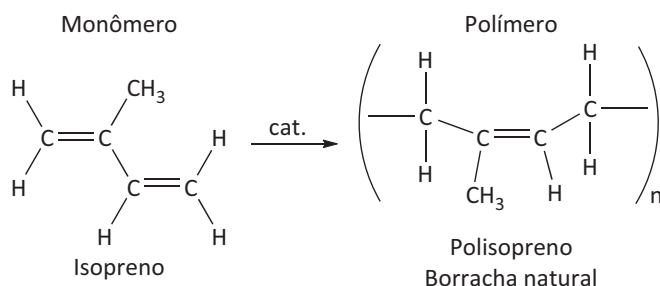
BORRACHA

A borracha natural é obtida da árvore *Hevea brasiliensis* (seringueira), por incisão feita em seu caule, obtendo-se um líquido branco de aspecto leitoso, conhecido atualmente por látex.

O monômero da borracha natural é o 2-metil-1, 3-butadieno (isopreno):



A reação de polimerização ocorre ainda na seringueira com o auxílio de uma enzima.

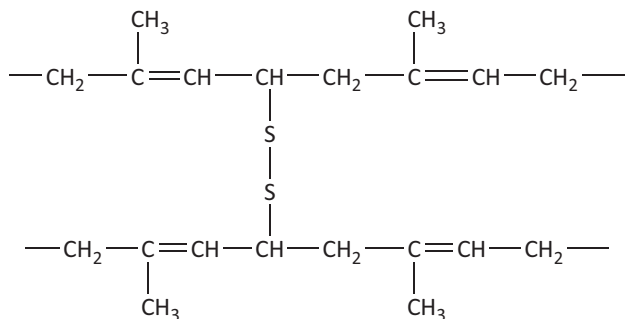


VULCANIZAÇÃO

O látex obtido da seringueira é precipitado, dando origem a uma massa viscosa que é a borracha natural. A utilização desse tipo de borracha é limitada, pois ela se torna quebradiça em dias frios e extremamente gosmenta em dias quentes.

Essa massa viscosa, quando aquecida com enxofre, produz a borracha vulcanizada – um material bastante elástico, que não sofre alteração significativa com pequenas variações de temperatura e é bastante resistente ao atrito.

A estrutura a seguir, corresponde a um fragmento da cadeia da borracha vulcanizada, utilizada na fabricação de pneus:



R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01| UNICAMP O fármaco havia sido destruído pela explosão e pelo fogo. O que, porventura, tivesse sobrado, a chuva levava embora. Para averiguar a possível troca do produto, Estrondosa pegou vários pedaços dos restos das embalagens que continham o fármaco. Eram sacos de alumínio revestidos, internamente, por uma película de polímero. Ela notou que algumas amostras eram bastante flexíveis, outras, nem tanto. No laboratório da empresa, colocou os diversos pedaços em diferentes frascos, adicionou uma dada solução, contendo um reagente, e esperou a dissolução do metal; quando isso ocorreu, houve evolução de um gás. Com a dissolução do alumínio, o filme de plástico se soltou, permitindo a

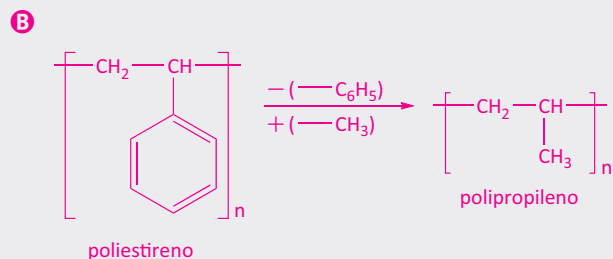
Estrondosa fazer testes de identificação. Ela tinha a informação de que esse polímero devia ser polipropileno, que queima com gotejamento e produz uma fumaça branca. Além do polipropileno, encontrou poliestireno, que queima com produção de fumaça preta. Tudo isso reforçava a idéia da troca do fármaco, ou de uma parte dele, ao menos, incriminando o vigia.

- A** Escreva a equação que representa a reação de dissolução do alumínio, admitindo um possível reagente utilizado por Estrondosa.
- B** Pode-se dizer que a diferença entre o poliestireno e o polipropileno, na fórmula geral, está na subs-

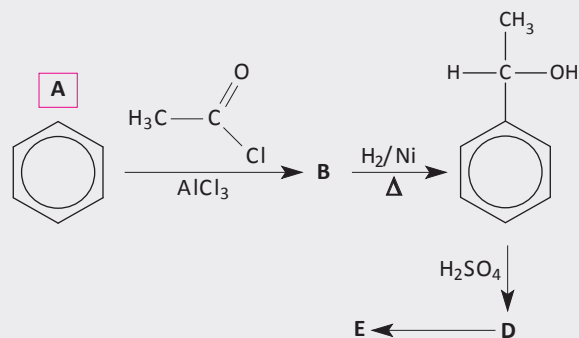
tituição do anel aromático por um radical metila. Se o poliestireno pode ser representado por $-\text{[CH}_2\text{CH(C}_6\text{H}_5\text{)]}_n-$, qual é a representação do polipropileno?

Resolução:

A O reagente usado pode ser um ácido, por exemplo: ácido clorídrico, que “dissolve” o alumínio, produzindo o gás hidrogênio, conforme a equação: $\text{Al(s)} + 3\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{AlCl}_3\text{(aq)} + 3/2\text{H}_2\text{(g)}$



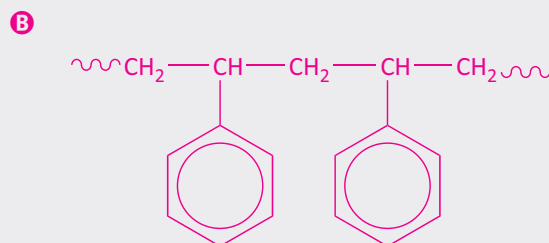
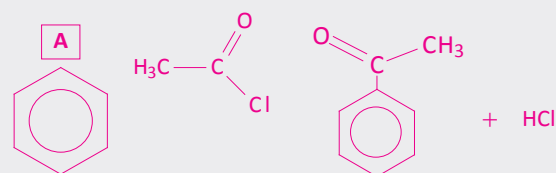
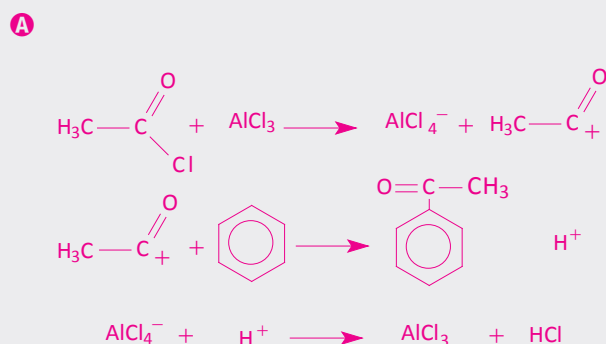
02 | UFG O benzeno, ao reagir com cloreto de acetila, produz a substância **B** (metil-fenil-cetona). Essa é reduzida à substância **C**, que por desidratação, em meio ácido, produz a substância **D**. A substância **D** sofre reação de polimerização produzindo o poliestireno.



A Escreva as equações químicas, indicando o mecanismo envolvido na formação da substância **B**, a partir de **A** e das condições indicadas.

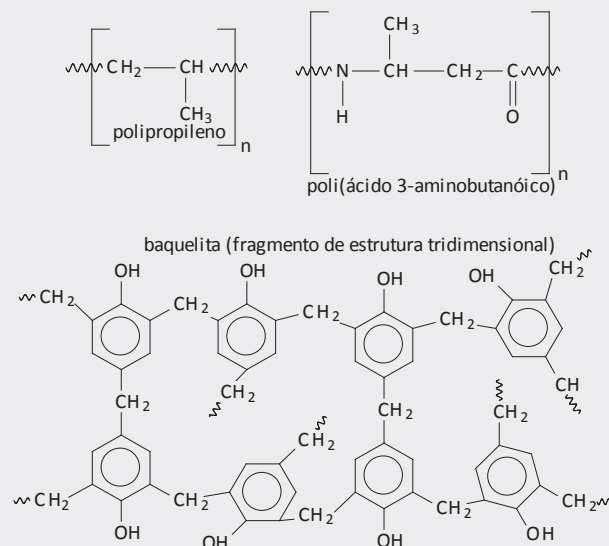
B Escreva a estrutura da substância **E**.

Resolução:



03 | FUVEST Aqueles polímeros, cujas moléculas se ordenam paralelamente umas às outras, são cristalinos, fundindo em uma temperatura definida, sem decomposição. A temperatura de fusão de polímeros depende, dentre outros fatores, de interações moleculares, devidas a forças de dispersão, ligações de hidrogênio, etc., geradas por dipolos induzidos ou dipolos permanentes.

Abaixo são dadas as estruturas moleculares de alguns polímeros.



Cada um desses polímeros foi submetido, separadamente, a aquecimento progressivo. Um deles fundiu-se a 160°C, outro a 330°C e o terceiro não se fundiu, mas se decompôs.

Considerando as interações moleculares, dentre os três polímeros citados,

- A** qual deles se fundiu a 160 °C? Justifique.
- B** qual deles se fundiu a 330 °C? Justifique.
- C** qual deles não se fundiu? Justifique.

**Resolução:**

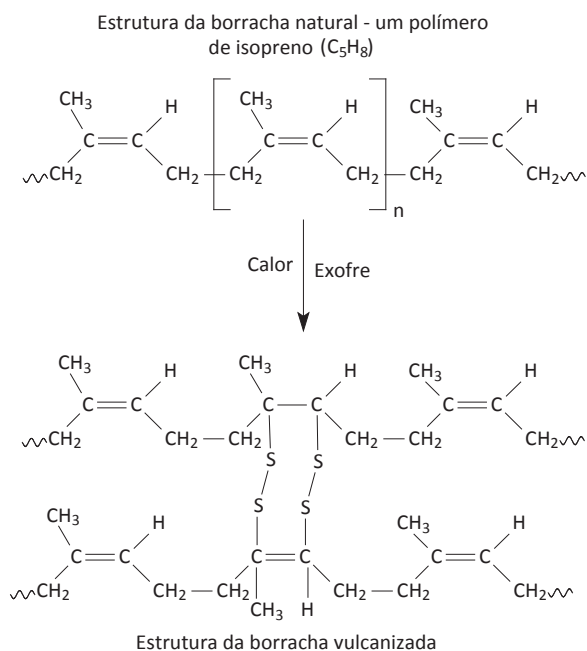
- A** Polipropileno. Apresenta estrutura apolar, portanto as interações moleculares são mais fracas (dipolos induzidos).
- B** Poli (ácido 3-aminobutanóico). Apresenta estrutura

polar, portanto as interações moleculares são mais fortes (dipolos permanentes e ligações de hidrogênio).

- C** Baquelita. Apresenta uma estrutura tridimensional única e não moléculas ordenadas paralelamente, por isso se decompõe e não se fundiu.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | FUVEST A borracha natural apresenta propriedades que limitam o seu uso. Por exemplo, ao ser aquecida, torna-se mole e pegajosa. O processo de vulcanização da borracha, desenvolvido a partir de 1839 e exemplificado na figura abaixo, permitiu a produção de pneus, mangueiras e outros utensílios incorporados à vida cotidiana. A utilidade industrial da borracha estimulou sua exploração comercial a partir das seringueiras da Amazônia. A produção brasileira desse produto dominou o mercado mundial até 1913, quando foi superada pela produção proveniente do cultivo de seringueiras na Ásia.



- A** Por que a adição de enxofre, no processo de vulcanização, altera as características mecânicas da borracha natural?
- B** Supondo que 16 g de enxofre foram adicionados a 1000 g de borracha natural pelo processo de vulcanização, exemplificado no esquema acima, responda: Que porcentagem de unidades de isopreno foi modificada por ligações cruzadas? (Massas molares: H = 1 g/mol, C = 12 g/mol e S = 32 g/mol)
- C** Cite e explique uma consequência social provocada pela exploração da borracha na Amazônia até 1913.

02 | UNIFESP A Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi sancionada pelo governo em agosto de 2010. É um avanço na área ambiental, já que a lei estabelece regras muito importantes, como o sistema de logística reversa. Nesse sistema, um pneu de automóvel, após a sua vida útil, deverá ser recolhido pelo fabricante, para que tenha um destino adequado. Um pneu pode ser obtido a partir do aquecimento da borracha, natural ou sintética, com enxofre na presença de um catalisador. A borracha sintética é obtida a partir da polimerização do buta-1,3-dieno.

Na reação de 1 mol de moléculas de buta-1,3-dieno com 1 mol de moléculas de hidrogênio, sob condições experimentais adequadas, obtém-se como principal produto o but-2-eno.

- A** Qual é o nome do processo que ocorre com o polímero durante a fabricação desse pneu? Quais modificações ocorrem nas cadeias do polímero da borracha após esse processo?
- B** Escreva a equação da reação de hidrogenação descrita. Apresente os isômeros espaciais do but-2-eno.

03 | UERJ Na indústria, a polimerização do propeno por poliadição via radicais livres produz um polímero cuja unidade química repetitiva tem fórmula molecular C_3H_6 .

Considere a polimerização de 2800 L de propeno nas seguintes condições:

- temperatura: 77 °C
- pressão: 20 atm

Considere, ainda, que o propeno apresente comportamento de gás ideal e seja completamente consumido no processo.

Determine a massa, em gramas, de polímero produzido e escreva sua estrutura química em bastão.

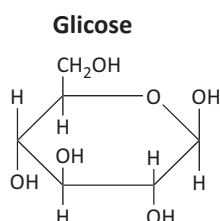
04 | UFG O ácido tereftálico é um composto orgânico formado de átomos de C, H e O. Ele é utilizado como precursor na síntese do polímero polietileno tereftalato (PET), matéria-prima para a produção de garrafas plásticas. Esse

ácido, também chamado de *p*-dicarboxilbenzeno (1), é produzido pela oxidação catalítica do *p*-dimetilbenzeno (2) com o oxigênio.

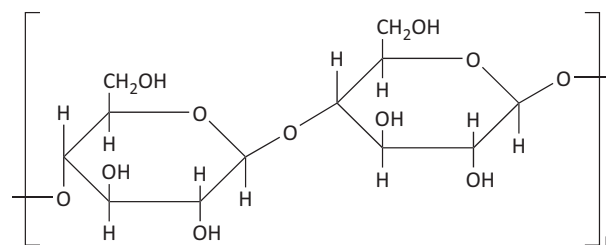
A partir das nomenclaturas,

- A** desenhe as fórmulas estruturais planas dos compostos (1) e (2);
- B** represente a fórmula estrutural plana do monômero de adição formado pela reação de esterificação do ácido tereftálico com 1,2-etanodiol.

05| UFSC A celulose atua como componente estrutural na parede celular de diversas plantas e é o principal componente químico do papel comum, como este que você está utilizando para fazer sua prova. Quimicamente, a celulose é um polímero, mais especificamente um polissacarídeo, formado pela junção de várias unidades de glicose. As fórmulas estruturais planas da glicose e da celulose são mostradas no esquema abaixo.



Celulose



Com base nas informações disponibilizadas acima:

- A** expresse a fórmula molecular da glicose.
- B** escreva o(s) nome(s) da(s) função(ões) orgânica(s) presente(s) na molécula de celulose.
- C** cite o nome da reação que ocorre entre as moléculas de glicose para formar a celulose.
- D** considere que esta folha de papel da sua prova possua cerca de 620 cm² e que o papel tenha gramatura de 75 g/m². Considere, ainda, que o papel seja composto por 80% em massa de celulose, com massa molar média de 100.000 g/mol. Calcule o número de moléculas de celulose presentes na folha de papel de sua prova.

Informação adicional: Número de Avogadro: 6,02 x 10²³.

T ENEM E VESTIBULARES

01| ENEM Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.

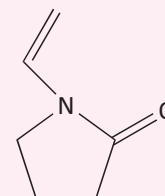
ERENO, D. Plásticos de vegetais. Pesquisa Fapesp, n. 179, jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- A** dissolvem-se na água.
- B** absorvem água com facilidade.
- C** caramelizam por aquecimento e quebram.
- D** são digeridos por organismos decompositores.
- E** decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.

02| UNIMONTES A polivinilpirrolina foi utilizada na fabricação de laquê para fixação dos cabelos e ainda é usada

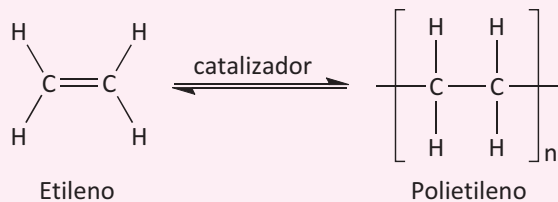
em cola para compensado. A estrutura para o monômero da polivinilpirrolina é mostrada abaixo.



Sobre a polivinilpirrolina ou 1,0 mol do seu monômero, é CORRETO o que se afirma em

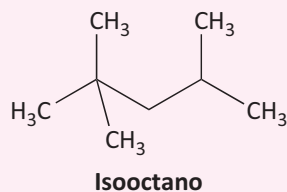
- A** Representa um polímero.
- B** Tem cerca de 70% de carbono.
- C** Apresenta isomeria ótica.
- D** Representa uma amina cíclica.

03| UNIEVANGÉLICA Os plásticos e derivados são materiais artificiais, geralmente de origem orgânica, que em alguma etapa de sua fabricação são moldados com ajuda de calor e pressão. Um exemplo desses materiais é o polietileno, que é produzido a partir da reação de polimerização, conforme a equação a seguir.

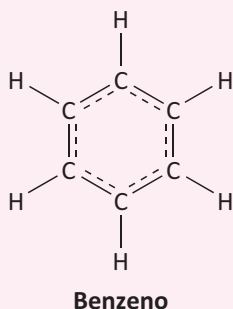


Nessas condições, qual composto pode ser usado para uma reação de polimerização?

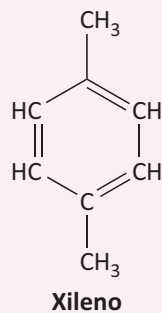
A



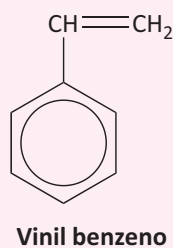
B






C



D



04 | FAMERP A tabela apresenta as reações de polimerização para obtenção de três importantes polímeros, seus principais usos e seus símbolos de reciclagem.

$n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	sacolas plásticas e garrafas plásticas	
$n\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \rightarrow (-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$	copos plásticos e para-choques de automóveis	
$n\text{HC}=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}\text{H}_2 \rightarrow \left(\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}} \right)_n$	embalagens e, na forma expandida, isopor	

Os polímeros mencionados referem-se aos polímeros poliestireno, polietileno e polipropileno, não necessariamente na ordem da tabela. Os polímeros polietileno e polipropileno apresentam, respectivamente, os símbolos de reciclagem

A 4 e 6.

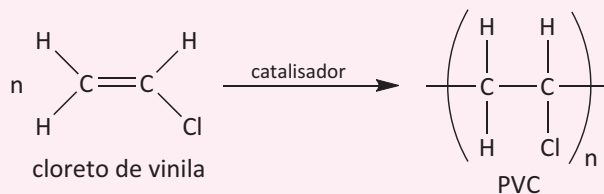
B 4 e 5.

C 5 e 4.

D 5 e 6.

E 6 e 5.

05 | CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO SP Diversos equipamentos médicos são feitos à base de PVC, um dos polímeros que apresenta maior resistência aos diversos métodos de esterilização. A reação de polimerização do PVC é mostrada a seguir:



A classificação do PVC, quanto à reação de polimerização, e o isômero de um composto formado pela estrutura do cloreto de vinila em que o átomo de hidrogênio, indicado pela seta à esquerda da figura, foi substituído por um átomo de cloro, são, respectivamente,

A copolímero e cis.

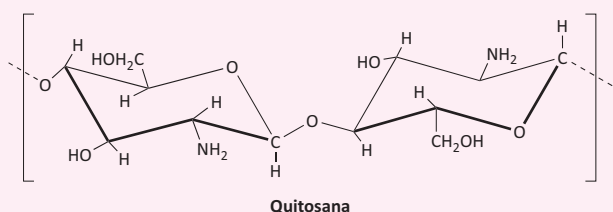
B polímero de adição e trans.

C polímero de condensação e cis.

D polímero de condensação e trans.

E polímero de adição e cis.

06 | ENEM Duas matérias-primas encontradas em grande quantidade no Rio Grande do Sul, a quitosana, um biopolímero preparado a partir da carapaça do camarão, e o polioliol, obtido do óleo do grão da soja, são os principais componentes de um novo material para incorporação de partículas ou princípios ativos utilizados no preparo de vários produtos. Esse material apresenta viscosidade semelhante às substâncias utilizadas atualmente em vários produtos farmacêuticos e cosméticos, e fabricadas a partir de polímeros petroquímicos, com a vantagem de ser biocompatível e biodegradável. A fórmula estrutural da quitosana está apresentada em seguida.

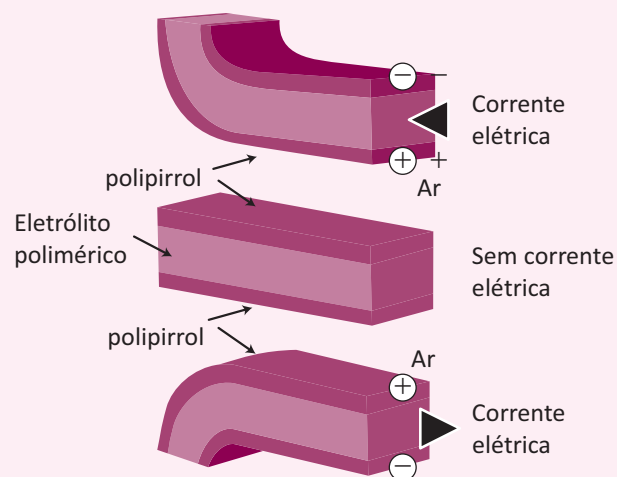


Carapaça versátil. Pesquisa Fapesp. Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 20 maio 2009 (adaptado).

Com relação às características do material descrito, pode-se afirmar que

- A** o uso da quitosana é vantajoso devido a suas propriedades, pois não existem mudanças em sua pureza e peso molecular, características dos polímeros, além de todos os seus benefícios ambientais.
- B** a quitosana tem em sua constituição grupos amina, pouco reativos e não disponíveis para reações químicas, com as vantagens ambientais comparadas com os produtos petroquímicos.
- C** o polímero natural quitosana é de uso vantajoso, pois o produto constituído por grupos álcool e amina tem vantagem ambiental comparado com os polímeros provenientes de materiais petroquímicos.
- D** a quitosana é constituída por grupos hidroxila em carbonos terciários e derivados com polioliol, dificilmente produzidos, e traz vantagens ambientais comparadas com os polímeros de produtos petroquímicos.
- E** a quitosana é um polímero de baixa massa molecular, e o produto constituído por grupos álcool e amida é vantajoso para aplicações ambientais em comparação com os polímeros petroquímicos.

07 | ENEM Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.

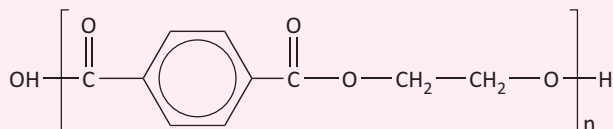


DE PAOLI, M.A. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, maio 2001 (adaptado).

A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- A** absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- B** permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- C** mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- D** permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- E** promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

08 | ENEM O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inapropriado. O politereftalato de etileno (PET), cuja estrutura é mostrada tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.



Disponível em: www.abipet.org.br. Acesso em 27 fev. 2012 (adaptado).

Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

- A** solubilização dos objetos.
- B** combustão dos objetos.
- C** trituração dos objetos.
- D** hidrólise dos objetos.
- E** fusão dos objetos.

09 | UFAM A produção de ésteres é importante em diversas áreas industriais, como na produção de aromas de alimentos e bebidas, nos detergentes e nos biocombustíveis. Sobre os ésteres é **INCORRETO** afirmar que:

- A** A transesterificação é a principal reação de produção de biodiesel usando como matérias-primas os óleos vegetais e gorduras animais.
- B** A produção do AAS (ácido acetil salicílico ou ácido 2-acetoxibenzóico) é uma reação de produção de éster, pois o ácido 2-hidroxibenzóico, um fenol, reage com anidrido acético na presença de ácido sulfúrico.
- C** Formiato de etila e acetato de metila são isômeros de função.
- D** Os cloretos de acila são extremamente reativos e utilizados na produção de ésteres.
- E** O polietilenotereftalato (PET), utilizado em garrafas de refrigerante, é produzido em uma reação de esterificação entre um ácido (ácido tereftálico) e um álcool (etilenoglicol).

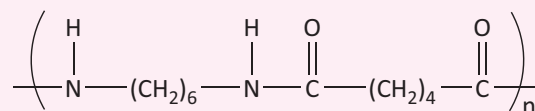
10 | PUC Naquele tempo Rudêncio servia numa brigada de baloneiros e tinha feito voos sobre o território dos Aruguas para jogar presentes retirados dos Armazéns Proibidos, aqueles objetos vindos do tempo antigo que não nos servem para nada, mas parecem ter muito valor para os atrasados Aruguas.

Rudêncio foi aos Aruguas como embaixador especial levando vários caixotes cheios daquelas cabacinhas de vidro que dizem que davam luz antigamente, daqueles tijolinhos achatados que tocavam música e falavam, daqueles cataventos de ferro de vários tamanhos que giravam sozinhos quando se apertava um botãozinho que eles têm no pé, e hoje a gente aperta e não acontece nada, aquelas chapinhas pretas com um buraco no meio, que dizem que também tocavam música, e muitas outras dessas bobagens que os antigos adoravam e que hoje nem sabemos ao certo para que servem.

[...]

(VEIGA, José J. Os pecados da tribo. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 9-10. Adaptado.)

O autor do texto menciona os baloneiros, que são os pilotos dos balões de ar quente. Esses balões são produzidos com um material especial, denominado nylon ripstop. Esse tipo de tecido é formado por uma fibra sintética (100% poliamida), trançada de forma a ampliar sua resistência mecânica a cortes e rasgos, e recebe uma proteção antichama, o que lhe confere o nome de nylon ripstop resinado. A estrutura da poliamida é mostrada na imagem a seguir:



Poliamida (ou nylon 66)

Sobre a poliamida, é correto afirmar (marque a alternativa correta):

- A** Por ser formada a partir de dois monômeros, uma amina e um ácido carboxílico, a poliamida pode ser classificada como um copolímero.
- B** Os grupos amina presentes na estrutura conferem ao polímero um caráter levemente alcalino quando colocado em água, devido à formação do grupo $-NH_2^+$.
- C** Suas unidades básicas são uma amina secundária e um ácido graxo que contém duas carboxilas em sua estrutura.
- D** É um polímero de condensação.

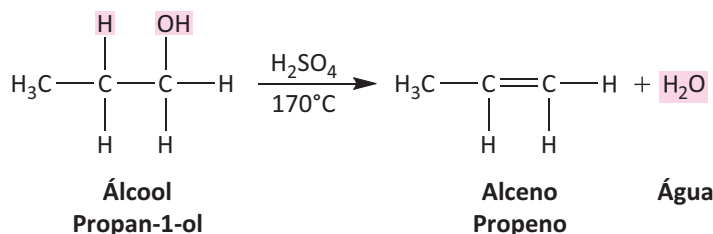
REAÇÕES DE ELIMINAÇÃO- DESIDRATAÇÃO.

São reações nas quais alguns átomos ou grupos de átomos são eliminados da molécula.

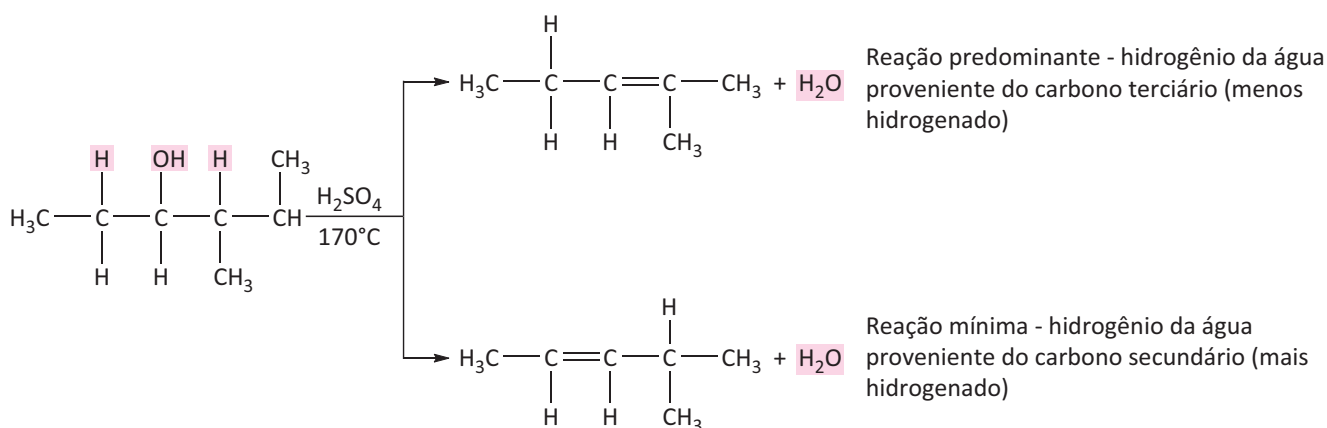
DESIDRATAÇÃO INTRAMOLECULAR

Ocorre na saída de uma molécula de água de 'dentro' de cada molécula de álcool. É favorecido na presença de um catalisador (H_2SO_4 , Al_2O_5 ou SiO_2) e de uma temperatura superior a $170^\circ C$.

Exemplo:



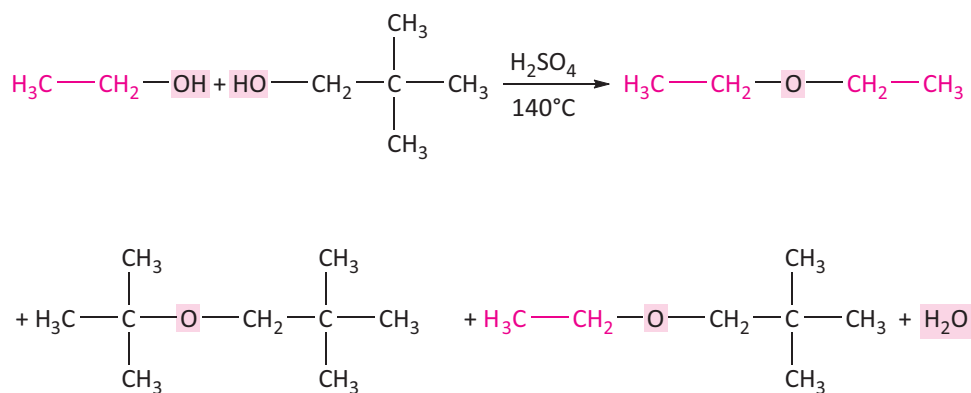
- **REGRA DE ZAITSEV:** Nas reações de eliminação, o hidrogênio preso ao carbono menos hidrogenado é mais facilmente eliminado.



DESIDRATAÇÃO INTERMOLECULAR

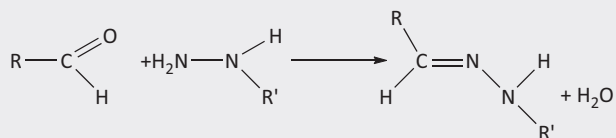
Ocorre na saída de uma molécula de água de duas moléculas de álcool, que interagem pelos grupos OH devido à formação de ligações de hidrogênio. É favorecido a temperaturas inferiores a $140^\circ C$ na presença de ácido forte.

Exemplo:

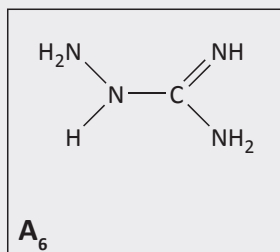
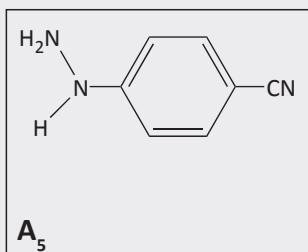
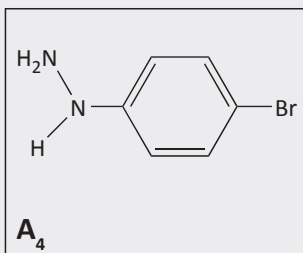
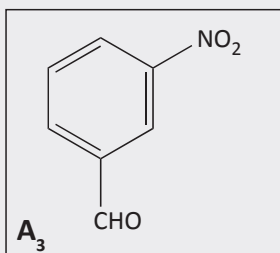
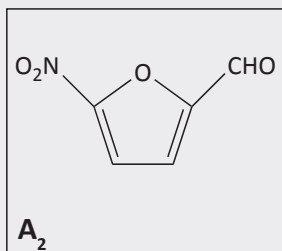
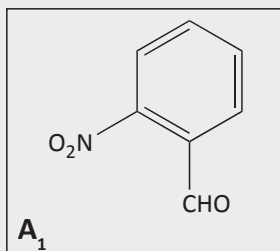


R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | FUVEST A reação representada a seguir produz compostos que podem ter atividade antibiótica:

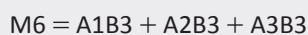
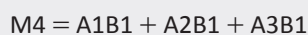
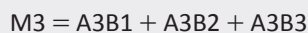
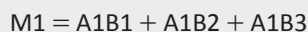


Tal tipo de reação pode ser empregado para preparar 9 compostos, a partir dos seguintes reagentes:



Esses 9 compostos não foram sintetizados separadamente, mas em apenas 6 experimentos.

Utilizando-se quantidades corretas de reagentes, foram então preparadas as seguintes misturas:



Dessas misturas, apenas M2 e M6 apresentaram atividade antibiótica.

- A** Qual o grupo funcional, presente nos compostos do tipo A, responsável pela formação dos 9 compostos citados? Que função orgânica é definida por esse grupo?
- B** Qual a fórmula estrutural do composto que apresentou atividade antibiótica?

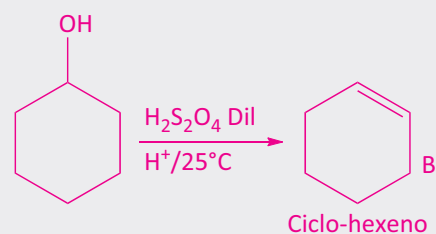
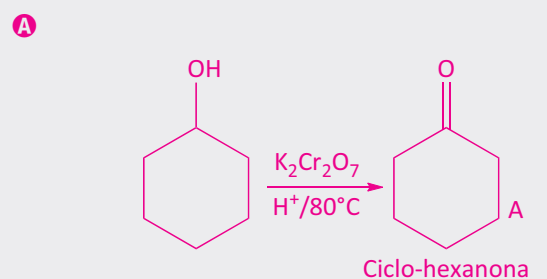
Resolução:

- A** De acordo com a reação representada, o grupo funcional presente nos compostos do tipo A responsável pelas reações é o grupo aldóxila (CHO). A função orgânica definida é o aldeído.
- B** O composto A2B3 é comum às misturas M2 e M6, logo, apresenta atividade antibiótica.

02 | UFG A reação ciclohexanol com dicromato de potássio, em meio ácido a 80°C, produz a substância **A**, e ácido sulfúrico, diluído a 25°C, produz a substância **B**.

- A** Represente essas reações químicas e dê os respectivos nomes e as fórmulas estruturais planas de A e B.
- B** Supondo uma mistura de ciclohexanol, **A** e **B**, explique como você separaria essas três substâncias.

Resolução:



- B** Destilação fracionada

03 | UFG Um álcool de fórmula $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ apresenta as seguintes características:

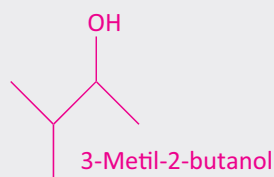
- I. por desidratação produz um alceno;

- II. por oxidação produz uma cetona;
 III. o alceno obtido na etapa (I) produz, por ozonólise, propanona e ácido etanóico.

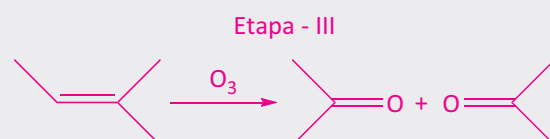
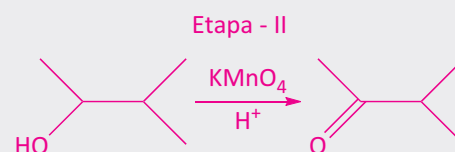
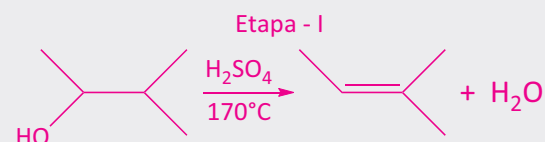
- A** Escreva a fórmula estrutural e o nome IUPAC desse álcool.
B Escreva as equações das reações químicas envolvidas nas etapas (I), (II) e (III).

Resolução:

A



B



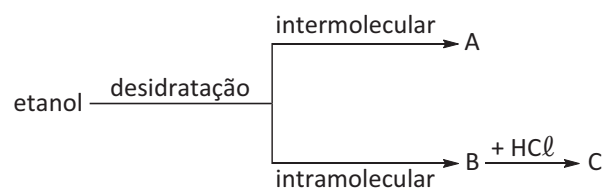
F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UFF A análise elementar de um haleto de **alquila** forneceu a seguinte composição centesimal: C = 37,16%; I = 56,19%. Quando esse haleto (o composto obtido) é tratado pelo KOH em meio alcoólico, produz-se um composto A que, ao sofrer a reação de ozonólise (oxidado pela mistura sulfo-mangânica), transforma-se em duas cetonas: B e C. O composto C também pode ser obtido pela oxidação do álcool isopropílico. Com base nessas informações:

- A** Determine e escreva a fórmula molecular desse iodo;
B Escreva a reação que se processa entre o iodeto de alquila, obtido no item anterior, e o hidróxido de potássio em meio alcoólico. Denomine o produto orgânico obtido A;
C Escreva a reação que se processa entre o composto A e a mistura sulfo-mangânica. Denomine os produtos orgânicos obtidos B e C;
D Dê o nome oficial (IUPAC) dos produtos orgânicos B e C;
E Dê o nome oficial (IUPAC) do composto A.

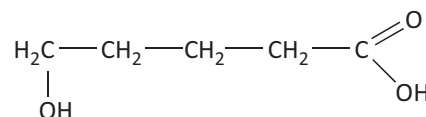
02 | UFRRJ O consumo de bebidas alcoólicas tem crescido assustadoramente, causando grande preocupação às autoridades do país. A ingestão de grandes quantidades de álcool causa danos irreversíveis ao cérebro, ao coração e ao fígado, além de provocar alterações de comportamento. Muitos jovens têm-se envolvido em acidentes de trânsito que os deixam com algum tipo de dano permanente ou os levam à morte. O álcool encontrado nas bebidas é o etanol, obtido a partir da cana-de-açúcar. Os

álcoois podem sofrer dois tipos de reação de desidratação, dependendo das condições de reação. A partir do álcool citado, observe o esquema e indique:



- A** Os nomes (oficiais) dos compostos A e C.
B A fórmula estrutural de um isômero de compensação do composto A.

03 | FUVEST Um químico, pensando sobre quais produtos poderiam ser gerados pela desidratação do ácido 5-hidróxi-pentanóico,

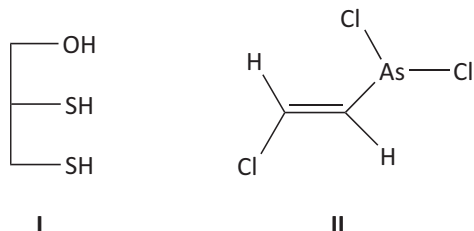


imaginou que

- A** a desidratação intermolecular desse composto poderia gerar um éter ou um éster, ambos de cadeia aberta. Escreva as fórmulas estruturais desses dois compostos.
B a desidratação intramolecular desse composto poderia gerar um éster cíclico ou um ácido com cadeia carbônica insaturada. Escreva as fórmulas estruturais desses dois compostos.



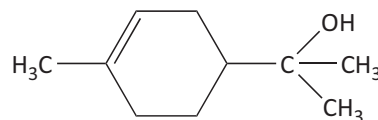
04 | UFC O BAL (*British Anti-Lewisite*), I, é um agente quelante empregado como antídoto nos envenenamentos por composto de arsênio (ex.: *Lewisite*, II) e outros metais pesados. A substituição da hidroxila em I pelo grupo ácido sulfônico, na forma do seu sal sódico, gera o agente quelante DMPS, que é muito mais solúvel em água que o BAL.



- A** Represente a estrutura do DMPS.
- B** Considerando-se que o metal tem maior afinidade por enxofre que por oxigênio, e que I reage com II

para formar um sistema cíclico de cinco membros, represente a equação balanceada dessa reação.

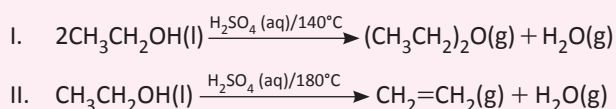
05 | UFJF Os terpenos são compostos orgânicos naturais, usados na indústria de perfumes (essências), inseticidas e condimentos. O α -terpineol pertence à classe dos terpenos e pode ser isolado do óleo essencial de lavanda. Com base na estrutura desse composto, representada a seguir, responda aos itens a, b, c e d.



A desidratação de α -terpineol em meio ácido produz dois compostos isômeros de fórmula molecular $C_{10}H_{16}$. Represente as estruturas desses compostos e defina o tipo de isomeria que existe entre eles.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UEFS



A desidratação do etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$, na presença do ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, pode levar a produtos diferentes, a depender da temperatura do meio reacional. A 140°C , há formação do etoxietano, reação representada pela equação química I, enquanto a 180°C , o produto orgânico formado é o eteno, representado na equação química II.

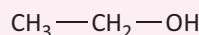
Considerando-se essas informações, é correto afirmar:

- A** O etoxietano obtido na reação I é um éster de cadeia carbônica heterogênea e saturada.
- B** A desidratação do etanol na reação II é um processo químico exotérmico que ocorre em meio ácido.
- C** A desidratação intramolecular de 2,0mol de etanol produz 1,0mol de etoxietano na reação química I.
- D** A massa de eteno obtida pela desidratação de 92g de etanol, com um rendimento de 90%, é, aproximadamente, de 50g.
- E** O aumento da temperatura, na reação II, em relação à reação I, está associado à energia necessária para a formação de ligações duplas.

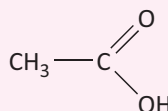
02 | UECE Muitas empresas agroindustriais dispõem de grandes volumes de matéria prima que são aptas para o

preparo de compostos orgânicos, a exemplo das usinas de álcool que comercializam parte de seus resíduos que pode ser negociada e adquirida por um custo aceitável. Considere os compostos a seguir.

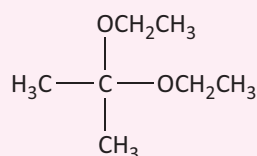
I.



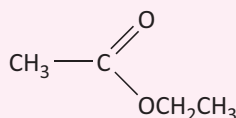
II.



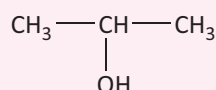
III.



IV.



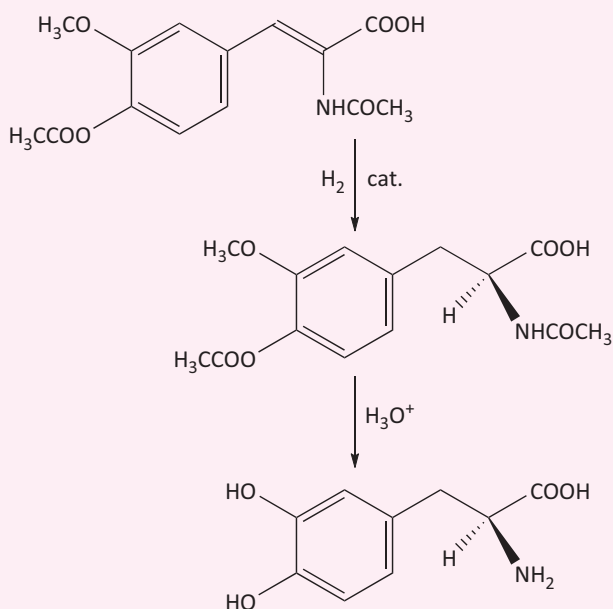
V.



Sobre os compostos acima, assinale a afirmação verdadeira.

- A** O composto IV é formado pela reação de I com II em presença de H^+ .
- B** O composto II reage com $NaHCO_3$, formando a substância $CH_3COOHCO_3$.
- C** O composto III é formado pela reação de IV com I.
- D** O composto V é formado pelo tratamento de I com H^+ e aquecimento.

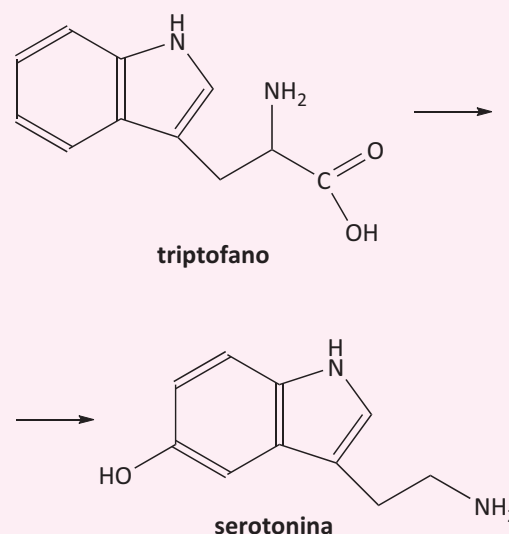
03 | UFG A L-DOPA é utilizada no tratamento do mal de Parkinson, e uma rota para sua síntese ocorre a partir de uma enamida, sendo ela um exemplo de síntese orgânica enantiosseletiva. As etapas simplificadas do processo estão apresentadas a seguir.



Considerando o exposto, conclui-se que, na última etapa da síntese, ocorre a remoção dos seguintes grupos:

- A** CH_3CO ; $NHCOCH_3$ e $COOH$
- B** CH_3 ; CH_3CO e $COOH$
- C** CH_3CO ; $NHCOCH_3$ e CH_3
- D** CH_3 ; $NHCOCH_3$ e CH_3CO
- E** CH_3 ; CH_3CO e CH_3CO

04 | UNESP Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), atualmente cerca de 5% da população mundial sofre de depressão. Uma das substâncias envolvidas nesses distúrbios é o neurotransmissor serotonina, produzido no metabolismo humano a partir do triptofano. O processo metabólico responsável pela formação de serotonina envolve a reação química global representada pela equação não balanceada fornecida a seguir.



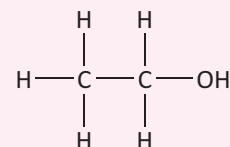
A reação de conversão de triptofano em serotonina ocorre em duas etapas metabólicas distintas. Com relação a essas duas substâncias e ao processo metabólico em que elas estão envolvidas, é correto afirmar que

- A** uma das etapas da conversão do triptofano em serotonina envolve a eliminação de um grupo amina.
- B** a serotonina apresenta função álcool.
- C** uma das etapas da conversão do triptofano em serotonina envolve a eliminação de um grupo carboxílico.
- D** por apresentarem ligações $C=C$ em suas estruturas, as duas substâncias formam isômeros geométricos.
- E** apenas a serotonina apresenta anel aromático.

05 | UECE Um dos produtos da reação entre 1 mol de 1,5-dibromo-pentano e 2 mols de zinco, que é usado na manufatura de resinas sintéticas e borrachas adesivas, é o

- A** n-pentano.
- B** pent-1-eno.
- C** penta-1,5-dieno.
- D** ciclopentano.

06 | UFF O álcool etílico pode ser encontrado tanto em bebidas alcoólicas quanto em produtos de uso doméstico e tem a seguinte estrutura química:



A diferença entre esses produtos comerciais está na concentração do etanol. Enquanto uma latinha de cerveja possui cerca de 6% do álcool, um litro do produto doméstico possui cerca de 96%, ou seja, uma concentração

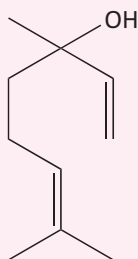


muito maior. Caso a energia acumulada, pelo consumo exagerado de algumas bebidas alcoólicas, não seja gasta, pode resultar, então, na famosa “barriga de cerveja”. O álcool altera o funcionamento normal do metabolismo.

Em relação aos álcoois, é correto afirmar que:

- A** o etanol é menos ácido do que o propano.
- B** uma reação do 2-propanol com ácido sulfúrico e aquecimento pode levar a uma reação de eliminação (desidratação).
- C** a oxidação do etanol na presença de ar atmosférico e sob ação de catalisador produz propanona e água.
- D** o 2-propanol tem ponto de ebulição menor do que o etanol.
- E** o éter etílico não pode ser obtido a partir do etanol.

- 07| UFES** O pau-rosa (*Aniba rosaeodora* var. *amazonica* Duckesyn Aniba duckei Kostermans), da família Lauraceae, destaca-se na produção de óleo essencial de aroma agradável, rico em linalol e muito utilizado na indústria de perfumaria. O óleo para fins comerciais é obtido a partir da destilação da madeira. Sobre o linalol, é CORRETO afirmar:



Estrutura do linalol

- A** Apresenta o nome sistemático de 3-hidróxi-3,7-dimetil-octa-1,6-dieno.
- B** Apresenta isomeria espacial do tipo cis-trans.
- C** Sofre reação de desidratação, levando à formação de 2 ligações duplas conjugadas.
- D** Apresenta em sua estrutura um álcool secundário.
- E** Possui 5 carbonos sp^2 e 5 carbonos sp^3 .

- 08| FSA** A desidratação do etanol, dependendo das condições em que é feita, pode ser intermolecular ou intramolecular, produzindo como principais produtos, respectivamente,

- A** álcool e éter.
- B** éter e éster.
- C** éter e hidrocarboneto.
- D** álcool e hidrocarboneto.
- E** éster e hidrocarboneto.

- 09| UFOP** Quando o 2-clorobutano sofre uma reação de eliminação na presença de KOH alcoólico, a quente, forma-se o 2-buteno como produto principal. É correto afirmar que essa eliminação segue a regra de:

- A** Hofmann.
- B** Markovnikov.
- C** Zaitsev.
- D** Alfred Nobel.

10| UEG

Texto 1

Misera! Tivesse eu aquela enorme, aquela
Claridade imortal, que toda a luz resume!

ASSIS, Machado. “Circulo vicioso”.

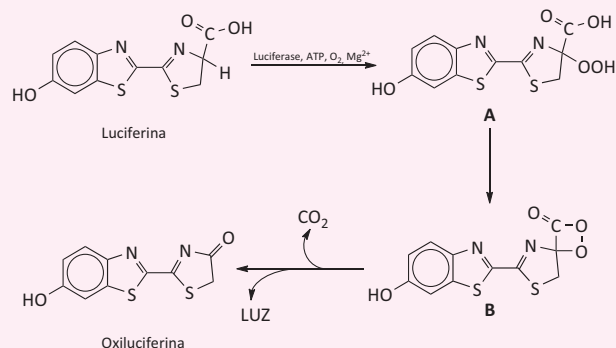
Texto 2

Energias quânticas modelam seios e braços.

Explico o momento, a nave tomba, gotas translúcidas giram
prótons e nêutrons neste céu de maio.

CARNEIRO, A. “Ondas quânticas”.

Ambos os textos fazem referência ao processo de emissão de luz por vaga-lumes. Esse processo de emissão de luz ocorre por causa de um conjunto de reações químicas que resultam na transformação da luciferina em oxiluciferina, conforme esquema abaixo.



Considerando as propriedades químicas e as reações dos compostos orgânicos envolvidos no processo de emissão de luz do vaga-lume, é CORRETO afirmar:

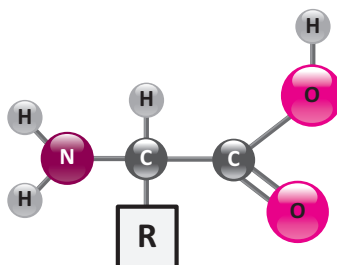
- A** A transformação do composto A no composto B é uma reação de desidratação.
- B** A conversão da luciferina no composto A é uma reação de redução.
- C** Na luciferina, o hidrogênio menos ácido está ligado ao oxigênio do grupo acila.
- D** Na oxiluciferina, todos os átomos de carbono ligados aos átomos de enxofre apresentam hibridização sp^2 .

BIOQUÍMICA

São objetos da Bioquímica que representam a parte da Química que estuda os compostos e as reações que ocorrem nos seres vivos. As biomoléculas são compostos representados por: aminoácidos, glucídios, lipídeos e ácidos nucleicos.

AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS

São compostos que apresentam o grupo amina ($-\text{NH}_2$) e o grupo ácido ($-\text{COOH}$) apresentando assim, caráter anfótero:



Nota-se que os aminoácidos são opticamente ativos, isto é, possuem um átomo de carbono quiral (exceto na glicina).

Exemplos de alguns aminoácidos:

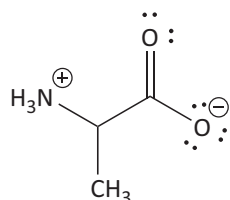
AMINOÁCIDOS				
Alanina	Arginina	Asparagina	Ácido aspártico	Cisteína
Ácido glutâmico	Glutamina	Glicina	Histidina	Isoleucina
Leucina	Lisina	Metionina	Fenilalanina	Prolina



AMINOÁCIDOS				
Serina	Treonina	Triptofano	Tirosina	Valina

PROPRIEDADES

O aminoácido pode reagir “consigo mesmo”, formando o mesmo número de cargas positiva e negativa, denominada forma isoeletrica (ou Zwitterion).



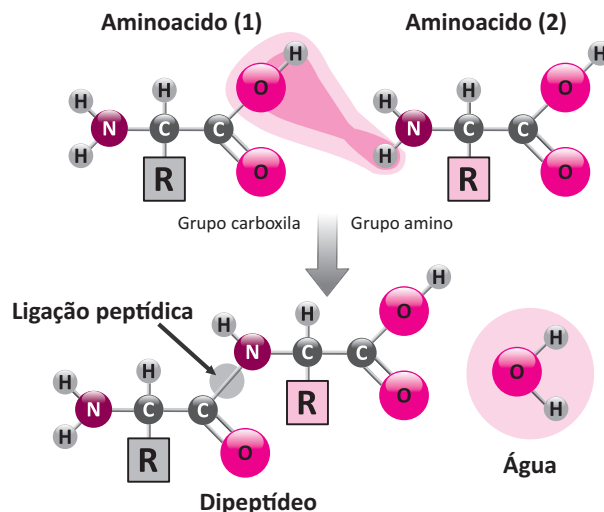
Além disso, em soluções ácidas, o aminoácido comporta-se como base, e em soluções básicas, o aminoácido comporta-se como ácido.

Principais características:

- Alto ponto de fusão;
- Sólidos cristalinos à temperatura ambiente.
- Variação do pH, transformando um aminoácido de íon positivo em negativo, ou vice versa.
- Solubilidade em água e não solubilidade em solventes apolares.

LIGAÇÃO PEPTÍDICA

É a ligação entre o radical ácido (-COOH) de uma molécula e o radical básico (NH₂) de uma outra molécula, havendo saída de água e formação de amida.



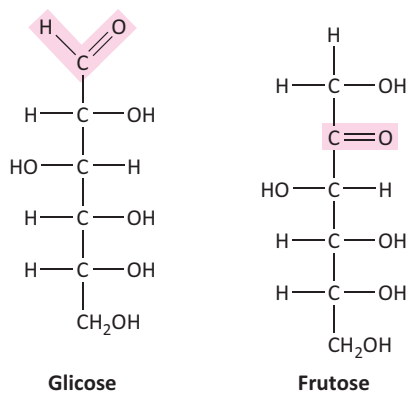
Os aminoácidos são importantes porque produzem as proteínas, que são macromoléculas biológicas formadas através da ligação peptídica. As proteínas são encontradas em ovos, queijos, carnes etc.

GLICÍDIOS

São os carboidratos, ou hidratos de carbono, ou glucídios ou açúcares. Abrangem desde o açúcar comum até compostos muito complexos, como a celulose e o amido. Os glicídios mais simples são constituídos por Carbono, Hidrogênio e Oxigênio e têm a fórmula geral: $C_n(H_2O)_x$

Os glicídios podem ser:

MONOSSACARÍDEOS



OLIGOSSACARÍDEOS

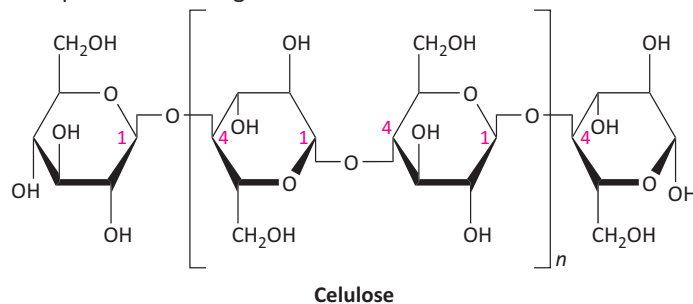
São glicídios que através da hidrólise, produzem de 2 a 10 monossacarídeos. Os principais são:

Dissacarídeos

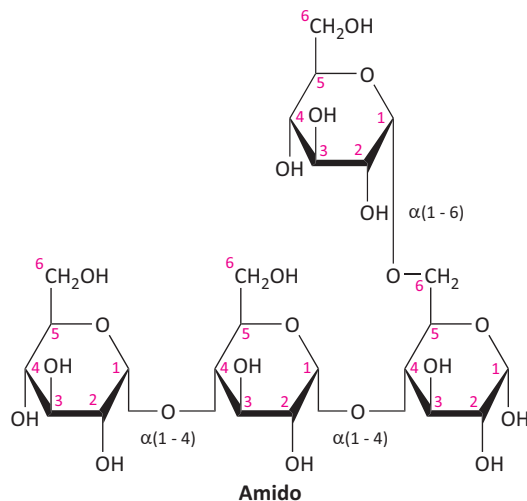
- Sacarose (glicose + frutose) – Açúcar da cana;
- Maltose (α -glicose + α -glicose);
- Lactose (galactose + glicose) Açúcar do leite.

POLISSACARÍDEOS

Celulose: estrutura fibrilar, muito presente nos vegetais.



Amido: na amilose encontramos união de α -glicoses



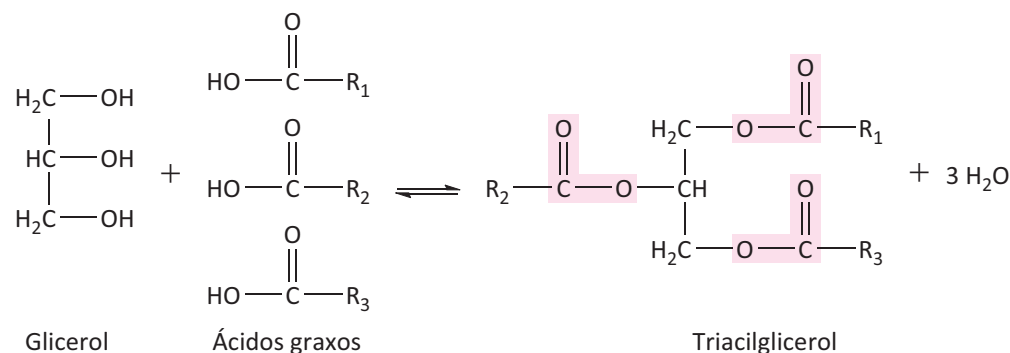


LIPÍDEOS

O termo lipídios engloba todas as substâncias gordurosas existentes nos Reinos animal e vegetal. São pouco solúveis em água, muito solúveis em solventes apolares e pouco solúveis em polares. Do ponto de vista químico, os lipídios são ésteres, formados de ácidos graxos superiores com alcoóis. Ácidos graxos superiores são ácidos monocarboxílicos com número par de carbonos (geralmente superior a dez).

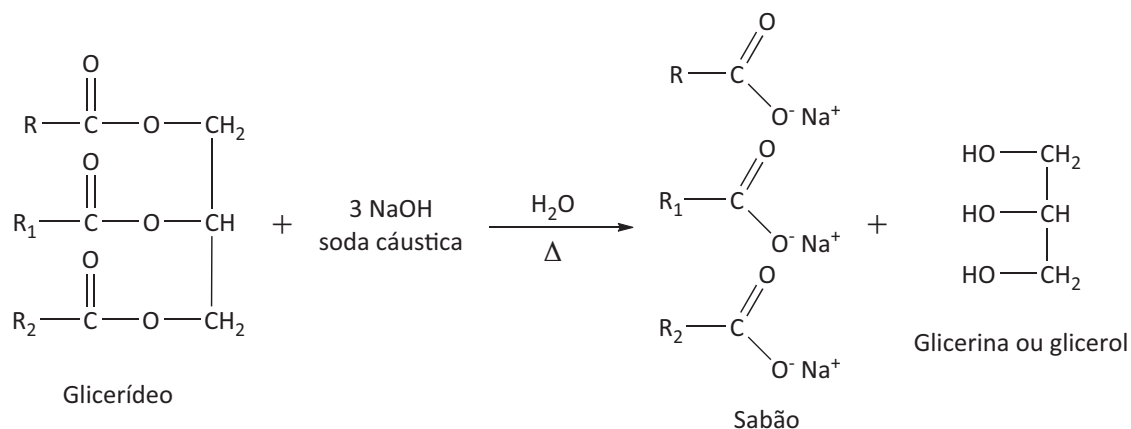
GLICERÍDEOS

São ésteres da glicerina com ácidos graxos superiores. A reação de formação de um glicerídeo é:



REAÇÃO DE SAPONIFICAÇÃO

Atualmente, o sabão é obtido de gorduras (de boi, de porco, de carneiro, etc) ou de óleos (de algodão, de vários tipos de palmeiras, etc.). A hidrólise alcalina de glicerídeos é denominada genericamente, de reação de saponificação, porque numa reação desse tipo, quando é utilizado um éster proveniente de um ácido graxo, o sal formado recebe o nome de sabão. A equação abaixo representa genericamente a hidrólise alcalina de um óleo ou de uma gordura:



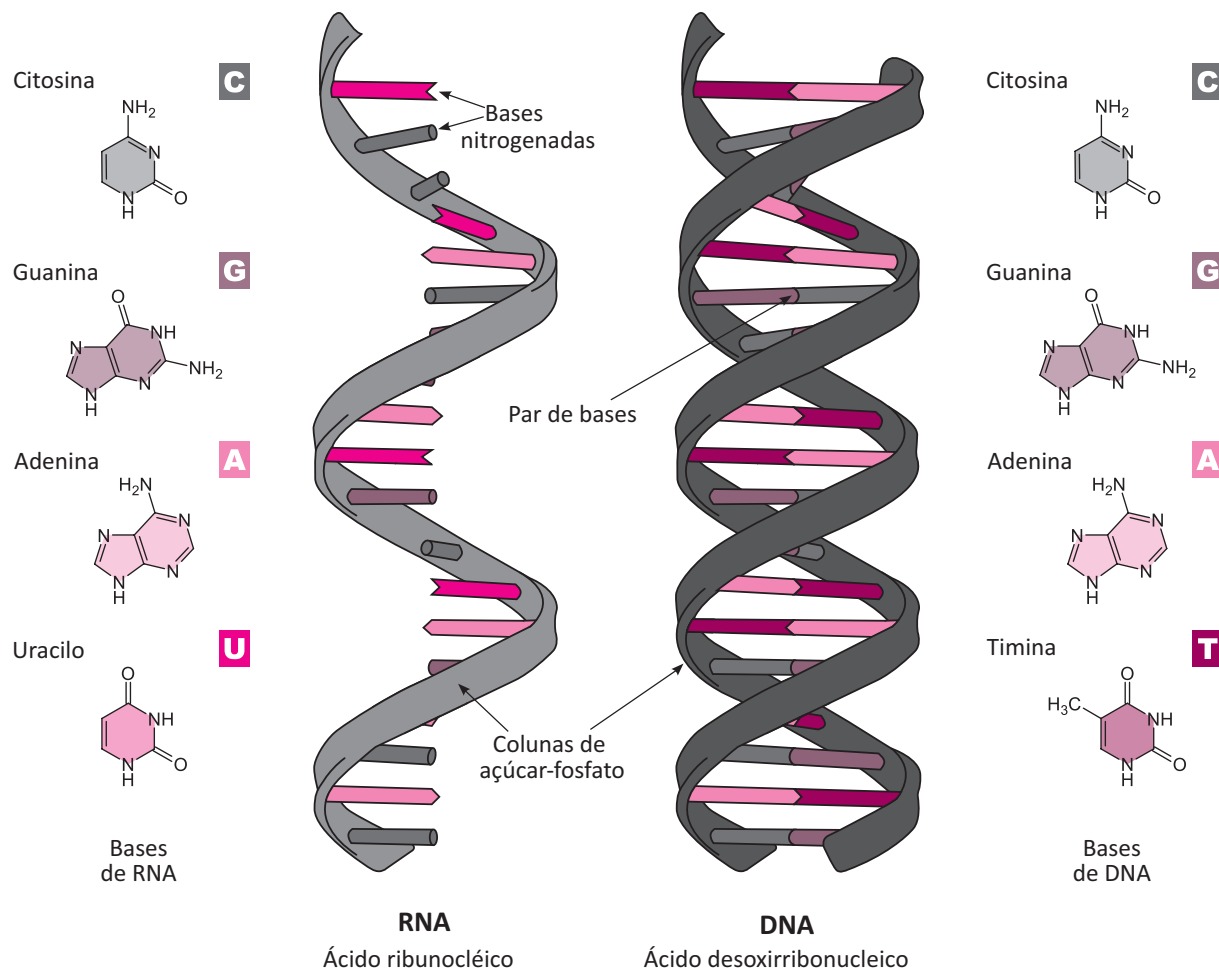
ÁCIDOS NUCLÉICOS

São macromoléculas formadas pela união de moléculas de H_3PO_4 (ácido fosfórico), pentoses (açúcares) e bases nitrogenadas cíclicas (púricas e pirimídicas).

Os ácidos nucleicos são divididos em dois grandes grupos:

- RNA (ácido ribonucleico): ao sofrer hidrólise, produz H_3PO_4 , ribose, adenina, guanina, citosina e uracila. Contém a ribose e controla a produção de proteínas no interior das células.
- DNA (ácido desoxirribonucleico): ao sofrer hidrólise, produz H_3PO_4 , desoxirribose, adenina, guanina, citosina e timina. Encerra toda a informação genética dos seres vivos.

As pentoses (ribose e desoxirribose) são açúcares. As bases nitrogenadas cíclicas são: adenina e guanina (bases púricas) e citosina, timina e uracila (bases pirimídicas).

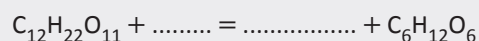


R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UNICAMP Os nossos heróis estranharam a presença dos dois copos sobre a mesa, indicando que teria passado mais alguém por ali. Além disso, havia leite e, pela ficha cadastral, eles sabiam que o guarda não podia tomá-lo, pois sofria de deficiência de lactase, uma enzima presente no intestino delgado. Portanto, se o guarda tomasse leite, teria diarreia.

Na presença de lactase, a lactose, um dissacarídeo, reage com água dando glicose e galactose, monossacarídeos.

A Complete a equação a seguir, que representa a transformação do dissacarídeo em glicose e galactose:

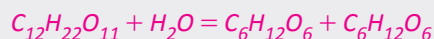


B Se, com a finalidade de atender as pessoas deficientes em lactase, principalmente crianças, um leite for tratado com a enzima lactase, ele terá o seu “índice

de doçura” aumentado ou diminuído? Justifique. Lembre-se que o “poder edulcorante” é uma propriedade aditiva e que traduz quantas vezes uma substância é mais doce do que o açúcar, considerando-se massas iguais. A lactose apresenta “poder edulcorante” 0,26, a glicose 0,70 e a galactose 0,65.

Resolução:

A



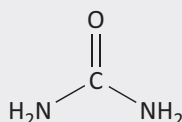
lactose glicose galactose

B A presença de lactase favorece a transformação da lactose (0,26 de “índice de doçura”) para glicose (0,70 de “índice de doçura”) e galactose (0,65 de “índice de doçura”), logo, terá o índice de doçura aumentado.



02 | FUVEST Pesquisadores da Universidade de São Paulo mostraram que as bromélias, que vivem no alto de árvores e acumulam água entre suas folhas, obtêm nitrogênio da ureia presente nessa água e que é proveniente da urina dos anfíbios que aí habitam. Nessas plantas, a ureia sofre uma reação catalisada pela enzima urease, que origina amônia e gás carbônico. Em outra reação, catalisada pela enzima sintetase de glutamina, a amônia formada é utilizada na produção do aminoácido glutamina.

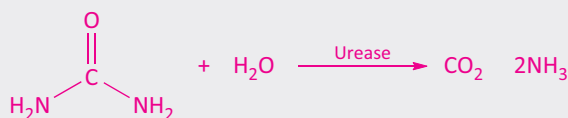
Revista Pesquisa FAPESP, 157, março de 2009. Adaptado.



- A** Escreva a equação química balanceada que representa a reação, citada no texto, em que são produzidos amônia e gás carbônico.
- B** Em que processos, associados ao crescimento das plantas, as bromélias podem utilizar o gás carbônico e a glutamina?

Resolução:

A

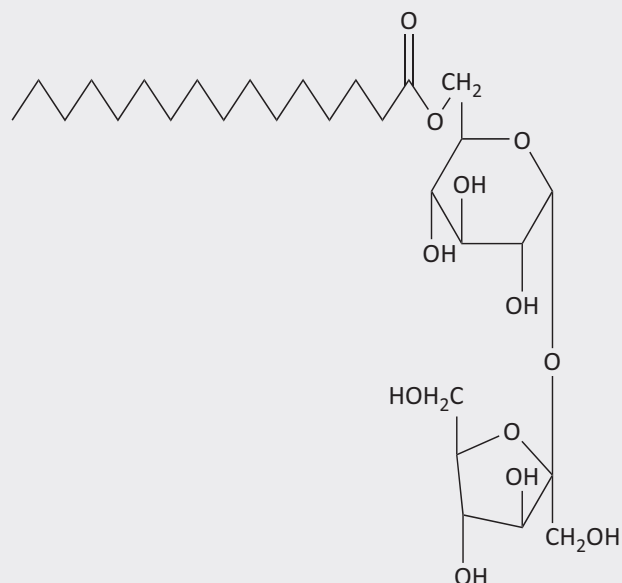


- B** As bromélias utilizam o gás carbônico no processo de fotossíntese, em que ocorre produção de carboidratos, relacionados, entre outras coisas, à obtenção de energia e à síntese de celulose pelo vegetal. A glutamina, por ser um aminoácido, é utilizada na síntese de proteínas, substâncias também envolvidas no crescimento.

03 | FUVEST Tensoativos são substâncias que promovem a emulsificação de uma mistura de água e óleo, não permitindo sua separação em camadas distintas. Esta propriedade se deve ao fato de possuírem, em sua estrutura molecular, grupos com grande afinidade pela água (hidrofílicos) e também grupos com afinidade pelo óleo (lipofílicos). Um tensoativo, produzido a partir de duas substâncias naturais, sendo uma delas a sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), é utilizado na produção de alimentos tais como sorvetes, maioneses e molhos para salada. Sua fórmula estrutural é mostrada abaixo.

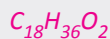
- A** Qual é a fórmula molecular do composto que, ao reagir com a sacarose, produz o tensoativo citado? A que função orgânica pertence?

- B** Na fórmula estrutural do tensoativo, circunde, com uma linha pontilhada, a parte hidrofílica e a parte lipofílica. Justifique sua escolha, em termos de forças de interação do tensoativo com a água e com o óleo.

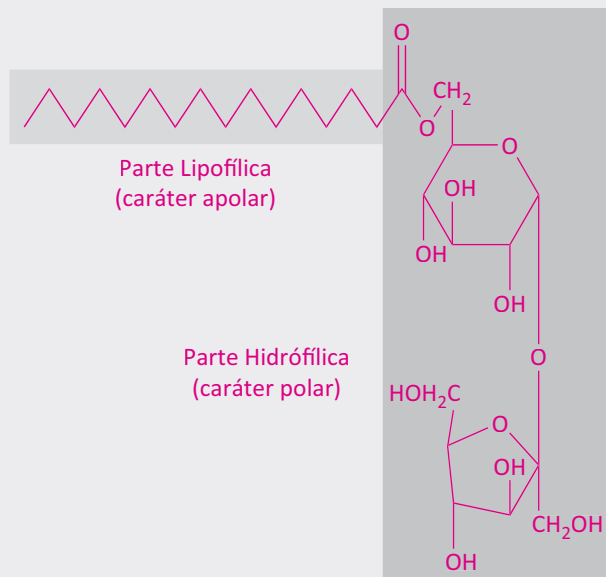


Resolução:

A



- B** Essa substância pertence à função ácido carboxílico.

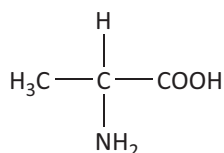


Na parte hidrofílica, as forças de interação com a água são as ligações de hidrogênio.

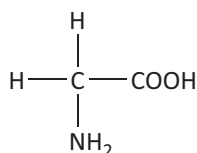
Na parte lipofílica, as forças de interação com o óleo são do tipo dipolo induzido.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

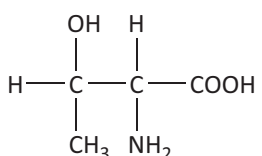
01 | UFG Os aminoácidos são espécies anfóteras que apresentam grupos amina e carboxila em suas estruturas químicas. A reação entre um grupo amina de um aminoácido e o grupo carboxila de outro aminoácido ocorre por meio de uma ligação denominada peptídica, resultando na formação de um peptídeo. Analise as estruturas dos aminoácidos alanina, glicina, treonina e leucina, que estão apresentadas a seguir.



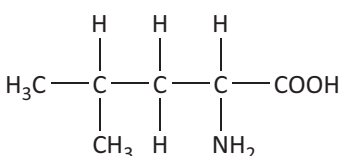
Alanina



Glicina



Treonina



Treonina

Considerando-se as estruturas químicas apresentadas,

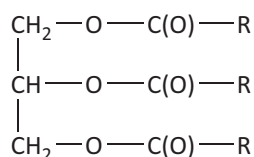
- A** represente a estrutura planar de um peptídeo formado pela reação entre alanina e glicina;
- B** represente a estrutura planar do peptídeo formado na reação entre treonina e leucina e indique o número de carbonos quirais presentes.

02 | UFG O pequi é um fruto típico do Cerrado brasileiro. Sua polpa é rica em ácidos graxos, dos quais os ácidos oleico (9-*cis*-9-octadecenoico) e palmítico (hexadecanoico) estão presentes em percentuais iguais a 55% e 35%, respectivamente.

Ante o exposto,

- A** calcule as massas dos ácidos oleico e palmítico presentes em 500 g de polpa de pequi;
- B** escreva a fórmula estrutural plana e a fórmula molecular dos ácidos oleico e palmítico.

03 | UFMG Considere um triglicerídeo representado por esta fórmula geral:



1. **ESCREVA** a equação completa e balanceada da reação de saponificação desse triglicerídeo, em que se utiliza KOH como reagente.

2. Para a saponificação completa de uma amostra de 8,06 g desse triglicerídeo, consumiram-se 60,0 mL de uma solução 0,500 mol/L de KOH.

CALCULE a quantidade, em mol, e a massa molar do triglicerídeo presente nessa amostra.

(Deixe seus cálculos indicados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

Quantidade:

Massa molar:

3. Considere que todas as cadeias carbônicas desse triglicerídeo são saturadas e possuem o mesmo número de átomos de carbonos.

CALCULE o número de átomos de carbono presente nas cadeias de ácidos graxos desse triglicerídeo.

(Deixe seus cálculos indicados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

04 | UNICAMP A população humana tem crescido inexoravelmente, assim como o padrão de vida. Consequentemente, as exigências por alimentos e outros produtos agrícolas têm aumentado enormemente e hoje, apesar de sermos mais de seis bilhões de habitantes, a produção de alimentos na Terra suplanta nossas necessidades. Embora um bom tanto de pessoas ainda morra de fome e um outro tanto morra pelo excesso de comida, a solução da fome passa, necessariamente, por uma mudança dos paradigmas da política e da educação. Não tendo, nem de longe, a intenção de aprofundar nessa complexa matéria, essa prova simplesmente toca, de leve, em problemas e soluções relativos ao desenvolvimento das atividades agrícolas, mormente aqueles referentes à Química. Sejam críticos no trato dos danos ambientais causados pelo mau uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, mas não nos esqueçamos de mostrar os muitos benefícios que a Química tem proporcionado à melhoria e continuidade da vida.

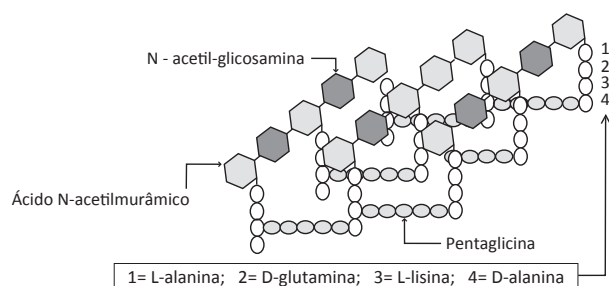
Uma hexose, essencial para o organismo humano, pode ser obtida do amido, presente no arroz, na batata, no milho, no trigo, na mandioca, ou da sacarose proveniente da cana-de-açúcar. A sua fórmula estrutural pode ser representada como uma cadeia linear de carbonos, apresentando uma função aldeído no primeiro carbono. Os demais carbonos apresentam, todos, uma função álcool, sendo quatro representadas de um mesmo lado da cadeia e uma quinta, ligada ao terceiro carbono, do ou-



tro lado. Essa mesma molécula (hexose) também pode ser representada na forma de um anel de seis membros, com cinco átomos de carbono e um de oxigênio, já que o oxigênio do aldeído acaba se ligando ao quinto carbono.

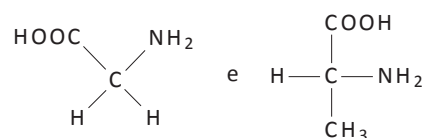
- A** Desenhe a fórmula estrutural linear da hexose de modo que a cadeia carbônica **fique na posição vertical** e a maioria das funções álcool fique no lado direito.
- B** A partir das informações do texto, desenhe a estrutura cíclica dessa molécula de hexose.

05 | UFMG O peptidoglicano, representado abaixo, é um dos componentes da parede celular de bactérias Gram positivas como o *Staphylococcus aureus*. Ele é composto de cadeias poliméricas de açúcares (glicanas) com ligações beta 1 → 4, unidas por cadeias peptídicas.



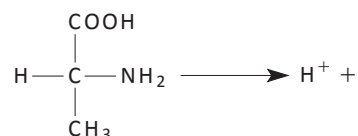
Na estrutura do peptidoglicano, existe uma unidade pentaglicina que une D-alanina e L-lisina de duas unidades poliméricas de açúcares vizinhas. As fórmulas estru-

turais dos aminoácidos glicina e D-alanina são, respectivamente,

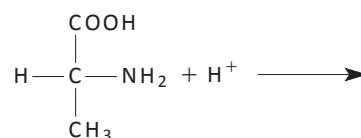


- A** **ESCREVA** a fórmula estrutural da pentaglicina.
- B** Os aminoácidos são anfólitos, eletrólitos que podem ser doadores ou receptores de prótons. **COMPLETE** as equações das reações em que a D-alanina, nas formas abaixo, se comporta como doador e como receptor de prótons.

D-alanina como doador de prótons



D-alanina como receptor de prótons



T ENEM E VESTIBULARES

01 | UNIFOR A intolerância à lactose é uma incapacidade para digerir completamente a lactose, o açúcar predominante do leite. A lactose é um dissacarídeo e sua absorção requer hidrólise prévia no intestino delgado por uma beta-galactosidase da borda em escova, comumente chamada lactase. A deficiência de lactase conduz à má-digestão da lactose e à consequente intolerância. A lactose não digerida, conforme passa pelo cólon, é fermentada por bactérias colônicas, havendo produção de ácidos orgânicos de cadeia curta e gases. Isto resulta em cólicas, flatulência, dor e diarreia osmótica.

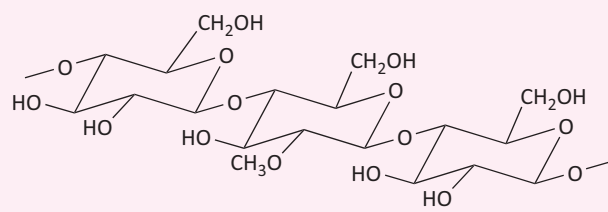
Fonte: TÊO, Carla Rosane Paz Arruda. Intolerância à lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional. Arq. ciências saúde UNIPAR;6(3):135-140, set.-dez. 2002.

A ação da beta-galactosidase da borda em escova, comumente chamada lactase sobre a lactose, produz:

- A** Um polissacarídeo de galactose e um monossacarídeo de glicose.

- B** Um dissacarídeo de glicose e uma proteína de reserva do leite.
- C** Um monossacarídeo de glicose e monossacarídeo de galactose.
- D** Um monossacarídeo de glicose e um polissacarídeo de glicogênio
- E** Uma proteína do leite e uma substância de reserva vegetal.

02 | UEFS



Metilcelulose

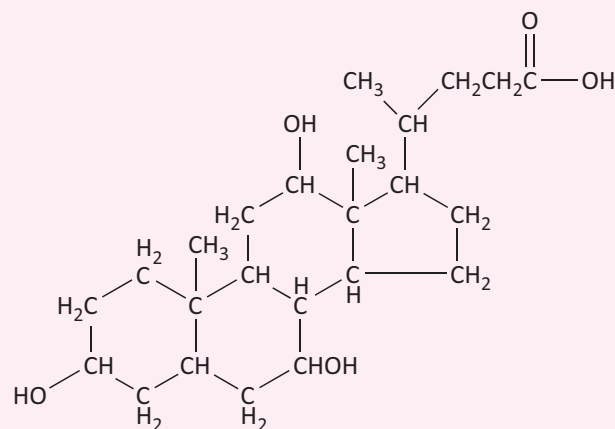
Informação Nutricional (porção de 15g)	Quantidade (em grama)
Gorduras totais	3,0
Gorduras saturadas	2,7
Aditivo, INS*/código e nome	
Conservante 223	Metabissulfito de sódio (Na ₂ S ₂ O ₅)
Acidulante 330	Ácido cítrico
Espessante 46	Metilcelulose
*Sistema Internacional de Numeração de aditivos de alimentos	

Uma marca de leite de coco industrializado apresenta as informações nutricionais, no rótulo da embalagem do produto, resumidas na tabela.

Considerando-se o fragmento da cadeia carbônica da metilcelulose, a análise das informações do rótulo do alimento, permite concluir:

- A** A porcentagem de gordura saturada em 150g do produto, é de 18%.
- B** O índice de iodo das gorduras totais do leite de coco é muito maior do que o de igual massa de óleo insaturado.
- C** A absorção de água, em razão da formação de ligações de hidrogênio com moléculas de metilcelulose, é indicador de alta concentração de leite de coco no produto.
- D** O leite de coco é uma emulsão no qual o disperso é a água e o dispersante é a gordura, que forma um agregado de óleo na superfície do produto na presença de ácido cítrico.
- E** O metabissulfito de sódio impede a oxidação do leite de coco na presença de ar e se transforma em íons sulfeto, S²⁻(aq).

03 | ENEM A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



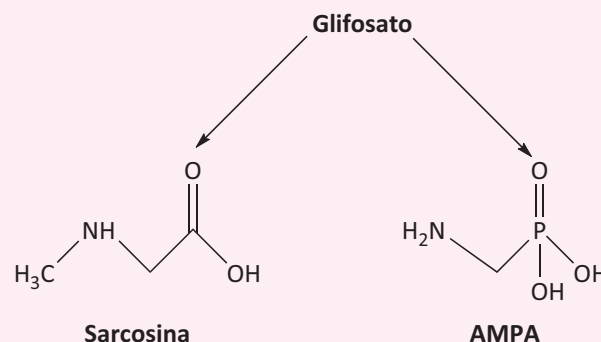
Ácido cólico

UCKO, D. A. *Química para as Ciências da Saúde: uma Introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica*. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- A** carboxila do ácido cólico.
- B** aldeído do ácido cólico.
- C** hidroxila do ácido cólico.
- D** cetona do ácido cólico.
- E** éster do ácido cólico.

04 | ENEM O glifosato (C₃H₈NO₅P) é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas, classificado como não seletivo. Esse composto possui os grupos funcionais carboxilato, amino e fosfonato. A degradação do glifosato no solo é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos, que usam o produto como fonte de energia e fósforo. Os produtos da degradação são o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o N-metilglicina (sarcosina):

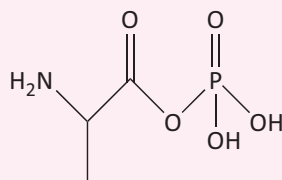


AMARANTE JR., O. P. et al. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 3, 2002 (adaptado).

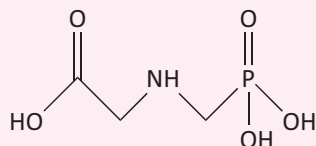
A partir do texto e dos produtos de degradação apresentados, a estrutura química que representa o glifosato é:



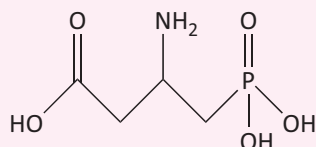
A



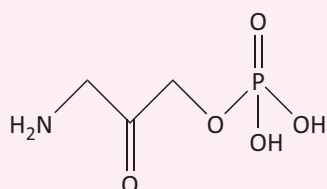
B



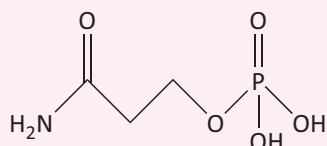
C



D



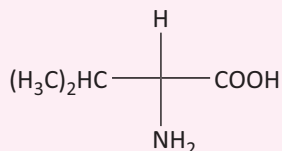
E



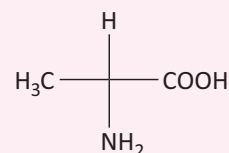
05 | UNIOESTE As proteínas são importantes biomoléculas constituídas por aminoácidos, denominados proteínogênicos. Estruturalmente os aminoácidos proteínogênicos são alfa-aminoácidos com diferentes cadeias laterais que os diferenciam entre si. Abaixo são representadas algumas estruturas de aminoácidos.

Assinale a alternativa que NÃO representa um aminoácido proteínogênico.

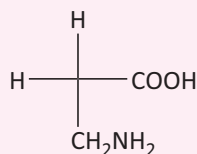
A



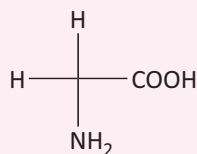
B



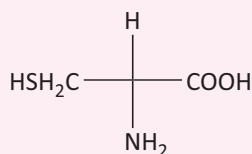
C



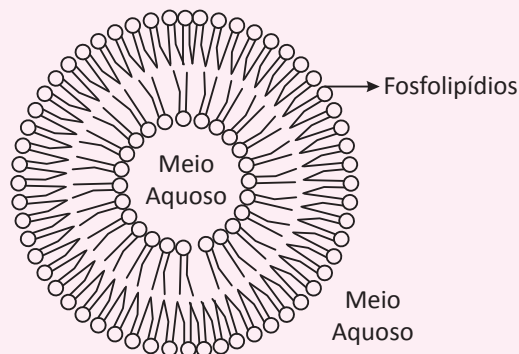
D



E



06 | ENEM Quando colocados em água, os fosfolípidos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



Disponível em: <http://course1.winona.edu>. Acesso em 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolípidos apresentarem uma natureza

- A** polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- B** apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- C** anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- D** insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- E** anfífilica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

07 | UNIMONTES O leite é essencial para a alimentação humana, principalmente nas fases de crescimento por apresentar diversos nutrientes. A tabela a seguir apresenta alguns aspectos em relação a esse alimento:

Constituintes do leite	Teor (g/Kg) – valores médios
Água	873
Lactose	46
Gordura	46
Proteínas	32,5
Minerais	6,5
Outros	3,2
Propriedades Físico-químicas	
Densidade	Média = 1,032 g cm ⁻³ (Varia em função do teor de gordura)
Acidez natural	0,17 % em ácido láctico
Substâncias utilizadas para adulterar o leite	
Formol, bicarbonato de sódio, amido	

Considerando os dados apresentados, a alternativa INCORRETA é:

- A** O bicarbonato de sódio é utilizado para diminuir a acidez, na adulteração do leite.
- B** O leite com alto teor de gordura tem maior densidade em relação ao leite com baixo teor de gordura.
- C** A água é um constituinte no qual estão dissolvidos e emulsionados os demais componentes do leite.
- D** Os lipídios, entre as biomoléculas, estão em maior proporção na composição do leite.

08 | ENEM A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.). *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

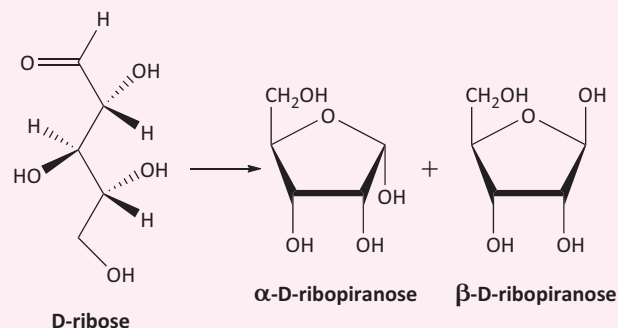
A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é

- A** C₁₈H₃₆.
- B** C₁₇H₃₃COONa.
- C** CH₃CH₂COONa.
- D** CH₃CH₂CH₂COOH.
- E** CH₃CH₂CH₂CH₂OCH₂CH₂CH₂CH₃.

09 | UNICAMP Os *sprays* utilizados em partidas de futebol têm formulações bem variadas, mas basicamente contêm água, butano e um surfactante. Quando essa mistura deixa a embalagem, forma-se uma espuma branca que o árbitro utiliza para marcar as posições dos jogadores. Do ponto de vista químico, essas informações sugerem que a espuma estabilizada por certo tempo seja formada por pequenas bolhas, cujas películas são constituídas de água e

- A** surfactante, que aumenta a tensão superficial da água.
- B** butano, que aumenta a tensão superficial da água.
- C** surfactante, que diminui a tensão superficial da água.
- D** butano, que diminui a tensão superficial da água.

10 | ESCS O anel derivado de açúcar presente nos nucleotídeos do RNA pode ser visto como formado a partir da reação de ciclização da D-ribose, conforme esquema a seguir.



A ciclização apresentada consiste em uma reação de

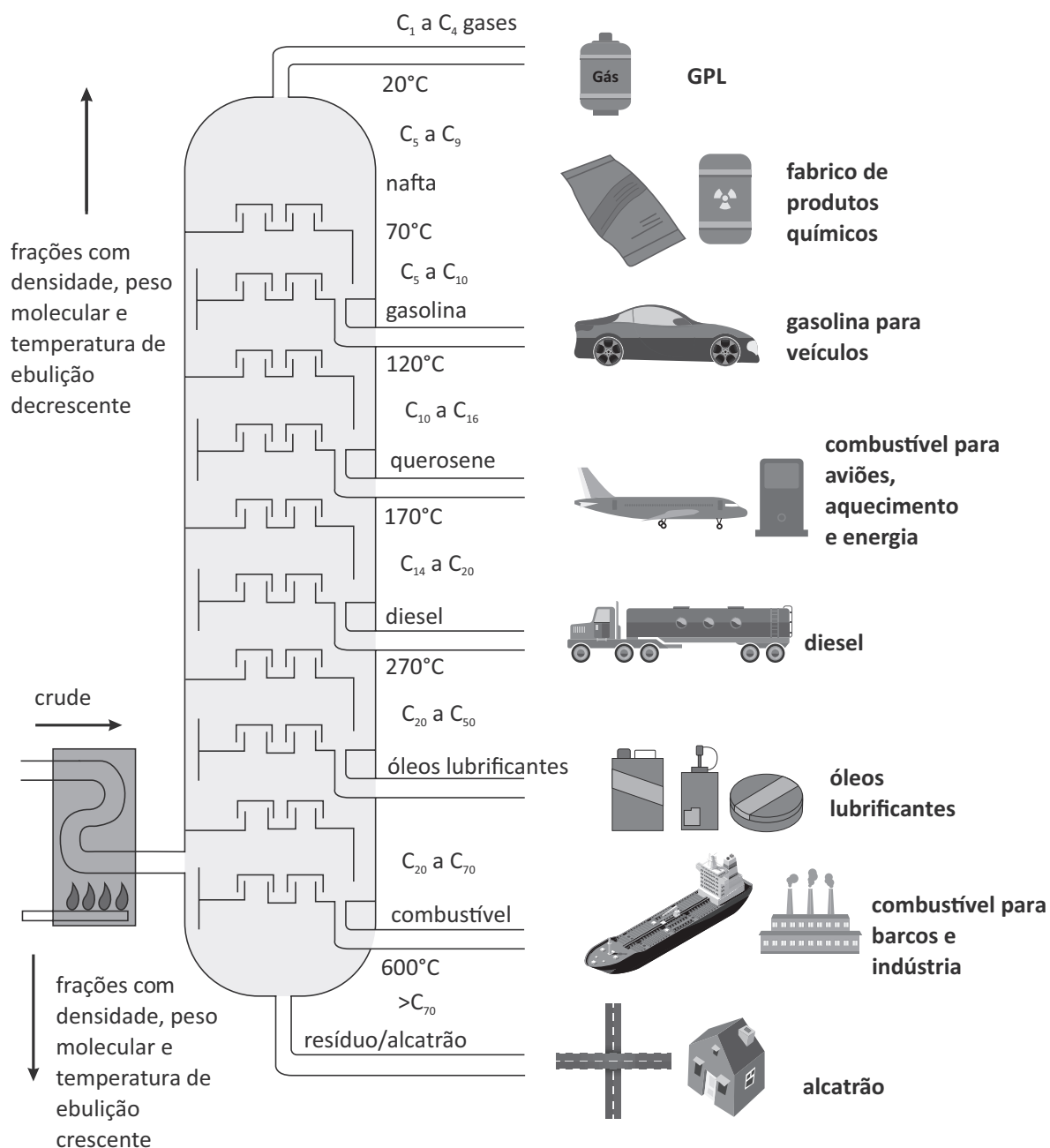
- A** adição gerada pelo ataque nucleofílico de uma hidroxila à carbonila.
- B** eliminação gerada pelo ataque eletrofílico de uma hidroxila à carbonila.
- C** substituição gerada pelo ataque nucleofílico de uma hidroxila à carbonila.
- D** adição gerada pelo ataque eletrofílico de uma hidroxila à carbonila.

PETRÓLEO

O petróleo (óleo de pedra) é constituído por uma mistura extremamente complexa de milhares de compostos orgânicos, dentre os quais predominam os hidrocarbonetos. É formado pela decomposição de animais e vegetais, principalmente marinhos, que sofreram inúmeras decomposições químicas pela ação de calor, pressão e bactérias em ausência de oxigênio.

Atualmente a prospecção do petróleo utiliza aviões, navios e satélites que possuem equipamentos que conseguem fazer uma “radiografia” do subsolo. A extração do petróleo pode ser feita no continente (solo) ou no mar.

Nas refinarias, o petróleo é separado em seus constituintes por *destilação fracionada*.



GASOLINA

É uma mistura de hidrocarbonetos que variam de 6 a 12 átomos de carbono na cadeia. Para medir a qualidade da gasolina usa-se o índice de octanagem (medição da resistência à compressão, sem explosão prematura). Esse índice, que varia de zero

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UFG A destilação fracionada é o processo pelo qual os componentes do petróleo são fracionados para serem comercializados e empregados em uma série de atividades. Algumas das frações do petróleo resultantes desse fracionamento e suas aplicações constam da tabela abaixo.

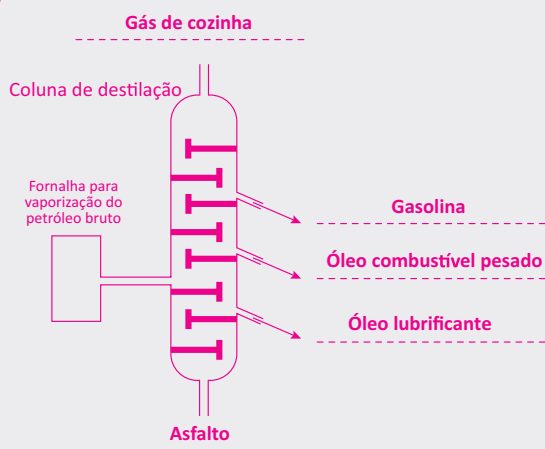
Números de átomos de carbonos dos hidrocarbonetos	Faixa de ebulição (°C)	Aplicações
1 a 4	até 0	combustível doméstico e industrial
5 a 12	40 a 200	combustível, solvente
12 a 16	175 a 320	iluminação
15 a 18	230 a 350	fornos, caldeiras e motores pesados
17 a 20	> 350	lubrificação
> 20	—	piche, coque

Considerando essa tabela,

- A** indique, na coluna de destilação, o local de onde serão obtidas as frações gasolina, gás de cozinha, óleo combustível pesado, óleo lubrificante e asfalto;
- B** explique as diferenças nos estados físicos das duas primeiras frações com menores temperaturas de ebulição.

Resolução:

A



- B** As duas primeiras frações são, respectivamente, gás e líquido. As diferenças nos estados físicos ocorrem por causa do aumento da cadeia carbônica dos hidrocarbonetos, com conseqüente aumento no número de interações dipolo-dipolo induzido (ligações de van der Waals), além das diferenças nas massas molares.

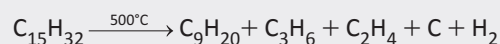
02 | UFJF Sabe-se que cerca de 80% de toda a energia consumida pela população mundial provém de combustíveis como petróleo, carvão mineral e gás natural, os quais estão se esgotando e representam também uma grande ameaça ao meio ambiente. Uma das alternativas para este problema é o uso de fontes renováveis, tais como: álcool, hidrogênio e metano (obtido da queima de matéria orgânica). Sobre as principais fontes de combustíveis renováveis e não renováveis, responda aos itens abaixo:

- A** A queima de combustíveis fósseis pelos automóveis e pelas indústrias lança no ar grande quantidade de gases poluentes, principalmente CO_2 . Quais os problemas ambientais causados pelo CO_2 quando emitido para a atmosfera?
- B** Outras substâncias usadas como combustíveis são etanol e metanol. Escreva suas respectivas fórmulas estruturais.
- C** Por que o álcool é considerado como uma fonte renovável e o petróleo não?

Resolução:

- A** O CO_2 é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa, quando lançado na atmosfera.
- B** $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ etanol
 $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ metanol
- C** O etanol pode ser obtido a partir da cana-de-açúcar e outras formas de culturas renováveis. Já o petróleo é obtido a partir da decomposição de matéria orgânica, quando submetida a condições de pressão e temperaturas elevadas.

02 | UFOP O craqueamento de hidrocarbonetos de massa molecular elevada, presentes no petróleo, permite a obtenção de moléculas menores que podem ser usadas como combustíveis ou como matérias-primas para a indústria. Um exemplo deste craqueamento é a reação representada abaixo:



Complete a tabela abaixo com uma estrutura correta para as fórmulas dadas e as respectivas funções orgânicas e nomes.

Resolução:

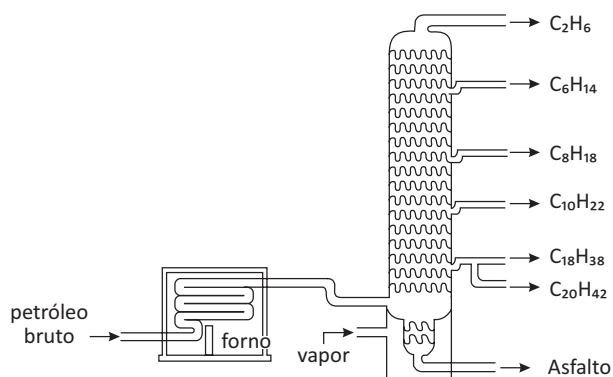
Estrutura Função Nome

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ Alceno Eteno

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ Alceno Propeno

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01| UFU O processamento do petróleo, visando à obtenção de suas frações, é realizado em refinarias deste material. O esquema abaixo ilustra uma torre de fracionamento (também chamada de coluna de destilação fracionada) de petróleo. Das substâncias liberadas, a gasolina – principalmente representada por C_8H_{18} – é um dos produtos essenciais da destilação do petróleo.



FRAÇÃO	NÚMERO DE CARBONOS NAS MOLÉCULAS	FAIXA DE TEMPERATURA EM QUE FERVE (°C)	APLICAÇÕES
GÁS	1 a 4	Abaixo da temperatura ambiente	Combustível e matéria-prima industrial
GASOLINA	5 a 10	40 a 175	
QUEROSENE	11 e 12	175 a 235	Solvente, combustível, matéria-prima industrial
ÓLEO DIESEL	13 a 17	235 a 305	
ÓLEO LUBRIFICANTE E PARAFINA	Acima de 17	Acima de 305	Óleos e graxas para lubrificação
RESÍDUO	Acima de 38	Acima de 510	Piche, asfalto

Sobre o petróleo e seu processamento, faça o que se pede.

- Explique** em que consiste o método de destilação utilizado nas refinarias de petróleo.
- Identifique** a classe de compostos a que pertencem os derivados do petróleo.
- Escreva** a equação balanceada da combustão completa da gasolina (C_8H_{18}).
- Cite e explique** dois problemas ambientais causados pela exploração do petróleo ou uso de seus derivados.

02| UNICAMP “Pegada de carbono”, do Inglês carbon-footprint, é a massa de gases do efeito estufa emitida por uma determinada atividade. Ela pode ser calculada para uma pessoa, uma fábrica, um país ou qualquer dispositivo, considerando-se qualquer intervalo de tempo. Esse cálculo, no entanto, é bem complexo e requer informações muito detalhadas. Por isso, no lugar da pegada de carbono, utiliza-se o fator de emissão de CO_2 , que é definido como a massa emitida de CO_2 por atividade. Uma pessoa, por exemplo, tem um fator de emissão de cerca de 800 gramas de CO_2 por dia, catabolizando açúcar $(CH_2O)_n$ e gordura $(CH_2)_n$.

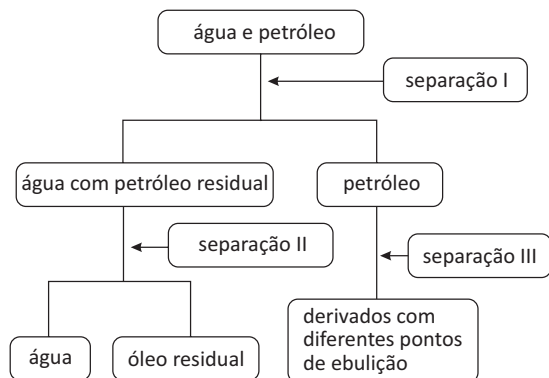
- Tomando por base os dois “combustíveis humanos” citados (açúcar e gordura), qual deles teria maior fator de emissão de CO_2 , considerando-se uma mesma massa consumida? Justifique.
- Uma pessoa utiliza diariamente, em média, 150 gramas de gás butano (C_4H_{10}) cozinhando alimentos. O fator de emissão de CO_2 relativo a esse cozimento é maior, menor ou igual ao da catabolização diária do ser humano indicada no texto? Justifique.

03| UFU As provas do campeonato mundial de Fórmula 1 têm sido um laboratório de desenvolvimento de novas peças, motores e parâmetros aerodinâmicos que equiparão os veículos de rua em um futuro próximo. Em uma etapa desse campeonato, que é disputada em São Paulo no autódromo de Interlagos, esses veículos de competição consomem, aproximadamente, 200 litros de gasolina cada um.

Considerando a gasolina como se fosse constituída apenas por 2-metilheptano, com densidade de 0,75 g/mL, responda:

- Qual é a equação química balanceada que representa a queima completa do combustível?
- Qual é a quantidade de gás poluente, em gramas, que será produzida na combustão de 200 litros de gasolina?
- O que ocorrerá com os produtos da reação de combustão, se o motor do veículo estiver desregulado e com excessivo consumo de gasolina?

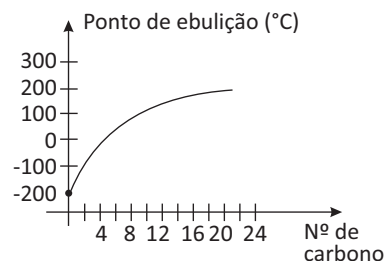
04 | UEG Considere o esquema abaixo que mostra uma cadeia de produção de derivados do petróleo e seus processos de separação, representados em I, II e III, e responda ao que se pede.



- A** Qual o método adequado para a separação dos componentes da mistura obtida após o processo de separação III? Admitindo não existir grandes diferenças entre as temperaturas de ebulição dos componentes individuais da mistura, explique sua resposta.
- B** Qual método de separação seria adequado à etapa I? Justifique sua resposta.

05 | UFLA Vários produtos são obtidos do processamento do petróleo. Uma das etapas do processamento é a destilação fracionada.

No gráfico abaixo, é apresentada uma relação entre o ponto de ebulição e o número de carbono nas moléculas.

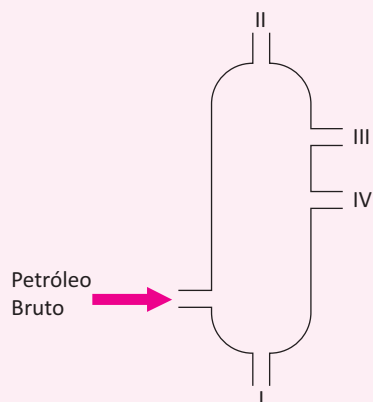


Com respeito ao processamento do petróleo, responda às questões.

- A** O querosene (hidrocarboneto de 12 a 16 carbonos) é obtido do petróleo para várias aplicações, como, por exemplo, combustível de aviação. Qual a faixa de temperatura que o querosene deve ser destilado?
- B** O gás liquefeito de petróleo (GLP) é retirado na primeira fração, abaixo de 20°C. Qual a composição (em número de carbonos) no GLP?
- C** Acima de 30 carbonos, a destilação é difícil e a fração normalmente é retirada como resíduo. Para o aproveitamento desse resíduo, utiliza-se o craqueamento catalítico e, em seguida, faz-se uma nova destilação. Quais alterações ocorrem com os hidrocarbonetos no processo de craqueamento catalítico?

T ENEM E VESTIBULARES

01 | MACK A destilação fracionada é um processo de separação no qual se utiliza uma coluna de fracionamento, separando-se diversos componentes de uma mistura homogênea, que apresentam diferentes pontos de ebulição. Nesse processo, a mistura é aquecida e os componentes com menor ponto de ebulição são separados primeiramente pelo topo da coluna. Tal procedimento é muito utilizado para a separação dos hidrocarbonetos presentes no petróleo bruto, como está representado na figura abaixo.



Assim, ao se realizar o fracionamento de uma amostra de petróleo bruto os produtos recolhidos em I, II, III e IV são, respectivamente,

- A** gás de cozinha, asfalto, gasolina e óleo diesel.
- B** gás de cozinha, gasolina, óleo diesel e asfalto.
- C** asfalto, gás de cozinha, gasolina e óleo diesel.
- D** asfalto, gasolina, gás de cozinha e óleo diesel.
- E** gasolina, gás de cozinha, óleo diesel e asfalto.

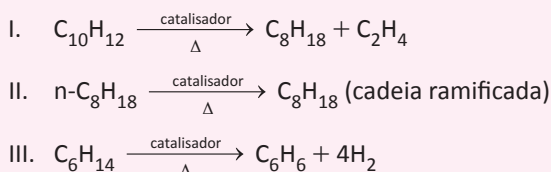
02 | IFSC Os humanos já se envolveram em violentas batalhas pela posse de substâncias químicas. Ouro, prata ou petróleo levaram nações a se enfrentarem por séculos. E, se não tomarmos cuidado, outra molécula, aparentemente inofensiva, será o centro da próxima disputa mundial. A disputa pela água, certamente causará conflitos armados. Grandes rios explorados na nascente levando menos água ou poluentes para outro país será um problema bastante difícil se não forem selados bons acordos entre os países.

Fonte: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/os-atomos-que-mudaram-o-mundo>. Acesso: 13 ago. 2014.

Assinale a alternativa **CORRETA**.

- A** Ouro e prata são elementos químicos chamados metais alcalinos terrosos, visto que são encontrados na crosta terrestre.
- B** O petróleo é formado por inúmeros compostos orgânicos, sendo principalmente constituído por hidrocarbonetos.
- C** A água é formada por dois elementos químicos, sendo um metal da coluna 1A, e outro não metal da coluna 6A.
- D** Ao misturarmos ouro, prata, petróleo e água, poderíamos distinguir apenas duas fases líquidas, sendo que os metais ficariam solubilizados no petróleo.
- E** A gasolina, um dos constituintes do petróleo, pode ser misturada com a água formando apenas uma fase.

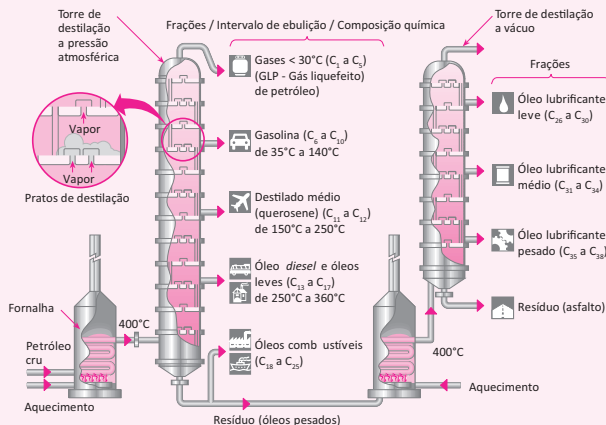
03| UFT As reações abaixo representam processos comuns na indústria do petróleo e são responsáveis pela formação de produtos de maior interesse comercial.



As reações acima representam, respectivamente:

- A** craqueamento, isomerização, reforma
- B** reforma, isomerização, craqueamento
- C** craqueamento, reforma, isomerização
- D** isomerização, craqueamento, reforma
- E** isomerização, reforma, craqueamento

04| UFEs



FELTRE, Ricardo. *Química*. São Paulo: Moderna, v. 3, 2010, p. 58.

Após a extração, o petróleo é transportado até as regiões consumidoras, por meio de oleodutos ou de superpetroleiros, navios gigantes que deslocam até 750 mil toneladas de óleo. Nas refinarias, o petróleo cru é tratado e refinado, inicialmente, por meio de processos de destilação fracionada, à pressão atmosférica e à pressão reduzida, como ilustrado na figura.

A análise das torres de destilação e das frações coletadas durante esse processo de refino e com base nos conhecimentos de Química, é correto concluir:

- A** Durante a destilação fracionada, nos pratos da coluna de destilação, o líquido condensado tem maior concentração de hidrocarbonetos de menor pressão de vapor, quando comparado ao líquido no prato superior.
- B** Os produtos de massa molar maior são coletados no topo da coluna de destilação fracionada.
- C** Os principais hidrocarbonetos existentes na gasolina e no óleo diesel são encontrados em grande concentração nos óleos combustíveis.
- D** Óleos lubrificantes destilam a temperaturas mais altas do que a do resíduo pesado, quando no interior da coluna de destilação, à pressão reduzida.
- E** À pressão reduzida, as temperaturas de ebulição dos óleos lubrificantes são maiores do que à pressão atmosférica.

05| UNICASTELO As plantas usam dióxido de carbono e luz solar para produzir seus alimentos e desenvolver-se. Dessa forma, incorporam carbono, que passa a fazer parte de sua composição. Quando deixam de viver, as plantas ficam sob o solo e lentamente se transformam em combustíveis fósseis, que contêm carbono. Quando queimados, a maior parte do carbono acumulado durante milhões de anos, contido nos combustíveis fósseis, vai para a atmosfera na forma de dióxido de carbono.

São combustíveis fósseis formados nesse processo:

- A** etileno e glicerina.
- B** benzeno e óleo vegetal.
- C** butano e óleo mineral.
- D** óleo vegetal e glicerina.
- E** etileno e etanol.



06 | UEF A plataforma de petróleo de uma empresa britânica foi atingida por incêndio, no Golfo do México, em abril de 2010. Ao lançar fumaça preta na atmosfera e ao derramar petróleo, que se espalhou por quilômetros, nas águas do Golfo, a plataforma explodiu e submergiu, deixando para trás um dos maiores acidentes causados por vazamento de óleo do mundo.

A partir dessas informações, pode-se concluir:

- A** A cor escura do petróleo é atribuída à presença de partículas de carbono, cujo estado de oxidação é superior a zero.
- B** A fumaça preta lançada na atmosfera é o resultado da combustão completa de substâncias orgânicas existentes no petróleo.
- C** A separação do petróleo, espalhado sobre superfície de água do mar, é possível, apenas, por bombeamento, porque esses líquidos são imiscíveis.
- D** O vazamento contínuo de petróleo do reservatório, no leito do mar, é decorrência da baixa pressão no interior do poço petrolífero.
- E** O petróleo é uma mistura complexa que possui, dentre outras substâncias químicas, hidrocarbonetos saturados e insaturados.

07 | UESPI A refinaria de petróleo Abreu e Lima está em fase de construção no Estado de Pernambuco. Esta refinaria poderá produzir, dentre outros produtos, o Benzeno e o Tolueno a partir dos alcanos do petróleo. Esta obtenção se dá por meio de um mecanismo chamado de “*Reforma Catalítica*”. Neste procedimento, para a obtenção de Benzeno e Tolueno, são utilizados, respectivamente:

- A** propano e butano.
- B** butano e pentano.
- C** pentano e hexano.
- D** heptano e octano.
- E** hexano e heptano.

08 | UNIFACS

Com a descoberta de reservas na região do petróleo, o Brasil está se posicionando à frente da produção de óleo em alto-mar, mas tem condições também de liderar o campo das energias renováveis do mar. Esse é o cenário delineado na 31ª Conferência Internacional sobre Engenharia Oceânica e Ártica, OMAE, realizada no Rio de Janeiro, no mês de julho desse ano.

As reservas potenciais de petróleo na camada do pré-sal estão estimadas em 60 bilhões de barris. Elas estão localizadas a 300,0km da costa e mais de 5,0km de profundidade. O investimento em novas ferramentas tecnológi-

cas facilita a extração de óleo e gás, como perfuração a laser, nanotecnologia e bactérias removedoras de óleo. A perfuração a laser utilizaria um ou mais emissores desse feixe de energia acoplados a uma broca. Os raios laser esquentariam a rocha que armazena o petróleo, tornando-a mais frágil e, assim, aumentaria a taxa de penetração. O grande desafio para isso é levar o laser a grandes profundidades, utilizando de cabos de fibra óptica, mas há uma série de dificuldades técnicas para resolver antes do teste de campo.

Aposta-se também em várias utilidades dos nanotubos de carbono na cadeia produtiva do petróleo.

Os cabos condutores de eletricidade feitos a partir de nanotubos teriam condutividade 10 vezes maior que a do cobre e poderiam alimentar as máquinas usadas em grandes profundidades.

Em alguns reservatórios, o óleo está aderido à rocha, o que dificulta a extração. Por isso, pesquisadores vêm desenvolvendo linhagens de bactérias que produzam um tipo de sabão que deslocaria o óleo da rocha literalmente lavando-a e elevaria a taxa de recuperação de petróleo.

FURTADO, Fred. Duplo Líder. *Ciência Hoje*, São Paulo: SBPC, n. 295, ago. 2012.

Dentre alguns aspectos do desenvolvimento de ferramentas e de novas tecnologias projetadas pela empresa de petróleo multinacional brasileira, como a perfuração a laser, a utilização de nanotubos de carbono e de bactérias na extração de petróleo do pré-sal, é correto afirmar:

01. A aderência de petróleo à rocha do reservatório marinho resulta de interações dipolo permanente-dipolo permanente entre substâncias existentes nesses materiais.
02. A energia proveniente de lasers acoplados a brocas, na perfuração de poços, tem origem nos saltos de elétrons de uma órbita para outra de maior energia no átomo.
03. Os cabos de fibra óptica condutores de luz apresentam desvantagens, como baixa densidade de (SiO_2) n em relação à da água do mar e à fuga de luz por reflexão no interior do cabo condutor.
04. O surfactante semelhante ao sabão produzido por linhagens de bactérias forma micelas com o petróleo e remove-o de rochas porosas, elevando as taxas de recuperação de óleo aderido ao reservatório.
05. Os cabos condutores de eletricidade feitos de nanotubos de grafite apresentam condutividade 10 vezes maior que a do cobre em virtude de ligações π , π , localizadas na estrutura dos condutores de carbono.

09 | IFGO

O dióxido de carbono (CO_2) tem sido apontado como o grande vilão da exacerbação do efeito estufa, já que sua presença na atmosfera decorre, em grande parte, de atividades humanas. Na atmosfera atual, o teor de CO_2 oscila em torno de 365 mL/m^3 , com uma tendência de crescimento que teve seu início no final do século XVIII, em decorrência do aumento do uso de combustíveis fósseis. Em termos quantitativos, anualmente, cerca de 2.650 bilhões de toneladas de dióxido de carbono são lançados na atmosfera. Como o tempo médio de resistência do CO_2 na atmosfera é de cerca de cem anos, a estabilização ou mesmo a diminuição do teor atmosférico desse gás requer diminuição significativa em sua emissão.

Química Nova na Escola. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2013. [Adaptado]

Combustível	Fórmula Molecular	Entalpia de combustão a 25°C ΔH_c° (KJ . mol ⁻¹)
Gás Hidrogênio	H_2	-286
Metano	CH_4	-891
Gasolina (octano)	C_8H_{18}	-5471
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	-1367

Com base nas informações do texto e da tabela, é correto afirmar que:

- A** o uso do gás hidrogênio como combustível é o que mais se adequa à proposta do texto de estabilizar ou diminuir a emissão do dióxido de carbono na atmosfera.
- B** o gás hidrogênio, apesar de não contribuir para o aumento das emissões de gases estufa, é o que possui menor vantagem energética em termos de conteúdo energético por unidade de massa.
- C** a gasolina, apesar de possuir maior quantidade de carbono, possui um maior conteúdo energético em relação à sua massa, tendo, assim, maior vantagem energética em relação aos demais.
- D** o etanol causa menor impacto ambiental, quando comparado ao gás metano, por aquele possuir em sua composição o elemento oxigênio.
- E** o metano causa menor impacto ambiental em relação à gasolina. Porém, possui menor vantagem energética.

10 | IFGO



Disponível em: <<http://tribunadainternet.com.br/category/boff/>>. Acesso em: 30 Dez. 2014.

Nas últimas décadas, a polêmica sobre um possível aquecimento global do nosso planeta, decorrente de uma exacerbação do efeito estufa, passou a fazer parte das preocupações da humanidade, com constante cobertura pela mídia. Esse efeito ocorre devido à presença de gases-estufa como, por exemplo, o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), entre outros. O dióxido de carbono tem sido apontado como o grande vilão da exacerbação do efeito estufa, já que sua presença na atmosfera decorre, em grande parte, de atividades humanas, com maior crescimento no final do século XVIII em decorrência do aumento no uso de combustíveis fósseis. Atualmente o teor de CO_2 na atmosfera terrestre oscila em torno de 365 mL/m^3 .

TOLENTINO, M. ROCHA-FILHO, R. C. A Química no Efeito Estufa. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 20 Nov. 2014.

Dentre os combustíveis a seguir, assinale aquele que **não** contribui para o aumento da emissão de gás carbônico na atmosfera durante a combustão.

- A** Metano
- B** Gás hidrogênio
- C** Etanol
- D** Biodiesel
- E** Gasolina

TECIDOS VEGETAIS

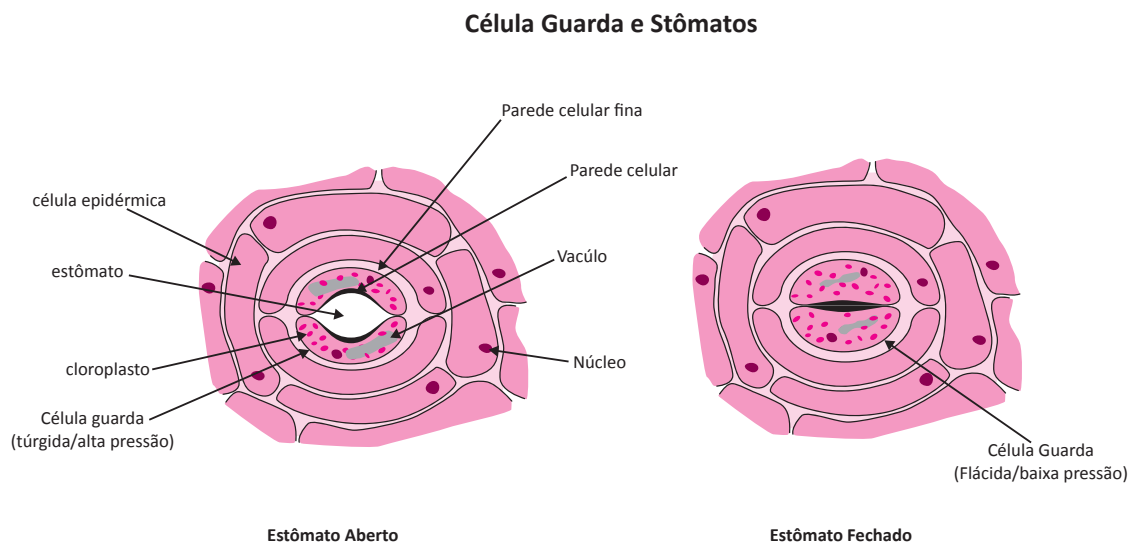
As plantas possuem tecidos verdadeiros com funções específicas. Existem tecidos de revestimento e/ou proteção e tecidos de reserva ou de transporte de substâncias nas diversas partes do corpo da planta.

TECIDOS DE REVESTIMENTO

São importantes na proteção da planta. O principal tecido de revestimento é a epiderme, formada por células vivas, achatadas, justapostas, que revestem externamente os órgãos da planta. Além de oferecer proteção, participam da absorção de água e sais minerais, excreção, secreção e trocas gasosas.

A epiderme pode apresentar diferentes anexos que garantem funções específicas. Os principais anexos epidérmicos são:

Estômatos: presentes nas folhas permitem as trocas gasosas entre folha e o meio externo.



Tricomas: são projeções da epiderme com formato pontiagudo (lembram pêlos) e geralmente estão relacionados à redução da perda de água por transpiração.

Acúleos: projeções pontiagudas e rígidas, geralmente associadas à proteção. Parecem espinhos, porém os espinhos são folhas modificadas, enquanto os acúleos são anexos da epiderme.

Hidatódios: são estômatos modificados e especializados em eliminar água líquida.

O súber, também é um tecido de revestimento. Neste caso, composto de células mortas, infladas e que apresentam paredes celulares com suberina (substância impermeabilizante).

TECIDOS DE PREENCHIMENTO OU PARÊNQUIMAS:

Os parênquimas são formados por células vivas, com vacúolos grandes e parede celular pouco espessa. São divididos em parênquimas clorofilianos; parênquimas de reserva (parênquimas aquíferos, que armazenam água; parênquimas amilíferos, que armazenam amido e parênquimas aeríferos, que armazenam ar).

TECIDOS DE SUSTENTAÇÃO:

Divididos em colênquima e esclerênquima. O colênquima é composto de células vivas e clorofiladas. É comum em caules e no pecíolo das folhas.

A esclerênquima é formada por células mortas ricas em lignina (substância rígida que garante maior sustentação).

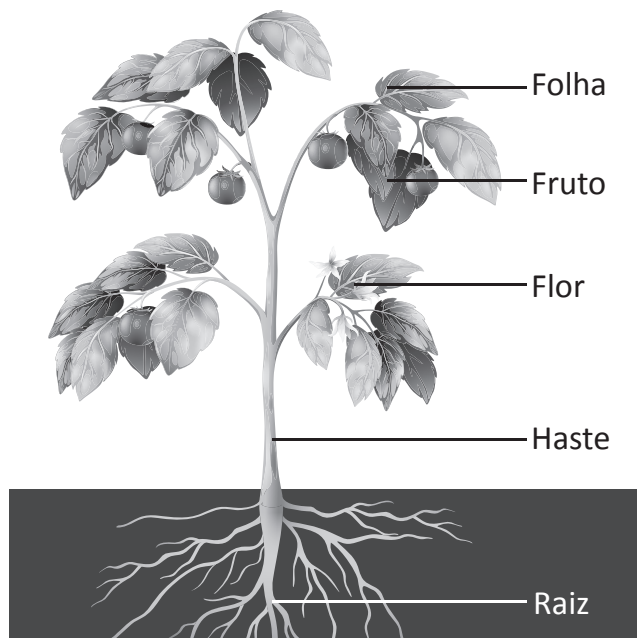
TECIDOS DE CONDUÇÃO (VASCULARES)

São tecidos especializados no transporte de substâncias por toda a planta. O xilema é o tecido especializado em transporte de seiva bruta (água e sais minerais), formado por células mortas com lignina impregnada em suas paredes.

O floema transporta seiva elaborada (água e açúcar) e é constituído por células vivas, com paredes transversais dotadas de poros e anucleadas.

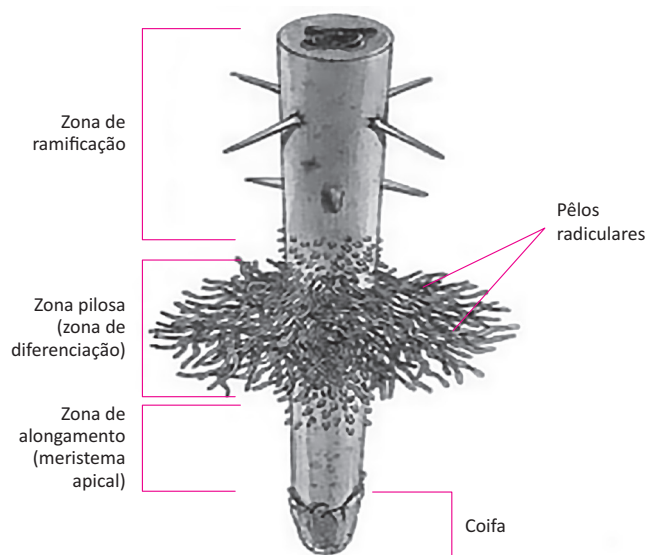
ANATOMIA VEGETAL

As partes fundamentais do corpo de uma angiosperma são folhas, flores, caule, raiz, fruto e semente. Essas estruturas são os principais objetos de estudo da anatomia vegetal.



RAÍZ

Geralmente se localiza abaixo da terra sendo responsável pela absorção de minerais e água. A sua extremidade é envolvida pela coifa, que protege a raiz e contribui com a penetração no solo. Os pêlos radiculares (zona pilífera) são responsáveis por aumentar a superfície de absorção.

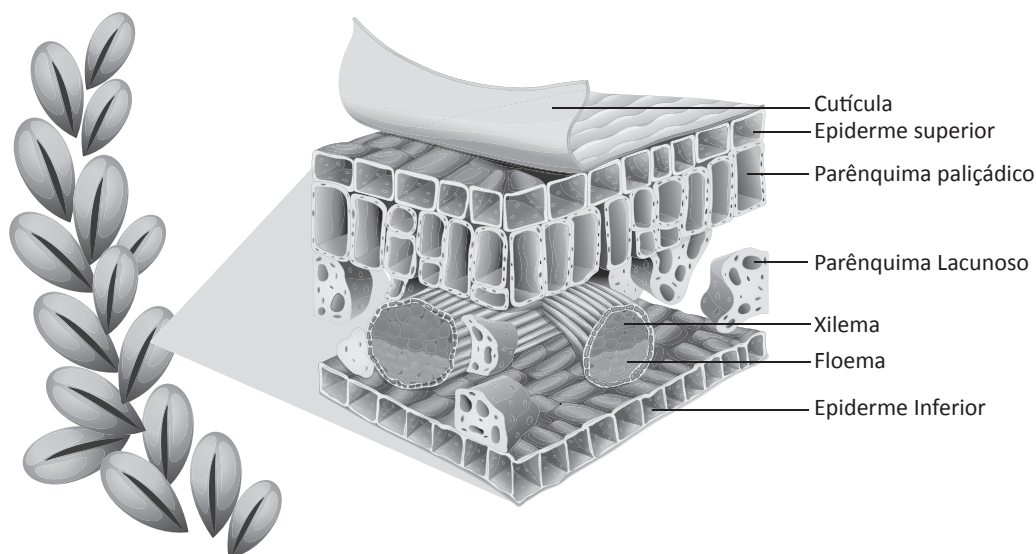


CAULE

Estrutura que conecta a raiz às folhas. Dessa forma, faz o transporte das seivas bruta (da raiz para as folhas) e elaborada (das folhas para a raiz). O caule é composto por epiderme, córtex e cerne. Em sua extremidade é encontrado o meristema, responsável pelo crescimento.

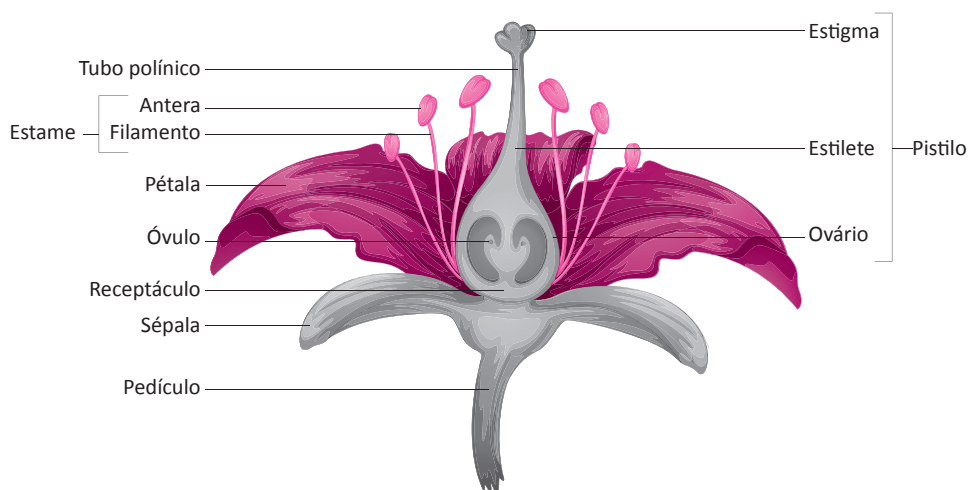
FOLHA

São responsáveis pela absorção da luz solar e realização de trocas de gases com a atmosfera para a realização da respiração e fotossíntese. A folha pode ser dividida em três partes básicas: **bainha** (parte que se prende ao caule), **pecíolo** (fica entre a bainha e as lâminas das folhas) e **limbo** (lâminas das folhas que fazem a captação de luz solar e gás carbônico).



FLOR

Estrutura responsável pela reprodução sexuada das plantas. A produção de gametas e a fecundação ocorrem nessa estrutura. A porção masculina de uma flor é denominada **androceu** enquanto a porção feminina denomina-se **gineceu**.



FRUTO

Origina-se a partir do desenvolvimento da parede do ovário após a fecundação. Sua principal função é proteger e garantir o desenvolvimento das sementes das plantas fornecendo alimento.

SEMENTE

Origina-se a partir do desenvolvimento do óvulo após ser fecundado. É de extrema importância para a dispersão das plantas.

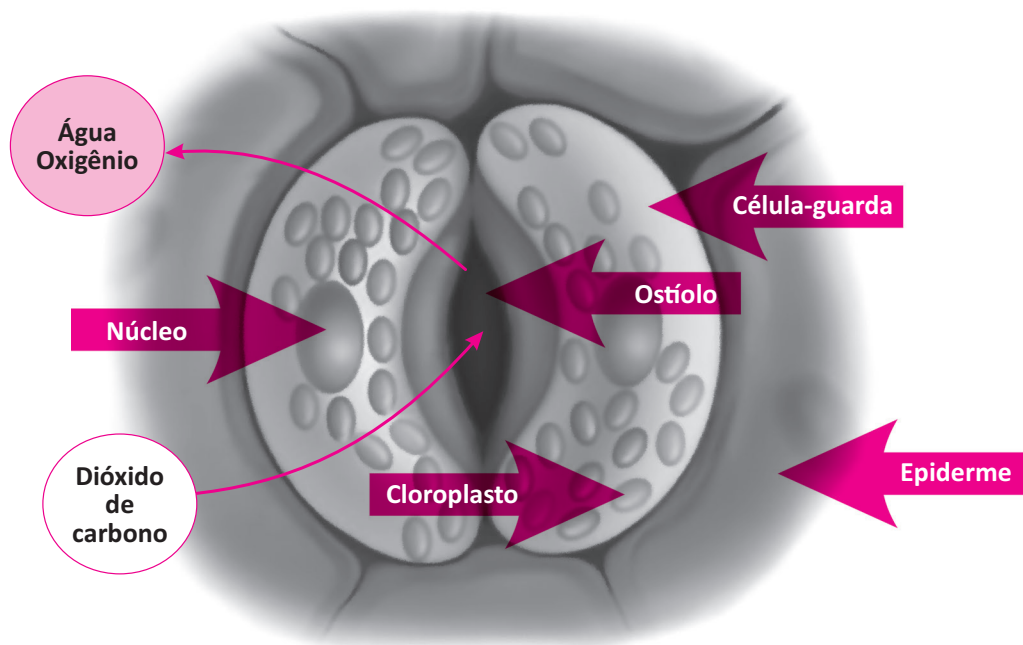
FISIOLOGIA VEGETAL

Os principais processos fisiológicos das plantas estão relacionados à transpiração nas folhas, absorção de água e nutrientes pela raiz, transporte de seivas e produção de matéria orgânica nas folhas.

TRANSPIRAÇÃO

A transpiração consiste na eliminação de água por meio dos estômatos presentes nas folhas. Nas plantas ocorre um contínuo fluxo de água em seu interior. A água é absorvida nas raízes, sobe pelos vasos xilemáticos e chega às folhas. Nas folhas, parte da água é consumida na produção de matéria orgânica (fotossíntese) e parte dessa água é eliminada para a atmosfera.

Os estômatos são anexos epidérmicos que possuem um orifício que permite o fluxo de gases e água. A abertura do estômato depende de alguns fatores ambientais.



Geralmente os estômatos se abrem com a presença de luz e se fecham com a sua ausência. Em alta concentração de gás carbônico os estômatos se fecham. Na presença de potássio dentro da célula, a água tende a entrar por osmose, aumentando a turgidez dos estômatos.

FATORES QUE INFLUENCIAM NA TRANSPIRAÇÃO

Superfície foliar: quanto maior for a superfície, maior será a taxa de transpiração.

Temperatura: quanto maior for a temperatura, maior será a taxa de transpiração.

Ventilação: quanto maior for a ventilação, maior será a taxa de transpiração.

CONDUÇÃO DE SEIVA BRUTA

Água e sais minerais são absorvidos pela raiz. A água penetra pela raiz e pode subir pelo caule de duas maneiras: por dentro das células que compõem o xilema ou por espaços intercelulares.

Na raiz, íons são bombeados ativamente para o xilema e por osmose, a água vai no mesmo sentido. Dessa forma, tem-se um fluxo de água contínuo do meio externo para o interior do xilema. Esse fluxo contribui com o transporte de seiva no xilema, pois gera uma força que contribui com a subida da água (pressão positiva da raiz).

Além da pressão positiva da raiz, a condução de seiva bruta se dá por capilaridade – tendência natural da água de subir tubos finos – e pressão negativa das folhas – devido à transpiração.

HORMÔNIOS VEGETAIS

As plantas necessitam de fatores que estimulem seu desenvolvimento e outros processos essenciais à sua sobrevivência. Além de fatores ambientais, os hormônios vegetais ou fitormônios contribuem com a regulação de processos fisiológicos das plantas.

Os principais hormônios vegetais são:

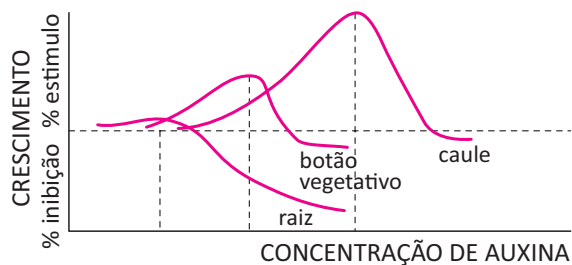
AUXINAS

Grupo de hormônios relacionados, principalmente com o crescimento das plantas. A principal auxina é o AIA – ácido indolilacético.

O AIA é produzido principalmente na região apical do caule e “escorre” para as porções inferiores. Ele tende a se acumular no lado da planta, aonde chega menor intensidade luminosa, promovendo o crescimento mais intenso nesse lado e consequente curvatura do caule apontando a região apical para o lado do qual vem a luz.



Certas doses de AIA podem estimular ou inibir o desenvolvimento da planta. E as concentrações que estimulam o crescimento do caule e raízes são diferentes.



O AIA também pode ser usado para estimular a formação de frutos partenocárpicos (sem fecundação). Dessa forma, se produzem frutos sem sementes, já que elas se desenvolvem após a fecundação.

ETILENO

Esse hormônio está relacionado ao amadurecimento dos frutos e da senescência – podendo desencadear a abscisão de folhas e frutos. Sua produção ocorre principalmente na flor após a polinização e no fruto em processo de amadurecimento.

GIBERELINAS

São produzidas principalmente nos tecidos jovens do caule e nas sementes. Estimulam o alongamento das células do caule e sua proliferação, favorecendo o crescimento da planta.

CITOCININAS

Embriões, frutos e principalmente as raízes, produzem esse hormônio capaz de estimular a divisão celular. Atuam em conjunto com as auxinas promovendo o crescimento dos tecidos da planta.

ÁCIDO ABCSÍCICO

Ao contrário do que o nome sugere esse hormônio não está relacionado diretamente com a abscisão das folhas ou frutos. Está relacionado a alguns processos que envolvem estresse hídrico, como a inibição da germinação, que inibe o crescimento do caule e favorece o crescimento da raiz.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UNICAMP Uma importante realização da pesquisa científica brasileira foi o sequenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da doença chamada amarelinho ou clorose variegada dos citros (CVC). O nome da bactéria deriva do fato de que ela se estabelece nos vasos do xilema da planta hospedeira.

- A** Que processo fisiológico da planta é diretamente prejudicado pela presença da bactéria? Justifique.
- B** Não se pode atribuir à *Xylella fastidiosa* a morte das células que constituem os vasos do xilema maduro. Por quê?
- C** Em que consiste o sequenciamento de um genoma?

Resolução:

- A** *A presença da bactéria no xilema leva à obstrução desse tecido vascular, afetando diretamente o processo de transporte de água e sais minerais (seiva bruta). A menor disponibilidade de água nas folhas afetará também a atividade da fotossíntese.*
- B** *Em todas as plantas vasculares o vaso xilemático maduro é formado por células mortas. Portanto não pode ser atribuída à bactéria a morte destas células.*
- C** *Sequenciar um genoma consiste em determinar a sequência em que se encontram as bases (nucleotídeos) no DNA genômico de um organismo.*

02 | UNICAMP Uma importante realização da pesquisa científica brasileira foi o sequenciamento do genoma da bactéria '*Xylella fastidiosa*', causadora da doença chamada amarelinho ou clorose variegada dos citros (CVC). O nome da bactéria deriva do fato de que ela se estabelece nos vasos do xilema da planta hospedeira.

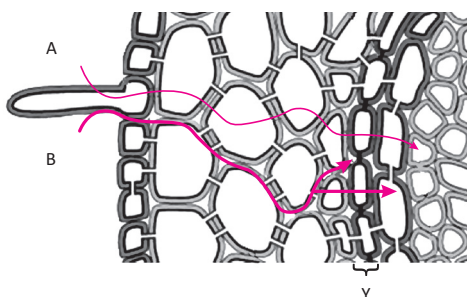
- A** Que processo fisiológico da planta é diretamente prejudicado pela presença da bactéria? Justifique.
- B** Não se pode atribuir à '*Xylella fastidiosa*' a morte das células que constituem os vasos do xilema maduro. Por quê?
- C** Em que consiste o sequenciamento de um genoma?

Resolução:

- A** *Transporte de seiva mineral das raízes para as folhas, pois a bactéria obstrui os vasos do xilema.*
- B** *As células que constituem os elementos dos vasos do xilema já estão mortas antes da infecção ocorrer.*
- C** *Sequenciamento das bases nitrogenadas do DNA de uma espécie. O genoma permite a identificação e localização dos genes da espécie pesquisada.*

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

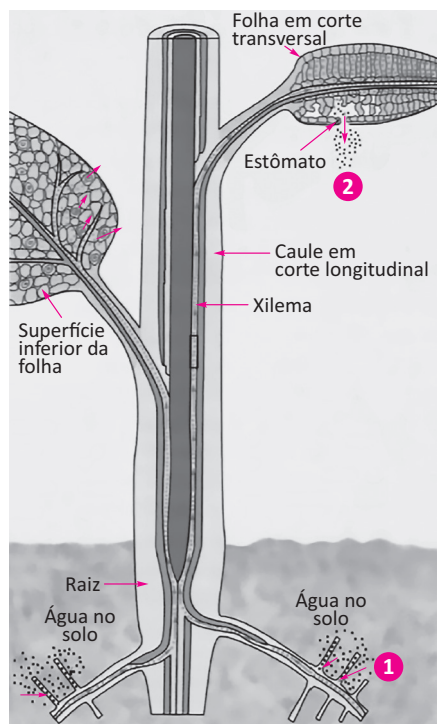
01 | UFJF O esquema abaixo representa caminhos de absorção de água pelos vegetais:



Sobre o esquema, responda às seguintes questões:

- A** Qual órgão vegetal está representado no esquema acima e qual a região, quanto à morfologia externa, onde foi realizado o corte esquematizado?
- B** Quanto à compartimentalização, diferencie os caminhos (A e B) que a água pode seguir quando está sendo absorvida pelo vegetal.
- C** A camada de células (Y) se encontra entre o córtex e o cilindro vascular, possui suas paredes celulares impregnadas por suberina, formando faixas denominadas estrias de Caspary. Nomeie a camada Y e cite a função das estrias de Caspary no processo de absorção de água pelos vegetais.

02 | UEG A figura a seguir ilustra uma importante teoria sobre a fisiologia das plantas, conhecida como Teoria da Coesãotensão ou Teoria de Dixon.



LOPES, Sônia. *Bio.* V. 2. São Paulo: Saraiva, 2006. p. 254.

Sobre os processos ilustrados na figura acima, pede-se:

- A** Qual o processo representado na figura pelo número 2?
- B** Como a Teoria da Coesão-tensão explica a relação existente entre os processos representados em 1 e 2?

03 | UNIFESP Considere duas árvores da mesma espécie: uma jovem, que ainda não atingiu seu tamanho máximo, e uma árvore adulta, que já atingiu o tamanho máximo. Ambas ocupam o mesmo ambiente e possuem a mesma quantidade de estômatos por unidade de área foliar.

- A** Por unidade de massa, quem absorve CO_2 mais rapidamente? Justifique.
- B** Considerando apenas o transporte de água no corpo da planta, qual das duas árvores deve manter os estômatos abertos por mais tempo? Justifique.

04 | UNESP Adubação foliar é uma técnica de adubação de plantas na qual os nutrientes são aplicados sobre as folhas para serem absorvidos e transportados para outras partes da planta.

Com o objetivo de estudar a absorção do boro (B) por um tipo de planta, pesquisadores realizaram comparações entre absorções desse nutriente por meio de adubação foliar e radicular.

Encontraram os seguintes resultados:

Do total de B aplicado nas folhas, apenas 5% se dirigiram para as outras partes da planta. Por outro lado, do total

de B aplicado no substrato, onde estavam as raízes, 17% foram absorvidos por estas e translocados para os ramos novos da planta.

(Laranja 25, 2004. Adaptado)

A partir dos resultados obtidos, responda qual o tipo de vaso condutor da planta deve ser mais eficiente para transportar o boro. Justifique sua resposta.

05 | UNESP Na casa de Pedrinho, a caixa d'água mantinha-se suspensa por quatro grandes pilares. Ao lado da caixa d'água, um abacateiro tinha a mesma altura, o que fez Pedrinho pensar:

“Se, para abastecer as torneiras da casa, a caixa tinha que ficar a certa altura, de tal modo que a água fluísse pela ação da gravidade, como o abacateiro resolvia o problema de transportar a água do solo para as folhas, contra a ação da gravidade?”

Explique como a água do solo pode chegar às partes mais altas da planta.

06 | UFC Analise as figuras 1 e 2 e responda os quesitos que se seguem.

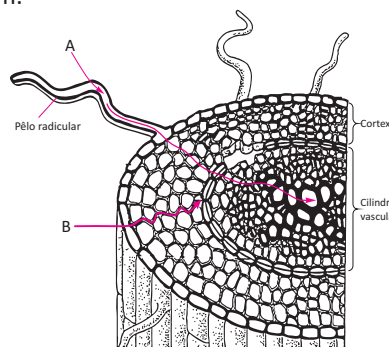


Figura 1 – Corte transversal de uma raiz primária

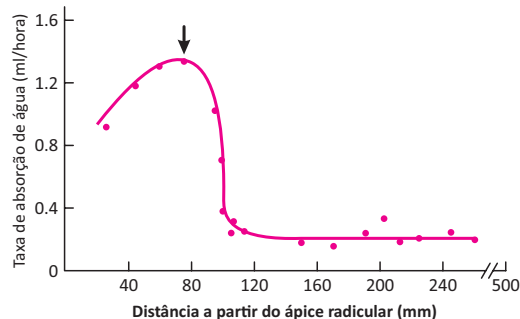


Figura 2 – Taxa de absorção de água em diferentes regiões da raiz

I. Quais são as vias, indicadas por A e B (figura 1), através das quais a água é absorvida pela raiz?

Via A:

Via B:

II. Por que pela via B a água absorvida não alcança livremente o xilema?

III. Explique o comportamento da taxa de absorção de água (figura 2) entre as distâncias 40mm e 80mm, correlacionando-o com as características morfológicas da raiz.

T ENEM E VESTIBULARES

01] UFG A biotecnologia envolve várias técnicas que utilizam seres vivos visando desenvolver produtos ou processos para melhoria da qualidade de vida. Essas técnicas podem ser usadas para obtenção de alimentos, drogas, sistemas de produção, entre outros. Um exemplo é a cultura de células *in vitro*, técnica biotecnológica que pode utilizar tanto células animais quanto vegetais. Para a cultura *in vitro* há necessidade de usar meio de cultura que contém nutrientes (água, minerais, vitaminas e açúcares) necessários para sobrevivência, crescimento e proliferação celular. Pequenas alterações nesse meio podem acarretar modificações fisiológicas e metabólicas.

Disponível em: <www.laben.ufscar.br/documentos/arquivos/cultura-celular.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2014. (Adaptado).

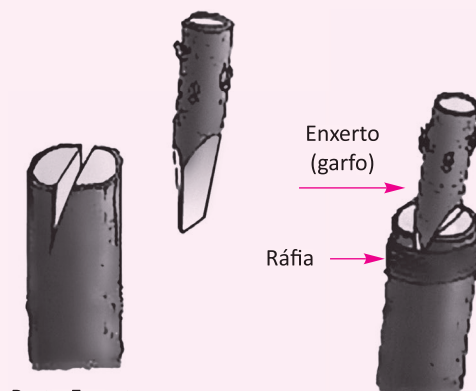
Para a utilização da técnica biotecnológica referida no texto, o material vegetal precisa apresentar totipotência, que é a capacidade celular de reconstituir um organismo inteiro. Assim, um tecido com essa capacidade e uma habilidade celular deste tecido são, respectivamente,

- A** esclerênquima e alongamento.
- B** parênquima e divisão.
- C** xilema e diferenciação.
- D** súber e alongamento.
- E** floema e divisão.

02] UFRN O palmito juçara é extraído do topo da palmeira *Euterpe edulis* Martius (parente do açaí), outrora abundante em toda a Mata Atlântica. Para essa extração é realizado um corte que produz um único rolo de palmito e é responsável pela parada de crescimento e morte da árvore. Uma alternativa para a produção comercial de palmito é a pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth), que, além de ser mais fácil de cultivar, diferente da juçara, é capaz de sobreviver à mutilação, fazendo brotar novos ramos. Essa limitação de sobrevivência da palmeira juçara ao corte se explica porque,

- A** na retirada do palmito do interior do caule, há comprometimento da condução da seiva.
- B** nessa planta, inexistente tecido de expansão celular além daquele encontrado no ápice do caule.
- C** em todas as palmeiras, não há folhas além daquelas localizadas no topo da planta.
- D** nessa espécie, a ausência de gemas laterais não permite a formação de novos ramos.

03] FGV A figura ilustra um procedimento de enxertia em árvores frutíferas.



Porta-Enxerto

(http://www.prof2000.pt/users/esf_cn/enxertia.htm)

Nesse procedimento, são utilizadas espécies taxonomicamente próximas, associando a rusticidade do porta-enxerto com a produtividade do enxerto. Duas plantas distintas são então unidas através da regeneração de seus tecidos sobrepostos.

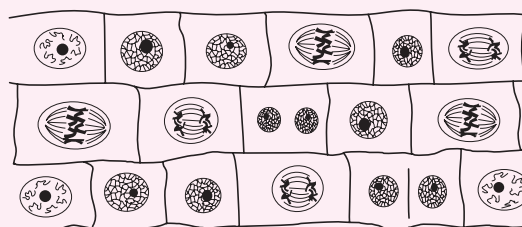
A respeito dessa técnica, foram feitas as seguintes afirmações.

- I. O desenvolvimento dos meristemas primários das gemas laterais do porta-enxerto é indicativo de sucesso.
- II. Tecidos como o xilema e o súber estão envolvidos diretamente na regeneração dos locais de ligação.
- III. Tal técnica é possível devido à diferenciação dos meristemas secundários do enxerto e porta-enxerto.
- IV. Durante a cicatrização, não há qualquer mistura de conteúdos celulares entre o enxerto e o porta-enxerto.

Está correto apenas o contido em

- A** I e II.
- B** II e IV.
- C** III e IV.
- D** I, II e III.
- E** I, III e IV.

04] UFT O esquema abaixo mostra um tecido vegetal visto ao microscópio.



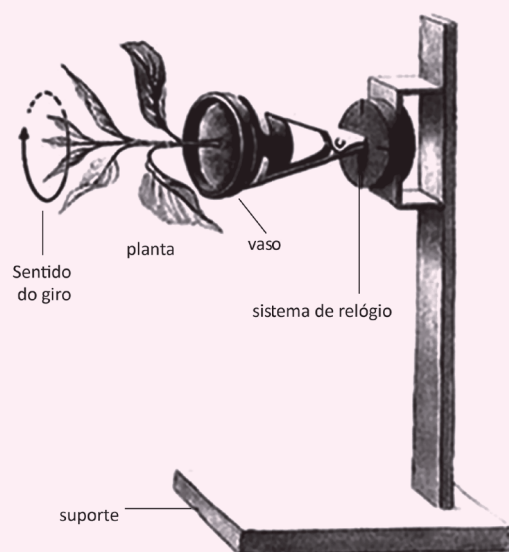
Observa-se que a maioria das células está em processo de divisão mitótica. Este elevado número de células em mitose é característico de:

- A** Parênquima clorofiliano
- B** Tecido meristemático primário
- C** Epiderme
- D** Tecido meristemático secundário
- E** Esclerênquima

05 | ENEM Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram. A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

- A** menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- B** maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C** maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D** igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
- E** menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

06 | ENEM A produção de hormônios vegetais (como a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Diversos são os estudos que buscam compreender melhor essas influências. O experimento seguinte integra um desses estudos.



O fato de a planta do experimento crescer na direção horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo argumento de que o giro faz com que a auxina se

- A** distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- B** acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- C** concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
- D** distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
- E** concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

07 | ENEM Um molusco, que vive no litoral oeste dos EUA, pode redefinir. Isso porque o molusco (*Elysia chlorotica*) é um híbrido de bicho com planta. Cientistas americanos descobriram que o molusco conseguiu incorporar um gene das algas e, por isso, desenvolveu a capacidade de fazer fotossíntese. É o primeiro animal a se “alimentar” apenas de luz e CO_2 , como as plantas.

GARATONI, B. Superinteressante. edição 276, mar. 2010 (adaptado).

A capacidade de o molusco fazer fotossíntese deve estar associada ao fato de o gene incorporado permitir que ele passe a sintetizar

- A** clorofila, que utiliza a energia do carbono para produzir glicose.
- B** citocromo, que utiliza a energia da água para formar oxigênio.
- C** clorofila, que doa elétrons para converter gás carbônico em oxigênio.
- D** citocromo, que doa elétrons da energia luminosa para produzir glicose.
- E** clorofila, que transfere a energia da luz para compostos orgânicos.

08 | ENEM O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à

vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- A metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- B metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- C gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- D gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- E gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbicos.

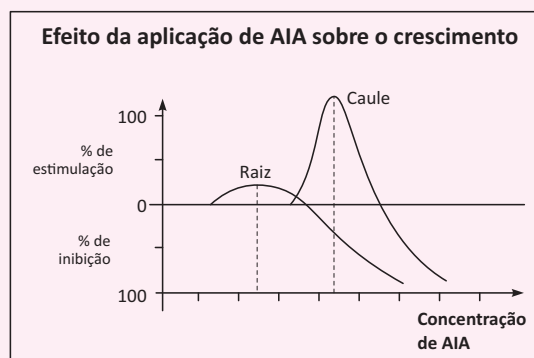
09] ENEM Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora analisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi **bom**, **razoável** ou **ruim**, de acordo com critérios específicos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Espécie	Condição de luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom
10	Razoável	Razoável	Razoável	Bom

Para o reflorestamento da região desmatada,

- A a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
- B recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
- C sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
- D espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
- E é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.

10] UEPG Os hormônios vegetais atuam sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. A principal auxina natural é o ácido-indolil-acético (AIA), produzido no ápice caulinar, em folhas jovens e em sementes em desenvolvimento. O gráfico abaixo demonstra o efeito da aplicação do AIA sobre o crescimento da raiz e do caule. Com relação ao demonstrado no gráfico e a função do AIA, assinale o que for correto.



Adaptado de: Lopes, S; Rosso, S. Bio. Volume 2. 2ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

- 01. As curvas demonstram que a concentração ótima de AIA para a raiz é uma concentração suficiente para iniciar a estimulação do crescimento do caule.
- 02. O AIA é uma auxina, um hormônio de crescimento que promove o alongamento celular diferencial e funciona como regulador do crescimento dos vegetais.
- 04. As curvas demonstram que as concentrações mais altas de AIA não são capazes de inibir o crescimento do caule.
- 08. O gráfico demonstra que existe uma concentração ótima de AIA para o crescimento do caule; entretanto, nessa concentração de AIA, o crescimento da raiz sofre inibição.



11| UNIRG O ácido abscísico, conhecido como hormônio inibidor de crescimento, é necessário para regular o crescimento e desenvolvimento da planta. Em condições adversas, como, por exemplo, quando há baixa disponibilidade de água no solo, a concentração desse hormônio se eleva, desencadeando uma resposta em curto prazo (alguns minutos), que permite à planta aumentar a eficiência do uso de água. Essa resposta consiste no

- A** aumento da abscisão foliar.
- B** redução do alongamento celular.
- C** aumento da absorção de água.
- D** promoção do fechamento estomático.

12| UFG Leia as informações a seguir.

Uma árvore, em um ambiente natural a 20°C, apresentando 10^5 folhas com área média de $0,5 \text{ dm}^2$ por folha, está perdendo água para a atmosfera através dos estômatos, em uma média de $5 \text{ g/dm}^2/\text{h}$, durante o dia.

Dado: Calor latente de vaporização da $\text{H}_2\text{O} \approx 600 \text{ cal}$

Com base nas informações e considerando-se que esse processo está ocorrendo das 13 às 15 horas, conclui-se que a sua importância e a quantidade de calor absorvido, em cal, são, respectivamente:

- A** síntese de carboidrato e fornecimento de alimento; $1,5 \cdot 10^8$
- B** regulação da temperatura e resfriamento do microambiente; $1,5 \cdot 10^8$
- C** regulação da temperatura e resfriamento do microambiente; $3,0 \cdot 10^8$
- D** consumo de ATP e disponibilização de energia para o metabolismo; $3,0 \cdot 10^7$
- E** consumo de ATP e disponibilização de energia para o metabolismo; $1,5 \cdot 10^7$

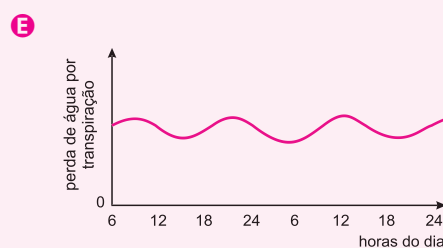
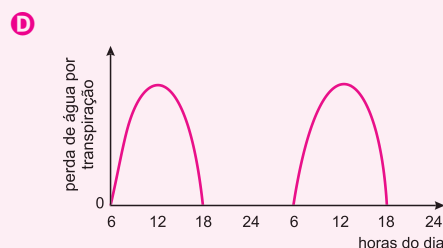
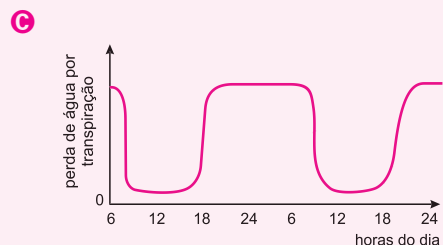
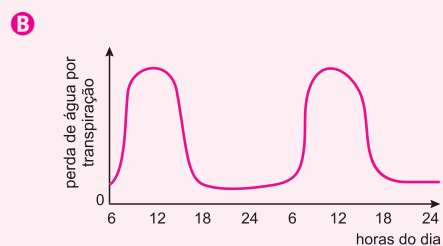
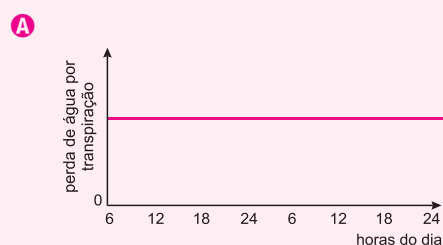
13| MACK Respiração e transpiração são dois processos que ocorrem nas plantas e no ser humano. A respeito disso, considere as afirmações abaixo:

- I. A transpiração nesses organismos tem finalidades diferentes.
- II. Na transpiração do ser humano, a água é eliminada na forma gasosa, enquanto nas plantas ela é eliminada na forma líquida.
- III. A fase aeróbica da respiração no ser humano ocorre nas mitocôndrias, enquanto nas plantas, ela ocorre nos plastos.
- IV. Tanto nas plantas quanto no ser humano, a respiração ocorre o tempo todo.

Assinale se estão corretas, apenas,

- A** I e II.
- B** I e III.
- C** I e IV.
- D** II e III.
- E** II e IV.

14| UFTM Uma planta da mata atlântica foi submetida a condições ideais de temperatura, umidade no solo e concentração de gás carbônico, e mantida sob luminosidade natural ao longo dos dias. O gráfico que melhor expressa a variação da transpiração, ao longo de pelo menos dois dias, é indicado em



BIOTECNOLOGIA

A biotecnologia é um ramo da biologia que estuda técnicas que utilizam seres vivos ou parte deles para se obter um produto de interesse. Essas técnicas são utilizadas pelo homem há milhares de anos. A manipulação com cruzamentos de gado com características de interesse ou a produção de bebida alcoólica utilizando microrganismos fermentadores são exemplos de técnicas biotecnológicas.

Mais recentemente com o advento da biologia molecular, a biotecnologia tem ampliado significativamente suas possibilidades. A produção de **OGM's** (organismos geneticamente modificados) e clonagem são exemplos da aplicação da engenharia genética – inovação profunda na biotecnologia.

Dentro das diversas aplicações da biotecnologia e da engenharia genética estão:

ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM'S) OU TRANSGÊNICOS

São organismos que por meio de técnicas de engenharia genética, são concebidos a partir da combinação de **DNA** de duas ou mais espécies. A construção de um **OGM** pode ter diversas finalidades, como a produção de um determinado fármaco (insulina ou hormônio do crescimento) ou melhoria na produtividade agrícola (genes que aumentam a resistência de plantas a pragas).

Para se produzir um OGM é necessário a utilização da técnica do DNA recombinante – uma das principais técnicas da engenharia genética.

TÉCNICA DO DNA RECOMBINANTE

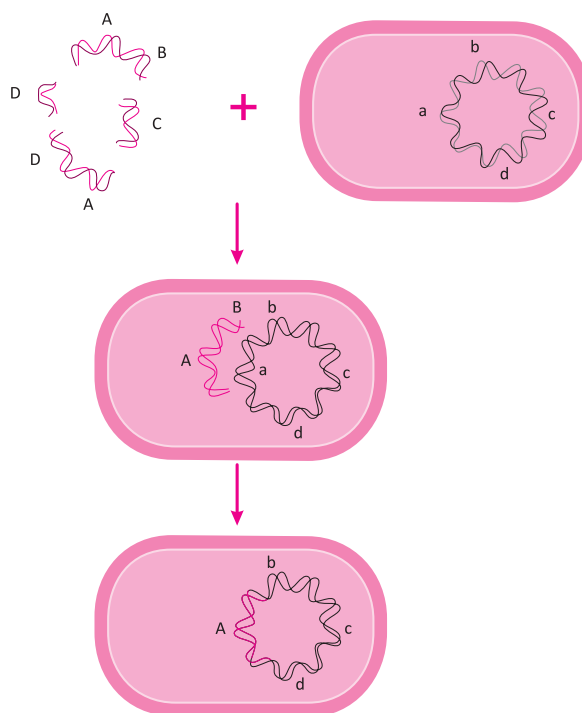
Essa técnica consiste na produção de um DNA com trechos de diferentes espécies. O DNA recombinante é introduzido em uma célula para que possa ser expresso, produzindo as proteínas de interesse. A produção de insulina e hormônio de crescimento pode ser realizada por bactérias com DNA recombinante. Tal DNA possui genes humanos que codificam as proteínas mencionadas e assim, as bactérias as produzem.

Para se produzir um DNA recombinante utiliza-se enzimas de restrição. Essas enzimas possuem especificidade a certas sequências características de bases nitrogenadas e clivam o DNA nessa região. Dessa forma, as enzimas de restrição permitem que o DNA de interesse seja fragmentado na região certa para se obter o gene de interesse.

As mesmas enzimas de restrição são utilizadas para clivar o DNA ao qual o gene de interesse será introduzido. Assim, o gene de interesse e o DNA ao qual o mesmo será ligado são tratados com as mesmas enzimas de restrição e por isso, possuirão pontas adesivas (possuem sequências complementares) facilitando a união dos diferentes DNA's.

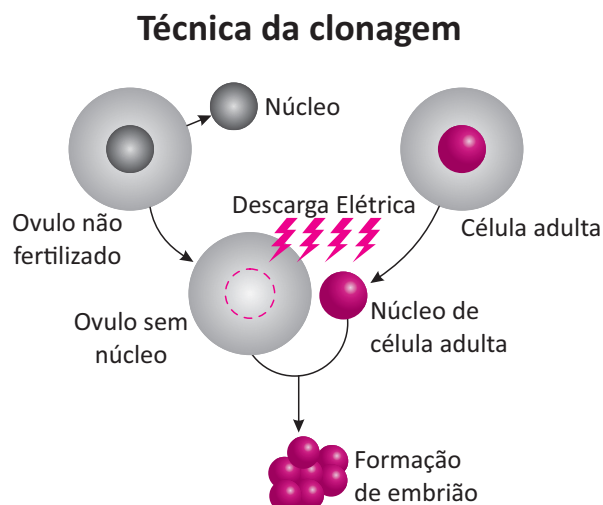
Após o DNA recombinante ter sido produzido, deve ser introduzido em uma célula para que possa ser expresso. Essa introdução pode ser feita com a utilização de vetores virais – vírus portando o DNA recombinante; eletroporação – descargas elétricas que criam poros na membrana da célula alvo e a consequente entrada do DNA recombinante ou injeção intracitoplasmática. Esses métodos permitem que o DNA recombinante entre na célula e possa ser transcrito.

Transformação Genética



CLONAGEM

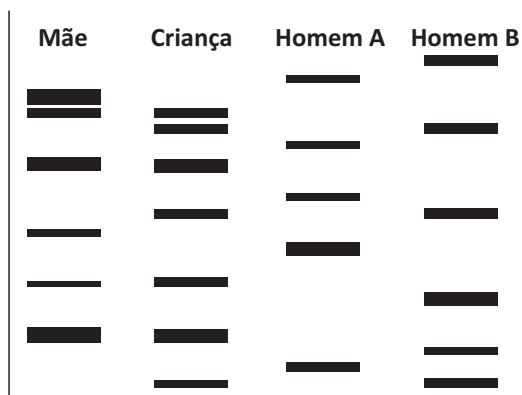
É a produção de um indivíduo com carga genética idêntica de outro pré-existente. Para se realizar a clonagem de um mamífero ou outro cordado, deve ser obtido o núcleo de uma célula diplóide de um indivíduo e introduzi-lo em um óvulo cujo seu núcleo foi previamente retirado.



TESTES DE DNA – “FINFERPRINT” DE DNA

Cada indivíduo possui uma sequência de bases nitrogenadas do DNA própria, ou seja, cada pessoa possui uma identidade molecular. Dessa forma é possível identificar indivíduos por meio de seu DNA. Esse tipo de teste tem sido cada vez mais utilizado para testes de paternidade e identificação de pessoas em crimes.

Em um teste de paternidade é necessária uma amostra de DNA dos supostos pais, da mãe e do filho. As quatro amostras são tratadas com as mesmas enzimas de restrição e submetidas a uma eletroforese. Ela separa os fragmentos de DNA clivados com as enzimas de restrição de acordo com o peso molecular, gerando bandas correspondentes aos trechos de diferentes tamanhos. Observe o esquema abaixo.



As bandas (faixas escuras) formadas a partir da eletroforese do DNA da criança devem estar contidas na mulher ou no verdadeiro pai. Sendo assim, é possível identificar que o pai é o homem B, pois as bandas de DNA da criança coincidem com as da mãe e do homem B.

EMBRIOLOGIA

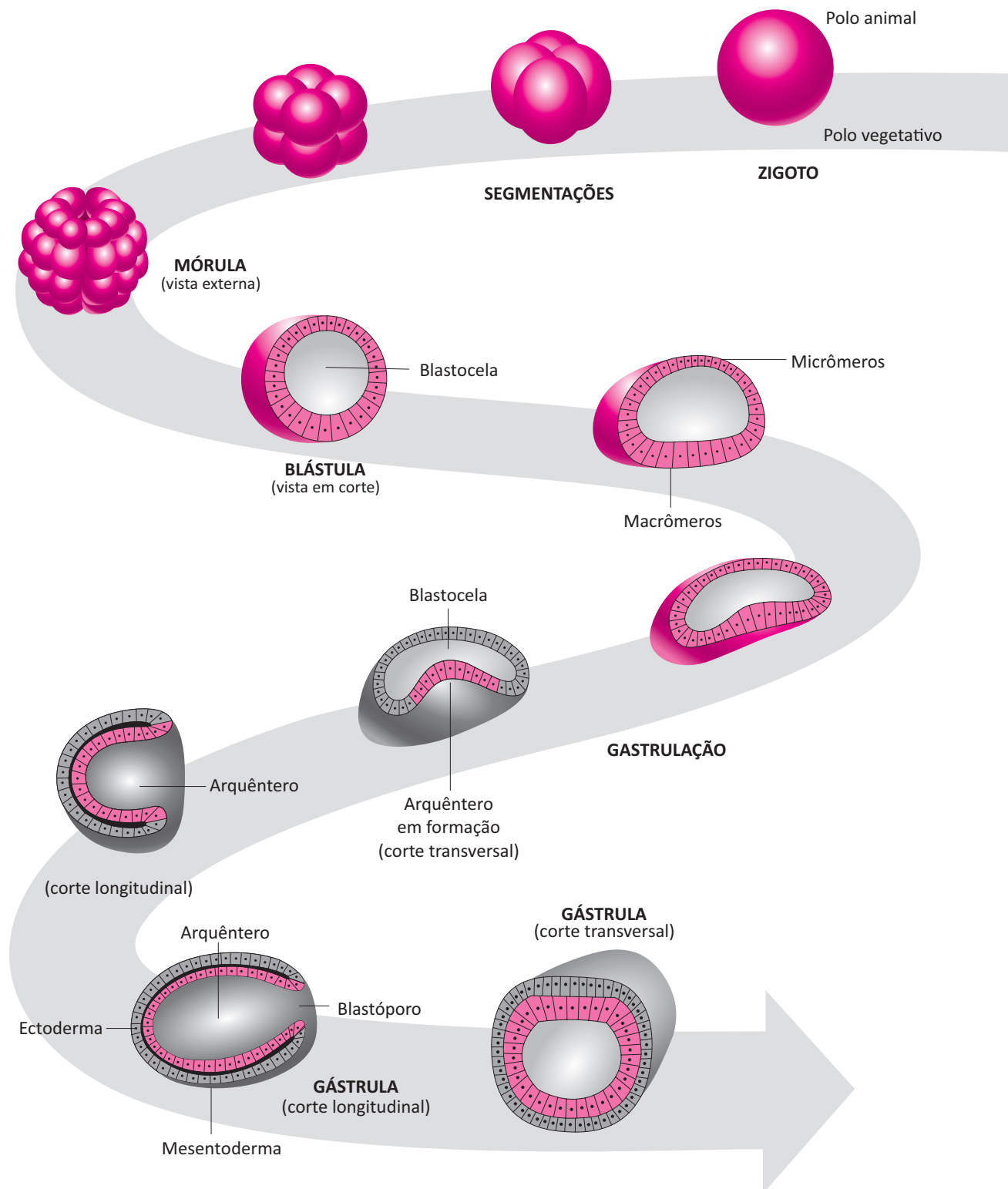
O desenvolvimento embrionário é uma característica marcante dentro do reino animalia. Todos os animais possuem um desenvolvimento embrionário com características típicas e com certo grau de semelhança. A embriologia estuda o desenvolvimento embrionário dos diferentes tipos de animais.

O desenvolvimento embrionário se inicia após a formação do zigoto. O zigoto é a célula ovo, formada a partir da fecundação do óvulo pelo espermatozoide.

A partir da formação do zigoto inicia o processo de clivagens ou segmentações. Ocorrem sucessivas divisões citoplasmáticas dando origem a uma estrutura pluricelular maciça denominada mórula.

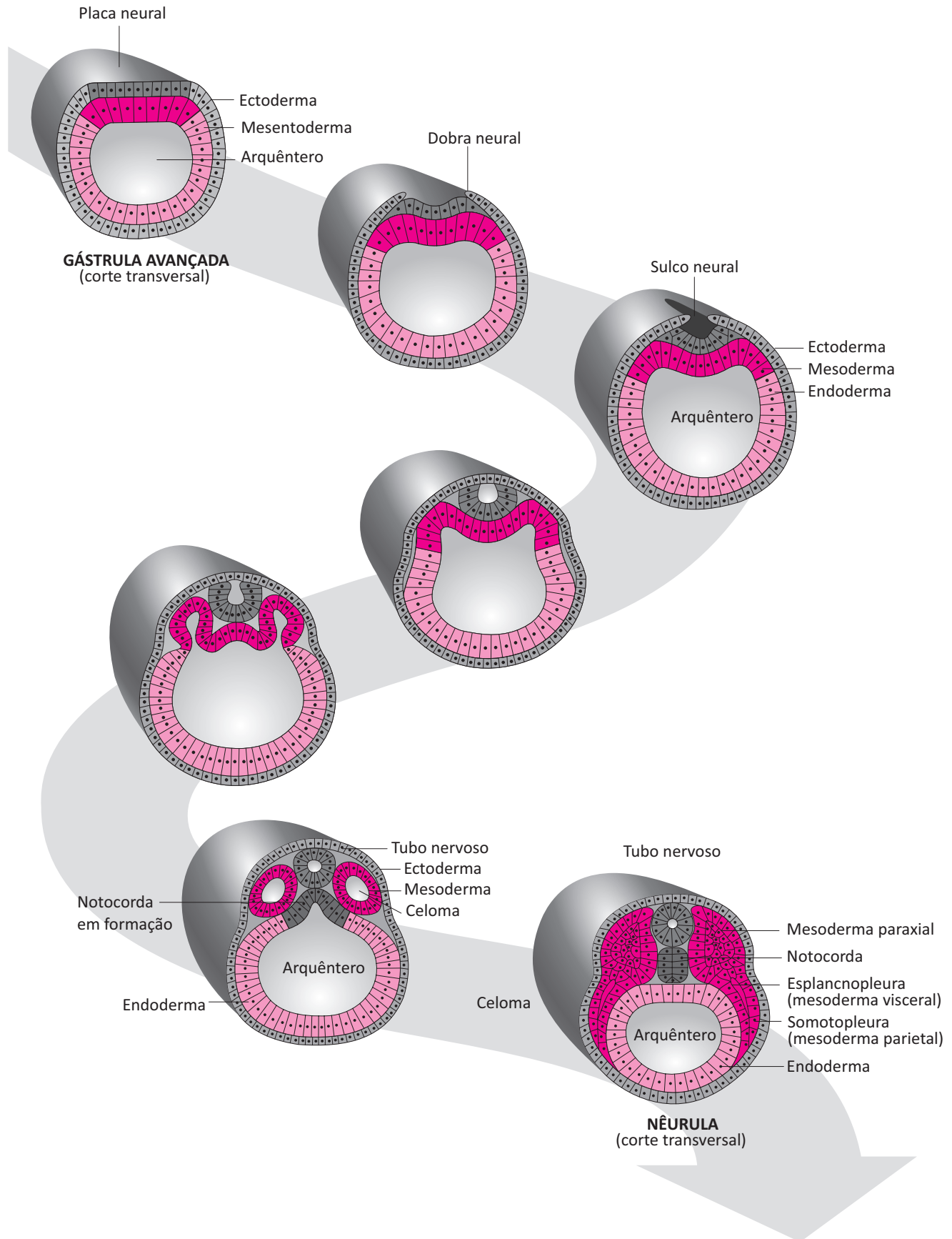
A mórula sofre uma expansão volumétrica se transformando em blástula – uma estrutura com um espaço interno preenchido por líquidos.

A blástula sofre um processo denominado gastrulação originando a gástrula. Este processo dá início à diferenciação celular devido à formação dos folhetos embrionários. Além disso, a gástrula possui o arquêntero – primórdio do tubo digestório.





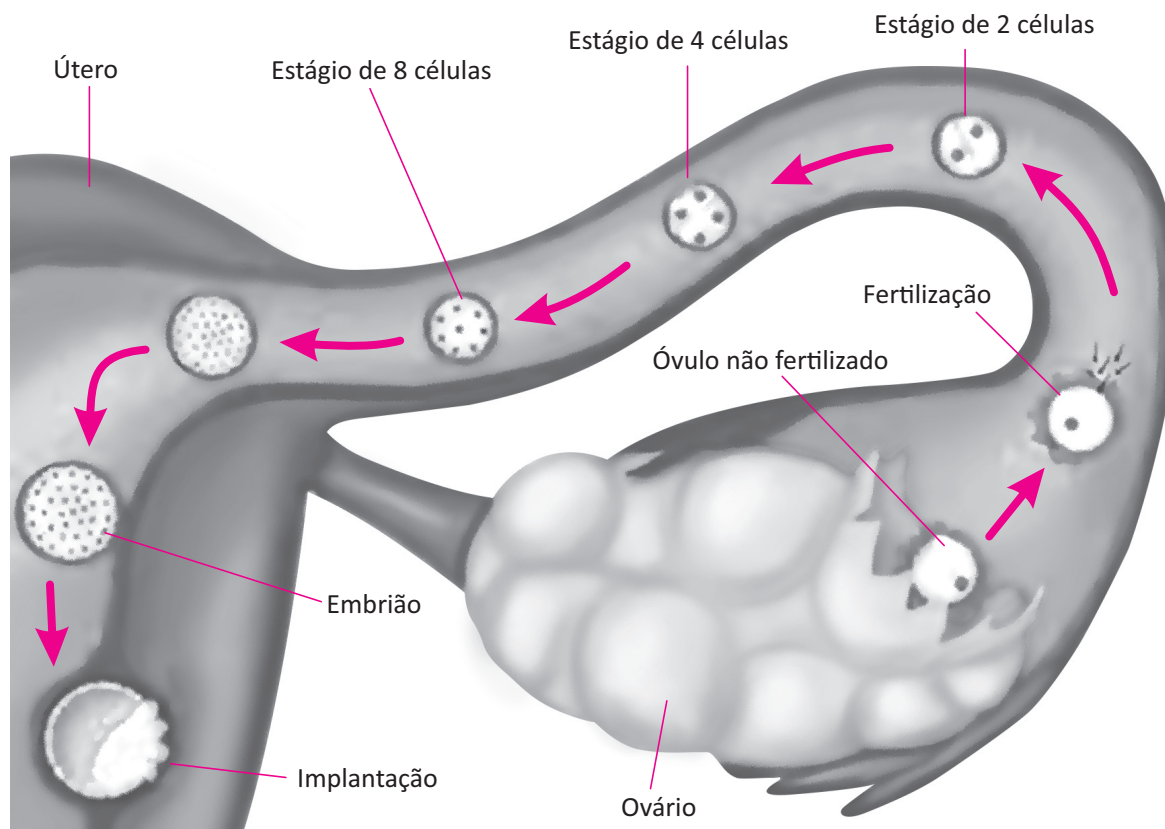
Em cordados existe ainda a formação da nêurula, estrutura em que se forma o tubo neural e a notocorda.



EMBRIOLOGIA HUMANA

O desenvolvimento embrionário humano inicia-se em uma das tubas uterinas, onde ocorre a fecundação. O embrião vai se desenvolvendo e se aproximando do corpo do útero sendo implantado, geralmente, na parede do endométrio.

O blastocisto se implanta na parede do endométrio e inicia a formação do sincício trofoblasto, massa multinucleada responsável por obter nutrientes para o embrião a partir de vasos sanguíneos materno.



Após o período embrionário ocorre a fase da histogênese e organogênese. Nessas etapas ocorre a formação dos tecidos e órgãos do indivíduo em formação.

ANEXOS EMBRIONÁRIOS

Os anexos embrionários são estruturas que auxiliam o desenvolvimento do embrião. Os diferentes grupos de animais possuem tipos diferentes de anexos embrionários. O processo evolutivo selecionou os anexos de acordo com o tipo de vida de cada animal.

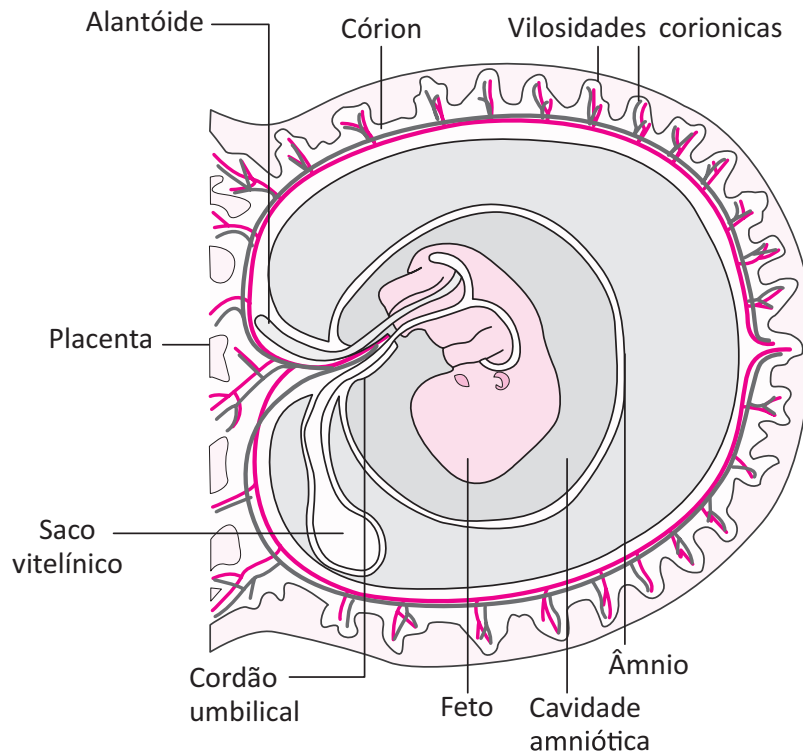
Os principais anexos embrionários são saco vitelínico; âmnio, alantoide e placenta.

O saco vitelínico é um anexo que armazena nutrientes sendo, portanto, essencial ao suprimento de nutrientes a embriões de diversos grupos de animais. No caso da espécie humana e demais placentários, o saco vitelínico é pouco desenvolvido pelo fato da nutrição ser feita por meio da placenta.

O âmnio está relacionado à proteção do embrião. Esse anexo surge nos répteis, sendo importante para a conquista definitiva do ambiente terrestre pelo fato de evitar a desidratação do embrião; protegê-lo contra choques mecânicos e mudanças de temperatura.

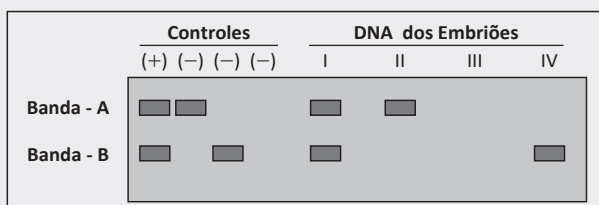
O alantoide está relacionado com o armazenamento de excretas e respiração (também feita pelo córion). Em placentários a placenta assume essas funções e o alantoide se mostra reduzido.

A placenta é um anexo embrionário ou órgão materno fetal que contém vasos sanguíneos da mãe e do feto, permitindo a troca de substâncias entre a circulação do feto e da mãe.



R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | EFOA Dessas regiões recebe o nome de marcador, uma vez que pode ser associada com algum fenótipo em particular. A presença do marcador no genoma de um indivíduo pode ser visualizada como uma banda. Dessa forma, podemos descobrir se um embrião poderá apresentar uma determinada característica ou doença genética pela análise de seus marcadores. O esquema abaixo representa a análise de marcadores de DNA de quatro embriões humanos (I, II, III, e IV). Apenas a presença de duas bandas (A e B) é indicativo positivo para o indivíduo apresentar uma certa disfunção muscular quando adulto. Detectou-se ainda que esses marcadores ocupam o **mesmo** loco.



Observe o padrão de bandas do DNA de cada embrião e responda:

- A** Dentre os embriões analisados, quais **NÃO** deverão apresentar a disfunção muscular quando adultos?

- B** Supondo que os quatro embriões sejam irmãos, qual é o padrão de bandas (I, II, III ou IV) mais provável para cada um de seus pais?
- C** Qual é a probabilidade de um certo casal, formado por indivíduos tipo I e III, ter um descendente com essa disfunção muscular?

Resolução:

- A** II, III e IV
- B** *um dos pais marcador para as duas bandas e o outro apresenta só para uma;*
- C** *não há possibilidade visto que o indivíduo 3 não apresentou nenhum marcador*

02 | UFRN

“Alta tecnologia” indígena ajuda a manter diversidade agrícola

É claro que as tribos indígenas do Xingu nunca ouviram falar em engenharia genética, mas os métodos tradicionais de plantio empregados por eles equivalem a um experimento evolutivo dos mais interessantes. Um exemplo direto desse elo estreito entre a cultura

indígena e a variabilidade de sua lavoura foi flagrado pelo agrônomo Fábio de Oliveira Freitas, da Embrapa, numa aldeia da tribo yawalapiti, uma das 17 etnias que habitam o Parque Indígena do Xingu. Intrigado ao notar estranhas estruturas circulares na lavoura de mandioca de um dos moradores da aldeia, o agrônomo foi informado pelo índio de que aquela era a “Casa do Kukurro”, uma oferenda feita às lagartas normalmente encontradas na plantação, as quais são vistas como espíritos protetores da mandioca. “Normalmente, os índios separam as variedades de mandioca nos canteiros, mas na Casa do Kukurro todas são plantadas juntas, chegando a haver até 15 variedades misturadas”, conta o pesquisador. (...) Embora a maioria dos outros pés de mandioca seja replantada por meio das ramas, (...) o agricultor indígena tem paciência suficiente para esperar que as plantas da Casa do Kukurro cheguem até os dois ou três anos de idade, quando finalmente começam a produzir tubérculos.

Texto extraído da reportagem originalmente publicada em setembro de 2008 na Globo.com: <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL764154-5603,00-ALTA+TECNOLOGIA+INDIGENA+AJUDA+A+MANTER+DIVERSIDADE+AGRICOLA.html>

Dentre as práticas indígenas que representam recursos

artificiais de melhoramento genético de plantas (sentenças sublinhadas), escolha três e justifique que tipos de melhoria cada uma promove.

Resolução:

- *Separação das variedades de mandioca nos canteiros: o isolamento populacional das variedades promove a uniformidade genética destas.*
- *Plantação conjunta de até 15 variedades de mandio-cas num local reservado (Casa do Kukurro): permite a troca de material genético entre as variedades (ou hibridização das espécies), favorecendo a recombinação genética, aumentando, assim, a variabilidade genética e a possibilidade do surgimento de cultivares mais resistentes.*
- *Replantação por meio das ramas da maioria dos (outros) pés de mandioca: processo de clonagem (ou reprodução assexuada ou propagação vegetativa) e a manutenção das características fenotípicas desejadas.*
- *Aguardar a produção de tubérculos das plantações reservadas: análise de fenótipo (ou da qualidade do tubérculo) para seleção das melhores variedades.*

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | PUC O desenvolvimento embrionário pode ser usado para organizar os filios animais de acordo com as diferentes sequências de estágios e graus de complexidade corporal gerados.

Descreva as fases iniciais do desenvolvimento embrionário dos animais e diferencie animais diploblásticos de triploblásticos, protostômios de deuterostômios e celomados de acelomados e pseudocelomados.

02 | UERJ As células-tronco se caracterizam por sua capacidade de autorrenovação e diferenciação em múltiplas linhagens celulares. Podem ser classificadas, quanto à origem, em células-tronco embrionárias e células-tronco adultas. As adultas são encontradas nos tecidos dos organismos após o nascimento, sendo capazes de promover a diferenciação celular específica apenas do tecido de que fazem parte.

Nomeie a estrutura do blastocisto na qual se encontram as células-tronco embrionárias. Identifique, também, no caso de uma lesão tecidual, a vantagem da existência de células-tronco adultas nos tecidos.

03 | UNIFESP Em abril de 2005, a revista *Pesquisa FAPESP* reforçava a importância da aprovação da Lei de Biosse-

gurança para as pesquisas brasileiras com células-tronco e, ao mesmo tempo, ponderava:

Nos últimos anos, enquanto os trabalhos com células-tronco embrionárias de origem humana permaneciam vetados, os cientistas brasileiros não ficaram parados. Fizeram o que a legislação permitia: desenvolveram linhas de pesquisa com células-tronco de animais e células-tronco humanas retiradas de tecidos adultos, em geral de medula óssea e do sangue de cordão umbilical. (...) Não há evidências irrefutáveis de que as células-tronco adultas possam exibir a mesma plasticidade das embrionárias. (...) Menos versáteis que as embrionárias, as células-tronco adultas têm uma vantagem: parecem ser mais seguras. Nas terapias experimentais são injetadas nos pacientes células-tronco extraídas, em geral, deles mesmos.

Marcos Pivetta
(www.revistapesquisa.fapesp.br Adaptado.)

Considerando o texto da revista, responda:

- A** O que se quer dizer ao se afirmar que as células-tronco adultas são “menos versáteis que as embrionárias”?
- B** Qual a vantagem de se injetar nos pacientes células-tronco extraídas deles mesmos?

04 | UFTM O supremo tribunal de justiça autorizou pesquisadores brasileiros a utilizar células-tronco de embriões congelados há mais de três anos. Eles utilizam células do blastocisto.

- A** Por que os cientistas priorizam estudar células do blastocisto e não priorizam estudar células da gástrula ou do cordão umbilical?
- B** Células-tronco embrionárias poderiam ser utilizadas para recuperar lesões medulares (sistema nervoso central) em pessoas com paraplegia. Explique como essa técnica devolveria os movimentos a essas pessoas.

05 | UFU Dentre as aplicações atuais da genética molecular, temos os testes de identificação de pessoas por meio do DNA. Essa técnica, que pode ser usada para identificar suspeitos em investigações policiais, consiste em detectar e comparar sequências repetitivas ao longo de trechos da molécula de DNA, regiões conhecidas como VNTR (número variável de repetições em sequência).

A figura abaixo ilustra os padrões de VNTRs de quatro pessoas envolvidas (uma vítima (V) e 3 suspeitos (S1, S2 e S3) em uma investigação policial e de uma prova (P) coletada no local do crime:

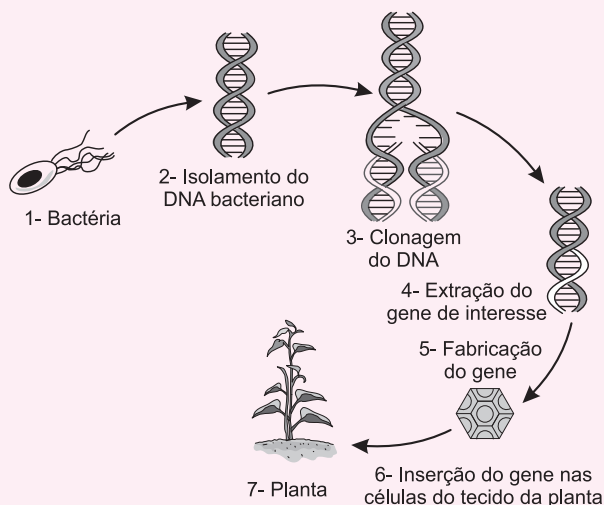


Considerando as afirmações e a figura acima apresentada, responda:

- A** A qual dos suspeitos (S1, S2 ou S3) pertence a prova (P)? Justifique a sua resposta.
- B** Que tipo de material pode ser coletado e servir de prova em um caso como esse?
- C** Por que os resultados desse tipo de análise têm alto grau de confiabilidade?

T ENEM E VESTIBULARES

01 | ENEM Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (adaptado).

Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada?

- A** Clone.
- B** Híbrida.
- C** Mutante.
- D** Adaptada.
- E** Transgênica.

02 | PUC Críticos aos transgênicos estão mal informados, diz pesquisador

Cientista que desenvolve seu trabalho pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) diz que a tecnologia aumenta a produção e não traz riscos à saúde.

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/9811533-criticos-aos-transgenicos-estaomalformados-diz-pesquisador.stml>

Sobre os transgênicos, assinale a afirmativa INCORRETA.

- A** No Brasil, o feijão é uma cultura de extrema importância social, e grãos modificados para serem menos resistentes às pragas garantem uma maior produtividade.

- B** Cientistas modificam geneticamente a planta para que ela produza novos fragmentos de RNA que codificam proteínas responsáveis por mecanismos de defesa contra pragas.
- C** Além de testar a eficiência das variedades transgênicas, análises laboratoriais podem avaliar a biossegurança para comprovar a inocuidade do transgênico ao ambiente e à saúde humana.
- D** Um possível benefício ambiental das variedades de transgênicos é a redução na aplicação de produtos químicos (inseticidas) no ambiente, além de reduzir o avanço da agropecuária sobre áreas de florestas.

03 | ENEM O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência

- A** do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- B** da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- C** da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- D** da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- E** da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

04 | PUCCAMP *Investigando o sistema olfativo dos camundongos, o biólogo brasileiro Fábio Papes, em parceria com o Instituto de Pesquisa Scripps, na Califórnia, notou que algo no odor exalado pelos predadores estimulava uma área nasal específica: o chamado órgão vomeronasal, uma estrutura formada por alguns milhares de células nervosas capazes de captar a informação química carregada pelo ar e transformá-la em impulsos elétricos, resultando nos impulsos cerebrais do medo.*

Para descobrir se esse órgão participava apenas na identificação do cheiro dos predadores ou se atuava na identificação de outros odores desagradáveis, os testes foram repetidos expondo camundongos ao naftaleno, o principal componente das pastilhas de naftalina, liberado na queima da madeira e associado por animais ao odor do fogo. Tanto os roedores com vomeronasal ativo quanto os com órgão desativado (camundongos transgênicos), evitaram a gaze com naftaleno, sinal de que os neurônios desligados agiam na identificação dos inimigos naturais.

(Adaptado: Revista Pesquisa Fapesp, junho de 2010, p. 53)

O texto menciona que camundongos transgênicos foram usados no experimento sobre olfato. Considere outros exemplos de experimentos, listados a seguir.

- I. Uma variedade de milho pouco produtiva é cruzada com outra, mais selvagem, produzindo uma planta híbrida vigorosa.
- II. Uma bactéria recebe o trecho de DNA humano que determina a produção de insulina e passa a produzir esse hormônio.
- III. Uma pessoa com doença degenerativa recebe células-tronco provenientes do cordão umbilical de uma outra pessoa, não aparentada.
- IV. Um camundongo com problemas no sangue recebe células da medula óssea de outro camundongo aparentado.
- V. Células de algodoeiro recebem um gene que confere a resistência a determinado pesticida, produzindo uma variedade que suporta grandes quantidades de pesticida.

Resultam em organismos transgênicos os experimentos descritos SOMENTE em

- A** II e V.
- B** III e IV.
- C** I, II e V.
- D** II, III e IV.
- E** II, III, IV e V.

05 | UFU Há diversos tipos de milho disponíveis no campo. Alguns são mais resistentes à ação de determinadas pragas, enquanto outros apresentam maior teor de amido. Atualmente, com o avanço científico-tecnológico, tem sido possível unir essas duas características em um único organismo, incorporando em seu código genético um ou mais genes responsáveis pela característica desejada.

Um organismo geneticamente modificado é chamado de

- A** célula-tronco.
- B** clone.
- C** transgênico.
- D** mutante.

06 | ENEM Segundo Jeffrey M. Smith, pesquisador de um laboratório que faz análises de organismos geneticamente modificados, após a introdução da soja transgênica no Reino Unido, aumentaram em 50% os casos de alergias. “O gene que é colocado na soja cria uma proteína nova que até então não existia na alimentação humana, a



qual poderia ser potencialmente alergênica”, explica o pesquisador.

Correio do estado/MS. 19 abr. 2004 (adaptado).

Considerando-se as informações do texto, os grãos transgênicos que podem causar alergias aos indivíduos que irão consumi-los são aqueles que apresentam, em sua composição, proteínas

- A** que podem ser reconhecidas como antigênicas pelo sistema imunológico desses consumidores.
- B** que não são reconhecidas pelos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
- C** com estrutura primária idêntica às já encontradas no sistema sanguíneo desses consumidores.
- D** com sequência de aminoácidos idêntica às produzidas pelas células brancas do sistema sanguíneo desses consumidores.
- E** com estrutura quaternária idêntica à dos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.

07 | ENEM Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.

FU, G. et al. Female-specific flightless phenotype for mosquito control. PNAS 107 (10): 4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- A** diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- B** restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- C** dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- D** tomaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- E** dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

08 | ESCS O fato de que o pólen da maioria das espécies de plantas não possui cloroplastos tem levado cientistas a propor a inserção de genes no genoma (DNA) dos cloroplastos de plantas transgênicas como estratégia para controlar a dispersão de tais genes para plantas silvestres. Sobre os genes localizados no genoma dos cloroplastos de plantas transgênicas é correto afirmar que:

- A** serão encontrados somente nos indivíduos do sexo masculino das plantas silvestres fertilizadas pelo pólen das plantas transgênicas;
- B** serão encontrados somente nas folhas e demais tecidos fotossintéticos das plantas silvestres fertilizadas pelo pólen das plantas transgênicas;
- C** estarão presentes nas plantas formadas a partir de óvulos transgênicos fecundados por pólen de plantas silvestres;
- D** afetarão somente a atividade fotossintética das plantas transgênicas;
- E** não serão transcritos ou traduzidos por se encontrarem no interior de cloroplastos, o que os torna inofensivos para as plantas silvestres.

09 | UEM Em 1994, nos Estados Unidos, iniciou-se a comercialização do tomate longa vida, o primeiro produto agrícola transgênico. Atualmente, são consumidos, na alimentação humana e de animais, cerca de 600 produtos geneticamente modificados.

O processo de produção de produtos transgênicos é possível porque

- A** ocorre recombinação gênica nas espécies.
- B** ocorre transferência de todos os cromossomos de uma espécie para outra.
- C** ocorre transferência de partes do DNA de uma espécie para outra.
- D** existem enzimas de restrição que permitem a incorporação dos genes de outras espécies.
- E** hormônios induzem a troca de genes entre as bactérias e as espécies infectadas.

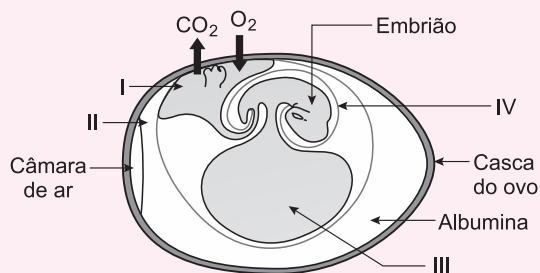
10 | UFTM Nos vaga-lumes, uma enzima chamada luciferase catalisa uma reação de oxidação convertendo uma substância chamada luciferina em oxiluciferina. Essa reação gera luz, o que explica a bioluminescência do vaga-lume.

Cientistas utilizaram a técnica do DNA recombinante para transferir o gene que codifica a enzima luciferase do vagalume para uma planta de tabaco.

A planta transgênica começará a emitir luz quando

- A atingir a idade adulta e produzir a luciferina.
- B regada com uma solução de luciferase.
- C regada com uma solução de luciferina.
- D colocada em ambiente completamente escuro.
- E houver a incorporação do DNA do vaga-lume ao DNA da planta.

11| MACK



O desenho acima mostra um ovo terrestre de um réptil.

As setas I, II, III e IV correspondem, respectivamente, aos seguintes anexos embrionários:

- A alantoide, cório, saco vitelínico e âmnio.
- B alantoide, âmnio, saco vitelínico e cório.
- C cório, alantoide, âmnio e saco vitelínico.
- D saco vitelínico, alantoide, cório e âmnio.
- E âmnio, alantoide, cório e saco vitelínico.

12| UNIEVANGÉLICA

Leia o texto a seguir.

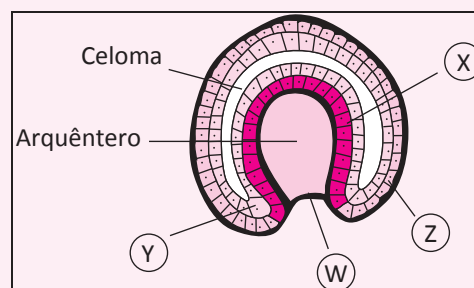
A medula espinhal é revestida por três membranas de tecido conjuntivo, denominadas meninges, que são, de fora para dentro, dura-máter, aracnoide e pia-máter. Um líquido denominado cefalorraquidiano, ou simplesmente líquido, circula em um espaço entre essas meninges, sendo uma das suas mais importantes funções proteger o SNC. O líquido pode ser retirado e o estudo da sua composição pode ser valioso para o diagnóstico de algumas doenças. A punção lombar representa o método de escolha para a obtenção do líquido. Uma agulha é inserida na linha mediana entre as vértebras até atingir o espaço intermeninges onde circula o líquido e é puncionado.

GOSS, Charles Mayo. *Gray Anatomia*. 29. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977. p. 722.

Na posição correta para a obtenção do líquido, a ponta da agulha estará no espaço

- A epidural, entre a dura-máter e o perióstio do canal vertebral.
- B subaracnoide, entre a aracnoide e a pia-máter.
- C subdural, entre a dura-máter e a aracnoide.
- D interventricular, entre os ventrículos laterais.

13| UFG Analise a figura a seguir que representa a gástrula, uma estrutura embrionária.



Considerando a figura:

- A denomine os folhetos embrionários primordiais X, Y e Z, respectivamente, e identifique o folheto que irá originar a notocorda;
- B nomeie a estrutura W. Com base no desenvolvimento embrionário dessa estrutura, explique a classificação dos moluscos e dos equinodermos.

14| CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO Durante o desenvolvimento embrionário de um animal cordado, é correto afirmar que a

- A blástula é um maciço celular formada por micrômeros e macrômeros.
- B nêurula apresenta notocorda e tubo neural ventral, e este se modificará no sistema nervoso.
- C mórula apresenta uma camada celular envolvendo uma cavidade com líquido.
- D gástrula apresenta blastóporo e espaço interno, e este dará origem à cavidade digestória.
- E nêurula passa pela organogênese, durante a qual a endoderme origina o sistema nervoso e músculos.

DIVISÃO CELULAR

Em células eucariontes existem basicamente dois tipos de divisão celular: **mitose** e **meiose**. De modo geral, a mitose é um processo no qual uma célula dá origem a duas células geneticamente idênticas entre si.

Já no processo de meiose, uma célula diploide dá origem a quatro células haploides. Ou seja, ocorre uma redução na quantidade de material genético por célula. Anteriormente aos dois processos mencionados acontecerem, ocorre a duplicação do material genético.

A alternância entre momentos em que a célula não está em processo de divisão (a interfase) e momentos de divisão (mitose ou meiose) é chamada de ciclo celular.

A interfase é dividida em fase **G1**, **S** e **G2**. Nas fases G1 e G2 a célula possui seu metabolismo normal, o DNA está ativo. Na fase S ocorre a duplicação do DNA (replicação). Quando se inicia a divisão celular o DNA se torna inativo devido a espiralização sobre moléculas de histonas. Tornando-se uma estrutura condensada na qual o DNA não pode ser transcrito.

MITOSE

A mitose é dividida em 4 etapas:

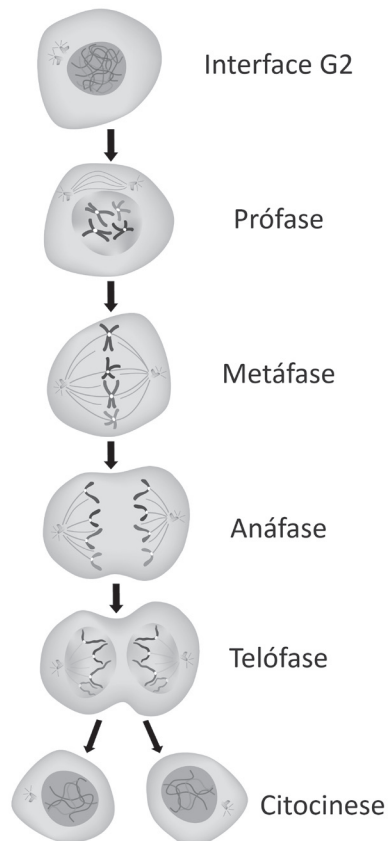
Prófase: ocorre a condensação dos cromossomos, desintegração do nucléolo e da carioteca, migração dos centríolos para os polos da célula.

Metáfase: ocorre o alinhamento dos cromossomos no plano equatorial da célula.

Anáfase: os cromossomos migram para os polos da célula.

Telófase: ocorre a reconstituição dos núcleos das células em formação – carioteca, nucléolo, descondensação dos cromossomos – e a citocinese (divisão dos citoplasmas das duas células em formação).

Mitose



shutterstock

MEIOSE

A meiose é dividida em **meiose I** e **meiose II**, pois ocorrem duas divisões citoplasmáticas. Desse modo uma célula origina 4 células no final do processo (após as duas divisões citoplasmáticas).

A meiose I é subdividida em:

Prófase I: ocorre a condensação dos cromossomos, desintegração do nucléolo e da carioteca, além da migração dos centríolos para os pólos – de forma semelhante à prófase da mitose. Porém, na prófase I os cromossomos homólogos permanecem emparelhados, ocorrendo nessa fase o crossing-over (troca de pedaços dos cromossomos homólogos) gerando recombinação genética.

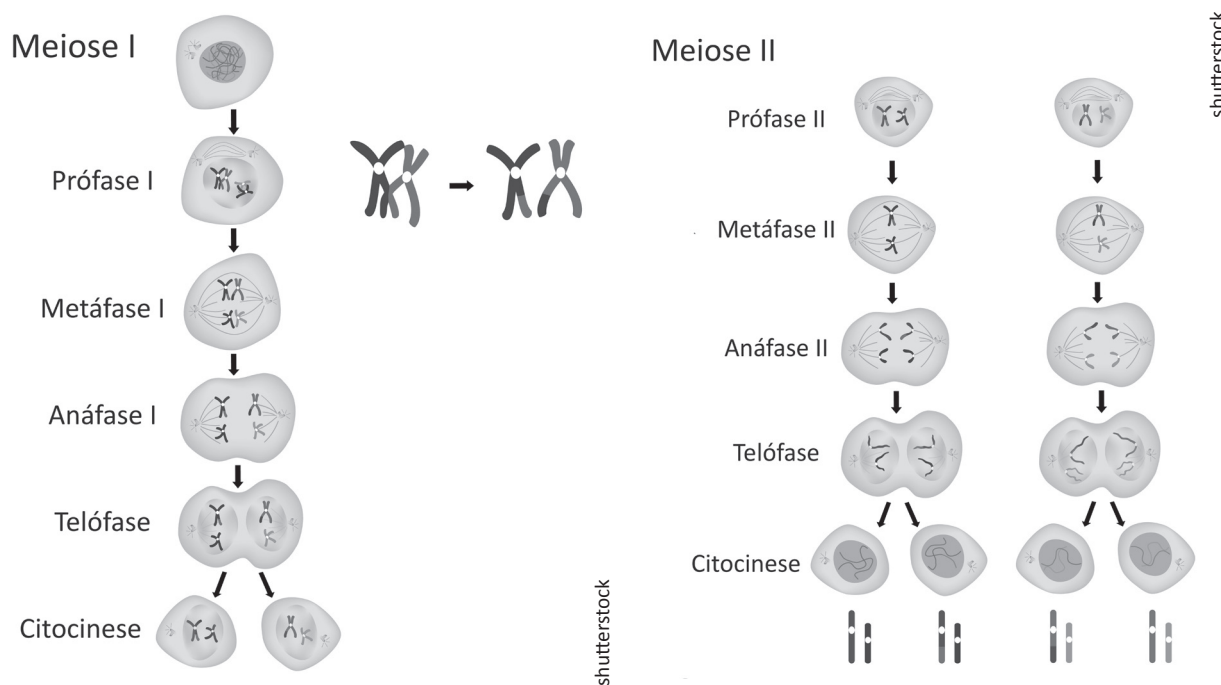
Metáfase I: ocorre o alinhamento dos pares de homólogos duplicados no plano equatorial da célula.

Anáfase I: ocorre a migração dos cromossomos para os pólos da célula. Nesse caso, diferentemente da mitose e da meiose II, não há duplicação do centrômero. Ou seja, um cromossomo duplicado inteiro vai para um pólo e outro para outro pólo.

Telófase I: ocorre a formação dos núcleos com constituição haploide, porém com os cromossomos duplicados. Além da citocinese, semelhante à telófase da mitose.

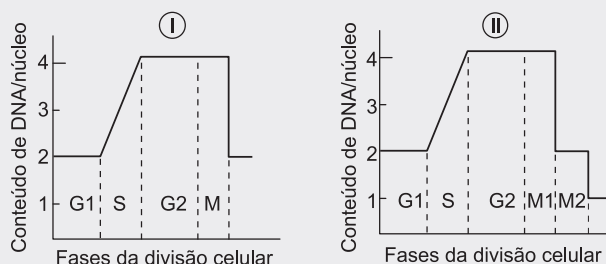
Intercinese: período entre a telófase I e a prófase II.

Na meiose II os processos ocorrem de forma análoga à mitose. É subdividida em prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II. Ao final do processo 4 células com constituição haploide são formadas.



R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UNIFESP Os gráficos I e II representam o conteúdo de DNA durante divisões celulares.



Considerando-se um cromossomo:

- A** quantas cromátides estão presentes no início da fase M do gráfico I? E ao final da fase M2 do gráfico II?
- B** quantas moléculas de DNA estão presentes no início da fase M do gráfico I? E ao final da fase M2 do gráfico II?

Resolução:

- A** No início da mitose, o cromossomo está duplicado, portanto, apresenta duas cromátides-irmãs. No final da fase M2 (meiose), não apresenta nenhuma cromátide, pois o cromossomo não está duplicado.



- B** Duas, no início da fase M, pois cada cromátide é formada por uma molécula de DNA. Uma molécula de DNA, ao final da fase M2, pois o cromossomo não está duplicado, ou seja, não apresenta cromátides-irmãs.

02 | UFG A meiose é um processo reducional no qual uma célula origina quatro gametas. Considerando um par de cromossomos homólogos dessa célula, descreva o que ocorre com os gametas gerados a partir:

- A** da não-disjunção nesse par de cromossomo somente na meiose I;
- B** de uma não-disjunção nesse par de cromossomo somente na meiose II.

Resolução:

- A** Quando a não-disjunção ocorre na meiose I, as gametas apresentam um representante de ambos os membros do par de cromossomos homólogos ou eles não possuem esse cromossomo. Aceita-se, também, como correta a resposta: 50% $n+1$ e 50% $n-1$.
- B** Quando a não-disjunção ocorre na meiose II, a metade dos gametas são normais e os gametas anormais possuem duas cópias de um dos cromossomos parentais (e nenhuma cópia do outro cromossomo) ou eles não possuem esse cromossomo.

Aceita-se, também, como correta a resposta: 50% dos gametas são normais, 25% $n+1$ e 25% $n-1$.

03 | FUVEST Suponha três espécies de organismos, 1, 2 e 3, que têm exatamente o mesmo número de cromossomos.

A espécie 1 tem reprodução sexuada e na meiose ocorre permutação entre os cromossomos homólogos.

A espécie 2 tem reprodução sexuada, porém, na meiose, não ocorre permutação entre os cromossomos homólogos.

A espécie 3 se reproduz assexuadamente por meio de esporos.

Com base na constituição genética das células reprodutivas, explique se as afirmativas a e b estão corretas ou não.

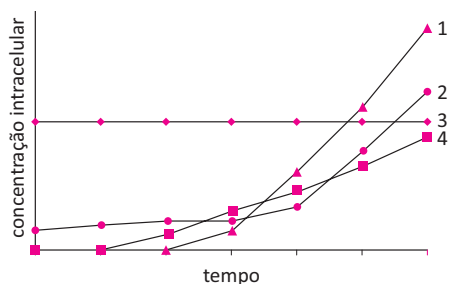
- A** O número de tipos de células reprodutivas, produzido pelos indivíduos das espécies 1 e 2, deve ser igual.
- B** O número de tipos de células reprodutivas, produzido pelos indivíduos das espécies 2 e 3, deve ser diferente.

Resolução:

- A** A afirmação a está incorreta, pois com reprodução sexuada e com realização de permutação, o indivíduo 1 deve gerar um maior número de tipos de células reprodutivas que o indivíduo 2, cuja variabilidade das células reprodutivas depende apenas da segregação dos cromossomos homólogos.
- B** A afirmação b está correta, uma vez que, salvo a ocorrência de mutações, não ocorrerá variabilidade nas células reprodutivas do indivíduo 3, que se reproduz assexuadamente.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UFES Células de um órgão humano são especializadas na produção de uma determinada proteína necessária para a diminuição da concentração de glicose no sangue. Durante uma fase do ciclo celular dessas células, foram tomadas medidas das concentrações intracelulares de DNA, de RNA mensageiro, da referida proteína e de vesículas do Complexo de Golgi, que variaram segundo o gráfico abaixo.

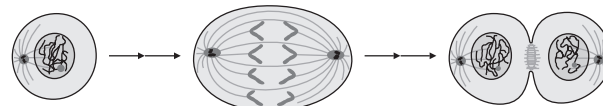


Nesse contexto, identifique

- A** a proteína e o órgão humano mencionados;

- B** a fase do ciclo celular e as moléculas representadas pelas curvas 1 e 3. Justifique sua resposta.

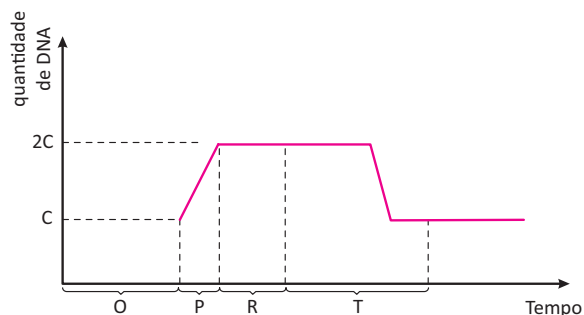
02 | UNICAMP O esquema abaixo representa três fases do ciclo celular de uma célula somática de um organismo diploide.



(Adaptado de Hernandes Faustino de Carvalho e Shirlei Maria Recco-Pimentel, *A Célula*. Manole, Ed., 2007, p. 380)

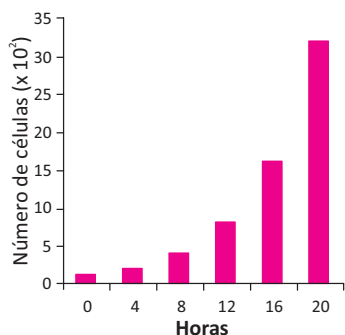
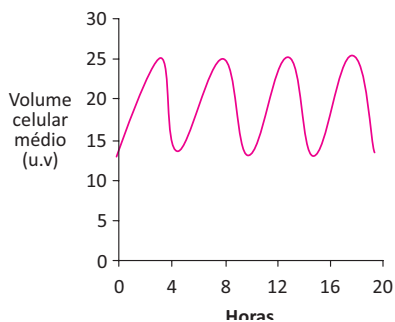
- A** Qual é o número de cromossomos em uma célula haploide do organismo em questão? Justifique sua resposta.
- B** Identifique se a célula representada é de um animal ou de uma planta. Aponte duas características que permitam fazer sua identificação. Justifique.

03 | UFTM O gráfico representa o ciclo celular que ocorreu em uma célula de um animal vertebrado.



- A** Em que intervalo (O, P, R ou T) pode-se afirmar que ocorreu a ação da enzima DNA polimerase? Justifique sua resposta.
- B** Considere que a célula que sofreu essa divisão celular apresente a seguinte constituição genética AAbbDdEe. Ao final desse ciclo celular, quantas células foram produzidas a partir da célula inicial e qual seria a constituição genética das células-filhas? Justifique.

04 | UFRN Os gráficos abaixo foram obtidos a partir das variações do volume celular e do número de células, observados durante um intervalo de 20 horas em uma cultura de células.

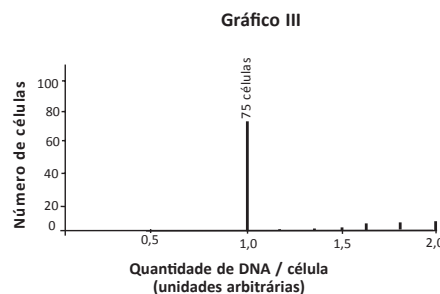
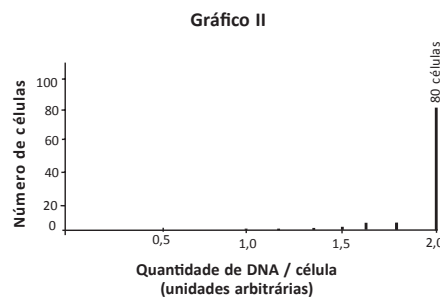
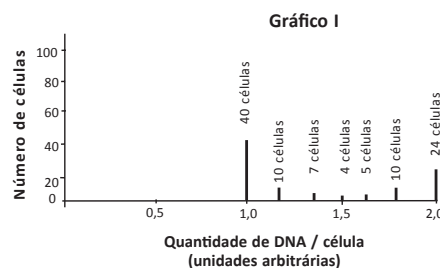


A partir da análise dos gráficos, atenda às solicitações abaixo.

- A** Explique por que o volume médio das células varia dessa forma ao longo do tempo de observação.
- B** Estabeleça uma relação entre os dois gráficos.

05 | UFF Células eucarióticas que possuem um ciclo de divisão em torno de 24 horas estão sendo cultivadas em meio adequado. Em um determinado momento, coletam-se, aleatoriamente, 100 células dessa cultura e determina-se a quantidade de DNA em cada uma delas. Os resultados estão mostrados abaixo, no gráfico I.

O restante da cultura foi, então, dividido em duas porções. Em uma delas, adicionou-se afidicolina e, na outra, colchicina. Após algumas horas, foram retiradas, da mesma forma, 100 células de cada porção, sendo também determinada a quantidade de DNA por célula. Esses resultados estão mostrados nos dois outros gráficos abaixo.



Sabendo-se que:

- a afidicolina inibe a enzima DNA polimerase
 - a colchicina inibe a polimerização das subunidades que formam os microtúbulos
- A** analise o resultado do experimento mostrado no gráfico I e calcule a porcentagem das células que se encontram nas fases do ciclo celular G_1 , S e $G_2 + M$;
- B** identifique os gráficos que representam, respectivamente, os resultados dos experimentos onde houve adição de afidicolina e de colchicina ao meio de cultura. Justifique sua resposta.

06 | PUC Gregor Mendel, através dos seus experimentos com ervilhas (*Pisum sativum*), demonstrou que a herança de algumas características segue determinados princípios que ficaram conhecidos como “Leis de Mendel”.

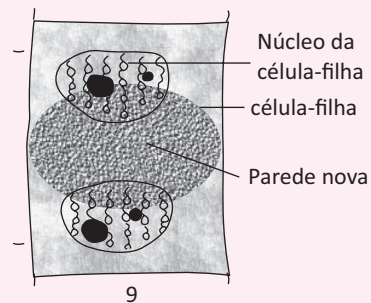
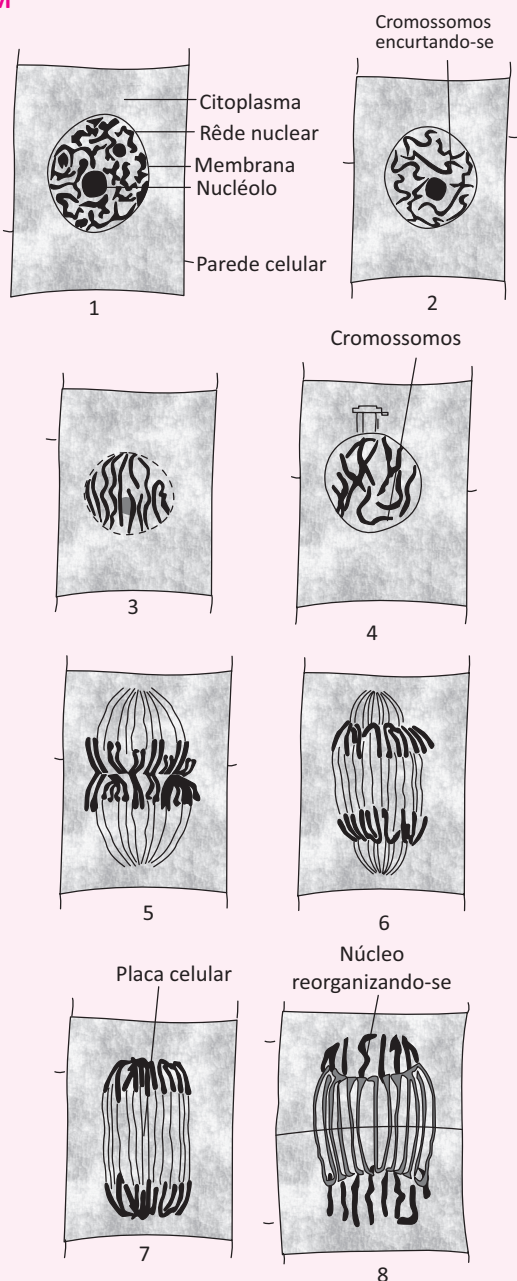
- A** As Leis de Mendel estão diretamente relacionadas a que processo de divisão celular?
- B** Relacione as duas Leis de Mendel aos eventos ocorridos nesse processo de divisão celular.

07 | FUVEST Uma célula somática, em início de intérfase, com quantidade de DNA nuclear igual a X, foi colocada em cultura para multiplicar-se. Considere que todas as células resultantes se duplicaram sincronicamente e que não houve morte celular.

- A** Indique a quantidade total de DNA nuclear ao final da 1ª, da 2ª e da 3ª divisões mitóticas.
- B** Indique a quantidade de DNA por célula na fase inicial de cada mitose.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | FCM



No desenho acima sobre a divisão celular do tipo Mitose, a fase que apresenta um número maior de etapas representadas é:

- A** Prófase.
- B** Metáfase.
- C** Anáfase.
- D** Telófase.

02 | USP Na metáfase mitótica, cada cromátide de um cromossomo contém

- A** uma cadeia simples de desoxirribonucleotídeos.
- B** duas cadeias emparelhadas de ribonucleotídeos.
- C** duas cadeias emparelhadas de desoxirribonucleotídeos.
- D** quatro cadeias de ribonucleotídeos emparelhadas duas a duas.
- E** múltiplas cadeias de desoxirribonucleotídeos.

03 | UNIEVANGÉLICA

Leia o texto a seguir.

Todo cromossomo apresenta uma região especial, por meio da qual as cromátides-irmãs se mantêm unidas desde a duplicação cromossômica até a sua separação para as células-filhas. É também por essa região que

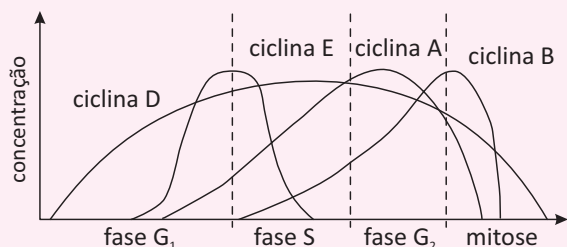
cada cromátide se prende aos microtúbulos que irão separá-las durante a divisão celular. Essa região também divide o cromossomo em partes.

SNUSTAD, D. Peter; SIMOONS, Michael. **Fundamentos de genética**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. p. 22. (Adaptado).

A região à qual o texto se refere, a fase da divisão celular indicada e as partes cromossômicas geradas são, respectivamente,

- A telômero, zigóteno e cromonema interfásico.
- B centrômero, telófase e cromatina nuclear.
- C centrômero, anáfase e braços cromossômicos.
- D telômero, metáfase e satélites terminais.

04| ESCS



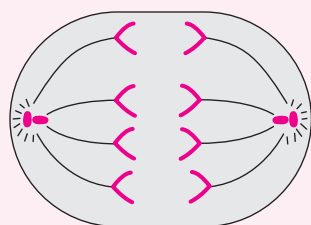
Internet: <commons.wikimedia.org>.

O ciclo celular é regulado por sinais do ambiente extracelular, assim como por sinais intracelulares que monitoram e coordenam os vários processos que acontecem durante as suas diferentes fases. Os sinais externos são os hormônios, que agem à distância, e os fatores de crescimento, que atuam localmente. Os sinais internos das células são proteínas de dois tipos: as ciclinas e as quinasas. A figura acima ilustra as variações dos níveis de concentração das proteínas ciclinas durante o ciclo celular.

A partir dessas informações, é correto afirmar que, na fase G₂, quando atinge o maior valor de concentração, a ciclina A

- A apresenta os cromossomos nos polos da célula.
- B inicia a formação de mais organelas celulares, o que implica crescimento celular.
- C abdicou do ciclo celular ativo.
- D apresenta os cromossomos duplicados.

05| FGV Observe a figura que ilustra uma célula em determinada etapa de um processo de divisão celular.

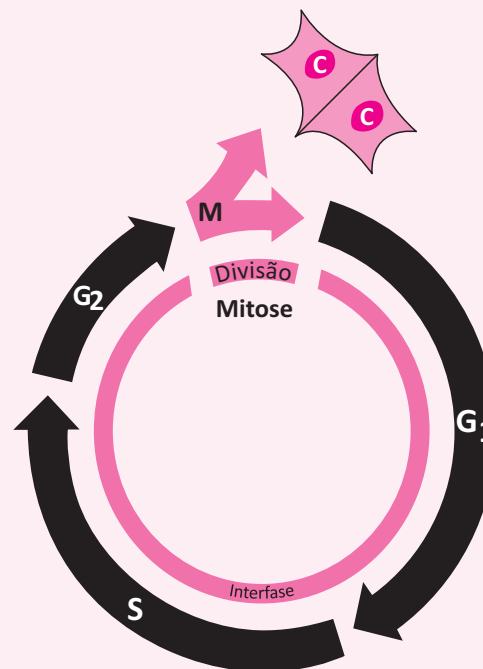


(<http://abrahames-proyecto1.blogspot.com.br/>)

Sendo 2n o número diploide de cromossomos, é correto afirmar que tal célula encontra-se em anáfase da mitose de uma célula-mãe

- A 2n = 8, ou anáfase I da meiose de uma célula-mãe 2n = 8.
- B 2n = 16, ou anáfase II da meiose de uma célula-mãe 2n = 8.
- C 2n = 4, ou anáfase I da meiose de uma célula-mãe 2n = 8.
- D 2n = 8, ou anáfase II da meiose de uma célula-mãe 2n = 16.
- E 2n = 4, ou anáfase II da meiose de uma célula-mãe 2n = 8.

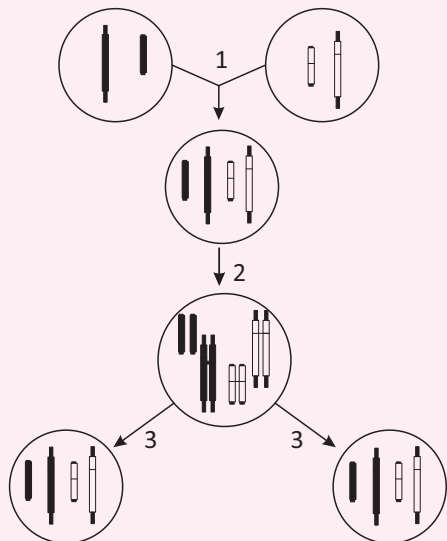
06| FUVEST Na figura abaixo, está representado o ciclo celular. Na fase S, ocorre síntese de DNA; na fase M, ocorre a mitose e, dela, resultam novas células, indicadas no esquema pelas letras C.



Considerando que, em G₁, existe um par de alelos Bb, quantos representantes de cada alelo existirão ao final de S e de G₂ e em cada C?

- A 4, 4 e 4.
- B 4, 4 e 2.
- C 4, 2 e 1.
- D 2, 2 e 2.
- E 2, 2 e 1.

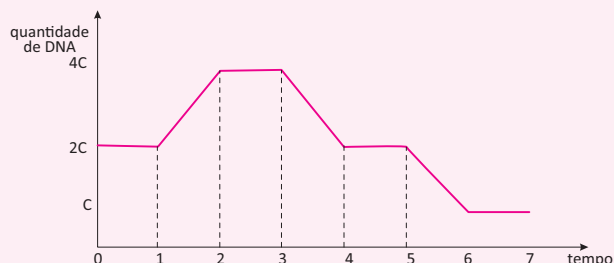
07 | ESCS A figura abaixo mostra uniões e divisões celulares.



A sequência correta dos eventos 1, 2 e 3 é:

- A** 1 – união de gametas diploides formando um zigoto; 2 – duplicação dos cromossomos, fase S da mitose; 3 – divisão celular por mitose;
- B** 1 – união de gametas haploides formando um zigoto; 2 – duplicação dos cromossomos, fase S da mitose; 3 – divisão celular por meiose;
- C** 1 – união de gametas haploides formando um zigoto; 2 – duplicação dos cromossomos, fase anáfase da mitose; 3 – divisão celular por mitose;
- D** 1 – união de gametas diploides formando um zigoto; 2 – duplicação dos cromossomos, fase metáfase da mitose; 3 – divisão celular por meiose;
- E** 1 – união de gametas haploides formando um zigoto; 2 – duplicação dos cromossomos, fase S da mitose; 3 – divisão celular por mitose.

08 | UNIOESTE Analise o gráfico abaixo, que representa a Meiose.



Com base no gráfico, pode-se afirmar que

- A** a meiose II se inicia no tempo 3.
- B** a replicação do DNA na fase S da intérfase tem início no tempo zero.

- C** entre os tempos 5 e 6, ocorre a separação dos cromossomos homólogos.
- D** no tempo 5, a célula apresenta uma quantidade duplicada de cromossomos.
- E** no tempo 2 e antes do tempo 3, ocorre permuta ou *crossing-over* entre os cromossomos homólogos.

09 | PUC Considere as afirmativas abaixo acerca dos processos de divisão celular:

- I. Na mitose, a célula-mãe dá origem a duas células filhas geneticamente idênticas.
- II. Em todos os organismos que fazem reprodução sexuada, a produção de gametas se dá por meiose.
- III. Na primeira fase da meiose, ocorre o pareamento e a segregação dos cromossomos homólogos.
- IV. Na mitose, os cromossomos são alinhados na placa equatorial e ocorre a separação das cromátides irmãs.

Estão corretas:

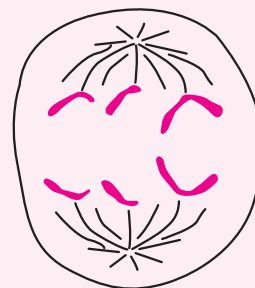
- A** Todas as afirmativas.
- B** Somente I e IV.
- C** Somente I, III e IV.
- D** Somente I, II e IV.
- E** Somente I, II e III.

10 | UERJ Qualquer célula de um organismo pode sofrer mutações. Há um tipo de célula, porém, de grande importância evolutiva, que é capaz de transmitir a mutação diretamente à descendência.

As células com essa característica são denominadas:

- A** diploides
- B** somáticas
- C** germinativas
- D** embrionárias

11 | UNISA A figura representa uma célula em uma etapa do processo de divisão celular.



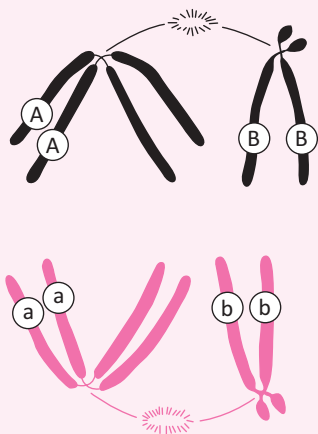
A partir da figura, é correto afirmar que se trata da

- A** metáfase da mitose e que a ploidia da célula mãe era $2n = 12$ cromossomos não duplicados.
- B** anáfase I da meiose e que a ploidia da célula mãe era $n = 3$ cromossomos duplicados.
- C** metáfase II da meiose e que a ploidia da célula mãe era $2n = 12$ cromossomos duplicados.
- D** telófase da mitose e que a ploidia da célula mãe era $n = 6$ cromossomos não duplicados.
- E** anáfase II da meiose e que a ploidia da célula mãe era $2n = 6$ cromossomos duplicados.

12| UFU Na espécie humana, o número de cromossomos presentes em um neurônio, no espermatozóide, no óvulo e na célula adiposa é, respectivamente:

- A** 23, 23, 23, 23
- B** 46, 46, 46, 46
- C** 46, 23, 23, 46
- D** 23, 46, 26, 23

13| USP O esquema abaixo representa uma etapa da divisão de uma célula, em que cromossomos duplicados estão migrando para os polos da célula. As letras representam os genótipos em dois loci gênicos.



Imediatamente após a etapa da divisão representada no esquema, formam-se

- A** quatro núcleos filhos com um cromossomo duplicado em cada um.
- B** quatro núcleos filhos com uma cromátide em cada um.
- C** dois núcleos filhos com um cromossomo duplicado em cada um.

- D** dois núcleos filhos com dois cromossomos duplicados em cada um.
- E** dois núcleos filhos com um par de cromossomos homólogos em cada um.

14| PUCCAMP

A fábrica de pele

As seguintes etapas são utilizadas pela “fábrica de pele” alemã para produzir 100 discos de pele reconstituída a partir de uma amostra, num processo que dura 6 semanas.

1ª etapa: Com uma biópsia, extrai-se um pequeno pedaço de pele do voluntário.

2ª etapa: Um braço robótico corta a pele em pedacinhos.

3ª etapa: Com a ajuda de enzimas, uma máquina separa dois tipos de células: os queratinócitos, da superfície, e os fibroblastos, que compõem a parte interna da pele.

4ª etapa: Os dois tipos são cultivados em biorreatores e se replicam. As células produzem colágeno, proteína que ajuda a unir e fortalecer os tecidos.

5ª etapa: Os fibroblastos são despejados em frascos onde formam a derme. Nutrientes são adicionados para ajudar no processo.

6ª etapa: Por cima da derme são acrescentados os queratinócitos, que ajudam a formar a epiderme.

7ª etapa: Fica tudo numa incubadora a 37 °C até a pele adquirir a forma final. O resultado tem as mesmas camadas que formam o tecido humano: derme, epiderme e subdivisões.

(Adaptado: Revista Galileu, julho de 2011, p. 47)

Considere que a biópsia de pele foi feita em uma mulher normal e que as células em cultivo mantêm todas as suas características. Na fase G2 do ciclo de divisão celular, cada célula apresenta:

- A** 46 centrômeros, 92 cromossomos e 46 cromátides.
- B** 92 centrômeros, 46 cromossomos e 92 cromátides.
- C** 46 centrômeros, 46 cromossomos e 92 cromátides.
- D** 46 centrômeros, 92 cromossomos e 92 cromátides.
- E** 92 centrômeros, 46 cromossomos e 46 cromátides.

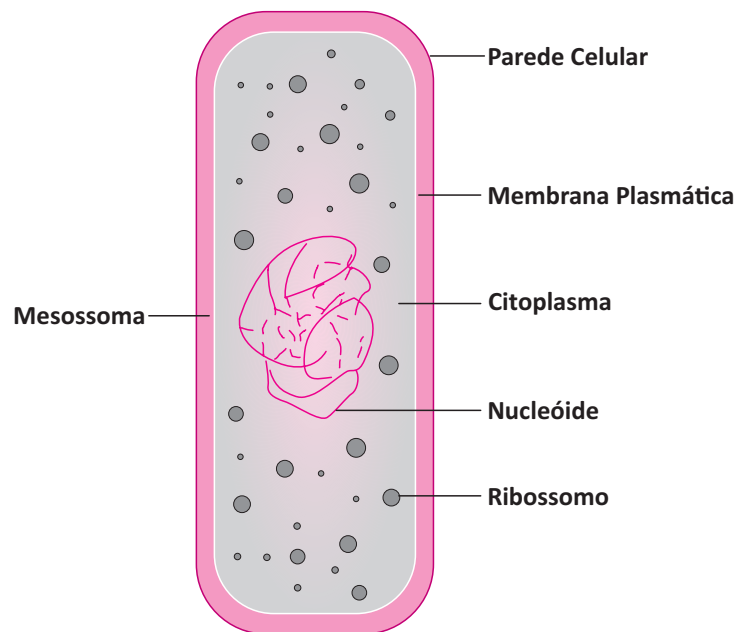
CÉLULAS PROCARIÓTICAS

Quanto ao grau de complexidade, as células podem ser classificadas como:

Células procarióticas: são células que não possuem carioteca, organóides membranosos e citoesqueleto. Ex: presentes nas arqueas e bactérias (reino monera).

Células eucarióticas: são células mais complexas, que possuem carioteca, organóides membranosos e citoesqueleto. Ex: representantes dos reinos: Protista, Fungi, Plantae e Animália.

Célula Procariótica /Morfologia de uma bactéria *Escherichia coli*



Considerações gerais:

1 – O nucleóide corresponde ao genoma principal. É constituído de molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA).

Obs.: o DNA não está associado com proteínas.

2 – A parede celular é uma estrutura morta que protege a célula, nas bactérias a constituição essencial da parede é o peptídeoglicano (ou peptoglicano) e lipopolissacarídeos (LPS)

3 – A membrana plasmática é lipoproteica e não possui colesterol. É uma membrana viva com capacidade de transportar certos nutrientes (íons, glicose...) e está estruturado de acordo com o modelo do mosaico fluídico.

4 – O citosol é um sistema coloidal e nele estão imersos o nucleóide, os ribossomos e eventualmente o plasmídeo. Ele é a sede de várias reações químicas.

5 – Plasmídeo: é um extra genoma que possui poucos genes. Em geral aumenta a resistência das bactérias ao ataque de vírus e de antibióticos, há bactérias que possuem plasmídeo e bactérias que não o possuem.

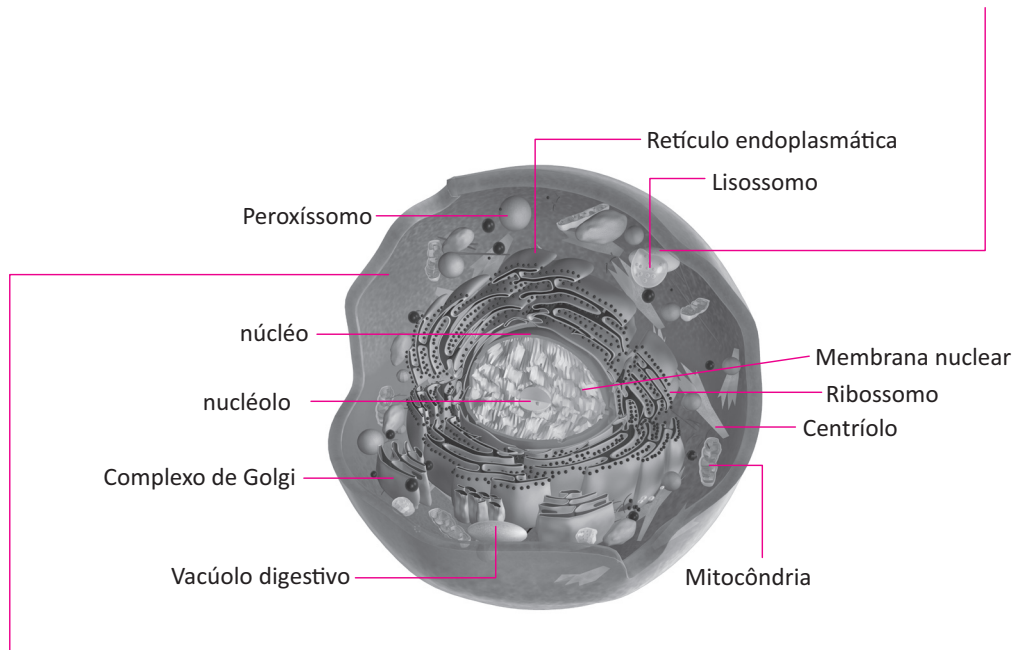
6 – Ribossomo: organóide não membranosos que se relaciona com a síntese de proteína.

7 – Mesossomo: É uma invaginação da membrana plasmática que possui enzimas oxidativas que atuam na respiração celular e conseqüentemente na produção de ATP.

CÉLULA EUKARIOTE

Morfologia de uma célula eucariótica animal

O material genético (DNA) está contido no núcleo separado do citoplasma pela membrana nuclear. Este modelo celular é chamado célula eucariote.



O citoplasma é o espaço entre o núcleo e a membrana da célula. No seu interior, está a hialoplasma um líquido composto por água e várias outras substâncias no qual flutuam os organelos celulares.

- A célula eucariótica é dotada de **membrana plasmática, citoplasma e núcleo**.

ORGANELAS CITOPLASMÁTICAS

1. MITOCÔNDRIA:

Organóide que geralmente se encontra em forma de bastonete. É dotado de duas membranas, sendo uma interna com cristas mitocondriais e outra externa.

Considerações sobre a mitocôndria:

- Realiza algumas etapas da respiração celular (ciclo de Krebs, cadeia respiratória e fluxo retrógrado de prótons);
- Realiza transcrição e tradução;
- Pode se autoduplicar, pois possui DNA próprio;
- É de origem materna.

2. RIBOSSOMO:

Organóide não membranoso constituído por duas subunidades.

- **Composição:** ribonucleoproteína (RNA ribossômico + proteína);
- **Função:** relaciona-se com a síntese protéica.



3. COMPLEXO GOLGIENSE:

Organóide membranoso que se relaciona com:

- Armazenamento de moléculas orgânicas (ex.: proteínas, polissacarídeos);
- Função secretora;
- Síntese de polissacarídeo.

Obs.: Origina os lisossomos e o acrossomo dos espermatozóides.

4. LISSOSSOMO:

Organóide membranoso rico em enzimas hidrolases que atuam em Ph ácido.

- **Função:** digestão autofágica e digestão heterofágica.

Sequência de eventos da digestão heterofágica:

- Endocitose: pode ser fagocitose quando há englobamento de partículas sólidas e pinocitose quando há ingestão de líquido.
- Formação do vacúolo alimentar.]
- Fusão do vacúolo alimentar com o lisossomo primário e formação do vacúolo digestivo.
- Difusão dos nutrientes para a célula.
- Formação do vacúolo excretor.
- Exocitose ou clasmocitose (excreção celular).

5. RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO:

Rede de canais e membranas que integram o núcleo, o citoplasma e a membrana plasmática.

Pode ser:

- Granular (rugoso): quando há ribossomos acoplados em suas membranas. Relaciona-se prioritariamente com a síntese de proteínas.
- Agranular (liso): Não apresenta ribossomos acoplados nas membranas.

Funções:

- Transporte de íons e moléculas;
- Armazenamento de moléculas orgânicas;
- Síntese de lipídeos;
- Desativação de toxinas.

6. PEROXISSOMO:

Organóide membranoso rico em enzimas “oxilases” que atuam na desativação de toxinas (ex: álcool, água oxigenada)

Ex: $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{catalase}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

7. CENTRÍOLOS:

Organóides não membranosos constituídos por 9x3 microtúbulos de tubulina ligados por proteínas denominadas dineínas.

Função: relacionam-se com o processo de divisão celular (mitose ou meiose) e com a formação dos cílios e flagelos.

NÚCLEO

Carioteca: dupla camada de membrana lipoproteica e porosa que envolve a Cariolinfa.

Nucléolo: corpúsculo amembranar rico em ribonucleoproteína que se relaciona com a formação dos ribossomos.

Cariolinfa: é um meio coloidal delimitado pela carioteca, sede de reações que ocorrem no núcleo.

Cromatina: é a expressão do material genético na interfase. É composta essencialmente de DNA e proteínas histonas.

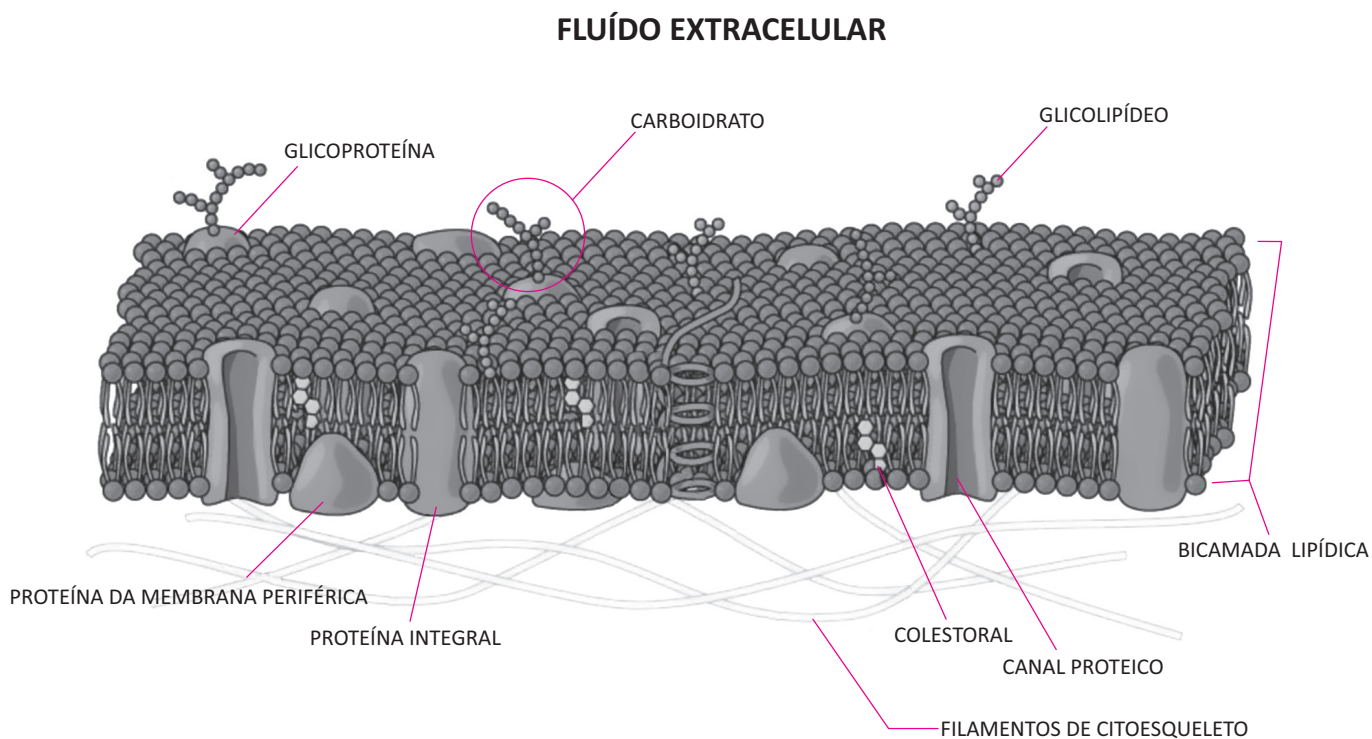
MEMBRANA PLASMÁTICA E TRANSPORTES

Todas as células procarióticas e eucarióticas possuem membrana plasmática, uma membrana que separa o meio externo do meio interno da célula.

Através da membrana plasmática passam alguns íons e moléculas de pequeno peso molecular, portanto a membrana plasmática apresenta permeabilidade seletiva. Além disso, ela protege a célula contra os agentes agressores químicos e mecânicos.

O MODELO DO MOSAICO FLUÍDICO

Em conformidade com dados fornecidos pela microscopia eletrônica a membrana plasmática é composta por uma dupla camada de fosfolipídios e entre elas existem proteínas integrais e proteínas periféricas que se movimentam lateralmente e verticalmente entre os fosfolipídios. A denominação “mosaico- fluídico” se justifica, porque mosaico se refere ao fato das proteínas estarem parcialmente ou totalmente mergulhadas dentro da dupla camada de fosfolipídios.



A cauda do lipídeo é apolar e, portanto é hidrofóbica. A cabeça é polar, portanto é hidrofílica.

Osmose: passagem de um solvente (ex: água) do meio hipotônico para o meio hipertônico por meio de uma membrana semipermeável (ex: membrana plasmática, sem gasto de ATP).

Difusão facilitada: é realizada por proteínas transportadoras que estão presentes na membrana e se movimentam no sentido de dentro para fora e de fora para dentro sem gasto de ATP. As proteínas transportadoras, também denominadas permeases reconhecem moléculas e íons para transportá-los.

Na membrana plasmática existem canais que se abrem e fecham por ação química, como por exemplo, a acetilcolina, neurotransmissor atuante no impulso nervoso.

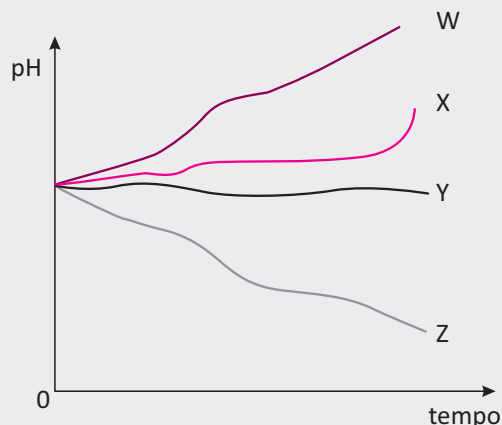
Transporte ativo: ocorre contra o gradiente de concentração e, portanto com gasto de energia.

Bomba de sódio e potássio: para manter uma diferença de potencial eletrônico na membrana plasmática, a célula bombeia permanentemente o íon K^+ (potássio) para dentro da célula e o íon Na^+ (sódio) para fora da célula. Obviamente o potássio passa de dentro para fora por difusão simples e o sódio de fora para dentro, entretanto eles são respectivamente “empurrados” para dentro (K^+) e para fora (Na^+) por transporte ativo, pois a membrana plasmática precisa ter uma ddp para manter a célula viva.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UERJ Em um experimento, foram removidas as membranas externas de uma amostra de mitocôndrias. Em seguida, essas mitocôndrias foram colocadas em um meio nutritivo que permitia a respiração celular. Uma das curvas do gráfico abaixo representa a variação de pH desse meio nutritivo em função do tempo de incubação.

Observe:



Identifique a curva que representa a variação de pH do meio nutritivo no experimento realizado. Justifique sua resposta.

Resolução:

Curva Z

Na mitocôndria intacta, íons H^+ são bombeados a partir da matriz e se acumulam no espaço intermembranas. Na mitocôndria sem membrana externa, os íons H^+ se difundem para o meio nutritivo. Como consequência, há diminuição do pH do meio.

02 | FUVEST Células de glândulas de animais apresentam nucléolo, retículo endoplasmático rugoso e complexo golgiense (complexo de Golgi) bem desenvolvidos.

- A** Que relação existe entre o retículo endoplasmático rugoso e o nucléolo?
- B** Qual é o papel do complexo golgiense na função dessas células?

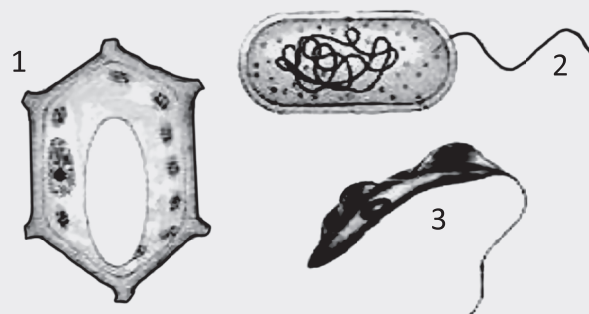
Resolução:

- A** *O retículo endoplasmático rugoso possui ribossomos. Estes, por sua vez, são formados no nucléolo.*
- B** *Células de glândulas são secretoras. Geralmente o material secretado por essas células é armazenado, modificado e "empacotado" no complexo golgiense antes de ser liberado através de vesículas secretoras.*

03 | UFF Biodiversidade é o conjunto de diferentes formas de vida no planeta. De todos os seres vivos que constituem atualmente a biosfera, já foram identificadas cerca de 1.413.000 espécies. Essas incluem: 1.032.000 espécies de animais, 248.500 espécies de plantas, 69.000 de fungos e 26.000 de algas. Apesar desses números serem bastante elevados, supõe-se que o número real de espécies seja ainda muito maior (30 a 150 milhões), pois, grande parte da biodiversidade ainda não é conhecida.

(adaptado de <http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?Artigo=4521&iLingua=1>)

As figuras abaixo representam três tipos de células de organismos de diferentes reinos.



- A** Identifique os reinos de cada célula representada.
- B** Cite uma estrutura exclusiva de cada célula representada na figura.
- C** Dê a principal função de cada uma das estruturas citadas no item anterior.

Resolução:

- A** *1 – Célula vegetal – Reino Vegetal; 2 – Célula de bactéria – Reino Monera; 3 – Trypanosoma – Reino Protista*
- B** *1 – Cloroplasto ou Parede com celulose; 2 – DNA circular ou Mesossoma; 3 – Centríolo ou Corpúsculo Basal*
- C** *1 – Cloroplasto: Realizar fotossíntese e Parede com celulose: manter integridade celular; 2 – DNA: Armazenar informações genéticas e Mesossoma: ligar DNA à membrana; 3 – Centríolo: Organizar o fuso mitótico, Corpúsculo Basal: formar microtúbulos, cílios e flagelos.*

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01| UFG

Leia a frase a seguir.

“A riqueza influencia-nos como a água do mar. Quanto mais se toma, maior é a sede”.

Arthur Schopenhauer
Disponível em: <www.citador.pt/textos/controlar-o-desejo-de-posses-arthur-schopenhauer>. Acesso em: 13 maio 2014.

Considerando a análise fisiológica, explique por que em:

- A** humanos a relação proporcional, explicitada no texto, está correta.
- B** Chondrichthyes marinhos essa relação não é válida.

02| UNESP Dona Júlia iria receber vários convidados para o almoço do domingo, e para isso passou boa parte da manhã lavando vários pés de alface para a salada. Para manter as folhas da alface tenras e fresquinhas, dona Júlia manteve-as imersas em uma bacia com água filtrada. Contudo, ao final de um bom tempo com as mãos imersas na água, a pele dos dedos de dona Júlia, ao contrário das folhas de alface, se apresentava toda enrugada.



Folha de alface tenra por permanecer na água, e detalhe de dedo enrugado por contato prolongado com a água.

Considerando a constituição da epiderme e as diferenças entre as células animal e vegetal, explique por que as folhas da alface permanecem tenras quando imersas na água e por que a pele humana se enrugou quando em contato prolongado com a água.

03| UFMG A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo, que se caracteriza pela substituição do solo por uma solução aquosa, que contém apenas os minerais indispensáveis aos vegetais. Esse método foi desenvolvido, em laboratórios de pesquisa, para se verificar o efeito individual de diferentes nutrientes sobre o crescimento das plantas. No Brasil, a adoção desse tipo de cultivo tem aumentado nos últimos anos e, hoje, é possível encontrar, em mercados e feiras, vários tipos de hortaliças “hidropônicas”.

Além de oferecer vantagens econômicas e ecológicas, o método de cultivo hidropônico, pode ajudar a diminuir a disseminação de algumas doenças.

1. **CITE duas** parasitoses humanas que podem ser evitadas com o consumo de verduras cultivadas por hidroponia em vez de por sistemas convencionais de cultivo.

JUSTIFIQUE sua resposta.

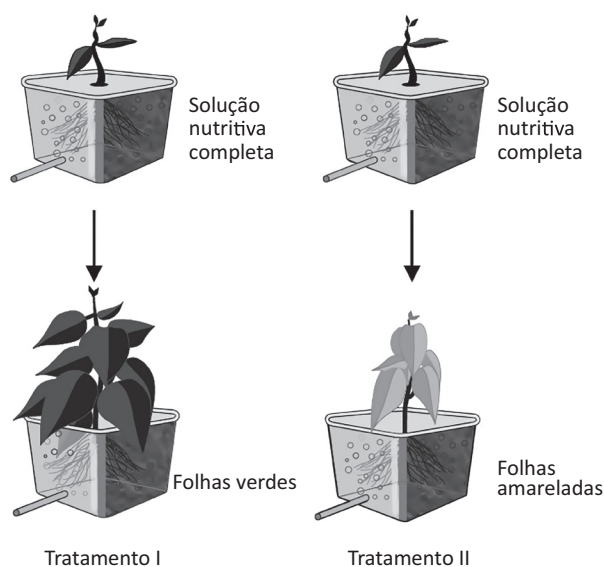
Parasitoses

1:

2:

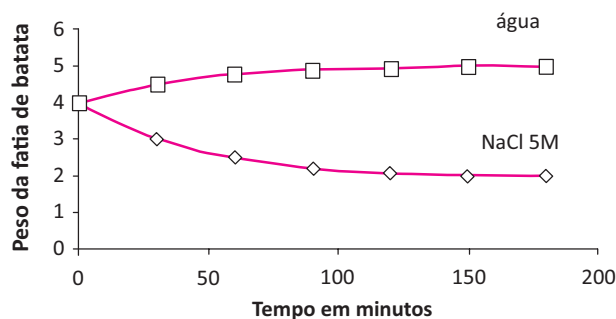
Justificativa:

2. Observe este esquema, em que estão representados dois tipos de tratamento aplicados a uma mesma espécie de planta:



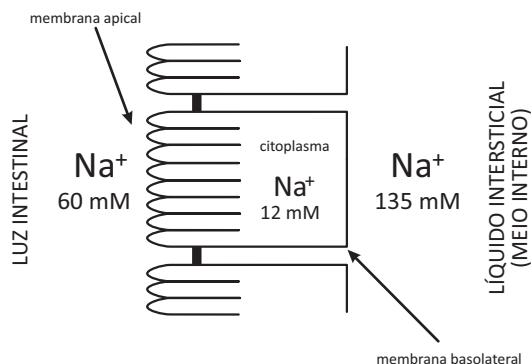
EXPLIQUE o o resultado obtido no Tratamento II.

04| UNICAMP Duas fatias iguais de batata, rica em amido, foram colocadas em dois recipientes, um com NaCl 5M e outro com H₂O. A cada 30 minutos as fatias eram retiradas da solução de NaCl 5M e da água, enxugadas e pesadas. A variação de peso dessas fatias é mostrada no gráfico abaixo.



- A** Explique a variação de peso observada na fatia de batata colocada em NaCl 5M e a observada na fatia de batata colocada em água.
- B** Hemácias colocadas em água teriam o mesmo comportamento das células da fatia da batata em água? Justifique.

05 | UERJ O esquema mostra as diferentes concentrações do íon sódio medidas na luz intestinal, no interior da célula epitelial intestinal e no líquido intersticial que banha essas células.



Nomeie e explique o mecanismo de transporte do íon sódio através da membrana basolateral.

06 | FUVEST Em certa doença humana, enzimas digestivas intracelulares (hidrolases) são transportadas do complexo golgiense para a membrana celular e secretadas, em vez de serem encaminhadas para as organelas em que atuam.

Nos indivíduos clinicamente normais,

- A** em que organelas celulares essas enzimas digestivas atuam?
- B** além de materiais capturados do meio externo, que outros materiais são digeridos pela célula?
- C** qual é o destino dos produtos da digestão intracelular?

07 | UNICAMP As funções das células estão relacionadas com sua estrutura e com sua atividade metabólica. Apresenta-se abaixo uma tabela em que estão discriminadas, em porcentagens, as extensões de membranas de algumas organelas de duas células, A e B, provenientes de dois órgãos diferentes.

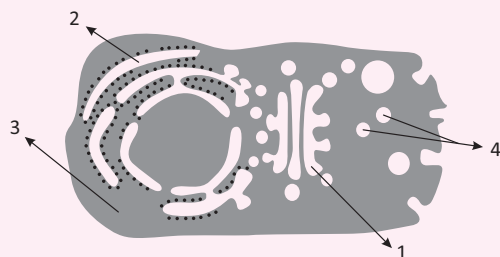
Tipo de membrana	Porcentagem de área de membrana	
	Célula A	Célula B
Membrana de retículo endoplasmático rugoso	35	60
Membrana de retículo endoplasmático liso	16	< 1
Membrana do complexo de Golgi	7	10
Membrana externa da mitocôndria	7	4
Membrana interna da mitocôndria	32	17

- A** Compare os dados das células A e B e indique em qual delas predomina a atividade de destoxificação e em qual predomina a atividade de secreção. Justifique.
- B** Experimentos bioquímicos realizados com os dois tipos celulares mostraram que a célula A apresentava metabolismo energético mais elevado do que o da célula B. Como o resultado desses experimentos pode ser confirmado a partir dos dados fornecidos pela tabela?

08 | UFG Os cloroplastos e as mitocôndrias são organelas importantes no metabolismo dos seres vivos de diferentes reinos. Em quais organismos essas organelas estão presentes e em quais estão ausentes?

T ENEM E VESTIBULARES

01 | ESCS Considerando-se a figura abaixo, que ilustra o corte de uma célula do pâncreas, é correto afirmar que a síntese de enzimas digestivas nessa célula ocorre na parte da célula representada na figura pelo número



Biologia celular I. Vol. 2, Módulo 3. — Fundação Cecierj, Consórcio Cederj.

- A** 3.
- B** 4.
- C** 1.
- D** 2.

02 | UERJ Em embriões de alguns vertebrados, conforme ilustra a imagem, pode-se observar a presença de uma membrana interdigital que não estará presente em filhotes de desenvolvimento normal por ocasião do nascimento.



med.unsw.edu

A perda desse tecido ocorre a partir de determinada fase do desenvolvimento, quando as células da membrana liberam em seu citoplasma enzimas que digerem a si próprias.

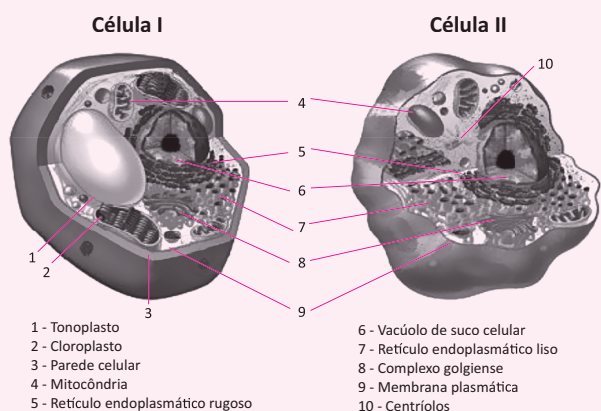
A principal organela participante desse processo de destruição celular é denominada:

- A) lisossomo
- B) peroxissomo
- C) complexo de Golgi
- D) retículo endoplasmático rugoso

03| UNISC São estruturas citoplasmáticas que contêm no seu interior enzimas importantes nos mecanismos de digestão intracelular.

- A) Ribossomos.
- B) Peroxissomo.
- C) Lisossomos.
- D) Retículo endoplasmático.
- E) Complexo de Golgi.

04| UNESP A figura apresenta os esquemas de duas células.



(<http://macanicacelular.webnode.com.br>. Adaptado.)

Porém, o ilustrador cometeu um engano ao identificar as estruturas celulares. É correto afirmar que

- A) II é uma célula vegetal e o engano está na identificação do complexo golgiense nesta célula, uma vez que este ocorre em células animais, mas não em células vegetais.
- B) II é uma célula animal e o engano está na identificação do vacúolo em ambas as células, além de este ser característico de células vegetais, mas não de células animais.
- C) II é uma célula animal e o engano está na identificação dos centríolos nesta célula, uma vez que estes são característicos de células vegetais, mas não de células animais.
- D) I é uma célula animal e o engano está na identificação das mitocôndrias em ambas as células, além de estas ocorrerem em células animais, mas não em células vegetais.
- E) I é uma célula vegetal e o engano está na identificação da membrana plasmática nesta célula, uma vez que esta ocorre em células animais, mas não em células vegetais.

05| UNICASTELO O álcool, quando consumido com frequência, pode causar a tolerância do organismo, ou seja, doses cada vez maiores são necessárias para que ele faça efeito. Essa tolerância está associada ao aumento de

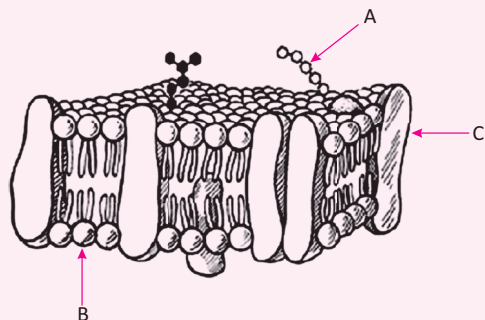
- A) retículo endoplasmático liso presente nos hepatócitos.
- B) peroxissomos presentes nos neurônios.
- C) mitocôndrias presentes nos neurônios.
- D) ribossomos presentes nos hepatócitos.
- E) lisossomos presentes nas células renais.

06| PUC Lynn Margulis, na sua Teoria Endossimbiótica, propôs que algumas organelas celulares das células eucarióticas tenham se originado da associação simbiótica com células procarióticas.

Essas organelas são:

- A) mitocôndrias e complexo de Golgi.
- B) lisossomos e mitocôndrias.
- C) mitocôndrias e cloroplastos.
- D) centríolos e cloroplastos.
- E) lisossomos e complexo de Golgi.

07 | MACK



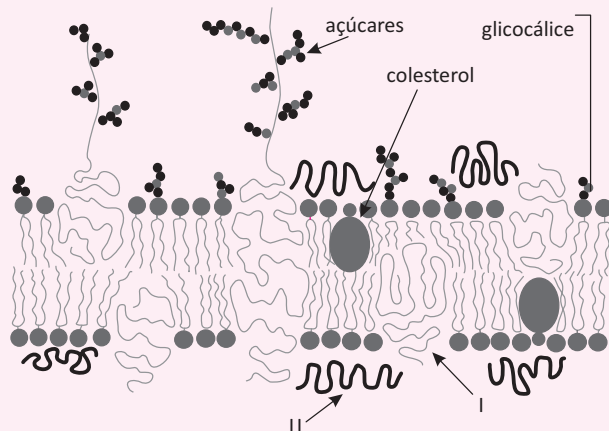
A respeito do esquema acima, que representa um fragmento de membrana plasmática, são feitas as seguintes afirmações.

- I. A seta A indica o glicocálix, responsável por proteger a membrana.
- II. As moléculas indicadas em B são líquidas, o que permite a movimentação de substâncias pela membrana.
- III. As diferenças de afinidade com a água, apresentadas pelos componentes da molécula, apontada em B, permitem a formação de uma película que regula a passagem de substâncias.
- IV. As moléculas, indicadas em C, podem servir como transportadoras de substâncias por meio da membrana.

São corretas

- A** apenas as afirmativas II, III e IV.
- B** apenas as afirmativas II e IV.
- C** as afirmativas I, II, III e IV.
- D** apenas as afirmativas I, II e III.
- E** apenas as afirmativas I, III e IV.

08 | ESCS



Internet: <www.dbio.uevora.pt>.

Tendo como referência a figura acima, que ilustra o esquema de uma membrana biológica, assinale a opção correta.

- A** A estrutura I, na face interna da membrana, funciona como identificadora de células e protege as membranas contra danos mecânicos e químicos.
- B** A estrutura II impede a passagem de íons e de moléculas solúveis em água, que são transportados através dos fosfolípidios.
- C** As células procariotas adjacentes às estruturas I e II estão conectadas a uma complexa rede de tubos e filamentos proteicos que constituem o citoesqueleto.
- D** As proteínas das membranas biológicas são suscetíveis de deslocamentos.

09 | UNIEVANGÉLICA As regiões hidrofílicas e hidrofóbicas das moléculas lipídicas comportam-se distintamente. Se em contato com a água, as moléculas lipídicas agregam – se espontaneamente mergulhando suas caudas hidrofóbicas no interior da gota lipídica e expondo suas cabeças hidrofílicas na água.

ALBERTS, Bruce *et al.* *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 620.

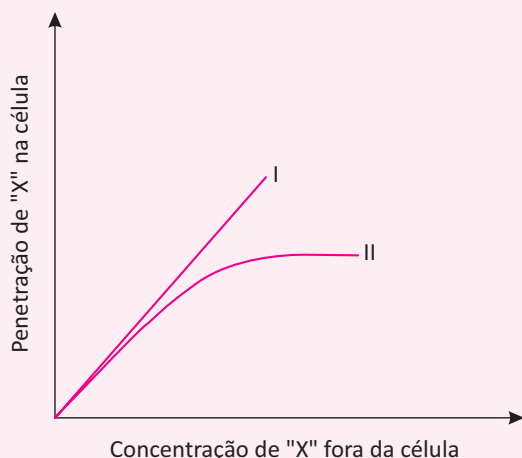
A importância biológica do fenômeno descrito tem relação direta com a construção

- A** da bicamada da membrana plasmática.
- B** dos genes, pois formará a dupla cadeia do DNA.
- C** dos feixes de actina e miosina da contração muscular.
- D** das cadeias polipeptídicas, precursoras proteicas.

10 | UFG As membranas celulares são estruturas que delimitam todas as células vivas, estabelecendo uma interface entre os meios intra e extracelulares. No caso de pessoas portadoras de diabetes tardio, ou tipo II, as membranas de algumas células possuem poucos receptores para a insulina, diminuindo o transporte de glicose. Esses receptores têm característica de

- A** fosfolípidios
- B** glicoproteínas
- C** glicolipídios
- D** esteroides
- E** carboidratos

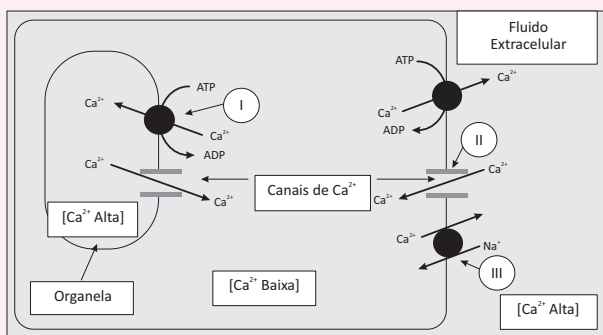
11| PUC O gráfico abaixo representa a entrada, sem gasto de energia, da substância "X" em uma célula, em função da concentração desta substância no meio externo.



Com base nesse gráfico, as curvas I e II representam, respectivamente, um processo de:

- A transporte ativo e osmose.
- B difusão facilitada e osmose.
- C osmose e difusão facilitada.
- D osmose e transporte ativo.
- E transporte ativo e difusão facilitada.

12| UNIMONTES Para manter equilibradas as concentrações de íons e outras substâncias entre os fluidos intra e extracelular, diversos mecanismos de transporte são utilizados. A imagem abaixo apresenta alguns desses mecanismos. Analise-os atentamente.



Considerando a imagem e os conhecimentos associados, e CORRETO afirmar:

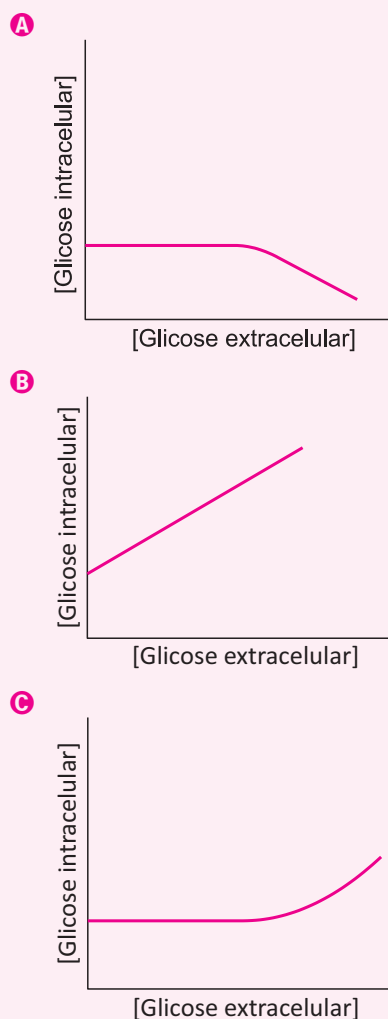
- A III apresenta um típico caso de transporte ativo primário.
- B Em II, o transporte máximo é limitado pela saturação das proteínas transportadoras.
- C A energia usada no transporte mostrado em I advém da diferença de concentração entre as duas faces da membrana da organela.
- D Em II, a taxa de transporte é limitada pela incapacidade de ressíntese de ATP.

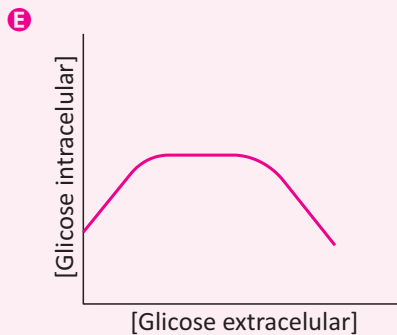
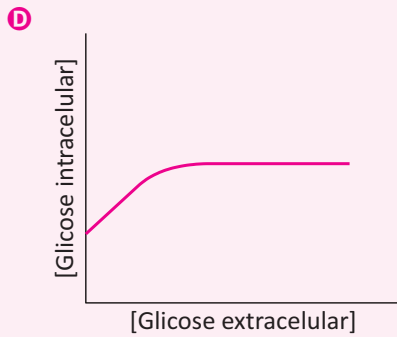
13| UFG A biotecnologia envolve várias técnicas que utilizam seres vivos visando desenvolver produtos ou processos para melhoria da qualidade de vida. Essas técnicas podem ser usadas para obtenção de alimentos, drogas, sistemas de produção, entre outros. Um exemplo é a cultura de células *in vitro*, técnica biotecnológica que pode utilizar tanto células animais quanto vegetais. Para a cultura *in vitro* há necessidade de usar meio de cultura que contém nutrientes (água, minerais, vitaminas e açúcares) necessários para sobrevivência, crescimento e proliferação celular. Pequenas alterações nesse meio podem acarretar modificações fisiológicas e metabólicas.

Disponível em: <www.laben.ufscar.br/documentos/arquivos/cultura-celular.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2014. (Adaptado).

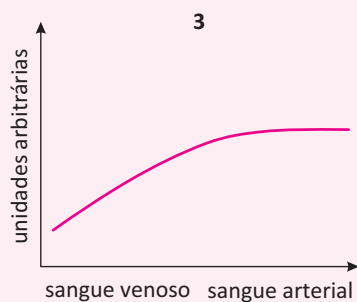
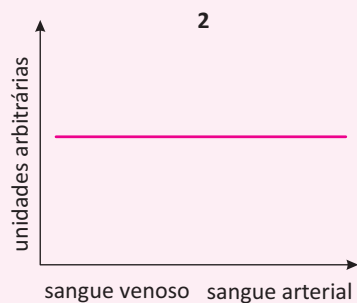
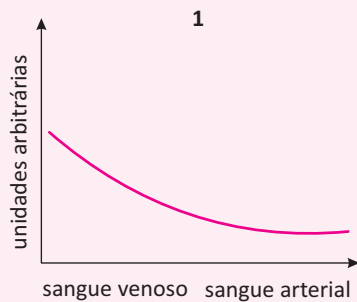
Um estudo, utilizando a técnica biotecnológica citada no texto, teve como objetivo avaliar, em células animais normohidratadas, a cinética de absorção de glicose presente no meio de cultura.

Nessa situação, o gráfico que representa a variação de concentração de glicose no interior da célula, à medida que se aumenta a concentração desse açúcar no meio de cultura, é o seguinte:





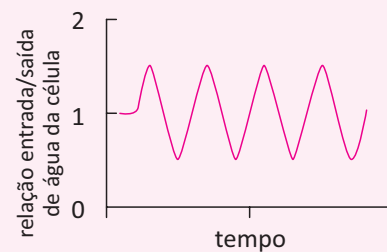
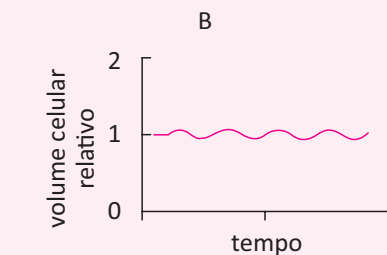
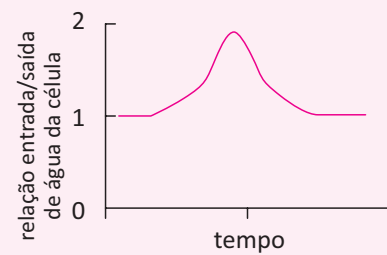
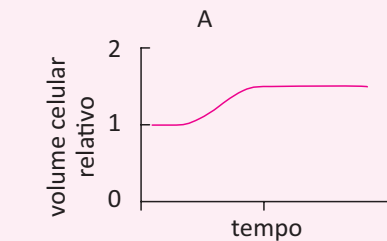
14 | UNESP Os gráficos representam a concentração de três gases no sangue assim que passam pelos alvéolos pulmonares.

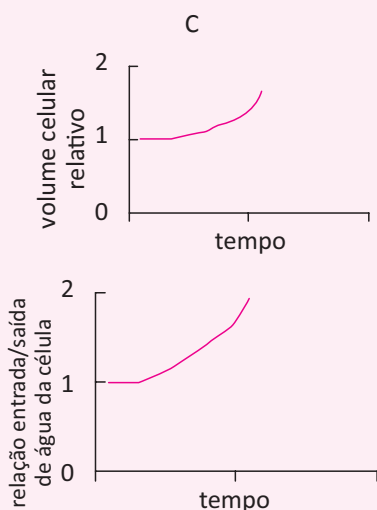


É correto afirmar que os gráficos que representam as concentrações dos gases O_2 , CO_2 e N_2 são, respectivamente,

- A** 2, 1 e 3, e a variação observada nas concentrações é devida à difusão.
- B** 3, 2 e 1, e a variação observada nas concentrações é devida à osmose.
- C** 1, 2 e 3, e a variação observada nas concentrações é devida à osmose.
- D** 3, 1 e 2, e a variação observada nas concentrações é devida à difusão.
- E** 1, 3 e 2, e a variação observada nas concentrações é devida à difusão.

15 | UFPR As figuras abaixo representam a variação do volume celular e da relação entrada/saída de água, ao longo do tempo, em três tipos celulares diferentes: célula animal, célula vegetal e protozoário. No tempo zero, as células foram mergulhadas em água pura.





As figuras A, B e C correspondem, respectivamente, a:

- A animal, protozoário e vegetal.
- B animal, vegetal e protozoário.
- C protozoário, animal e vegetal.
- D protozoário, vegetal e animal.
- E vegetal, protozoário e animal.

16] ENEM Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

- A capacidade de produzir moléculas de ATP.
- B presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- C presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- D capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- E presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

17] ENEM A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que

são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- A Lisossomo.
- B Mitocôndria.
- C Peroxissomo.
- D Complexo golgiense.
- E Retículo endoplasmático.

18] ENEM Considere a situação em que foram realizados dois experimentos, designados de experimentos A e B, com dois tipos celulares, denominados células 1 e 2. No experimento A, as células 1 e 2 foram colocadas em uma solução aquosa contendo cloreto de sódio (NaCl) e glicose (C₆H₁₂O₆), com baixa concentração de oxigênio. No experimento B foi fornecida às células 1 e 2 a mesma solução, porém com alta concentração de oxigênio, semelhante à atmosférica. Ao final do experimento, mediu-se a concentração de glicose na solução extracelular em cada uma das quatro situações. Este experimento está representado no quadro abaixo. Foi observado no experimento A que a concentração de glicose na solução que banhava as células 1 era maior que a da solução contendo as células 2 e esta era menor que a concentração inicial. No experimento B, foi observado que a concentração de glicose na solução das células 1 era igual à das células 2 e esta era idêntica à observada no experimento A, para as células 2, ao final do experimento.

Experimento A		Experimento B	
Células 1	Células 2	Células 1	Células 2
NaCl e glicose baixa concentração de oxigênio		NaCl e glicose alta concentração de oxigênio	

Pela interpretação do experimento descrito, pode-se observar que o metabolismo das células estudadas está relacionado às condições empregadas no experimento, visto que as

- A células 1 realizam metabolismo aeróbio.
- B células 1 são incapazes de consumir glicose.
- C células 2 consomem mais oxigênio que as células 1.
- D células 2 têm maior demanda de energia que as células 1.
- E células 1 e 2 obtiveram energia a partir de substratos diferentes.

SISTEMA ENDÓCRINO

O sistema endócrino abrange um conjunto de glândulas que sintetizam substâncias químicas denominadas hormônios e as liberam na corrente sanguínea. Os hormônios são mensageiros químicos que por meio do sangue alcançam os órgãos alvo, desencadeando neles, reações metabólicas importantes para o bom funcionamento do organismo.

GLÂNDULAS ENDÓCRINAS DO CORPO HUMANO E SEUS HORMÔNIOS

HIPÓFISE

Glândula que se localiza abaixo do hipotálamo e está submetida ao seu controle por meio dos fatores de liberação hipotalâmicos, que podem ser estimulantes ou inibidores. Esses fatores regulam a síntese dos hormônios da hipófise com um mecanismo chamado de feedback, que pode ser positivo ou negativo. A hipófise é dividida em duas porções, a adenoipófise e a neuroipófise. Os hormônios da adenoipófise são conhecidos como trofinas, que atuam como estimulantes para outras glândulas e órgãos, que são essencialmente: tireotrofina (TSH), adrenocorticotrofina (ACTH), gonadotrofinas (FSH e LH), somatotrofina e prolactina. Na neuroipófise ocorre a liberação de dois hormônios (oxitocina e o hormônio antidiurético) que são produzidos no hipotálamo.

ADENOIPÓFISE

- **Tireotrofina:** é o hormônio estimulante da tireóide, que age na ação de absorção de iodo por ela.
- **Adrenocorticotrofina:** é o hormônio que atua na região suprarrenal para que sejam produzidos o cortisol e aldosterona.
- **Gonadotrofinas:** é um grupo de hormônios relacionados ao sistema reprodutor, composto pelo hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH).
- **Somatotrofina:** é um hormônio relacionado à ação de crescimento corporal e age no crescimento de órgãos e tecidos, principalmente dos ossos e músculos.
- **Prolactina:** é um hormônio que age sobre as glândulas mamárias estimulando a produção de leite durante a lactação

NEUROIPÓFISE

- **Oxitocina:** hormônio responsável por estimular a contração uterina durante o trabalho de parto e contrações musculares na região mamária para expulsar o leite durante o período de amamentação
- **Hormônio antidiurético:** é responsável por promover a reabsorção de água e age nos túbulos renais.

O mecanismo de feedback atua de forma a manter o equilíbrio hormonal, regulando a liberação de hormônios. Exemplificando, quando a produção de hormônio se torna excessiva, o aumento da concentração do hormônio produzido gera um efeito negativo no órgão para o qual ele está sendo direcionado, provocando uma ação inibidora por parte desse órgão alvo e assim a produção hormonal irá reduzir até que haja um equilíbrio para compensar o excesso ou a falta de hormônio no órgão ou tecido.

GLÂNDULA TIREÓIDEA

A glândula tireóideia fica localizada na região anterior do pescoço entre a laringe e a traquéia e tem a função essencial de estimular o metabolismo basal celular. Essa glândula é responsável pela produção de dois hormônios, a tiroxina (T4) e a triiodotironina (T3), que estão relacionados com a quantidade de iodo presente em cada um desses hormônios. A glândula tireóideia também produz a calcitonina, um hormônio que reduz o teor de cálcio no sangue auxiliando em uma deposição de cálcio nos ossos com maior rapidez.

O TSH hipofisário age na glândula tireóideia estimulando a captação de iodo e o crescimento da glândula para a produção de T3 e T4, que serão lançados na corrente sanguínea. Quando esses hormônios entram na corrente sanguínea, eles

penetram na célula e agem no núcleo da célula como um regulador da transcrição gênica, assim a síntese proteica é regulada e, de certa forma, o metabolismo celular. Conseqüentemente, o T3 e o T4 atuam na hipófise por meio do mecanismo de feedback.

Disfunções na glândula tireóidea durante a infância podem levar o indivíduo a um quadro chamado de cretinismo, em que o indivíduo apresenta retardamento físico e mental. A deficiência da glândula tireóidea em adultos pode acarretar o hipotireoidismo, que é a baixa produção dos hormônios tireoidianos que causa uma má regulação metabólica da célula, provocando sintomas como irritabilidade, instabilidade emocional, dificuldade de regulação do peso e aumento dos batimentos cardíacos. Também pode ocorrer hipertireoidismo, que é decorrente de uma hiperfunção da tireóide faz com que haja uma secreção excessiva de tiroxina, causando um inchaço na glândula tireóidea.

PÂNCREAS

O Pâncreas é uma glândula mista, pois realiza tanto o papel de glândula endócrina quanto papel de glândula exócrina. Ao secretar o suco pancreático dentro do duodeno, por exemplo, ele age como uma glândula exócrina, e quando o pâncreas lança hormônios na corrente sanguínea ele age como uma glândula endócrina. O Pâncreas é formado por uma série de agrupamentos denominados ilhotas de Langerhans, que são divididas em células alfa e células beta. As células alfa produzem glucagon e as células beta produzem insulina, que atuam na regulação glicêmica do sangue.

A insulina é um hormônio hipoglicemiante, e atua na redução da quantidade de glicose no sangue.

O glucagon é um hormônio hiperglicemiante, e atua no aumento da quantidade de glicose no sangue.

GLÂNDULAS SUPRARRENAIS

As glândulas suprarrenais, também chamadas de adrenais ficam localizadas na parte superior dos rins e são divididas em duas regiões, uma externa chamada de córtex e uma central chamada de medula. O córtex é estimulado pelo hormônio ACTH hipofisário e produz alguns hormônios, principalmente cortisol e aldosterona.

O cortisol é um hormônio que tem ação antiinflamatória, auxiliando também na eficiência do sistema imunológico e pressão sanguínea e é comumente chamado de hormônio do estresse, pois estão relacionados também com os níveis de serotonina.

A aldosterona age nos rins de forma a favorecer a retenção de água, exercendo uma ação de aumento de pressão sanguínea.

GLÂNDULAS PARATIREÓIDES

As glândulas paratireóides são pequenas glândulas localizadas na parte posterior da tireóide, que produzem um hormônio chamado paratormônio, que atua como um regulador dos níveis de cálcio na corrente sanguínea. Quando o teor de cálcio no sangue está baixo, os paratormônios atuam retirando cálcio dos ossos e auxiliando na reabsorção desse cálcio pelos túbulos renais.

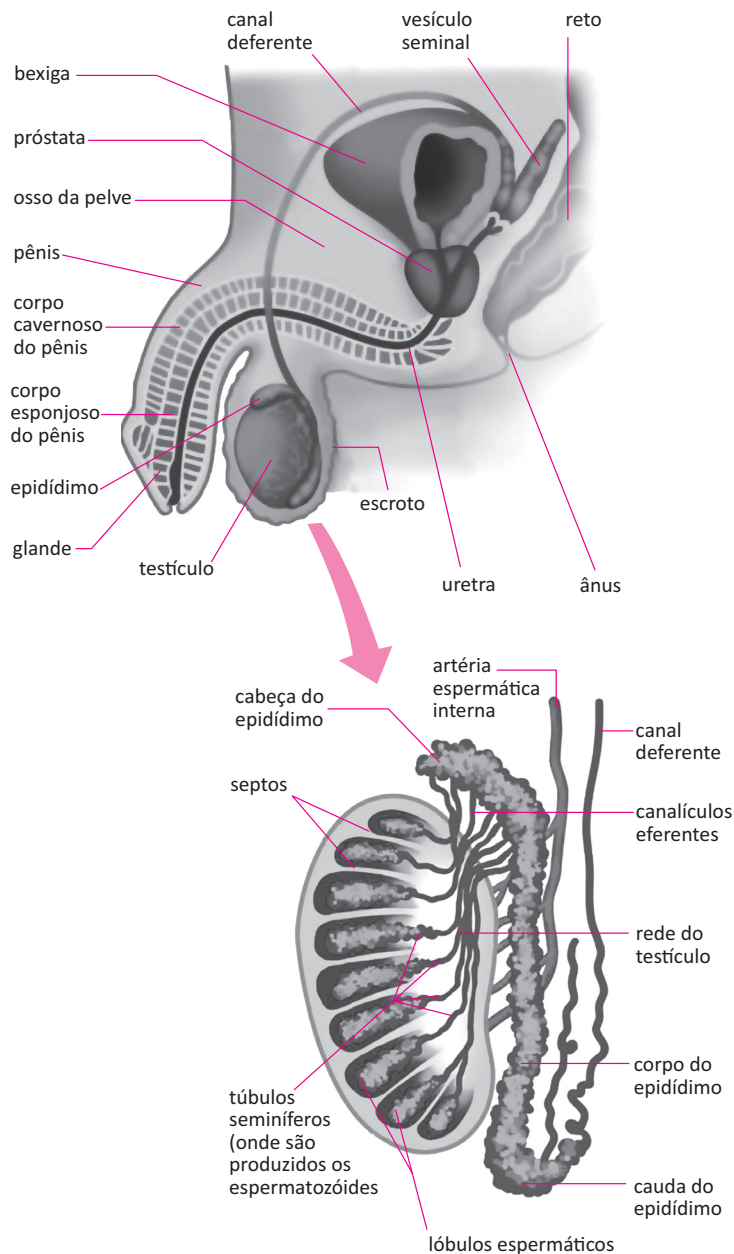
HORMÔNIOS SEXUAIS

Os hormônios sexuais masculinos, conhecidos como andrógenos, são hormônios esteróides que atuam na maturação sexual dos homens de forma geral. O principal deles é a testosterona, que atua na maturação dos espermatozóides e desenvolvimento corporal do indivíduo a partir da fase de puberdade, estimulando a distribuição de pêlos, engrossamento da voz, crescimento ósseo e muscular.

Os hormônios sexuais femininos, conhecidos como estrógenos, são hormônios diretamente ligados à maturação sexual e preparação fisiológica para a maternidade. São determinantes para a preparação do útero, mamas e quadris para a reprodução.

SISTEMA REPRODUTOR

Masculino: o sistema reprodutor masculino é formado por testículos, vias espermáticas (epidídimo, canal deferente e uretra), glândulas anexas (próstata, vesículas seminais, glândulas bulbouretrais), escroto e pênis.

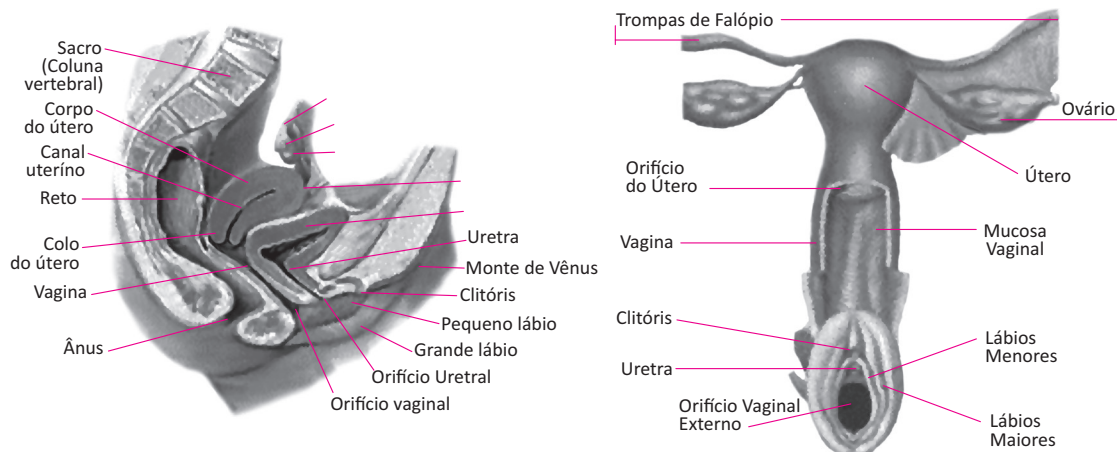


Os testículos são as gônadas masculinas, que se encontram dentro de uma bolsa chamada escroto e são os responsáveis pela produção dos espermatozoides e pela síntese de hormônios andrógenos. Os espermatozoides produzidos se alojam nos epidídimos, que são tubos ligados aos testículos, até que tenham autonomia de mobilidade para a fertilização. Durante a ejaculação, o esperma contendo os espermatozoides é lançado pelo ducto deferente, que se une à uretra (canal por onde é excretada a urina armazenada na bexiga).

As vesículas seminais são responsáveis pela produção de um líquido viscoso que fará parte da composição do sêmen, juntamente com o líquido prostático e os espermatozoides. A próstata é uma glândula que fica abaixo da bexiga urinária e secreta um fluido alcalino que neutraliza a acidez da urina e protege os espermatozoides da acidez da vagina. As glândulas bulbouretrais secretam uma espécie de fluido lubrificante na uretra quando há estímulo sexual, auxiliando assim na passagem do esperma durante o ato sexual.

O pênis é o principal órgão do aparelho sexual masculino, e é constituído por dois tipos de tecidos cilíndricos (cavernosos e esponjosos) e pela glândula, que fica na extremidade do pênis e é altamente enervada, o que a torna um ponto sensível à estimulação sexual, e envolvendo a glândula existe uma pele chamada de prepúcio.

Feminino: O sistema reprodutor feminino é composto por dois ovários, duas tubas uterinas, útero, vulva e vagina.



Os ovários são órgãos responsáveis pela produção de óvulos e de hormônios (estrógeno e progesterona) que ficam localizados próximos às tubas uterinas. Durante a ovulação os óvulos são recolhidos pela tuba uterina e conduzidos até o útero.

O útero é um órgão que tem a função principal de receber e implantar os embriões e também de expulsão do feto no momento do parto. O embrião se instala na parte anterior do útero, e a parte posterior (colo do útero) se abre na vagina.

A vagina é um canal com paredes musculares elásticas e fortes, onde o pênis é acomodado no momento do ato sexual e por onde passa o feto no momento do parto. A vagina se abre ao meio atrás da uretra, e duas camadas de pele envolvem a abertura da cavidade vaginal (grandes lábios e pequenos lábios) e o conjunto dessas três estruturas (uretra, grandes lábios e pequenos lábios) formam a vulva. Algumas glândulas localizadas ao redor da cavidade vaginal secretam uma substância lubrificante que facilita a penetração durante o ato sexual. A parede vaginal é repleta de terminações nervosas que, quando estimuladas durante o ato sexual recebem uma quantidade maior de sangue e se dilatam, aumentando o diâmetro da cavidade vaginal.

REPRODUÇÃO

O processo de reprodução nos seres humanos ocorre sexualmente, por meio da inserção dos gametas masculinos na cavidade vaginal da mulher, ocasionando a fusão dos gametas masculinos e femininos.

Durante o ato sexual, quando ocorre a interação entre os órgãos sexuais masculino e feminino, o pênis libera dentro da cavidade vaginal um líquido viscoso (esperma) contendo milhares de espermatozoides. Eles que chegam até as trompas de falópio e lá ocorre a fecundação do óvulo, quando o espermatozoide penetra no citoplasma do ovócito secundário. Em seguida, após a fecundação a meiose se completa no ovócito transformando-se no óvulo. Em seguida ocorre a união dos núcleos do espermatozoide e do óvulo, originando o zigoto. O processo de gestação dura 9 meses.

A partir do zigoto se inicia o processo de divisão celular e forma-se o blastocisto, que avança até o útero, onde se implanta. O embrião se desenvolve dentro da placenta, formando os órgãos, tecidos e membros.

Após a décima semana de gestação o embrião já desenvolvido se torna um feto e já começa a apresentar forma definida e a se movimentar. O feto é nutrido através do cordão umbilical e fica envolvido pelo líquido amniótico.

Na 14ª semana de gestação o bebê já apresenta expressões faciais e realiza movimentos involuntários com os braços e as pernas. Entre a 15ª e a 20ª semana o bebê cresce rapidamente e o sistema nervoso do bebê amadurece, desenvolvendo os sentidos de tato e audição visivelmente perceptíveis a interferências externas, sons e toques provenientes da mãe.

Entre o quinto e o sexto mês de gravidez, o bebê muda de posição ficando com a cabeça voltada para a região pélvica, esse processo ocorre para que o bebê fique acomodado de maneira a se manter em posição para o parto.

Do sétimo ao oitavo mês ocorre a maturação e as etapas finais de formação corporal do feto, nessa fase o bebê já está apto a sobreviver fora do útero, desde que permaneça em condições adequadas e cautelosamente controladas por aparatos médicos.



No nono mês, que é o último mês de gestação, o bebê está passando pelos últimos processos de desenvolvimento anatômico e já está pronto para nascer. Nesse período ocorre a dilatação do colo uterino e a bolsa d'água se rompe liberando o líquido amniótico e iniciando assim o trabalho de parto. A musculatura começa a realizar contrações, auxiliando na expulsão do bebê.

CONTRACEPTIVOS

Os métodos contraceptivos visam impedir a formação do zigoto, ou impedir que um zigoto já em processo de formação se aloje na parede uterina. Existem métodos artificiais e métodos naturais para que se possa realizar essa interrupção no processo de gestação.

MÉTODOS ARTIFICIAIS

- **Pílula anticoncepcional:** é uma pílula contendo hormônios sintéticos (semelhantes aos estrógenos e progesteronas) que atuam inibindo a liberação dos hormônios hipofisários (especificamente FSH e LH). Inibindo esses hormônios, não ocorrerá a ovulação e assim não haverá a gravidez.
- **Preservativos:** o uso de preservativos é uma maneira bastante eficaz, que visa impedir que o líquido espermático adentre na cavidade vaginal. Existem preservativos que também possuem uma pequena quantidade de espermicida, que reduz ainda mais os riscos de gravidez, mesmo quando a borracha elástica é rompida. Existem preservativos masculinos e femininos.
- **Diafragma:** é um pequeno anel de borracha envolvido em uma película, que é introduzido na cavidade vaginal e se aloja no colo uterino impedindo que os espermatozoides cheguem até o útero.
- **Dispositivo intrauterino (DIU):** é um pequeno dispositivo de plástico com um filamento de cobre que é inserido na cavidade uterina e impede implantação do embrião. A inserção deve ser feita por um médico especializado.
- **Vasectomia:** é um método cirúrgico aplicável ao homem que visa obstruir os ductos deferentes impedindo que os espermatozoides cheguem ao pênis durante a ejaculação. Quando é feita essa cirurgia, apenas o líquido espermático é liberado na ejaculação. É um método que pode ser revertido.
- **Ligadura ou laqueadura das tubas uterinas:** é um procedimento cirúrgico que consiste em obstruir as tubas uterinas evitando que o ovócito passe pela tuba, impedindo que ocorra a fecundação. É um método irreversível.
- **Adesivos e implantes contraceptivos:** São adesivos com substâncias hormonais sintéticas de ação inibidora (semelhante à pílula), que são aplicados sobre a pele e após absorvidos inibem a liberação de ovócitos.

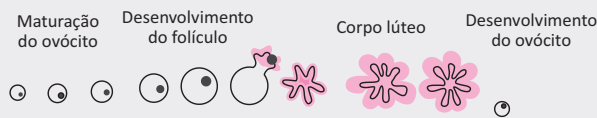
MÉTODOS NATURAIS:

- **Abstinência sexual:** consiste em evitar relações sexuais com penetração.
- **Tabelinha:** consiste em acompanhar a tabela do ciclo menstrual feminino, evitando realizar o ato sexual durante o período fértil da mulher. Esse método não é muito confiável, pois o período fértil pode variar.
- **Coito interrompido:** método que consiste em retirar o pênis da cavidade vaginal no momento da ejaculação. Esse método não é muito eficiente, pois mesmo antes da ejaculação uma pequena quantidade de esperma pode ser liberada durante o ato sexual.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01| FUVEST As figuras abaixo mostram os ciclos ovariano e uterino e as variações dos hormônios hipofisários relacionadas com esses ciclos, na mulher. Em cada figura, a representação dos eventos se inicia em tempos diferentes.

A. Ciclo ovariano



B. Ciclo uterino: desenvolvimento do endométrio



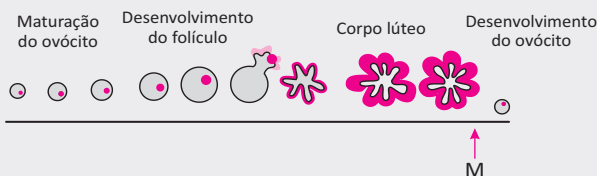
C. Hormônios hipofisários



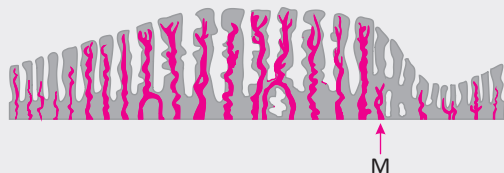
- A** Nas linhas horizontais abaixo das figuras A e B, indique, com a letra **M**, o início da menstruação.
- B** Na linha horizontal abaixo da figura C, indique, com a letra **O**, o momento da ovulação.
- C** Na gravidez, o que ocorre com a produção dos hormônios representados na figura C?

Resolução:

A. A. Ciclo ovariano



B. B. Ciclo uterino: desenvolvimento do endométrio



B. C. Hormônios hipofisários



C Na gravidez, os hormônios FSH e LH têm suas concentrações reduzidas a níveis mínimos, devido à inibição de sua secreção.

02| UNICAMP A maior parte dos copinhos de café, copos de água e mamadeiras é feita de policarbonato com bisfenol A, substância que é liberada quando algum líquido quente é colocado nesses recipientes. O bisfenol A é um composto químico cuja estrutura molecular é muito semelhante à do hormônio estrógeno. A ingestão do bisfenol A pode resultar em alterações do ciclo menstrual e também causar alterações no amadurecimento sexual principalmente em adolescentes do sexo feminino.

- A** Considerando a semelhança do bisfenol A com o estrógeno e a sua presença em adolescentes, explique como o bisfenol A poderia influenciar no amadurecimento sexual desses adolescentes e no espessamento do endométrio no início do ciclo menstrual.
- B** Embora o amadurecimento sexual ocorra para meninos e meninas em torno dos 12 anos, no sexo feminino a divisão celular meiótica começa muito antes e pode durar décadas. Quando esse processo de divisão começa no sexo feminino e por que essa divisão pode ser tão longa?

Resolução:

- A** Sendo o bisfenol semelhante ao estrógeno em termos moleculares, sua presença poderá antecipar o aparecimento dos caracteres sexuais secundários. Além disso, promove o espessamento do endométrio.
- B** A divisão celular meiótica no sexo feminino inicia-se na fase embrionária e é interrompida após o nascimento. É retomada no início da puberdade com o desenvolvimento de alguns folículos ovarianos, a cada ciclo menstrual, fato que se prolonga até a menopausa.

03| UFU Considere que um indivíduo realizou exame de sangue e obteve os seguintes resultados:

Substâncias	Valor obtido (mg/dl)	Valor de referência (VR) (mg/dl)
Triglicerídeos	165	150 – 200
Glicose	210	60 – 99
Colesterol total	220	200 – 239



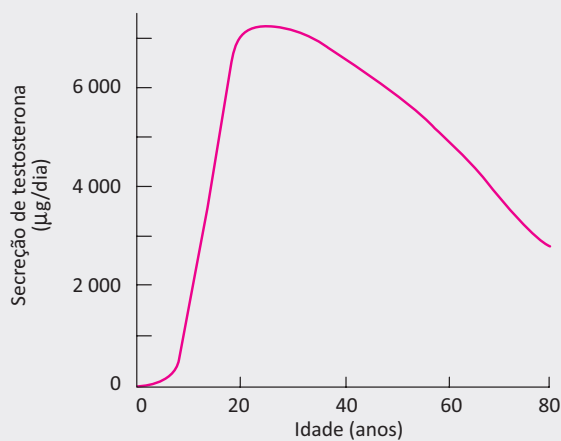
Valor de referência é aquele considerado ideal para uma pessoa saudável.

- A** A partir dos resultados, pode-se dizer que essa pessoa apresenta indícios de diabetes *mellitus*? Justifique sua resposta.
- B** No caso de pessoas diabéticas, qual é o hormônio que está em déficit ou ausente? Onde ele é produzido? Cite duas complicações crônicas (desenvolvidas ao longo do tempo) que um paciente diabético pode apresentar.

Resolução:

- A** *Sim, pois a taxa de glicose está acima do valor de referência.*
- B** *O hormônio é a insulina. Ela é produzida no pâncreas. O diabético pode apresentar doenças arteriais e do coração (infarto e angina); retinopatia diabética (determina a turvação visual e até mesmo a cegueira); pé diabético (leva a dormência e ferimentos nos pés); amputações; derrame cerebral; falência renal e até mesmo lesões dos nervos periféricos.*

04 | UFTM O gráfico ilustra as taxas de secreção de testosterona em diferentes idades do homem.



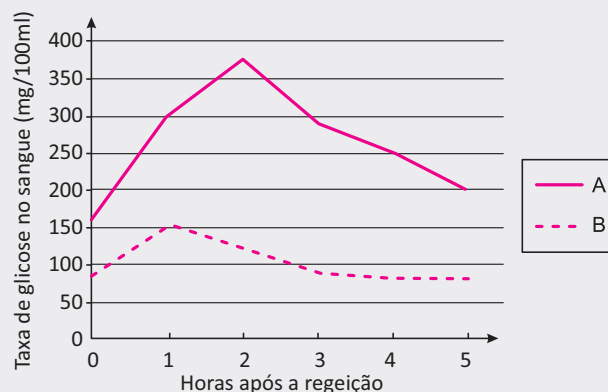
(Arthur C. Guyton e John E. Hall. *Tratado de Fisiologia Médica*, 1997.)

- A** Qual a principal célula responsável pela produção de testosterona? Qual a relação entre a testosterona e o hormônio que estimula essas células quando a concentração de testosterona acompanha a tendência apresentada no gráfico depois dos 30 anos de idade?
- B** Há hoje muitos tratamentos de reposição hormonal em homens acima de 40 anos. No entanto, tem se verificado um uso abusivo de andrógenos entre jovens. Indique duas contraindicações do uso contínuo de anabolizantes que têm agravado os problemas de saúde pública.

Resolução:

- A** *A célula responsável pela produção de testosterona é a célula intersticial (célula de Leydig). O LH (hormônio luteinizante) é o hormônio que estimula a secreção de testosterona. A medida que a produção de LH aumenta, caracterizando a puberdade, aumenta também a produção de testosterona. A partir dos 30 anos a produção de pela hipófise LH cai e a secreção de testosterona também.*
- B** *Atrofia testicular, ginecomastia e hipertrofia do miocárdio, além de complicações decorrentes do uso de equipamentos de injeção não esterilizados está a infecção pelo HIV e pelos vírus das Hepatites B e C.*

05 | FUVEST O gráfico mostra os níveis de glicose medidos no sangue de duas pessoas, sendo uma saudável e outra com diabetes melito, imediatamente após uma refeição e nas cinco horas seguintes.



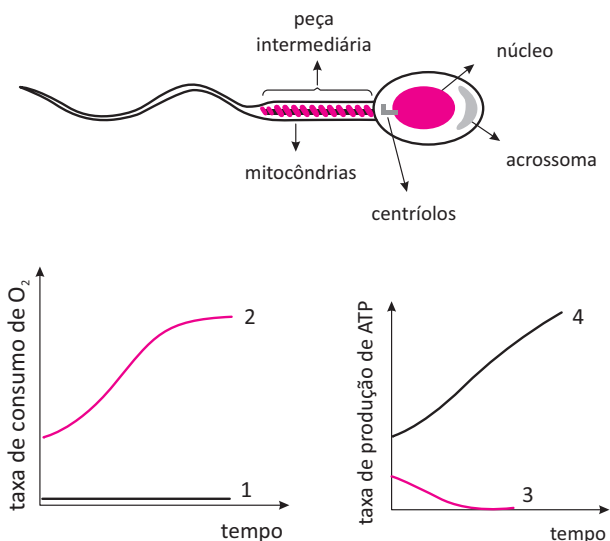
- A** Identifique a curva correspondente às medidas da pessoa diabética, justificando sua resposta.
- B** Como se explicam os níveis estáveis de glicose na curva B, após 3 horas da refeição?

Resolução:

- A** *A curva A representa um indivíduo diabético porque ocorreu uma hiperglicemia acentuada, ou seja, o nível de glicose sanguíneo ficou muito elevado, após a refeição. A queda desse nível até o normal levou mais de 3 horas.*
- B** *Na curva normal B, de 1 a 3 horas foi o tempo utilizado para que a glicemia voltasse ao normal, devido ao hormônio insulina. Após 3 horas a glicemia permaneceu normal por causa da ação do hormônio glucagon.*

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01| UFTM O desenho ilustra um espermatozoide com algumas de suas organelas. Os gráficos indicam possíveis curvas de consumo e produção de substâncias pelas organelas presentes na peça intermediária do gameta.



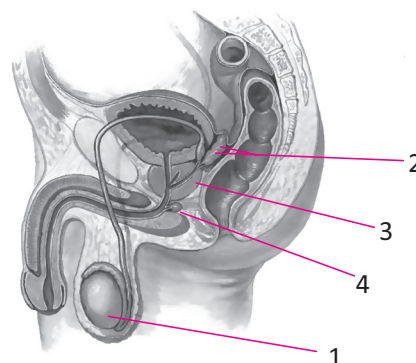
- A** A peça intermediária contém organelas importantes para o metabolismo do gameta. Utilizando as informações contidas nos gráficos, identifique, através dos números, as duas curvas que estão relacionadas com a atividade dessas organelas, à medida que o gameta entra no corpo feminino.
- B** O acrossoma é uma organela que apresenta várias enzimas, que são produzidas por outras organelas, e segue uma sequência de eventos até a sua formação. Explique a sequência de eventos que permite a síntese dessas enzimas e mencione sua importância.

02| UFTM Sobre a reprodução humana, considere a seguinte afirmação:

O HOMEM DEPENDE DE ESTÍMULO SEXUAL PARA EJACULAR E ELIMINAR SEUS ESPERMATOZÓIDES. NA MULHER, A LIBERAÇÃO DE SEUS GAMETAS INDEPENDENTE DE TAL ESTÍMULO.

- A** A afirmação está correta? Justifique.
- B** A fecundação ocorre em uma das trompas, na extremidade mais próxima do ovário correspondente. Portanto, longe do local onde os espermatozoides foram depositados: na vagina. Além da penetração do pênis na vagina, que outros fatores mecânicos contribuem para que os gametas masculino e feminino se encontrem para a fecundação?

03| UEG Identifique e descreva as funções das glândulas do sistema genital masculino enumeradas abaixo:



Esquema de sistema genital masculino humano (vista lateral em corte) (Cores-fantasia).

LOPES, S.; ROSSO, S. *Bio* Vol.2, São Paulo: Saraiva, 2010, p.16.

04| UNIMONTES Uma frase do ex-ministro da Cultura dos Estados Unidos foi publicada, recentemente, como parte de uma matéria no Jornal do Brasil, indicando que a discriminação pela cor ainda existe, vergonhosamente, nos dias atuais. O quadro abaixo indica a referida frase. Observe-a.

"Se abortássemos todos os bebês negros antes do nascimento diminuiria muito o índice de criminalidade"

(W. B.)

Considerando os aspectos biológicos implícitos na frase apresentada, RESPONDA SE É POSSÍVEL abortar bebê. JUSTIFIQUE sua resposta.

05| UNESP Em uma das brincadeiras feitas com os participantes do programa Big Brother Brasil VI, dois irmãos gêmeos monozigóticos apresentaram-se como se fossem uma única pessoa, revezando-se nos contatos com os participantes. Nenhum dos participantes do programa descobriu a farsa. Na final do programa, o apresentador referiu-se ao episódio da seguinte forma:

Dois espermatozoides mais um óvulo: ... dá uma encrenca univitelínea.

- A** Em relação à origem dos gêmeos monozigóticos, o comentário do apresentador está correto? Justifique.
- B** Por que razão os gêmeos monozigóticos são tão parecidos fisicamente? Quando diferem em características físicas, qual a razão dessa diferença?

06| UNICAMP A insulina é um hormônio peptídico produzido no pâncreas que age na regulação da glicemia. É ad-



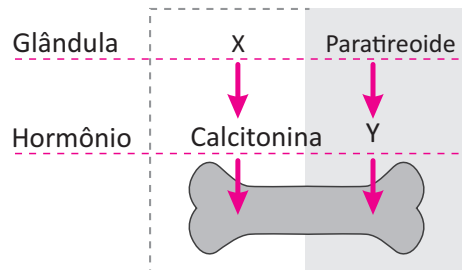
ministrada no tratamento de alguns tipos de diabetes. A insulina administrada como medicamento em pacientes diabéticos é, em grande parte, produzida por bactérias.

- A** Explique como é possível manipular bactérias para que produzam um peptídeo que naturalmente não faz parte de seu metabolismo.
- B** Cite duas outras maneiras pelas quais é possível se obter insulina sem envolver o uso de bactérias.

07 | UFG Em uma pesquisa, com 2.270 mulheres com idade entre 49 e 69 anos, realizada pela Federação Brasileira das Sociedades de Ginecologia e Obstetria, foi observado que 19% delas sofriam de osteoporose. Essa doença pode ser prevenida e tratada. Uma das medidas de profilaxia e tratamento é o uso de vitamina D.

Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/licao-chacoalhar-esqueleto-estudantes-431291.shtml>>. Acesso em: 8 out. 2012. (Adaptado).

Essa doença está diretamente associada ao metabolismo ósseo, ilustrado no esquema a seguir.

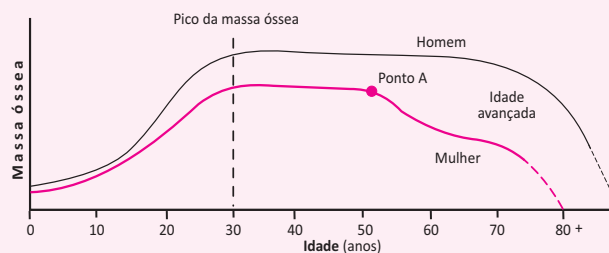


Tendo em vista o exposto, responda:

- A** Como são denominados a glândula X e o hormônio Y, respectivamente?
- B** Explique duas funções da calcitonina no organismo humano.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | FCM



O gráfico acima representa a densidade mineral óssea durante a vida em homens e mulheres.

A partir do gráfico e dos conhecimentos inerentes à questão, podemos afirmar, EXCETO:

- A** A diminuição da massa óssea nas mulheres, a partir dos 50 anos (Ponto A), deve-se à redução do nível de Estrógeno.
- B** Osteoporose caracteriza-se pela diminuição na taxa de formação de tecido ósseo, associada ou não à maior absorção do cálcio do osso existente.
- C** O Pico de Massa Óssea verificado aos 30 anos entre homens e mulheres, se deve à ação dos Osteoclastos, que “abrem” espaço para a deposição de minerais na matriz.
- D** O Paratormônio, produzido pelas glândulas Paratireoideas, pode ser fator de alteração da Matriz Óssea, pois estimula a sua reabsorção e a liberação de cálcio para o sangue.

02 | ESCS

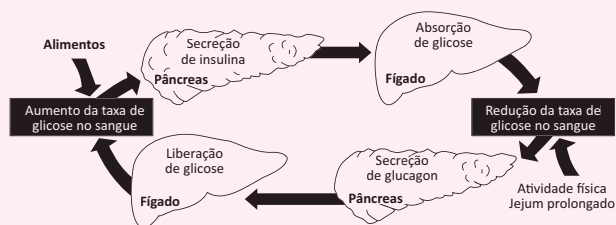
Assinale a opção que apresenta alterações hormonais que ocorrem nos meninos, no início da fase da adolescência.

- A** Produção de testosterona pelo testículo e pela adeno-hipófise; e de estrógeno pela hipófise.
- B** Produção de estrógeno pelos testículos; de testosterona pela pineal; e de insulina pelo hipotálamo.
- C** Produção de noradrenalina pela tireoide; de testosterona pelo timo; e de estrógeno pelos testículos.
- D** Produção de gonadotrofinas pela adeno-hipófise; de testosterona e estrógeno pelos testículos; e de testosterona e estrógeno pelas suprarrenais.

03 | FATEC Um dispositivo portátil mostrou-se eficaz em controlar o diabetes tipo 1 em adultos e jovens com a doença. Segundo os pesquisadores que desenvolveram a tecnologia, a técnica é mais prática e segura do que as disponíveis atualmente para tratar o problema. O equipamento é formado por um pequeno sensor inserido sob a pele de um lado do abdome do paciente. Esse sensor mede os níveis de glicose no sangue e envia essa informação a um smartphone adaptado. O smartphone, a partir desses dados, calcula a quantidade de insulina e glucagon que deve ser secretada. Os hormônios são administrados por duas pequenas bombas ligadas a tubos finos que são inseridos sob a pele do outro lado do abdome do paciente.

(<http://tinyurl.com/veja-cientistas> Acesso em: 28.08.14. Adaptado)

O conjunto de equipamentos descrito no texto reproduz o mecanismo fisiológico do organismo para controlar a glicemia (concentração de glicose no sangue). Em um indivíduo saudável, esse controle ocorre pela via ilustrada na figura apresentada.



Com base nas informações contidas no texto e na figura, é possível dizer que o novo equipamento auxilia o tratamento do diabetes tipo 1, ao cumprir as funções do

- A** fígado e do pâncreas, liberando insulina para diminuir a glicemia e glucagon para aumentá-la.
- B** fígado, liberando insulina para diminuir a glicemia e glucagon para aumentá-la.
- C** fígado, liberando insulina para aumentar a glicemia e glucagon para diminuí-la.
- D** pâncreas, liberando insulina para diminuir a glicemia e glucagon para aumentá-la.
- E** pâncreas, liberando insulina para aumentar a glicemia e glucagon para diminuí-la.

04 | MACK

Glândula	Hormônio	Ação
Tireóide	T3 e T4	A
Medula da Adrenal	B	Aumento da frequência cardíaca
C	Hormônio de crescimento (GH)	Estimula proliferação celular
Pâncreas	D	Aumento da glicemia sanguínea

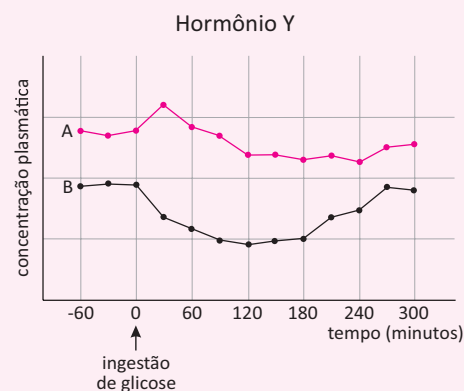
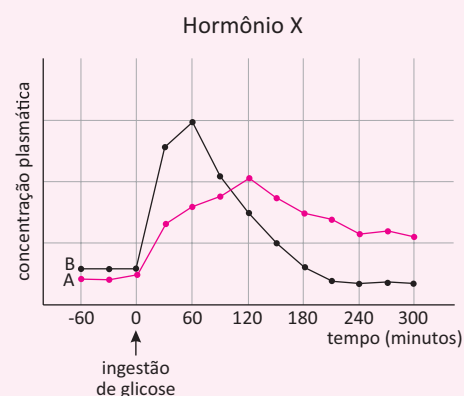
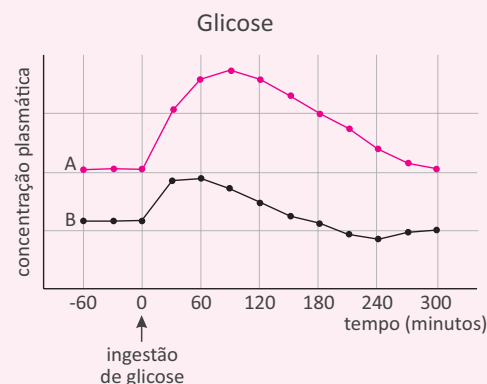
Os espaços A, B, C e D serão preenchidos correta e respectivamente por

- A** aumento do metabolismo basal; adrenalina; adenoipófise; glucagon.
- B** diminuição da glicemia sanguínea; noradrenalina; hipotálamo; insulina.
- C** aumento da produção de calor; cortisol; neuroipófise; glucagon.

- D** controle do metabolismo de cálcio; aldosterona; adenoipófise; insulina.
- E** diminuição da atividade metabólica; adrenalina; hipotálamo; glucagon.

05 | UERJ Para a realização de um exame, os indivíduos A e B ingeriram uma solução contendo glicose.

Após a ingestão, foram registradas as alterações da concentração plasmática da glicose e dos hormônios X e Y em ambos os indivíduos. Observe os resultados das medições nos gráficos:

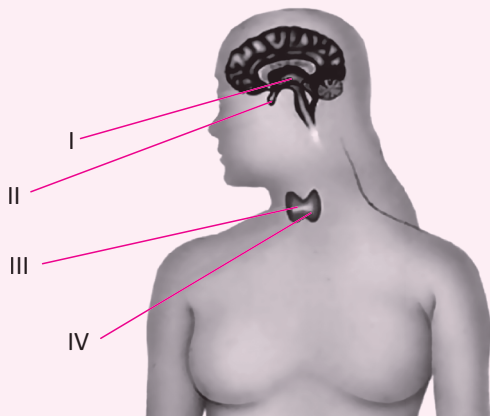


Com base na análise dos gráficos, é possível identificar que um dos indivíduos apresenta diabetes tipo II e que um dos hormônios testados é o glucagon.

O indivíduo diabético e o hormônio glucagon estão representados, respectivamente, pelas seguintes letras:

- A** A – X
- B** A – Y
- C** B – X
- D** B – Y

06 | UERN Observe a figura que ilustra algumas glândulas produtoras de hormônio.



(Disponível em: https://www.1papacaoio.com.br/modules.php?op=modload&name=Sala_aula&file=index&do=showpic&pid=1389&orderby=titleA.)

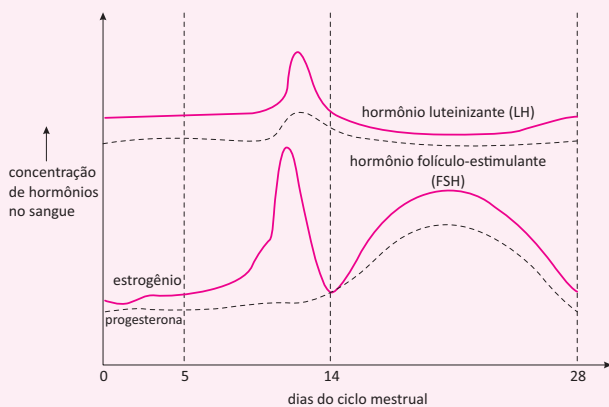
Relacione adequadamente os hormônios produzidos pelas estruturas endócrinas apresentadas.

- () Prolactina.
- () Paratormônio.
- () Calcitonina.
- () Ocitocina.

A sequência está correta em

- A** I, IV, II e III.
- B** II, IV, III e I.
- C** III, I, IV e II.
- D** I, II, III e IV.

07 | ESCS

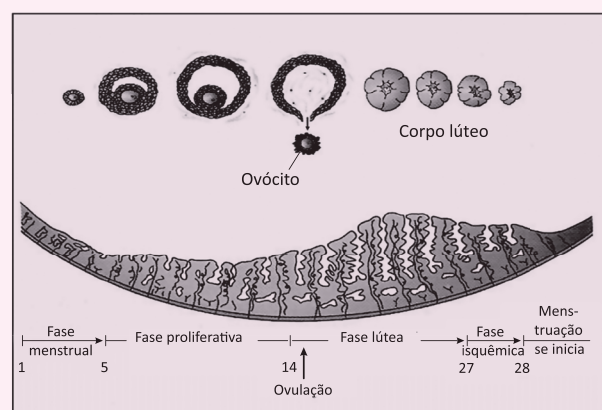


Internet: <www.acervoescolar.com.br>.

A partir da análise do gráfico acima e dos múltiplos aspectos relacionados a ele, assinale a opção correta.

- A** A concentração máxima (pico) do hormônio luteinizante inibe a formação do corpo lúteo.
- B** A diminuição do estrogênio inibe a ovulação.
- C** A ovulação ocorre quando os níveis de progesterona e estrogênio são iguais.
- D** A menstruação ocorre quando os hormônios hipofisários atingem o nível máximo.

08 | PUC O endométrio é um espelho do ciclo ovariano. A figura relaciona temporalmente o ciclo ovariano e as alterações do endométrio.



Com base no esquema e seus conhecimentos sobre o ciclo menstrual e sua regulação, é **INCORRETO** afirmar:

- A** O hormônio FSH, que determina o desenvolvimento do folículo ovariano, é responsável pela menstruação (descamação do endométrio).
- B** Na fase proliferativa, o estrógeno produzido pelo folículo em desenvolvimento induz o crescimento do epitélio endometrial.
- C** Na fase lútea, a progesterona produzida pelo corpo lúteo induz espessamento, aumento da vascularização e estímulo do epitélio glandular do endométrio.
- D** Hormônio gonadotrófico produzido após implantação do embrião assegura a atividade secretora do corpo lúteo que mantém o endométrio durante a gravidez.

09 | UFG Leia o texto a seguir.

A anticoncepção de emergência, ou “pílula do dia seguinte”, é um método que pode evitar a gravidez. O

Sistema Único de Saúde disponibiliza dois métodos ao usuário, sendo um deles o medicamento que possui levonorgestrel, uma progesterona sintética, que é usado até 72 horas após a relação sexual sem proteção.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Anticoncepção de emergência: perguntas e respostas para profissionais de saúde*. 2005.

Uma mulher no início da fase lútea e, após 30 horas da relação sexual desprotegida, para evitar gravidez indesejável, fez uso do medicamento referido no texto. Nessa situação, o medicamento é eficaz, pois bloqueia a

- A maturação do folículo.
- B liberação do óvulo.
- C fecundação do oócito.
- D formação do corpo amarelo.
- E diferenciação do disco embrionário.

10| UNESP Método de contracepção definitiva começa a se popularizar no país

Consagrado nos Estados Unidos há quase uma década, o Essure é um procedimento feito em ambulatório, que dispensa cortes. O Essure consiste de dois dispositivos metálicos com 4 centímetros, instalados no início das tubas uterinas por meio de um equipamento bem fino, que é introduzido no canal vaginal. Em algumas semanas, as paredes das tubas recobrem os microimplantes, obstruindo as tubas e fazendo do Essure um método contraceptivo permanente.

(Diego Sponchiato. *Revista Saúde*, maio de 2012. Adaptado.)

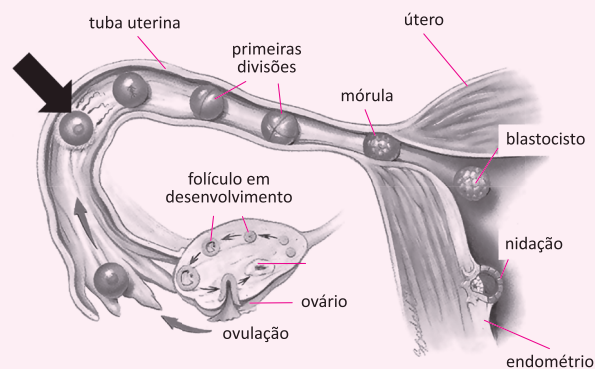
Considerando o modo pelo qual o dispositivo mencionado no texto leva à contracepção, é correto afirmar que ele impede

- A a locomoção do espermatozoide da vagina para o útero, e deste para as tubas uterinas, com resultado análogo ao provocado pelos cremes espermicidas.
- B que o embrião seja conduzido da tuba uterina até o útero, com resultado análogo ao provocado pela camisinha feminina, o Femidom.
- C a implantação do embrião no endométrio, caso o óvulo tenha sido fecundado, com resultado análogo ao provocado pelo dispositivo intrauterino, o DIU.
- D que ocorra a ovulação, com resultado análogo ao provocado pela pílula anticoncepcional hormonal.
- E que o espermatozoide chegue ao ovócito, com resultado análogo ao provocado pela laqueadura.

11| UFU O conhecimento científico acerca da sexualidade humana tem possibilitado às pessoas controlar conscientemente a reprodução, seja por meio de métodos contraceptivos permanentes (esterilização), seja por meio de métodos temporários.

- A Apresente e explique o funcionamento de um método contraceptivo permanente e de um método contraceptivo temporário.
- B Comente sobre os métodos contraceptivos que, além de evitarem a gravidez, também são eficientes na prevenção a doenças sexualmente transmissíveis.
- C Explique por que o coito interrompido e o método do ritmo ovulatório (tabelinha) são considerados de baixa eficácia.

12| CEFET Analise a representação da sequência de eventos que ocorrem no aparelho reprodutor feminino humano.



Disponível em: <<https://online.science.psu.edu>>. Acesso em: 30 set. 2014. (Adaptado).

Caso **não** ocorra o fenômeno indicado pela seta, o destino do ovócito II é ser

- A degenerado na tuba uterina.
- B eliminado juntamente com a menstruação.
- C mantido na tuba, aguardando outra ejaculação.
- D retornado ao ovário para ser eliminado na outra ovulação.
- E aderido ao endométrio para ser posteriormente fecundado.

13| ESCS Entre as várias diferenças que existem entre o gameta masculino e o feminino na espécie humana está a quantidade de mitocôndria. No espermatozoide existem mitocôndrias em duas regiões: acrossomo e na peça intermediária. No óvulo existem mitocôndrias distribuídas ao longo de todo o seu gigante citoplasma.

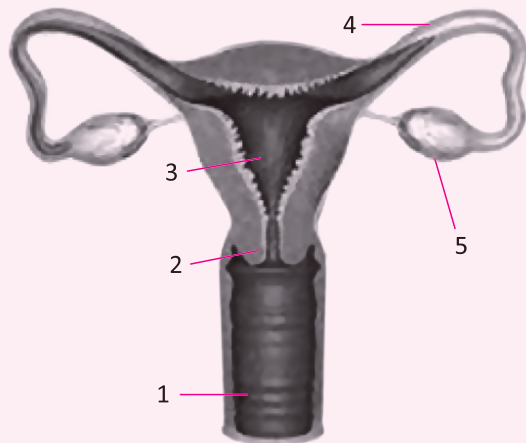


Assinale a opção que apresenta corretamente a consequência dessa diferença entre espermatozoide e óvulo.

- A** Em todos os filhos, independentemente do sexo, os produtos gênicos mitocondriais são produzidos a partir de genes herdados da mãe.
- B** Os óvulos são mais ativos que os espermatozoides por possuírem mais mitocôndrias, fonte de energia da célula.
- C** Há uma maior transcrição nos óvulos do que nos espermatozoides, pela presença de maior quantidade de mitocôndrias nos primeiros.
- D** Os espermatozoides são células diferenciadas não secretoras enquanto que os óvulos são células diferenciadas secretoras.

14 | UNIEVANGÉLICA

Analisar a figura a seguir.



Disponível em: <<http://www.mecg-29.wix.com/aparato-reprodutor-femenino#!contact>>. Acesso em: 18 set. 2014.

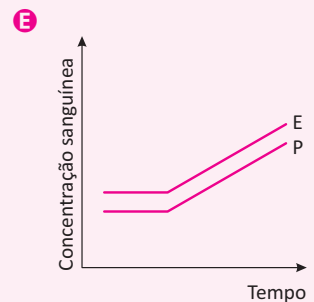
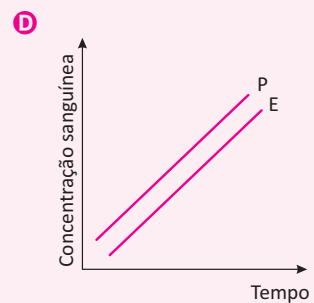
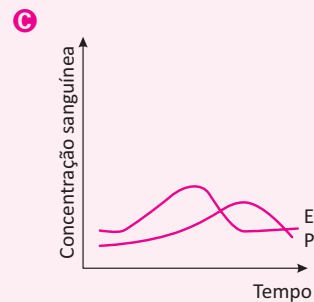
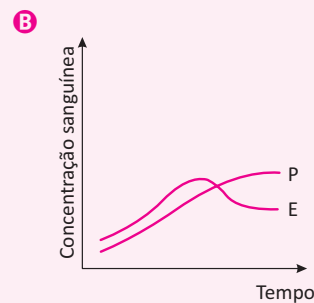
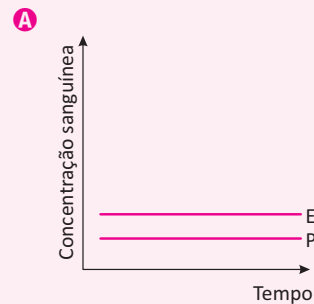
A fecundação (encontro dos gametas masculino e feminino) ocorre normalmente

- A** entre a constrição do colo uterino (2) e o terço médio da cavidade uterina (3).
- B** na base do colo uterino (2), já com a mórula em implantação definitiva.
- C** no primeiro terço da tuba uterina, próximo de sua extremidade distal (entre 4 e 5).
- D** fora das tubas uterinas, após as fímbrias e próximo aos folículos ovarianos (5).

15 | ENEM A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento

médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?

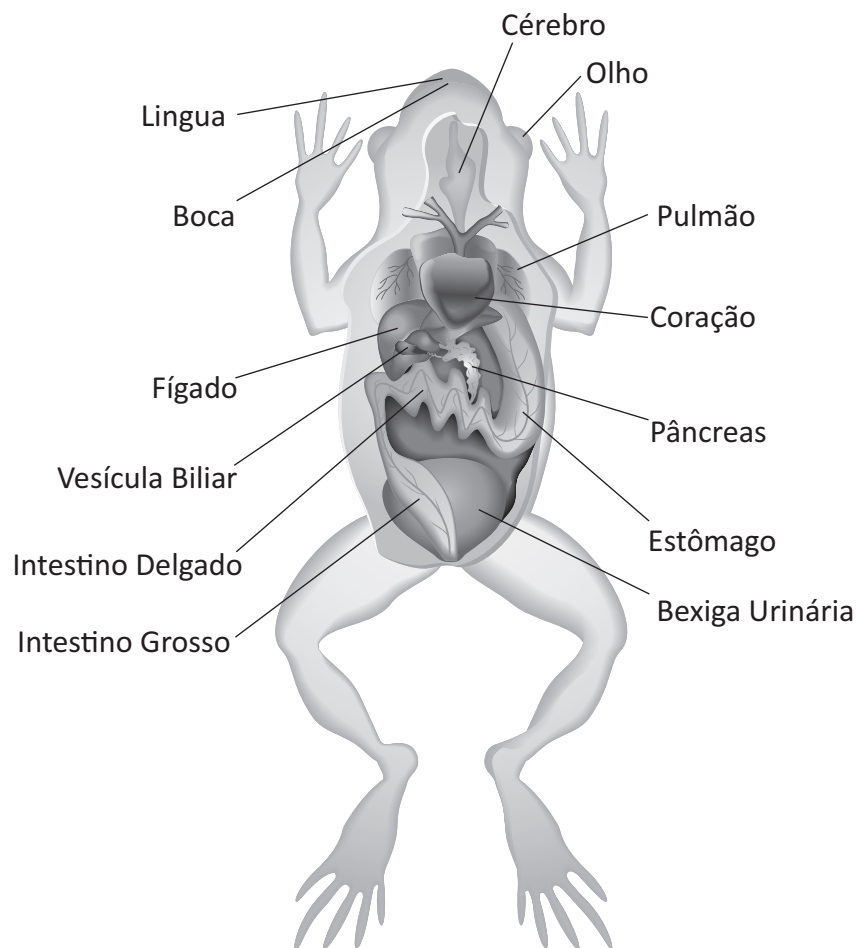


ANFÍBIOS

Os anfíbios constituem uma classe de animais vertebrados que representam a transição do meio aquático para o meio terrestre. Esses animais podem viver tanto no meio aquático quanto no meio terrestre, mas dependem do meio aquático para a reprodução e mesmo no meio terrestre, são restritos a ambientes úmidos.

São comuns de serem encontrados em lagos, brejos, rios e córregos. Seus principais representantes são os sapos, rãs, pererecas, cecílias e salamandras.

ANATOMIA DO SAPO



FISIOLOGIA

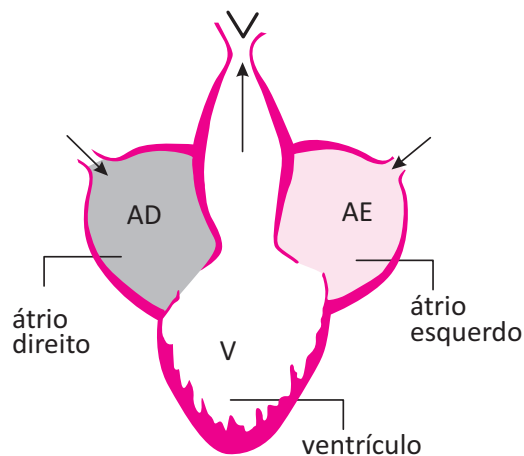
A respiração dos anfíbios ocorre por meio de pulmões simples e também da pele (respiração cutânea). Na fase larval, quando ainda estão restritos ao meio aquático, a respiração é feita por brânquias. Já na fase adulta, quando eles também habitam o meio terrestre, a respiração ocorre pelos pulmões e pela pele.

Os sacos pulmonares possuem uma superfície de contato para trocas gasosas muito pequenas e, portanto, a respiração pulmonar é insuficiente, o que torna a respiração cutânea essencial para a sobrevivência de muitos desses animais.

A pele dos anfíbios é muito vascularizada e conta com glândulas mucosas que mantêm a pele úmida, porém tem baixa presença de queratina, o que facilita a perda de água e para que a difusão ocorra, é necessário que a pele esteja constantemente úmida.

O sistema circulatório é composto por um coração tricavitário (dois átrios e um ventrículo), onde ocorre a mistura do sangue venoso (pobre em O_2) com o sangue arterial (rico em O_2). A respiração é incompleta, pois os sangues arterial e ve-

nos se misturam, passando por um único ventrículo que bombeia o sangue para um conjunto de vasos e assim são distribuídos para os pulmões, tronco e cabeça.



A circulação não permite que o metabolismo seja suficientemente eficiente para manter a homeotermia, portanto, são animais ectotérmicos. Dizemos também que a circulação é dupla, pois o sangue passa duas vezes pelo coração durante o ciclo – circulação pulmonar e sistêmica.

O sistema digestório é composto por um estômago bastante desenvolvido, e produz substâncias capazes de digerir alimentos rígidos como exoesqueletos de insetos.

O sistema excretor é constituído por um par de rins que filtram o sangue e deslocam o filtrado para a bexiga. Da bexiga a urina é despejada no tubo digestório, sendo eliminada pela cloaca. Os anfíbios excretam principalmente uréia.

REPRODUÇÃO

A reprodução dos anfíbios é sexuada, a fecundação é externa e o desenvolvimento é indireto – geralmente tem o girino como estágio larval.

Nos sapos, rãs e pererecas, o macho atrai a fêmea com o seu coachado e libera os gametas na água, a fêmea lança seus óvulos no mesmo ambiente e ali ocorre a fecundação.

Por estarem no meio aquoso, os ovos de anfíbios não precisam de uma bolsa amniótica. Dentro dos ovos, se desenvolvem os girinos, que são a fase larval desses animais contendo brânquias e cauda. Durante a metamorfose os girinos desenvolvem patas e pulmões e se tornam adultos. No caso das salamandras, a fecundação ocorre internamente.

RÉPTEIS

Os répteis constituem uma classe de animais vertebrados que representam a conquista do meio terrestre. Esses animais são predominantemente terrestres, embora algumas espécies ainda vivam no meio aquático (doce ou marinho). São ectotérmicos e são animais de sangue frio, a temperatura corporal é regulada de acordo com a temperatura do ambiente, portanto vivem em ambientes de temperaturas mais altas. Seus principais representantes são os jacarés, crocodilos, cobras, tartarugas, jabutis, camaleões, lagartixas e lagartos.

FISIOLOGIA

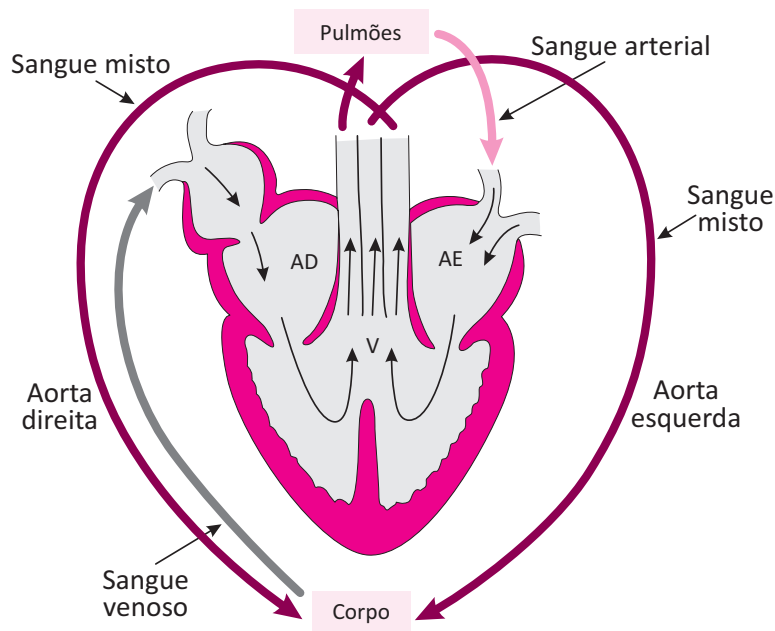
A respiração dos répteis é pulmonar e seus pulmões são desenvolvidos o bastante para fornecerem uma quantidade suficiente de oxigênio, pois apresentam uma superfície de trocas gasosas mais ampla que os anfíbios. Não possuem respiração cutânea e sua pele apresenta grande quantidade de queratina. A pele altamente queratinizada é uma importante adaptação ao meio terrestre, já que a alta quantidade de queratina impermeabiliza a pele e evita a perda de água, tornando-os adaptáveis a locais com pouca quantidade de água, inclusive ambientes desérticos.

O sistema excretor dos répteis produz ácido úrico como a principal excreção nitrogenada e é eliminado pela cloaca juntamente com as fezes, por esse motivo suas fezes têm uma consistência pastosa e evita maiores perdas de água. A maioria dos répteis é carnívora, mas algumas espécies são herbívoras ou onívoras.

O sistema digestório é completo, com o intestino grosso terminando na cloaca.

O sistema circulatório dos répteis apresenta uma leve variação entre algumas espécies. Nos répteis crocodilianos, o coração é tetracavitário, dividido em dois átrios e dois ventrículos completamente separados, mas em grande parte dos répteis o coração ainda é tricavitário, tendo dois átrios e apenas um ventrículo, porém há uma parede divisória (septo ventricular) que separa parcialmente o ventrículo em duas partes.

ESQUEMA DA CIRCULAÇÃO NOS RÉPTEIS



RÉPTEIS CROCODILIANOS

Também ocorre a mistura do sangue arterial com o sangue venoso, porém nos répteis crocodilianos essa mistura ocorre fora do coração, em um ponto de junção entre duas artérias aortas denominado forame de Panizza. Assim como nos anfíbios, a circulação é dupla e incompleta (nos crocodilianos é considerada completa, pois a mistura ocorre fora do coração).

Algumas espécies de répteis, como é o exemplo de algumas serpentes, apresentam estruturas termorreceptoras que auxiliam na ação predatória denominada fosseta loreal. A fosseta loreal é uma estrutura dotada de receptores e sensores térmicos localizada na parte anterior das narinas, que permite que algumas serpentes possam localizar presas nas proximidades por meio da radiação de calor corporal emitido por elas. O órgão de Jacobson é outra estrutura particularmente desenvolvida em serpentes peçonhentas. Essa estrutura localizada no céu da boca detecta substâncias químicas presentes no ar e capturadas pela língua, possibilitando uma precisa capacidade de detecção de substâncias no ar.

REPRODUÇÃO

A reprodução dos répteis ocorre em sexos separados, a fecundação é interna e na maioria das espécies o desenvolvimento ocorre dentro de um ovo (ovíparos). O macho introduz os espermatozoides na fêmea e após a fecundação a fêmea põe os ovos. Os ovos garantem uma maior proteção aos embriões e como a casca é porosa, ocorrem trocas gasosas. Dentro do ovo o embrião permanece envolvido por uma bolsa amniótica e se desenvolve dentro dele. Após o desenvolvimento o animal já apresenta formação semelhante a do animal adulto, quebra a casca e sai para o meio ambiente.

AVES

As aves constituem uma classe de animais vertebrados bípedes, ovíparos, caracterizados essencialmente pela presença de penas, bicos córneos, ossos pneumáticos e asas.

As aves possuem uma alta taxa metabólica, que as permite manter a temperatura corporal constante, auxiliado também pela presença das penas, que funcionam como isolante térmico. As aves são animais endotérmicos.

A pele das aves não possui glândulas sudoríparas e é rica em queratina, substância presente nas garras, bicos e penas. Algumas aves são dotadas de glândula uropigial, que secreta uma espécie de óleo lubrificante hidrofóbico que permite que essas aves não se molhem, impedindo que elas afundem ou fiquem carregadas com o peso da água sobre as penas.

FISIOLOGIA

O sistema respiratório das aves conta com pulmões e sacos aéreos. Os sacos aéreos são localizados no interior dos ossos longos e em algumas partes internas do corpo. O ar circula constantemente entre os sacos aéreos e os pulmões, auxiliando na oxigenação dos tecidos e contribuindo para uma melhor atividade metabólica.

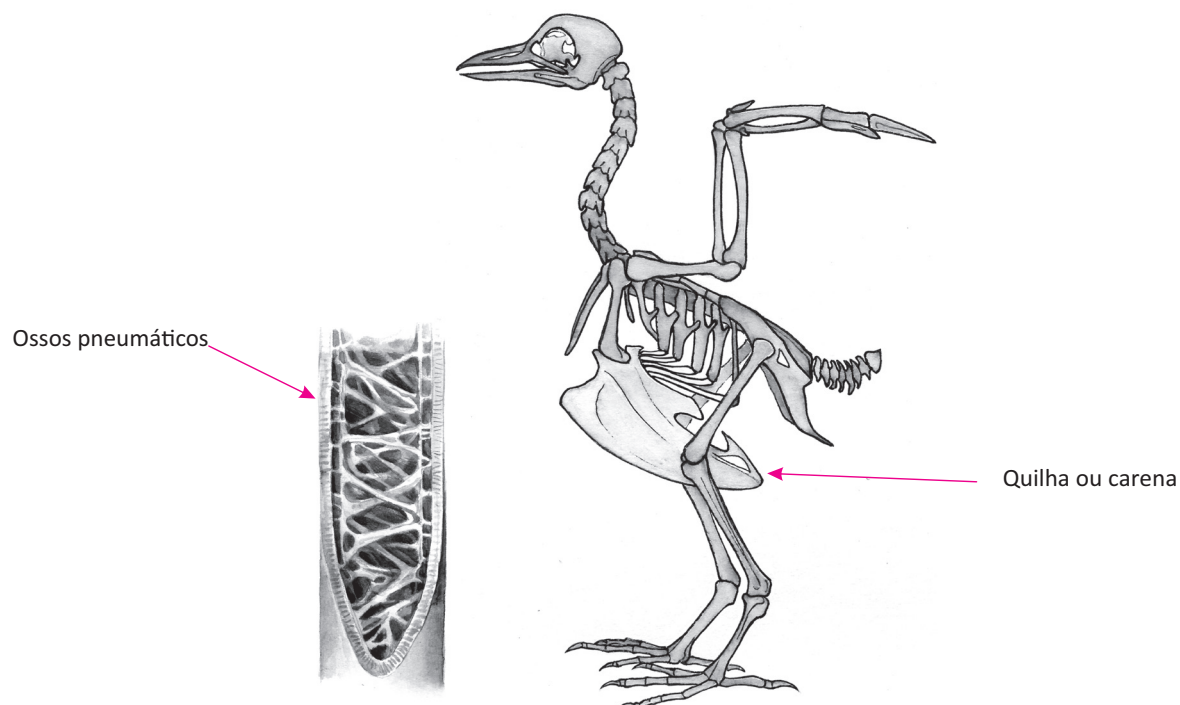
O sistema circulatório conta com um coração tetracavitário (dois átrios e dois ventrículos) e não ocorre mistura entre o sangue arterial e o sangue venoso. O sangue arterial circula de um lado do coração e o sangue venoso circula do outro lado.

O sangue venoso passa pelos pulmões, é oxigenado e volta para o coração passando pelo outro lado do coração e de lá é distribuído para os tecidos, tornando a oxigenação dos tecidos muito eficiente.

O aparelho digestório é composto respectivamente por um papo (armazena alimentos), estômago químico (produz suco gástrico), moela (tritura e comprime os alimentos), intestino (onde ocorre mais uma fase de digestão química) e cloaca (elimina as fezes). Comumente algumas aves engolem pequenas pedras, que se alojam na moela e auxiliam na trituração dos alimentos e depois são excretadas junto com as fezes. As excreções nitrogenadas das aves são semelhantes às dos répteis – são pastosas, com presença de ácido úrico.

ADAPTAÇÕES AO VOO

As aves possuem adaptações características que auxiliam em sua capacidade de vôo. Aves que voam são carenadas, possuem o osso externo em forma de “carena” ou “quilha” e possibilita uma. Os ossos são pneumáticos, isto é, são ocos e comportam reservas de ar no seu interior, a presença de sacos aéreos faz com que seu peso seja reduzido, facilitando sua capacidade de vôo. As aves também são ovíparas, e o fato de não carregarem o peso de seus filhotes também auxilia na redução do peso. Possuem uma forma corporal aerodinâmica e não possuem bexiga urinária, o que também auxilia na redução de peso corporal. As ratitas, não possuem a quilha ou carena e, portanto, não voam – é o caso das emas e avestruzes.



A reprodução ocorre pela interação entre sexos separados, a fecundação é interna e assim como nos répteis a fêmea põe ovos. Para que o desenvolvimento ocorra no interior dos ovos, eles precisam ser chocados, pois se tratam de animais homeotérmicos, após o desenvolvimento no interior dos ovos o animal quebra a casca e sai para o meio externo com a estrutura corpórea semelhante à do indivíduo adulto. A casca do ovo é calcária e porosa e assim como nos répteis, apresentam vesícula amniótica, vesícula vitelínica, cório e alantoide.

MAMÍFEROS

Os mamíferos constituem uma classe de animais vertebrada bastante diversificada, abarcando animais que habitam o meio terrestre, aquático e aéreo. Esses animais são caracterizados essencialmente por possuírem glândulas mamárias, mas também possuem características gerais em comum (salvo algumas exceções), como a presença de pêlos no corpo, homeotermia corpórea, presença de pêlos, glândulas sebáceas e sudoríparas, músculo diafragma e placenta. Os mamíferos possuem representantes diversos como: baleia, foca peixe-boi, morcego, macaco, cavalo, vaca, gato, tigre, toupeira, roedores e principalmente o homem. É considerado o grupo dominante na escala evolutiva das espécies presentes atualmente na Terra.

Existem três subclasses de mamíferos existentes atualmente: os monotremados, marsupiais e placentários.

Os monotremados são uma classe pouco comum de mamíferos que apresentam bico córneo e são ovíparos (ex: ornitorrincos).

Os marsupiais têm desenvolvimento parcialmente interno (uterino) e após certo tempo de desenvolvimento interno, são expulsos do corpo materno e continuam o desenvolvimento no marsúpio (uma espécie de bolsa abdominal no corpo da mãe). Os principais exemplos de marsupiais são o canguru, coala e os gambás.

Os placentários representam a grande maioria dos mamíferos, incluindo roedores, carnívoros, quirópteros, cetáceos, ungulados e os primatas, que incluem os seres humanos. Trata-se de animais cujo desenvolvimento embrionário ocorre internamente, possuem útero e placenta desenvolvidos.

FISIOLOGIA

O sistema respiratório dos mamíferos é exclusivamente pulmonar. Possuem alvéolos pulmonares altamente vascularizados, uma musculatura intercostal que auxilia nos movimentos de inspiração e expiração e a presença do músculo diafragma entre o tórax e o abdômen. A alta capacidade de oxigenação proporcionada pelas estruturas respiratórias presentes, é um fator que fundamentalmente torna a capacidade de equilíbrio térmico corporal dos mamíferos tão eficiente.

A circulação dos mamíferos é fechada, dupla e completa. O coração é tetracavitário (dois átrios e dois ventrículos) com uma inovação evolutiva que é o fato de a artéria aorta, que leva o sangue oxigenado para os tecidos, ser voltada para o lado esquerdo do coração, diferente das aves, em que é voltada para o lado direito. Não ocorre mistura de sangue arterial e venoso.

O sistema digestório é completo e a principal substância da excreta nitrogenada é a uréia, que é sintetizada no fígado e filtrada pelos rins.

REPRODUÇÃO

A reprodução dos mamíferos ocorre por sexos separados. Na maioria das espécies de mamíferos ocorre um “ritual de acasalamento” antes que o acasalamento seja consolidado, então o macho insere o órgão sexual na fêmea lançando o esperma dentro de seu corpo, onde ocorre o encontro dos gametas, portanto a fecundação é interna. Na maior parte das espécies de mamíferos o embrião se desenvolve no interior de um útero e durante o processo de gestação forma-se a placenta, um órgão que realiza trocas metabólicas entre o embrião e o corpo materno (anticorpos, alimentos, oxigênio e hormônios). Durante o processo de gestação o aparelho reprodutor também desenvolve uma vesícula amniótica, que envolve o embrião dentro de uma bolsa que o mantém em meio aquoso até o desenvolvimento total do embrião, permitindo-o movimentação e garantindo proteção em caso de possíveis impactos na região abdominal da mãe. Os mamíferos apresentam dimorfismo sexual (características corporais visivelmente diferentes entre machos e fêmeas).

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

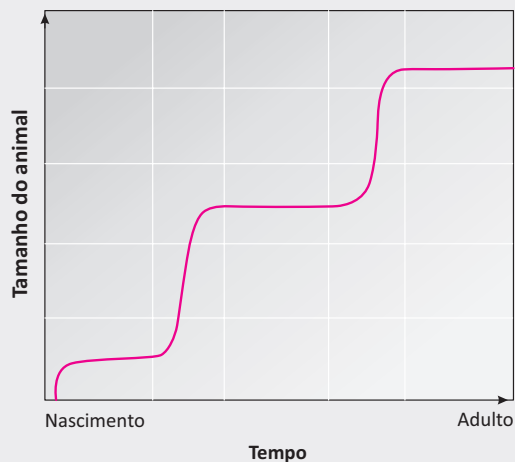
01 | UNICAMP As aves migratórias voam muitas vezes a grandes altitudes e por longas distâncias sem parar. Para isso, elas apresentam adaptações estruturais e também fisiológicas, como a maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio.

- A** Explique a importância da maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio nas aves migratórias.
- B** Indique duas adaptações estruturais que as aves em geral apresentam para o voo e qual a importância dessas adaptações.

Resolução:

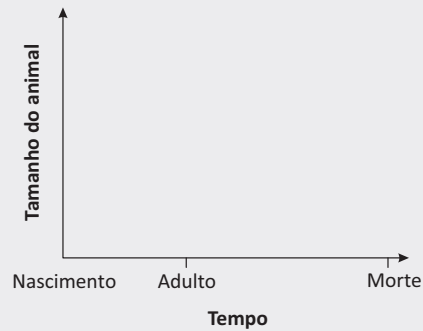
- A** *A hemoglobina com afinidade maior por oxigênio, em condições de ar rarefeito, implica uma capacidade maior de captação de oxigênio. Desse modo, constitui uma adaptação a essas condições.*
- B** *Dentre as adaptações estruturais que capacitam as aves em geral para o voo, podemos indicar:*
 - *forma aerodinâmica, reduzindo o atrito com o ar;*
 - *membros anteriores transformados em asas, acionados por musculatura presa à quilha do osso esterno;*
 - *penas das asas, que favorecem a sustentação do corpo no ar;*
 - *densidade reduzida, graças aos ossos pneumáticos, ausência de dentes e de bexiga urinária;*
 - *estrutura respiratória eficaz, com grande capacidade de captação de oxigênio, o que favorece o trabalho muscular.*

02 | FUVEST O rígido exoesqueleto dos artrópodes é periodicamente substituído para que seu corpo possa crescer. Após as mudas, com o revestimento do corpo ainda flexível, o animal cresce. O gráfico abaixo representa o crescimento desses animais.

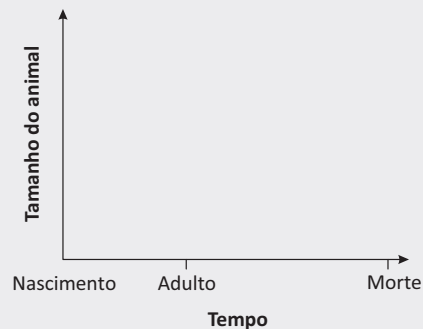


Nas coordenadas da página de respostas, represente

- A** o crescimento de alguns moluscos, cujo exoesqueleto agrega material de maneira contínua, permitindo o crescimento continuado do animal;

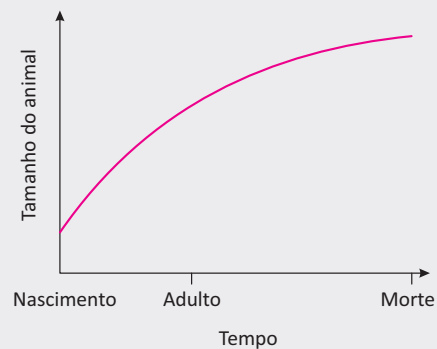


- B** o crescimento de mamíferos, que têm endoesqueleto ósseo e crescem até se tornarem adultos.

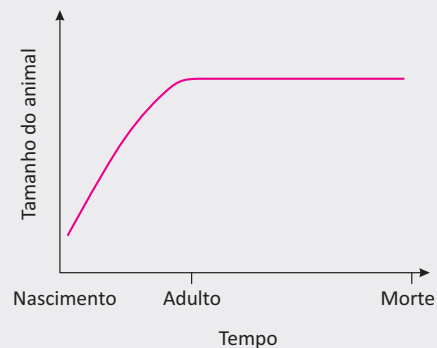


Resolução:

A



B



03 | UNICAMP Os morcegos são animais que muitas vezes despertam reações aversivas nas pessoas. O tipo de reação varia bastante, mas na maioria das vezes a simples menção da palavra provoca exclamações como “Credo!” ou “Que nojo!”.

- A** Além dos morcegos hematófagos, existem espécies de morcegos que possuem outras dietas alimentares? Quais dietas?
- B** Cite dois tipos de interação de morcegos com plantas.

Resolução:

- A** *Sim. Os morcegos podem se alimentar de insetos (insetívoros) e outros artrópodes, frutos (frugívoros), néctar (nectarívoros), folhas (folívoros), pequenos vertebrados (carnívoros) e alimentos variados (onívoros).*
- B** *Os morcegos podem interagir com plantas de várias formas. Podem ser polinizadores (auxiliam na reprodução das plantas), podem disseminar sementes, consomem folhas, sementes e frutos (alimento) e utilizam plantas como abrigo (cavidades em árvores).*

04 | UNICAMP A endotermia surgiu ao longo da evolução como uma importante estratégia de sobrevivência. A rapidez na resposta a estímulos externos garante aos endotérmicos uma relevante vantagem adaptativa em relação aos ectotérmicos. Alguns estudos teóricos têm estimado, por exemplo, que o homem seria pelo menos dez vezes mais lento se não fosse capaz de manter sua temperatura corpórea constante e relativamente alta (em torno de 37°C). Por outro lado, o consumo de energia de um animal endotérmico é muito maior do que o de um animal ectotérmico de igual tamanho e peso.

- A** Compare o comportamento de um mamífero e o de um lagarto em duas situações que permitam demonstrar as vantagens evolutivas associadas à endotermia.
- B** A energia necessária para um vertebrado endotérmico manter seu metabolismo é fornecida pelos alimentos. O amido é uma importante fonte energética e está presente em vários alimentos. Explique como ocorre a digestão do amido e indique quais são as menores moléculas resultantes dessa digestão.

Resolução:

- A** *Diferentes situações podem ser consideradas nessa questão. Abaixo estão listadas algumas possibilidades de resposta.*

Em situação de perigo (por exemplo, ameaça de predação), um mamífero (animal endotérmico) consegue fugir mais rapidamente, já que seu metabolismo permite rápida resposta independentemente das condições ambientais, enquanto o lagarto (animal ectotérmico) seria mais vulnerável ao perigo iminente, pois sua resposta é mais lenta e dependente das condições ambientais. (Poderia ser também considerada uma situação de obtenção de alimento que exigisse habilidade e rapidez.)

Em uma condição de frio intenso, o mamífero (animal endotérmico) consegue manter fisiologicamente sua temperatura corporal constante, sem a necessidade de grandes alterações de comportamento; já o lagarto (animal ectotérmico) ajusta sua temperatura corporal por meio de estratégias comportamentais, procurando lugares ensolarados ou locais mais quentes, ficando, portanto, mais vulnerável do que o mamífero. (Poderia ser também considerada uma situação de calor intenso, em que o lagarto teria que buscar lugares com temperaturas mais amenas.)

- B** *Para responder a esse item, era essencial citar a participação da amilase salivar e da amilase pancreática na digestão do amido. As menores moléculas resultantes dessa digestão são moléculas de glicose.*

05 | UFG Os mamíferos surgiram a partir da evolução de um grupo de répteis primitivos entre 245 e 208 milhões de anos atrás. Atualmente, ocupam os mais diversos ambientes e estão distribuídos em três grupos: prototérios, metatérios e eutérios. Com base no desenvolvimento embrionário, explique a diferença entre esses três grupos, citando exemplo de cada grupo.

Resolução:

Os animais prototérios apresentam o desenvolvimento embrionário fora do corpo materno, sendo gerados em ovos, como é o caso do ornitorrinco. Já os animais metatérios apresentam o início do desenvolvimento embrionário no interior do útero, e o estágio final desse desenvolvimento ocorre no marsúpio, como é o caso do canguru, ou nas pregas da pele das mães, como nos gambás/cuícas. Por outro lado, os animais eutérios apresentam todo o desenvolvimento embrionário no útero, ligados à parede uterina por meio da placenta, como é o caso do homem.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01| FUVEST Quanto à termorregulação, os animais são classificados em endotérmicos, ou seja, dependentes da produção metabólica de calor, e ectotérmicos, que utilizam fontes ambientais de calor para manter seu metabolismo.

- A** Um *habitat* com baixo suprimento de alimentos favorece o estabelecimento de animais endotérmicos ou ectotérmicos? Justifique sua resposta.
- B** Considerando as características do primeiro grupo de vertebrados a conquistar definitivamente o ambiente terrestre, seus representantes viviam em um clima mais próximo ao tropical ou ao temperado? Justifique sua resposta.

02| UNICAMP Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a habitar o meio terrestre. Provavelmente surgiram de peixes crossopterígeos que eventualmente saíram da água à procura de insetos. Antes de ganharem o meio terrestre, esses ancestrais dos anfíbios passaram por modificações em sua estrutura e em sua fisiologia.

- A** Mencione duas modificações importantes nessa transição.
- B** Os anfíbios são classificados em três ordens: Gymnophiona ou Apoda (cobras-cegas), Urodela (salamandras) e Anura (sapos, rãs e pererecas). Mencione uma característica exclusiva de cada uma delas.

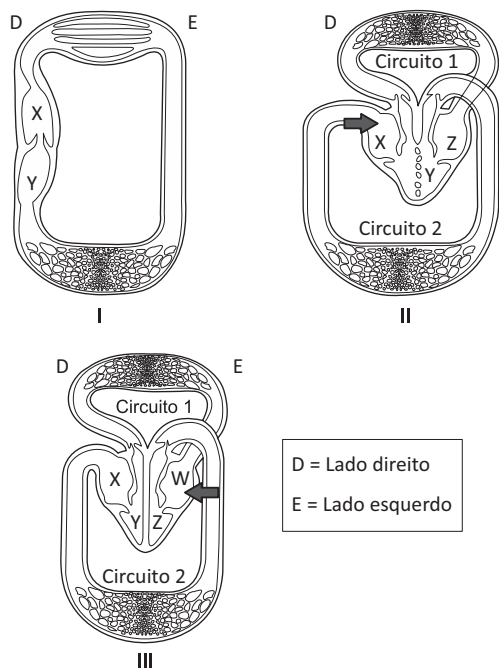
03| UEL Leia o texto a seguir.

A biodiversidade vem sofrendo quedas drásticas na riqueza e na abundância de espécies de anfíbios. No mundo, há mais de 7 mil espécies catalogadas, porém cerca da metade está ameaçada e centenas podem estar extintas. Uma das principais causas desse quadro é uma doença denominada quitridiomiose, transmissível pela água e causada pelo fungo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que infecta a pele, principalmente, do abdômen, dos pés e dos dedos dos anfíbios. As lesões são visíveis apenas com o auxílio de instrumentos ópticos, e evidências da moléstia estão associadas a certas mudanças comportamentais do hospedeiro.

(Adaptado de: PEREIRA, P. L.; BÉCARES, E. Um fungo ameaça os anfíbios. *Ciência Hoje*, v.47, n.279, 2011. p.64-65.)

- A** Identifique e explique o tipo de interação ecológica existente entre o fungo e o anfíbio. Desconsiderando os fungos, explique um exemplo desse mesmo tipo de interação ecológica entre o ser humano e outro organismo, com o respectivo nome da doença.
- B** Apresente três exemplos de organismos representantes da classe dos anfíbios.

04| FUVEST As Figuras I, II e III esquematizam a circulação sanguínea em diferentes vertebrados.



- A** Analise a Figura II. A partir da cavidade apontada pela seta, ordene as demais cavidades cardíacas e os circuitos 1 e 2, na sequência correspondente à circulação do sangue.
- B** Faça o mesmo, em relação à Figura III.
- C** Qual(is) das três figuras mostra(m) o coração em que há mistura de sangue arterial e sangue venoso?
- D** Dê um exemplo de grupo de vertebrados para o tipo de circulação esquematizado em cada uma das três figuras.

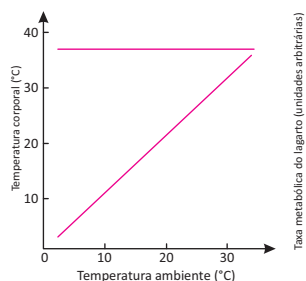
05| FUVEST *Piaimã virou o herói de cabeça para baixo. Então Macunaíma fez cócegas com os ramos nas orelhas do gigante (...). Chegaram no hol. Por debaixo da escada tinha uma gaiola de ouro com passarinhos cantadores. E os passarinhos do gigante eram cobras e lagartos.*

Mário de Andrade, *Macunaíma*.

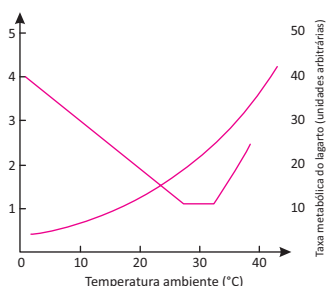
- A** Suponha que o gigante Piaimã tenha encontrado os ovos de lagarto e os tenha posto para chocar, pensando que fossem de aves. O exame dos anexos embrionários dos ovos desses dois grupos de animais permite diferenciar se eles são de lagartos ou de passarinhos? Justifique.
- B** Considere que a gaiola esteja embaixo da escada em local frio e úmido, e com alimento disponível. Que animais – cobras, lagartos ou passarinhos – teriam maior dificuldade para sobreviver por período muito longo nessas condições? Justifique.

06] PUC O gráfico abaixo, a esquerda, mostra a variação da temperatura corporal de um roedor (linha vermelha) e de um lagarto (linha azul) com relação a temperatura do ambiente. O gráfico da direita mostra a variação da taxa metabólica desses mesmos animais com relação a temperatura ambiente.

Variação da Temperatura do Corpo



Variação do Metabolismo



fonte: salabioquimica.blogspot.com

A partir da análise desses dois gráficos, responda as questões abaixo:

- A** Qual é o animal endotérmico e qual o ectotérmico. Explique.
- B** Explique a variação das taxas metabólicas desses dois animais em função da temperatura do ambiente.

07] UNIFESP Os répteis foram o primeiro grupo de vertebrados a conquistar o ambiente terrestre de forma plena.

- A** Os répteis modernos estão classificados em três principais ordens. Dê um exemplo de uma espécie pertencente a cada uma dessas ordens.
- B** Explique quais foram as adaptações necessárias para que os répteis pudessem viver no ambiente terrestre.

08] UNESP De férias em um sítio, um estudante de biologia realizou um experimento com ovos de galinha. Na primeira etapa, pesou os ovos assim que foram postos, mantendo alguns deles intactos para que as galinhas os pudessem chocar; dos que restaram, retirou seu conteúdo e pesou somente as cascas. Na segunda etapa, logo após o choco, pesou os pintinhos assim que nasceram e também as cascas de seus ovos recém-eclodidos, obtendo os resultados exibidos nas tabelas.

Etapa 1		Etapa 2	
Massa média, por ovo inteiro	Massa média da casca, por ovo	Massa média, por pintinho	Massa média da casca, por ovo
60 g	6 g	38 g	4 g

O estudante ficou intrigado, pois a soma da massa média por pintinho com a massa média da casca do ovo era menor que a massa média de um ovo inteiro.

Sabendo-se que a clara representa cerca de 60% da massa total do ovo, a gema 30% e a casca 10%, os resultados obtidos são os esperados? Justifique sua resposta, explicando os processos biológicos que levam às massas verificadas ao final do experimento.

09] UFG Leia a tirinha a seguir.

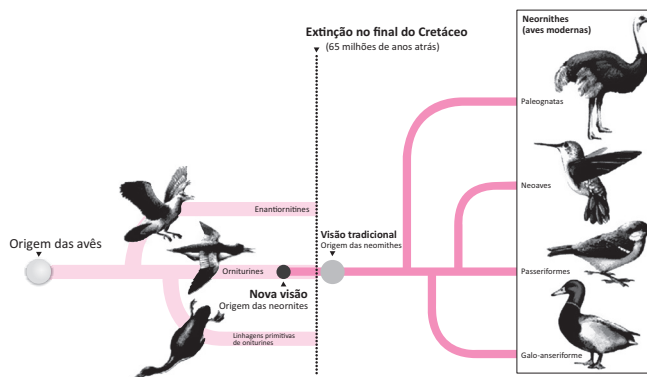


Disponível em: <http://nemonnemoff.blogspot.com.br>. Acesso em: 30 set. 2013. (Adaptado).

Analisando a tirinha sob a perspectiva evolutiva,

- A** responda ao questionamento feito no primeiro balão;
 - B** explique por que a afirmação contida no segundo balão está incorreta.
- 10] UFBA** É engraçado pensar em um tordo empoleirado nas costas de um *Velociraptor* ou um pato nadando ao lado de um *Spinosaurus*. (DYKE, 2010, p. 59).

A ilustração apresenta duas concepções sobre a origem das aves modernas, considerando um período específico na história da evolução da vida na Terra.



A partir da análise das informações, associada aos conhecimentos sobre evolução,

- A** identifique, entre os grupos atuais ilustrados, **aquele que divergiu mais recentemente**.
- B** destaque a **evidência científica** que sustenta a ideia de que dinossauros e aves habitaram a Terra em um mesmo período.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UNIFICADO A Tabela abaixo indica a relação entre o grau de toxicidade e a solubilidade de alguns excretas nitrogenados.

	TOXIDADE	SOLUBILIDADE
AMÔNIA	ALTA	ALTA
UREIA	MÉDIA	MÉDIA
ÁCIDO ÚRICO	BAIXA	INSOLÚVEL

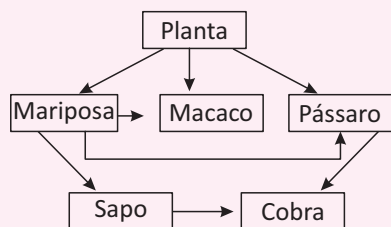
Animais como tubarão, sardinha, onça, larva de anfíbio e anfíbios adultos têm como excretas principais, respectivamente,

- A** amônia ; ureia ; amônia ; amônia ; ureia
- B** ácido úrico ; ureia ; ureia ; amônia ; ácido úrico
- C** ureia ; amônia ; amônia ; amônia ; ácido úrico
- D** ureia ; amônia ; ácido úrico ; ureia ; ureia
- E** ureia ; amônia ; ureia ; amônia ; ureia

02 | FUVEST As briófitas, no reino vegetal, e os anfíbios, entre os vertebrados, são considerados os primeiros grupos a conquistar o ambiente terrestre. Comparando os, é correto afirmar que,

- A** nos anfíbios e nas briófitas, o sistema vascular é pouco desenvolvido; isso faz com que, nos anfíbios, a temperatura não seja controlada internamente.
- B** nos anfíbios, o produto imediato da meiose são os gametas; nas briófitas, a meiose origina um indivíduo haploide que posteriormente produz os gametas.
- C** nos anfíbios e nas briófitas, a fecundação ocorre em meio seco; o desenvolvimento dos embriões se dá na água.
- D** nos anfíbios, a fecundação origina um indivíduo diploide e, nas briófitas, um indivíduo haploide; nos dois casos, o indivíduo formado passa por metamorfoses até tornar se adulto.
- E** nos anfíbios e nas briófitas, a absorção de água se dá pela epiderme; o transporte de água é feito por difusão, célula a célula, às demais partes do corpo.

03 | UNIRG Analise a cadeia alimentar a seguir.



Nessa cadeia alimentar, os organismos que apresentam modificações no nicho ecológico, na fase adulta em relação à fase jovem, são os seguintes:

- A** planta e pássaro.
- B** mariposa e sapo.
- C** pássaro e cobra.
- D** planta e macaco.

04 | PUC



Os nomes populares muitas vezes são fruto de observações superficiais e sem embasamento científico. A figura apresenta um animal popularmente denominado “**cobra-cega**” devido à forma serpentiforme de seu corpo, mas que não pertence ao grupo dos ofídios, pois é um anfíbio da ordem Gymnophiona (ou Apoda).

São tidos como cegos, pelo menos para a formação de imagens, mas possuem olhos diminutos que somente reconhecem luz. No entanto compensam a falta de visão – perfeitamente dispensável no ambiente fossorial em que vivem (sob a terra), por serem munidos de tentáculos, que atuam como órgãos mecânicos e quimiotácteis.

Os Gimnofionos são o único grupo de anfíbios com cópula na qual o macho extroverte a cloaca, que assim se transforma em um tipo de pênis, conhecido como phalodeum. Cerca de 75% das espécies são vivíparas e dão à luz filhotes já desenvolvidos (sem fase larval).

Fonte: Parte da reportagem de Carlos Jared e Marta Maria Antoniazzi Sciam Brasil ed.78 nov/2008. www2.uol.com.br/sciam/.../fo_admiravel_mundo_das_cobras-cegas.html

Com base nas informações acima e em seus conhecimentos sobre o assunto, assinale a afirmativa **INCORRETA**.

- A** Os Gimnofionos podem ter se originado de ancestral tetrápode; no processo de adaptação ao nicho fossorial, foram selecionados indivíduos ápodes.

- B** Embora da mesma classe dos sapos e salamandras, o animal referido no texto apresenta fecundação interna e desenvolvimento direto.
- C** Diferentemente dos ofídios, a cobra-cega realiza respiração cutânea e pulmonar e não apresenta camada córnea na epiderme.
- D** Embora semelhantes às minhocas, diferem dos anelídeos por apresentar sistema circulatório fechado e trocas gasosas na superfície corporal.

05| UNESP

Leia os versos da música *Águas de Março*, de Tom Jobim.

É pau, é pedra, é o fim do caminho

É um resto de toco, é um pouco sozinho

É um passo, é uma ponte, é um sapo, é uma rã

É um belo horizonte, é uma febre terçã

São as águas de março fechando o verão

É a promessa de vida no teu coração

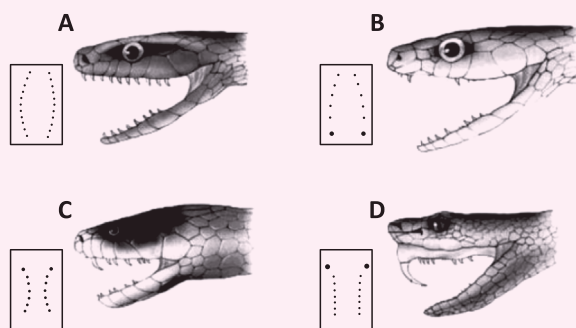
(www.radio.uol.com.br)

O sapo, a rã e a febre terçã não fazem parte dos versos apenas por uma necessidade de rima, também têm relação com as chuvas que caem em regiões de clima tropical.

Sobre o sapo e a rã, referidos na letra de Tom Jobim, é correto afirmar que

- A** fazem parte de um mesmo táxon, Amphibia, ao mesmo tempo em que diferem em categorias taxonômicas abaixo deste.
- B** a reprodução no período de chuvas lhes confere vantagem adaptativa sobre os répteis, o que lhes permite explorar uma maior diversidade de habitats.
- C** têm em comum com alguns insetos o fato de passarem por metamorfose durante o desenvolvimento, o que os torna evolutivamente próximos aos insetos e distantes dos demais vertebrados.
- D** compartilham entre si um ancestral comum mais antigo que aquele que compartilham com os répteis ou mamíferos.
- E** são o macho e a fêmea de uma mesma espécie, podendo cruzar entre si e deixar descendentes férteis.

06| UEPG Analise a figura abaixo quanto à dentição das cobras e assinale o que for correto.



Fonte: Amabis, JM; Martho, GR. *Biologia dos organismos: classificação, estrutura e função nos seres vivos*. Volume 2. 2ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

- 01. Em A é apresentada a dentição das cobras áglifas. Nesse caso, são serpentes cujos dentes são maciços, sem canal central ou sulco para a passagem de peçonha.
- 02. São exemplos para as dentições apresentadas nas figuras: A- *sucuris*, *jiboias*; B – *falsa coral*, *cobra-verde-de-jardim*; C – *corais verdadeiras*, *najas*; D – *cas-cavéis*, *jararacas*, *surucucus*.
- 04. Em D, a dentição mostrada na figura é de cobras solenóglifas. São serpentes dotadas de um par de presas anteriores ocas, com um canal injetor de peçonha. Essas presas estão inseridas em um maxilar móvel que se projeta quando a serpente abre a boca, sendo altamente eficientes na injeção de peçonha durante a mordida.
- 08. A dentição das cobras proteróglifas é mostrada em C. São serpentes dotadas de presas anteriores fixas, com um sulco profundo ao longo do seu comprimento, formando um canal por onde escorre a peçonha. A boca dessas cobras é relativamente pequena, o que dificulta a mordida, embora sua peçonha seja letal.
- 16. Em B é apresentada a dentição opistóglifa. São serpentes com um ou mais pares de dentes posteriores desenvolvidos (presas), nos quais há um sulco por onde a peçonha escorre. A posição posterior das presas dificulta a injeção do veneno, de modo que a picada dessas cobras geralmente não resulta em acidente sério.

07| PUC



PARECE MAS NÃO É. Apesar do aspecto serpentiforme, que faz lembrar um ofídio, o animal apresentado ao lado possui características que nos permitem afirmar que não se trata de uma serpente, e sim, um lagarto da ordem squamata. Esse animal pode se “quebrar”, especialmente na cauda para escapar de predadores, mas posteriormente a cauda perdida é regenerada, e foi essa característica que deu o nome popular de **cobra-de-vidro** à espécie *Ophiodes striatus*.

Essa espécie de lagarto pode medir entre 20 e 26 cm de comprimento e se alimenta principalmente de ovo e larvas de artrópodes. Os filhotes se desenvolvem dentro de ovos no interior do ventre da mãe onde eclodem e os filhotes saem pela cloaca totalmente desenvolvidos. No Brasil essa espécie é encontrada no Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Espírito Santo e Ceará.

Fonte: Extraído do PORTALBIOLOGIA <http://www.portalbiologia.com/cobra-de-vidro.html> de 26/11/2012

Analisando as informações acima de acordo com seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que esses animais:

- A** não são répteis venenosos, mas podem ser peçonhentos.
- B** apresentam fecundação interna e são ovovivíparos.
- C** podem ser de grande importância para o equilíbrio ambiental.
- D** apresentam camada córnea de queratina revestindo a epiderme.

08 | UFT O exame da dentição é freqüentemente usado na identificação de serpentes peçonhentas e não-peçonhentas, sendo um critério bastante fidedigno para isso (mais confiável que o formato da cabeça e o padrão de coloração). Serpentes verdadeiramente peçonhentas (cascavéis, jararacas e corais) possuem dentes (presas) especializados para inoculação da peçonha, a qual é produzida em glândulas veneníferas especializadas localizadas uma em cada lado da cabeça, atrás do olho. A inoculação da peçonha através destes dentes requer a contração da musculatura em torno da glândula e leva à ejeção da peçonha.

Fonte: http://www.univap.br/cen/denticao_serpentario.php (Acesso em 30-01-2014)

Há essencialmente quatro tipos de dentição encontrados em serpentes.

- I. Possuem dentes maciços.
- II. Possuem um ou mais pares de dentes posteriores desenvolvidos, com sulco que permite a passagem da peçonha.
- III. Possuem presas anteriores fixas, com sulco que permite a passagem da peçonha.
- IV. Possuem um par de presas anteriores ocas, com canal injetor de peçonha, inseridas em uma maxilar móvel.

Relacione o tipo de dentição de serpentes descritas acima com a sua classificação e marque a alternativa **CORRETA**.

- A** I-Áglifas; II-Proteróglifas; III-Opistóglifas; IV-Solenóglifas.
- B** I-Solenóglifas; II-Opistóglifas; III-Proteróglifas; IV-Áglifas.
- C** I-Proteróglifas; II-Solenóglifas; III-Áglifas; IV-Opistóglifas.
- D** I-Opistóglifas; II-Áglifas; III-Solenóglifas; IV-Proteróglifas.
- E** I-Áglifas; II-Opistóglifas; III-Proteróglifas; IV-Solenóglifas.

09 | UNICAMP Para suprirem suas células com oxigênio e removerem o gás carbônico dos tecidos, os animais realizam trocas gasosas com o ambiente, processo denominado de respiração. Na tabela abaixo estão listados 4 grupos de animais e 4 tipos de respiração:

Grupos de animais	Tipo de respiração
I – Poríferos	A – Branquial
II – Crustáceos	B – Traqueal
III – Insetos	C – Cutânea
IV – Répteis	D – Pulmonar

As relações corretas entre os grupos de animais mencionados à esquerda e os tipos de respiração mencionados à direita são:

- A** IC; IIA; IIIB; IVD.
- B** IB; IIA; IIIC; IVD.
- C** IA; IIB; IIIC; IVD.
- D** IC; IID; IIIA; IVB.

10| PUC

Adeus, meu Canto

Adeus, meu canto! É a hora da partida...

O oceano do povo s'encapela.

Filho da tempestade, irmão do raio,

Lança teu grito ao vento da procela.

O inverno envolto em mantos de geada

Cresta a rosa de amor que além se erguera...

Ave de arribação, voa, anuncia

Da liberdade a santa primavera.

É preciso partir, aos horizontes

Mandar o grito errante da vedeta.

Ergue-te, ó luz! — estrela para o povo,

— Para os tiranos — lúgubre cometa.

Adeus, meu canto! Na revolta praça

Ruge o clarim tremendo da batalha.

Águia — talvez as asas te espedacem,

Bandeira — talvez rasgue-te a metralha.

[...]

(ALVES, Castro. *Melhores poemas de Castro Alves*. 7. ed. São Paulo: Global, 2003, p. 109.)

O texto faz uma referência à águia, um representante da classe das aves. A respeito desse grupo, analise as afirmativas a seguir:

- I. As aves surgiram na época em que os répteis dominavam o planeta, originadas a partir de mamíferos voadores que viveram no período Mesozoico.
- II. Bioquimicamente, as penas são formadas pela substância queratina, que possui como uma de suas propriedades o isolamento térmico.
- III. As águias, os pombos e os papagaios pertencem respectivamente às ordens Falconiformes, Columbiformes e Psitaciformes.
- IV. À semelhança dos répteis, as aves excretam amônia e apresentam bexiga urinária.

Em relação às proposições analisadas, assinale a única alternativa cujos itens estão todos corretos:

- A** I e II.
- B** I e IV.
- C** II e III.
- D** II e IV.

11| UNIEVANGÉLICA A circulação sanguínea dos animais pode ser classificada em aberta ou fechada, simples ou dupla, incompleta ou completa. Isso significa que pode haver ou não extravasamento de líquido para os tecidos, pode haver passagem do sangue uma ou duas vezes pelo coração e pode haver ou não mistura de sangue venoso com sangue arterial.

O coração que suprirá as demandas de uma circulação fechada, dupla e completa deve ter

- A** duas cavidades: um átrio e um ventrículo, com via cardíaca unidirecional venosa, como nos peixes.
- B** três cavidades: dois átrios completamente separados e um ventrículo, como nos anfíbios.
- C** três cavidades: dois átrios completamente separados e um ventrículo apresentando um pequeno septo, como nos répteis típicos.
- D** quatro cavidades: dois átrios completamente separados e dois ventrículos completamente separados, como nas aves.

12| UNIEVANGÉLICA Leia o texto a seguir.

O sistema digestório dos vertebrados é constituído por um tubo com regiões bem diferenciadas (boca, faringe, esôfago, estômago, intestino) e por diversas glândulas acessórias. O intestino dos peixes ósseos e de mamíferos marsupiais e placentários abre-se diretamente no ânus. O intestino dos condrictes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos monotremados termina em uma câmara, a cloaca.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. *Fundamentos da biologia moderna*: volume único. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. p. 442.

A cloaca, no sistema digestório dos vertebrados, recebe

- A** o intestino de peixes ósseos e mamíferos placentários.
- B** exclusivamente os processos de reprodução dos anfíbios e répteis.
- C** unicamente o material vindo dos intestinos, nos cartilaginosos.
- D** os sistemas excretor e reprodutor, além do digestório.

13| UNESP

Quando abrirem meu coração

Vão achar sinalização

De mão e contramão.

(Millôr Fernandes. *Veja*, 04.04.2012.)

No contexto da biologia, os versos de Millôr Fernandes, falecido em 2012, podem ser usados para ilustrar, de



maneira poética, as características de um sistema circulatório em que os sangues arterial e venoso seguem fluxos distintos, sem se misturarem.

Nessas condições, o protagonista desses versos poderia ser

- A** uma ave ou um peixe.
- B** um réptil ou um mamífero.
- C** um mamífero ou uma ave.
- D** um peixe ou um réptil.
- E** um réptil ou uma ave.

14 | ESCS A excreção de compostos nitrogenados pelos animais está relacionada à toxicidade dessas substâncias e à concentração de água nos tecidos. A respeito desse assunto, assinale a opção correta.

- A** A amônia é uma substância de toxicidade baixa e insolúvel em água, propriedade química importante para os invertebrados terrestres.
- B** O produto final da excreção dos mamíferos é principalmente a amônia, que é bem menos tóxica que a ureia.
- C** Os insetos possuem sistema excretor na forma de tubos simples e abertos para o exterior por poros excretores.
- D** Os peixes marinhos produzem grande volume de urina, quando comparado ao dos peixes de água doce, que perdem pouca água para o meio externo, produzindo, portanto, urina bem concentrada e pouco volumosa.
- E** O resíduo nitrogenado das aves e dos répteis terrestres, animais que dispõem de muito pouca água, compõe-se principalmente de ácido úrico, excreta insolúvel em água e de baixa toxicidade.

15 | PUC Há um rio que atravessa a casa. Esse rio, dizem, é o tempo. E as lembranças são peixes nadando ao invés da corrente. Acredito, sim, por educação. Mas não creio. Minhas lembranças são aves. A haver inundação é de céu, repleção de nuvem. Vos guio por essa nuvem, minha lembrança.

A casa, aquela casa nossa, era morada mais da noite que do dia. Estranho, dirão. Noite e dia não são metades, folha e verso? Como podiam o claro e o escuro repartir-se em desigual? Explico. Bastava que a voz de minha mãe em canto se escutasse para que, no mais lúcido meio-dia, se fechasse a noite. Lá fora, a chuva sonhava, tamborileira. E nós éramos meninos para sempre.

Certa vez, porém, de nossa mãe escutámos o pranto. Era um choro delgadinho, um fio de água, um chilrear de morcego. Mão em mão, ficámos à porta do quarto dela. Nossos olhos boquiabertos. Ela só suspirou:

— *Vosso pai já não é meu.*

(COUTO, Mia. *O fio das missangas*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009. p. 25.)

O texto faz menção a morcegos. Sobre a temática, assinale a alternativa correta:

- A** Os morcegos constituem uma classe de animais vertebrados, bípedes, endotérmicos, ovíparos, caracterizados principalmente por possuírem apêndices locomotores anteriores modificados em asas, bico córneo e ossos pneumáticos.
- B** Por serem predadores natos, sua extinção não causa nenhum tipo de dano à cadeia alimentar, tampouco desequilíbrio ecológico.
- C** As fêmeas são animais predominantemente hematófagos e necessitam do sangue de suas presas para a maturação de seus óvulos.
- D** Podemos citar duas formas básicas de mutualismo entre morcegos e plantas: a polinização e a dispersão de sementes.

16 | ESCS A composição do leite e a frequência com que os filhotes mamam variam de acordo com a espécie. A tabela abaixo mostra a composição do leite de diferentes espécies, em gramas de nutriente por 100 g de leite, e o valor da energia química associada (calor específico de combustão por 100 g de leite).

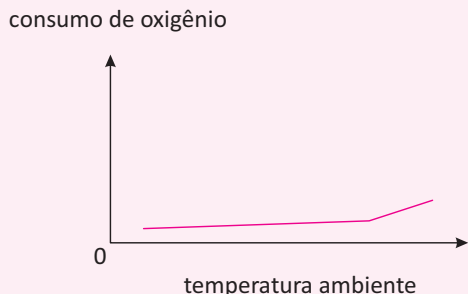
Nutriente	Humano	Vaca	Búfala
Água	87,50	88,00	84,00
Proteína	1,10	3,20	3,70
Gordura	4,40	3,40	6,90
Lactose	6,90	4,70	5,20
Minerais	0,20	0,72	0,79
Energia (kcal)	70,00	61,00	97,00

Internet: <www.dbio.uevora.pt/jaraujo/biocel/ordem.membrana.htm>.

Considerando essas informações e os vários aspectos a elas relacionados, assinale a opção correta.

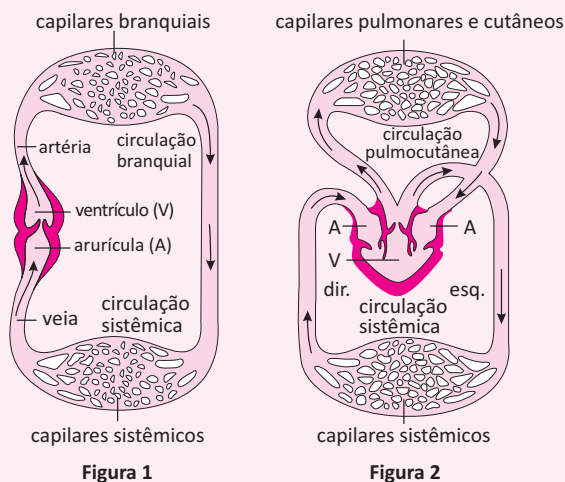
- A** Animais que possuem circulação dupla, fechada e completa e que vivem em regiões do continente antártico produzem leite mais rico em gordura, o que lhes fornece a energia necessária para formar mais camadas de gordura para isolamento térmico do que animais com essas mesmas características, mas que vivem no sul do continente europeu.

- B** Nos animais que secretam leite por órgãos cutâneos específicos, as taxas de consumo de oxigênio na respiração, em função da temperatura ambiente, podem ser expressas corretamente pelo gráfico abaixo.



- C** A lactação é uma estratégia de sobrevivência e propicia uma ligação entre mãe e recém-nascido que é importante para as espécies continuarem a existir.
- D** O leite de búfala, por ser mais calórico, é mais nutritivo que o leite humano.

17| ESCS

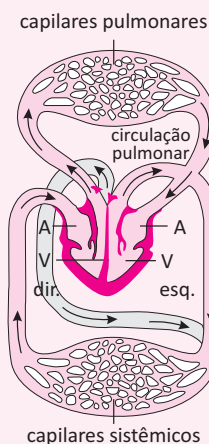


capilares sistêmicos

Figura 1

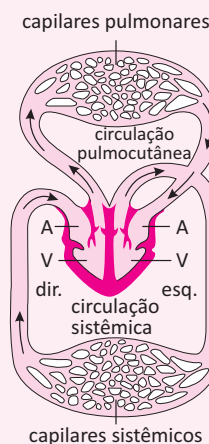
capilares sistêmicos

Figura 2



capilares sistêmicos

Figura 3



capilares sistêmicos

Figura 4

Internet: <www.colegiouvscodagama.pt>.

Tendo como referência as figuras acima, que ilustram a evolução do sistema circulatório nos vertebrados, julgue os seguintes itens.

- I Os animais cujo sistema circulatório corresponde ao ilustrado na figura 1 possuem respiração tegumentar.
- II Nos animais que possuem o sistema circulatório ilustrado na figura 1, o sangue que flui pelos tecidos do corpo é mais saturado em oxigênio que aquele recebido pelos tecidos dos animais que possuem o sistema circulatório ilustrado na figura 3.
- III Os animais cujo sistema circulatório corresponde ao ilustrado na figura 4 são os únicos vertebrados que secretam urina hipertônica.
- IV O fato de as células dos organismos cujo sistema circulatório corresponde ao ilustrado na figura 4 receberem sangue mais oxigenado que as dos animais que possuem os sistemas circulatórios ilustrados nas figuras 2 e 3 faz que eles apresentem maior capacidade energética, o que lhes permite a homeotermia.

Estão certos apenas os itens

- A** II e III.
- B** III e IV.
- C** I e II.
- D** I e IV.

- 18| PUC O peixe-boi é um mamífero aquático da ordem sirenia.



Sobre suas características, é **INCORRETO** afirmar que o peixe-boi possui:

- A** fecundação interna e desenvolvimento externo.
- B** glândulas mamárias para nutrir os filhotes.
- C** pelos epidérmicos, sendo os do focinho táteis.
- D** respiração pulmonar, e sobe à superfície para respirar.

ESTÁTICA



ISchmidt / Shutterstock.com

Em nossas cidades nos deparamos diariamente com estruturas que apresentam **equilíbrio estático**, nossas casas, prédios e pontes, mesmo que apresentem certa flexibilidade e até mesmo elasticidade, têm estruturas que são consideradas estáticas.

Na Física a **estática** é a parte da mecânica que estuda corpos que não se movem, que ficam estáticos. A ausência de movimento é um caso especial de aceleração nula, ou seja, pelas leis de Newton, uma situação em que todas as forças que atuam sobre um corpo se equilibram. Portanto, a soma vetorial de todas as forças que agem sobre o corpo deve ser nula.

O equilíbrio dos corpos pode ser dividido em **equilíbrio de pontos materiais** e **equilíbrio de corpos extensos**.

EQUILÍBRIO DO PONTO MATERIAL

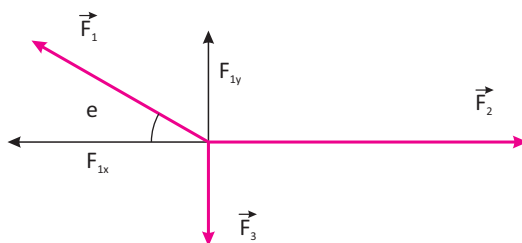
Define-se como ponto material, todo corpo cujas dimensões dentro do sistema analisado não são importantes, ou seja, não interferem no resultado final. Na estática, consideramos o ponto material como um corpo suficientemente pequeno para podermos admitir que todas as forças que agem sobre o corpo se cruzem num mesmo ponto. Para que esse ponto material esteja em equilíbrio, a somatória vetorial das forças que nele atuam tem necessariamente de ser nula.

Ou seja:

$$\sum \vec{F} = 0$$

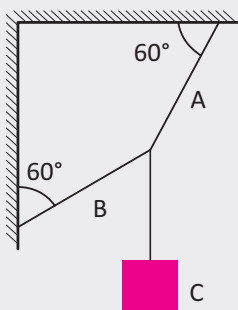
Para o estudo de forças no plano, podemos adotar dois eixos (x e y) como referência e analisar as componentes das forças nesses eixos, assim:

$$\sum \vec{F}_x = 0 \text{ e } \sum \vec{F}_y = 0$$



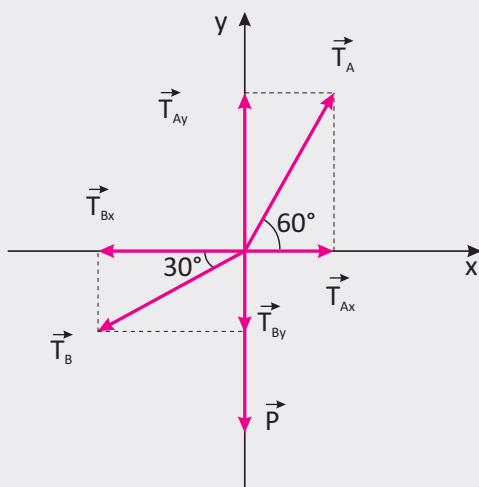
R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01| Para o sistema em equilíbrio ao lado, determine as trações nas cordas A e B sabendo que o corpo C tem 100,0 N.



Resolução:

Em primeiro lugar vamos decompor as forças que agem no sistema em suas componentes num sistema de eixos coordenados como mostrado na figura ao lado. A força peso \vec{P} tem apenas a componente \vec{P}_y ao longo do eixo y na direção negativa; a tração \vec{T}_A possui as componentes \vec{T}_{xA} e \vec{T}_{yA} nas direções de x positivo e de y positivo, respectivamente, e a tração \vec{T}_B possui a componente \vec{T}_{xB} na direção de x negativo e a componente \vec{T}_{yB} na direção de y negativo. Como o sistema está em equilíbrio, a resultante das forças que agem sobre ele deve ser igual a zero, para isso devemos ter:



$$\sum \vec{F} = 0$$

Direção x: $-\vec{T}_{Bx} + \vec{T}_{Ax} = 0$

Direção y: $-\vec{P} - \vec{T}_{By} + \vec{T}_{Ay} = 0$

em módulos teremos:

$$-T_B \cdot \cos 30^\circ + T_A \cdot \cos 60^\circ = 0$$

$$-P - T_B \cdot \sin 30^\circ + T_A \cdot \sin 60^\circ = 0$$

com estas expressões podemos montar um sistema de duas equações a duas incógnitas (T_A e T_B)

$$-\frac{\sqrt{3}}{2} T_B + \frac{1}{2} T_A = 0 \quad (I)$$

$$-100 - \frac{1}{2} T_B + \frac{\sqrt{3}}{2} T_A = 0 \quad (II)$$

da equação (I) tiramos o valor de T_A

$$\frac{1}{2} T_A = \frac{\sqrt{3}}{2} T_B$$

$$T_A = \sqrt{3} T_B \quad (III)$$

substituindo (III) em (II) temos o valor de T_B

$$-100 - \frac{1}{2} T_B + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{3} T_B = 0$$

$$-\frac{1}{2} T_B + \frac{3}{2} T_B = 100$$

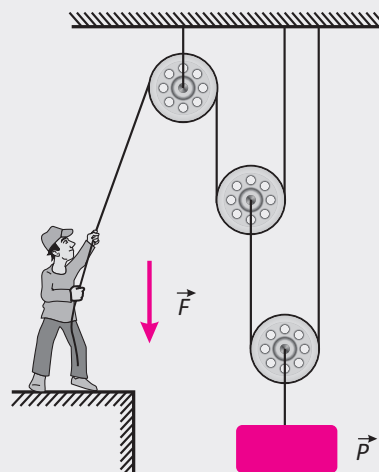
$$T_B = 100 \text{ N}$$

substituindo o valor encontrado acima em (III) obtemos o valor de T_A

$$T_A = \sqrt{3} \cdot 100$$

$$T_A \cong 173 \text{ N}$$

02| Um corpo de peso P está suspenso por um sistema de polias e fios. Supondo que estes elementos são ideais, i.e., as polias não têm peso e não há atrito entre as polias e os fios e estes são inextensíveis e sem peso. Determinar:



A A força que o homem deve fazer no fio para manter o corpo em equilíbrio estático

B Se o fio for puxada para baixo 60 cm, de quanto se erguerá o corpo.



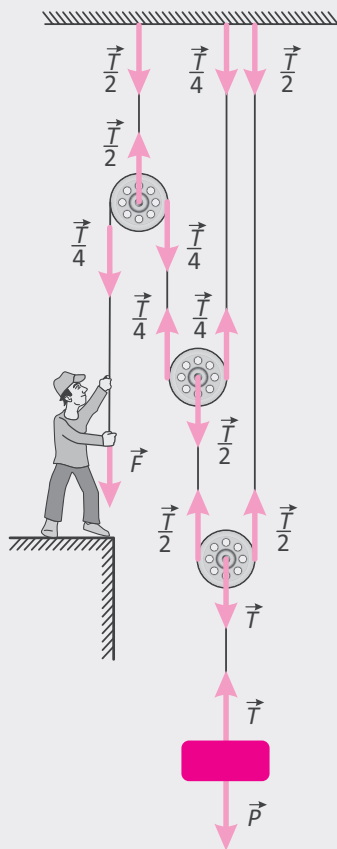
Resolução:

- A** Para manter o corpo em equilíbrio estático a força exercida pelo homem deve ser igual ao peso do corpo, da condição de equilíbrio da estática, temos, em módulo

$$F = P \text{ (I)}$$

No corpo atuam a força peso P e a tração no fio T , do equilíbrio, temos

$$P = T \text{ (II)}$$



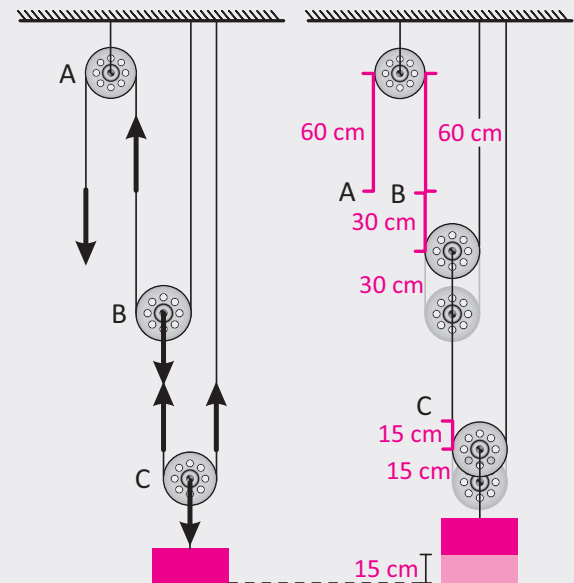
A tração é transmitida através do fio para a polia onde o corpo está preso, para que o sistema esteja em equilíbrio a tração deve se dividir igualmente entre os dois lados da polia, assim de

cada lado temos uma tração igual a $T/2$ atuando no fio. A polia mais baixa está fixada a outra polia onde vai atuar esta tração $T/2$ novamente para que o sistema fique em equilíbrio a tração deve se dividir igualmente entre os dois lados da polia do meio, assim de cada lado teremos uma tração igual a $T/4$. Esta tração é transmitida pelo fio para a polia fixa no teto, esta polia serve apenas para transmitir a tração de um lado para outro onde

o homem segura o fio, não há divisão da tração. Da expressão (II) temos que a parte do peso que vai atuar no fio nesse ponto será de $P/4$, um sistema de duas polias móveis divide o peso da carga por 4, Então da expressão (I) a força que o homem deve exercer será

$$F = P/4$$

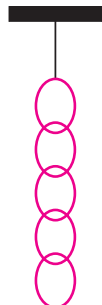
- B** Quando o fio é puxado de 60 cm para baixo um ponto A no fio (figura 2) desce os 60 cm, como esta polia está fixa no teto, o fio do outro lado da polia sobe 60 cm. Como a polia do meio está livre um ponto B no fio deve subir os mesmos 60 cm, deste valor 30 cm são o deslocamento do ponto e os outros 30 cm são resultante da subida da própria polia que é puxada para cima. Como a polia do meio subiu 30 cm um ponto C no fio da polia debaixo deve subir 30 cm, analogamente, a polia debaixo está livre então deste valor 15 cm serão o deslocamento do ponto e os outros 15 cm representam a subida da polia em si. Como o corpo está fixo a esta polia ele subirá os 15 cm junto com a polia debaixo.



O corpo será erguido de 15 cm.

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

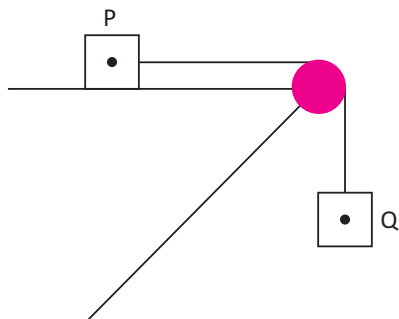
01] UFPR Uma corrente composta por cinco elos está presa ao teto por meio de um barbante, conforme mostra a figura.



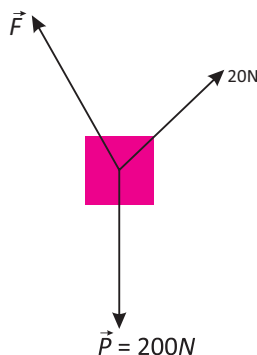
A massa de cada elo é de 200 g.

- A] Faça um diagrama de forças para o terceiro elo, identificando cada uma das forças que atuam sobre ele.
- B] Calcule o módulo de todas as forças que estão atuando nesse terceiro elo.

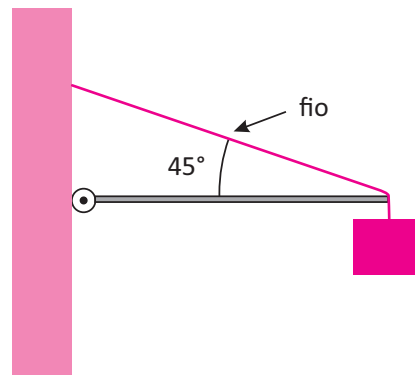
02] Dado um corpo arbitrário com massa 12kg concentrada em um ponto P ligado a outro de massa 10kg concentrada em um ponto Q ligado por um fio ideal que atravessa uma polia ideal, assim como na figura abaixo. Qual deve ser o coeficiente de atrito para que este sistema esteja em equilíbrio?



03] Dois cabos seguram um bloco de massa 20kg, um deles, com intensidade 20N, forma um ângulo de 45° com a horizontal. O outro, forma um ângulo de 120° partindo da horizontal. Qual a força aplicada a este cabo para que o bloco fique em equilíbrio verticalmente?

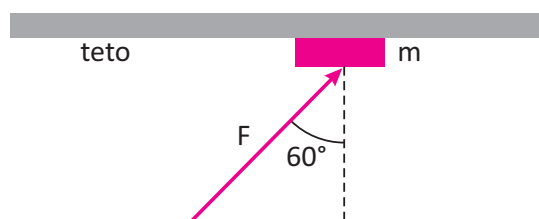


04] UFPE Uma barra horizontal de massa desprezível possui uma de suas extremidades articulada em uma parede vertical. A outra extremidade está presa à parede por um fio que faz um ângulo de 45° com a horizontal e possui um corpo de 55 N pendurado.



Qual o módulo da força normal à parede, em newtons, que a articulação exerce sobre a barra?

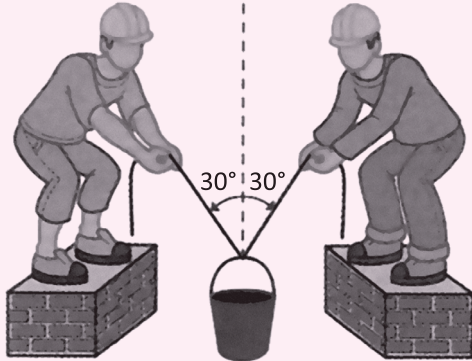
05] UFPE Um bloco de massa $m = 20 \text{ kg}$ é escorado contra o teto de uma edificação, através da aplicação de uma força oblíqua F , como indicado na figura adiante.



Sabendo-se que este escoramento deve suportar o peso $P = 8,8 \times 10^3 \text{ N}$, devido ao teto, calcule o valor mínimo de \vec{F} , em unidades de 10^3 N .

T ENEM E VESTIBULARES

01 | PUC Dois operários suspendem um balde por meio de cordas, conforme mostra o esquema a seguir.

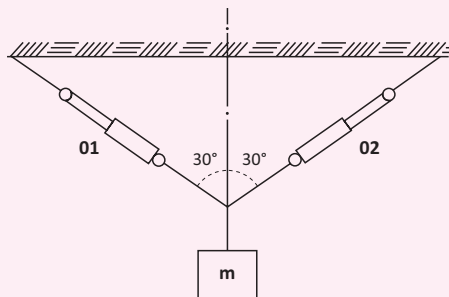


São dados: $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$ e $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \sqrt{\frac{3}{2}}$.

Sabe-se que o balde, com seu conteúdo, tem peso 50N, e que o ângulo formado entre as partes da corda no ponto de suspensão é 60° . A corda pode ser considerada como ideal (inextensível e de massa desprezível). Quando o balde está suspenso no ar, em equilíbrio, a força exercida por um operário, medida em newtons, vale:

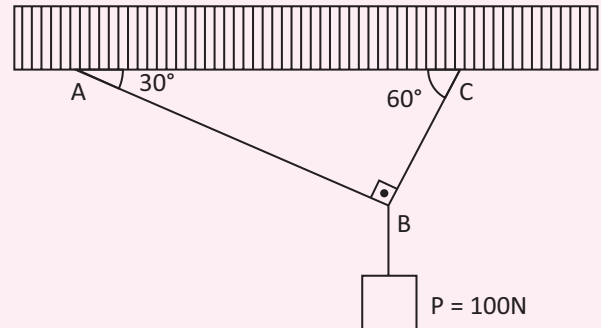
- A** 50
- B** 25
- C** $\frac{50}{\sqrt{3}}$
- D** $25\sqrt{2}$
- E** 0,0

02 | FEI Sabendo-se que o sistema a seguir está em equilíbrio, qual é o valor da massa M quando os dinamômetros indicam 100N cada um?



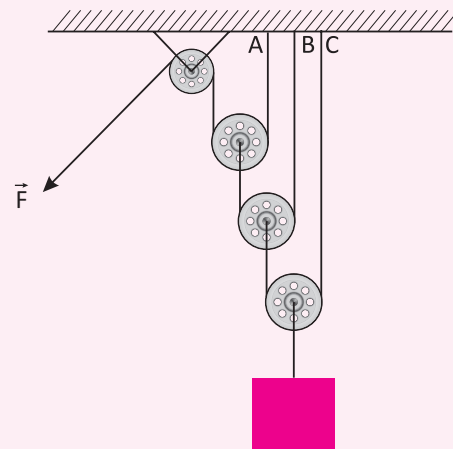
- A** 17,32 kg
- B** 20 kg
- C** 10 kg
- D** 100 N
- E** 200 N

03 | UNIRIO Na figura anterior, o corpo suspenso tem o peso 100N. Os fios são ideais e têm pesos desprezíveis, o sistema está em equilíbrio estático (repouso). A tração na corda AB, em N, é:



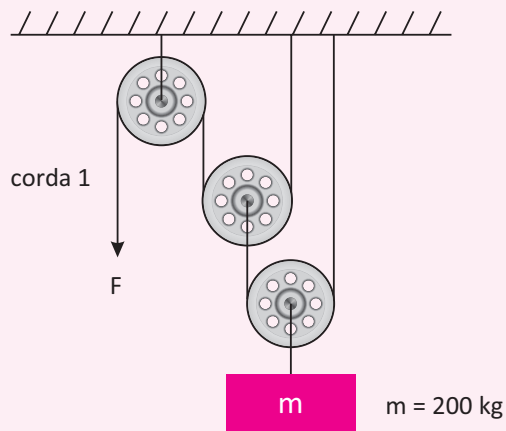
- A** 20
- B** 40
- C** 50
- D** 80
- E** 100

04 | CESGRANRIO Um corpo de peso \vec{P} encontra-se em equilíbrio, devido à ação da força \vec{F} , como indica a figura a seguir. Os pontos A, B e C são os pontos de contato entre os fios e a superfície. A força que a superfície exerce sobre os fios nos pontos A, B e C são, respectivamente:



- A** $\frac{P}{8}, \frac{P}{4}, \frac{P}{2}$
- B** $\frac{P}{8}, \frac{P}{2}, \frac{P}{4}$
- C** $\frac{P}{2}, \frac{P}{4}, \frac{P}{8}$
- D** $P, \frac{P}{2}, \frac{P}{4}$
- E** iguais a P

05| FEI No sistema a seguir, que força deverá ser feita na corda 1 para levantar uma massa de 200kg?

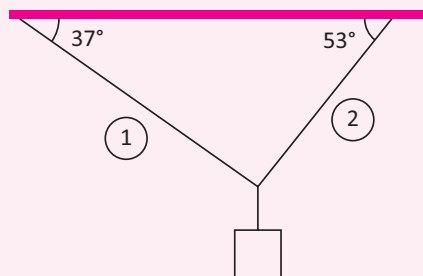


- A 500 N
- B 800 N
- C 200 kgf
- D 500 kgf
- E 800 kgf

06| UF-SC É dado o sistema em equilíbrio, e:

$$\text{sen } 37^\circ = \text{cos } 53^\circ = 0,6$$

$$\text{sen } 53^\circ = \text{cos } 37^\circ = 0,8$$

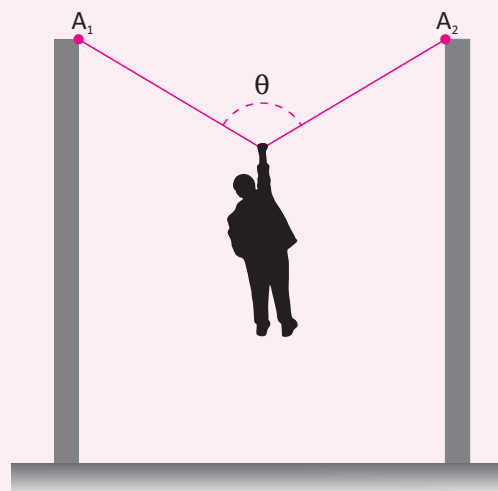


Sabendo-se que a tração na corda 1 é 300 N, a tração na corda 2 é:

- A 500 kg
- B 400 N
- C 4000 N
- D 400 J
- E 4 N

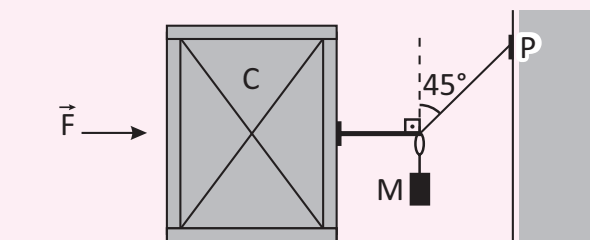
07| UERJ Na figura, a corda ideal suporta um homem pendurado num ponto equidistante dos dois apoios (A_1 e A_2), a uma certa altura do solo, formando um ângulo de 120° .

A razão T/P entre as intensidades da tensão na corda (T) e do peso do homem (P) corresponde a:



- A $\frac{1}{4}$
- B $\frac{1}{2}$
- C 1
- D 2
- E N.D.A

08| FUVEST Para vencer o atrito e deslocar um grande contêiner C, na direção indicada, é necessária uma força $F = 500\text{N}$. Na tentativa de movê-lo, blocos de massa $m = 15\text{kg}$ são pendurados em um fio, que é esticado entre o contêiner e o ponto P na parede, como na figura.

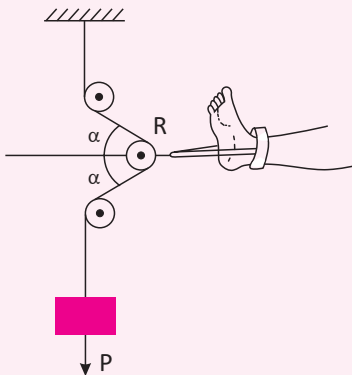


Para movimentar o contêiner, é preciso pendurar no fio, no mínimo,

Obs: $\text{sen } 45^\circ = \text{cos } 45^\circ$, $0,7\text{tg } 45^\circ = 1$

- A 1 bloco
- B 2 blocos
- C 3 blocos
- D 4 blocos
- E 5 blocos

09 | UERJ Em uma sessão de fisioterapia, a perna de um paciente acidentado é submetida a uma força de tração que depende do ângulo α , como indica a figura a seguir.



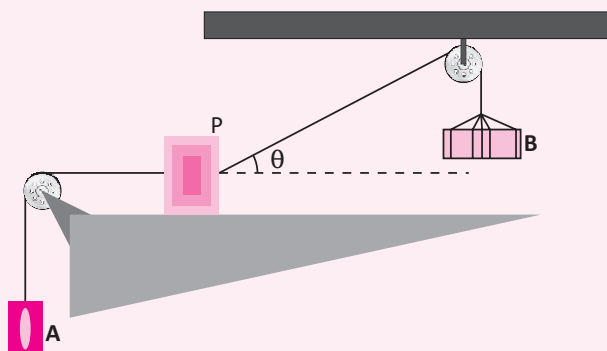
(KING, A. R. & REGEV, O. Physics with answers. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.)

O ângulo α varia deslocando-se a roldana R sobre a horizontal. Se, para um mesmo peso P, o fisioterapeuta muda α de 60° para 45° , o valor da tração na perna fica multiplicado por:

- A $\sqrt{3}$
- B $\sqrt{2}$
- C $(\sqrt{3})/2$
- D $(\sqrt{2})/2$
- E n.d.a

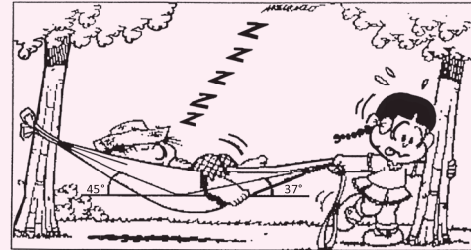
10 | ACFE-SC No sistema representado na figura abaixo, as massas dos blocos são, respectivamente, $m_A=5,0\text{kg}$, $m_B=10\text{kg}$ e $m_P=15\text{kg}$. Suponha que o bloco P esteja em equilíbrio e que não haja atrito entre ele e a superfície. Pode-se afirmar então, que o valor da força normal, em newtons, que atua sobre o bloco P é:

(Dado: $\sin\theta=0,87$)



- A 250
- B 237
- C 150
- D 50
- E 63

11 | UFPEL-RS Para garantir o sono tranquilo de Chico Bento, Rosinha segura a rede, exercendo sobre ela uma força inclinada de 37° em relação à horizontal, como mostra a figura abaixo.

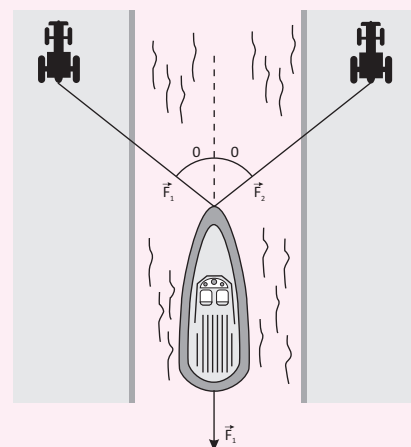


Desprezando o peso da rede e sabendo que Chico Bento pesa 280 N, observamos que Rosinha terá grande dificuldade para permanecer segurando a rede, pois precisa exercer sobre ela uma força de:

Considere: $\sin 45^\circ = 0,7$; $\cos 45^\circ = 0,7$; $\sin 37^\circ = 0,6$ e $\cos 37^\circ = 0,8$

- A 392 N
- B 280 N
- C 200 N
- D 140 N
- E 214

12 | UFPB Conforme a figura a seguir, um barco, puxado por dois tratores, navega contra a corrente de um trecho retilíneo de um rio.



Os tratores exercem, sobre o barco, forças de mesmo módulo ($F_1 = F_2$), enquanto a corrente atua com uma força, cujo módulo é $1,92 \cdot 10^4$ N. Sabendo que o barco e os tratores movem-se com velocidades constantes, que $\sin \theta = 0,80$ e $\cos \theta = 0,60$, então o valor de F_1 é:

- A $1,20 \cdot 10^4$ N.
- B $1,60 \cdot 10^4$ N.
- C $1,92 \cdot 10^4$ N.
- D $2,40 \cdot 10^4$ N.
- E $3,84 \cdot 10^4$ N.

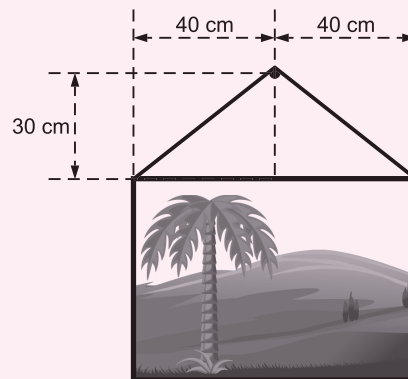
13 | PUC-SP Para tentar desencilhar um carro, seu motorista prende a extremidade de uma corda inextensível e de



peso desprezível ao para-choque e a outra extremidade a uma árvore, de modo que a corda fique disposta horizontalmente com um comprimento livre de 10m. No meio da corda é suspenso um corpo de 20N de peso. Nessas condições, observa-se que o ponto médio da corda desce de 0,2m. A intensidade da força transmitida ao carro é, aproximadamente de:

- A 20 N
- B 100 N
- C 150 N
- D 250 N
- E 500 N

14 | MACK Um quadro, pesando 36,0 N, é suspenso por um fio ideal preso às suas extremidades. Esse fio se apoia em um prego fixo à parede, como mostra a figura. Desprezados os atritos, a força de tração no fio tem intensidade de:

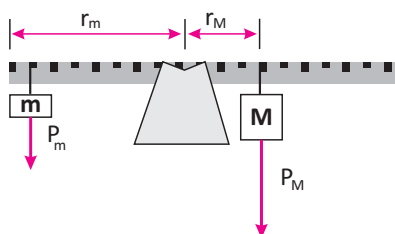


- A 20,0 N
- B 22,5 N
- C 25,0 N
- D 27,5 N
- E 30,0 N

EQUILÍBRIO EM CORPO EXTENSO



Sendo o corpo extenso aquele cujas dimensões são consideráveis nos cálculos, e que as forças podem possuir um espaçamento entre si, utiliza-se o conceito de torque (ou momento estático de uma força) para a definição de equilíbrio estático. Observe o seguinte diagrama:





Dois corpos de massas m e M (sendo $M > m$) estão pendurados em uma barra homogênea (com centro de massa exatamente no meio do seu comprimento) em equilíbrio estático. Por se tratar de um corpo extenso, as distâncias das forças até o(s) ponto(s) de apoio (ponto(s) no(s) qual(is) a barra recebe força normal orientada para cima) devem ser consideradas. Para esse caso, o equilíbrio seria dado por:

$Mpm + MpM + Mpb + MN = 0$, sendo **Mpm** = Momento do peso do corpo de massa m ; **MpM** = Momento do peso do corpo de massa M ; **Mp** = Momento do peso da barra; **MN** = Momento da força normal.

Considerando que o centro de massa da barra esteja exatamente no ponto de apoio especificado da figura, a distância entre a força normal e o ponto de apoio é zero, assim como a distância entre o vetor peso e o mesmo ponto de apoio.

E sendo, **torque = $F \cdot d \cdot \text{sen}\theta$** , onde $\text{sen}\theta$ = seno do ângulo que a força faz com o plano da barra (geralmente horizontal):

$$Pm \cdot r_m \cdot \text{sen}90^\circ + PM \cdot r_M \cdot \text{sen}90^\circ + Pb \cdot 0 \cdot \text{sen}90^\circ + FN \cdot 0 \cdot \text{sen}90^\circ = 0$$

Sendo Pm = peso do corpo de massa m ; PM = peso do corpo de massa M .

O ângulo de 90° ($\text{seno} = 1$) foi utilizado como padrão porque os torques não-nulos (de m e M) estão no mesmo sentido (para baixo). Caso houvesse algum vetor força diferente de N (nulos, pois $d = 0$) orientado para cima, os ângulos de m e M seriam 270° , o que lhes confeririam sinal negativo na equação.

Portanto a equação final do torque resultante se resume a:

$$Pm \cdot r_m + PM \cdot r_M = 0$$

Para que a soma dê igual a zero, um dos torques tem que ser de sinal negativo. E como o seno dos ângulos é o mesmo (1), deve-se avaliar o seguinte: caso não houvesse equilíbrio, qual seria o sentido do giro? Aquela força que fizer a barra girar para baixo recebe valor negativo. E como $PM > Pm$:

$$Pm \cdot r_m - PM \cdot r_M = 0$$

$$Pm \cdot r_m = PM \cdot r_M$$

Caso a barra tivesse mais de um ponto de apoio, o procedimento seria: escolher um dos pontos e adotá-lo como o ponto de giro (geralmente escolhe-se o ponto mais extremo), e em seguida utilizar no cálculo dos torques as distâncias de cada força atuante na barra até esse ponto.

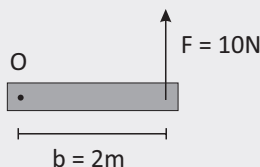
R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 Em cada caso representado abaixo, calcule o momento da força aplicada na barra, em relação ao ponto O.

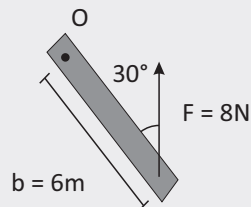
Obs.: Quando houver inclinação diferente de 90° entre **F** e a barra, use :

$$M = F \cdot d \cdot \text{sen}\theta$$

A



B



Resolução:

A $M = F \cdot d$

$$F = 10 \text{ N}$$

$$d = b = 2 \text{ m}$$

$$M = 10 \cdot 2 = 20$$

$$M = 20 \text{ N.m}$$

B $M = F \cdot d \cdot \text{sen}\theta$

$$F = 8 \text{ N}$$

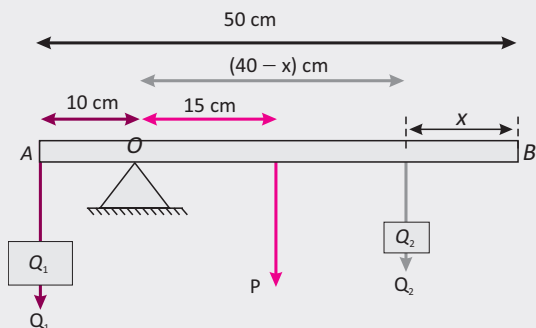
$$d = b = 6 \text{ m}$$

$$\theta = 30^\circ \text{ e } \text{sen } 30^\circ = 0,5$$

$$M = 8 \cdot 6 \cdot 0,5 = 24$$

$$M = 24 \text{ N.m}$$

02 O exercício falou sobre o peso da barra. Então não podemos desprezá-lo. Ele deve ser representado no centro da barra (veja a figura a seta rosa). Observe também as distâncias das aplicações das forças até o ponto O.



A soma dos momentos deve ser zero:

Resolução:

Q_1 provoca uma rotação na barra no sentido anti-horário ($M < 0$) Q_2 e P no sentido horário ($M > 0$):

$$MQ_2 + MP - MQ_1 = 0$$

$$Q_2 \cdot d_2 + P \cdot d - Q_1 \cdot d_1 = 0$$

$$10 \cdot (40 - x) + 10 \cdot 15 - 50 \cdot 10 = 0$$

$$400 - 10x + 150 - 500 = 0$$

$$-10x = 500 - 150 - 400$$

$$-10x = -50 \text{ (multiplica por } -1)$$

$$10x = 50$$

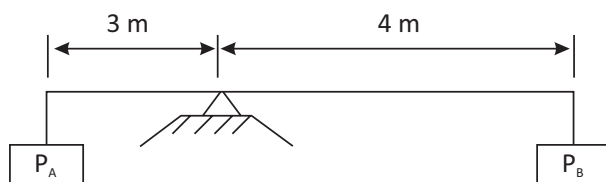
$$x = 50/10$$

$$x = 5 \text{ cm}$$

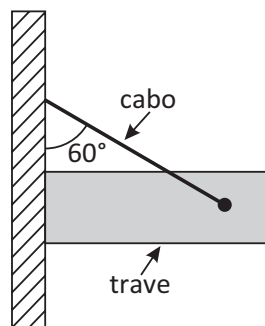
F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 UFLA A figura abaixo representa um sistema em equilíbrio estático. Sendo $P_A = 20 \text{ N}$, o peso P_B deve ter valor de:

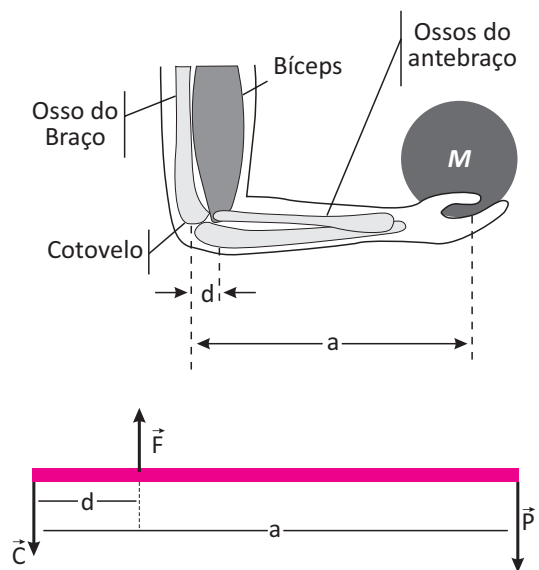
Dica: A soma dos momentos deve ser zero. O giro no sentido horário provoca momento positivo e no sentido anti-horário provoca momento negativo.



02 UFPE Uma trave, de massa $M=4,6 \text{ kg}$, é mantida na posição horizontal apoiada lateralmente em uma parede e por meio de um cabo de massa desprezível e inextensível, como mostrado na figura. Considerando que não haja atrito entre a trave e a parede, calcule a tração sobre o cabo, em newtons. Aceleração da gravidade: 10 m/s^2



03 UNICAMP O bíceps é um dos músculos envolvidos no processo de dobrar nossos braços. Esse músculo funciona num sistema de alavanca como é mostrado na figura ao lado. O simples ato de equilibrarmos um objeto na palma da mão, estando o braço em posição vertical e o antebraço em posição horizontal, é o resultado de um equilíbrio das seguintes forças: o peso \vec{P} do objeto, a força \vec{F} que o bíceps exerce sobre um dos ossos do antebraço e a força \vec{C} que o osso do braço exerce sobre o cotovelo. A distância do cotovelo até a palma da mão é $a = 0,3 \text{ m}$ e a distância do cotovelo ao ponto em que o bíceps está ligado a um dos ossos do antebraço é $d = 0,04 \text{ m}$.

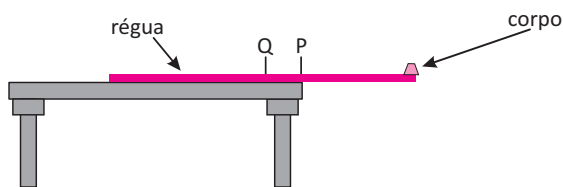




O objeto que a pessoa está segurando tem massa $M = 2,0 \text{ kg}$. Despreze o peso do antebraço e da mão e considere $g=10\text{m/s}^2$.

- A** Determine a força F que o bíceps deve exercer no antebraço
- B** Determine a força C que o peso do braço exerce nos ossos do antebraço

04 | UFPE Deseja-se saber a massa de uma régua de $1,0 \text{ m}$ de comprimento e dispõe-se de um pequeno corpo de $9,0 \text{ g}$. Realiza-se o experimento mostrado a seguir. Apoia-se a régua, na iminência de cair, sobre a borda de uma mesa horizontal, com o corpo na extremidade da régua (ver figura)



O ponto P coincide com a marcação 45 cm e alinha-se com a borda da mesa. O ponto Q indica o ponto médio da régua e o pequeno corpo coincide com a marcação $0,0 \text{ cm}$. Calcule a massa da régua, em g .

05 | UFRJ Um jovem e sua namorada passeiam de carro por uma estrada e são surpreendidos por um furo num dos pneus. O jovem, que pesa 75kgf , pisa a extremidade de uma chave de roda, inclinada em relação à horizontal, como mostra a figura 1, mas só consegue soltar o parafuso quando exerce sobre a chave uma força igual a seu peso.

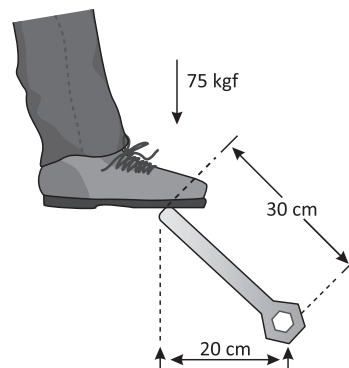


Figura 1

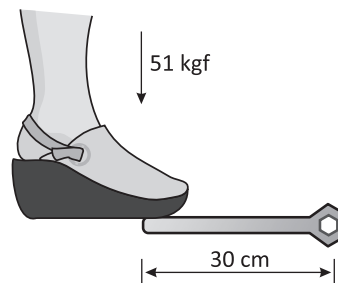
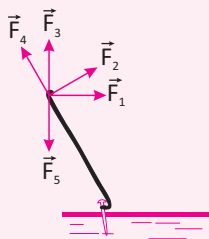


Figura 2

A namorada do jovem, que pesa 51kgf , encaixa a mesma chave, mas na horizontal, em outro parafuso, e pisa a extremidade da chave, exercendo sobre ela uma força igual a seu peso, como mostra a figura 2. Supondo que este segundo parafuso esteja tão apertado quanto o primeiro, e levando em conta as distancias indicadas nas figuras, verifique se a moça consegue soltar esse segundo parafuso. Justifique sua resposta. ($1\text{kgf}=10\text{N}$)

T ENEM E VESTIBULARES

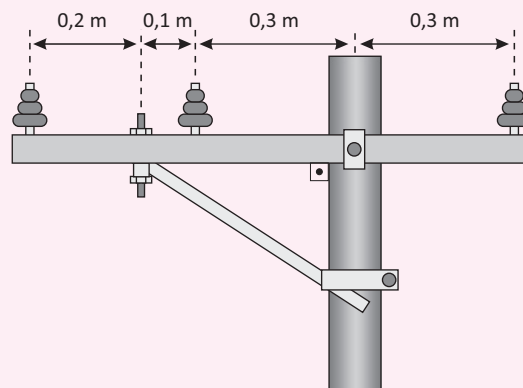
01 | UFV Uma pessoa pretende utilizar um pé de cabra para arrancar um prego. Dos cinco vetores representados



na figura, o que corresponde à menor força necessária à tarefa é:

- A** F_2
- B** F_1
- C** F_3
- D** F_4
- E** F_5

02 | FGV Em um poste, uma trave horizontal feita de madeira serve de suporte para os três isoladores de alta tensão, responsáveis, também, por manter os fios sobrelevados.

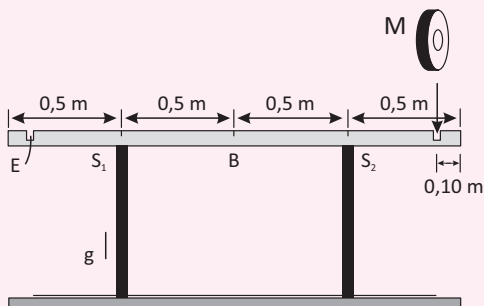


Os pesos da trave e dos isoladores podem ser considerados desprezíveis. Cada fio exerce sobre seu isolador uma força vertical de intensidade 400 N , e, por essa ra-

ção, além da trave ser presa diretamente ao poste, uma haste inclinada exerce um esforço adicional para cima, em newtons, de intensidade

- A 100.
- B 200.
- C 300.
- D 400.
- E 600.

03| FUVEST Em uma academia de musculação, uma barra B, com 2,0 m de comprimento e massa de 10 kg, está apoiada de forma simétrica em dois suportes, S_1 e S_2 , separados por uma distância de 1,0 m, como indicado na figura



Para a realização de exercícios, vários discos, de diferentes massas M , podem ser colocados em encaixes, E , com seus centros a 0,10 m de cada extremidade da barra. O primeiro disco deve ser escolhido com cuidado, para não desequilibrar a barra. Dentre os discos disponíveis, cujas massas estão indicadas a seguir, aquele de maior massa e que pode ser colocado em um dos encaixes, sem desequilibrar a barra, é o disco de:

- A 5 kg
- B 10 kg
- C 15 kg
- D 20 kg
- E 25 kg

04| FGV A fim de se manter o reservatório das caixas d'água sempre com volume máximo, um mecanismo hidráulico conhecido como boia emprega o princípio de Arquimedes. Uma boia pode ser resumida nas seguintes partes: flutuador (A), alavanca em "L" (barra torcida no formato da letra L e que liga os pontos A, B e C), articulação (B) e válvula (C). Seu funcionamento conta com o empuxo a que o flutuador fica submetido conforme o nível de água sobe. Se o volume de água está baixo, o braço BC da alavanca deixa de ficar vertical, não exercendo força sobre a válvula C, permitindo que a água jorre do cano

(D). A válvula C somente permanecerá fechada se, devido à força de empuxo sobre o flutuador, o braço BC assumir a posição vertical.



Considere que, em condições normais de funcionamento, uma bóia mantenha a entrada de água fechada ao ter metade de seu volume submerso na água do reservatório. Uma vez que os braços AB e BC da alavanca em "L" guardam entre si a proporção de 5:1, a intensidade da força com que a alavanca empurra a válvula contra o cano, em N, é

Dados:

Volume submerso da boia = $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$;

Densidade da água = $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$;

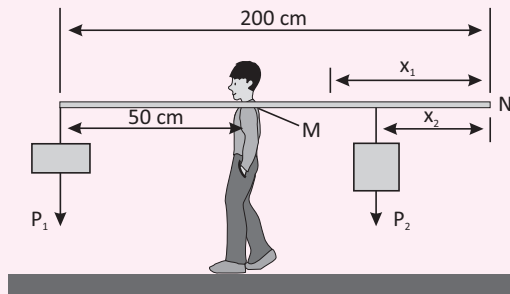
Aceleração da gravidade = 10 m/s^2 ;

Massa do conjunto boia e flutuador desprezível;

Desconsiderar a influência da pressão atmosférica sobre a válvula.

- A 50.
- B 100.
- C 150.
- D 200.
- E 250.

05| ITA Na experiência idealizada na figura, um halterofilista sustenta, pelo ponto M, um conjunto em equilíbrio estático composto de uma barra rígida e uniforme, de um peso $P_1 = 100 \text{ N}$ na extremidade a 50 cm de M, e de um peso $P_2 = 60 \text{ N}$, na posição x_2 indicada. A seguir, o mesmo equilíbrio estático é verificado dispondo-se, agora, o peso P_2 na posição original de P_1 , passando este à posição de distância $x_1 = 1,6x_2$ da extremidade N.

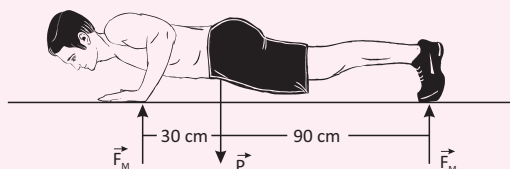


Sendo de 200 cm o comprimento da barra e $g = 10 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade, a massa da barra é de



- A 0,5 kg.
- B 1,0 kg.
- C 1,5 kg.
- D 1,6 kg.
- E 2,0 kg.

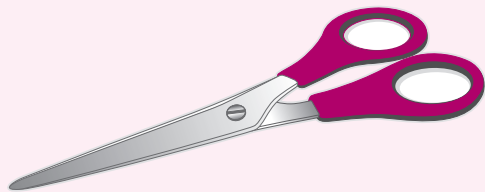
06 | ITA Um atleta está fazendo flexões apoiado no solo. No instante considerado na figura, ele está em repouso e tanto a força do solo sobre seus pés, de módulo FP , quanto a força do solo sobre suas mãos, de módulo FM , são verticais. Suponha que o peso P do atleta atue em seu centro de massa, com linha de ação a 90 cm de distância de seus pés, e que suas mãos estejam a 120 cm de seus pés, como indica a figura a seguir:



Se o módulo do peso do atleta é 600 N, então FM e FP valem, respectivamente:

- A 300 N e 300 N;
- B 400 N e 200 N;
- C 450 N e 150 N;
- D 300 N e 150 N;
- E 450 N e 300 N.

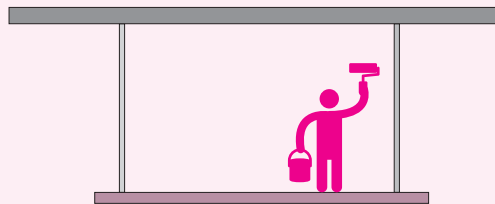
07 | UEL Uma tesoura é uma ferramenta construída para ampliar a força exercida pela mão que a utiliza para cortar objetos.



A essa ampliação da força dá-se o nome de “vantagem mecânica”, dada por $\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2}$, onde o índice 1 é relativo ao cabo, e o índice 2 está relacionado à lâmina de corte. Sobre a vantagem mecânica da tesoura, é correto afirmar:

- A Se d_1 for menor que d_2 , F_2 é maior que F_1
- B Se d_1 for menor que d_2 , F_2 é igual a F_1
- C Se d_1 for maior que d_2 , F_2 é maior que F_1
- D Se d_1 for menor que d_2 , F_2 é menor que F_1
- E Se d_1 for igual a d_2 , F_2 é menor que F_1

08 | UFMG Para pintar uma parede, Miguel está sobre um andaime suspenso por duas cordas. Em certo instante, ele está mais próximo da extremidade direita do andaime, como mostrado nesta figura:

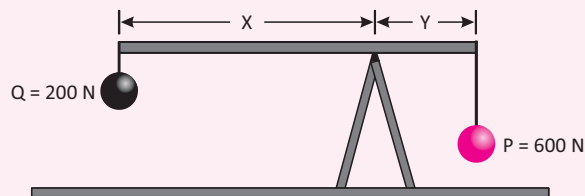


Sejam TE e TD os módulos das tensões nas cordas, respectivamente, da esquerda e da direita e P o módulo da soma do peso do andaime com o peso de Miguel.

Analisando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A $TE = TD$ e $TE + TD = P$.
- B $TE = TD$ e $TE + TD > P$.
- C $TE < TD$ e $TE + TD = P$.
- D $TE < TD$ e $TE + TD > P$.
- E n.da.

09 | CFT Uma haste de massa desprezível está em equilíbrio, sobre um cavalete, com corpos de pesos P e Q , suspensos em cada uma de suas extremidades, conforme a figura.



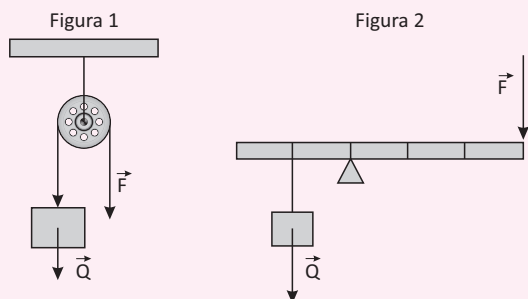
A relação entre as distâncias X e Y , representadas nessa figura, é expressa por

- A $X = Y/2$.
- B $X = 2Y$.
- C $X = 3Y$.
- D $3X = Y$.
- E n.da.

10 | CPS Pela associação de roldanas fixas e móveis e uso de alavancas, podemos levantar cargas de pesos muito grandes que estão acima de nossa capacidade muscular. Por isso encontramos, com frequência, sistemas de roldanas sendo utilizados em canteiros de obras de construção civil. Esse recurso tem permitido a construção de edifícios cada vez maiores como o



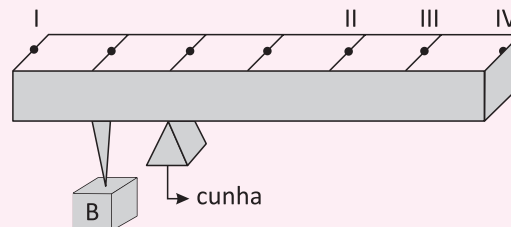
BurjDubaiSkyscraper, em Dubai. A seguir, são apresentadas duas situações de equilíbrio estático: uma envolvendo uma roldana fixa e outra envolvendo uma alavanca interfixa.



Analise as duas situações e assinale a alternativa que contém, respectivamente para cada situação, a razão entre o módulo do peso \vec{Q} da carga e o módulo da força aplicada \vec{F} , isto é $\frac{F}{Q}$.

	FIGURA 1	FIGURA 2
A	1	3
B	1	2
C	1	1
D	2	1/3
E	2	3

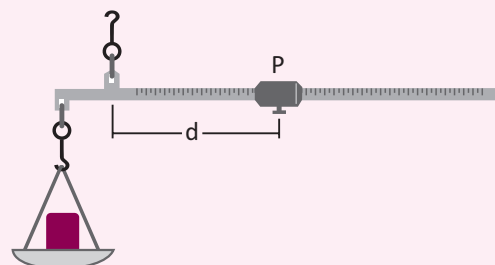
11| CFT No desenho abaixo, um corpo B, de massa igual a $4M$, está suspenso em um dos pontos equidistantes de uma barra homogênea, de comprimento L e massa M , que se encontra apoiado em uma cunha.



Para que a barra permaneça em equilíbrio horizontal, um corpo A de massa M deveria ser suspenso no ponto

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** n.d.a.

12| UERJ Uma balança romana consiste em uma haste horizontal sustentada por um gancho em um ponto de articulação fixo. A partir desse ponto, um pequeno corpo P pode ser deslocado na direção de uma das extremidades, a fim de equilibrar um corpo colocado em um prato pendurado na extremidade oposta. Observe a ilustração:



Quando P equilibra um corpo de massa igual a 5 kg , a distância d de P até o ponto de articulação é igual a 15 cm . Para equilibrar um outro corpo de massa igual a 8 kg , a distância, em centímetros, de P até o ponto de articulação deve ser igual a:

- A** 28
- B** 25
- C** 24
- D** 2
- E** n.d.a.



HIDROSTÁTICA

Até agora estudamos o comportamento dos planos e corpos em um meio onde há ar ou vácuo, ou seja, o meio não interfere no comportamento. Mas e se aplicarmos uma força em um corpo que se encontra sobre a água ou outro fluido qualquer?

Sabemos que o efeito será diferente. Se estudarmos as propriedades de um líquido em equilíbrio estático, essas propriedades podem ser estendidas aos demais fluidos. Chamamos hidrostática a ciência que estuda os líquidos em equilíbrio estático.

FLUIDO

Fluido é uma substância que tem a capacidade de escoar. Quando um fluido é submetido a uma força tangencial, deforma-se de modo contínuo, ou seja, quando colocado em um recipiente qualquer, ele adquire o seu formato. Podemos considerar como fluidos os líquidos e os gases.

Particularmente ao falarmos em fluidos líquidos, devemos falar em sua viscosidade, que é o atrito existente entre suas moléculas durante um movimento. Quanto menor a viscosidade, mais fácil o escoamento do fluido.

DENSIDADE

Quando comparamos dois corpos formados por materiais diferentes, mas com um mesmo volume, quando dizemos que um deles é mais pesado que o outro, na verdade estamos nos referindo à sua densidade. A afirmação correta seria que um corpo é mais denso que o outro.

A unidade de densidade no SI é kg/m^3 . A densidade é a grandeza que relaciona a massa de um corpo ao seu volume.

$$d = \frac{m}{V}$$

Onde:

d = Densidade (kg/m^3)

m = Massa (kg)

V = Volume (m^3)

PRESSÃO

Ao observarmos uma tesoura, vemos que o lado onde ela corta, onde está a lâmina, é mais fino que o restante dela. Também sabemos que quanto mais fino for o que chamamos de “fio da tesoura”, melhor ela irá cortar.

Isso acontece, porque ao aplicarmos uma força, provocamos uma pressão diretamente proporcional a essa força e inversamente proporcional a área da aplicação.

No caso da tesoura, quanto menor for o “fio da tesoura” mais intensa será a pressão de uma força nela aplicada. A unidade de pressão no SI é o Pascal (**Pa**), que é o nome adotado para N/m^2 .

Matematicamente, a pressão média é igual ao quociente da resultante das forças perpendiculares à superfície de aplicação e a área dessa superfície.

$$p = \frac{F}{A}$$

Sendo:

p = Pressão (Pa)

F = Força (N)

A = Área (m^2)

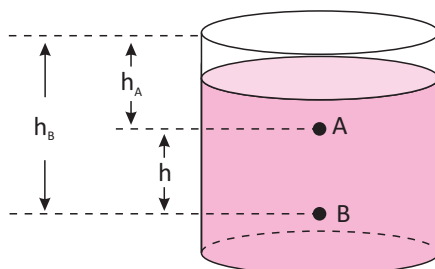
PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Na Terra, todos os corpos estão envoltos em ar e como todos os fluidos, ele causa uma pressão nos corpos imersos nele. Mais comumente expressa em Pa (N/m^2), a pressão atmosférica pode ser expressa ainda em outras unidades como atmosfera (atm), milímetros de mercúrio (mmHg) ou metros de coluna de água (mca).

$$1\text{atm} = 101325\text{ Pa} = 10,2\text{ mca} = 760\text{ mmHg}$$

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA HIDROSTÁTICA

Esse princípio de fundamental importância, também chamado de Princípio de Stevin, nos diz que: “A diferença de pressão entre dois pontos do mesmo líquido é igual ao produto da massa específica (também chamada de densidade) pelo módulo da aceleração da gravidade local e pela diferença de profundidade entre os pontos considerados”.

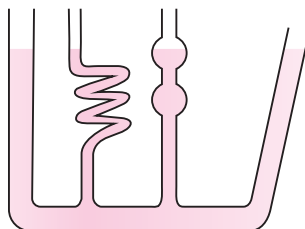


Simbolicamente podemos escrever:

$$p_A - p_B = dgh$$

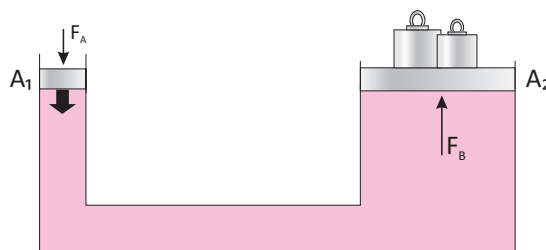
Onde d é a densidade do líquido, também pode ser escrito pela letra (ρ), g é o módulo da aceleração da gravidade local e h é a diferença entre as profundidades dos pontos no mesmo líquido. A partir do princípio de Stevin pode-se concluir que:

- Todos os pontos situados em um mesmo líquido e no mesmo plano horizontal ficam sujeitos à mesma pressão;
- A pressão num ponto aumenta com o aumento da profundidade;
- A superfície livre dos líquidos em equilíbrio sempre está na horizontal.



PRINCÍPIO DE PASCAL

Quando há acréscimo de pressão exercida em qualquer ponto de um fluido, essa pressão será transmitida para todo ele. Esse princípio é usado para construir e dimensionar macacos e prensas hidráulicas, por exemplo.



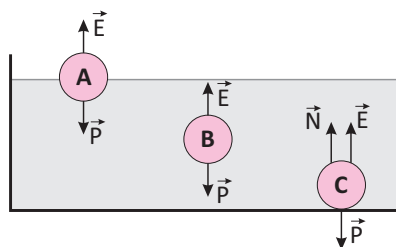
A pressão é igual em todos os pontos e supondo que a área do pistão da direita é cinco vezes maior que a da esquerda, tem-se que:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Uma força F_1 , segundo o exemplo, será amplificada em F_2 cinco vezes. Essa é a versão hidráulica da alavanca mecânica concebida por Arquimedes.

EMPUXO

Temos que o **empuxo** representa a força vertical, orientada de baixo para cima, cuja intensidade é igual ao peso do volume de fluido deslocado por um corpo total ou parcialmente imerso no mesmo.



Assim, de acordo com a figura acima temos.

Esfera A) $E = P$

A esfera A está em repouso, flutuando na superfície do líquido. Isso acontece quando a densidade do corpo é menor que a densidade absoluta do líquido e nesse caso, o empuxo recebido pelo corpo é igual ao seu peso.

Esfera B) $E = P$

A esfera B está em repouso e totalmente imersa no líquido. Isso acontece quando a densidade do corpo é igual à densidade absoluta do líquido e nesse caso, o empuxo recebido pelo corpo é igual ao seu peso.

Esfera C) $E + N = P$

A esfera C está em repouso, apoiada pelo fundo do recipiente. Isso acontece quando a densidade do corpo é maior que a densidade absoluta do líquido e nesse caso, o empuxo é menor que o peso do corpo.

PESO APARENTE

É a diferença entre o peso do corpo quando fora do fluido e o empuxo que ele sofreria quando imerso no fluido.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 Uma força de intensidade 30N é aplicada perpendicularmente à superfície de um bloco de área 0,3m², qual a pressão exercida por esta força?

Resolução:

$$p = \frac{F_1}{A}$$

$$p = \frac{30}{0,3} = 100\text{Pa}$$

02 Qual a massa de um corpo de volume 1m³, se este corpo é feito de ferro?

Dado: densidade do ferro=7,85g/cm³

Resolução:

Convertendo a densidade para o SI:

$$7,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1\text{cm}^3}{10^{-6}\text{m}^3} \cdot \frac{10^{-3}\text{kg}}{1\text{g}} = 7850\text{kg/m}^3$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$d \cdot V = m$$

$$7850 \cdot 1 = m$$

$$m = 7850\text{kg}$$

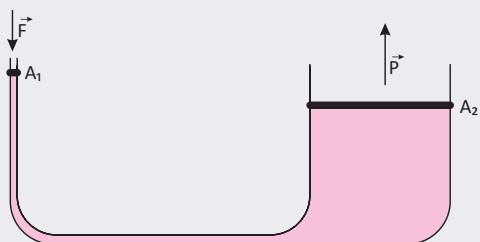
03 Qual a pressão exercida por um fluido de densidade $0,7\text{kg/m}^3$ que preenche um recipiente cilíndrico de 2m de altura?

Resolução:

$$p = d \cdot h \cdot g$$

$$p = 0,7 \cdot 2 \cdot 10 = 14 \text{ Pa}$$

04 A ferramenta usada em oficinas mecânicas para levantar carros chama-se macaco hidráulico. Em uma situação é preciso levantar um carro de massa 1000kg . A superfície usada para levantar o carro tem área 4m^2 , e a área na aplicação da força é igual a $0,0025\text{m}^2$. Dado o desenho abaixo, qual a força aplicada para levantar o carro?



Resolução:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{P}{A_2}$$

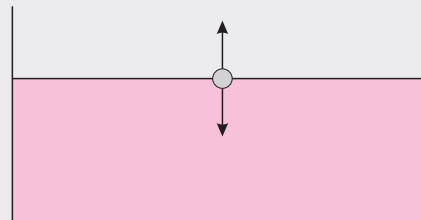
$$F_1 = \frac{P \cdot A_1}{A_2}$$

$$F = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,0025}{4}$$

$$F = 6,25 \text{ N}$$

05 Uma esfera de gelo de volume 5cm^3 é colocada em um aquário com água. Qual a força exercida pela água sob a

esfera? Dado: densidade do gelo= $0,92\text{g/cm}^3$ e densidade da água= 1g/cm^3 .



Resolução:

$$V_{\text{gelo}} = 5 \text{ cm}^3 = 5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$d_{\text{gelo}} = 0,92 \text{ g/cm}^3 = 0,92 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$E = d_{\text{água}} g V_{\text{gelo}}$$

$$E = \left(10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (5 \times 10^{-6} \text{ m}^3)$$

$$E = 50 \times 10^{-3} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 5 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$P = mg = (dV)_{\text{gelo}} g$$

$$P = \left(0,92 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (5 \times 10^{-6} \text{ m}^3) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$P = 46 \times 10^{-3} \text{ N} = 4,6 \times 10^{-2} \text{ N}$$

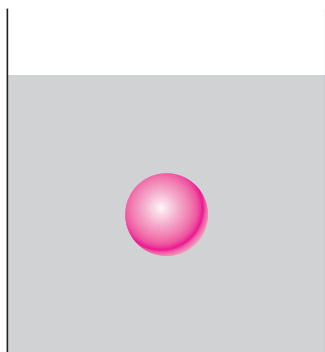
$$F_{\text{RES}} = E - P$$

$$F_{\text{RES}} = (5 - 4,6) 10^{-2} = 0,4 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$F_{\text{RES}} = 4 \times 10^{-3} \text{ N}$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 Um objeto com massa de 10 kg e volume de $0,002 \text{ m}^3$ é colocado totalmente dentro da água ($d = 1 \text{ kg/L}$).



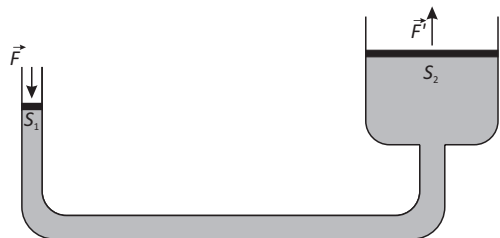
(Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

- A** Qual é o valor do peso do objeto?
- B** Qual é a intensidade da força de empuxo que a água exerce no objeto?
- C** Qual o valor do peso aparente do objeto?
- D** Desprezando o atrito com a água, determine a aceleração do objeto.

02 Em um submarino submerso a 100m abaixo do nível do mar está submetido a uma pressão de 11atm , quando ele sobe até uma altura de 50m abaixo do nível do mar qual é a pressão exercida sobre ele? Dados $1\text{atm} = 100000\text{Pa}$, densidade da água= 1000kg/m^3 e aceleração da gravidade= 10m/s^2



03 | Considere o sistema a seguir:



Dados:

$$F = 12 \text{ N}$$

$$S_1 = 0,1 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 1 \text{ m}^2$$

Qual a força transmitida ao êmbolo maior?

04 | Em um recipiente há um líquido de densidade $2,56 \text{ g/cm}^3$. Dentro do líquido encontra-se um corpo de volume 1000 cm^3 , que está totalmente imerso. Qual o empuxo sofrido por este corpo? Dado $g = 10 \text{ m/s}^2$

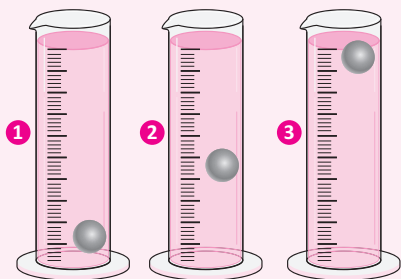
05 | **EE CONSELHEIRO CRISPINIANO** Num local onde a pressão atmosférica é $p_{\text{atm}} = 105 \text{ N/m}^2$ e a aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$, uma pessoa mergulha até o fundo de um lago cuja profundidade é $H = 10 \text{ m}$. Qual a pressão sustentada por essa pessoa no fundo do lago? A densidade da água é $d = 103 \text{ kg/m}^3$.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | **FMU** Um vidro contém 200 cm^3 de mercúrio de densidade $13,6 \text{ g/cm}^3$. A massa de mercúrio contido no vidro é:

- A 0,8 kg
- B 0,68 kg
- C 2,72 kg
- D 27,2 kg
- E 6,8 kg

02 | **UFPE** Para identificar três líquidos – de densidades 0,8, 1,0 e 1,2 – o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:



- A os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.
- B os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.
- C os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.
- D os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.
- E os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 1,2 e 0,8.

03 | **FMU-SP** Um vidro contém 200 cm^3 de mercúrio de densidade $13,6 \text{ g/cm}^3$. A massa de mercúrio contido no vidro é:

- A 0,8 kg
- B 0,68 kg
- C 2,72 kg
- D 27,2 kg
- E 6,8 kg

04 | **FUVEST-SP** Em uma indústria, um operário misturou, inadvertidamente, polietileno (PE), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS), limpos e moídos. Para recuperar cada um destes polímeros, utilizou o seguinte método de separação: jogou a mistura em um tanque contendo água (densidade = $1,00 \text{ g/cm}^3$), separando, então, a fração que flutuou (fração A) daquela que foi ao fundo (fração B). Depois, recolheu a fração B, secou-a e jogou-a em outro tanque contendo solução salina (densidade = $1,10 \text{ g/cm}^3$), separando o material que flutuou (fração C) daquele que afundou (fração D). (Dados: densidade na temperatura de trabalho em g/cm^3 : polietileno = 0,91 a 0,98; poliestireno = 1,04 a 1,06; policloreto de vinila = 1,5 a 1,42)

As frações A, C e D eram, respectivamente:

- A PE, PS e PVC
- B PS, PE e PVC
- C PVC, PS e PE
- D PS, PVC e PE
- E PE, PVC e PS

05] DIREITO.C.L O princípio de Arquimedes trata das forças que atuam num corpo quando colocado num fluido qualquer. Este princípio está relacionado com os fatos apresentados nas afirmações abaixo EXCETO:

- A** Se afundarmos um balão de plástico numa piscina, quando a soltarmos, ela subirá até a superfície e flutuará.
- B** Se enchermos um balão de plástico com um gás especial ele poderá flutuar no ar, enquanto se ele for cheio com gás de nossos pulmões, observaremos que ele não flutuará e cairá no chão.
- C** Na linguagem comum, costumamos dizer que os aviões são aparelhos mais pesados que o ar, indicando que o empuxo que recebem do ar é menor do que seu peso.
- D** é impossível fazer um balão cheio de gás flutuar na lua.
- E** o peso de um balão na lua, é menor do que o peso de um balão na Terra.

06] MACK Um bloco maciço de ferro de densidade $8,0 \text{ g/cm}^3$ com 80 kg encontra-se no fundo de uma piscina com água de densidade $1,0 \text{ g/cm}^3$ e profundidade $3,0\text{m}$. Amarrando-se a esse bloco um fio ideal e puxando esse fio de fora da água, leva-se o bloco à superfície com velocidade constante. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. A força aplicada a esse fio tem intensidade de:

- A** $8,0 \cdot 10^2 \text{ N}$
- B** $7,0 \cdot 10^2 \text{ N}$
- C** $6,0 \cdot 10^2 \text{ N}$
- D** $3,0 \cdot 10^2 \text{ N}$
- E** $1,0 \cdot 10^2 \text{ N}$

07] AMAN Um corpo de massa específica $0,800 \text{ g/cm}^3$ é colocado a $5,00\text{m}$ de profundidade, no interior de um líquido de massa específica $1,0 \text{ g/cm}^3$. Abandonando-se o corpo, cujo volume é 100 cm^3 , sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, a altura máxima acima da superfície livre do líquido alcançada pelo corpo vale:

Obs.: Desprezar a viscosidade e a tensão superficial do líquido.

- A** $0,75 \text{ m}$
- B** $2,50 \text{ m}$
- C** $1,00 \text{ m}$
- D** $3,75 \text{ m}$
- E** $1,25 \text{ m}$

08] UFSCAR-SP Quando efetuamos uma transfusão de sangue, ligamos a veia do paciente a uma bolsa contendo plasma, posicionada a uma altura h acima do paciente. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que a densidade do plasma seja $1,04 \text{ g/cm}^3$, se uma bolsa de plasma for colocada 2 m acima do ponto da veia por onde se fará a transfusão, a pressão do plasma ao entrar na veia será:

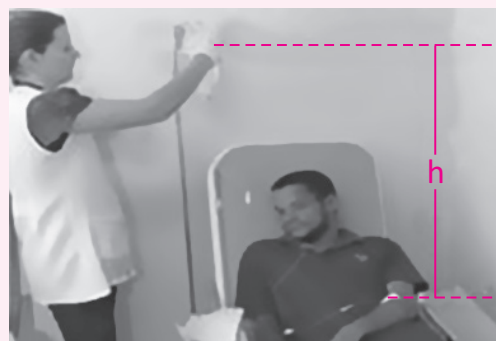
- A** $0,0016 \text{ mmHg}$
- B** $0,016 \text{ mmHg}$
- C** $0,156 \text{ mmHg}$
- D** $15,6 \text{ mmHg}$
- E** 156 mmHg

09] UERJ-RJ Para um mergulhador, cada 5 m de profundidade atingida corresponde a um acréscimo de $0,5 \text{ atm}$ na pressão exercida sobre ele. Admita que esse mergulhador não consiga respirar quando sua caixa torácica está submetida a uma pressão acima de $1,02 \text{ atm}$.

Para respirar ar atmosférico por um tubo, a profundidade máxima, em centímetros, que pode ser atingida pela caixa torácica desse mergulhador é igual a: ($d'água = 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $g = 10 \text{ ms}^2$)

- A** 40
- B** 30
- C** 20
- D** 10
- E** 15

10] UEPB É do conhecimento dos técnicos de enfermagem que, para o soro penetrar na veia de um paciente, o nível do soro deve ficar acima do nível da via, conforme a figura, devido à pressão sanguínea sempre superior à pressão atmosférica.



Considerando a aceleração da gravidade $g=10\text{m/s}^2$, a densidade do soro $d=1,0\text{g/cm}^3$, a pressão exercida, exclusivamente, pela coluna de soro na veia do paciente

$P=9,0 \cdot 10^3$ Pa, a altura em que se encontra o nível do soro do braço do paciente, para que o sangue não saia em vez do soro entrar, em metros, é de:

- A 0,5
- B 0,8
- C 0,7
- D 0,6
- E 0,9

11 | AMAN Um tanque, contendo $5,0 \times 10^3$ litros de água, tem 2,0 metros de comprimento e 1,0 metro de largura. Sendo $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, a pressão hidrostática exercida pela água, no fundo do tanque, vale:

- A $2,5 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
- B $2,5 \times 10^1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
- C $5,0 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
- D $5,0 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
- E $2,5 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

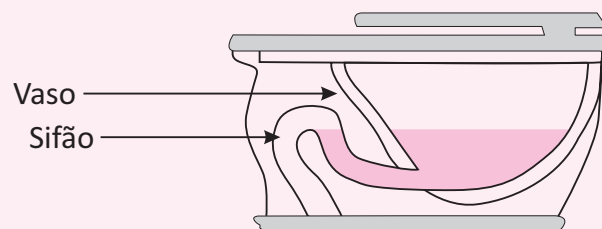
12 | UNESP Para que se administre medicamento via endovenosa, o frasco deve ser colocado a uma certa altura acima do ponto de aplicação no paciente. O frasco fica suspenso em um suporte vertical com pontos de fixação de altura variável e se conecta ao paciente por um cateter, por onde desce o medicamento.

A pressão na superfície livre é a pressão atmosférica; no ponto de aplicação no paciente, a pressão deve ter um valor maior do que a atmosférica. Considere que dois medicamentos diferentes precisam ser administrados. O frasco do primeiro foi colocado em uma posição tal que a superfície livre do líquido encontra-se a uma altura h do ponto de aplicação.

Para aplicação do segundo medicamento, de massa específica 1,2 vezes maior que a do anterior, a altura de fixação do frasco deve ser outra. Tomando h como referência, para a aplicação do segundo medicamento deve-se

- A diminuir a altura de $h/5$.
- B diminuir a altura de $h/6$.
- C aumentar a altura de $h/5$.
- D aumentar a altura de $2h/5$.
- E aumentar a altura de $h/6$.

13 | UEL O sifão é usado normalmente nas pias e vasos sanitários para evitar a passagem de gases e pequenos animais dentro de casa.



Além do sifão, usa-se um «respiro», isto é, uma abertura, conectada à atmosfera externa através de um cano, que:

- A Mantém iguais as pressões nos dois lados dos sifões, ajudando a manter os níveis de água equilibrados.
- B Serve para manter a ventilação no sistema de descarga.
- C Serve para escoar o excesso de água quando de uma descarga no vaso sanitário.
- D Serve para retirar o som muito alto de descargas.
- E Aumenta a fluidez da água, ajudando em seu escoamento.

14 | UNICAMP O vazamento de petróleo no Golfo do México, em abril de 2010, foi considerado o pior da história dos EUA. O vazamento causou o aparecimento de uma extensa mancha de óleo na superfície do oceano, ameaçando a fauna e a flora da região. Estima-se que o vazamento foi da ordem de 800 milhões de litros de petróleo em cerca de 100 dias.

Quando uma reserva submarina de petróleo é atingida por uma broca de perfuração, o petróleo tende a escoar para cima na tubulação como consequência da diferença de pressão, ΔP , entre a reserva e a superfície. Para uma reserva de petróleo que está a uma profundidade de 2000 m e dado $g = 10 \text{ m/s}^2$, o menor valor de ΔP para que o petróleo de densidade $\rho = 0,90 \text{ g/cm}^3$ forme uma coluna que alcance a superfície é de

- A $1,8 \times 10^2$ Pa.
- B $1,8 \times 10^7$ Pa.
- C $2,2 \times 10^5$ Pa.
- D $2,2 \times 10^2$ Pa.
- E N.D.A

HIDRODINÂMICA

A hidrodinâmica é a responsável pelo estudo do movimento dos fluidos. Sua aplicação prática acontece nos sistemas de abastecimento de água, irrigação das terras, entre outros. Abordaremos as noções básicas da hidrodinâmica.

TIPOS E ESCOAMENTO

Escoamento Estacionário – também conhecido como laminar, é obtido quando a velocidade de escoamento é pequena, ou seja, quando a velocidade de escoamento for a mesma em todos os pontos. Ex.: a água de um rio calmo, escoamento de ar e gases.

Escoamento não estacionário – ou turbulento é quando a velocidade do fluido varia no decorrer do tempo. Ex.: quedas d’água em virtude de rochas e outros obstáculos existentes. O tamanho dos tubos (diâmetro) e a viscosidade do fluido influenciam muito em seu escoamento por meio de tubos, isso ocorre porque com a viscosidade, aparecem forças de movimento relativo entre as camadas do fluido, o que ocasiona a dissipação de energia mecânica.

Vazão – é definida como a razão entre o volume e o tempo.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Onde:

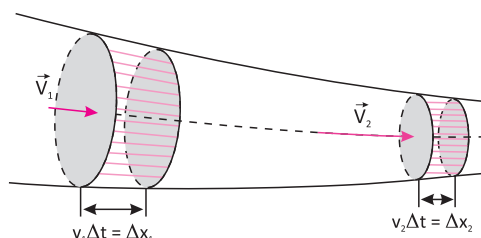
Q = vazão

V = volume do fluido

t = tempo

Sua unidade no SI é m³/s.

Equação da Continuidade – determinada por Castelli, discípulo de Galileu, diz que quanto menor a seção, maior a velocidade com que se escoo o fluido.



Velocidade da Pressão – a velocidade do fluido, ao passar de uma área maior para uma menor, aumenta em razão da pressão do fluido na parte larga ser maior do que na parte estreita. Essa definição também é baseada pela equação de continuidade.

Equação de Bernoulli – também chamada de equação fundamental da hidrodinâmica, foi desenvolvida baseada nos estudos voltados para a energia de escoamento dos fluidos.

$$p + dgh + \frac{dv}{2} = \text{constante}$$

Onde:

p = pressão (energia potencial por unidade de volume);

dgh = pressão hidrostática (energia potencial gravitacional por unidade de volume);

$\frac{dv}{2}$ = pressão dinâmica (energia cinética por unidade de volume).

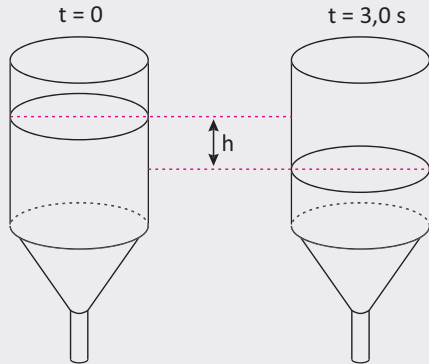
HISTÓRIA DA HIDRODINÂMICA

Poços de grande profundidade, canais de irrigação, aquedutos e sistemas de distribuição de água existem há milênios e mostram o quanto é antiga a preocupação do ser humano em dominar a tecnologia da obtenção e distribuição de água. A formulação de uma ciência da mecânica da água iniciou-se com os filósofos gregos – Arquimedes (287-212 a.C.) que formulou seu primeiro conceito básico: o empuxo –, mas só muitos séculos depois ela começou a ser de fato construída. No fim do século XV, o gênio italiano Leonardo daVinci (1452-1519) realizou um extraordinário estudo sobre hidráulica e a ele se atribui a primeira formulação do Princípio da Continuidade. Mas seu trabalho, difícil de ler (Leonardo escrevia com caracteres invertidos, para serem lidos e vistos pelo espelho), não chegou a ser conhecido na época e é pouco conhecido até hoje. Quase um século depois, em 1586, o engenheiro hidráulico belga Simon Stevin (1548-1620) mostrou que o peso exercido por um líquido no fundo de um vaso depende apenas da sua profundidade. No século XVII, Evangelista Torricelli (1608--1647), discípulo de Galileu Galilei (1564-1642) e célebre pela medida da pressão atmosférica comum tubo de mercúrio, obteve a expressão da velocidade de escoamento de um líquido de um vaso em função da profundidade do furo de saída, tendo como fundamentação teórica o estudo dos projéteis elaborado por seu mestre. Ainda naquele século o sábio francês Blaise Pascal (1623-1662) aprofundou os estudos de Torricelli e completou a teoria da Hidrostática. No século XVIII dois amigos e extraordinários matemáticos, o holandês Daniel Bernoulli (1700-1782) e o suíço Leonhard Euler (1707-1783), construíram praticamente toda a fundamentação teórica da Hidrodinâmica, apresentada no tratado Hydrodynamica, publicado em 1738 por Bernoulli. A autoria da obra fez com que fosse atribuída a Bernoulli a equação mais importante da Hidrodinâmica, deduzida, na verdade, por Euler. Desde então a Hidrodinâmica foi se aprimorando, graças principalmente ao trabalho de cientistas franceses, como os físicos barão Augustin Louis de Cauchy (1789-1857) e Simeon Denis Poisson (1781-1840) e o médico Jean Louis Poiseuille (1799-1869), interessado na dinâmica da circulação Humana.

Extraído de <http://www.laboratoriodefisica.com.br/>

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UFPE Um funil tem área de saída quatro vezes menor que a área de entrada, como indica a figura.



Se esse funil diminui de uma altura $h = 9,0\text{cm}$, num intervalo de tempo de 3s , determine, em cm/s , a velocidade com que o fluido abandona o funil na saída.

Resolução:

$$v_1 = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{9}{3}$$

$$v_1 = 3\text{cm/s}$$

$$S_1 = 4S_2$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$

$$4S_2 v_1 = S_2 \cdot v_2$$

$$v_2 = 4 \cdot 3$$

$$v_2 = 12\text{cm/s}$$

02 | Uma mangueira tem uma extremidade fixada à boca de uma torneira de $2,0\text{ cm}$ de diâmetro e a outra fixada a uma ponta de esguicho de $0,40\text{ cm}$ de diâmetro. Sabe-se que essa torneira enche um balde de 10 L em 40 s com vazão constante. Nessas condições, determine:

- A** a vazão da torneira;
- B** a velocidade da água na boca da torneira;

Resolução:

A Podemos calcular a vazão da torneira (Φ_T) pelo tempo gasto para encher o balde. Sendo $V = 10\text{ L}$ e $\Delta t = 40\text{ s}$

$$\Phi_T = \frac{V}{\Delta t}$$

$$\Phi_T = \frac{10}{40}$$

$$\Phi_T = 0,25\text{ L/s}$$

$$\Phi_T = 2,5 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3/\text{s}$$

B Sendo $r_T = 1,0\text{ cm} = 1,0 \times 10^{-2}\text{ m}$ o raio da boca da torneira, a sua área é:

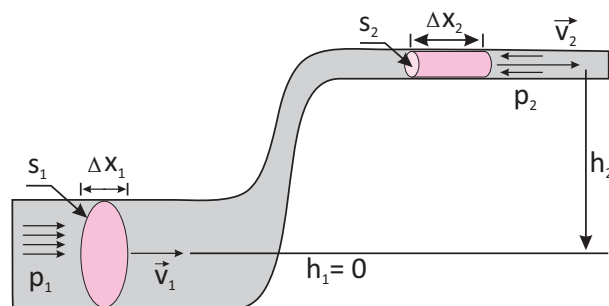
$$S_T = \pi r_T^2$$

$$S_T = 3,1(1,0 \cdot 10^{-2})^2$$

$$S_T = 3,1 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | Suponha que a tubulação representada na figura a seguir é atravessada por água com vazão constante. No nível 2, à altura $h_2 = 1,8\text{ m}$, a área da seção normal é $S_2 = 1,2 \times 10^{-3}\text{ m}^2$ e o módulo da velocidade da água é $v_2 = 8,0\text{ m/s}$. Em 1 ($h_1 = 0$), a área da seção normal é $S_1 = 6,0 \times 10^{-3}\text{ m}^2$



Supondo o escoamento ideal, determine:

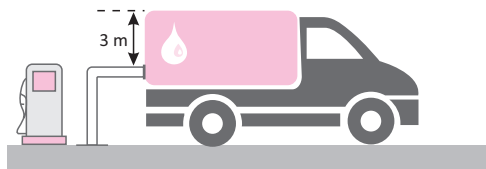
- A** a vazão da água nesse tubo;
- B** o módulo (v_1) da velocidade da água em 1;
- C** a diferença de pressões ($\Delta p = p_1 - p_2$) necessária para manter esse escoamento constante.

Dados: densidade da água: $d = 1,0 \times 10^3\text{ kg/m}^3$; $g = 10\text{ m/s}^2$.

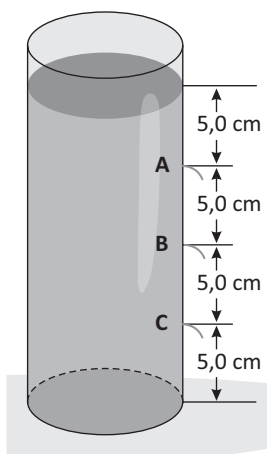
02 | UFPA Em 5 minutos, um carro-tanque descarrega 5 000 de gasolina, através de um mangote cuja seção transversal tem área igual a $0,00267\text{ m}^2$. (Vide figura.) Pergunta-se:

- A** Qual a vazão volumétrica média desse escoamento, em litros por segundo?
- B** Considerando os dados indicados na figura e $g = 10\text{ m/s}^2$, qual a vazão volumétrica, em litros por segundo, no início do processo de descarga do combustível?

- C** O valor obtido no item b deve ser maior, menor ou igual ao do item a?



- 03** A figura a seguir representa um recipiente com água vazando por três furos: A, B e C. Os furos são suficientemente pequenos para que a velocidade de abaixamento do nível da superfície possa ser considerada desprezível



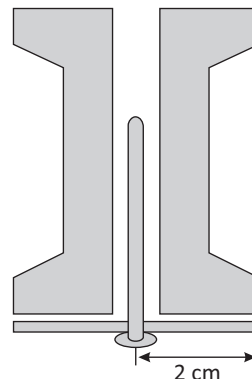
Determine:

- A** os módulos v_A , v_B e v_C da velocidade de saída da água em cada orifício;
B a que distância do recipiente o jato de água atinge o nível da sua base de apoio.

Despreze a resistência do ar e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

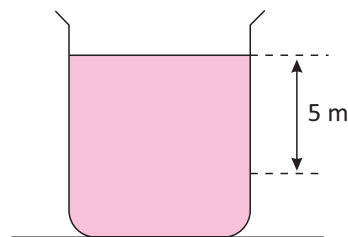
- 04** UFBA Um fenômeno bastante curioso associado ao voo dos pássaros e do avião pode ser visualizado através de um experimento simples, no qual se utiliza um carretel

de linha para empinar pipa, um prego e um pedaço circular de cartolina.



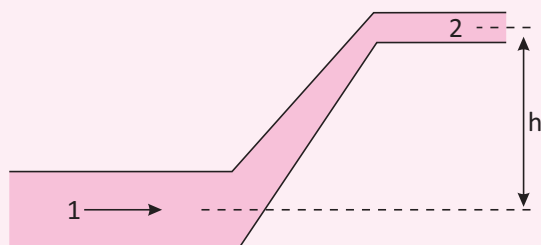
O prego é colocado no centro da cartolina e inserido no buraco do carretel, conforme a figura. Soprando pelo buraco superior do carretel, verifica-se que o conjunto cartolina-prego não cai. Considere a massa do conjunto cartolina-prego igual a 10 g, o raio do disco igual a 2 cm e a aceleração da gravidade local 10 m/s^2 . A partir dessas informações, apresente a lei física associada a esse fenômeno e calcule a diferença de pressão média mínima entre as faces da cartolina necessária para impedir que o conjunto caia.

- 05** A figura mostra a água contida num reservatório de grande seção transversal. Cinco metros abaixo da superfície livre existe um pequeno orifício de área igual a 3 cm^2 . Admitindo $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a vazão através desse orifício, em litros por segundo.



T ENEM E VESTIBULARES

- 01** UFMS Água escoar em uma tubulação, onde a região 2 situa-se a uma altura h acima da região 1, conforme figura a seguir. É correto afirmar que:



- A** a pressão cinética é maior na região 1.
B a vazão é a mesma nas duas regiões.
C a pressão estática é maior na região 2.
D a velocidade de escoamento é maior na região 1.
E a pressão em 1 é menor do que a pressão em 2.

- 02** ITA-SP Durante uma tempestade, Maria fecha a janela de seu apartamento e ouve zumbido do vento lá fora. Subitamente o vidro de uma janela se quebra. Considere



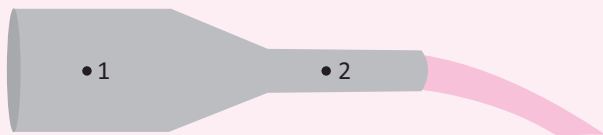
rando que o vento tenha soprado tangencialmente à janela, o acidente pode ser melhor explicado pelo(a):

- A** princípio da conservação da massa
- B** equação de Bernoulli
- C** princípio de Arquimedes
- D** princípio de Pascal
- E** princípio de Stevin

03 | UFSM Um fluido ideal percorre um cano cilíndrico em regime permanente. Em um estrangulamento onde o diâmetro do cano fica reduzido à metade, a velocidade do fluido fica:

- A** reduzida a $1/4$.
- B** reduzida à metade.
- C** a mesma.
- D** duplicada.
- E** quadruplicada.

04 | UFSM A figura representa uma tubulação horizontal em que escoo um fluido ideal.



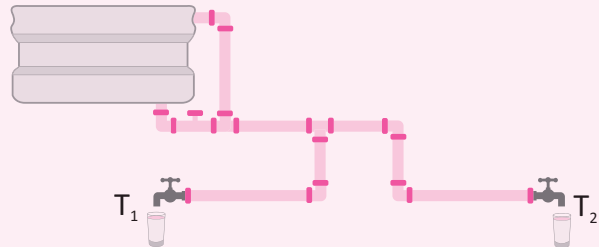
A velocidade de escoamento do fluido no ponto 1, em relação à velocidade verificada no ponto 2, e a pressão no ponto 1, em relação à pressão no ponto 2, são:

- A** maior, maior
- B** maior, menor
- C** menor, maior
- D** menor, maior
- E** menor, menor

05 | UFRRJ Um jardineiro dispõe de mangueiras de dois tipos, porém com a mesma vazão. Na primeira, a água sai com velocidade de módulo V e, na segunda, sai com velocidade de módulo $2V$. A primeira mangueira apresenta:

- A** a metade da área transversal da segunda.
- B** o dobro da área transversal da segunda.
- C** um quarto da área transversal da segunda.
- D** o quádruplo da área transversal da segunda.
- E** dois quintos da área transversal da segunda.

07 | UFJF A figura representa uma caixa de água ligada a duas torneiras T_1 e T_2 . A superfície livre da água na caixa tem área $A=0,8\text{m}^2$ e as vazões nas torneiras são 5 litros/minutos e 3 litros/minutos, respectivamente.



Pode-se afirmar que o módulo da velocidade V , com que a superfície da água desce, vale:

- A** 1m/min
- B** 1m/s
- C** 1cm/min
- D** 1cm/s
- E** 2cm/s

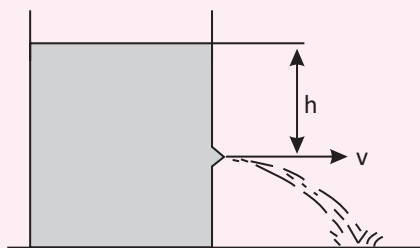
08 | MACK Um fazendeiro, para estimar a vazão de água em um canal de irrigação, cuja seção transversal é aproximadamente semicircular (como na figura), procede do seguinte modo: faz duas marcas numa das margens do



canal, separadas por quatro passadas (cada passada vale aproximadamente um metro); coloca na água um ramo seco e mede um minuto para o mesmo ir de uma marca à outra. Finalmente, verifica que a largura do canal equivale a uma sua passada. O fazendeiro faz cálculos e conclui que a vazão procurada vale aproximadamente:

- A** $2\pi\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- B** $\frac{3\pi}{2}\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- C** $\frac{\pi}{30}\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- D** $\frac{\pi}{60}\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- E** $\frac{\pi}{120}\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

09| **MACK** A figura ilustra um reservatório contendo água. A 5 m abaixo da superfície livre existe um pequeno orifício de área igual a 3 cm^2 .



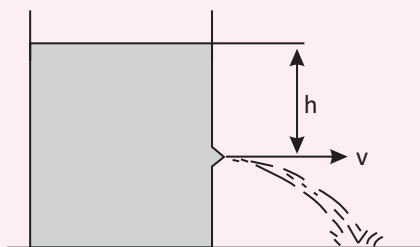
Admitindo $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos afirmar que a vazão instantânea através desse orifício é:

- A 2 L/s
- B 3 L/s
- C 1 L/s
- D 10 L/s
- E 15 L/s

10| **AFA-SP** Através de uma tubulação horizontal de seção reta variável, escoava água, cuja densidade é $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Numa seção da tubulação, a pressão estática e o módulo da velocidade valem, respectivamente, $1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ e $2,0 \text{ m/s}$. A pressão estática em outra seção da tubulação, onde o módulo da velocidade vale $8,0 \text{ m/s}$, é, em N/m^2 ;

- A $1,2 \cdot 10^5$
- B $1,8 \cdot 10^5$
- C $3 \cdot 10^5$
- D $6 \cdot 10^5$
- E $4 \cdot 10^5$

11| **UFSM-RS** Um líquido ideal preenche um recipiente até certa altura. A 5 metros abaixo da superfície livre, esse



recipiente apresenta um orifício com $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ de área, por onde o líquido escoava. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e não alterando o nível da superfície livre, a vazão através do orifício, em m^3/s , vale:

- A $1 \cdot 10^{-3}$
- B $2 \cdot 10^{-3}$
- C $3 \cdot 10^{-3}$
- D $4 \cdot 10^{-3}$
- E $5 \cdot 10^{-3}$

12| **MACK** Com uma bomba hidráulica de potência útil $0,5 \text{ cv}$, retira-se água de um poço de 15 m de profundidade e preenche-se um reservatório de 500 L , localizado no solo. Desprezando-se as perdas, adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a densidade da água igual a 1 g/cm^3 e $1 \text{ cv} = 750 \text{ W}$, o tempo gasto para encher o reservatório é de:

- A 150s
- B 200s
- C 250s
- D 300s
- E 350s

13| **UFSM** Em uma cultura irrigada por um cano que tem área de seção reta de 100 cm^2 , passa água com uma vazão de 7200 litros por hora. A velocidade de escoamento da água nesse cano, em m/s , é

- A 0,02
- B 0,2
- C 2
- D 20
- E 200

TEORIA DA RELATIVIDADE

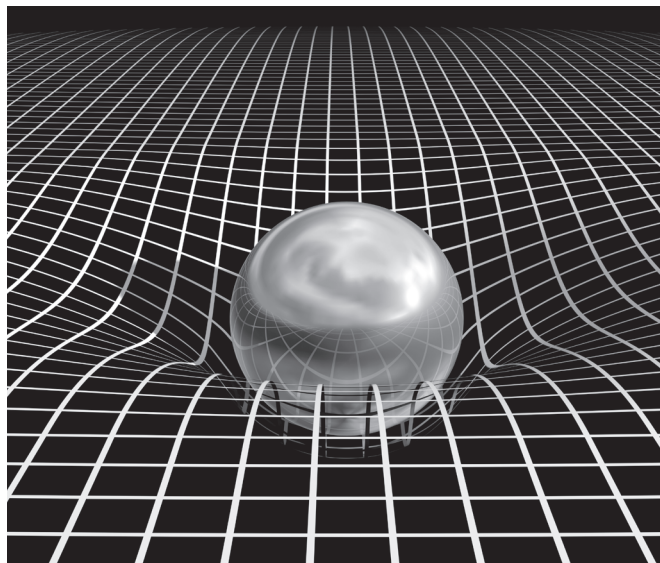
Einstein publicou em 1905, a teoria da Relatividade Restrita, segundo a qual a velocidade da luz não depende do referencial adotado.

Não podemos pensar que tudo o que foi proposto estava errado, pois como dissemos, os estudos Galileanos e Newtonianos são casos particulares da Relatividade. Quando Einstein propôs a teoria da relatividade restrita, já era conhecido o valor da velocidade da luz no vácuo com boa precisão, medida essa, realizada na busca de um meio físico material para a transmissão da luz. Esse meio nunca foi encontrado, mas os experimentos da busca do Éter nos deram valores bastante precisos para a velocidade da luz.

Como tais valores para a velocidade da luz não dependiam da velocidade da fonte, ou mesmo da rotação da Terra (ver quadro abaixo), criou-se então um problema, as medidas da velocidade da luz eram invariantes para qualquer referencial dito inercial.

Sempre que falamos em relatividade cria-se um clima de mistério e ficção científica, mas mal imaginamos que ela está presente em nosso dia a dia ao utilizarmos um satélite nas telecomunicações ou mesmo em nosso entretenimento.

As descobertas de Einstein jamais foram contestadas experimentalmente, isso nos mostra que a mecânica clássica é na realidade o estudo de casos particulares da física moderna. Enquanto a mecânica clássica se vale dos estudos dos sistemas em baixas velocidades, a física moderna analisa os sistemas em velocidades elevadas.



DILATAÇÃO DO TEMPO

Uma das consequências dos postulados estabelecidos por Einstein na teoria da relatividade restrita, é que o tempo também é relativo, ou seja, dois observadores em movimento relativo, podem obter valores diferentes para a duração de um mesmo evento.

Temos de nos lembrar que além das três dimensões da mecânica clássica, a física moderna trabalha com uma quarta dimensão, que é a dimensão temporal. Para a física clássica o tempo transcorre de maneira contínua, sempre da mesma forma, mesmo para diferentes referenciais em diferentes velocidades relativas entre si.

De acordo com a **física moderna**, porém, o intervalo de tempo para um móvel em alta velocidade transcorre diferente do tempo analisado em referenciais em baixa velocidade. O tempo no referencial mais rápido transcorre de maneira mais lenta quando comparado com o tempo transcorrido no referencial mais lento.

Para se mensurar essa diferença temporal entre os referenciais nos valem da expressão da **dilatação do tempo**.

Assim:

O tempo para o observador de dentro da nave:

$$\Delta t_2 = \Delta t_1 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Onde:

v é a velocidade do observador em movimento;

c é a velocidade da luz;

Δt_2 é o intervalo de tempo que passa para o observador em movimento, que será denominado tempo dilatado;

Δt_1 é o intervalo de tempo transcorrido para o observador em repouso, também chamado tempo próprio.

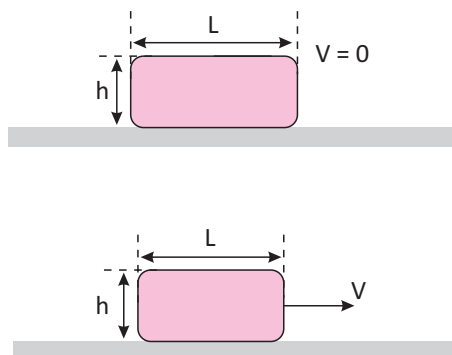
Essa equação mostra que o tempo medido pelo observador de dentro de uma nave é numericamente menor, o que nos leva a concluir que ele teria sofrido uma dilatação, ou seja, como se cada unidade sofresse uma expansão em relação às unidades do tempo próprio. Lembrando que esse último é o intervalo de tempo medido pelo observador, considerado em repouso.

No relógio do observador em repouso, seria medido um tempo numericamente maior do que o tempo medido dentro da nave, e ele depende do fator:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

CONTRAÇÃO DO ESPAÇO

O deslocamento ou espaço, também é afetado pela velocidade relativa entre o observador e o evento. Assim, de acordo com a relatividade o comprimento de um corpo, medido em outro referencial em relação ao qual está se movendo (na direção da dimensão que está sendo medida), é sempre menor que o comprimento medido inicialmente. Vejamos a figura abaixo:



CONTRAÇÃO DO COMPRIMENTO

Vamos supor que na figura acima o corpo esteja em repouso, possuindo comprimento L' em relação a um observador. Em um segundo momento, o corpo possui velocidade V (em relação ao mesmo observador) na mesma direção em que foi medido o comprimento inicial. Einstein afirmou que esse corpo apresentará um comprimento L , sendo que $L < L'$, mantendo constante o valor da altura h .

De tal modo, podemos dizer que houve uma contração de comprimento, sendo a equação abaixo a que faz uma ligação direta entre esses comprimentos:

$$L = L' \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Onde:

L = comprimento do objeto em movimento

L' = comprimento do objeto em repouso

u = velocidade relativa entre o referencial

c = velocidade da luz no vácuo

MASSA

De acordo com as leis de Newton a massa dos corpos pode ser avaliada sob dois aspectos: gravitacional e inercial.

Massa Gravitacional- é a massa que pode ser medida por meio de balança de pratos ou de molas ou um dinamômetro. Nesse caso, a massa do corpo é igual à soma das massas dos pesos. Essa forma de medir massa é utilizada para se avaliar o efeito gravitacional sobre as massas.

Massa Inercial- A segunda lei de Newton, relaciona a resultante das forças aplicadas em um corpo de massa m com a aceleração que esse corpo adquire. A massa m é a massa inercial do corpo. A resultante das forças vence a inércia e o corpo se move.



No estudo da mecânica clássica as massas inercial e gravitacional são as mesmas e não dependem do movimento, mas esse conceito é relativamente errôneo, pois a medida da massa depende sim da velocidade dos corpos; esse fato é apresentado e visto claramente na relatividade.

A massa depende da velocidade em que se encontra o corpo, essa justificativa é simples; para acelerar um corpo a resultante de forças realiza determinado trabalho, que por sua vez fornece energia ao corpo. Como essa energia precisa se manifestar de alguma maneira, isso acaba acontecendo na forma de aumento da massa desse corpo.

Equação para o cálculo da massa relativística

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Para Einstein, a massa de um corpo nada mais é que uma quantidade de energia concentrada. Dessa forma, massa é energia e energia possui massa. Assim, torna-se possível apresentar a equação sugerida em 1900 pelo astrônomo francês Henri Poincaré e posteriormente demonstrada por Einstein em 1905.

$$E = m \cdot c^2$$

Sendo:

E – energia de uma partícula;

m – massa da partícula;

c – velocidade da luz no vácuo.

CIÊNCIA ELEGANTE

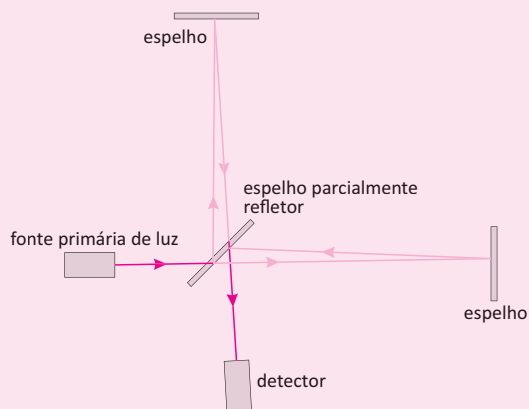
O EXPERIMENTO DE MICHELSON-MORLEY

O éter era tido como uma substância abundante em todo o Universo e de difícil compressão. Apesar dessa suposta dificuldade para comprimi-lo, os planetas parecem percorrer suas órbitas aparentemente sem interação com o éter, obedecendo aos princípios propostos por Newton e Kepler. Dessa forma, o éter era considerado um fluido com viscosidade zero, pois os corpos orbitantes deslocavam-se por ele sem perder energia.

Assim, a ideia era detectar o movimento relativo da Terra por meio do éter estacionário, medindo o efeito do que foi chamado de "vento etéreo" sobre as ondas eletromagnéticas, da mesma forma que o vento "aéreo" poderia ser detectado sobre as ondas mecânicas que se propagam pelo ar.

A simplicidade da ideia era um dos pontos fortes do experimento. Para alcançar resultados significativos, os físicos necessitariam de uma precisão e acurácia ímpar na medição dos dados. A habilidade de Michelson em desenvolver instrumentos de medida precisos foi fundamental à realização da experiência. Anos antes, o cientista havia chegado no que era a medida mais precisa da velocidade da luz até o momento. Para a realização do experimento, um instrumento novo teve que ser criado: o interferômetro de Michelson.

Cabe aqui uma explicação breve do interferômetro:



Uma fonte de luz monocromática emite um feixe que passa por um espelho parcialmente refletor (50% do feixe é refletido) posicionado num ângulo determinado. Isso separa o feixe primário em dois: um vai continuar na mesma direção e sentido, outro será refletido em outra direção. Os dois feixes encontram espelhos com reflexão total posicionados à mesma distância do espelho central e os feixes são refletidos para um medidor, depois de passarem pelo espelho central. Mas o que isso pode dizer sobre a existência do éter?

Se os dois feixes chegam ao detector exatamente no mesmo momento, suas fases serão somadas (interferência construtiva) e o medidor apresentará um ponto brilhante no centro do monitor. Se a Terra (e portanto o interferômetro) estiver se deslocando através do éter, o meio pelo qual um dos feixes passaria, estaria em movimento em relação ao sistema. No caso acima, que o "vento etéreo" está soprando da direita para a esquerda do monitor do teu computador (em sentido oposto à movimentação da Terra no espaço). Qual feixe de luz chegará antes no medidor? O feixe deslocado para cima no espelho central. Isso porque ele percorre uma trajetória menor que o feixe que está alinhado com o movimento da Terra (e portanto, com o "vento etéreo"). Isso faz com que eles cheguem em instantes diferentes no medidor, causando então, uma interferência destrutiva, onde o ápice de uma onda se soma com o vale de outra, resultando num ponto escuro no meio do medidor.

Bem, com isso em mente, o próximo passo era o seguinte: construir um interferômetro com especificações que permitam minimizar os erros experimentais, afinal a discrepância entre a velocidade da luz e a velocidade de translação da Terra ao redor do Sol é enorme.

Eis que em 1880 o aparato foi construído em Berlim por um habilidoso construtor de instrumentos alemão. No ano seguinte, a experiência foi realizada. O aparelho era tão sensível que as carruagens e o caminhar dos pedestres na rua causavam distúrbios nas medições. Após várias tentativas, o efeito do vento etéreo não foi detectado. Nessa etapa, Michelson ainda trabalhava sozinho no experimento.

Após voltar aos EUA, tornou-se colega e amigo de Edward Morley, que viria a colaborar com os experimentos para a detecção do éter. A colaboração de Morley resultou na construção de um novo interferômetro, cerca de 10 vezes mais sensível que o original. O aparelho repousava sobre uma estrutura que flutuava em mercúrio líquido, de forma a minimizar interferências mecânicas indesejadas.

Girando o interferômetro, ou seja, posicionando-o de várias maneiras em relação ao suposto "vento etéreo", o padrão de interferência (construtiva ou destrutiva) detectado no monitor seria a informação que viria a corroborar (ou não) a existência do éter. Em todas as posições que o instrumento foi colocado, nenhuma vez um feixe chegou consideravelmente à frente de outro (algumas medições positivas foram demonstradas como imprecisão metodológica posteriormente). Não importa a posição que o "vento etéreo" estivesse em relação ao interferômetro, seu efeito nunca pôde ser detectado. Logo, a existência do éter tinha uma forte evidência contrária. Cabe dizer que as variações do experimento foram muitas: realizadas em períodos diferentes do dia e do ano, etc. A experiência foi repetida por outros físicos nos anos seguintes, com acurácia e precisão crescentes, mas os resultados sempre foram consistentes entre si: não havia evidência para o deslocamento da Terra pelo éter estacionário. Outro elemento que colaborou para o grande impacto do experimento foi o fato de Michelson ser um ávido defensor da ideia do éter (pois era a linha que costurava algumas ideias muito aceitas pela física da época), acreditando que seus resultados tinham sido negativos por erro experimental. Dessa forma, ele continuou a aperfeiçoar o experimento, construindo uma evidência robusta para a inexistência do éter.

Mesmo frustrado pelos resultados não condizerem com suas convicções próprias, Michelson havia realizado uma das experiências mais sofisticadas e importantes da física. Os resultados de Michelson e Morley foram analisados pelo matemático francês Henri Poincaré, que os explicou mencionando um "princípio da relatividade", afirmando que o movimento absoluto jamais seria detectado em laboratório; que isso demandaria um tipo de dinâmica completamente nova. Desde a época de Galileu, afirmava-se que não havia diferença alguma entre os estados estacionário e de movimento uniforme (estabelecida pela famosa Primeira Lei de Newton, ou Princípio da Inércia). O que Michelson e Morley haviam tentado realizar, foi na verdade, a detecção do movimento absoluto da Terra. Se o resultado fosse positivo (afirmando a existência do éter), os dois físicos estariam demonstrando que existe uma diferença entre esses dois estados dos corpos: estacionário e em movimento uniforme. As consequências disso foram discutidas entre cientistas da época, juntamente com a teoria do elétron, levando-os a tecer hipóteses sobre a relatividade dos movimentos e principalmente sobre algumas ideias talvez pouco evidentes, mas consistentes, sobre a natureza do movimento à velocidade da luz. Historicamente, criou-se um ambiente favorável para o surgimento do que mais tarde Albert Einstein viria a denominar Teoria da Relatividade Restrita.

Sobre os resultados negativos e os desdobramentos da Experiência de Michelson-Morley sobre o desenvolvimento da Teoria da Relatividade, há um artigo muito bom do professor Fernando Lang da Silveira, do Instituto de Física da UFRGS.

<http://adagadeoccam.blogspot.com.br/2012/08/ciencia-elegante-o-experimento-de.html>



R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UFPE Um astronauta é colocado a bordo de uma espaçonave e enviado para uma estação espacial a uma velocidade constante $v = 0,8c$, onde c é a velocidade da luz no vácuo. No referencial da espaçonave, o tempo transcorrido entre o lançamento e a chegada na estação espacial foi de 12 meses. Qual o tempo transcorrido no referencial da Terra, em meses?

Resolução:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_p}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

lembrando-se que na Terra o intervalo de tempo é sempre maior e que Δt é sempre maior que Δt_p temos

$$\Delta t_p = 12 \text{ meses}$$

$$\Delta t = \frac{12}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{12}{\sqrt{1 - \frac{0,64c^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{12}{\sqrt{0,36}}$$

$$\Delta t = 20 \text{ meses.}$$

02 | UNESP Instituído pela Organização das Nações Unidas, 2005 foi o Ano Mundial da Física, em que se comemorou o centenário dos trabalhos revolucionários publicados por Albert Einstein, o mais importante cientista do século XX (segundo a revista norte americana Time). Na Teoria da Relatividade Especial, de Einstein, objetos que se movem com velocidade V em relação a um referencial inercial tem o tempo dilatado por um fator λ , para um observador em repouso nesse referencial. A tabela mostra valores de λ para diversos módulos da velocidade V , representados em múltiplos da velocidade da luz, c (ou $3,0 \cdot 10^8 \text{ms}$).

v	γ
0,000 c	1,000
0,100 c	1,005
0,200 c	1,021
0,400 c	1,091
0,600 c	1,250
0,800 c	1,667

v	γ
0,900 c	2,294
0,998 c	15,82
0,999 c	22,37
c	∞

Segundo esse modelo, pede-se:

- A** qual a velocidade, em m/s, que deve ser atingida pelo objeto para que a dilatação do tempo seja de apenas 0,5%? Comente como esse resultado explica por que as pessoas não percebem os efeitos da dilatação do tempo no seu dia-a-dia.
- B** se para o objeto passaram-se 10 minutos, quantos minutos se passaram para um observador no referencial inercial que vê o objeto se movimentando à velocidade de $0,600c$?

Resolução:

- A** O intervalo de tempo que sofre maior dilatação na expressão $\Delta t = \frac{\Delta t_p}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ é Δt e ele se dilata

$$\Delta t = \Delta t_p + \frac{0,5}{100} \cdot \Delta t_p$$

$$\Delta t = 1,005 \cdot \Delta t_p$$

$$\Delta t = \lambda \cdot \Delta t_p$$

procurando na tabela

quando $\lambda=1,005$

$$v = 0,100c$$

$$v = 0,100 \cdot 3,0 \cdot 10^8$$

$$v = 3,0 \cdot 10^7 \text{m/s}$$

- observe que as velocidades no nosso cotidiano são insignificantes em relação a $3 \cdot 10^7 = 30.000.000 \text{m/s}$.

- B** quando $v=0,600c$

$$\lambda = 1,250$$

$$\Delta t = \lambda \cdot \Delta t_p = 1,250 \cdot 10 \text{min}$$

$$\Delta t = 12,5 \text{ min}$$

03 | UFG Segundo a Teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein, o tempo transcorre de maneira diferente para observadores com velocidades diferentes. Isso significa que, para um observador em um referencial fixo, transcorre um intervalo de tempo Δt entre dois eventos, enquanto para um observador em um referencial que viaja com uma velocidade constante v , em relação ao referencial anterior, o intervalo de tempo entre os mesmos eventos será $\Delta t'$. Os dois intervalos de tempo estão relacionados por

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

que representa uma dilatação temporal. Nesta expressão, c é a velocidade da luz no vácuo. Com esta teoria surge o paradoxo dos gêmeos: para o piloto de uma espaçonave que realizou uma viagem espacial, com uma velocidade constante de $0,8c$, transcorreram 18 anos até o seu retorno à Terra. Para o gêmeo que ficou na Terra, calcule quanto tempo durou a viagem do seu irmão, o piloto.

Resolução:

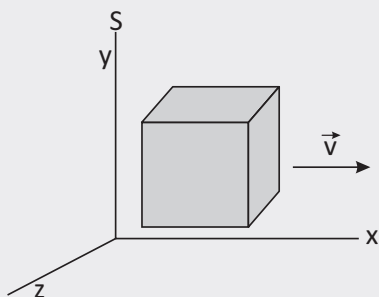
$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{18}{\sqrt{1 - \frac{0,64c^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{18}{0,6}$$

$$\Delta t = 30 \text{ anos}$$

04 | UFC A figura a seguir mostra uma nave espacial em forma de cubo que se move no referencial S , ao longo do eixo x , com velocidade $v = 0,8c$ (c é a velocidade da luz no vácuo). O volume da nave, medido por um astronauta em repouso dentro dela,



é V_0 . Calcule o volume da nave medido por um observador em repouso no referencial S .

Resolução:

Se d for a aresta da nave, medida pelo astronauta

$$V_0 = d^3$$

o observador em repouso no referencial S observará uma contração da aresta da nave na direção do eixo x , onde ela se move

$$\text{nova aresta } d' = d \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$d' = d \cdot \sqrt{1 - \frac{0,64c^2}{c^2}}$$

$$d' = 0,6d$$

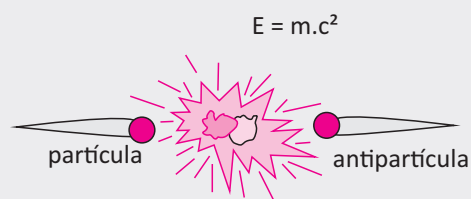
$$V = d \cdot d \cdot d'$$

$$V = d \cdot d \cdot 0,6d$$

$$V = 0,6 \cdot d \cdot d \cdot d$$

$$V = 0,6V_0$$

05 | UFG Antipartículas, raras na natureza, possuem carga elétrica oposta à de suas partículas correspondentes. Se encontrássemos uma fonte de antipartículas, poderíamos produzir uma grande quantidade de energia, permitindo que elas se aniquilassem com suas partículas.



Dessa forma, calcule:

- A** a quantidade de energia que seria liberada se 2,0 gramas de antimatéria fossem aniquiladas com 2,0 gramas de sua matéria (considere a velocidade da luz igual a $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$);
- B** por quanto tempo essa energia abasteceria uma cidade com um milhão de habitantes, considerando que uma pessoa consome, em média, 100 kWh por mês.

Resolução:

$$\text{A } m = 2g + 2g = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$E = m \cdot c^2 = 4 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^8)^2$$

$$E = 3,6 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

$$\text{B } \text{Energia consumida pela cidade em um mês}$$

$$E = 1 \text{ milhão} \cdot 100 \text{ kWh} = 10^6 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 3.600 = 36 \cdot 10^{13}$$

$$E = 3,6 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

**F** EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | UNICAMP O GPS (Global Positioning System) consiste em um conjunto de satélites que orbitam a Terra, cada um deles carregando a bordo um relógio atômico. A Teoria da Relatividade Geral prevê que, por conta da gravidade, os relógios atômicos do GPS adiantam com relação a relógios similares na Terra. Enquanto na Terra transcorre o tempo de um dia ($t_{\text{Terra}} = 1,0 \text{ dia} = 86.400 \text{ s}$), no satélite o tempo transcorrido é $t_{\text{satélite}} = t_{\text{Terra}} + \Delta t$, maior que um dia, e a diferença de tempo Δt tem que ser corrigida. A diferença de tempo causada pela gravidade é dada por $(\Delta t/t_{\text{Terra}}) = (\Delta U/mc^2)$, sendo ΔU a diferença de energia potencial gravitacional de uma massa m entre a altitude considerada e a superfície da Terra, e $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, a velocidade da luz no vácuo.

- A** Para o satélite podemos escrever $\Delta U = mgRT(1 - RT/r)$, sendo $r \approx 4RT$ o raio da órbita, $RT = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ o raio da Terra e g a aceleração da gravidade na superfície terrestre. Quanto tempo o relógio do satélite adianta em $t_{\text{Terra}} = 1,0 \text{ dia}$ em razão do efeito gravitacional?
- B** Relógios atômicos em fase de desenvolvimento serão capazes de medir o tempo com precisão maior que uma parte em 10^{16} , ou seja, terão erro menor que 10^{-16} s a cada segundo. Qual é a altura h que produziria uma diferença de tempo $\Delta t = 10^{-16} \text{ s}$ a cada $T_{\text{Terra}} = 1,0 \text{ s}$? Essa altura é a menor diferença de altitude que poderia ser percebida comparando medidas de tempo desses relógios. Use, nesse caso, a energia potencial gravitacional de um corpo na vizinhança da superfície terrestre.

02 | UFES Os mésons μ ou múons são partículas instáveis com tempo médio de vida de $2\mu\text{s}$. Os múons são produzidos na alta atmosfera, milhares de km acima do nível do mar. A velocidade típica desses múons é de $0,998c$ ($c = 300.000 \text{ km/s}$ é a velocidade da luz no vácuo).

- A** Em uma abordagem não relativista, calcule a distância média percorrida pelos múons.
- B** Em uma abordagem relativista, sabendo que o fator de Lorentz é $\lambda = 1/\sqrt{1 - 0,9982} = 15$, calcule a distância média percorrida pelos múons do ponto de vista de um observador em repouso na Terra.
- C** Do ponto de vista do múon, explique, usando novamente uma abordagem relativista, como muitos múons podem atingir o nível do mar, apesar de isso ser impossível em uma abordagem não relativista.

03 | UFBA-BA-011 A produção de energia no Sol, que possibilitou a vida na Terra, é, em grande parte, relacionada às reações nucleares que transformam quatro prótons em um núcleo de hélio, 4He^{++} . Nessas reações, uma parte da massa é transformada em energia. Calcule, usando a equação de Einstein, a quantidade de energia liberada nessas reações, considerando a velocidade da luz $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ e as massas do próton e do núcleo de hélio iguais a $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ e $6,645 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, respectivamente.

04 | UFES-ES-011 Uma partícula, em repouso, decai espontaneamente em duas outras partículas que se movem em direções opostas. A primeira dessas duas partículas tem massa de repouso m e velocidade de módulo $0,8c$ (é a velocidade da luz no vácuo), enquanto a segunda tem velocidade de módulo $0,6c$. Calcule, em função de m , a massa de repouso da segunda partícula e a da partícula original.

- A** em uma abordagem não relativista;
- B** em uma abordagem relativista

05 | Uma régua de $1,0 \text{ m}$ move-se na direção de seu próprio comprimento com uma velocidade constante de $2,7 \times 10^8 \text{ m/s}$ em relação a um determinado observador. Determine o comprimento da régua medido por este observador.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UFPR Entre as inovações da Física que surgiram no início do século XX, uma foi o estabelecimento da teoria _____, que procurou explicar o surpreendente resultado apresentado pela radiação e pela matéria conhecido como dualidade entre _____ e ondas. Assim, quando se faz um feixe de elétrons passar por uma fenda de largura micrométrica, o efeito observado é o comportamento _____ da matéria, e quando fazemos um feixe de luz incidir sobre uma placa metálica, o efeito observado pode ser explicado considerando a luz como um feixe de _____.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de palavras para o preenchimento das lacunas nas frases acima.

- A** Relativística – partículas – ondulatório – partículas.
- B** Atomística – radiação – rígido – ondas.
- C** Quântica – partículas – ondulatório – partículas.
- D** Relativística – radiação – caótico – ondas.
- E** Quântica – partículas – ondulatório – ondas.

02| UFMG Observe esta figura:



Paulo Sérgio, viajando em sua nave, aproxima-se de uma plataforma espacial, com velocidade de $0,7c$, em que c é a velocidade da luz.

Para se comunicar com Paulo Sérgio, Priscila, que está na plataforma, envia um pulso luminoso em direção à nave. Com base nessas informações, é correto afirmar que a velocidade do pulso medida por Paulo Sérgio é de:

- A $0,7c$.
- B $1,0c$.
- C $0,3c$.
- D $1,7c$.

03| UEPB Através da relação $E_c = \Delta m \cdot c^2$, fica claro que existe uma equivalência entre a variação de massa de um corpo e a energia cinética que ele ganha ou perde. Sendo assim, é correto afirmar que:

- A independente de ocorrer uma mudança na energia de um corpo, sua massa permanece a mesma.
- B quando a energia cinética de um corpo diminui, há um correspondente acréscimo de massa deste corpo.
- C quando um corpo adquire energia cinética sua massa não sofre um acréscimo.
- D quando um corpo adquire energia cinética sua massa sofre uma diminuição.
- E quando a energia cinética de um corpo diminui, há uma correspondente diminuição de massa deste corpo.

04| UFMG Suponha que, no futuro, uma base avançada seja construída em Marte. Suponha, também, que uma nave espacial está viajando em direção a Terra, com velocidade constante igual à metade da velocidade da luz. Quando essa nave passa por Marte, dois sinais de rádio são emitidos em direção à Terra — um pela base e outro pela nave. Ambos são refletidos pela Terra e, posteriormente, detectados na base em Marte. Sejam t_B e t_n os intervalos de tempo total de viagem dos sinais emitidos, respectivamente, pela base e pela nave, desde a emissão até a detecção de cada um deles pela base em Marte.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:

- A $t_n = \left(\frac{1}{2}\right)t_B$
- B $t_n = \left(\frac{2}{3}\right)t_B$
- C $t_n = \left(\frac{5}{6}\right)t_B$
- D $t_n = t_B$

05| UFPRL-RS Considere as afirmativas a seguir.

- I. O tempo transcorre da mesma maneira em qualquer referencial inercial, independente da sua velocidade.
- II. O comprimento dos corpos diminui na direção do movimento.
- III. Quando a velocidade de um corpo tende à velocidade da luz (c), sua massa tende ao infinito.

De acordo com seus conhecimentos sobre Física Moderna e as informações dadas, está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s)

- A I e III.
- B I e II.
- C II e III.
- D I, II e III.
- E II.

06| UNIFOR Uma partícula, cuja massa de repouso é M , é acelerada a partir do repouso até atingir 60% da velocidade de propagação da luz no vácuo. Na situação final, a massa da partícula será igual a

- A $0,60M$
- B $1,0M$
- C $1,25M$
- D $1,4M$
- E $1,5M$

07| UFRN Sendo a velocidade de propagação da luz igual a $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, a ordem de grandeza da energia de repouso de 1 g de matéria, em J é:

- A 10^8
- B 10^9
- C 10^{13}
- D 10^{14}
- E 10^{15}



08 | UFL Quando aceleramos um elétron até que ele atinja uma velocidade $v = 0,5c$, em que c é a velocidade da luz, o que acontece com a massa?

- A** Aumenta, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\lambda = \frac{1}{\sqrt{0,75}}$
- B** Aumenta, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\lambda = \frac{1}{\sqrt{0,5}}$
- C** Diminui, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\lambda = \sqrt{0,75}$
- D** Diminui, em relação à sua massa de repouso por um fator $\lambda = \sqrt{0,5}$
- E** Não sofre nenhuma alteração

09 | UPE Um trem de comprimento igual a 100 m viaja a uma velocidade de $0,8c$, onde c é a velocidade da luz, quando atravessa um túnel de comprimento igual a 70 m. Quando visto por um observador parado ao lado dos trilhos, é CORRETO afirmar que o trem

- A** não chega a ficar totalmente dentro do túnel, restando um espaço de 12 m fora do túnel.
- B** fica totalmente dentro do túnel e sobra um espaço de 10 m.
- C** fica totalmente dentro do túnel e sobra um espaço de 15 m.
- D** não chega a ficar totalmente dentro do túnel, restando um espaço de 5 m fora do túnel.
- E** fica totalmente dentro do túnel e não resta nenhum espaço.

10 | UNISINOS Segundo a Teoria da Relatividade de Einstein, uma pessoa que viaja a uma velocidade próxima à da luz, vista por outra considerada em repouso.

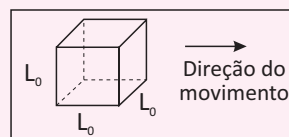
- I. envelhecerá menos rapidamente.
- II. terá um tamanho menor.
- III. terá uma massa maior.

Das afirmativas acima,

- A** apenas a I é correta
- B** apenas a II é correta
- C** apenas I e II são corretas
- D** apenas I e III são corretas
- E** I, II e III são corretas.

11 | UFRN Bastante envolvida com seus estudos para a prova do vestibular, Sílvia selecionou o seguinte texto sobre Teoria da Relatividade para mostrar a sua colega Tereza: A luz da Teoria da Relatividade Especial, as medidas de comprimento, massa e tempo não são absolutas quando realizadas por observadores em referenciais inerciais diferentes. Conceitos inovadores como massa relativística, contração de Lorentz e dilatação temporal desafiam o senso comum. Um resultado dessa teoria é que as dimensões de um objeto são máximas quando medidas em repouso em relação ao observador. Quando o objeto se move com velocidade V , em relação ao observador, o resultado da medida de sua dimensão paralela a direção do movimento é menor do que o valor obtido quando em repouso. As suas dimensões perpendiculares a direção do movimento, no entanto, não são afetadas. Depois de ler esse texto para Tereza, Sílvia pegou um cubo de lado L_0 que estava sobre a mesa e fez a seguinte questão para ela:

Como seria a forma desse cubo se ele estivesse se movendo, com velocidade relativística constante, conforme direção indicada na figura abaixo? A resposta correta de Tereza a essa pergunta foi:



- A**
- B**
- C**
- D**

12 | UEPB Adotando-se que a velocidade da luz no vácuo vale 3.108 m/s , a energia contida em uma massa de 1 grama vale:

- A** 9.10^{13} J
- B** $4,5.10^{13} \text{ J}$
- C** 9.10^{16} J
- D** $4,5.10^{16} \text{ J}$
- E** $4,5.10^{19} \text{ J}$

13 | UNIOESTE Uma excelente ilustração da virtude da ciência fundamental e prova da utilidade de teorias antes consideradas exóticas é a aplicação da Teoria da Relatividade de Einstein ao Sistema de Posicionamento Global, conhecido pelas iniciais GPS (Global Positioning System). Sem as correções introduzidas pela teoria da relatividade na medição do tempo, não seria possível definir com precisão a localização dos aviões, barcos ou automóveis que dispõem de um receptor GPS.

Com relação à Teoria da Relatividade Especial ou Restrita assinale a alternativa INCORRETA:

- A** A relatividade da noção de simultaneidade deriva do fato de que a velocidade da luz no vácuo independe do sistema referencial inercial em relação ao qual ela é medida.
- B** A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c em todos os referenciais inerciais, independentemente da velocidade do observador ou da velocidade da fonte que a emite. Nenhuma partícula pode se mover com uma velocidade maior do que a da luz no vácuo.
- C** As leis da Física são as mesmas para todos os observadores situados em diferentes referenciais.
- D** O comprimento próprio de um corpo é definido como a distância no espaço entre os pontos extremos do corpo, medida por um observador em repouso em relação ao corpo. O comprimento próprio do corpo é máximo, quando medido em repouso em relação ao observador.
- E** A energia de um corpo (E) e seu equivalente em massa (m) estão matematicamente relacionados pela equação $E=m.c^2$, onde c é a velocidade da luz no vácuo. Isto significa que, ao aquecer uma esfera de ferro de 1,0 kg, inicialmente à temperatura de 10,0 °C e alcançando a temperatura de 90,0 °C, obtém-se um aumento da massa da esfera.

14 | UFRGS Em certo experimento, um contador Geiger (instrumento que conta o número de eventos de decaimento radioativo por unidade de tempo) foi colocado a 0,5 m de uma amostra radioativa pequena, registrando 1.280 contagens/minuto. Cinco horas mais tarde, quando nova medida foi feita com o contador na mesma posição anterior, foram registradas 80 contagens/minuto. Com base nessas informações, é correto concluir que a meia-vida da amostra é de

- A** 0,6 h.
- B** 0,8 h.
- C** 1,0 h.
- D** 1,25 h.
- E** 1,5 h.

FÍSICA QUÂNTICA

“Se a Mecânica Quântica não te assustou, então você não a entendeu ainda”

(Niels Bohr)

Ao imaginarmos que a física consegue solucionar tudo, devemos nos lembrar que quanto mais próximos da verdade, mais luz geramos na imensidão do desconhecido.

Quando pensamos dessa forma, remontamos o apaixonante período do surgimento da física quântica onde no final do século XIX, pouco antes do princípio do século XX, conhecido como final do período clássico, caracterizado pelo ponto de vista newtoniano, a Física encontrava-se em uma posição única em relação às outras ciências.

Uma situação única, período em que os físicos, com seu intento de estudar os fenômenos naturais, aparentemente haviam tido êxito completo, onde praticamente tudo o que se observava podia ser explicado em termos de conceitos e leis conhecidas, como as leis de Newton. Eles haviam sido tão cuidadosos nas suas conclusões que os físicos pareciam ter a situação completamente nas mãos.

Foi exatamente nesse período que começaram a surgir vários furos na teoria clássica, que passaram a ser explicados com argumentos e teorias completamente novos. Esse passa a ser o primórdio da Mecânica Quântica.

A TEORIA QUÂNTICA

A **física** ou **mecânica quântica**, estuda os eventos que transcorrem nas camadas atômicas e subatômicas, ou seja, entre as moléculas, átomos, elétrons, prótons, pósitrons, e outras partículas. Planck criou uma fórmula que se interpunha justamente entre a Lei de Wien – para baixas frequências – e a Lei de Rayleigh – para altas frequências – ao contrário das experiências tentadas até então por outros estudiosos.

Nesse mesmo período, Albert Einstein, criador da Teoria da Relatividade, se valeu dos princípios e postulados de Planck, utilizando sua expressão no quantum para a luz, constante de Planck.

$E = h.f$, onde h é denominada constante de Planck, cujo valor é de $6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ em uma pesquisa publicada em março de 1905 sobre as consequências dos fenômenos fotoelétricos, quando desenvolveu o conceito de fóton. Esse termo se relaciona a um evento físico muito comum, a quantização – um elétron passa de uma energia mínima para o nível posterior se for aquecido, mas jamais passará por estágios intermediários proibidos para ele, nesse caso a energia está quantizada, a partícula realizou um salto energético de um valor para outro. Esse conceito é fundamental para se compreender a importância da física quântica.

Seus resultados são mais evidentes na esfera macroscópica do que na microscópica, embora os efeitos percebidos no campo mais visível dependam das atitudes quânticas reveladas pelos fenômenos que ocorrem nos níveis abaixo da escala atômica. Essa teoria revolucionou a arena das ideias não só no âmbito das Ciências Exatas, mas também no das discussões filosóficas vigentes no século XX.

Em nosso dia a dia, mesmo sem termos conhecimento sobre a **física quântica**, no valemos dela dentro de nossas casas, como nos aparelhos de CD, o controle remoto, os equipamentos hospitalares de ressonância magnética, até mesmo o famoso computador.

A física quântica envolve conceitos como os de partícula – objeto com uma mínima dimensão de massa, que compõe corpos maiores – e onda – a radiação eletromagnética, invisível para nós, não necessita de um ambiente material para se propagar, e sim do espaço vazio. Enquanto as partículas tinham seu movimento analisado pela mecânica de Newton, as radiações das ondas eletromagnéticas eram descritas pelas equações de Maxwell. No início do século XX, porém, algumas pesquisas apresentaram contradições reveladoras, demonstrando que os comportamentos de ambas podem não ser assim tão diferentes uns dos outros. Foram essas ideias que levaram Max Planck à descoberta dos mecanismos da física quântica, embora ele não pretendesse se desligar dos conceitos da física clássica.

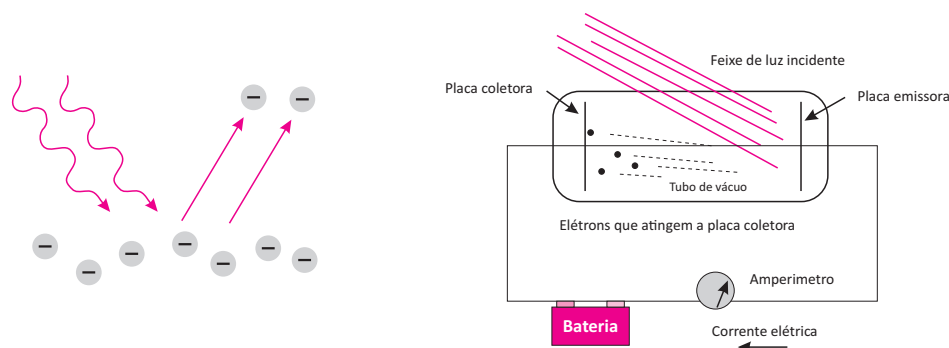
O EFEITO FOTOELÉTRICO

Em 1905, Einstein aplicou a quantização de energia para explicar o fenômeno que pode ocorrer com a luz quando interage com a matéria: o chamado **efeito fotoelétrico**.

Esse efeito consiste na emissão de elétrons de uma superfície metálica quando ela é iluminada por uma luz de certa frequência.

EFEITO FOTOELÉTRICO

"É a emissão de elétrons de uma superfície, devida a incidência de luz sobre essa superfície"



A física clássica não conseguiu esclarecer alguns dos aspectos do efeito fotoelétrico ao empregar o modelo ondulatório para tentar elucidá-lo. A correta explicação foi dada por Einstein, que afirmava que a energia chegava ao elétron do metal em "pacotes" e não continuamente como na visão clássica. Cada "pacote" também é conhecido como **teoria dos quanta**.

Os quanta de energia, atualmente são chamados de fótons. O trabalho de Einstein mostrou que o efeito fotoelétrico não pode ser interpretado utilizando-se os modelos ondulatórios da luz, mas sim o modelo corpuscular. A luz portanto, obedece aos postulados da teoria quântica.

Como a carga do elétron ligado ao metal, interage com o núcleo por meio da força **coulombiana** atrativa, então o elétron precisa receber uma quantidade mínima de energia para ser arrancado.

A energia mínima para arrancar (extrair) um elétron da placa metálica é chamada de função trabalho do material. Cada tipo de metal usado possui uma função trabalho específica, no sistema internacional a unidade para função trabalho (W) é o Joule (J). Contudo, na física moderna, outra unidade de energia muito utilizada é o elétron-volt (eV).

$$\text{Definida: } 1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}\text{J}$$

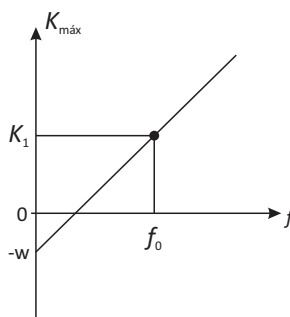
Se a energia do fóton for superior à energia mínima (função trabalho), a diferença entre a energia do fóton (E) e a função trabalho (W), será a energia cinética máxima que o elétron ejetado (fotoelétrico) pode ter:

$$E_{\text{cin. máx.}} = E - W$$

Lembrando que a energia E do fóton é dada por $E = h \cdot f$, então:

$$E_{\text{cin. máx.}} = h \cdot f - W$$

Abaixo temos a representação da energia cinética em função da frequência.





Observamos que existe uma frequência mínima chamada f_0 da luz que corresponde a uma energia cinética igual a zero para o elétron. O efeito fotoelétrico somente ocorre quando a luz possui frequência igual ou maior que f_0 , abaixo da qual não ocorre o efeito fotoelétrico.

Outro ponto a ser considerado diz respeito à intensidade da luz incidente sobre a placa metálica. Quanto maior for a intensidade da luz sobre a placa, maior será a quantidade de elétrons arrancados da mesma. No entanto, a energia dos fotoelétrons é a mesma; isso nos mostra que a energia cinética dos elétrons ejetados não se altera. Isso significa dizer que a luz incidente não possui a frequência mínima necessária, dessa forma não adianta aumentar a intensidade da luz que o efeito fotoelétrico não ocorrerá.

DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA

Quando afirmamos que a luz é uma onda eletromagnética, diretamente associamos que ela é meramente um fenômeno ondulatório no qual a energia é distribuída continuamente como uma onda em uma corda ou em uma superfície, ou mesmo em uma região tridimensional.

Por meio dos experimentos de interferência de Thomas Young no começo do século XIX (1801), percebe-se como a difração demonstra o caráter ondulatório da luz, mas ao mesmo tempo não podemos explicar a absorção e emissão de fótons no efeito fotoelétrico e a estrutura atômica.

Para tal, a energia teve de ser quantizada em outras interações entre partículas elementares e na radiação observa-se o comportamento corpuscular da luz. Conclui-se então, que a energia não está distribuída e sim concentrada.

Coube a Louis Victor Pierre Raymond de Broglie ainda na década de 20 do século XX, a propor que a luz se comporta como uma partícula, porque uma partícula não pode se comportar como uma onda. De Broglie associou às partículas uma frequência e um comprimento de onda dados por:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Aqui, h é a constante de Planck, m representa a massa e v a velocidade das partículas.

O MODELO DE BOHR PARA O ÁTOMO DE HIDROGÊNIO

Para complementar o modelo atômico já conhecido (de Rutherford), o físico dinamarquês Niels Bohr aplicou o princípio de quantização de energia ao átomo, apresentando alguns postulados que viriam a lançar luz a algumas questões e dúvidas em outras.

1º- O elétron gira em torno do núcleo em uma órbita circular, mantendo-se nessa órbita às custas da força elétrica atrativa entre cargas de sinais opostos.

2º- A órbita circular do elétron não pode ter qualquer raio. Só alguns valores são permitidos para os raios das órbitas.

3º- Em cada órbita permitida, o elétron tem uma energia constante e bem definida, dada por:

$E = E_1 / n^2$, onde E_1 é a energia da órbita de raio mínimo. Bohr deu uma fórmula para E_1 :

$$E_1 = \frac{-2\pi^2 m e^4}{h^2} = -13,6 \text{ eV}$$

Portanto temos.

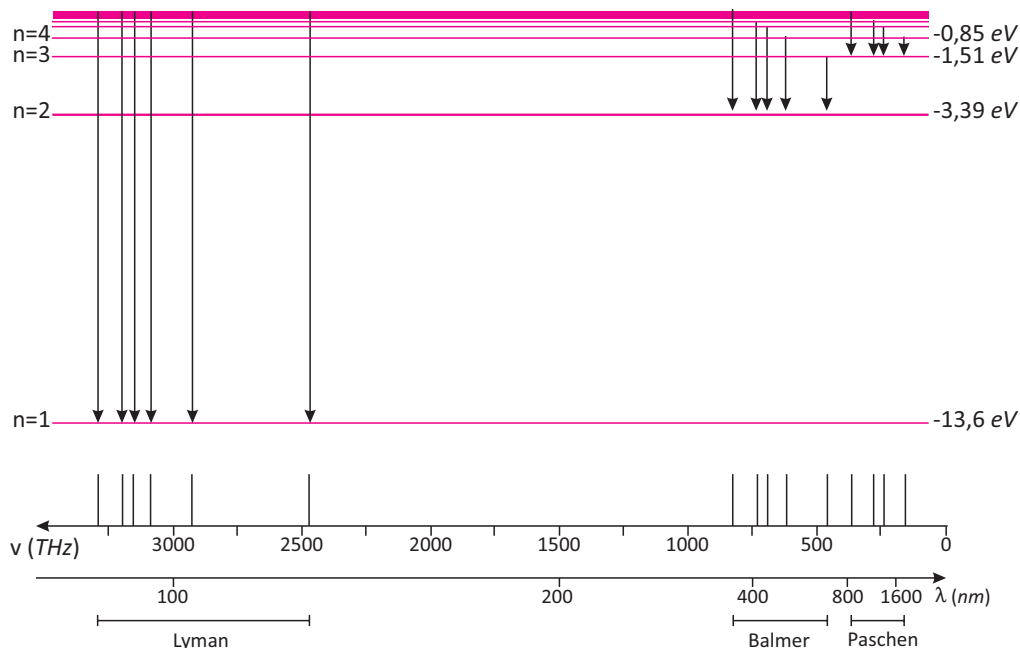
$$E_n = \frac{-13,6}{n^2}$$

Observemos o sinal negativo nessa fórmula. Quanto menor o n , mais interna será a órbita (menor o raio) e mais negativa será a energia do elétron. Os físicos usam energias negativas para indicar que algo está ligado, "confinado" a alguma região do espaço.

4º- Enquanto estiver em uma de suas órbitas permitidas, o elétron não emite nem recebe nenhuma energia.

5º- Quando um elétron muda de órbita o átomo emite ou absorve um "quantum" de energia luminosa.

Os níveis de energia são representados como na figura abaixo. Vários cientistas pesquisaram as transições nos diversos níveis. Daí termos várias séries:



Esquema de níveis e espectro do átomo de hidrogênio.

Com base no modelo de Bohr, o físico Louis de Broglie elaborou a resposta a esse questionamento elaborando um modelo bastante funcional para o átomo de hidrogênio, podendo ser estendido aos demais átomos conhecidos.

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 Ao aumentarmos a frequência em uma onda eletromagnética, verificamos algumas mudanças; o que acontece com o quantum de energia?

Resolução:

A energia do quantum é diretamente proporcional à frequência da onda eletromagnética. Portanto, um aumento da frequência gera um aumento do quantum de energia.

$E = h \cdot f$, portanto se f aumenta, então E aumenta.

02 A frequência da luz vermelha é de $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz, e a da luz violeta, $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz. Calcule a

Resolução:

energia de um fóton da luz vermelha e de um fóton da luz violeta.

$E = h \cdot f$. Portanto

$$E_{\text{vermelha}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 4,3 \cdot 10^{14}$$

$$E_{\text{vermelha}} = 2,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{violeta}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 7,5 \cdot 10^{14}$$

$$E_{\text{violeta}} = 4,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

03 Um *laser* emite um pulso de luz monocromático com duração de 6,0 ns, com frequência de $4,0 \cdot 10^{14}$ Hz e potência de 110 mW. Qual é o número de fótons contidos nesse pulso?

(Dados: constante de Planck: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1,0 \text{ ns} = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ s}$)

A energia associada a um fóton é:

Resolução:

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 4,0 \cdot 10^{14}$$

$$E = 2,64 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

A energia do pulso de luz monocromática é:

$$E_{\text{pulso}} = P \cdot \Delta t$$

$$E_{\text{pulso}} = 110 \cdot 10^{-3} \cdot 6,0 \cdot 10^{-9}$$

$$E_{\text{pulso}} = 6,6 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

Sendo assim, o número de fótons contidos no pulso é:

$$n =$$

$$n = 2,5 \cdot 10^9 \text{ fótons}$$



04 | UFPA Considere o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio e a transição que um elétron, no estado excitado, faz da órbita, cujo número quântico principal é $n = 4$, para o estado fundamental. Sendo a energia no estado fundamental $E_0 = -13,6\text{eV}$, calcule a energia, em elétron-volt, do fóton emitido nessa transição.

A diferença de energia entre os estados 1 e 4 é dada por:

Resolução:

$$\Delta E_{4,1} = -13,6.$$

$$\Delta E_{4,1} = -13,6.$$

$$\Delta E_{4,1} = -13,6.$$

$$\Delta E_{4,1} = -13,6 \cdot (0,0625 - 1)$$

$$\Delta E_{4,1} = -13,6 \cdot (-0,9375)$$

$$\Delta E_{4,1} = 12,75 \text{ eV}$$

05 | Calcule os comprimentos de onda de De Broglie associados a um elétron com velocidade de $7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ e a

uma bola de futebol com massa de 500g e velocidade de 40 m/s.

(Dados: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $m_{\text{elétron}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$)

O comprimento de onda de De Broglie associado a uma partícula é dado por:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Resolução:

Para o elétron, obtemos:

$$\lambda_e = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 7 \cdot 10^6}$$

$$\lambda_e = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Para a bola de futebol, temos:

$$\lambda_b = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{0,5 \cdot 40}$$

$$\lambda_b = 3,3 \cdot 10^{-35} \text{ m}$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | PUC-MG No estabelecimento da teoria atômica, foram propostos três modelos atômicos que se sucederam, porque não conseguiram explicar adequadamente alguns fatos experimentais. Os modelos são conhecidos pelos nomes de seus autores: Thomson, Rutherford e Bohr. Três fatos experimentais ajudaram a decidir qual deles poderia descrever o átomo de forma mais adequada. São eles: neutralidade elétrica, espalhamento de partículas alfa e estabilidade da energia orbital dos elétrons. Para cada propriedade citada em I, II e III, associe um dos critérios a seguir:

- A** Somente o modelo Thomson explicaria.
 - B** Os modelos de Thomson e Bohr explicariam.
 - C** Somente o modelo de Bohr explicaria.
 - D** Os modelos de Rutherford e Bohr explicariam.
 - E** Todos os modelos explicariam.
- I) Neutralidade elétrica.
 II) Espalhamento de partículas alfa.
 III) Estabilidade da energia orbital dos elétrons.

02 | ITA O olho humano é uma câmara com um pequeno diafragma de entrada (pupila), uma lente (cristalino) e uma superfície fotossensível (retina). Chegando à retina, os fótons produzem impulsos elétricos que são conduzidos

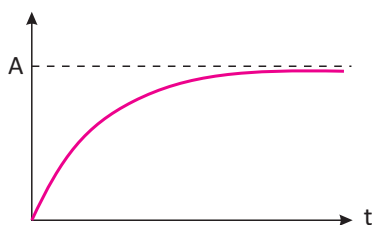
pelo nervo óptico até o cérebro, onde são decodificados. Quando devidamente acostumada à obscuridade, a pupila se dilata até um raio de 3 mm e o olho pode ser sensibilizado por apenas 400 fótons por segundo. Numa noite muito escura, duas fontes monocromáticas, ambas com potência de $6 \times 10^{-5} \text{ W}$, emitem, respectivamente, luz azul ($\lambda = 475 \text{ nm}$) e vermelha ($\lambda = 650 \text{ nm}$) isotropicamente, isto é, em todas as direções. Desprezando a absorção de luz pelo ar e considerando a área da pupila circular, qual das duas fontes pode ser vista a uma maior distância?

Justifique com cálculos.

03 | ITA Num experimento que usa o efeito fotoelétrico, ilumina-se sucessivamente a superfície de um metal com luz de dois comprimentos de onda diferentes, λ_1 e λ_2 , respectivamente. Sabe-se que as velocidades máximas dos fotoelétrons emitidos são, respectivamente, v_1 e v_2 , em que $v_1 = 2 v_2$. Designando C a velocidade da luz no vácuo, e h constante de Planck, pode-se, então, afirmar que a função trabalho ϕ do metal é dada por:

04 | UFPA-PA Um acelerador de partículas é a principal ferramenta usada pelos cientistas para pesquisas em física de altas energias. No maior acelerador linear do mundo, localizado em Stanford, elétrons podem ser acelerados até uma energia da ordem de 50 GeV ($1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$). Com essa energia, o comprimento de onda de De Broglie

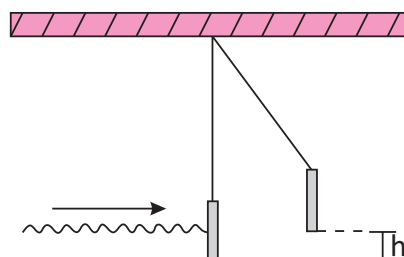
associado ao elétron vale $25 \cdot 10^{-18}$ m. O gráfico representado a seguir mostra como a velocidade v do elétron varia com o tempo t nesse acelerador:



- A** Qual é o significado físico da ordenada A mostrada no gráfico? Qual o seu valor numérico no sistema internacional?
- B** Qual o valor da quantidade de movimento (momento linear) do elétron mais energético produzido em Stanford?

Considere a constante de Planck igual a $6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s.

- 05 | ITA** Um feixe de laser com energia E incide sobre um espelho de massa m dependurado por um fio. Sabendo que o momentum do feixe de luz laser é E/c , em que c é a velocidade da luz, calcule a que altura h o espelho subirá.



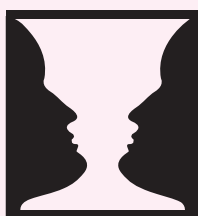
T ENEM E VESTIBULARES

- 01 | PUC** O dualismo onda-partícula refere-se a características corpusculares presentes nas ondas luminosas e a características ondulatórias presentes no comportamento de partículas, tais como elétrons. A Natureza nos mostra que características corpusculares e ondulatórias não são antagônicas, mas, sim, complementares. Dentre os fenômenos listados, o único que não está relacionado com o dualismo onda-partícula é:

- A** o efeito fotoelétrico.
- B** a ionização de átomos pela incidência de luz.
- C** a difração de elétrons.
- D** o rompimento de ligações entre átomos pela incidência de luz.
- E** a propagação, no vácuo, de ondas de rádio de frequência média.

- 02 | UFRN** Bárbara ficou encantada com a maneira de Natasha explicar a dualidade onda-partícula, apresentada nos textos de Física Moderna. Natasha fez uma analogia com o processo de percepção de imagens, apresentando uma explicação baseada numa figura muito utilizada pelos psicólogos da Gestalt. Seus esclarecimentos e a figura ilustrativa são reproduzidos a seguir:

Figura citada por Natasha, na qual dois perfis formam um cálice e vice-versa.



A minha imagem preferida sobre o comportamento dual da luz é o desenho de um cálice feito por dois perfis. Qual a realidade que percebemos na figura? Podemos ver um cálice ou dois perfis, dependendo de quem consideramos como figura e qual consideraremos como fundo, mas não podemos ver ambos simultaneamente. É um exemplo perfeito de realidade criada pelo observador, em que nós decidimos o que vamos observar. A luz se comporta de forma análoga, pois, dependendo do tipo de experiência (“fundo”), revela sua natureza de onda ou sua natureza de partícula, sempre escondendo uma quando a outra é mostrada.

Diante das explicações acima, é correto afirmar que Natasha estava ilustrando, com o comportamento da luz, o que os físicos chamam de princípio da:

- A** incerteza de Heisenberg.
- B** complementaridade de Bohr.
- C** superposição.
- D** relatividade.
- E** n.d.a

- 03 | UFES** Sabendo que uma lâmpada de vapor de sódio emite preferencialmente luz na cor laranja-amarelada, $\lambda = 600$ nm, pode-se afirmar que um fóton emitido por essa lâmpada apresenta uma energia de:

Dados: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s; $c = 3 \times 10^8$ m/s; $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$



- A** $1,1 \cdot 10^{-39}$ J.
- B** $2,2 \cdot 10^{-29}$
- C** $3,3 \cdot 10^{-19}$ J.
- D** $4,4 \cdot 10^{-9}$ J.
- E** $5,5 \cdot 10^{19}$ J

04 | UFMG Para se produzirem fogos de artifício de diferentes cores, misturam-se diferentes compostos químicos à pólvora. Os compostos à base de sódio produzem luz amarela e os à base de bário, luz verde. Sabe-se que a frequência da luz amarela é menor que a da verde. Sejam E_{Na} e E_{Ba} as diferenças de energia entre os níveis de energia envolvidos na emissão de luz pelos átomos de sódio e de bário, respectivamente, e v_{Na} e v_{Ba} as velocidades dos fótons emitidos, também respectivamente.

Assim sendo, é correto afirmar que:

- A** $E_{Na} < E_{Ba}$ e $v_{Na} = v_{Ba}$
- B** $E_{Na} < E_{Ba}$ e $v_{Na} \neq v_{Ba}$
- C** $E_{Na} > E_{Ba}$ e $v_{Na} = v_{Ba}$
- D** $E_{Na} > E_{Ba}$ e $v_{Na} \neq v_{Ba}$
- E** n.d.a

05 | UDESC Foi determinado experimentalmente que, quando se incide luz sobre uma superfície metálica, essa superfície emite elétrons. Esse fenômeno é conhecido como efeito fotoelétrico e foi explicado em 1905 por Albert Einstein, que ganhou em 1921 o Prêmio Nobel de Física, em decorrência desse trabalho. Durante a realização dos experimentos desenvolvidos para compreender esse efeito, foi observado que:

1. os elétrons eram emitidos imediatamente. Não havia atraso de tempo entre a incidência da luz e a emissão dos elétrons.
2. quando se aumentava a intensidade da luz incidente, o número de elétrons emitidos aumentava, mas não sua energia cinética.
3. a energia cinética do elétron emitido é dada pela equação $E_c = mv^2/2 = hf - W$, em que o termo hf é a energia cedida ao elétron pela luz, sendo h a constante de Planck e f a frequência da luz incidente. O termo W é a energia que o elétron tem que adquirir para poder sair do material, e é chamado função trabalho do metal.

Considere as seguintes afirmativas:

- I. Os elétrons com energia cinética zero adquiriram energia suficiente para serem arrancados do metal.
- II. Assim como a intensidade da luz incidente não influencia a energia dos elétrons emitidos, a frequência da luz incidente também não modifica a energia dos elétrons.
- III. O metal precisa ser aquecido por certo tempo, para que ocorra o efeito fotoelétrico.

Assinale a alternativa correta.

- A** Somente a afirmativa II é verdadeira
- B** Todas as afirmativas são verdadeiras
- C** Somente as afirmativas I e II são verdadeiras
- D** Somente a afirmativa III é verdadeira
- E** Somente a afirmativa I é verdadeira.

06 | UFRGS Selecione a alternativa que apresenta as palavras que completam corretamente as lacunas, pela ordem, no seguinte texto relacionado com o efeito fotoelétrico.

O efeito fotoelétrico, isto é, a emissão de por metais sob a ação da luz, é um experimento dentro de um contexto físico extremamente rico, incluindo a oportunidade de pensar sobre o funcionamento do equipamento que leva à evidência experimental relacionada com a emissão e a energia dessas partículas, bem como a oportunidade de entender a inadequacidade da visão clássica do fenômeno. Em 1905, ao analisar esse efeito, Einstein fez a suposição revolucionária de que a luz, até então considerada como um fenômeno ondulatório, poderia também ser concebida como constituída por conteúdos energéticos que obedecem a uma distribuição, os quanta de luz, mais tarde denominados

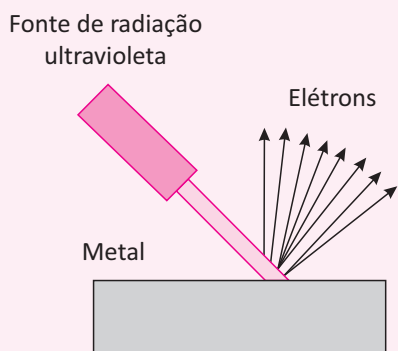
- A** fótons – contínua – fótons
- B** fótons – contínua – elétrons
- C** elétrons – contínua – fótons
- D** elétrons – discreta – elétrons
- E** elétrons – discreta – fótons

07 | UFRS A tabela mostra as frequências (f) de três ondas eletromagnéticas que se propagam no vácuo. Comparando-se essas três ondas, verifica-se que:

Ondas	$f(\text{Hz})$
x	$3 \cdot 10^{17}$
y	$6 \cdot 10^{14}$
z	$3 \cdot 10^{14}$

- A** a energia de um fóton associado à onda X é maior do que a energia de um fóton associado à onda Y.
- B** o comprimento de onda da onda Y é igual ao dobro do da onda Z.
- C** à onda Z estão associados os fótons de maior energia e de menor quantidade de movimento linear.
- D** a energia do fóton associado à onda X é igual à associada à onda Y
- E** as três ondas possuem o mesmo comprimento de onda.

08 | UNIMONTES O efeito fotoelétrico ocorre quando uma radiação eletromagnética, por exemplo a ultravioleta, incide sobre uma placa metálica, provocando a emissão de elétrons por essa placa, como mostra a figura a seguir.



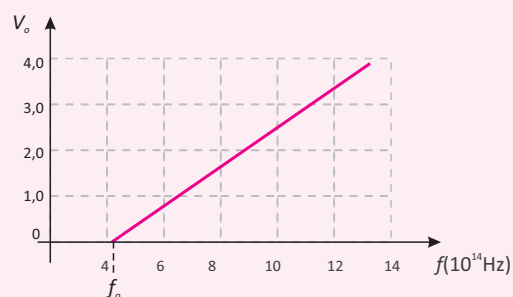
Esse efeito tem aplicações importantes em sistemas como alarmes, portões eletrônicos, etc. O efeito fotoelétrico foi também utilizado por Bohr para propor seus postulados. Relacionando tal efeito com o modelo atômico proposto por Bohr, é INCORRETO afirmar que:

- A** o elétron deve receber uma energia mínima suficiente para sua emissão da placa metálica.
- B** a emissão de elétrons que estiverem mais próximos do núcleo requer radiação mais energética.
- C** a quantidade de energia, para que ocorra o efeito fotoelétrico, é a mesma para qualquer metal.
- D** a radiação absorvida, em parte, é convertida em energia cinética pelo elétron que foi emitido.
- E** a quantidade de energia, para que ocorra o efeito fotoelétrico, depende do metal utilizado.

09 | UNIMONTES-MG No efeito fotoelétrico, elétrons são ejetados de uma superfície metálica, através da incidência de luz sobre ela. A equação de Einstein para o efeito fotoelétrico, baseada na hipótese do fóton, é $hf = \phi + K_m$ em que hf é a energia do fóton ab-

sorvido pelo elétron na superfície do metal. A função trabalho ϕ é a energia necessária para se remover esse elétron do metal, e K_m a energia cinética máxima do elétron fora da superfície. Para frear o elétron ejetado da superfície, é necessário um potencial elétrico V_0 , de modo que $K_m = eV_0$, sendo e a carga do elétron. Em termos de V_0 , a equação de Einstein fica na forma $V_0 = (h/e)f - (\phi/e)$.

Abaixo, temos um gráfico $V_0 \times f$, para diversos experimentos realizados (os pontos pretos são obtidos de experimentos), e também um trecho de reta, contínuo, que representa a função $V_0(f)$ da teoria de Einstein.



Com base nas informações do texto e no gráfico, é CORRETO afirmar que

- A** os elétrons, no efeito fotoelétrico, são ejetados da superfície metálica, a partir de uma certa intensidade da luz incidente.
- B** a energia cinética máxima do elétron ejetado é igual a hf , mesma energia do fóton incidente.
- C** os elétrons, no efeito fotoelétrico, são ejetados da superfície metálica, a partir de uma determinada frequência da luz incidente.
- D** a energia cinética máxima do elétron ejetado é igual a ϕ , mesma energia necessária para remover o elétron do metal.
- E** n. d. a

10 | UEL Alguns semicondutores emissores de luz, mais conhecidos como LEDs, estão sendo introduzidos na sinalização de trânsito das principais cidades do mundo. Isto se deve ao tempo de vida muito maior e ao baixo consumo de energia elétrica dos LEDs em comparação com as lâmpadas incandescentes, que têm sido utilizadas para esse fim. A luz emitida por um semicondutor é proveniente de um processo físico, onde um elétron excitado para a banda de condução do semicondutor decai para a banda de valência, emitindo um fóton de energia $E = h\nu$. Nesta relação, h é a constante de Planck, ν é a frequência da luz emitida ($\nu = c / \lambda$, onde c é a velocidade da luz



e λ o seu comprimento de onda), e E equivale à diferença em energia entre o fundo da banda de condução e o topo da banda de valência, conhecida como energia de "gap" do semicondutor. Com base nessas informações e no conhecimento sobre o espectro eletromagnético, é correto afirmar:

- A** A energia de "gap" de um semicondutor será maior quanto maior for o comprimento de onda da luz emitida por ele.
- B** Para que um semicondutor emita luz verde, ele deve ter uma energia de "gap" maior que um semicondutor que emite luz vermelha.
- C** O semicondutor que emite luz vermelha tem uma energia de "gap" cujo valor é intermediário às energias de "gap" dos semicondutores que emitem luz verde e amarela.
- D** A energia de "gap" de um semicondutor será menor quanto menor for o comprimento de onda da luz emitida por ele.
- E** O semicondutor emissor de luz amarela tem energia de "gap" menor que o semicondutor emissor de luz vermelha.

11 | UFC Quanto ao número de fótons existentes em 1 joule de luz verde, 1 joule de luz vermelha e 1 joule de luz azul, podemos afirmar, corretamente, que:

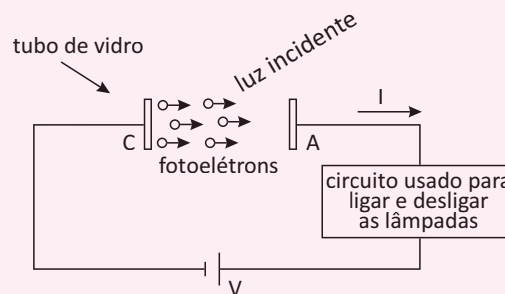
- A** existem mais fótons em 1 joule de luz verde que em 1 joule de luz vermelha e existem mais fótons em 1 joule de luz verde que em 1 joule de luz azul.
- B** existem mais fótons em 1 joule de luz vermelha que em 1 joule de luz verde e existem mais fótons em 1 joule de luz verde que em 1 joule de luz azul.
- C** existem mais fótons em 1 joule de luz azul que em 1 joule de verde e existem mais fótons em 1 joule de luz vermelha que em 1 joule de luz azul.
- D** existem mais fótons em 1 joule de luz verde que em 1 joule de luz azul e existem mais fótons em 1 joule de luz verde que em 1 joule de luz vermelha.
- E** existem mais fótons em 1 joule de luz vermelha que em 1 joule de luz azul e existem mais fótons em 1 joule de luz azul que em 1 joule de luz verde.

12 | ENEM O efeito fotoelétrico contrariou as previsões teóricas da física clássica porque mostrou que a energia

cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende:

- A** exclusivamente da amplitude da radiação incidente.
- B** da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.
- C** da amplitude e não do comprimento de onda da radiação incidente.
- D** do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.
- E** da frequência e não da amplitude da radiação incidente.

13 | UEPB A descoberta do efeito fotoelétrico e sua explicação pelo físico Albert Einstein, em 1905, teve grande importância para a compreensão mais profunda da natureza da luz. No efeito fotoelétrico, os fotoelétrons são emitidos, de um cátodo C, com energia cinética que depende da frequência da luz incidente e são coletados pelo ânodo A, formando a corrente I mostrada. Atualmente, alguns aparelhos funcionam com base nesse efeito e um exemplo muito comum é a fotocélula utilizada na construção de circuitos elétricos para ligar/desligar as lâmpadas dos postes de rua. Considere que em um circuito foi construído conforme a figura e que o cátodo é feito de um material com função trabalho $W = 3,0$ eV (elétron-volt). Se um feixe de luz incide sobre C,



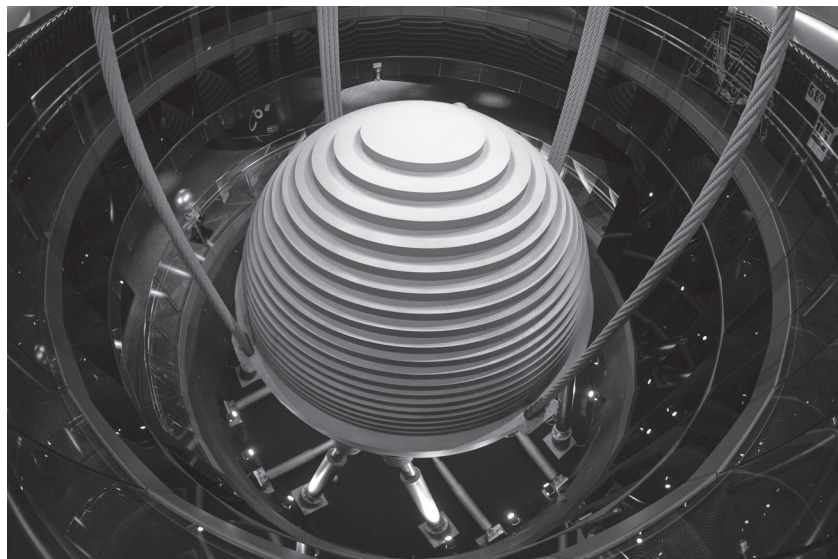
então o valor de frequência f da luz para que sejam, sem qualquer outro efeito, emitidos fotoelétrons com energia cinética máxima $E_c = 3,6$ eV, em hertz, vale:

Dados: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J

- A** $1,6 \cdot 10^{15}$.
- B** $3,0 \cdot 10^{15}$.
- C** $3,6 \cdot 10^{15}$.
- D** $6,6 \cdot 10^{15}$.
- E** $3,2 \cdot 10^{15}$.

DINÂMICA DO MHS

SISTEMA MASSA-MOLA

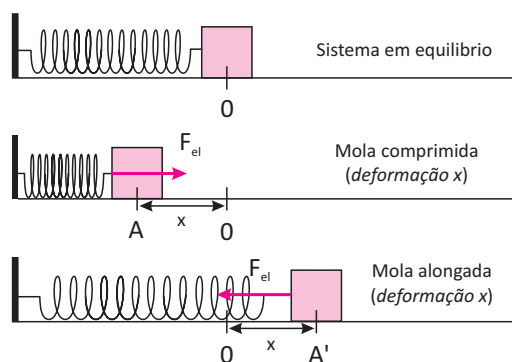


Conjunto de amortecedores sustentam um pêndulo no alto de um edifício.

Mesmo sem imaginarmos, aplicações para muitos dos ramos da física bem como de muitas outras ciências, todas estão presentes em nosso dia a dia.

Nesse contexto, temos os sistemas conservativos como veremos abaixo.

Um corpo de massa m realiza MHS (Movimento Harmônico Simples) quando esse corpo, em trajetória retilínea, oscila periodicamente em torno de uma posição de equilíbrio O , sob ação de uma força chamada de força restauradora, essa força sempre é dirigida para O . No sistema Massa-mola a força restauradora é a Força Elástica fornecida pela expressão $F_{el} = -kx$ (Lei de Hooke)

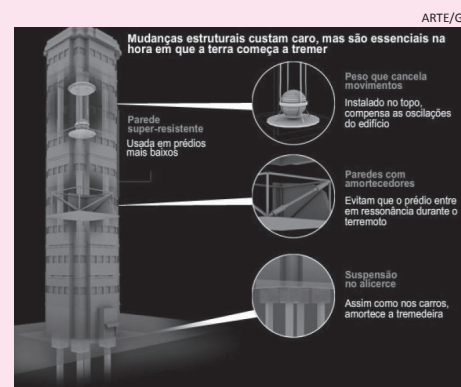


Portanto, na medida em que empurramos o bloco de massa m à esquerda a partir da posição O , uma força de sentido contrário e proporcional ao deslocamento X surgirá, tentando manter o bloco na posição de equilíbrio O . Essa força terá módulo máximo no ponto de abscissa $x=-A$, a partir de onde, retornará.

Analogamente, se para afastamos o bloco de massa m para a direita a posição de equilíbrio O (origem da abscissa x orientada para a direita), a força restauradora vai aumentando até atingir um valor máximo no ponto $x=+A'$ (abscissa máxima, a partir da qual retornará).

TECNOLOGIAS DE RESISTÊNCIA A TERREMOTOS

Confira abaixo os detalhes das construções que ficam em pé, não importa a sacudida.



Ao construir um novo prédio, a preocupação começa na fundação, parte do edifício que fica em contato com o solo. Os prédios ganham alicerces com suspensão para absorver o impacto gerado pelo terremoto. Nos prédios como os do governo japonês, são instalados amortecedores eletrônicos, que podem ser controlados à distância. Em prédios mais simples, são usados amortecedores de molas que funcionam de um jeito parecido à suspensão de veículos. Os engenheiros também colocam um material especial para amortecer as junções entre as colunas, a laje e as estruturas de aço que compõe cada andar. “Esse material ajuda a dissipar a energia quando a estrutura se movimenta em direções opostas, assim o prédio não esmaga os andares intermediários”, explica Dantas. Todos os andares possuem, além de paredes de concreto, uma estrutura de aço interna, que ajuda a suportar o peso do prédio.

<http://blogdopetcivil.com/tag/resistencia-a-terremotos/>



A distância do ponto O até os extremos $x = +A'$ e $x = -A$ é chamada de amplitude A do MHS.

Vemos que nesses extremos $+A'$ e $-A$, ocorre inversão de sentido do movimento e a velocidade se anula. Observamos também, que na passagem pela posição de equilíbrio (ponto O), a velocidade é máxima em módulo.

PERÍODO T DO MHS

Lembrando que o período de um movimento é o tempo gasto para que ele realize um movimento completo, o período é fornecido pela expressão:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Onde.:

T – período – tempo que a massa m demora para efetuar um “vai e vem” completo

m – massa que executa o MHS

k – constante elástica da mola

Lembrando que o sistema massa mola é definido pela velocidade angular; dada pela expressão:

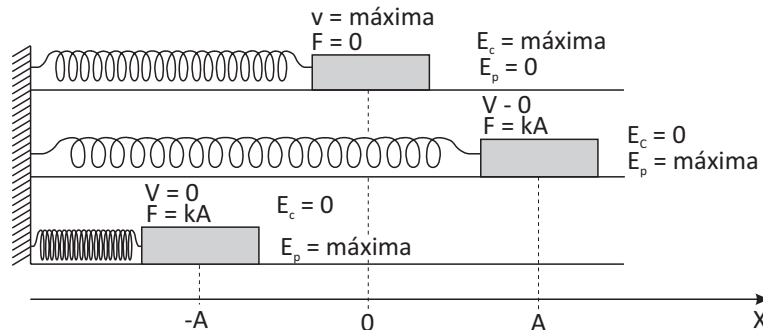
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

ENERGIA NO MHS NO PLANO HORIZONTAL

A energia presente no sistema (sem atrito) durante a deformação da mola é a potencial elástica $E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$.

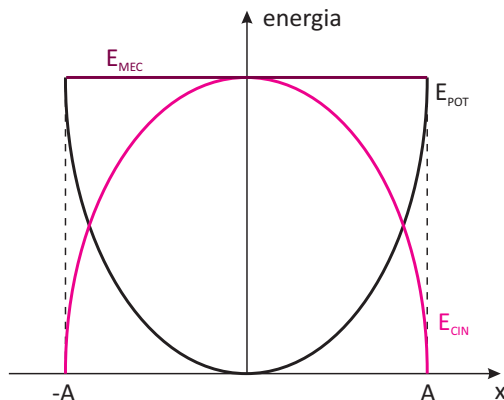
Ao liberarmos a mesma a energia potencial elástica se transforma em Energia cinética $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$.

A energia mecânica é sempre constante no MHS e valendo $E_m = E_c + E_p$ ou $E_m = \frac{kx^2}{2} + \frac{m \cdot v^2}{2}$



Graficamente podemos representar a variação da energia em função da posição.

GRÁFICOS



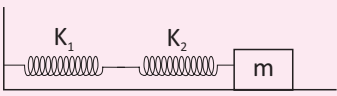
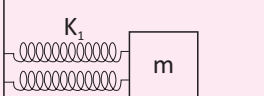
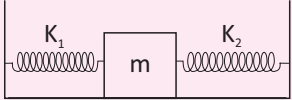
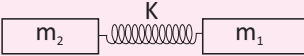
$$E_{POT} = k \frac{x^2}{2}$$

$$E_{MEC} = k \frac{A^2}{2}$$

$$E_{CIN} = m\omega^2 \frac{A-x^2}{2}$$

SISTEMA DE MOLAS

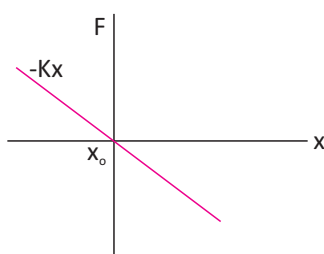
Num sistema é necessário calcular a resultante da constante elástica da mola a ser utilizada, como vemos no quadro abaixo:

<p>A)</p> 	<p>B)</p> 
$K_e = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2}$	$K_2 = K_1 + K_2$
<p>C)</p> 	<p>D)</p> 
$K_e = K_1 + K_2$	$M_{reduzida} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

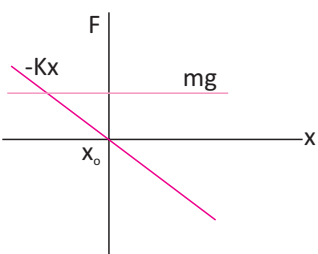
MOLA PENDURADA

No caso do sistema massa-mola pendurado ou em pé, temos o acréscimo da força-peso ao sistema, onde haverá um deslocamento da posição de equilíbrio em relação ao sistema massa-mola sem gravidade, conforme poderemos ver pelos gráficos abaixo. Sendo assim, a nova posição em que a resultante de forças será nula, será um pouco mais embaixo, tanto para o sistema pendurado quanto para o em pé.

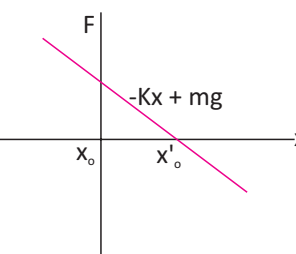
Análise Gráfica das Forças sobre o Bloco de Massa M com o Sistema Massa-Mola Pendurado



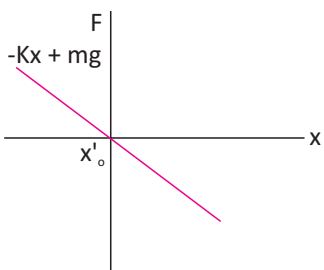
Esse gráfico representa a força restauradora da mola, sem a ação da gravidade.



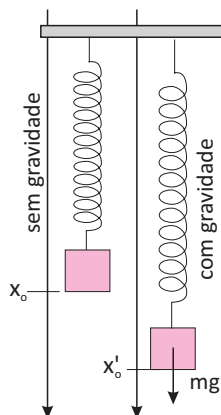
Entretanto, a força gravitacional também atua sobre a massa.



Assim, a força resultante é a representada acima.



Uma simples translação da origem do eixo nos dá um gráfico idêntico ao inicial.

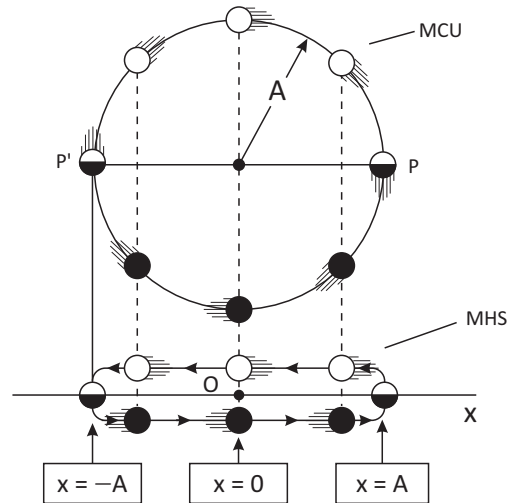


Portanto, o movimento resultante deve ser igual ao inicial, a menos da localização do ponto de equilíbrio

A análise passo a passo de como se comporta o sistema massa-mola pendurado ou em pé, seria um ótimo exercício para o entendimento do que fora apresentado nessa seção.



Podemos construir funções para descobrir a posição x , a velocidade v e a aceleração de uma partícula em um MHS. Como vemos abaixo:



As funções horárias do MHS são dadas por:

$$x = A \cdot \cos(\omega t + \phi_0)$$

A constante ϕ_0 é denominada fase inicial e descreve a situação do sistema no instante zero. Ao argumento $\omega t + \phi_0$, chamamos fase.

No SI, a unidade da fase inicial é o radiano (rad)

$$v = -\omega A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi_0)$$

e

$$a = -\omega^2 A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi_0)$$

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 Um corpo de massa 3,2 kg, oscila preso à extremidade de uma mola de constante elástica $k = \frac{20N}{m}$. Determine o período desta oscilação.

Resolução:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{3,2}{20}}$$

$$T = 0,8\pi s$$

02 Um corpo preso a uma mola oscila com amplitude 0,30 m, tendo fase inicial igual a π rad. Sendo o período de oscilação do corpo $8\pi \cdot 10^{-2}$ s, determine a função horária da elongação desse movimento.

Resolução:

A amplitude é dada por $A = 0,3$ m, a fase inicial é π rad. A pulsação é obtida da seguinte maneira:

$$\omega = 2\pi/T$$

$$\omega = 2\pi / 8\pi \cdot 10^{-2}$$

$$\omega = 25 \text{ rad/s}$$

Logo, a função horária é: $x = 0,30 \cdot (\cos(25t + \pi))$

03 Um corpo realiza um MHS cuja função horária é:

$$x = 5 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \pi\right)$$

Determine a amplitude, a pulsação, a fase inicial, o período e a frequência para este movimento.

Resolução:

Da equação horária do MHS, $x = A \cdot \cos(\omega t + \phi_0)$, temos a amplitude $A = 5 \text{ m}$, a pulsação $\omega = \pi/2 \text{ rad/s}$, a fase inicial $\phi_0 = \pi$ e para o cálculo do período temos:

$$\omega = 2\pi/T$$

$$T = 2\pi / \pi/2$$

$$T = 4 \text{ s}$$

Para a frequência: $f = 1/T$

$$f = 1/4$$

$$f = 0,25 \text{ Hz}$$

04 | Dada a função horária da elongação:

$$x = 3 \cdot \cos\left(5\pi \cdot t + \frac{\pi}{4}\right)$$

Sabendo que todos os valores se encontram em unidades do SI responda:

- A Qual a amplitude do movimento?
- B Qual a pulsação do movimento?
- C Qual o período do movimento?

Resolução:

- A Retirando o valor da equação, com unidades do SI temos:
 $A = 3 \text{ m}$

- B Retirando o valor da equação, com unidades do SI temos:

$$\omega = 5\pi$$

- C Conhecendo a pulsação e sabendo que:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Igualando os valores:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 5\pi$$

$$T = \frac{2\pi}{5\pi}$$

$$T = 0,4 \text{ s}$$

05 | Qual a aceleração de um corpo que descreve MHS quando sua elongação é $x = 0$ e quando $x = A$?

Resolução:

Utilizando a equação:

$$a = \omega^2 \cdot x$$

Sabendo que a pulsação tem um valor fixo, independente da elongação, é fácil perceber que:

Em $x = 0$, a aceleração será nula ($a = 0$) e

Em $x = A$, a aceleração será máxima (ou mínima, dependendo o sinal de A).

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 | **UFC** Uma partícula de massa m move-se sobre o eixo x , de modo que as equações horárias para sua velocidade e sua aceleração são, respectivamente, $v(t) = -\omega A \sin(\omega t + \phi_0)$ e $a(t) = \omega^2 A \cos(\omega t + \phi_0)$, com ω , A e ϕ_0 constantes.

- A Determine a força resultante em função do tempo, $F(t)$, que atua na partícula.
- B Considere que a força resultante também pode ser escrita como $F(t) = -kx(t)$, onde $k = m\omega^2$. Determine a equação horária para a posição da partícula, $x(t)$, ao longo do eixo x .
- C Usando as expressões para as energias cinética, $E_c(t) = 1/2 m v^2(t)$, e potencial, $E_p(t) = 1/2 k x^2(t)$, mostre que a energia mecânica da partícula é constante.

02 | Um ponto material de massa $m = 0,04 \text{ kg}$ oscila em torno da posição O de equilíbrio, com M.H.S.. A energia total mecânica do sistema é $32 \cdot 10^{-4} \text{ J}$. Sendo a constante elástica da mola $k = 0,16 \text{ N/m}$ e desprezando-se ações dissipativas, determine:

- A O período de oscilação;
- B A velocidade angular;
- C A amplitude da oscilação;

03 | O movimento de um corpo sobre o eixo- x obedece a seguinte equação

$$x = 4 \cos\left(\frac{1}{2} \pi t + \pi\right)$$

unidades no S.I. Determinar:

- A A amplitude, a pulsação e a fase inicial;
- B O período e a frequência do movimento;

04 | Um ponto material executa um Movimento Harmônico Simples (M. H. S.) e tem num determinado instante velocidade de 8 cm/s . Sabendo-se que nesse instante a diferença entre os quadrados de sua amplitude e de sua elongação é de 36 cm , determinar sua pulsação.

05 | Um oscilador massa-mola, cuja massa é 1 kg , oscila a partir de sua posição de equilíbrio. Sabendo que a constante elástica da mola é 60 N/m , calcule a velocidade angular e a frequência desse oscilador.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UNIMES Um M.H.S. (movimento harmônico simples) é descrito pela função horária $x = 5 \cos(\pi t/2 + 3\pi/2)$, com x em metros e t em segundos. É correto afirmar que:

- A** a amplitude do movimento é 10m;
- B** a velocidade angular é $5\pi/2$ rad/s;
- C** a frequência do movimento é 0,25Hz;
- D** o período do movimento é 0,50s;
- E** a fase inicial é 3π radianos.

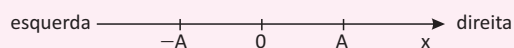
02 | UFU Uma partícula oscila ligada a uma mola leve executando movimento harmônico simples de amplitude 2,0m. O diagrama seguinte representa a variação da energia potencial elástica (E_p) acumulada na mola em função da elongação da partícula (x). Pode-se afirmar que a energia cinética da partícula no ponto de elongação $x = 1,0$ m, vale:

- A** $3,0 \cdot 10^3$ J
- B** $2,0 \cdot 10^3$ J
- C** $1,5 \cdot 10^3$ J
- D** $1,0 \cdot 10^3$ J
- E** $5,0 \cdot 10^2$ J

03 | UFC Considere um oscilador harmônico simples, unidimensional, do tipo massa-mola. Num primeiro momento ele é posto para oscilar com amplitude A , tendo frequência f_1 e energia mecânica E_1 , e num segundo momento, com amplitude $2A$, tendo frequência f_2 e energia mecânica E_2 . Das opções abaixo indique aquela contém somente relações verdadeiras:

- A** $f_2 = f_1$ e $E_2 = 4E_1$
- B** $f_2 = f_1$ e $E_2 = 2E_1$
- C** $f_2 = 2f_1$ e $E_2 = 4E_1$
- D** $f_2 = 2f_1$ e $E_2 = 2E_1$
- E** $f_2 = 4f_1$ e $E_2 = 4E_1$

04 | UFRGS Uma massa M executa um movimento harmônico simples entre as posições $x = -A$ e $x = A$, conforme representa a figura.



Qual a alternativa que se refere corretamente aos módulos e aos sentidos das grandezas velocidade e aceleração da massa M na posição $x = -A$?

- A** A velocidade é nula; a aceleração é nula.
- B** A velocidade é máxima e aponta para a direita; a aceleração é nula.
- C** A velocidade é nula; a aceleração é máxima e aponta para a direita.
- D** A velocidade é nula; a aceleração é máxima e aponta para a esquerda.
- E** A velocidade é máxima e aponta para a esquerda; a aceleração é máxima e aponta para a direita.

05 | UFC Considere dois osciladores, um pêndulo simples e um sistema massa-mola, que na superfície da Terra têm períodos iguais. Se levados para um planeta onde a gravidade na superfície é $1/4$ da gravidade da superfície da Terra, podemos dizer que a razão entre o período do pêndulo e o período do sistema massa-mola, medidos na superfície do tal planeta, é:

- A** $1/4$
- B** $1/2$
- C** 1
- D** 2
- E** 4

06 | UFPB Um Professor de Física utiliza uma mola, de constante elástica k e comprimento L (quando não distendida), para demonstrar em sala de aula o movimento harmônico simples (MHS). A mola, presa ao teto da sala, pende verticalmente. Um corpo de massa m é preso à extremidade livre da mola e subitamente largado.

Desprezando todas as forças dissipativas, admitindo que a mola tem massa desprezível e que a gravidade terrestre é g , analise as afirmações a seguir:

$(g = 10 \text{ m/s}^2)$

- I. O período do MHS obtido é $T = 2\pi\sqrt{(l/g)}$
- II. O corpo não realiza MHS devido à gravidade.
- III. A nova posição de equilíbrio está deslocada de $\Delta L = mg/k$.
- IV. A energia mecânica total do corpo, no movimento vertical, é igual à soma das suas energias cinética, potencial elástica e potencial gravitacional.

Estão corretas apenas:

- A** I e II
- B** I e III
- C** I e IV
- D** II e III
- E** III e IV

07] **OSEC** Um móvel executa um movimento harmônico simples de equação

$$x = 8 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{8} \cdot t\right)$$

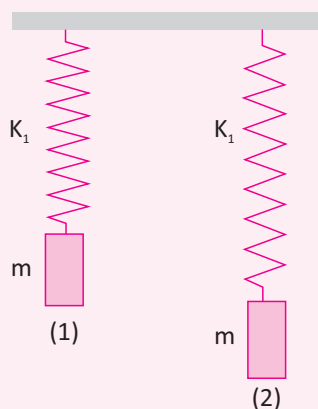
onde t é dado em segundos e x em metros. Após 2,0 s, a elongação do movimento é:

- A zero
- B 2,0 m
- C 3,5 m
- D 5,7 m
- E 8,0 m

08] **UNITAU** Um corpo de massa m , ligado a uma mola de constante elástica k , está animado de um movimento harmônico simples. Nos pontos em que ocorre a inversão no sentido do movimento:

- A são nulas a velocidade e a aceleração
- B são nulas a velocidade e a energia potencial
- C o módulo da aceleração e a energia potencial são máximas
- D a energia cinética é máxima e a energia potencial é mínima
- E a velocidade, em módulo, e a energia potencial são máximas

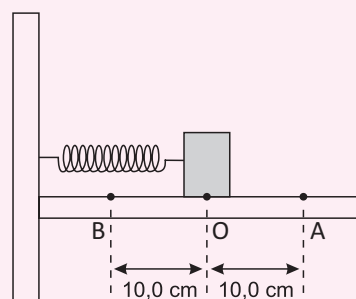
09] **ITA-SP** Duas molas ideais, sem massa e de constantes de elasticidade k_1 e k_2 , sendo $k_1 < k_2$, acham-se penduradas no teto de uma sala. Em suas extremidades livres penduram-se massas idênticas.



Observa-se que, quando os sistemas oscilam verticalmente, as massas atingem a mesma velocidade máxima. Indicando por A_1 e A_2 , as amplitudes dos movimentos e por E_1 e E_2 as energias mecânicas dos sistemas (1) e (2), respectivamente, podemos dizer que:

- A $A_1 > A_2$ e $E_1 = E_2$
- B $A_1 > A_2$ e $E_1 = E_2$
- C $A_1 > A_2$ e $E_1 > E_2$
- D $A_1 > A_2$ e $E_1 > E_2$
- E $A_1 = A_2$ e $E_1 > E_2$

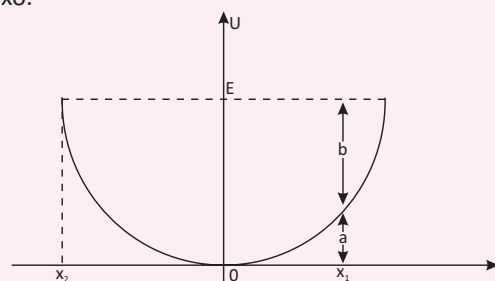
10] **MACK** Um corpo de 250g de massa encontra-se em equilíbrio, preso a uma mola helicoidal de massa desprezível e constante elástica k igual a 100N/m, como mostra a figura abaixo.



O atrito entre as superfícies em contato é desprezível. Estica-se a mola, com o corpo até o ponto A, e abandona-se o conjunto nesse ponto, com velocidade zero. Em um intervalo de 1,0s, medido a partir desse instante, o corpo retornará ao ponto A

- A um vez
- B duas vezes
- C três vezes
- D quatro vezes
- E seis vezes

11] **UFU-MG** Uma massa m executa um MHS. Sua energia potencial U , em função de sua posição x , está no gráfico abaixo.



Se E for sua energia total, teremos:

- A em x_1 , sua energia cinética será a
- B em x_1 , sua energia potencial será b
- C em x_1 , sua energia cinética será $+b$
- D na posição x_2 sua energia cinética será máxima
- E na posição x_2 sua energia potencial será nula.

12| PUC A figura a seguir mostra um corpo de massa $m = 0,05 \text{ kg}$, preso a uma mola de constante elástica $k = 20 \text{ N/m}$. O objeto é deslocado 20 cm para a direita, a partir da posição de equilíbrio sobre uma superfície sem atrito, passando a oscilar entre $x = A$ e $x = -A$.

Assinale a afirmativa CORRETA.

- A** Na posição $x = -20 \text{ cm}$, a mola tem uma energia cinética de $0,4 \text{ J}$ e a energia potencial elástica do corpo é nula.
- B** Na posição $x = -20 \text{ cm}$, toda a energia do sistema vale $0,4 \text{ J}$ e está no objeto sob a forma de energia cinética.
- C** Na posição $x = 0$, toda a energia do sistema está no corpo na forma de energia cinética e sua velocidade vale 4 m/s .
- D** Na posição $x = 20 \text{ cm}$, toda a energia do sistema vale $0,8 \text{ J}$ sendo $0,6 \text{ J}$ na mola e o restante no objeto.

13| ESPCEX Um objeto preso por uma mola de constante elástica igual a 20 N/m executa um movimento harmônico simples em torno da posição de equilíbrio. A energia

mecânica do sistema é de $0,4 \text{ J}$ e as forças dissipativas são desprezíveis. A amplitude de oscilação do objeto é de:

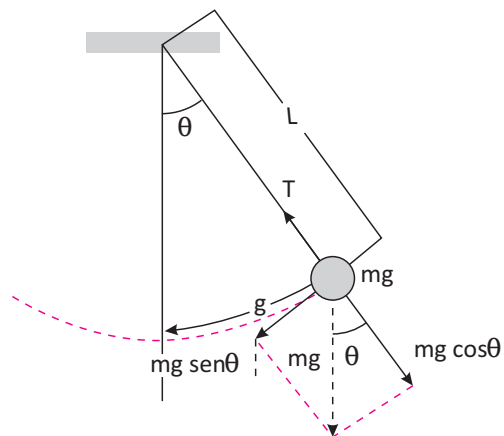
- A** $0,1 \text{ m}$
- B** $0,2 \text{ m}$
- C** $1,2 \text{ m}$
- D** $0,6 \text{ m}$
- E** $0,3 \text{ m}$

14| MACK Um corpo de $0,50 \text{ kg}$ oscila, periodicamente, sobre uma reta em torno de um ponto, com sua posição x em função do tempo, na reta, dada em relação a esse ponto, pela função $x = 0,30 \cos \pi t$. A posição x é medida em metros, π em rad/s e t em segundos. Dentre as alternativas, o valor mais próximo da força resultante que age sobre esse corpo, no instante $t = 1/3 \text{ s}$, é

- A** $0,74 \text{ N}$
- B** $0,82 \text{ N}$
- C** $0,96 \text{ N}$
- D** $1,20 \text{ N}$
- E** $1,48 \text{ N}$

PÊNDULO SIMPLES

Pêndulo Simples, por definição consta de uma massa m , presa na extremidade inferior de um fio ideal, fixada verticalmente na sua extremidade superior (figura):



Ao colocarmos o pêndulo simples para oscilar com oscilações de pequena abertura (no máximo 15°), ele descreverá um MHS, equivalente a um movimento circular de raio $R=L$, sendo L o comprimento do fio.

O período (T) é fornecido pela expressão:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

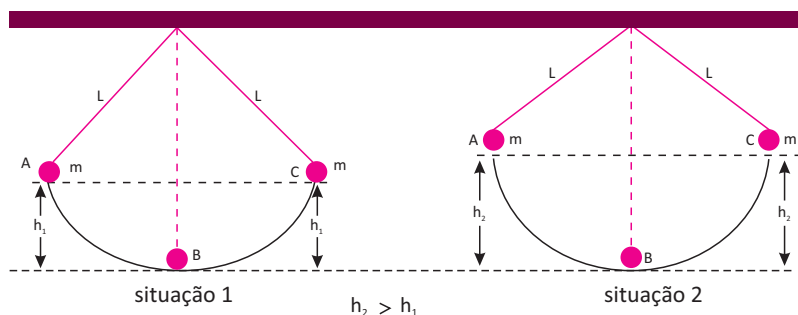
Na representação, g é a aceleração da gravidade local.



OBSERVAÇÃO:

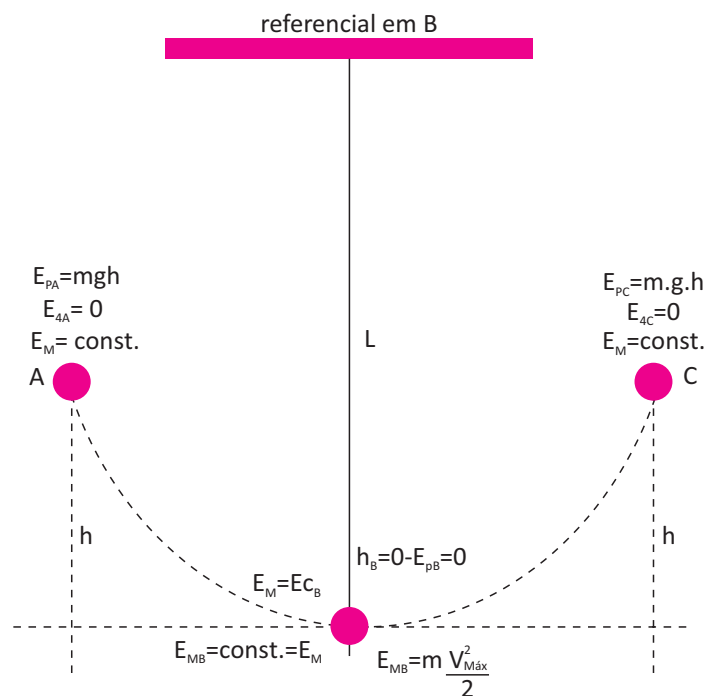
- A massa pendular m não influi no período T do movimento. Assim temos dois pêndulos de mesmo comprimento L , mas de massas diferentes M e m , apresentam o mesmo período T .

O período de um pêndulo simples independe da amplitude, ou seja, da altura em que m é abandonada, assim, os pêndulos da figura abaixo, tanto na situação 1 como na 2, demoram o mesmo tempo para ir de A até B, de B até C, de C até B e de B até A.



O período de um pêndulo simples é inversamente proporcional à raiz quadrada da aceleração da gravidade g . Dessa forma, quanto maior for a aceleração da gravidade do local onde está o pêndulo, menor será o seu período.

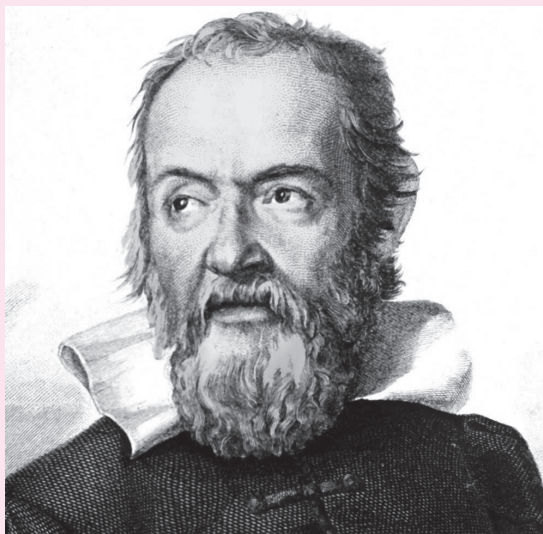
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ENERGIA



PERÍODO INDEPENDE DO ÂNGULO

Esse resultado nos diz que o período de oscilação do pêndulo simples, independe da abertura angular em que ele é solto, somente dependendo de parâmetros considerados fixos como o comprimento do fio do pêndulo ou haste e da gravidade local (no caso do sistema massa-mola o parâmetro a ser considerado como vimos, é o fator de restauração k e o fator de inércia m). Dessa forma podemos concluir que não deverá haver variações no período do pêndulo podendo o mesmo ser utilizado como medidor do tempo.

Uma das primeiras pessoas que deve ter observado isso seria o cientista italiano Galileu Galilei. Ele que é considerado por muitos como o pai da física, não só percebeu isso como fez alguns relógios de pêndulo como o que aparece mais embaixo.



Galileu Galilei. Cientista italiano, considerado por muitos como o pai da física.

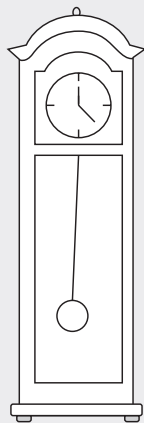


Um dos relógios de pêndulo de Galileu

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/fisica/movimento-harmonico>

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 | UNICAMP Um antigo relógio de pêndulo é calibrado no frio inverno gaúcho. Considere que o período desse relógio é dado por:



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Onde L é o comprimento do pêndulo e g a aceleração da gravidade, pergunta-se:

- A** Este relógio atrasará ou adiantará quando transportado para o quente verão nordestino?
- B** Se o relógio for transportado do nordeste para a superfície da Lua, nas mesmas condições de temperatura, ele atrasará ou adiantará?

Resolução:

- A** Como o comprimento do pêndulo aumenta, pois ele se dilata devido à elevação da temperatura e como raiz quadrada de L é diretamente proporcional à T , o período aumentará e o relógio atrasará.
- B** Sendo T inversamente proporcional a g e como g diminui ($g_{\text{Lua}} < g_{\text{Terra}}$), o período aumentará e o relógio atrasará

02 | FUVEST O pêndulo de Foucault – popularizado pela famosa obra de Umberto Eco – consistia de uma esfera de 28kg, pendurada na cúpula do Panthéon de Paris por um fio de 67m de comprimento. Sabe-se que o período T de oscilação de um pêndulo simples é relacionado com seu comprimento L e com a aceleração da gravidade g pela seguinte expressão:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

- A** Qual o período de oscilação do pêndulo de Foucault? Despreze as frações de segundos.
- B** O que aconteceria com o período desse pêndulo se dobrássemos sua massa?

(Adote $g=10\text{m/s}^2$ e $\sqrt{10} = \pi$)

Resolução:

A

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{67}{10}}$$

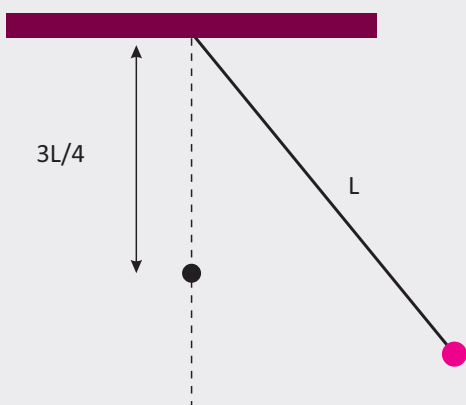
$$T = 2\pi\frac{\sqrt{67}}{\sqrt{10}}$$

$$T = 2\pi\frac{8}{\pi}$$

$$T = 16s$$

B Permaneceria o mesmo, pois o período do pêndulo simples não depende da massa pendular.

03 | ITA Um pêndulo simples oscila com um período de 2s. Se cravarmos um pino a uma distância $3L/4$ do ponto de suspensão e na vertical que passa por aquele ponto, como mostrado na figura, qual será o novo período do pêndulo?



Resolução:

Comprimento L

$$T = 2s$$

Comprimento $\frac{L}{4}$

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{L}{4}}{g}}$$

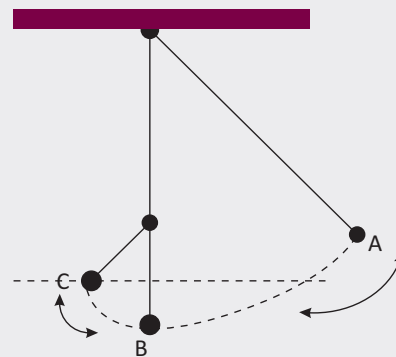
$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \cdot \frac{1}{2}$$

$$T' = \frac{T}{2}$$

$$T' = \frac{2}{2}$$

$$T' = 1s$$

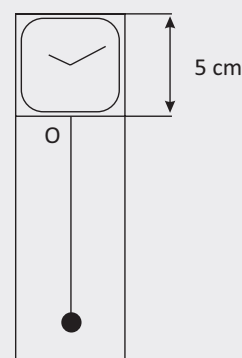
Observe na figura abaixo que o período (tempo que demora para ir e voltar) entre A e B é $\frac{T}{2} = \frac{2}{2} = 1s$ e que o período entre B e C é $\frac{T'}{2} = \frac{1}{2} = 0,5s$



Assim, L demora 0,5s para ir de A até B; $\frac{L}{4}$ demora 0,25s para ir de B a C; $\frac{L}{4}$ demora 0,25s para ir de C a B e L demora 0,5s para ir de B a A.

Portanto o período pedido é $1 + 0,5 = 1,5s$

04 | UNESP Um estudante pretendia apresentar um relógio de pêndulo numa feira de ciências com um mostrador de 5 cm de altura, como mostra a figura. Sabendo-se que, para pequenas oscilações, o período de um pêndulo simples, é dado pela expressão $T = 2\pi\sqrt{L/g}$, pede-se:



A Se o pêndulo for pendurado no ponto O e tiver um período de 0,8 segundos, qual deveria ser a altura mínima do relógio? Para facilitar seus cálculos, admita $g = 20\text{m/s}^2$.

B se o período do pêndulo fosse de 5 segundos, haveria algum inconveniente? Justifique.

Resolução:

A $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$0,8 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$(0,8)^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{L}{g}$$

$$0,64 = 4g \cdot \frac{L}{g}$$

$$L = 0,16\text{m} = 16\text{cm}$$

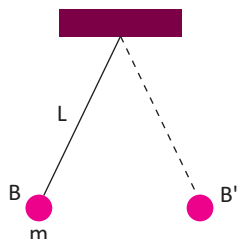
$$h = 16 + 5 = 21\text{cm}$$

$$\begin{aligned} \text{B } T &= 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \\ 5 &= 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \\ (5)^2 &= 4\pi^2 \cdot \frac{L}{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 25 &= 4g \cdot \frac{L}{g} \\ L &= 6,25m \\ h &= 6,25 + 0,25 = 6,5m \\ \text{Sim, o relógio teria de ter mais que } 6,5m \end{aligned}$$

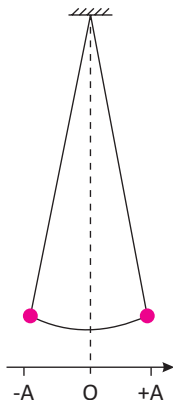
F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

- 01 | UEM** Suponha que um pequeno corpo, de massa m , esteja preso na extremidade de um fio de peso desprezível, cujo comprimento é L , oscilando com pequena amplitude, em um plano vertical, como mostra a figura a seguir. Esse dispositivo constitui um pêndulo simples que executa um movimento harmônico simples. Verifique-se que o corpo, saindo de B , desloca-se até B' e retorna a B , 20 vezes em 10 s. Assinale o que for correto.



- (01) O período deste pêndulo é 2,0 s.
 (02) A frequência de oscilação do pêndulo é 0,5 Hz.
 (04) Se o comprimento do fio L for 4 vezes maior, o período do pêndulo será dobrado.
 (08) Se a massa do corpo suspenso for triplicada, sua frequência ficará multiplicada por 3.
 (16) Se o valor local de g for 4 vezes maior, a frequência do pêndulo será duas vezes menor.
 (32) Se a amplitude do pêndulo for reduzida à metade, seu período não modificará.

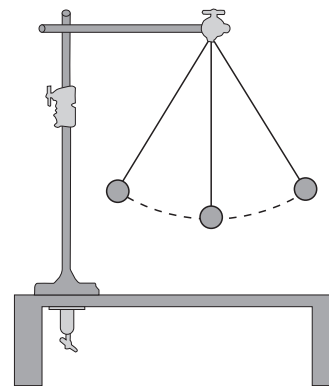
- 02 | UNIFESP-SP** Um estudante faz o estudo experimental de um movimento harmônico simples (MHS) com um cronômetro e um pêndulo simples como o da figura, adotando o referencial nela representado.



Ele desloca o pêndulo para a posição $+A$ e o abandona quando cronometra o instante $t = 0$. Na vigésima passagem do pêndulo por essa posição, o cronômetro marca $t = 30$ s.

- A** Determine o período (T) e a frequência (f) do movimento desse pêndulo.
B Esboce o gráfico x (posição) \times t (tempo) desse movimento, dos instantes $t = 0$ a $t = 3,0$ s; considere desprezível a influência de forças resistivas.

- 03 | UFB** Em função da regularidade do movimento do pêndulo simples, com pequenas oscilações, foi possível construir os chamados relógios de pêndulo, que foram desenvolvidos para funcionar, com precisão razoável, nas regiões localizadas ao nível do mar, a uma certa temperatura.

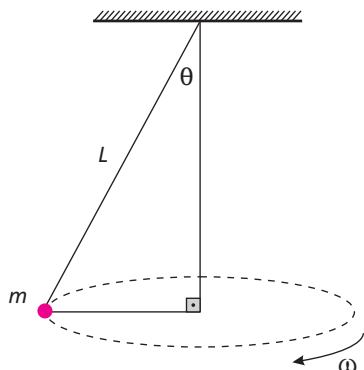


Sabe-se que um homem que morava no topo de uma montanha muito alta e muito fria, comprou um relógio de pêndulo e notou, ao longo do tempo, que ele não funcionava adequadamente.

Com base nessa informação e nos conhecimentos de Física,

- A** identifique os fatores responsáveis pelo mau funcionamento desse relógio e indique a condição necessária para que ele funcione bem tanto ao nível do mar quanto em grandes alturas;
B calcule o coeficiente de dilatação térmica da haste do pêndulo para que a condição necessária seja restabelecida.

04 | Um corpo de massa m está preso a um fio inextensível, de peso desprezível e gira num plano horizontal constituindo um pêndulo cônico. Sendo L o comprimento do fio, θ o ângulo que o fio forma com a vertical e g a aceleração local da gravidade, determine:

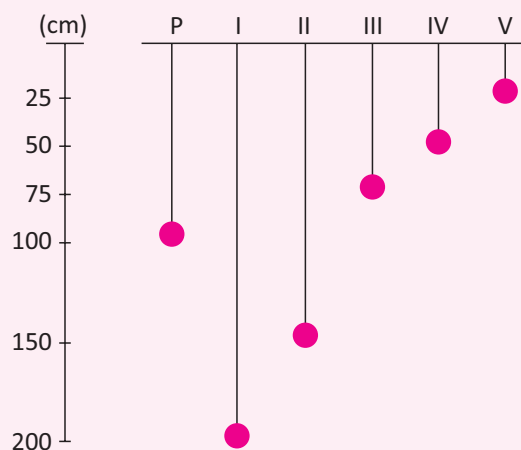


- A A tensão T no fio;
- B A velocidade angular ω de rotação;
- C O período τ das oscilações.

05 | Qual o período e a frequência de um pêndulo simples, que tem comprimento de $0,25\text{m}$? Considere $g=10\text{m/s}^2$.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UFRS A figura a seguir representa seis pêndulos simples, que estão oscilando num mesmo local.



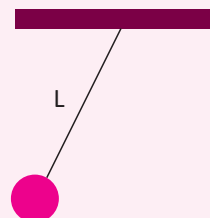
O pêndulo P executa uma oscilação completa em 2 s . Qual dos outros pêndulos executa uma oscilação completa em 1 s ?

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

02 | UFRS Um pêndulo simples, de comprimento L , tem um período de oscilação T , num determinado local. Para que o período de oscilação passe a valer $2T$, no mesmo local, o comprimento do pêndulo deve ser aumentado para

- A 1 L.
- B 2 L.
- C 4 L.
- D 5 L.
- E 7 L.

03 | UFU Em um laboratório de Física, um grupo de alunos, Grupo A, obtém dados, apresentados na tabela a seguir, para a frequência (em hertz) num experimento de Pêndulo Simples, utilizando-se três pêndulos diferentes.



Pêndulo	Frequência (Hz)
1	0,91
2	0,70
3	0,60

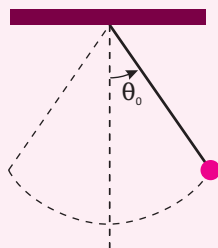
Esses resultados foram passados para um segundo grupo, Grupo B, que não compareceu à aula. Uma vez que os alunos do Grupo B não viram o experimento, os integrantes desse grupo formularam uma série de hipóteses para interpretar os resultados. Assinale a ÚNICA hipótese correta.

- A A massa do pêndulo 1 é menor do que a massa do pêndulo 2 que, por sua vez, é menor do que a massa do pêndulo 3.
- B A massa do pêndulo 1 é maior do que a massa do pêndulo 2 que, por sua vez, é maior do que a massa do pêndulo 3.



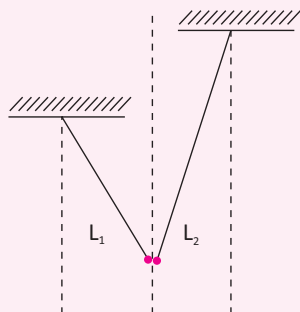
- C** O comprimento L do fio do pêndulo 1 é maior do que o comprimento do pêndulo 2 que, por sua vez, é maior do que o comprimento do pêndulo 3.
- D** O comprimento L do fio do pêndulo 1 é menor do que o comprimento do pêndulo 2 que, por sua vez, é menor do que o comprimento do pêndulo 3
- E** N.D.A

04 | UFES Um pêndulo, formado por uma massa presa a uma haste rígida e de massa desprezível, é posto para oscilar com amplitude angular θ_0 . Durante a oscilação, no exato instante em que a massa atinge a altura máxima, como mostrado na figura, a ligação entre a haste e a massa se rompe. No instante imediatamente após o rompimento, os vetores que melhor representam a velocidade e a aceleração da massa são:



- A** $\swarrow v$ $\downarrow a$
- B** $\nearrow v$ $|a| = 0$
- C** $|v| = 0$ $|a| = 0$
- D** $\swarrow v$ $\nwarrow a$
- E** $|v| = 0$ $\downarrow a$

05 | ITA Dois pêndulos de comprimento L_1 e L_2 conforme a figura, oscilam de tal modo que os dois bulbos encontram sempre que são decorridos 6 períodos do pêndulo menor e 4 períodos do pêndulo maior. A relação L_2/L_1 deve ser:



- A** $\frac{9}{4}$
- B** $\frac{3}{2}$
- C** 2
- D** $\frac{4}{9}$
- E** $\frac{2}{5}$

06 | MACK Comenta-se que o célebre físico e matemático Galileu Galilei, ao observar a oscilação do lampadário da catedral de Pisa, na Itália, concluiu tratar-se de um movimento periódico, semelhante ao que hoje chamaríamos de pêndulo simples. Para tal conclusão, teria medido o período do movimento, utilizando, como unidade de medida para o tempo, seu próprio batimento cardíaco. Se considerarmos um grande pêndulo simples, de comprimento 10 m, oscilando num local onde $g=10\text{m/s}^2$, e que a frequência dos batimentos cardíacos é de 86 batidas por minuto, o período do movimento desse pêndulo será de aproximadamente:

- A** 3 batidas.
- B** 6 batidas.
- C** 9 batidas.
- D** 12 batidas.
- E** 15 batidas

07 | UFAL Um relógio de pêndulo é construído tal que o seu pêndulo realize 3600 oscilações completas a cada hora. O relógio está descalibrado, de modo que o pêndulo oscila em um movimento harmônico simples de frequência angular igual a $\frac{5\pi}{2}$ rad/s. Nessa situação, ao final de 3600 oscilações completas do pêndulo terão se passado:

- A** 32 min
- B** 45 min
- C** 48 min
- D** 52 min
- E** 56 min

08 | UFOP-MG Dois sistemas oscilantes, um bloco pendurado em uma mola vertical e um pêndulo simples, são preparados na Terra de tal forma que possuam o mesmo período. Se os dois osciladores forem levados para a Estação Espacial Internacional (ISS), como se comportarão os seus períodos nesse ambiente de microgravidade?

- A** Os períodos de ambos os osciladores se manterão os mesmos de quando estavam na Terra.
- B** O período do bloco pendurado na mola não sofrerá alteração, já o período do pêndulo deixará de ser o mesmo.
- C** O período do pêndulo será o mesmo, no entanto o período do bloco pendurado na mola será alterado.
- D** Os períodos de ambos os osciladores sofrerão modificação em relação a quando estavam na Terra.
- E** n.d.a.

09| FGV-SP-011 Na Terra, o período de oscilação de um pêndulo, isto é, o tempo que ele demanda para completar um ciclo completo, corresponde, com boa aproximação, à raiz quadrada do quádruplo do comprimento do pêndulo. O pêndulo de um carrilhão, ao oscilar, bate o segundo e é constituído por uma fina haste de aço de massa desprezível, unida a um grande disco de bronze, que guarda em seu centro o centro de massa do conjunto haste-disco. Suponha que a 20°C, o centro de massa do conjunto esteja a 1 metro do eixo de oscilação, condição que faz o mecanismo funcionar com exatidão na medida do tempo.



Considerando que o coeficiente de dilatação linear do aço é $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e supondo que o centro de massa da haste-disco se mantenha sempre no centro do disco se a temperatura do conjunto haste-disco subir 10°C, a medida do tempo, correspondente a meio ciclo de oscilação do pêndulo, se tornará

- A** $\sqrt{1,0001}$ s, fazendo com que o relógio adiante.
- B** $\sqrt{2,0002}$ s, fazendo com que o relógio adiante.
- C** $\sqrt{1,0001}$ s, fazendo com que o relógio atrase.
- D** $\sqrt{2,0002}$ s, fazendo com que o relógio atrase.
- E** $\sqrt{3,0003}$ s, fazendo com que o relógio atrase.

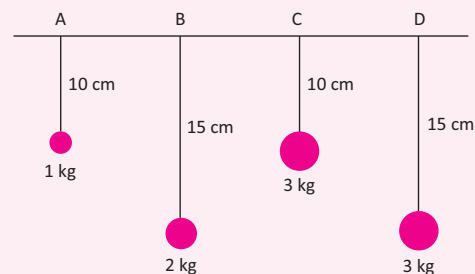
10| UFC Considere dois osciladores, um pêndulo simples e um sistema massa-mola, que na superfície da Terra têm períodos iguais. Se levados para um planeta onde a gravidade na superfície é 1/4 da gravidade da superfície da Terra, podemos dizer que a razão entre o período do pêndulo e o período do sistema massa-mola, medidos na superfície do tal planeta, é:

- A** $\frac{1}{4}$
- B** $\frac{1}{2}$
- C** 1
- D** 2
- E** 4

11| UNIMES Um M.H.S. (movimento harmônico simples) é descrito pela função horária $x = 5 \cos\left(\frac{\pi t}{2} + \frac{3\pi}{2}\right)$, com x em metros e t em segundos. É correto afirmar que:

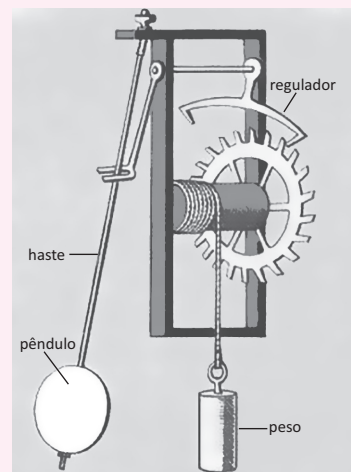
- A** a amplitude do movimento é 10m;
- B** a velocidade angular é $\frac{5\pi}{2}$ rad/s;
- C** a frequência do movimento é 0,25Hz;
- D** o período do movimento é 0,50s;
- E** a fase inicial é 3π radianos.

12| UFSC Observando os quatro pêndulos da figura, podemos afirmar:



- A** O pêndulo A oscila mais devagar que o pêndulo B.
- B** O pêndulo A oscila mais devagar que o pêndulo C.
- C** O pêndulo B e o pêndulo D possuem mesma frequência de oscilação.
- D** O pêndulo B oscila mais devagar que o pêndulo D.
- E** O pêndulo C e o pêndulo D possuem mesma frequência de oscilação.

13| ITA Um relógio tem um pêndulo de 35 cm de comprimento. Para regular seu funcionamento, ele possui uma porca de ajuste que



encurta o comprimento do pendulo de 1 mm a cada rotação completa à direita e alonga este comprimento de 1 mm a cada rotação completa à esquerda.

Se o relógio atrase um minuto por dia, indique o número aproximado de rotações da porca e sua direção necessários para que ele funcione corretamente.

- A** 1 rotação à esquerda
- B** $\frac{1}{2}$ rotação à esquerda
- C** $\frac{1}{2}$ rotação à direita
- D** 1 rotação à direita
- E** 1 e $\frac{1}{2}$ rotações à direita.

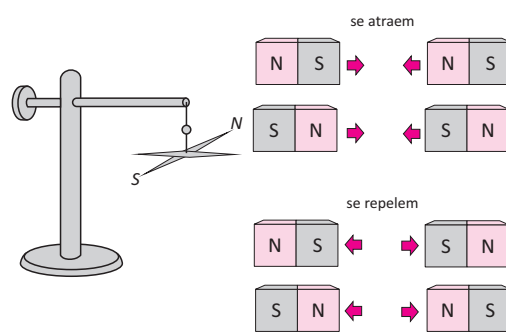
MAGNETISMO E LEI DE AMPERE

Nosso conhecimento acerca do magnetismo vem da antiguidade. Porém, como muitos ramos da física, ele ainda é um dos menos conhecidos. A tecnologia atual está repleta de aplicações do magnetismo, mas continuamos sem saber como ele realmente surge.

Os antigos chineses já utilizavam determinadas pedras, como a magnetita, para obter orientações de rotas em suas viagens. Essas pedras quando livres de atrito com as superfícies, orientam-se com as linhas de campo magnéticas da Terra, uma sempre para o norte e a outra, para o sul magnético do planeta. Os materiais que apresentam tais características são chamados de ímãs. Eles são constituídos basicamente de óxido de ferro. Atualmente, são chamados genericamente de ímãs naturais, uma vez que os ímãs também são fabricados.

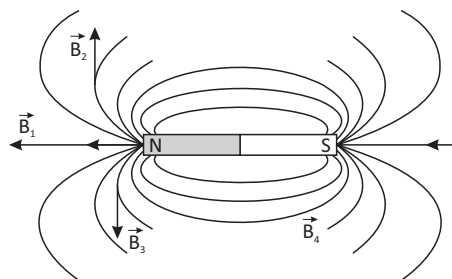
Os ímãs apresentam duas regiões distintas denominadas polos, que se caracterizam por comportamentos opostos. A uma das regiões, denomina-se polo norte e a outra, de polo sul.

Verifica-se que dois ímãs em forma de barra, quando aproximados um do outro, reagem com força de repulsão quando polos iguais são aproximados, e com força de atração quando os polos opostos são aproximados.

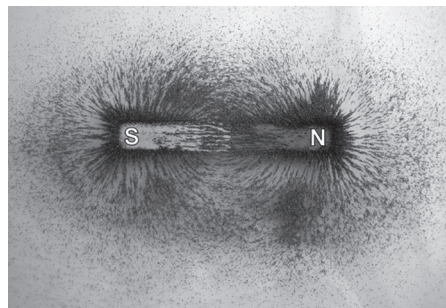


CAMPO MAGNÉTICO

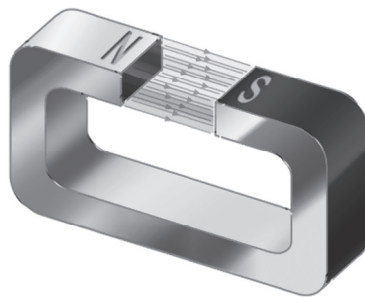
Seguindo o mesmo padrão e modelo do campo elétrico, no campo magnético que envolve um ímã se estabelece um campo magnético ao qual se associa um vetor campo magnético B . Esse vetor é chamado de vetor indução magnética. A intensidade do vetor indução magnética é medida no SI na unidade tesla (T). As linhas de campo magnético em um ímã apresentam-se conforme a figura a seguir:



Esta configuração pode ser facilmente comprovada, colocando uma folha de papel sobre um ímã e jogando pequenas limalhas de ferro sobre a folha:

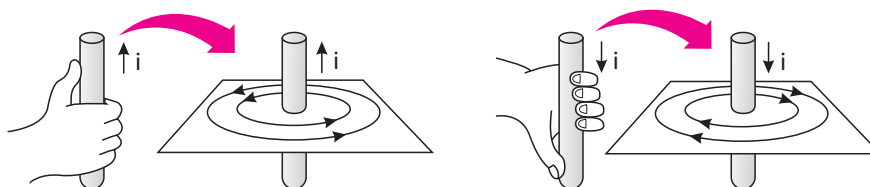


Um campo magnético é uniforme quando o vetor campo magnético é constante em todos os pontos do campo, suas linhas de campo são paralelas e igualmente espaçadas.

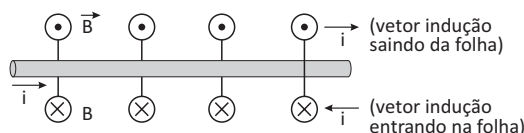


REGRA DA MÃO DIREITA

Em 1820 o físico dinamarquês H.C. Oersted observou que quando uma corrente elétrica flui através de um fio condutor, a agulha magnética de uma bússola colocada em sua proximidade desviava-se. Sabe-se hoje que a corrente elétrica induz o surgimento de um campo magnético, assim, a agulha magnética assume uma posição perpendicular ao plano definido pelo fio e pelo centro da agulha. Em cada ponto do campo, o vetor é perpendicular ao plano definido pelo ponto e o fio. As linhas de indução magnética criadas no fio são, portanto circunferências concêntricas com o fio. O sentido das linhas de campo magnético gerado por corrente elétrica foi estudado por Ampère, que estabeleceu uma regra para determiná-lo, conhecida como regra da mão direita.



Pode-se ainda representar vetores perpendiculares ao plano utilizando-se a seguinte nomenclatura:



Podendo a mesma ser utilizada para representar a corrente quando olhamos um fio de frente.

LEI DE BIOT-SAVART

A intensidade do vetor campo magnético, em qualquer ponto do campo magnético produzido por uma corrente elétrica percorrendo um fio condutor, é proporcional à intensidade da corrente e inversamente proporcional à distância do ponto ao fio, e a uma constante chamada μ_0 (permeabilidade magnética do meio). Logo temos:

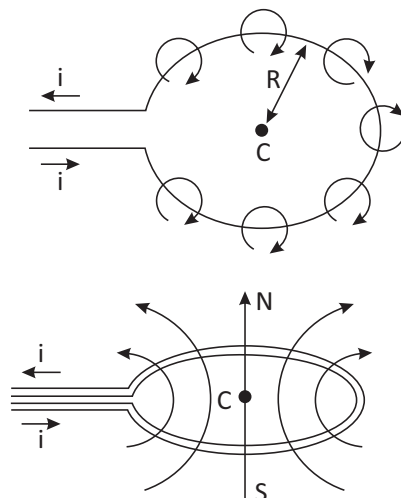
$$B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{i}{r}$$

Em que $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{T.m/A}$

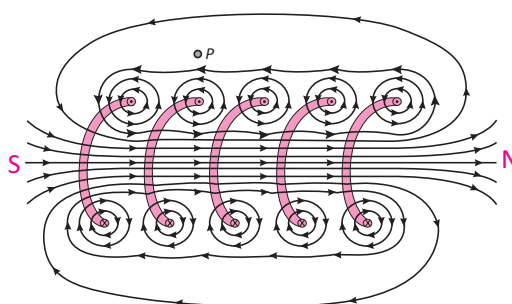
CAMPO ELÉTRICO EM UMA ESPIRA CIRCULAR

Consideremos agora uma espira circular de raio R e centro C, percorrida por uma corrente elétrica. As linhas de campo entram por um lado da espira e saem pelo outro, podendo esse sentido ser determinado pela regra da mão direita. A direção do vetor indução magnética nos pontos do plano da espira é perpendicular a esse plano. A intensidade do vetor B no centro da espira vale:

$$B = \mu \cdot \frac{i}{2R}$$



Para várias espiras temos a configuração abaixo:

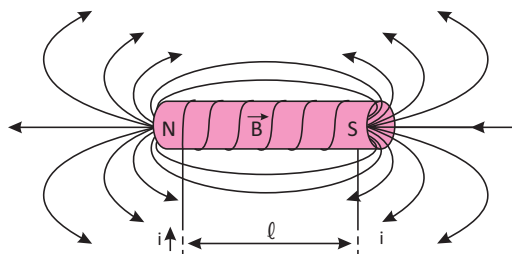


Onde a expressão para o Campo é:

$$B = N \cdot \mu \cdot \frac{i}{2R}$$

CAMPO MAGNÉTICO EM UM SOLENÓIDE OU BOBINA LONGA

Um solenóide é um dispositivo em que um fio condutor é enrolado em forma de espiras não justapostas (não unidas). O campo magnético produzido próximo ao centro do solenóide ao ser percorrido por uma corrente elétrica i , é praticamente uniforme. O dispositivo se comporta como um ímã, no qual o polo sul é o lado por onde “entram” as linhas de campo e o lado norte, o lado por onde “saem” as linhas de campo.



Sendo N o número de espiras existentes no comprimento do solenóide, a intensidade do vetor indução magnética uniforme no interior do dispositivo é dada por:

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot i}{l}$$

R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 Um condutor reto e extenso no vácuo é percorrido por uma corrente elétrica de 5 A. Calcule o valor da intensidade do vetor indução magnética em um ponto P que dista 20 cm do condutor. Indique o sentido do vetor.

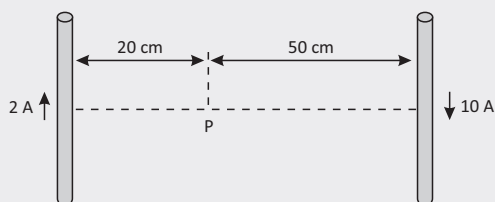
Resolução:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi R}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0,2}$$

$$B = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

02 Dois condutores são percorridos por correntes elétricas e dispostos como na figura a seguir.



Determine a intensidade do vetor B no ponto P e suas características. O meio é o vácuo.

Resolução:

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2}{0,4\pi} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$B_2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10}{\pi} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$B_R = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

03 Dada uma espira circular no vácuo com raio de 4π cm, sendo percorrida por uma corrente elétrica de 2,0 A no sentido indicado na figura, determine as características do vetor B no centro da espira.

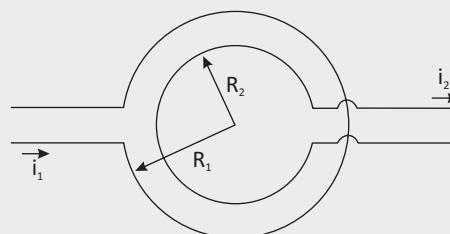
Resolução:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2} \cdot R$$

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2}{2} \cdot 4\pi \cdot 10^{-2}$$

$$B = 10^{-5} \text{ T}$$

04 Duas espiras circulares concêntricas são percorridas por correntes de intensidades i_1 e i_2 , sendo seus raios R_1 e R_2 , respectivamente. Em que condições o campo magnético resultante no interior da espira será nulo?



Resolução:

$$B_1 = B_2$$

$$\mu_0 \cdot \frac{i_1}{2} \cdot R_1 = \mu_0 \cdot \frac{i_2}{2} \cdot R_2$$

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

05 Uma bobina chata é formada por 50 espiras circulares de raio 10π cm. Calcule a intensidade da corrente elétrica na espira para que o campo magnético em seu centro seja 10^{-5} T.

Resolução:

$$B = N \cdot \mu_0 \cdot \frac{i}{2} \cdot R$$

$$10^{-5} = 50 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i}{2} \cdot 10\pi \cdot 10^{-2}$$

$$i = 0,1 \text{ A}$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 **UNICAMP-SP-011** Em 2011 comemoram-se os 100 anos da descoberta da supercondutividade. Fios supercondutores, que têm resistência elétrica nula, são empregados na construção de bobinas para obtenção de campos magnéticos intensos. Esses campos dependem das características da bobina e da corrente que circula por ela.

A O módulo do campo magnético B no interior de uma bobina pode ser calculado pela expressão $B = \mu_0 ni$,

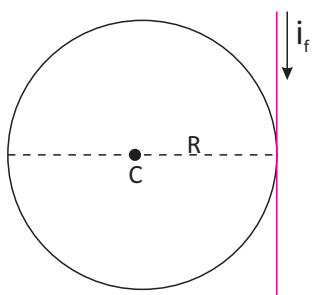
na qual i é a corrente que circula na bobina, n e o número de espiras por unidade de comprimento e $\mu_0 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ Tm/A}$. Calcule B no interior de uma bobina de 25000 espiras, com comprimento $L = 0,65$ m, pela qual circula uma corrente $i = 80$ A.

B Os supercondutores também apresentam potencial de aplicação em levitação magnética. Considere um ímã de massa $m = 200$ g em repouso sobre um material que se torna supercondutor para



temperaturas menores que uma dada temperatura crítica T_c . Quando o material é resfriado até uma temperatura $T < T_c$, surge sobre o ímã uma força magnética F_m . Suponha que F_m tem a mesma direção e sentido oposto ao da força peso F do ímã, e que, inicialmente, o ímã sobe com aceleração constante de módulo $a_R = 0,5 \text{ m/s}^2$, por uma distância $d = 2,0 \text{ mm}$, como ilustrado na figura abaixo. Calcule o trabalho realizado por F_m ao longo do deslocamento do ímã.

02 | UFAC Uma espira circular de raio R é mantida próxima de um fio retilíneo muito grande percorrido por uma corrente $i_f = 62,8 \text{ A}$, com o sentido indicado pela figura.

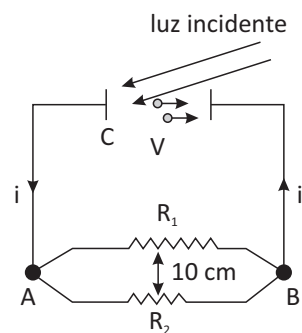


Qual a intensidade e o sentido da corrente i_e que percorrerá a espira para que o campo magnético resultante no centro C da mesma seja nulo?

03 | UNICAMP-SP Um condutor homogêneo de resistência $8,0 \Omega$ tem a forma de uma circunferência. Uma corrente $I = 4,0 \text{ A}$ chega por um fio retilíneo ao ponto A e sai pelo ponto B por outro fio retilíneo perpendicular, conforme a figura. As resistências dos fios retilíneos podem ser consideradas desprezíveis.

- A** calcule a intensidade das correntes nos dois arcos de circunferência compreendidos entre A e B .
- B** calcule o valor da intensidade do campo magnético B no centro O da circunferência.

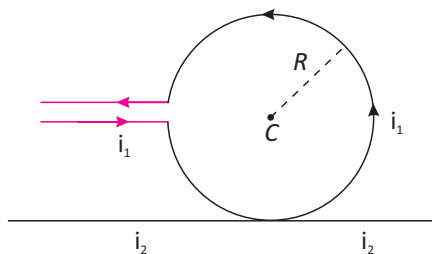
04 | UFU Com o crescimento populacional e, conseqüentemente, urbano, torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que, além de facilitarem a vida das pessoas, economizem energia e preservem o meio ambiente. Exemplos de dispositivos com tais características são os foto sensores, isto é, sensores que são acionados através da incidência de luz. O princípio básico desses equipamentos é o efeito fotoelétrico, ilustrado na figura abaixo.



Com base nos dados $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$ e $V=1V$, responda:

- A** Nos pontos A e B , estão conectados dois fios paralelos entre si que são longos o suficiente para que os efeitos de borda não sejam levados em conta. As resistências R_1 e R_2 , desenhadas na figura acima, representam a resistência intrínseca aos materiais que constituem os fios, os quais estão separados por uma distância de 10 cm . Responda qual é o módulo da força magnética por unidade de comprimento entre os fios e se a força será atrativa ou repulsiva.
- B** Dado que a função trabalho do cátodo C é $W_0 = 3eV$, a partir de que comprimento de onda da luz incidente os elétrons serão emitidos? c =velocidade da luz no vácuo= $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ e $h=6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

05 | UEPB Uma espira circular de raio $R=0,1\text{m}$ e com centro no ponto C é percorrida por uma corrente i_1 , no sentido anti-horário. A espira está apoiada sobre um fio retilíneo longo que é percorrido por uma corrente i_2 , como indica a figura.



No entanto, não há contato elétrico entre o fio e a espira e, como os fios são muito finos, pode-se considerar como sendo R a distância entre o fio retilíneo e o centro da espira. Verifica-se que o campo magnético resultante no centro da espira é nulo. Para que isso ocorra, determine: Considere $\mu=4 \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ e $\pi=3$

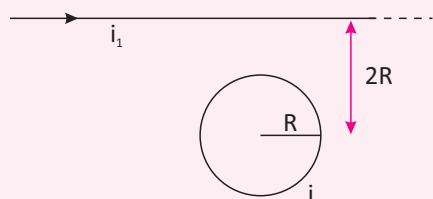
- A** o sentido de i_2
- B** o valor da razão i_2/i_1

T ENEM E VESTIBULARES

01| PUC Uma espira circular é percorrida por uma corrente elétrica contínua, de intensidade constante. Quais são as características do vetor campo magnético no centro da espira?

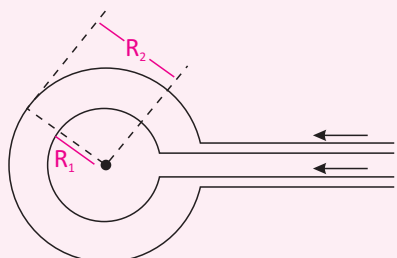
- A É constante e perpendicular ao plano da espira.
- B É constante e paralelo ao plano da espira.
- C No centro da espira é nulo.
- D É variável e perpendicular ao plano da espira.
- E É variável e paralelo ao plano da espira.

02| ITA-SP Um espira circular de raio R é percorrida por uma corrente i. A uma distância 2R de seu centro encontra-se um condutor retilíneo muito longo que é percorrido por uma corrente i_1 (conforme a figura). As condições que permitem que se anule o campo de indução magnética no centro da espira são, respectivamente,



- A $(\frac{i_1}{i}) = 2\pi$ e a corrente na espira no sentido horário.
- B $(\frac{i_1}{i}) = 2\pi$ e a corrente na espira no sentido anti-horário.
- C $(\frac{i_1}{i}) = \pi$ e a corrente na espira no sentido horário.
- D $(\frac{i_1}{i}) = \pi$ e a corrente na espira no sentido anti-horário.
- E $(\frac{i_1}{i}) = 2$ e a corrente na espira no sentido horário.

03| UF Duas espiras circulares, concêntricas e coplanares, de raios R_1 e R_2 , sendo $R_1=0,4R_2$, são percorridas respectivamente



pelas correntes i_1 e i_2 ; O campo magnético resultante no centro da espira é nula. A razão entre as correntes i_1 e i_2

é igual a:

- A 0,4
- B 1,0
- C 2,0
- D 2,5
- E 4,0

04| UEL-PR Um anel condutor de massa M e um ímã com o dobro de sua massa, encontram-se frente a frente e em repouso, em uma superfície em que pode ser desprezado o atrito do movimento do ímã e do anel. A face do polo norte do ímã fica confrontando o plano do anel. Em um determinado instante, estabelece-se uma corrente no anel de tal forma que o seu sentido é anti-horário, visto por um observador posicionado além do polo sul do ímã sobre a reta que une o ímã e a espira.

Com base no texto, considere as afirmativas a seguir.

- I. A força de repulsão sobre o ímã é de igual intensidade à força de repulsão sobre o anel.
- II. A força de atração sobre o ímã é de igual intensidade à força de atração sobre o anel.
- III. O módulo da aceleração do anel será o dobro do módulo da aceleração do ímã.
- IV. O torque mecânico da espira cancela a energia magnética do ímã.

Estão corretas apenas as afirmativas:

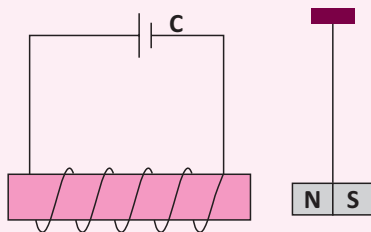
- A I e III.
- B I e IV.
- C II e III.
- D I, II e IV.
- E II, III, IV.

05| CESEP Nos pontos internos de um longo solenóide percorrido por corrente elétrica contínua, as linhas de indução do campo magnético são:

- a) radiais com origem no eixo do solenóide;
- B circunferências concêntricas
- C retas paralelas ao eixo do solenóide;
- D hélices cilíndricas;
- E não há linhas de indução pois o campo magnético é nulo no interior do solenóide.



06| UFMS A figura a seguir representa um eletroímã e um pêndulo, cuja massa presa à extremidade é um pequeno imã.



Ao fechar a chave C, é correto afirmar que

- A** o imã do pêndulo será repellido pelo eletroímã.
- B** o imã do pêndulo será atraído pelo eletroímã.
- C** o imã do pêndulo irá girar 180° em torno do fio que o suporta.
- D** o polo sul do eletroímã estará à sua esquerda.
- E** n.d.a

07| UNIUBE-MG – Um parafuso muito pequeno, feito de metal, caiu num solo empoeirado e você não conseguiu mais encontrá-lo. Você dispunha de uma pilha, um pedaço de fio e um prego. Dispondo destes três objetos, você construiu um dispositivo que, ao passar pelo solo, capturou o parafuso. Este dispositivo foi assim montado:

- A** amarrou-se em uma das extremidades do fio, o prego e, na outra, a pilha, criando-se um eletroímã que atraiu o parafuso.
- B** ligou-se a pilha nas extremidades do prego e, pendurando o prego pelo fio, atraiu-se o parafuso.
- C** enrolou-se o fio no prego e ligou-se a pilha nas extremidades do fio, formando um eletroímã que, ao passar pelo solo, atraiu o parafuso.
- D** enrolou-se o fio na pilha e, empurrando a pilha com o prego sobre o solo, atraiu-se o parafuso.
- E** n.d.a

08| UNIFOR-CE – Considere as afirmações sobre o campo magnético no interior de um solenoide.

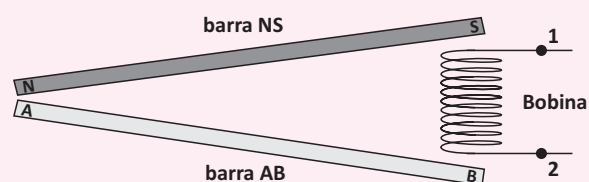
- I. O módulo desse campo é proporcional ao número de espiras por unidade de comprimento do solenoide.
- II. A intensidade desse campo diminui quando se introduz uma barra de ferro no seu interior.
- III. O módulo desse campo é proporcional à intensidade da corrente elétrica que percorre o solenoide.

Está correto SOMENTE o que se afirma em:

- A** I
- B** II
- C** III
- D** I e II
- E** I e III

09| UFV-MG A figura ilustra a vista superior de uma montagem experimental disposta sobre uma mesa sem atrito, em uma situação de equilíbrio estático. Nesta montagem, uma bobina está posicionada entre as extremidades de duas barras, AB e NS, sendo pelo menos esta última imantada. A extremidade de polaridade norte (N) da barra NS atrai a extremidade A da barra AB, enquanto as outras extremidades de S e B, são repelidas pela bobina.

Sabendo-se que o comprimento e o diâmetro da bobina são pequenos, comparados com qualquer dimensão das barras, pode-se afirmar que, das possibilidades a seguir, a que pode configurar a situação de equilíbrio descrita é:



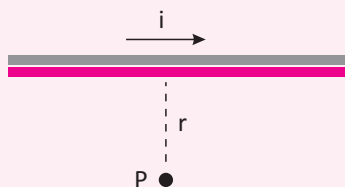
- A** a barra AB não está imantada e nenhuma corrente flui na bobina.
- B** a barra AB não está imantada e flui na bobina corrente contínua do ponto 1 para o ponto 2.
- C** a barra AB não está imantada e flui na bobina corrente contínua do ponto 2 para o ponto 1.
- D** a barra AB está imantada e flui na bobina corrente contínua do ponto 2 para o ponto 1.
- E** a barra AB está imantada e flui na bobina corrente contínua do ponto 1 para o ponto 2.

10| FURG Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica constante, que cria um campo magnético em torno do fio. Podemos afirmar que esse campo magnético:

- A** tem o mesmo sentido da corrente elétrica.
- B** é uniforme.
- C** é paralelo ao fio.
- D** aponta para o fio.
- E** diminui à medida que a distância em relação ao condutor aumenta.

11| UEL Um fio longo e retilíneo, quando percorrido por uma corrente elétrica, cria um campo magnético nas suas proximidades. A permeabilidade magnética é $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

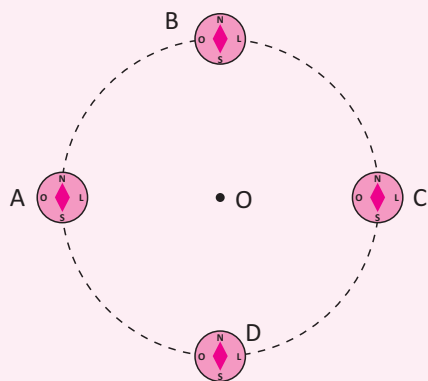
Observe a figura abaixo.



Se a corrente elétrica é de 5,0 A, o campo magnético criado num ponto P distante 0,20 m do fio, conforme a figura, vale:

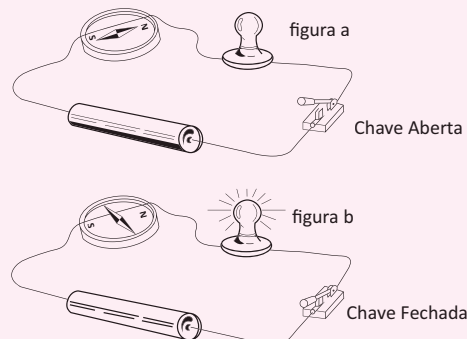
- A** $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, orientado como a corrente i .
- B** $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, perpendicular ao plano do papel, para fora.
- C** $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ T}$, dirigido perpendicularmente ao fio, no próprio plano do papel.
- D** $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ T}$, orientado contra a corrente i .
- E** $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ T}$, perpendicularmente ao plano do papel, para dentro.

12| FUVEST A figura representa 4 bússolas apontando, inicialmente, para o pólo norte terrestre. Pelo ponto O, perpendicularmente ao plano do papel, coloca-se um fio condutor retilíneo e longo. Ao se fazer passar pelo condutor uma corrente elétrica contínua e intensa no sentido do plano do papel para a vista do leitor, permanece praticamente inalterada somente a posição:



- A** das bússolas A e C
- B** das bússolas B e D
- C** das bússolas A, C e D
- D** da bússola C
- E** da bússola D

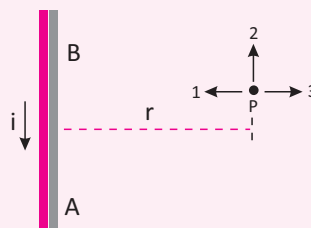
13| PUC Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura a. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura b).



A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito:

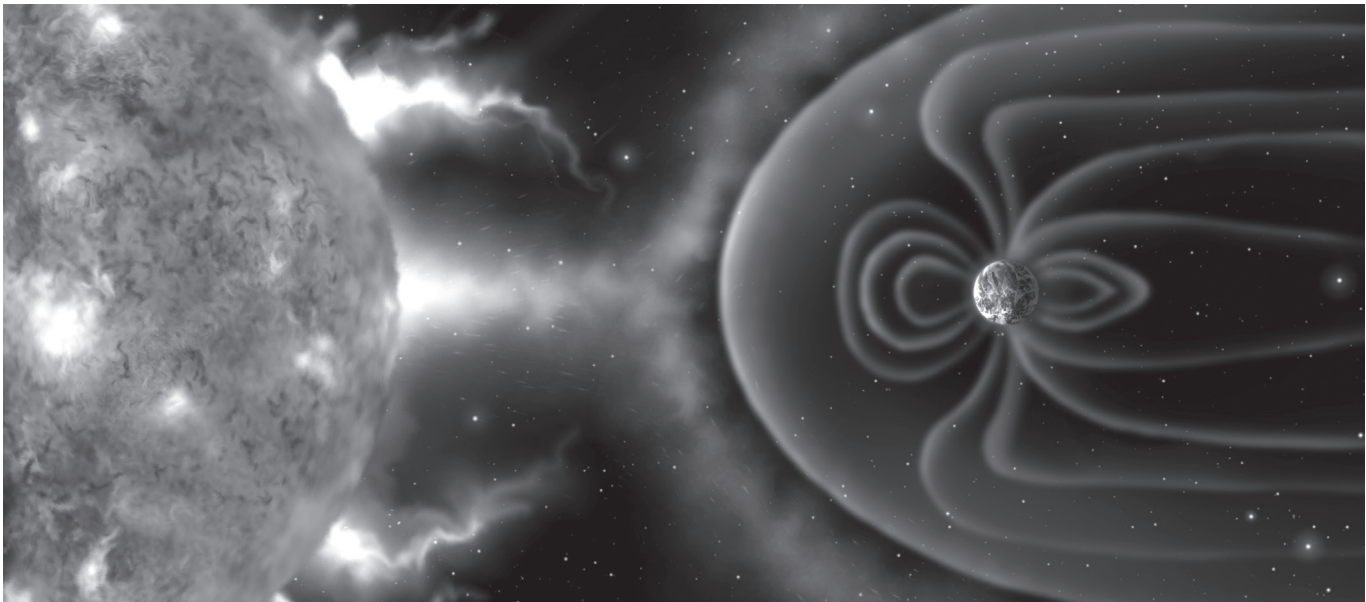
- A** gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- B** gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- C** gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- D** gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- E** não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola que foi causada pela energia térmica produzida pela lâmpada.

14| UFPEL A figura a seguir representa um fio retilíneo e muito longo percorrido por uma corrente elétrica convencional i , de A para B.



Com relação ao sentido do campo magnético criado pela corrente elétrica no ponto P e a sua intensidade, é correto afirmar que

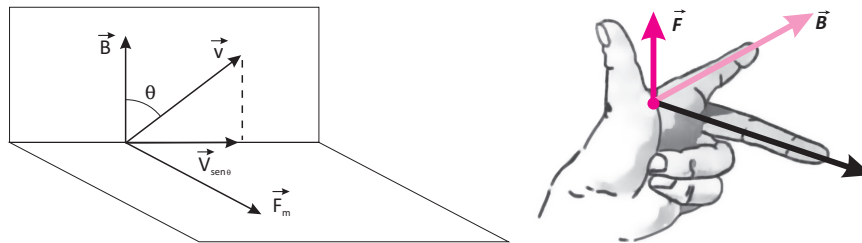
- A** o sentido é para fora da página e sua intensidade depende da distância " r ".
- B** o sentido é para o ponto "1" e sua intensidade depende da distância " r ".
- C** o sentido é para o ponto "2" e sua intensidade independe da distância " r ".
- D** o sentido é para dentro da página e sua intensidade depende da distância " r ".
- E** o sentido é para o ponto "3" e sua intensidade depende de " i " e independe de " r ".



Utilizamos a força em todas as nossas principais atividades, aqui vamos ver como o magnetismo interage gerando força em diferentes situações.

FORÇA SOBRE UMA CARGA EM MOVIMENTO EM UM CAMPO MAGNÉTICO

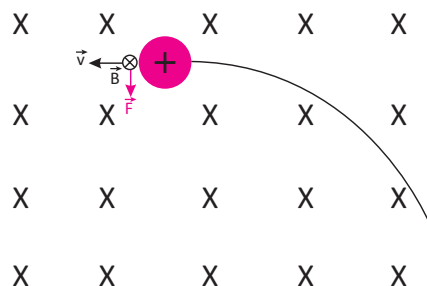
Experimentalmente, verifica-se que quando uma carga elétrica positiva e de valor q move-se em um campo magnético, ela fica submetida à ação de uma força. Tal força é denominada força de Lorentz ou simplesmente força magnética. Considerando que a carga q movimenta-se com velocidade, vem um campo magnético de indução B . Então, verifica-se que a carga sofre ação de uma força magnética F_m , cuja direção é perpendicular ao plano formado por B e também a v , conforme vemos no diagrama, também definido como regra da mão esquerda, caso a partícula seja negativa, deve-se proceder como se ela fosse positiva e no final apenas se inverte o sentido da força F_m .



A intensidade da força magnética é proporcional a B , q , v e ao seno do ângulo formado entre v e B . Temos então a seguinte fórmula:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

Se a carga penetrar formando um ângulo de 90° com o campo magnético, como o seno de 90° tem valor unitário, a força magnética assume intensidade máxima. Sendo a intensidade da força constante e normal ao vetor velocidade e sendo o movimento plano, a carga realizará um movimento circular de raio R , como vemos abaixo:



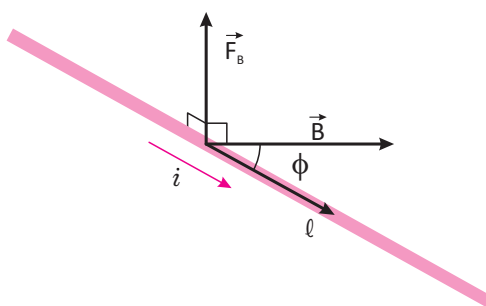
A equação para o Raio R e para o Período T do movimento Circular é dada abaixo:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} \quad T = \frac{2\pi m}{B \cdot |q|}$$

FORÇA MAGNÉTICA EM UM CONDUTOR RETILÍNEO

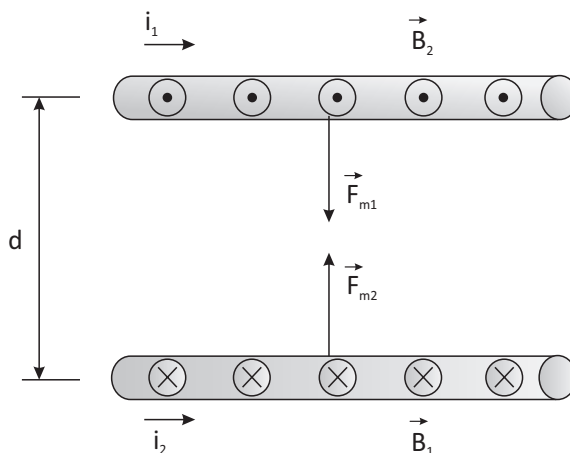
Vamos agora analisar um condutor retilíneo, quando atravessado por uma corrente elétrica e submetido ao mesmo tempo a ação de um campo magnético, ele sofre a ação de uma força magnética. Como a corrente elétrica é um conjunto de cargas em movimento ordenado, a força à qual o condutor fica sujeito é a resultante do conjunto de forças que atuam nas cargas em movimento.

Considerando n como o número de cargas q que atravessam o condutor em um determinado intervalo de tempo Δt e l o comprimento do condutor considerado, dessas grandezas, surge então a expressão para a força:



$$F_m = B \cdot i \cdot \ell \cdot \text{sen } \theta$$

Se agora tivermos dois fios paralelos entre si, então a interação entre seus campos faz com que os fios sofram forças que podem ser atrativas ou repulsivas conforme vemos abaixo:



Sendo assim, se as correntes estiverem no mesmo sentido, a força é atrativa e se os sentidos forem contrários teremos repulsão. A relação é dada por:

$$F_m = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2}{d} \cdot \ell$$

**R** EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01 Um condutor é suspenso em um campo magnético B por dois fios de peso desprezível, conforme mostra a figura ao lado. Qual a intensidade do campo magnético para que a tração nos fios seja nula? O condutor tem massa $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ e comprimento $0,5 \text{ m}$ e a intensidade da corrente que o atravessa vale $1,0 \text{ A}$. Dado $g = 10 \text{ m/s}^2$

Resolução:

$$F_m = P$$

$$B \cdot i \cdot l \cdot \sin \theta = m \cdot g$$

$$B = 2 \cdot 10^{-1} \text{ T}$$

02 Dois fios retos e paralelos de grande comprimento estão separados por uma distância de 20 cm . As correntes que percorrem os fios são de valor igual a 10 A no mesmo sentido. Determine a força magnética por unidade de comprimento entre os fios.

Resolução:

$$\frac{F_m}{\ell} = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2}{d}$$

Donde conclui-se que

$$\frac{F_m}{\ell} = 10^{-4} \text{ N/m}$$

03 **UFRJ** Uma partícula de carga positiva q e inicialmente com velocidade V_0 no sentido positivo do eixo Y penetra em uma região onde existe um campo elétrico E_0 constante, no sentido positivo do eixo X , e um campo magnético B_0 , também constante. Sabendo-se que a velocidade da partícula não se altera, mesmo depois que ela passa a sofrer a ação dos campos, determine em função de V_0 e E_0 :

(Desconsidere qualquer efeito gravitacional)

A a componente X do campo magnético;

B a componente Z do campo magnético;

Resolução:

A Sabendo-se que a velocidade da carga permanece constante, então teremos que as forças elétrica e magnética que atuam sobre ela se cancelam, assim, a força magnética deve estar dirigida ao longo de X , no sentido negativo, pois a força elétrica está no sentido de x , positivo ($q > 0$). Caso tivéssemos uma

componente X para o campo magnético, a força magnética teria uma componente Z , o que está excluído pela consideração anterior. Assim sendo, temos $B_X = 0$.

B A força elétrica ($F_e = q \cdot E_0$) e da força magnética ($F_m = q \cdot V_0 \cdot B_Z$) devem ser iguais

$$B_Z = E_0 / V_0$$

para que o sentido da força magnética seja contrário ao da força elétrica, a componente B_Z deve ser negativa.

04 Temos que $0,12 \text{ N}$ seja a força que atua sobre uma carga elétrica com carga de $6 \mu\text{C}$ e lançada em uma região de campo magnético igual a 5 T . Determine a velocidade dessa carga supondo que o ângulo formado entre v e B seja de 30° .

Resolução:

$$F_{mag} = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

$$0,12 = 6 \cdot 10^{-6} \cdot v \cdot 5 \cdot \sin 30^\circ$$

$$v = \frac{0,12}{6 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot \sin 30^\circ}$$

$$v = \frac{0,12}{6 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 0,5}$$

$$v = 8000 \text{ m/s}$$

05 Um campo magnético que exerce influência sobre um elétron (carga $-e$) que cruza o campo perpendicularmente com velocidade igual à velocidade da luz ($c = 300\,000\,000 \text{ m/s}$) tem um vetor força de intensidade 1 N . Qual a intensidade deste campo magnético?

Resolução:

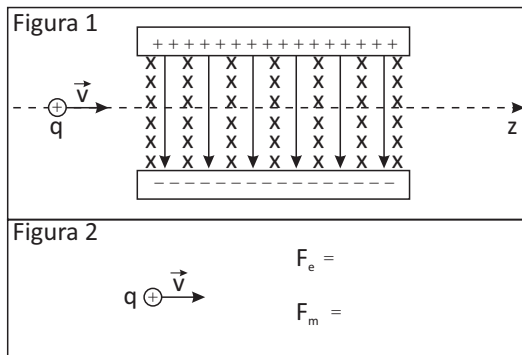
$$B = \frac{F}{|q| \cdot v}$$

$$B = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^8}$$

$$B = 2,08 \cdot 10^{10} \text{ T}$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

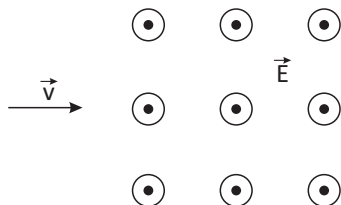
01 | UFJF-MG Um filtro de velocidades é um dispositivo que utiliza campo elétrico uniforme \vec{E} perpendicular ao campo magnético uniforme \vec{B} (campos cruzados), para selecionar partículas carregadas com determinadas velocidades. A figura a seguir mostra uma região do espaço em vácuo entre as placas planas e paralelas de um capacitor. Perpendicular ao campo produzido pelas placas, está o campo magnético uniforme. Uma partícula positiva de carga q move-se na direção z com velocidade constante \vec{v} (conforme a figura 1).



- A** na figura 2, represente os vetores força elétrica, \vec{F}_e , e força magnética, \vec{F}_m , que atuam na partícula assim que entra na região de campos cruzados, indicando suas magnitudes.
- B** Determine a velocidade que a partícula deve ter, para não ser desviada.

02 | UFSCAR O professor de Física decidiu ditar um problema “para casa”, faltando apenas um minuto para terminar a aula. Copiando apressadamente, um de seus alunos obteve a seguinte anotação incompleta:

Um elétron ejetado de um acelerador de partículas entra em uma câmara com velocidade de $8 \cdot 10^5$ m/s, onde atua um campo magnético uniforme de intensidade $2,0 \cdot 10^{-3}$.

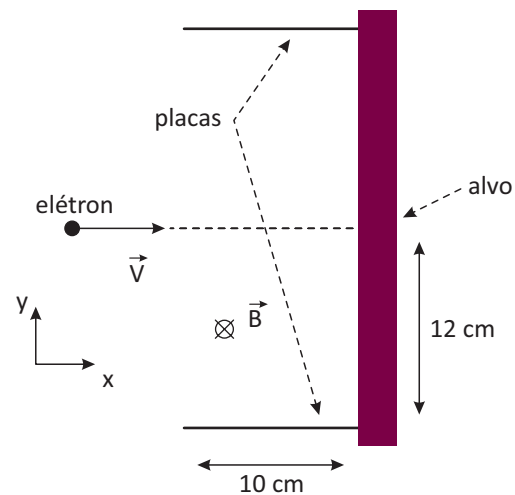


Determine a intensidade da força magnética que atua sobre o elétron ejetado, sendo a carga de um elétron $-1,6 \cdot 10^{-19}$.

Sabendo que todas as unidades referidas no texto estavam no Sistema Internacional,

- A** quais as unidades que acompanham os valores $2,0 \cdot 10^{-3}$ e $-1,6 \cdot 10^{-19}$, nesta ordem?
- B** resolva a “lição de casa” para o aluno, considerando que as direções da velocidade e do campo magnético são perpendiculares entre si”.

03 | UNICAMP A utilização de campos elétrico e magnético cruzados é importante para viabilizar o uso da técnica híbrida de tomografia de ressonância magnética e de raios X. A figura a seguir mostra parte de um tubo de raios X, onde um elétron, movendo-se com velocidade $v = 5,0 \cdot 10^5$ m/s ao longo da direção x , penetra na região entre as placas onde há um campo magnético uniforme, \vec{B} , dirigido perpendicularmente para dentro do plano do papel. A massa do elétron é $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg e a sua carga elétrica é $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. O módulo da força magnética que age sobre o elétron é dado por $F = qvB \sin \theta$, onde θ é o ângulo entre a velocidade e o campo magnético.

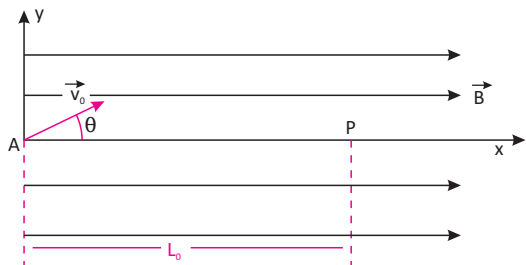


- A** Sendo o módulo do campo magnético $B = 0,010$ T, qual é o módulo do campo elétrico que deve ser aplicado na região entre as placas para que o elétron se mantenha em movimento retilíneo uniforme?
- B** Numa outra situação, na ausência de campo elétrico, qual é o máximo valor de B para que o elétron ainda atinja o alvo? O comprimento das placas é de 10 cm.

04 | FUVEST-SP Um próton de massa $M = 1,26 \cdot 10^{-27}$ kg, com carga elétrica $Q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, é lançada em A, com velocidade v_0 , em uma região onde atua um campo magnético uniforme B , na direção x . A velocidade v_0 , que forma um ângulo θ com o eixo x , tem componentes



$v_{ox}=4,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ e $v_{oy}=3,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. O próton descreve um movimento em forma de hélice, voltando a cruzar o eixo x , em P , com a mesma velocidade inicial, a uma distância $L_0=12 \text{ m}$ do ponto A .



Desconsiderando a ação do campo gravitacional e utilizando $\pi=3$, determine:

- A** o intervalo de tempo Δt , em segundos, que o próton demora para ir de A a P .

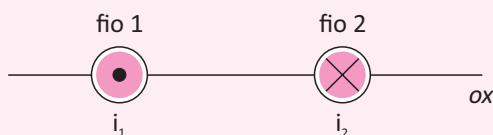
- B** o raio R , em metros, do cilindro que contém a trajetória em hélice do próton.
C a intensidade do campo magnético B , em tesla, que provoca esse movimento.

05 | UNESP-SP A figura representa as trajetórias de duas partículas, 1 e 2, deixadas numa câmara de bolhas de um acelerador de partículas, imersa num campo magnético uniforme. Concluiu-se que, para que essas trajetórias fossem possíveis, deveria existir outra partícula, 3, que interagiu com as duas primeiras. Sabe-se que essas trajetórias estão num mesmo plano, coincidente com o plano da figura, perpendicular à direção do campo magnético.

- A** Sabendo-se que a carga elétrica da partícula 1 é positiva, qual a carga das outras duas partículas? Justifique.
B Qual o sentido do campo magnético? Justifique.

T ENEM E VESTIBULARES

01 | UDESC Dois fios retilíneos e de tamanho infinito, que conduzem correntes elétricas i_1 e i_2 em sentidos opostos, são dispostos paralelamente um ao outro, como mostra a figura. A intensidade de i_1 é a metade da intensidade de i_2 e a distância entre os dois fios ao longo da linha ox



é d . Considere as seguintes proposições sobre os campos magnéticos produzidos pelas correntes i_1 e i_2 nos pontos localizados ao longo da linha ox :

- I. À esquerda do fio 1 não existe ponto no qual o campo magnético resultante seja nulo.
 II. Nos pontos localizados entre o fio 1 e o fio 2, os campos magnéticos produzidos por ambas as correntes têm o mesmo sentido.
 III. À direita do fio 2 existe um ponto no qual o campo magnético resultante é nulo.
 IV. O campo magnético resultante é nulo no ponto que fica à distância $3d/4$ à esquerda do fio 2.

Assinale a alternativa correta.

- A** Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
B Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
C Somente a afirmativa III é verdadeira.

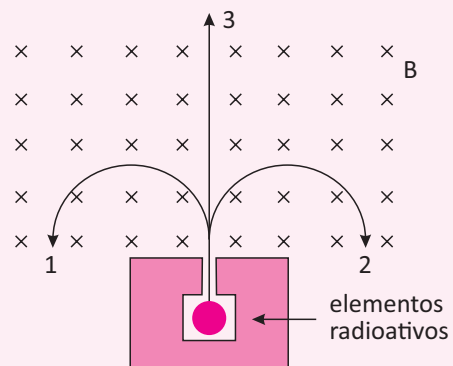
- D** Somente a afirmativa II é verdadeira.
E Somente a afirmativa IV é verdadeira.

02 | UEPA Os efeitos nocivos das linhas de transmissão na saúde humana constituem matéria de alto interesse no meio científico, já que alguns estudos indicam uma correlação entre o campo eletromagnético e o surgimento de alguns tipos de cânceres. Uma residência localizada a 16 m de uma linha de transmissão percorrida por uma corrente de intensidade igual a 2400 A , fica sujeita à ação de um campo magnético de intensidade igual a B . Sabendo-se que a permeabilidade magnética do vácuo vale $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$ e que a intensidade do campo magnético típico de um exame de ressonância magnética é $B_0 = 3 \text{ T}$, afirma-se que a razão entre B_0 e B é igual a:

- A** 10^3
B 10^{-4}
C 10^{-5}
D 10^6
E 10^{-7}

03 | UNESP Uma mistura de substâncias radiativas encontra-se confinada em um recipiente de chumbo, com uma pequena abertura por onde pode sair um feixe paralelo de partículas emitidas. Ao saírem, três tipos de partícula, 1, 2 e 3, adentram uma região de campo magnético uniforme B com velocidades perpendicular-

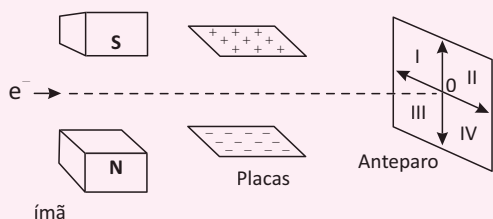
res às linhas de campo magnético e descrevem trajetórias conforme ilustradas na figura.



Considerando a ação de forças magnéticas sobre cargas elétricas em movimento uniforme, e as trajetórias de cada partícula ilustradas na figura, pode-se concluir com certeza que

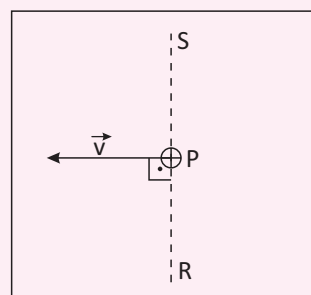
- A** as partículas 1 e 2, independentemente de suas massas e velocidades, possuem necessariamente cargas com sinais contrários e a partícula 3 é eletricamente neutra (carga zero).
- B** as partículas 1 e 2, independentemente de suas massas e velocidades, possuem necessariamente cargas com sinais contrários e a partícula 3 tem massa zero.
- C** as partículas 1 e 2, independentemente de suas massas e velocidades, possuem necessariamente cargas de mesmo sinal e a partícula 3 tem carga e massa zero.
- D** as partículas 1 e 2 saíram do recipiente com a mesma velocidade.
- E** as partículas 1 e 2 possuem massas iguais, e a partícula 3 não possui massa.

04 | UFMG-MG Um feixe de elétrons passa inicialmente entre os pólos de um ímã e, a seguir, entre duas placas paralelas, carregadas com cargas de sinais contrários, dispostos conforme a figura a seguir. Na ausência do ímã e das placas, o feixe de elétrons atinge o ponto O do anteparo. Em virtude das opções dos campos magnético e elétrico, pode-se concluir que o feixe



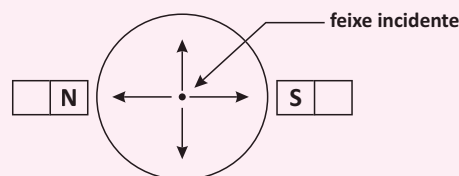
- A** passará a atingir a região I do anteparo.
- B** passará a atingir a região II do anteparo.
- C** passará a atingir a região III do anteparo.
- D** passará a atingir a região IV do anteparo.
- E** continuará a atingir o ponto O do anteparo.

05 | UNESP Sabe-se que no ponto P da figura existe um campo magnético na direção da reta RS e apontando de R para S. Quando um próton (partícula de carga positiva) passa por esse ponto com a velocidade \vec{v} mostrada na figura, atua sobre ele uma força, devida a esse campo magnético,



- A** perpendicular ao plano da figura e “penetrando” nele.
- B** na mesma direção e sentido do campo magnético.
- C** na direção do campo magnético, mas em sentido contrário a ele.
- D** na mesma direção e sentido da velocidade.
- E** na direção da velocidade, mas em sentido contrário a ela.

06 | UFU A figura mostra a tela de um osciloscópio onde um feixe de elétrons, que provém perpendicularmente da página para seus olhos, incide no centro da tela. Aproximando-se lateralmente da tela dois ímãs iguais com seus respectivos pólos mostrados, verificar-se-á que o feixe:



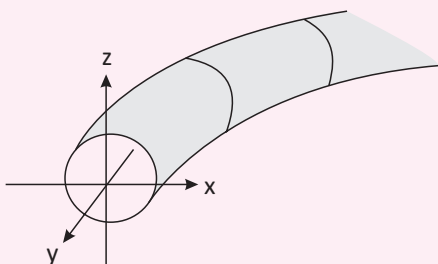
- A** será desviado para cima
- B** será desviado para baixo
- C** será desviado para a esquerda
- D** será desviado para a direita
- E** não será desviado



07 | UFRS No interior de um acelerador de partículas existe um campo magnético muito mais intenso que o campo magnético terrestre, orientado de tal maneira que um elétron lançado horizontalmente do sul para o norte, através do acelerador é desviado para o oeste. O campo magnético do acelerador aponta:

- A** do norte para o sul
- B** do leste para o oeste
- C** do oeste para o leste
- D** de cima para baixo
- E** de baixo para cima

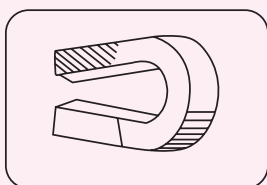
08 | FGV Em 2008, o maior acelerador de partículas já construído foi colocado em funcionamento. Em seu primeiro teste, um feixe de prótons foi mantido em movimento circular dentro do grande anel, sendo gradativamente acelerado até a velocidade desejada.



A figura mostra uma seção reta desse anel. Admita que um feixe de prótons esteja sendo conduzido de modo acelerado no sentido do eixo y. De acordo com as leis do eletromagnetismo, os campos elétrico e magnético, nessa ordem, na origem do sistema de eixos indicado, têm sentidos que apontam para o:

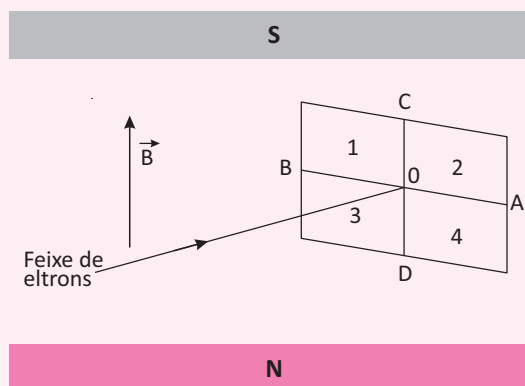
- A** positivo de y e negativo de z.
- B** positivo de y e positivo de z.
- C** positivo de y e positivo de x.
- D** negativo de y e positivo de z.
- E** negativo de y e negativo de x.

09 | FATEC-SP Ao vídeo de um televisor encostam-se as faces polares de um ímã, conforme o esquema abaixo (face norte em cima, face sul para baixo). A imagem se distorce com desvio:



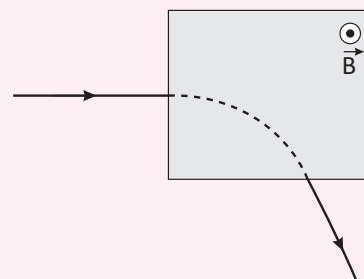
- A** para a esquerda
- B** para a direita
- C** para cima
- D** para baixo
- E** a imagem não se distorce

10 | PUC-RS Um feixe de elétrons incide horizontalmente no centro do anteparo. Estabelecendo-se um campo magnético vertical para cima, o feixe de elétrons passa a atingir o anteparo em que região?



- A** região 1
- B** região 2
- C** segmento OA
- D** segmento CD
- E** região 3

11 | UNIFESP Uma partícula eletricamente carregada, inicialmente em movimento retilíneo uniforme, adentra uma região de campo magnético uniforme \vec{E} , perpendicular à trajetória da partícula. O plano da figura ilustra a trajetória da partícula, assim como a região de campo magnético uniforme, delimitada pela área sombreada.



Se nenhum outro campo estiver presente, pode-se afirmar corretamente que, durante a passagem da partícula

pela região de campo uniforme, sua aceleração é

- A** tangente à trajetória, há realização de trabalho e a sua energia cinética aumenta.
- B** tangente à trajetória, há realização de trabalho e a sua energia cinética diminui.
- C** normal à trajetória, não há realização de trabalho e a sua energia cinética permanece constante.
- D** normal à trajetória, há realização de trabalho e a sua energia cinética aumenta.
- E** normal à trajetória, não há realização de trabalho e a sua energia cinética diminui.

12 | UECE A maior força de origem magnética (medida em newton) que pode atuar sobre um elétron (carga $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C) em um tubo de TV, onde existe um campo magnético de módulo $B = 83,0$ mT, quando sua velocidade é de $7,0 \cdot 10^6$ m/s, vale aproximadamente

- A** $9,3 \cdot 10^{-13}$
- B** $4,7 \cdot 10^{-16}$
- C** $13,3 \cdot 10^{-10}$
- D** $8,1 \cdot 10^{-10}$
- E** $1,1 \cdot 10^{-21}$

Entraremos agora no estudo da indução magnética com seus efeitos e grandes possibilidades, desde motores elétricos à transmissão de energia sem fio, via indução.

INDUÇÃO MAGNÉTICA

Quando Oersted descobriu em seu experimento que a corrente elétrica gera um campo magnético à sua volta, criou-se a linha de pensamento de que o contrário poderia ser também uma verdade. A questão foi elucidada por Faraday, que conseguiu provar que o inverso acontecia, um campo magnético realmente pode gerar uma corrente elétrica.

Nessa época, os cientistas imaginavam que a corrente elétrica era de natureza fluidica e para conseguir explicar corretamente que um campo magnético gera uma corrente, Faraday partiu do princípio de que algum tipo de movimento ou variação do campo magnético poderia provocar o movimento desse fluido.

Tais hipóteses eram parcialmente verdadeiras e assim Faraday descobriu a indução eletromagnética. A variação do número de linhas de campo magnético que atravessa a espira, ou seja, a variação do fluxo magnético através da espira faz surgir um campo na espira e conseqüentemente uma corrente elétrica.

LEI DE FARADAY

De acordo com Faraday, quando um condutor é um circuito fechado, no caso de uma espira que se movimenta no interior de um campo magnético, surge nela uma corrente elétrica induzida. Essa corrente é denominada corrente induzida.

Dessa forma, Faraday introduz o conceito de **fluxo de indução** ou **fluxo magnético**. Imaginemos as linhas de campo magnético atravessando a área A de uma superfície. Ao aumentarmos o número de linhas que atravessam essa superfície, aumentaremos o fluxo de indução. Da mesma forma, ao diminuirmos o número de linhas, também diminuiremos o fluxo de indução.

A variação do campo magnético e a conseqüente variação no fluxo de indução na espira, podem ser obtidas variando-se ou a área coberta pela espira, ou a intensidade do campo magnético (que pode ser obtida aproximando-se ou afastando-se o ímã em relação à espira) ou ainda a inclinação da espira em relação às linhas de campo magnético que a atravessam.

A lei de indução de Faraday afirma que a corrente elétrica induzida na espira é devida à variação do fluxo magnético que ocorre através da espira.

Podemos representar matematicamente essa lei da seguinte forma:

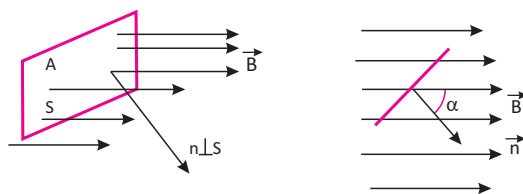
$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

Φ - representa o fluxo das linhas de campo magnético através de uma superfície

B - representa a intensidade do campo magnético;

A - representa a área da superfície atravessada pelas linhas de campo magnético;

θ - ângulo formado entre a normal à superfície atravessada e as linhas de campo.



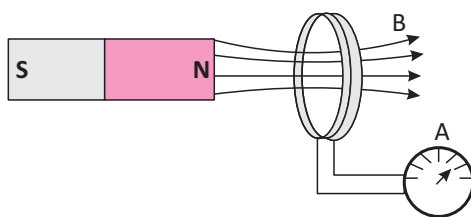
Assim, se as linhas de campo forem paralelas à espira, o fluxo será nulo, já que nesse caso $\theta = 90^\circ$ e $\cos 90^\circ = 0$, ou seja, as linhas de campo são perpendiculares à normal do plano, dessa forma não teremos nenhuma linha de campo atravessando a espira.

Com relação à unidade de medida do fluxo, dentro do sistema Internacional (SI), a unidade é dada em weber, cujo símbolo é wb. Portanto através desse fluxo magnético temos:

$$1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot 1\text{m}^2 \longrightarrow \text{T} = \frac{\text{wb}}{\text{m}^2}$$

LEI DE LENZ

Outra grande personalidade foi o físico russo Heinrich Friedrich Lenz, que estudando a lei de indução de Faraday, enunciou em 1834 a lei que determina o sentido da corrente elétrica induzida numa espira. Por essa lei sabe-se que a corrente elétrica induzida tem um sentido que contrário à variação do fluxo das linhas de campo associadas a ela, tentando impedir a variação do campo.



Desta forma temos algumas situações:

Ao colocarmos o ímã se aproximando da espira com o polo norte voltado para ela, como dizemos que as linhas de campo “nascem” no polo norte, teremos as linhas no sentido do ímã para a espira.

Isso contraria o **princípio da conservação de energia**, pois teríamos um aumento de energia proveniente do trabalho realizado em relação ao ímã (ao aproximá-lo da espira). Teríamos também, um aumento de energia proveniente da atração sofrida entre a espira e o ímã, o que aumentaria ainda mais a intensidade da corrente. Portanto, tal situação é fisicamente impossível de ocorrer.

Conclui-se então que nesse caso, quando o ímã é aproximado da espira com a face norte voltada para ela, a corrente induzida deverá ter um sentido tal que o campo magnético associado a ela tenha suas linhas de campo com sentido contrário às linhas do ímã.

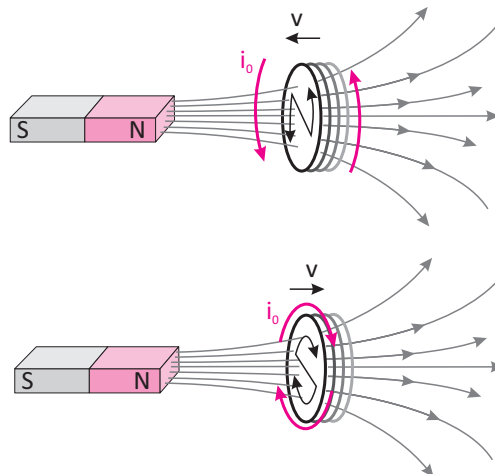
Utilizando a regra da mão direita (que fornece o sentido da corrente e do campo magnético), notamos que a corrente induzida deverá ter sentido anti-horário. Assim, as linhas de campo magnético da espira estarão “saindo” dela e dessa forma, existirá uma contraposição ao aumento de fluxo através da espira e o princípio da conservação de energia será respeitado.

Se agora fizermos com que o ímã continue com sua face norte voltada para a espira, ele se afastaria dela. Nesse caso, o fluxo através da espira vai diminuindo conforme o ímã se afasta. Para compensar essa diminuição de energia, a face da espira deverá se comportar como um polo sul, para atrair o pólo norte do ímã. Para tanto, a corrente induzida deverá ter o sentido horário e suas linhas de campo terão o mesmo sentido das linhas de campo do ímã.

Da mesma forma podemos ter movimento de ambas, tanto do ímã quanto da espira, bastando para resolver a situação, observar que o princípio da conservação da energia deve ser respeitado.

Portanto, de forma geral, podemos resumir a situação dizendo que quando a face norte do ímã se aproxima da espira, a corrente induzida terá sentido anti-horário e se comportará como um polo norte. Quando a face sul do ímã se aproxima da

espira, a corrente induzida terá sentido horário e se comportará como um polo sul. Quando o ímã está se afastando, o sentido da corrente se inverte. Vejamos abaixo um esquema numa situação de aproximação e, em seguida, de afastamento:



LEI DE FARADAY-NEUMANN

Em 1845, Franz Ernst Neumann escreveu matematicamente a Lei de Faraday (em termos de força eletromotriz), estabelecendo uma relação entre essa força e o fluxo magnético num determinado intervalo de tempo:

$$\varepsilon_m = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Onde:

ε_m – representa a força eletromotriz (fem) na espira;

$\Delta\Phi$ – representa a variação do fluxo das linhas de campo através da espira;

Δt – representa a variação de tempo. O sinal negativo indica o sentido em que a força eletromotriz induzida atua o que, por sua vez, indica o sentido da corrente induzida (que como vimos, é decorrente da Lei de Lenz).

TRANSFORMADORES

Esses equipamentos têm seu funcionamento baseado nas leis de Faraday e Lenz, as leis do eletromagnetismo e da indução eletromagnética, respectivamente.

Eles possuem mais de um enrolamento, sendo que essas partes são chamadas de primário e secundário em casos de transformadores com dois enrolamentos e em transformadores que possuem três enrolamentos, além dos dois nomes já citados, o terceiro enrolamento é denominado terciário.

Existem diversos tipos de transformadores: os monofásicos, que operam no máximo em duas fases (127V –220V), os trifásicos (ou de potência), que funcionam em três fases (220V-380V-440V) e são aplicados na transformação de tensão e consequentemente alteram as correntes de entrada e de saída. Pode-se elevar a tensão e diminuir a corrente, assim a perda por Efeito Joule (perdas por sobreaquecimento nos enrolamentos) diminui e por fim, temos os chamados autotransformadores. Eles possuem o seu enrolamento secundário ligado eletricamente ao enrolamento primário. Como se pode ver existe uma gama de modalidades desses equipamentos.

Além de serem classificados de acordo com o fim a ser usado, ainda existe a classificação de acordo com o núcleo. Os tipos de transformadores de acordo com o núcleo são: os de núcleo de ar, cujos enrolamentos ficam em contato com a própria atmosfera e os de núcleo ferromagnético, onde são usadas chapas de aço laminadas (no geral usam-se chapas de aço-silício, por diminuir a perda por Corrente de Foucault ou correntes parasitas).

Os cálculos de transformação de tensão, corrente e número de enrolamento são:

$$N_1 \cdot V_2 = N_2 \cdot V_1$$



Quando o número de espiras é proporcional a tensão.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Onde:

N_1 = número de espiras no enrolamento primário

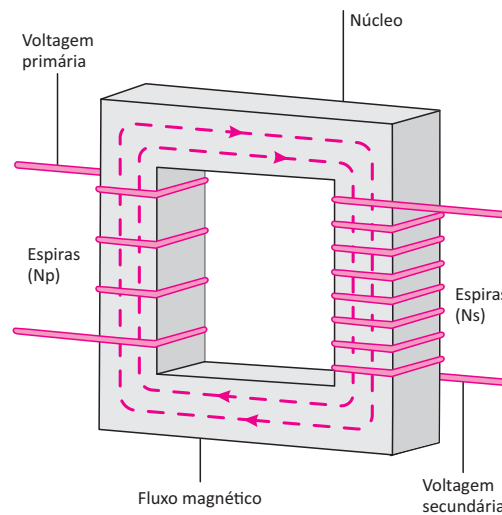
N_2 = número de espiras no enrolamento secundário

V_1 = tensão no primário

V_2 = tensão no secundário

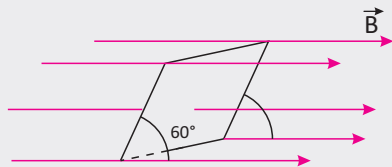
I_1 = corrente no primário

I_2 = corrente no secundário



R EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

- 01** Uma espira retangular, com 15cm de largura, por 20cm de comprimento encontra-se imersa em um campo de indução magnética uniforme e constante, de módulo 10T. As linhas de indução formam um ângulo de 30° com o plano da espira, conforme mostra a figura:



Qual é o valor do fluxo de indução magnética que passa pela espira?

Resolução:

$$\Phi = 10 \cdot 0,03 \cdot \cos 30^\circ$$

$$\Phi = 0,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Phi \cong 0,25 \text{Wb}$$

- 02** Um campo magnético atua perpendicularmente sobre uma espira circular de raio 10cm, gerando um fluxo de indução magnética de 1Wb. Qual a intensidade do campo magnético?

Resolução:

Sendo a área da espira:

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3,14 \cdot (0,1)^2$$

$$A = 0,0314 \text{ m}^2$$

Então a intensidade do campo magnético pode ser calculada por:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

$$B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos \theta}$$

$$B = \frac{\Phi}{A} \cdot \sec \theta$$

$$B = \frac{1}{0,0314} \cdot \sec 0^\circ$$

$$B \cong 31,83 \text{T}$$

03 Suponha que uma espira retangular de área igual a $2,4 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ imersa em uma região onde existe um campo de indução magnética B , cuja intensidade é igual a $3 \times 10^{-2} \text{ T}$, perpendicular ao plano da espira. De acordo com as informações, determine o fluxo magnético através da espira.

Resolução:

A equação que nos fornece o cálculo do fluxo magnético é:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$$

Como $\theta = 0^\circ$, podemos dizer que o sentido de B coincide com o sentido do vetor normal à área da espira. Sendo assim, temos que o fluxo através da espira é:

$$\Phi = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 2,4 \cdot 10^{-1} \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

04 Duas espiras iguais, cada uma com raio de $2\pi \text{ cm}$, são colocadas com centros coincidentes em planos perpendiculares. Sendo percorridas pelas correntes $i_1 = 4,0 \text{ A}$ e $i_2 = 3,0 \text{ A}$, caracterize o vetor indução magnética resultante no seu centro O . (Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$).

O campo magnético gerado pela corrente $i_1 = 4,0 \text{ A}$ na espira 1 é:

Resolução:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i_1}{2 \cdot R} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{4}{2\pi \cdot 10^{-2}}$$

$$\vec{B}_1 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

O campo gerado pela corrente $i_2 = 3,0 \text{ A}$ na espira 2 é:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i_2}{2 \cdot R} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{3}{2\pi \cdot 10^{-2}}$$

$$\vec{B}_2 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Como as espiras estão dispostas perpendicularmente, o campo resultante é:

$$|\vec{B}|^2 = |\vec{B}_1|^2 + |\vec{B}_2|^2$$

$$|\vec{B}|^2 = (4 \cdot 10^{-5})^2 + (3 \cdot 10^{-5})^2$$

$$|\vec{B}| = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

05 UNICAMP Um solenoide ideal, de comprimento 50 cm e raio 1,5 cm, contém 2000 espiras e é percorrido por uma corrente elétrica de 3,0 A. O campo de indução magnética B é paralelo ao eixo do solenoide e sua intensidade é dada por $B = \mu_0 \cdot n \cdot i$, onde n é o número de espiras por unidade de comprimento e i é a corrente elétrica. Sendo $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$:

A Qual é o valor de B ao longo do eixo do solenoide?

B Qual é a aceleração de um elétron lançado no interior do solenoide, paralelamente ao eixo?

Resolução:

A o valor de n é dado por:

$$n = \frac{2000}{0,5}$$

$$n = 4000 = 4.103 \text{ espiras / metro}$$

logo,

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 3$$

$$B = 150 \times 10^{-4}$$

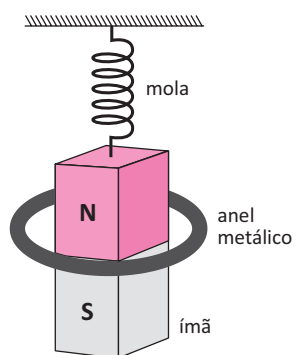
$$B = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

B Como a velocidade é paralela ao campo, a força magnética é nula, portanto:

$$a = 0$$

F EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01 UEG A figura a seguir representa um ímã preso a uma mola que está oscilando verticalmente, passando pelo centro de um anel metálico.



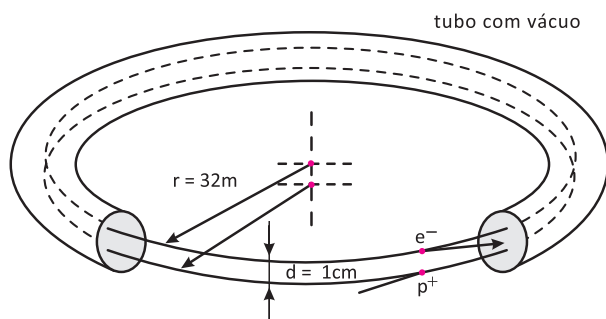
Com base no princípio da conservação de energia e na lei de Lenz, responda aos itens a seguir.

A Qual é o sentido da corrente induzida quando o ímã se aproxima (descendo) do anel? Justifique.

B O que ocorre com a amplitude de oscilação do ímã? Justifique.

02 Determine o valor da tensão elétrica induzida entre as extremidades de um fio condutor de 60 cm de comprimento que se move com velocidade constante de 40 m/s perpendicularmente às linhas de indução magnética de um campo de 12 T.

03 | FUVEST No anel do Lab. Nac. de LuzSincrotron em Campinas, SP, representado simplificada na figura, elétrons (e^-) se movem com velocidade v próxima de $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ formando um feixe de pequeno diâmetro, numa órbita circular de raio $R = 32 \text{ m}$.



O valor da corrente elétrica, devido ao fluxo de elétrons através de uma seção transversal qualquer do feixe, vale $0,12 \text{ A}$.

A Calcule o número total n de elétrons contidos na órbita.

B Considere um feixe de pósitrons (p), movendo-se em sentido oposto no mesmo tubo em órbita a 1 cm da dos elétrons, tendo velocidade, raio e corrente iguais as dos elétrons. Determine o valor aproximado da força de atração F , de origem magnética, entre os dois feixes, em N .

04 | Um anel de raio 20 cm se encontra em um campo de indução magnética de 10^{-3} T . Sabe-se que o campo faz 30° com o plano do anel. Calcule o fluxo magnético que atravessa o anel nessas condições. Utilize $\pi = 3$.

05 | UNICAMP Um condutor homogêneo de resistência $8,0 \Omega$ tem a forma de uma circunferência. Uma corrente $I = 4,0 \text{ A}$ chega por um fio retilíneo ao ponto A e sai pelo ponto B por outro fio retilíneo perpendicular, conforme a figura. As resistências dos fios retilíneos podem ser consideradas desprezíveis.

A calcule a intensidade das correntes nos dois arcos de circunferência compreendidos entre A e B.

B calcule o valor da intensidade do campo magnético B no centro O da circunferência.

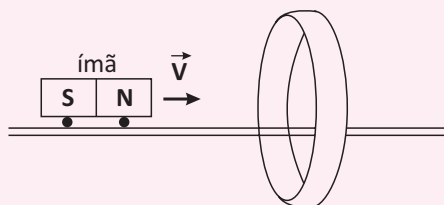
T ENEM E VESTIBULARES

01 | FATEC Em qualquer tempo da história da Física, cientistas buscaram unificar algumas teorias e áreas de atuação. Hans Christian Oersted, físico dinamarquês, conseguiu prever a existência de ligação entre duas áreas da física, ao formular a tese de que quando duas cargas elétricas estão em movimento, manifesta-se entre elas, além da força eletrostática, uma outra força, denominada força magnética.

Este feito levou a física a uma nova área de conhecimento denominada:

- A** eletricidade.
- B** magnetostática.
- C** eletroeletrônica.
- D** eletromagnetismo.
- E** indução eletromagnética.

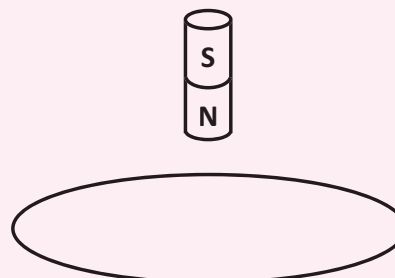
02 | FUVEST Um ímã preso a um carrinho desloca-se com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Envolvendo o trilho há uma espira metálica, como mostra a figura.



Pode-se afirmar que, na espira, a corrente elétrica:

- A** é sempre nula;
- B** existe somente quando o ímã se aproxima da esfera;
- C** existe somente quando o ímã está dentro da espira;
- D** existe somente quando ímã se afasta da espira;
- E** existe quando o ímã se aproxima ou se afasta da espira.

03 | UFV A figura abaixo ilustra um ímã cilíndrico que é abandonado acima de uma espira condutora situada num plano horizontal, no campo gravitacional da Terra. Após abandonado, o ímã cai verticalmente passando pelo centro da espira.

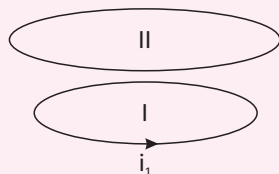


Desprezando-se a resistência do ar, é CORRETO afirmar que as forças que a bobina exerce no ímã quando este

está se aproximando e, depois, se afastando da mesma são, respectivamente:

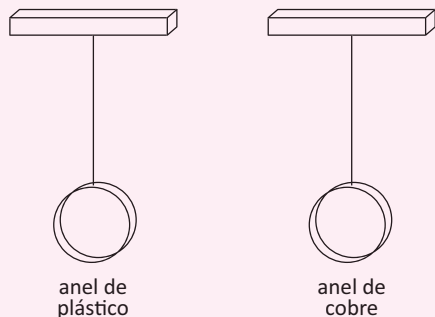
- A vertical para baixo e vertical para baixo.
- B vertical para cima e vertical para baixo.
- C vertical para cima e vertical para cima.
- D vertical para baixo e nula.
- E nula e vertical para cima.

04| UFPI As duas espiras de corrente, mostradas na figura, são planas e paralelas entre si. Há uma corrente i_1 na espira I, no sentido mostrado na figura. Se essa corrente está aumentando com o tempo, podemos afirmar corretamente que o sentido da corrente induzida na espira II é:



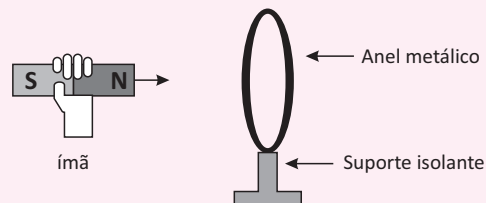
- A o mesmo de i_1 e as espiras se atraem.
- B contrário ao de i_1 e as espiras se atraem.
- C contrário ao de i_1 e a força entre as espiras é nula
- D contrário ao de i_1 e as espiras se repelem.
- E o mesmo de i_1 e as espiras se repelem.

05| UFMG Em uma aula, o Prof. Antônio apresenta uma montagem com dois anéis dependurados, como representado na figura a seguir. Um dos anéis é de plástico – material isolante – e o outro é de cobre – material condutor. Em seguida, ele mostra aos seus alunos que o anel de plástico e o de cobre não são atraídos nem repelidos por um ímã que está parado em relação a eles. Então, aproxima rapidamente o ímã, primeiro, do anel de plástico e, depois, do anel de cobre. Com base nessas informações, é correto afirmar que:



- A os dois anéis aproximam-se do ímã.
- B o anel de plástico não se movimenta e o de cobre afasta-se do ímã.
- C nenhum dos anéis se movimenta.
- D o anel de plástico não se movimenta e o de cobre aproxima-se do ímã.
- E N.D.A

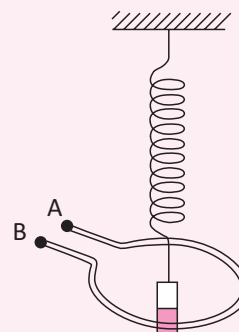
06| FUVEST Aproxima-se um ímã de um anel metálico fixo em um suporte isolante, como mostra a figura. O movimento do ímã, em direção



ao anel,

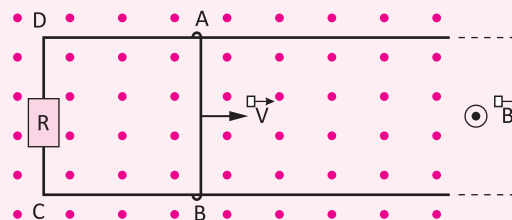
- A não causa efeitos no anel.
- B produz corrente alternada no anel.
- C faz com que o pólo sul do ímã vire pólo norte e vice versa.
- D produz corrente elétrica no anel, causando uma força de atração entre anel e ímã.
- E produz corrente elétrica no anel, causando uma força de repulsão entre anel e ímã.

07| UFES Um pequeno corpo imantado está preso à extremidade de uma mola e oscila verticalmente na região central de uma bobina cujos terminais A e B estão abertos, conforme indica a figura. Devido à oscilação do ímã, aparece entre os terminais A e B da bobina:



- A uma corrente elétrica constante
- B uma corrente elétrica variável
- C uma tensão elétrica constante
- D uma tensão elétrica variável
- E uma tensão e uma corrente elétrica, ambas constantes

08| PUCC Uma espira ABCD está totalmente imersa em um campo magnético B, uniforme, de intensidade 0,50 T e direção perpendicular ao plano da espira, como mostra a figura.



O lado AB, de comprimento 20 cm, é móvel e se desloca com velocidade constante de 10 m/s, e R é um resistor de resistência $R=0,50\Omega$. Nessas condições é correto afirmar que, devido ao movimento do lado AB da espira:

- A** Não circulará nenhuma corrente na espira, pois o campo é uniforme.
- B** Aparecerá uma corrente induzida, no sentido horário, de 2,0 A.
- C** Aparecerá uma corrente induzida, no sentido horário, de 0,50 A.
- D** Aparecerá uma corrente induzida, no sentido anti-horário, de 2,0 A.
- E** Aparecerá uma corrente induzida, no sentido anti-horário, de 0,50 A.

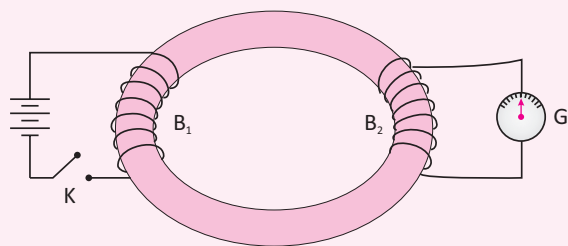
09 | UNISINOS-RS As companhias de distribuição de energia elétrica utilizam transformadores nas linhas de transmissão. Um determinado transformador é utilizado para baixar a diferença de potencial de 3 800 V (rede urbana) para 115 V (uso residencial). Neste transformador:

- I. O número de espiras no primário é maior que no secundário.
- II. A corrente elétrica no primário é menor que no secundário.
- III. A diferença de potencial no secundário é contínua.

Das afirmações acima:

- A** Somente I é correta.
- B** Somente II é correta.
- C** Somente I e II são corretas.
- D** Somente I e III são corretas.
- E** I, II e III são corretas.

10 | VUNESP-SP A figura representa uma das experiências de Faraday que ilustram a indução eletromagnética, em que há uma bateria de tensão constante, K é uma chave, B_1 e B_2 são duas bobinas enroladas num núcleo de ferro doce e G é um galvanômetro ligado aos terminais de B_2 que, como ponteiro na posição central, indica corrente elétrica de intensidade nula.



Quando a chave K é ligada, o ponteiro do galvanômetro se desloca para a direita e:

- A** assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- B** logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- C** logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta a se deslocar para a direita por alguns instantes e volta à posição central.
- D** para a esquerda com uma oscilação de frequência e amplitude constantes e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.
- E** para a esquerda com uma oscilação cuja frequência e amplitude se reduzem continuamente até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.

11 | UNESP-SP Assinale a alternativa que indica um dispositivo ou componente que só pode funcionar com corrente elétrica alternada ou, em outras palavras, que é inútil quando percorrido por corrente contínua.

- A** lâmpada incandescente
- B** fusível
- C** eletroímã
- D** resistor
- E** transformador

12 | UFRGS O primário de um transformador alimentado por uma corrente elétrica alternada tem mais espiras do que o secundário. Nesse caso, comparado com o primário, no secundário:

- A** a diferença de potencial é a mesma e a corrente elétrica é contínua
- B** a diferença de potencial é a mesma e a corrente elétrica é alternada
- C** a diferença de potencial é menor e a corrente elétrica é alternada
- D** a diferença de potencial é maior e a corrente elétrica é alternada
- E** a diferença de potencial é maior e a corrente elétrica é contínua

**QUÍMICA
FRENTE A
QUÍMICA AMBIENTAL
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 25)**

01|

- a) O aumento da concentração de nitrato leva à eutrofização, que favorece a proliferação do fitoplâncton, a ponto de prejudicar a passagem de luz no meio aquático. Isso leva à redução da taxa de fotossíntese que, associada ao consumo de oxigênio pelos seres aeróbicos, conduz à diminuição de oxigênio dissolvido na água.

- b) A porcentagem em massa do elemento nitrogênio no composto nitrato de amônio é:

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \begin{cases} 2 \text{ átomos N} \Rightarrow 2 \cdot 14 = 28 \\ 4 \text{ átomos H} \Rightarrow 4 \cdot 1 = 4 \\ 3 \text{ átomos O} \Rightarrow 3 \cdot 16 = 48 \\ \hline 80 \text{ g/mol} \end{cases}$$

$$\%N = \frac{28}{80} \cdot 100\% = 35\%$$

Como o material compostado só possui 5% em massa do elemento nitrogênio, para uma mesma massa de fertilizante o nitrato de amônio é que fornece o maior teor de nitrogênio.

02|

- a) Do ponto de vista ambiental, seria melhor usar a reciclagem secundária, já que a quaternária leva à formação de poluentes gasosos, principalmente CO₂. Além disso, pode-se considerar vantajosos o reaproveitamento do polímero e uma economia no uso de matéria prima, principalmente o petróleo, que é a principal fonte primária desse recurso.

- b) A massa consumida de polímeros e oxigênio é igual à massa formada de gás carbônico e água. Isso se justifica pela lei da conservação das massas de Lavoisier.

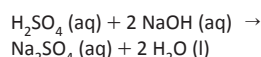
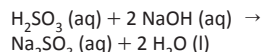
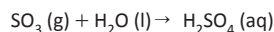
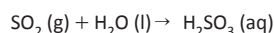
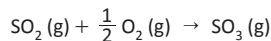
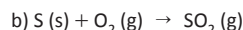
Observação: poder-se-ia justificar a conservação da massa no processo de reciclagem quaternária, efetuando-se cálculos estequiométricos a partir dos dados fornecidos. No entanto, esse procedimento consumiria muito tempo. Isso só se justificaria se houvesse, no texto da questão, uma determinação nesse sentido.

03|

- a) Reduzir, reutilizar, reciclar.
b) O material seria constituído de pilhas e baterias. Esses dispositivos são constituídos, em parte, de metais pesados e outras substâncias com alto potencial poluidor.

04|

- a) A coloração muda de rosa para incolor. A fenolftaleína presente deixa a solução rosa quando o meio é alcalino (NaOH). Quando acontece a reação com o gás proveniente da fusão do enxofre, a solução fica incolor, pois há a formação de solução ácida.



- c) Simulação da chuva ácida.

05|

- a) Decantação: consiste na sedimentação de partículas sólidas presentes na água, quando deixada em repouso nos tanques de decantação.

- b) Diminuição de resíduos de difícil de degradação pelo meio natural, como, por exemplo, os plásticos.

- c) Aumento da oxigenação da água do esgoto antes de ser lançada nos rios e lagos do Triângulo Mineiro, favorecendo a manutenção da vida nesses ambientes aquáticos.

ENEM E VESTIBULARES (P. 27)

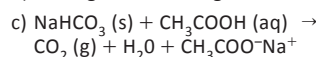
- 01| E 04| D 07| A 10| B
02| B 05| D 08| D
03| D 06| E 09| E

**REAÇÕES INORGÂNICAS
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 32)**

01|

- a) Ao entrar em contato com o vinagre, o bicarbonato reage produzindo gás. Isso pode ser observado pela efervescência no frasco.

- b) A bexiga encherá de gás e será inflada.



- d) Para detectar o gás carbônico presente na bexiga, pode-se prender um canudo de refrigerante na ponta da bexiga inflada (com cuidado para não vazar o gás) e, na sequência, colocar a ponta do canudo em uma solução de água de cal. Haverá a precipitação de carbonato de cálcio que turvará a solução, identificando o gás carbônico.

02|

Reação entre os reagentes dos frascos 1 e 2.



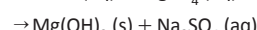
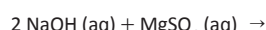
Pares conjugados: HCl e Cl⁻; NH₃ e NH₄⁺

Reação entre os reagentes dos frascos 2 e 3.



Pares conjugados: H₂SO₄ e HSO₄⁻; NH₃ e NH₄⁺

03|

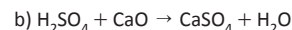


ppt branco

A mesma imagem pode ser usada, pois o Mg(OH)₂ é uma base insolúvel e também forma uma precipitado (ppt) branco.

04|

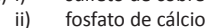
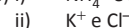
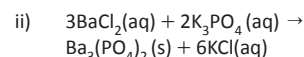
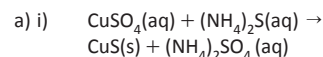
- a) Sulfato de cálcio



Água

Escrever a equação com seta de equilíbrio (⇌) ou sinal de igualdade (=) apenas

05|



ENEM E VESTIBULARES (P. 33)

- 01| B 04| E 07| A 10| D
02| E 05| C 08| B
03| E 06| A 09| C

**ÓXIDOS
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 39)**

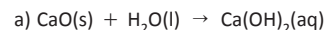
01|

carbono

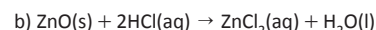
6



02|



Hidróxido de cálcio



Cloreto de zinco

03|

a)

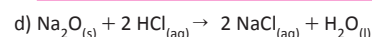
Oxídeo	Reação com Água	Coloração
N ₂ O ₅	N ₂ O ₅ + H ₂ O → 2HNO ₃	Incolor
Na ₂ O	Na ₂ O + H ₂ O → 2NaOH	Rosa

b)

Oxídeo	Classificação	Tipo de Ligação
N ₂ O ₅	Ácido	Covalente
Na ₂ O	Básico	Iônica

c)

Nome	Fórmula Eletrônica
Ácido sulfúrico	$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \text{H} \text{---} \text{O} \text{---} \text{S} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H} \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array} & \text{ou} & \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \text{H} \text{---} \text{O} \text{---} \text{S} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H} \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array} & \text{ou} \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} & & \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} & & \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \text{H} \text{---} \text{O} \text{---} \text{S} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H} & & \text{H} \text{---} \text{O} \text{---} \text{S} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H} & & \text{H} \text{---} \text{O} \text{---} \text{S} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H} \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} & & \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} & & \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ & & \text{ou} & & \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array}$



GABARITOS

04|

- a) $5 \text{ CO} + \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow 5 \text{ CO}_2 + \text{I}_2$
 b) $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ HIO}_3$
 c) $2 \text{ HIO}_3 \xrightarrow{200^\circ\text{C}} \text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$
 2 mol-----1 mol
 2 . 176g-----18 g

De cada 2 mol de HIO_3 que reagem (352 g) é produzido 1 mol de água (18 g).

Desse modo, temos:

$$352 \text{ g} \text{-----} 100\%$$

$$18 \text{ g} \text{-----} x$$

$$x = 5,1\%$$

Ou seja, apenas 5,1% do HIO_3 é transformado em água.

05|

- a) Podem ser os seguintes, considerando-se todos os elementos citados e seus vários estados de oxidação:

As_2O_3 , CdO , SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , Fe_3O_4 , PbO_2 , PbO , MnO , MnO_2 , MnO_4^- , MnO_3^- , Mn_2O_3 , Cr_2O_3 , CrO_3 .

- b) Esses elementos têm diversas aplicações na vida cotidiana. Podem ser citados:

Arsênio na conservação de madeira, na fabricação de vidro e como inseticida.

Silício na indústria de semicondutores.

Cádmio para confecção de baterias recarregáveis.

Ferro em construção civil e transportes.

Chumbo em baterias de automóveis e na construção civil.

Manganês usado na fabricação de aço, ligas metálicas em geral e na indústria de tintas.

Cromo na confecção de ligas metálicas (aço inoxidável) e em curtumes.

ENEM E VESTIBULARES (P. 40)

01| C 04| A 07| E 10| A

02| C 05| B 08| E

03| D 06| D 09| E

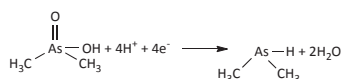
OXIRREDUÇÃO EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 45)

04|

1. I.

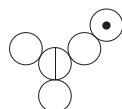
Na etapa I, o átomo de arsênio perde 2 elétrons ao variar seu estado de oxidação 3+ para 5+.

2.



01|

a)



b) Molécula X: H_2SO_4

Elemento central: S

NOX: +6

02|

a) Semirreação de oxidação: $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

Semirreação de redução: $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)}$

b) O objetivo era testar o agente oxidante do metal cobre, já que poderia ser somente o $\text{H}^+(\text{aq})$, somente o $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ ou ambos. Como não houve oxidação do cobre metálico somente com o $\text{H}^+(\text{aq})$ ou com o $\text{NO}_3^-(\text{aq})$, o agente que oxida o metal é o conjunto $\text{H}^+(\text{aq})$ com $\text{NO}_3^-(\text{aq})$.

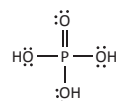
05|

1. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$

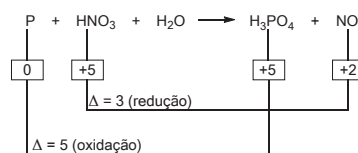
2. O iodo, produzido na reação I, reage com o tiosulfato de potássio, reagente da reação II. Como este é o primeiro reagente consumido completamente, o iodo reagirá com o amido somente quando o $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ não estiver mais presente na solução. Por isso, a cor azul só aparece depois de certo tempo após o início das reações I e II.

03|

a)



b)

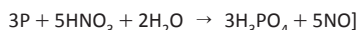


Portanto:

$$\text{P: } \Delta \times \text{atômica} = 5 \times 1 = 5$$

$$\text{HNO}_3: \Delta \times \text{atômica} = 3 \times 1 = 3$$

A equação balanceada será:



ENEM E VESTIBULARES (P. 46)

10| E 03| B 06| D 09| B

01| E 04| E 07| C

02| C 05| C 08| D

FRENTE B ELETRÓLISE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 51)

01|

a) Ânodo: $2\text{O}^{2-} \rightarrow 4\text{e}^- + \text{O}_2$

Cátodo: $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$

b) Reação global: $3\text{Mg} + 2\text{Al}^{3+} \rightarrow 2\text{Al} + 3\text{Mg}^{2+}$

Massa aumentada: Al

Massa diminuída: Mg

c) Elétrons nos eletrodos:

Os elétrons saem do eletrodo de magnésio e migram para o eletrodo de alumínio.

Cátions e ânions na ponte salina:

Os cátions Mg^{2+} migram na direção da solução do sal de alumínio.

Os ânions associados ao sal de alumínio migram para a solução do sal de magnésio.

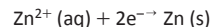
d) Processo (A):

Não é espontâneo. Eletrólise. Exige aplicação de corrente elétrica.

Processo (B):

Espontâneo. Pilha. Ocorre geração de corrente elétrica.

02|



$$6,24 \times 10^{23}$$

03|

a) No tubo 1, forma-se oxigênio e, no tubo 2, hidrogênio, a partir da reação representada abaixo:



De acordo com a estequiometria da reação, tem-se que 2 mols de água (36 g) formam 2 mols de gás hidrogênio ($2 \times 22,4 \text{ L} = 44,8 \text{ L}$) e 1 mol de gás oxigênio ($1 \times 22,4 \text{ L} = 22,4 \text{ L}$).

b) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O(l)}$

04|

a) Processo I: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^-$

Processo II: $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2$

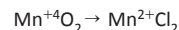
Processo III: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

b) Cátodo: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

Ânodo: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

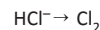
c) Oxidante: MnO_2
Nox

↓



O Mn^{+4} do MnO_2 diminui de NOX ao transformar-se no Mn^{+2} do MnCl_2 . Portanto, o MnO_2 atua como agente oxidante.

Redutor: HCl



↓

Nox = 0

Ocorre aumento de NOX quando o Cl^- do HCl transforma-se no Cl (Nox = 0) do Cl_2 . Assim, HCl atua como agente redutor.

05|

No cátodo temos: $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}_{(s)}$
Vamos determinar a carga, em Faraday, que atravessa a célula.

Q = i.t, logo Q = 4.0x3600 segundos = 14400 C
 2 mols de e⁻ — 1 mol Ni
 193000 C — 58,70 g
 14400 C — X g
 X = 4,38 gramas de Ni
 No ânodo temos: 2H₂O → 4e⁻ + O₂(g) + 4H⁺
 4 mols de e⁻ — 1 mol O₂
 386000 C — 32,0 g
 14400 C — X
 X = 1,19 g de O₂

ENEM E VESTIBULARES (P. 52)

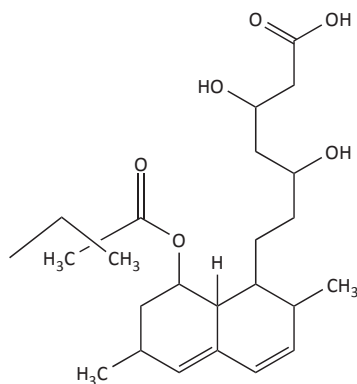
- 01| E 04| D 07| A 10| C
 02| C 05| A 08| D
 03| B 06| B 09| E

HIDRÓLISE SALINA
 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 56)

- 02|
 a) m = 0,25 g de NH₄Cl
 b) Uma solução aquosa de cloreto de amônio apresentará caráter ácido, uma vez que esse sal é derivado de um ácido forte e uma base fraca e, portanto, sofre hidrólise. Nesse processo, a liberação de íons H⁺ justifica um pH menor do que sete (pH < 7).

01| [OH⁻] = 5,0 · 10⁻⁶ mol/L

- 03|
 a)



- b) Há 6 átomos de carbono sp²
- 04|
 a) Como ocorreu acúmulo de ácido láctico que se difundiu para o sangue, a concentração de [H⁺] aumenta, provocando o deslocamento do equilíbrio para a esquerda. Assim, a razão [HCO₃⁻]/[H₂CO₃] irá diminuir.
 b) A diminuição de CO₂ no sangue faz com que o equilíbrio se desloque para a esquerda, provocando uma diminuição na concentração de [H⁺] e um aumento de pH.
- 05|
 a) 3,3 · 10⁻⁹ mol/L
 b) CN⁻(aq) + H₂O(l) → HCN(aq) + OH⁻(aq)

ENEM E VESTIBULARES (P. 57)

- 01| A 04| E 07| B 10| A
 02| D 05| D 08| C
 03| A 06| C 09| D

PRODUTO DE SOLUBILIDADE (KPS)
 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 61)

- 01|
 a) Cálculo do Kps para o AgCl
 Kps = [Ag⁺].[Cl⁻]
 Kps = (S).(S)
 2x10⁻¹⁰ = (S)²
 S = 1,42x10⁻⁵ mol.L⁻¹
 Cálculo do Kps para o Mg(OH)₂
 Kps = [Mg²⁺].[OH⁻]²
 Kps = (S).(2S)²
 8x10⁻¹² = 4 S³
 S = 1,26x10⁻⁴ mol.L⁻¹
 Portanto, a solubilidade do AgCl é menor que do Mg(OH)₂.
- b) Levando-se em consideração as concentrações dos íons, tem-se que o valor da constante Q é igual a (1,0x10⁻⁴)² = 1,0x10⁻⁸
 Como o valor encontrado é maior que o Kps, haverá formação de precipitado.

- 02|
 a) S = 1,875 x 10⁻³ mol.L⁻¹
 b) Como resultado do deslocamento do equilíbrio químico, a adição do íon A⁻ (ion comum) levará à formação do eletrólito sólido, ou seja, haverá, no recipiente, um aumento da massa do precipitado.
- 03|
 a) o valor da solubilidade é: 7 x 10⁻³ g/L.
 b) Com a adição de Na₂CO₃ a solubilidade diminui em função do efeito do íon comum.

- 04|
 a) S = 1,31 x 10⁻⁴ mol.L⁻¹
 b) 101,08 mg
- 05|
 Kps = 3,2 x 10⁻¹⁴ mol³ x L⁻³

ENEM E VESTIBULARES (P. 62)

- 01| C 04| D 07| C 10| E
 02| A 05| D 08| B
 03| E 06| A 09| D

PH E POH
 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 65)

- 01|
 a)

$$\frac{S_2O_5^{2-}(aq) + H_2O(l) = 2HSO_3^-(aq)}{2HSO_3^-(aq) = 2H^+(aq) + 2SO_3^{2-}(aq)} \quad \left(\begin{array}{l} \text{formação} \\ \text{do } SO_3^{2-} \end{array} \right)$$

$$S_2O_5^{2-}(aq) + H_2O(l) = 2H^+(aq) + 2SO_3^{2-}(aq)$$
 e

$$\frac{S_2O_5^{2-}(aq) + H_2O(l) = 2HSO_3^-(aq)}{2HSO_3^-(aq) + 2H^+(aq) = 2H_2O(l) + 2SO_2(aq)} \quad \left(\begin{array}{l} \text{formação} \\ \text{do } SO_2 \end{array} \right)$$

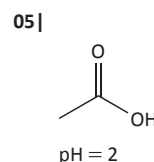
$$S_2O_5^{2-}(aq) + 2H^+(aq) = H_2O(l) + 2SO_2(aq)$$

- b) Limite diário da ingestão de SO₂ = 1,1 · 10⁻⁵ mol SO₂/kg
 Para um indivíduo de 50 kg, em um dia, a quantidade máxima de SO₂ que pode ser ingerida é 50 · 1,1 · 10⁻⁵ mol = 55 · 10⁻⁵ mol de SO₂
 1 mol SO₂ — 64 g
 55 · 10⁻⁵ mol — m
 m = 0,0352 g = 35,2 mg de SO₂
 massa máx. de SO₂ que esse indivíduo pode ingerir
 Como a concentração de SO₂ na água de coco é de 64 mg/L, tem-se:
 1 L — 64 mg de SO₂
 0,2 L — m'
 m' = 12,8 mg de SO₂ foram ingeridos
 Como foi ingerida uma massa menor do que a aconselhável para seu peso, ela não ultrapassou o IDA do SO₂ ao tomar 200 mL dessa água de coco.

- 02|
 a) o valor do pH é igual a 13.
 A partir dos dados apresentados, a cor da solução é igual a azul.
 b) pH = 1
 Na presença do indicador natural, a solução apresentará cor rosa.

- 04|
 a) pH = 1,3 e a solução final apresentará coloração incolor.
 b) Aproximadamente 0,27 mL
 c) pH = 2,0

- 03|
 a) pH = 2,70
 b) Ka = 2x10⁻⁵



ENEM E VESTIBULARES (P. 66)

- 01| B 04| D 07| C 10| C
 02| A 05| B 08| D
 03| E 06| E 09| B

FRENTE C
 POLÍMEROS
 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 74)

- 01|
 a) Nesse processo, os átomos de enxofre formam ligações cruzadas entre as cadeias do polímero. Essas ligações originam estruturas tridimensionais que mantêm a cadeia do polímero alinhada, tornando a borracha mais dura e resistente (borracha vulcanizada). Quando esse material é tensionado, não sofre uma deformação permanente, voltando a sua forma e tamanho originais quando a tensão é retirada.

GABARITOS

b) 1,7%

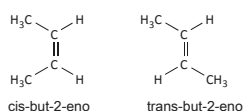
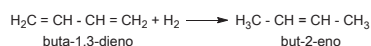
c) Uma consequência social provocada pela exploração da borracha na Amazônia até 1913 foi a migração. O grande número de trabalhadores oriundos de várias regiões do país, principalmente do Nordeste, dirigiram-se para os seringais da região Norte e foram submetidos a um regime de semiescravidão pelos seringalistas.

02|

a) O processo que ocorre no aquecimento da borracha natural ou sintética com enxofre recebe o nome de vulcanização.

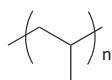
A vulcanização transforma as cadeias da borracha que são lineares em estruturas espaciais interligadas por átomos de enxofre. Esse processo tem por finalidade endurecer a borracha, tornando-a mais resistente ao atrito.

b)



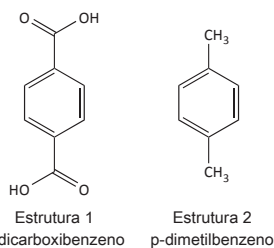
0|

84 000 g

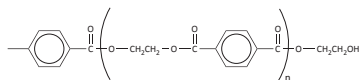


04|

a)



b) A fórmula estrutural plana do monômero de adição é



05|

- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- Álcool e éter.
- Condensação ou polimerização.
- têm-se $2,24 \times 10^{19}$ moléculas na folha de papel.

ENEM E VESTIBULARES (P. 75)

- 01| D 04| B 07| B 10| D
02| A 05| B 08| D
03| D 06| C 09| C

REAÇÕES DE ELIMINAÇÃO- DESIDRATAÇÃO EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 81)

01|

a) **Fórmula Molecular**

Quando o peso molecular não é fornecido é porque a fórmula molecular é a própria fórmula empírica ($n = 1$).

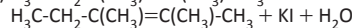
$$C = (37.16/12) = 3.10 \quad 3.10/0.44 = 7$$

$$I = (56.19/127) = 0.44 \quad 0.44/0.44 = 1$$

$$H = (6.65/1) = 6.65 \quad 6.65/0.44 = 15$$

A fórmula molecular é: $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{I}$. Trata-se de um iodeto de alquila.

b) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{KOH} \rightarrow$



c) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3 + \text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$

d) Butanona e Propanona

e) 2,3-dimetil-penteno 2

Atenção/catalizadores (b) meio alcoólico

(c) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$

02|

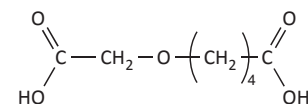
a) A = Etóxi-etano ou etano-óxi-etano \rightarrow
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

C = Cloro-etano $\rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl}$

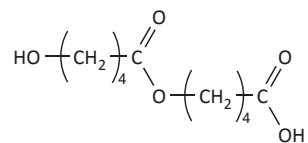
b) $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ e $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$

03|

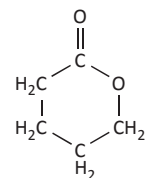
a) O éter de cadeia aberta que pode ser formado é:



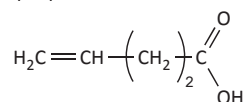
O éster de cadeia aberta que pode ser formado é:



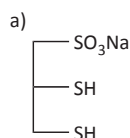
b) O éster cíclico que pode ser formado é:



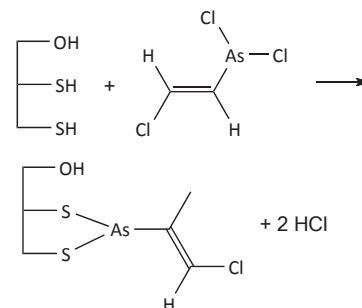
O ácido com cadeia carbônica insaturada que pode ser formado é:



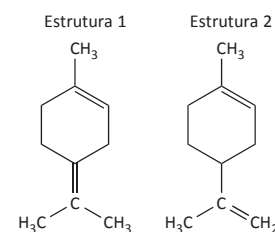
04|



b)



05|



Isomeria: Posição

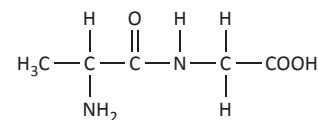
ENEM E VESTIBULARES (P. 82)

- 01| D 04| C 07| C 10| A
02| A 05| D 08| C
03| E 06| B 09| C

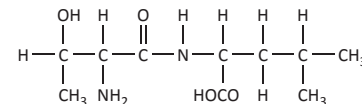
BIOQUÍMICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 91)

01|

a) A estrutura planar do peptídeo formado pela reação entre alanina e glicina é:



b) O produto da reação entre treonina e leucina apresenta a seguinte estrutura:



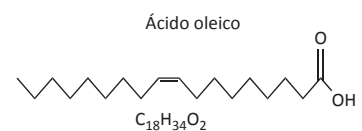
A estrutura acima possui três carbonos quirais.

02|

a) Massa de ácido oleico: $x = 275$ g de ácido oleico

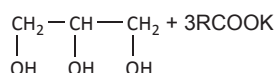
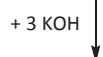
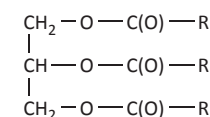
Massa de ácido palmítico: $x = 175$ g de ácido palmítico

b)



03|

1.



2.

Quantidade de matéria consumida KOH = 0,06 x 0,5 = 0,03 mol

Quantidade de matéria consumida do triglicerídeo = 0,01 mol

Massa molar do triglicerídeo: 0,01 mol _____ 8,06 g

1 mol _____ x

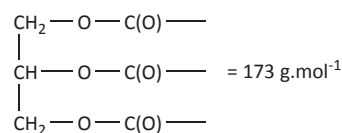
x = 806 g

massa molar = 806 g.mol⁻¹

3.

Massa molar do triglicerídeo = 806 g.mol⁻¹

Massa molar do grupo



Fórmula geral de R = CH₂(CH₂)_n

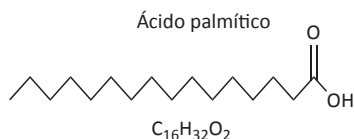
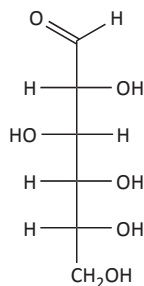
Massa molar de R = $\frac{806 - 173}{3} \Rightarrow \Rightarrow 211 \text{ g.mol}^{-1}$

Valor de n = $\frac{211 - 15}{14} \Rightarrow 14$

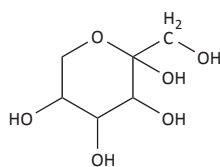
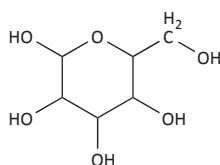
Número de átomos de C por molécula de ácido graxo = 14 + 2 = 16.

04|

a)



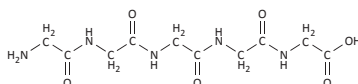
b)



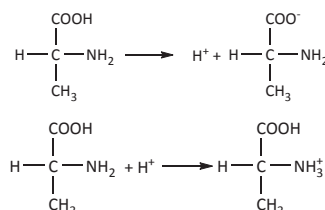
As duas estruturas acima, ou outras pequenas variações dessas, são consideradas válidas.

05|

a)



b)



ENEM E VESTIBULARES (P. 92)

01| C 04| B 07| D 10| A

02| A 05| C 08| B

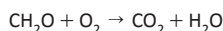
03| A 06| E 09| C

PETRÓLEO

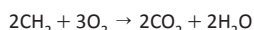
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 99)

01|

a)



30 g → 44 g



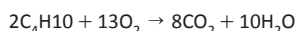
28 g → 88 g

30 g → X

⇒ x ≈ 94 gramas

Portanto, para uma mesma massa de combustíveis (30 g), a gordura tem maior fator de emissão de CO₂ (94 g contra 44 g emitidos pelo açúcar).

b)



116 g → 352 g

150 g → X

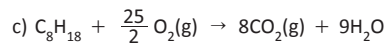
x = 455 g

Portanto, o cozimento tem menor fator de emissão de CO₂ (455 g) que o catabolismo humano (800 g).

02|

a) A destilação consiste na separação de líquidos miscíveis de diferentes pontos de ebulição.

b) Hidrocarbonetos



d) O efeito estufa provocado pelo gás carbônico liberado da queima do combustível.

Poluição de águas provocadas por transporte de derivados via marítima.

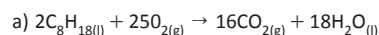
Poluição de terras provocadas por transporte de derivados via terrestre.

Poluição atmosférica provocada pela queima de combustíveis.

Chuva ácida, causando corrosão em construções.

Queima de vegetais causado pela queima de combustíveis contendo compostos de enxofre e NO_x.

03|



b) x = 463.157,89g CO₂

c) Podem ser formados além de CO_{2(g)} e H₂O_(l), substâncias que contêm carbono com o nox > 4+. Ex.: CO_(g) e C_(s).

04|

a) Destilação fracionada. Porque nesse caso, quando existe uma mistura de componentes com pontos de ebulição próximos, fazer a destilação simples (única etapa) não é adequado. A destilação fracionada baseia-se num processo onde a mistura é vaporizada e condensada várias vezes (ocorrem várias microdestilações). Dessa forma, os vapores condensados na última etapa estão enriquecidos com o componente mais volátil, tornando o processo mais eficiente em relação à destilação simples.

b) Como a água é uma substância polar e o petróleo uma mistura de hidrocarbonetos (apolares), forma-se um sistema bifásico. Nesse caso, é adequado utilizar-se a decantação, uma operação na qual líquidos imiscíveis, de diferentes densidades, podem ser separados.

05|

a) entre 150°C e 200°C

b) 4 carbonos

c) O craqueamento é uma técnica que permite quebrar cadeias carbônicas grandes em cadeias menores. Essa técnica permite a obtenção de frações na faixa dos combustíveis, tais como gasolina, querosene, óleo diesel, etc.

ENEM E VESTIBULARES (P. 100)

01| C 04| A 07| E 10| B

02| B 05| C 08| 04

03| A 06| E 09| A

GABARITOS

BIOLOGIA FRENTE D BOTÂNICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 109)

01|

- a) Raiz. Zona pelifera.
- b) A absorção de água de dá pelo caminho a, por dentro das células (via simplasto) e pelo caminho B, pelos espaços intercelulares (via apoplasto).
- c) A camada Y é a endoderme. As estrias de Caspary fazem com que a água que estava sendo absorvida via espaços intercelulares, passe a ser conduzida por dentro das células.

02|

- a) Transpiração
- b) O processo da transpiração (2) está relacionado, segundo a teoria em questão com a absorção de água pelas raízes (1). Segundo essa teoria, a perda de água por transpiração atua como uma forma de sucção de água pelas raízes. A perda de água por transpiração nas folhas faz com que a concentração osmótica das células aumente e force a circulação da água no xilema. Como as moléculas de água ficam coesas, elas permanecem unidas e são puxadas por tensão (coesão-tensão), forma-se assim uma coluna contínua de água no interior do xilema, desde as raízes até as folhas.

03|

- a) A planta jovem, porque nela a velocidade de fotossíntese é muito maior do que a de respiração. Desse modo, há excesso de alimento indispensável ao seu crescimento. Estima-se que numa árvore jovem a velocidade de fotossíntese chega a ser de 30 a 35 vezes maior do que a sua respiração.
- b) A planta jovem, porque o transporte de água de pende da transpiração, principalmente pelos estômatos. Por outro lado, a abertura estomática garante a entrada de CO₂ para a realização de sua fotossíntese.

04|

O vaso mais eficiente no transporte do boro (B) foi o xilema ou lenho. Estes vasos condutores transportam a seiva bruta (mineral ou inorgânica), com uma velocidade do fluxo suficiente para a distribuição do elemento químico para as várias regiões de brotação.

05|

A água é transportada da raiz até as folhas através dos vasos lenhosos, que são extremamente finos (capilares) e muito longos, e que, saindo das raízes, seguem pelo caule e atingem a intimidade das folhas através das nervuras. No interior dos vasos lenhosos as moléculas de água apresentam grande coesão; assim, quando as células das folhas transpiram, sua pressão osmótica aumenta e cria uma tensão no interior dos vasos, promo-

vendo um fluxo ascendente na coluna de água em seu interior. Dessa forma, a água do solo atinge as partes mais altas da planta. Isso é explicado pela teoria da coesão-tensão (Dixon).

06|

Na via A, a água absorvida passa de célula a célula pelas comunicações intercelulares denominadas plasmodesmos. O simplasto consiste de uma rede de citoplasmas conectados por plasmodesmos. Portanto, a via A é denominada rota simplástica ou via simplástica. Na via B, a água absorvida move-se entre os espaços intercelulares e paredes celulares sem atravessar qualquer membrana. O apoplasto é o sistema contínuo de parede celulares e espaços intercelulares nos tecidos vegetais. Portanto, a via B é denominada rota apoplástica ou via apoplástica. O movimento da água via apoplasto (via B) é obstruído pela estria de Caspary, que é uma banda das paredes na endoderme, impregnada por substâncias hidrofóbicas. A presença da endoderme interrompe a continuidade da rota apoplástica e força a água e os solutos a cruzarem a membrana plasmática. Entre as distâncias 40mm e 80mm, ocorre o maior pico de absorção de água. Essa região corresponde à região da zona pilifera, que é responsável pela absorção de água e solutos. Acima dessa distância, a raiz é mais desenvolvida e suberizada, limitando a absorção de água. A porção anterior a 40mm corresponde à região meristemática e à coifa que não são especializadas na absorção.

ENEM E VESTIBULARES (P. 111)

01 B	05 A	09 B	13 C
02 D	06 A	10 10	14 B
03 C	07 E	11 D	
04 B	08 D	12 C	

BIOTECNOLOGIA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 121)

01|

O zigoto, formado pela união do espermatozoide e do óvulo, se divide várias vezes para formar um cacho de células chamado mórula. A mórula se transforma em uma esfera oca, a blástula, cuja cavidade é chamada de blastocele. O estágio seguinte é chamado de gástrula, onde é possível identificar duas camadas distintas de células, que são a ectoderme e a endoderme. Um terceira camada, a mesoderme, se desenvolve em alguns grupos animais.

Os animais diploblásticos são aqueles que desenvolvem apenas a ectoderme e endoderme enquanto os triploblásticos desenvolvem, além desses dois tecidos embrionários, um terceiro que é a mesoderme.

Nos protostômios, o blastóporo (abertura

do arquêntero para o meio exterior) dará origem à boca enquanto nos deuterostômios dará origem ao ânus.

Nos animais celomados, durante o desenvolvimento embrionário, surge uma cavidade no meio da mesoderme chamada de celoma. Essa cavidade embrionária formará a cavidade geral do corpo do adulto, situada entre a epiderme e o tubo digestório. Os animais que não formam celoma são chamados de acelomados e aqueles que possuem uma cavidade no corpo que não se formou a partir da mesoderme mas sim da blastocele são chamados de pseudocelomados.

02|

Embrioblasto

As células-tronco adultas são capazes de se proliferar, originando novas células e substituindo as perdidas após a lesão tecidual.

03|

- a) Células-tronco adultas estão comprometidas com a formação de uma determinada linhagem celular, sendo por isso menos versáteis que as embrionárias. Estas são capazes de se diferenciar na maioria dos tipos celulares encontrados no organismo adulto.
- b) A vantagem de utilizar células-tronco do próprio paciente é que dessa maneira se evita a rejeição dessas células.

04|

- a) As células do blastocisto são menos diferenciadas do que as células da gástrula ou do cordão umbilical, portanto, possuem mais possibilidade de se diferenciarem em uma maior quantidade de células diferentes.
- b) A célula – tronco embrionária seria capaz de se diferenciar em células nervosas na região que sofreu a lesão, substituindo o neurônio danificado. Com o tempo e exercícios direcionados, os movimentos dessa pessoa voltariam ao normal.

05|

a) Suspeito = S3

Justificativa: Porque os Padrões de VNTR presentes no Suspeito e na Prova devem corresponder (coincidir, serem idênticos).

b) Qualquer tecido do indivíduo que contenha células nucleadas, como sangue (Leucócitos), fios de cabelo contendo bulbo capilar, fragmentos de unha contendo tecido epitelial, fragmentos de pele, saliva, sêmen (esperma) ou até objetos contendo resquícios de sangue.

c) Devido à exclusividade do DNA, cada indivíduo apresenta sequências repetitivas específicas ao longo de trechos da molécula de DNA, ou seja, indivíduos diferentes apresentam VNTRs diferentes. Não existem duas pessoas com o mesmo padrão de VNTR.

ENEM E VESTIBULARES (P. 122)

01| E 04| A 07| C 10| C

02| A 05| C 08| C 11| A

03| E 06| A 09| C 12| B

13|

a) O folheto embrionário X é a endoderme, o Y é a mesoderme e o Z é a ectoderme. O folheto que originará a notocorda é a mesoderme.

b) A estrutura W é o blastóporo que, durante o desenvolvimento embrionário, origina a cavidade digestória. Os moluscos são classificados como protostômios porque o blastóporo origina a boca e os equinodermos são deuterostômios porque essa estrutura origina o ânus.

14| D

FRENTE F
DIVISÃO CELULAR
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 128)

01|

a) Insulina e pâncreas.

b) Fase G1 da interfase, a curva 1 representa a insulina e a curva 3 o DNA. Na fase G1 há intensa síntese de RNA, que é a molécula intermediária para a síntese de proteínas a partir do DNA. Nessa fase não há síntese de DNA (duplicação do DNA). O número de vesículas do Complexo de Golgi aumenta progressivamente com o aumento da produção de proteína de exportação (insulina).

02|

a) O número de cromossomos na célula haploide do organismo em questão é 2 ($n = 2$). Na anáfase representada é possível observar a separação das cromátides irmãs de 4 cromossomos. Sabendo que a célula diploide apresenta 2 representantes de cada cromossomo, conclui-se que $2n$ é igual a 4 e, portanto $n = 2$.

b) A célula representada é de um animal, pois as características que podem ser observadas na figura são: citocinese promovida por anel contrátil (ou citocinese centrípeta ou “de fora para dentro”), presença de centríolos, ausência de parede celular.

03|

a) No intervalo P, a enzima DNA polimerase atua quebrando as ligações de hidrogênio adicionando nucleotídeos à fita de DNA. No intervalo R, ocorre a replicação ou duplicação de DNA.

b) Ao final desse ciclo celular serão formadas duas células. A constituição genética das células-filhas será idêntica à da mãe: AA bb Dd Ee. O ciclo celular representado pelo gráfico é de uma célula em mitose, a qual se divide formando duas células idênticas à célula mãe e idênticas entre si.

05|

a) As células crescem até atingir o tamanho máximo permitido pela relação superfície x volume, após o que passam a se dividir, produzindo células com volume igual à metade da célula-mãe.

b) O aumento no número de células é resultante das mitoses, que ocorrem a cada vez que o volume celular atinge seu valor máximo e a célula se divide.

06|

a) 40% na fase G₁; 36% na fase S e 24% nas fases G₂ + M.

b) O gráfico III representa o experimento em presença de afidicolina. Essa substância, inibindo a DNA polimerase, bloqueia a síntese do DNA. Em consequência, as células se acumulam na fase G₁.

O gráfico II representa os resultados após a adição de colchicina. Essa substância, impedindo a formação de microtúbulos, paralisa a divisão celular nas etapas iniciais da fase M (mitose). Dessa forma, as células tendem a se acumular nessa fase, contendo o dobro de DNA em relação à fase G₁ do ciclo celular.

07|

a) Meiose

b) 1ª Lei de Mendel (Lei da Segregação) – Segregação dos cromossomos homólogos na meiose I. 2ª Lei de Mendel (Lei da Distribuição Independente) – Distribuição independente dos cromossomos na meiose I.

04|

a) A quantidade total de DNA no final da 1ª mitose é 2X, sendo X para cada célula-filha. No final da 2ª mitose, teremos um total de 4X de DNA, sendo X para cada célula-filha. No final da 3ª mitose teremos 8X de DNA, e X para cada célula-filha.

b) A quantidade de DNA por célula na fase inicial de cada mitose é 2X.

ENEM E VESTIBULARES (P. 130)

01| A 05| E 09| C 13| D

02| C 06| E 10| C 14| C

03| C 07| E 11| E

04| D 08| E 12| C

FRENTE G

CÉLULAS PROCARIÓTICAS
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 139)

01|

a) Em humanos, essa relação proporcional está correta porque a água do mar, rica em Na⁺, uma vez absorvida, promove o aumento da concentração plasmática desse íon, elevando a osmolaridade sanguínea, o que ativa a sede, via hipotálamo, assim como a liberação do ADH (hormônio antidiurético). Esses dois

mecanismos visam reduzir a osmolaridade sanguínea, por meio do aumento da oferta de água para o sangue, tentando diminuir o efeito do consumo da água do mar. Contudo, quanto mais água do mar é consumida, mais a sede é estimulada.

b) Em Chondrichthyes marinhos essa relação não é válida, pois esses animais apresentam elevada concentração de ureia no sangue, mantendo-o isosmótico em relação à água do mar. Dessa forma, não são ativados os mecanismos fisiológicos para correção da osmolaridade sanguínea, dentre eles a estimulação da sede.

02|

O fato de as folhas de alface permanecerem mergulhadas em água garante, em primeiro lugar, a não ocorrência de transpiração; em certa medida, há ainda absorção de água, por osmose, pelas células do alface, que são hipertônicas em relação ao meio em que estão mergulhadas, tendendo à turgescência, garantida pela presença da membrana celulósica.

Quanto à pele humana, ela se enrugua devido à hidratação da queratina, camada superficial, morta, da epiderme.

03|

1. Parasitoses 1: Ascariíase / Cisticercose.
2. Giardíase / amebíase / disenterias bacilares.

Justificativa: Nos sistemas convencionais de cultivo há mais foco de contaminação das hortaliças pelas fezes humanas contendo formas infectantes de parasitas.

2. A falta de nitrogênio impossibilita a síntese de clorofila que possui nitrogênio em sua molécula.

Obs.: Além da clorofila, outros compostos nitrogenados também terão sua síntese prejudicada.

Exemplo: DNA

04|

a) A variação do peso, nos dois casos, foi consequência do processo de osmose. O peso da fatia mergulhada em solução salina diminuiu devido à perda de água. Inversamente, o peso da fatia colocada em água aumentou, por ter ganhado água.

b) Não. As hemácias sofreriam lise, devido à entrada excessiva de água e ao rompimento da membrana plasmática. Seu comportamento diferente se justifica pela ausência de uma membrana esquelética (parede celular).

05|

Transporte ativo.

O íon sódio será transportado do meio intracelular para o líquido intersticial pela ação da bomba de sódio, sendo trocado por potássio.

GABARITOS

06|

- Lisossomos.
- A célula pode digerir estruturas celulares em desuso ou defeituosas.
- Os produtos da digestão intracelular podem ser utilizados no metabolismo da célula, armazenados e eliminados.

07|

- A atividade de destoxificação é maior na célula A; isso se justifica pela presença de maior porcentagem de área de membrana de retículo liso. A célula B, por sua vez, é claramente secretora por apresentar grande área de retículo rugoso e de complexo de Golgi.
- Percebe-se que, na célula A, a porcentagem de área de membrana externa mitocondrial é maior que na célula B, indicando número superior de mitocôndrias ou mitocôndrias de maior tamanho. Além disso, a célula A exibe também maior área de membrana interna, quando comparada à célula B, indicando atividade enzimática mais intensa.

08|

Os cloroplastos estão presentes em todos os organismos eucariotos autotróficos clorofilados e estão ausentes nos organismos heterotróficos eucariotos e procariotos, enquanto as mitocôndrias estão presentes em todos os organismos eucariotos heterotróficos e autotróficos, e estão ausentes nos procariotos.

ENEM E VESTIBULARES (P. 140)

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 01 D | 06 C | 11 C | 16 D |
| 02 A | 07 C | 12 B | 17 B |
| 03 C | 08 D | 13 D | 18 A |
| 04 B | 09 A | 14 D | |
| 05 A | 10 B | 15 E | |

FRENTE H FISIOLOGIA

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 153)

01|

- 2 e 4.
- As enzimas são sintetizadas pelos ribossomos presentes no Reticulo endoplasmático granuloso, transportadas por vesículas do reticulo endoplasmático liso e armazenadas no complexo Golgiense, a partir do qual ocorre a formação do acrossoma. As enzimas acrossomais são importantes para a fecundação; ao entrar em contato com o gameta feminino, o espermatozoide insere-se entre as células foliculares do mesmo visando atingir a zona pelúcida. A ruptura do acrossoma provoca a liberação das enzimas que irão digerir os envoltórios do ovócito II, abrindo caminho através da zona pelúcida por onde o gameta masculino atravessará até atingir a membrana plasmática do óvulo.

02|

- Sim, pois a liberação de gametas na mulher ocorre de acordo com seu ciclo menstrual, ou seja, independe de tal estímulo sexual.
- Esses outros mecanismos seria na mulher os batimentos ciliares nas trompas impulsionando o óvulo para cavidade uterina. Já no homem esses mecanismo seria pelo batimento dos flagelos unidirecional dos espermatozoides em direção ao útero e depois as trompas.

03|

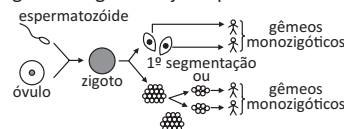
Os testículos (1) atuam como glândulas responsáveis pela produção da testosterona. As glândulas vesiculosas (2) produzem secreção fluida com nutrientes que dá volume ao sêmen ejaculado e regula o pH vaginal. A próstata (3) produz uma secreção leitosa importante na alcalinização do pH vaginal, representando aproximadamente 25% do volume do sêmen. A glândula bulbouretral (4) produz secreção mucosa para lubrificação da uretra, que representa aproximadamente 10% do volume do sêmen.

04|

Bebê se refere a criança de colo, portanto, não é possível abortar bebê. Um aborto pode ser qualificado como ovular, embriônico ou fetal, conforme se dê interrompendo uma gravidez, antes do 1º mês (o conceito ainda é chamado de ovo), entre o 1º e 3 meses (já é denominado embrião), ou depois desse estágio, quando já se caracteriza como feto, respectivamente.

05|

- O comentário do apresentador em relação à origem dos gêmeos monozigóticos está incorreto e foi infeliz. Gêmeos monozigóticos ou univitelinos se originam de um espermatozoide que fecunda um óvulo. O zigoto resultante pode logo na primeira divisão produzir dois blastômeros que seguem a clivagem separadamente, produzindo duas crianças. Esse processo de “quebra” ou separação pode ocorrer em estágios mais avançados quando existem mais células produzidas pela clivagem do zigoto. Veja esquema:



- Os gêmeos monozigóticos são tão parecidos pois possuem a mesma bagagem genética. As diferenças físicas que eventualmente surgem durante a vida resultam da interação dessa bagagem genética com as influências ambientais. Cada um deles reage a seu modo à ação ambiental. Essas diferenças também podem ser determinadas por mutações pontuais.

06|

- Com o uso de técnicas de engenharia genética é possível introduzir um segmento de DNA de um determinado organismo em uma bactéria, que passa a produzir a proteína correspondente ao segmento de DNA introduzido, a insulina, no caso.
- Outras maneiras para obtenção de insulina são: purificação a partir de extrato de pâncreas de outros animais; expressão por organismos geneticamente modificados; síntese química.

07|

- X: tireoide; Y: paratormônio.
- Calcitonina promove a deposição de cálcio no osso e/ou reduz a absorção de cálcio intestinal e/ou reduz a reabsorção de cálcio nos néfrons.

ENEM E VESTIBULARES (P. 154)

01| C 04| A 07| C 10| E

02| D 05| B 08| A

03| D 06| B 09| C

11|

- Os métodos contraceptivos permanentes incluem:
 - A laqueadura tubária (ligadura) que consiste na secção ou interrupção das tubas uterinas, impedindo assim o encontro dos gametas masculino e feminino.
 - A vasectomia consiste na secção ou interrupção dos canais deferentes, impedindo assim a eliminação de espermatozoides no sêmen.
 Os métodos contraceptivos temporários incluem:
 - O preservativo (camisinha) feminino e masculino que consiste em uma barreira física caracterizada por um protetor de látex que recobre o órgão genital, impedindo assim o contato de secreções durante o ato sexual.
 - O dispositivo intrauterino (DIU) consiste num dispositivo de plástico e metal introduzido no útero. O DIU causa uma inflamação atraindo macrófagos que destroem embriões que tentam se implantar na mucosa uterina.
 - O método do ritmo ovulatório (tabelinha) é um método natural baseado no ciclo menstrual que consiste em abster-se de relações sexuais durante o período fértil.
 - A pílula anticoncepcional consiste numa mistura de progesterona e estrógeno que inibe a secreção de FSH e LH pela hipófise impedindo a ovulação.
 - O coito interrompido consiste na retirada do pênis da vagina antes de ocorrer a ejaculação.
 - O diafragma é um dispositivo de borracha colocado no fundo da vagina que fecha o colo do útero impedindo a passagem dos espermatozoides.

Observação: O candidato deverá citar e explicar um método contraceptivo temporário e um permanente.

- b) O método contraceptivo que evita a gravidez e as doenças sexualmente transmissíveis é o preservativo conhecido popularmente como camisinha (masculina ou feminina). O preservativo consiste em uma barreira física caracterizada por um protetor de látex que recobre o órgão genital, impedindo assim o contato de secreções durante o ato sexual.
- c) O coito interrompido consiste em retirar o pênis da vagina antes de ocorrer a ejaculação. Tal método apresenta baixa eficácia devido à dificuldade de controle do indivíduo em retirar o pênis na eminência da ejaculação. Outro motivo é a presença de espermatozoides no fluido de lubrificação (fluido de Cowper) eliminado antes da ejaculação.

Já o método do ritmo ovulatório (tabelinha) é baseado no ciclo menstrual que consiste em abster-se de relações sexuais durante o período fértil. Tal método apresenta baixa eficácia devido à irregularidade e variações do ciclo menstrual, devido a fatores internos e externos, além da necessidade de auto-conhecimento da mulher e de um acompanhamento rigoroso do ciclo.

12| A

13| A

14| C

15| A

FRENTE I ZOOLOGIA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 166)

01|

- a) Um habitat com baixo suprimento de alimentos favorece animais ectotérmicos, uma vez que eles não dependem tanto quanto os endotérmicos da energia obtida do alimento.
- b) Provavelmente, em um clima tropical. Uma vez que o grupo citado (répteis) é ectotérmico, depende da temperatura ambiental para alcançar uma temperatura corporal adequada ao seu metabolismo.

02|

- a) Nadadeiras modificadas, articuladas ao esqueleto, capazes de permitir sua locomoção em terra; capacidade de realizar trocas gasosas diretamente com o ar atmosférico (pulmões primitivos).
- b) Apoda: ausência de membros locomotores; Urodela: permanência de cauda pós-anal no adulto; Anura: ausência de cauda na fase adulta.

03|

Conteúdo: Diversidade dos seres vivos e ecologia.

- a) O tipo de interação ecológica é o parasitismo. O parasitismo é um tipo de relação interespecífica desarmônica, isto é, ocorre entre duas espécies diferentes, na qual a espécie parasita abriga-se, suporta-se e nutre-se à custa da espécie hospedeira, ocasionando um benefício unilateral.

Exemplos de parasitismo em seres humanos (o candidato deve responder um desses exemplos) são:

- Ascariíase: parasitismo entre o ser humano e a lombriga (*Ascaris lumbricoides*);
- Teníase: parasitismo entre o ser humano e a tênia (*Taenia solium* ou *Taenia saginata*);
- Esquistossomose: parasitismo entre o ser humano e o protozoário *Schistosoma mansoni*;
- Dengue: parasitismo entre o ser humano e os tipos virais da dengue;
- Malária: parasitismo entre o ser humano e os protozoários do gênero *Plasmodium*; AIDS: parasitismo entre o ser humano e o vírus HIV;
- Hepatite (A, B, C, D e E): parasitismo entre o ser humano e os tipos virais da hepatite;
- Tétano: parasitismo entre o ser humano e o bacilo *Clostridium tetani*;
- Sífilis: parasitismo entre o ser humano e a bactéria espiroqueta *Treponema pallidum*;
- Toxoplasmose: parasitismo entre o ser humano e o protozoário *Toxoplasma gondii*.

Possível resposta complementar à primeira parte do item a) (não se caracteriza como alternativa de resposta)

Nessa associação, a interação do parasita com o hospedeiro acontece de forma a evitar a morte deste, que, por sua vez, procura criar mecanismos de proteção contra os malefícios da relação. Porém, nem sempre a interação se sucede assim.

- b) O candidato deve apresentar três dentre os seis exemplos a seguir: sapos, rãs, pererecas, cobras-cegas, salamandras e cecílias.

04|

A cavidade X (apontada pela seta) é o átrio direito. A partir desta cavidade, o sangue passa para o ventrículo (cavidade Y) e daí o circuito 01 (pulmonar) e circuito 02 (sistêmico). Retornando então ao coração pelo átrio esquerdo (cavidade Z), o circuito 01e pelo átrio direito (cavidade X), o circuito 02.

- b) A partir do átrio esquerdo (cavidade W, apontado pela seta), o sangue passa para o ventrículo esquerdo (cavidade Z) e vai para a circulação sistêmica (circuito 2) através da artéria aorta.

Retornando ao coração pelas veias cavas, atinge o átrio direito (cavidade X) passa ao ventrículo direito (cavidade Y) e vai para os pulmões(circuito 1) pela artéria pulmonar. Enfim, o sangue volta ao coração pelas veias pulmonares e entra no átrio esquerdo (cavidade W) novamente.

- c) A figura II, onde a mistura sanguínea ocorre no ventrículo.

- d) figura I – Peixe
figura II – Réptil
figura III – Mamífero

05|

- a) Não, uma vez que os anexos embrionários encontrados em ovos de répteis e aves são os mesmos.
- b) Cobras e lagartos teriam maior dificuldades de sobreviver por período muito longo nas condições indicadas. (Considerando os aspectos bastantes gerais do enunciado, pode-se afirmar que animais homeotermos (como os passarinhos) são mais adaptados a ambientes frios do que os pecilotermos ou ectotermos (como cobras e lagartos). ectotermos não são capazes de manter a temperatura corporal constante em relação ao meio; assim, em ambientes frios, a taxa metabólica desses animais diminui consideravelmente e teriam maior dificuldade de sobreviver por longos períodos nessas condições.

06|

- a) O roedor é endotérmico e o lagarto ectotérmico. Animais endotérmicos conseguem manter a temperatura corporal praticamente constante, apesar das variações da temperatura do ambiente. Isso se dá através do uso da energia metabólica para produzir ou eliminar calor, o que provoca, respectivamente, um aumento ou diminuição da temperatura corporal. Nos animais ectotérmicos, por outro lado, a temperatura corporal varia com a temperatura ambiente, pois não há um mecanismo interno, metabólico, de regulação térmica.

- b) O que acontece com o roedor é que, em temperaturas mais baixas, o metabolismo aumenta, pois o animal precisa gastar mais energia para produzir calor e manter a temperatura constante. Em temperaturas muito altas, acima de 35°C, o metabolismo também aumenta, pois é preciso gastar energia para eliminar o calor. O gráfico mostra que, para temperaturas nem tão baixas nem tão altas (entre 27°C e 35°C), o metabolismo permanece constante, não havendo quase gasto de energia para a manutenção da temperatura constante. No caso do lagarto, o que o gráfico mostra é que, conforme a temperatura do ambiente aumenta, a temperatura corporal também se eleva provocando um aumento nas taxas metabólicas.

GABARITOS

07|

- a) Ordem dos escamados — exemplos: serpentes em geral, como cascavel ou jararaca; lagartos, lagartixas, iguanas; ordem dos quelônios — exemplos: tartarugas, cágados e jabutis; ordem dos crocodilianos — exemplos: jacarés e crocodilos.
- b) Dentre as adaptações dos répteis para a vida em ambiente terrestre, podemos destacar: pele queratinizada e impermeável; excreção nitrogenada na forma de ácido úrico; respiração exclusivamente pulmonar; fecundação interna, ovo com casca calcária, desenvolvimento direto e presença de anexos embrionários.

08|

Sim. O embrião, ao longo do seu desenvolvimento, consome a matéria orgânica disponível na gema e na clara, utilizando-a na sua construção e no seu metabolismo energético, que se realiza na respiração celular, pois a matéria orgânica é degradada. Assim, fornece o gás carbônico que é liberado para o meio. Além disso, uma parte do material orgânico foi transformada em excretas nitrogenadas, eliminadas pelo embrião e que permaneceram no ovo. Do mesmo modo, a água existente na clara é perdida por evaporação através da casca porosa.

09|

- a) Considerando o processo evolutivo dos seres vivos, vários grupos de animais ovíparos, como, por exemplo, peixes, anfíbios e répteis já habitavam a Terra antes das aves, sendo que, no caso dos répteis, o ovo já apresentava adaptações para o desenvolvimento embrionário no meio terrestre, como alantóide, cório, âmnio, vesícula vitelínica e casca rígida; portanto, a existência do ovo precede a evolução das aves.
- b) Porque, apesar do ancestral comum, as aves não compartilham com os mamíferos, entre os quais incluem-se os primatas, as mesmas características evolutivas, tais como presença de pelos como revestimento corporal e glândulas mamárias.

10|

- a) O grupo que divergiu mais recentemente é o Neoaves, indicado na ilustração como o último ramo partindo do tronco comum.
- b) Registros fósseis de aves (Neornites) datados de mais de 65 milhões de anos atrás constata a contemporaneidade dos grupos citados.

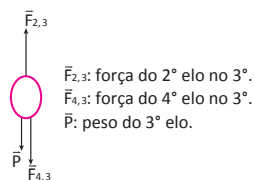
ENEM E VESTIBULARES (P. 168)

- 01| E 06| 31 12| D 17| C
02| B 07| A 13| D 18| B
03| B 08| E 14| C 19| A
04| D 10| A 15| E
05| A 11| C 16| D

FÍSICA FRENTE J ESTÁTICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 177)

01|

- a) Observe o diagrama abaixo que mostra as forças atuantes no terceiro elo:



- b) $P = 2 \text{ N}$ $F_{4,3} = 4 \text{ N}$ $F_{2,3} = 6 \text{ N}$

02|

$$\mu = 0,83$$

03|

$$F = 214,6 \text{ N}$$

04|

$$N = 55 \text{ N}$$

05|

$$F = 18.10^3 \text{ N}$$

ENEM E VESTIBULARES (P. 178)

- 01| C 05| A 09| B 13| D
02| A 06| B 10| E 14| E
03| C 07| C 11| C
04| A 08| D 12| A

EQUILÍBRIO EM CORPO EXTENSO EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 183)

01|

$$PB = 15 \text{ N.m}$$

02|

$$92 \text{ N}$$

03|

- a) $F = 150 \text{ N}$ b) $C = 130 \text{ N}$

04|

$$m_{\text{régua}} = 81 \text{ g}$$

05|

$$M_j = 15.000 \text{ N.cm e } M_n = 15.300 \text{ N.cm sim, conseqüe}$$

ENEM E VESTIBULARES (P. 184)

- 01| A 04| A 07| C 10| A
02| E 05| D 08| C 11| C
03| B 06| C 09| C 12| C

HIDROSTÁTICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 191)

02|

- a) $P = 100 \text{ N}$
b) $E = 20 \text{ N}$
c) $P_{\text{aparente}} = 80 \text{ N}$
d) (afundará, pois $P > E$)

01|

$$6 \text{ atm}$$

03|

$$F' = 120 \text{ N}$$

04|

$$E = 25,6 \text{ N}$$

05|

$$2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

ENEM E VESTIBULARES (P. 192)

- 01| C 05| E 09| C 13| A
02| A 06| B 10| E 14| B
03| C 07| E 11| A
04| A 08| E 12| B

HIDRODINÂMICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 196)

01|

- a) $\phi = 9,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
b) $v_1 = 1,6 \text{ m/s}$
c) $\Delta p = 4,9 \times 10^4 \text{ Pa}$

04|

- a) $16,7 \text{ l/s}$
b) $20,8 \text{ l/s}$
c) No início a vazão é maior, pois hé maior.

02|

- a) $v_A = 1,0 \text{ m/s}$
 $v_B = 1,4 \text{ m/s}$
 $v_C = 1,7 \text{ m/s}$
b) $x_A = 0,17 \text{ m}$
 $x_B = 0,20 \text{ m}$
 $x_C = 0,17 \text{ m}$

03|

$$\text{Efeito Coanda } \Delta p = 83 \text{ Pa}$$

05|

$$3 \text{ l/s}$$

ENEM E VESTIBULARES (P. 197)

- 01| B 04| C 07| E 10| B
02| B 05| B 08| B 11| B
03| E 06| C 09| A 12| C

FRENTE K TEORIA DA RELATIVIDADE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 206)

01|

- a) $\Delta t = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
b) $h = 0,9 \text{ m}$

02|

- a) $\Delta S = 598,8 \text{ m}$
b) $\Delta S = 8.982 \text{ m}$
c) No referencial do múon, há contração do espaço, tal que uma distância de 8.982 m no referencial de um observador no solo para o múon é de apenas $598,8 \text{ m}$.

03|

$$E = 4,23 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

04|

- a) $M = \frac{7m}{3}$
b) $M = \frac{35}{9m}$

05|

$$0,44 \text{ m}$$

ENEM E VESTIBULARES (P. 206)

- 01| C 05| C 09| B 13| C
 02| B 06| C 10| E 14| D
 03| E 07| D 11| A
 04| D 08| A 12| A

FÍSICA QUÂNTICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 214)

- 01| I e – II d – III c.
 02| $d = 1.051 \text{ m}$
 03| $\frac{(4\lambda_1 - \lambda_2) \cdot h \cdot c}{3\lambda_1 \lambda_2}$
 04| a) o elétron adquire mais energia, o valor A do gráfico
 b) $Q = 2,64 \cdot 10^{-15} \text{ kg.ms}$
 05| $h = \frac{2E^2}{m^2 \cdot c^2 \cdot g}$

ENEM E VESTIBULARES (P. 215)

- 01| E 05| E 09| C 13| A
 02| B 06| E 10| B
 03| C 07| A 11| B
 04| A 08| C 12| E

FRENTE L DINÂMICA DO MHS EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 223)

- 01| a) $F(t) = m\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$
 b) $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$
 c) $E_c = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2(\omega t + \phi)$
 $E_p(t) = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t + \phi)$
 02| a) $T = 3,14 \text{ s}$
 b) $\omega = 2 \text{ rad/s}$
 c) $A = 0,2 \text{ m}$
 03| a) $A = 4 \text{ m}$
 $\omega = \frac{1}{2} \text{ rad/s}$ com $\phi_0 = \pi \text{ rad}$
 b) $T = 4 \text{ s}$
 $f = 0,25 \text{ Hz}$
 04| $\omega = \frac{4}{3} \text{ rad/s}$
 05| $\omega = 7,74 \text{ rad/s}; f = 1,23 \text{ Hz}$

ENEM E VESTIBULARES (P. 224)

- 01| C 05| D 09| A 13| B
 02| A 06| E 10| C 14| A
 03| A 07| D 11| C
 04| C 08| C 12| C

PÊNULO SIMPLES

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 230)

- 01| Soma – $(04 + 32) = 36$
 02| a) $f = 0,67 \text{ Hz}$ e $T = 1$ vez
 b) gráfico de uma cossenoide
 03| a) para que ele funcione bem nos dois locais $T_o = T_h$
 b) $\alpha = (gh - go)/go \cdot \Delta t$
 05| a) $T = m \cdot g / \cos \theta$
 b) $\omega = \sqrt{\frac{g}{L \cdot \cos \theta}}$
 c) $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{L \cdot \cos \theta}{g}}$
 04| $T = 0,99 \text{ s}$ e $f = 1,01 \text{ Hz}$

ENEM E VESTIBULARES (P. 231)

- 01| D 05| A 09| C 13| C
 02| C 06| C 10| D
 03| D 07| C 11| C
 04| E 08| B 12| C

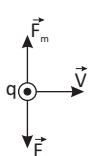
FRENTE M MAGNETISMO E LEI DE AMPERE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 237)

- 02| a) $B = 4.0 \text{ T}$ b) $W = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
 01| a) $F_m/l = 10^{-6} \text{ N/m}$ b) $\lambda < 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
 03| $i_e \approx 20 \text{ A}$ e sentido anti-horário
 04| a) $i_1 = 3 \text{ A}$ b) será nulo.
 05| a) perpendicular à folha e entrando nela.
 b) $i_2/i_1 = \pi = 3$

ENEM E VESTIBULARES (P. 239)

- 01| A 05| C 09| D 13| B
 02| B 06| B 10| E 14| A
 03| A 07| C 11| E
 04| A 08| E 12| C

FORÇA SOBRE UMA CARGA EM MOVIMENTO EM UM CAMPO MAGNÉTICO EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 245)

- 01| a) 

$$F_e = qE$$

$$F_m = qvB$$

$$b) v = \frac{E}{B}$$

- 02| a) tesla (T) e coulomb (C)
 b) $F_m = 2,56 \cdot 10^{-16} \text{ N}$
 03| a) $E = 5,0 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ ou $E = 5,0 \cdot 10^3 \text{ N/C}$
 b) $B \approx 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
 04| a) $\Delta t = 3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$
 b) $R = 1,5 \text{ m}$
 c) $B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$
 05| a) A partícula 2 desviada para a direita tem carga negativa. A partícula 3 é neutra porque não foi desviada.
 b) O campo de indução tem vetor entrando no papel, pela regra da mão esquerda.

ENEM E VESTIBULARES (P. 246)

- 01| D 05| A 09| A
 02| C 06| B 10| C
 03| A 07| E 11| C
 04| A 08| A 12| A

INDUÇÃO MAGNÉTICA EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (P. 253)

- 01| a) a corrente induzida no anel tem sentido horário, para um observador que o esteja observando de cima.
 b) No caso, essa energia elétrica vem da energia cinética do ímã que está diminuindo, provocando diminuição na amplitude de oscilação do ímã.
 02| $\varepsilon = 288 \text{ V}$
 03| a) $i_1 = 3,0 \text{ A}$
 b) $B_{\text{resultante}} = 0$
 04| a) $n = 5,02 \cdot 10^{11}$ elétrons
 b) $F = 5,78 \cdot 10^5 \text{ N}$
 05| $6 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$

ENEM E VESTIBULARES (P. 254)

- 01| D 06| E 11| E
 02| E 07| D 12| C
 03| C 08| B 13| A
 04| D 09| C
 05| B 10| B

