

Apostila de
QUÍMICA
- VOLUME 01 -

Prof. **THIAGO**
MAGALHÃES

2023

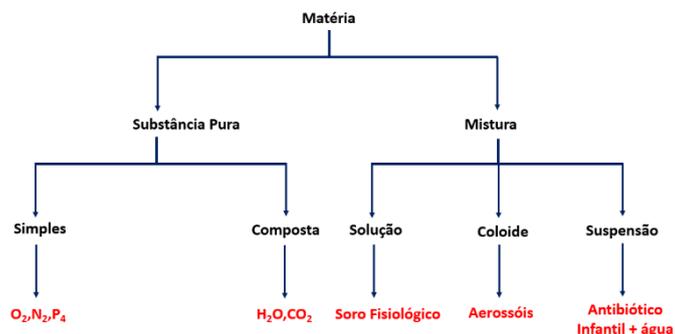


Sumário

Aula 1: Estudo da Matéria	3
Aula 2: Propriedades da Matéria e suas Transformações	11
Aula 03: Separação de Misturas	20
Aula 04: Lixo, Tratamento de Água e Esgoto	29
Aula 05: Modelos Atômicos	38
Aula 06: Representação de um átomo, relação entre os átomos, distribuição eletrônica e Números Quânticos	52
Aula 07: Radioatividade	60
Aula 08: Tabela Periódica	69
Aula 09: Ligações Químicas.....	79
Aula 10: Hibridação, Geometria Molecular e Polaridade das Moléculas	88
Aula 11: Ligações Intermoleculares	97
Aula 12: Nox e Redox	110
Aula 14: Sais e óxidos.....	132
Aula 15: Grandezas Químicas	139
Aula 16: Estudo dos Gases	147
Aula 17: Reações Inorgânicas e Balanceamento de Equações.....	155

Aula 1: Estudo da Matéria

1 – Classificação Geral da Matéria:



Detalhe 1: em substâncias puras temos um único tipo de substância. Já em mistura temos uma combinação de substâncias.

Detalhe 2: nas substâncias simples temos átomos de um mesmo elemento químico.

Detalhe 3: nas substâncias compostas temos combinações de átomos de elementos diferentes.

Detalhe 4: soluções são misturas homogêneas. Já colóides e suspensões são misturas heterogêneas.

2 – Estudo das substâncias puras e das misturas:

- Gráfico de aquecimento de substância pura:

Em uma substância pura as propriedades físicas são bem definidas. Na água, por exemplo, a pressão de 1 atm, o processo de fusão ocorre a temperatura constante de 0°C, já o processo de ebulição ocorre a temperatura constante de 100°C.

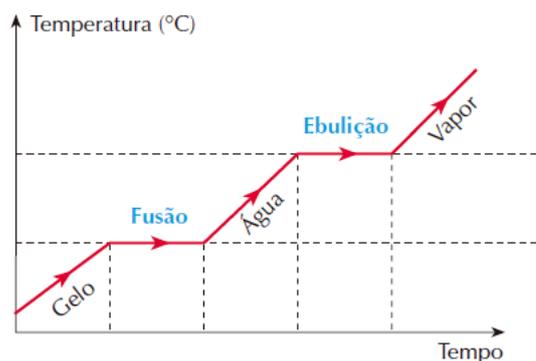
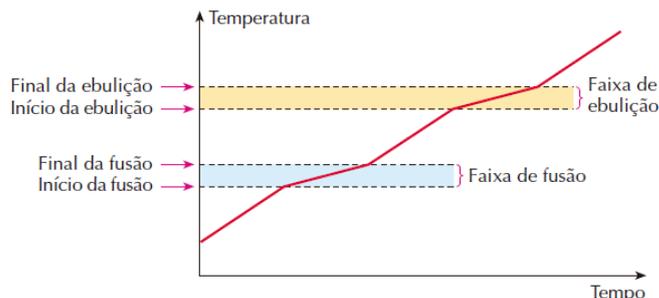
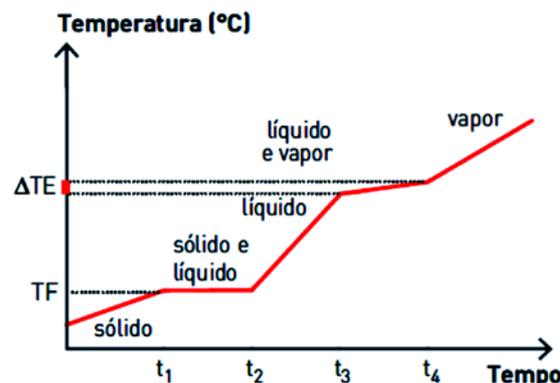


Gráfico de aquecimento de misturas:

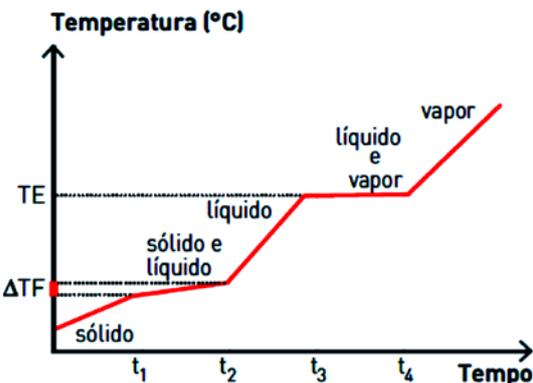
Quando temos misturas homogêneas as propriedades não são bem definidas já que o soluto passa a interferir nas propriedades do solvente.



Detalhe 5: um caso especial importante é a mistura eutética que é caracterizada por apresentar uma temperatura de fusão bem definida e uma faixa de temperatura de ebulição.



Detalhe 6: um caso especial importante é a mistura azeotrópica que é caracterizada por apresentar uma faixa de temperatura de fusão e uma temperatura de ebulição bem definida.



3 – Alotropia:

Ocorre quando um mesmo elemento forma substâncias simples diferentes. A diferença pode ser no tipo de cristal ou na atomicidade (número de átomos por molécula). Principais casos de alotropia:

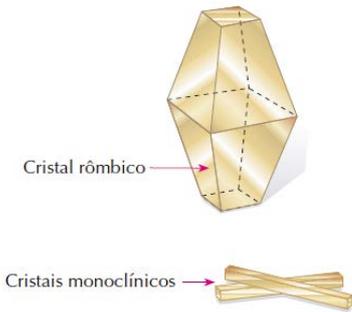
1º Caso: Oxigênio:

- O₂ - gás oxigênio.
- O₃ - gás ozônio.

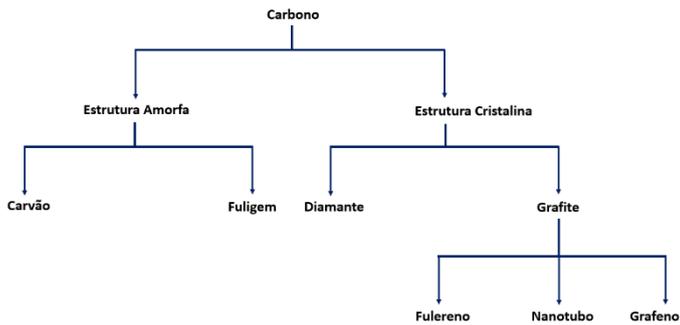
2º Caso: Fósforo:

- P₄ - fósforo branco.
- (P₄)_n - fósforo vermelho.
- P_n - fósforo negro

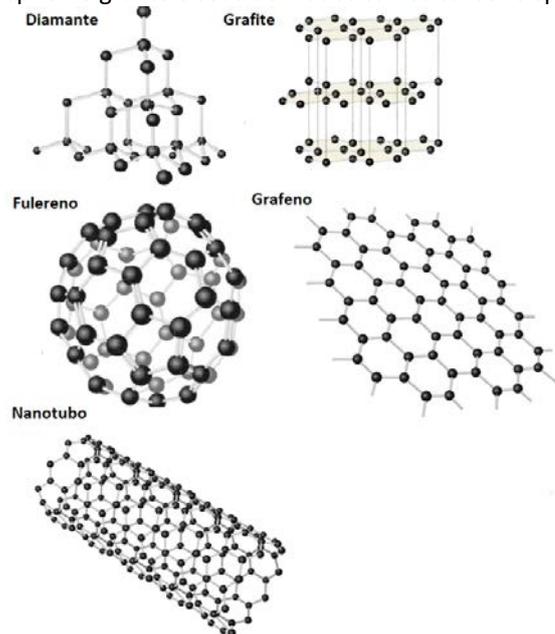
3º caso: Enxofre



4º caso: Carbono

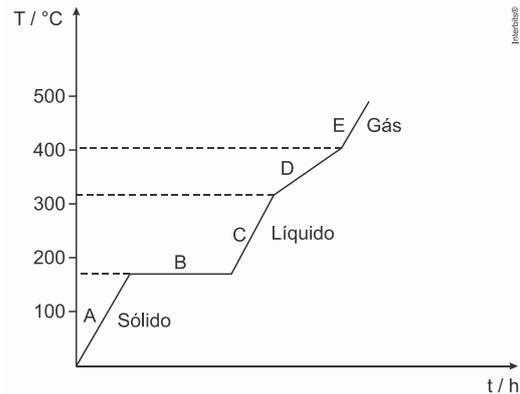


Quando se trata do diamante temos carbono com hibridação sp^3 e no grafite e seus derivados temos carbono sp^2 .



Exercícios Fundamentais

1 - A solda macia (ou solda branca) é uma solda comum à base de uma liga de estanho e chumbo em variadas proporções. Na eletroeletrônica, as soldas são mais usadas em forma de fios, com a liga estanho/chumbo de proporção 60/40, a qual possui ponto de fusão igual a $183\text{ }^\circ\text{C}$. Analisando o gráfico abaixo, que mostra o comportamento térmico dessa solda, assinale a afirmativa **CORRETA**:



- A solda é constituída por substâncias com impurezas e com temperatura de ebulição constante.
- O fenômeno que ocorre na região B é a solidificação, e há três fases em equilíbrio.
- A solda é constituída por uma mistura eutética, pois funde em temperatura constante.
- A solda é constituída por uma mistura azeotrópica, pois funde em temperatura constante.
- Na região D da curva, coexistem as fases líquida e gasosa, e a temperatura permanece constante.

2 - Quando exposto a uma temperatura menor que $13\text{ }^\circ\text{C}$, o estanho pode se transformar em uma versão mais frágil e quebradiça. Tais formas são chamadas, respectivamente, de beta e alfa e podem ser vistas na figura a seguir:



Fonte: www.engenheirodemateriais.com.br

Essa transformação é associada popularmente à "doença do estanho", e o fenômeno químico associado a essa transformação é denominado de

- Isomeria.
- Isotopia.
- Alogenia.
- Alotropia.
- Radioatividade.

3 - Considere uma amostra sólida que apresenta ponto de fusão constante e coloração amarela uniforme. Dissolve somente parte do sólido com adição de água e após fundir totalmente, com aquecimento contínuo, entra em ebulição com temperatura variável.

Com base nessa informação, é correto afirmar que essa amostra

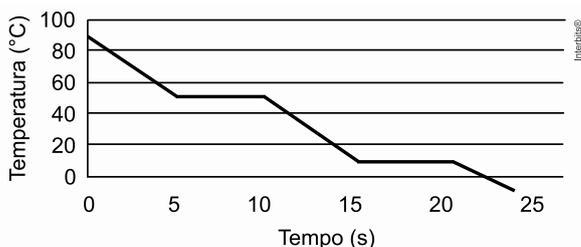
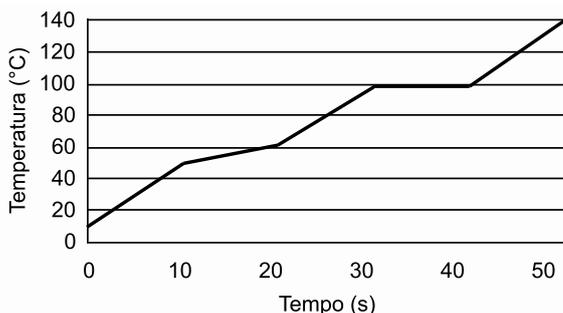
- é uma substância pura.

- b) é uma substância composta.
c) é uma mistura homogênea.
d) é uma substância pouco solúvel em água.

e) ao entrar em ebulição, ocorreu a sublimação da substância.
4 - Alguns historiadores da Ciência atribuem ao filósofo pré-socrático Empédocles a Teoria dos Quatro Elementos. Segundo essa teoria, a constituição de tudo o que existe no mundo e sua transformação se dariam a partir de quatro elementos básicos: fogo, ar, água e terra. Hoje, a química tem outra definição para elemento: o conjunto de átomos que possuem o mesmo número atômico. Portanto, definir a água como elemento está quimicamente incorreto, porque trata-se de

- a) uma mistura de três elementos.
b) uma substância simples com dois elementos.
c) uma substância composta com três elementos.
d) uma mistura de dois elementos.
e) uma substância composta com dois elementos.

5. Observe os dois gráficos de variação da temperatura ao longo do tempo, disponibilizados abaixo:



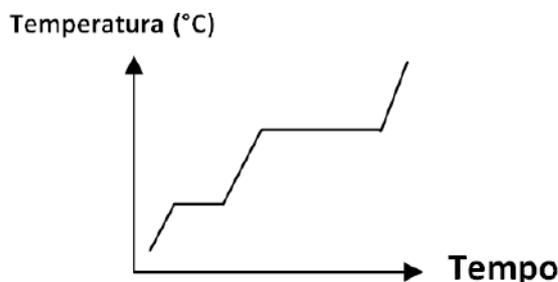
Um dos gráficos corresponde ao perfil de uma substância pura e o outro, ao perfil de uma mistura.

O período de tempo que a substância pura permanece totalmente líquida e a temperatura de ebulição da mistura, respectivamente, são

- a) 5 s e 10°C. b) 5 s e 100°C.
c) 10 s e 50°C. d) 10 s e 60°C.

Exercícios Aprofundados

6 - A figura a seguir representa a curva de aquecimento de uma substância pura em fase sólida até a formação de vapor. A pressão atmosférica é de 1 atm e a fonte de aquecimento fornece fluxo constante de energia.



A diferença entre os tempos gastos na fusão e na vaporização é explicada pela(o)

- a) maior temperatura do processo de ebulição quando comparado à fusão.
b) rompimento total das interações que é observado no processo de fusão.
c) menor energia cinética média das partículas do composto no estado sólido.
d) maior quantidade de calor necessária na mudança de estado líquido para gasoso.
e) alteração da composição química da amostra ao longo do processo de aquecimento.

7 - Em uma aula prática de Ciências os alunos analisaram um líquido de identidade desconhecida. Inicialmente verificaram a existência de uma única fase. Em seguida, determinaram a densidade, a temperatura de ebulição e a massa residual após a evaporação de 100 mL do líquido.

A tabela abaixo evidencia os resultados das análises:

Densidade 25°C	Temperatura de ebulição	Massa residual de após evaporação
0,78 g/mL	76°C – 84°C	20 mg

Com base nos resultados, o líquido em questão é uma

- a) substância simples. b) substância composta.
c) mistura heterogênea. d) mistura homogênea.

8 - Considere que sejam feitas as seguintes afirmações a respeito das formas cristalinas do carbono:

I. As formas polimórficas do carbono são: diamante, grafite, fulerenos, nanotubo e grafeno.

II. O monocristal de grafite é bom condutor de corrente elétrica em uma direção, mas não é na direção perpendicular à mesma.

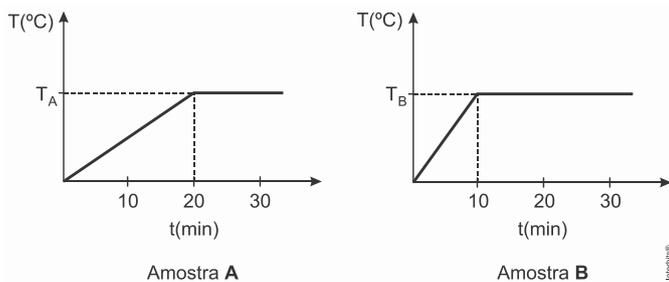
III. O diamante é uma forma polimórfica metaestável do carbono nas condições normais de temperatura e pressão.

IV. No grafite, as ligações químicas entre os átomos de carbono são tetraédricas.

Então, das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S)

- a) apenas I, II e III. b) apenas I e III.
c) apenas II e IV. d) apenas IV.
e) todas.

9 - Considere dois béqueres, contendo quantidades diferentes de duas amostras líquidas homogêneas A e B, a 25°C, que são submetidos a aquecimento por 30 min, sob pressão de 1atm, com fontes de calor equivalentes. A temperatura do líquido contido em cada béquer foi medida em função do tempo de aquecimento, e os dados obtidos foram registrados nos gráficos abaixo.



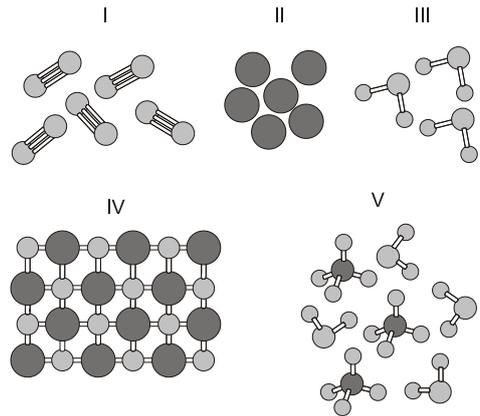
Sobre esses dados, são feitas as afirmações abaixo.

- I. Se $T_A = T_B$, então a amostra A e a amostra B provavelmente são a mesma substância pura.
II. Se as amostras A e B são constituídas pela mesma substância, então o volume da amostra B é menor que o volume de amostra A.
III. A amostra A é uma mistura em que o líquido predominante é aquele que constitui a amostra B.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I. b) Apenas III. c) Apenas I e II.
d) Apenas II e III. e) I, II e III.

10 - Considere as figuras a seguir, em que cada esfera representa um átomo.



As figuras mais adequadas para representar, respectivamente, uma mistura de compostos moleculares e uma amostra da substância nitrogênio são

- a) III e II. b) IV e III. c) IV e I. d) V e II. e) V e I.

11 - “Quem tem que suar é o chope, não você”. Esse é o slogan que um fabricante de chope encontrou para evidenciar as qualidades de seu produto. Uma das interpretações desse slogan é que o fabricante do chope recomenda que seu produto deve ser ingerido a uma temperatura bem baixa. Pode-se afirmar corretamente que o chope, ao suar, tem a sua temperatura

- a) diminuída, enquanto a evaporação do suor no corpo humano evita que sua temperatura aumente.
b) aumentada, enquanto a evaporação do suor no corpo humano evita que sua temperatura diminua.
c) diminuída, enquanto a evaporação do suor no corpo humano evita que sua temperatura diminua.
d) aumentada, enquanto a evaporação do suor no corpo humano evita que sua temperatura aumente.

12 - Em um recipiente hermético, termicamente isolado e mantido a pressão constante, são colocados 100 g de metanol. O líquido inicialmente a 25°C é aquecido até seu ponto de ebulição normal de 65°C. Nessa operação, o líquido absorve 10 kJ de energia. A conversão completa do líquido em seu vapor no seu ponto de ebulição normal absorve 110kJ de energia.

Analisando essas informações, podemos afirmar que

- a) o calor específico do metanol é aproximadamente igual a $2,20 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$.
b) o calor de vaporização do metanol, em seu ponto de ebulição normal, é aproximadamente igual a $110 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
c) o calor latente envolvido no processo de conversão completa de 100 g de metanol a 25°C em seu vapor no seu ponto de ebulição normal é aproximadamente igual a 120 kJ.
d) o calor sensível envolvido no processo de conversão completa de 100 g de metanol a 25°C em seu vapor no seu ponto de ebulição normal é aproximadamente igual a 110 kJ.
e) a conversão completa de 1,00 g de metanol a 25°C em seu vapor no seu ponto de ebulição normal consome 1200 J de energia.

Exercícios ENEM e Simulados

1 – (ENEM 2012 2ª Aplicação) A grafita é uma variedade alotrópica do carbono. Trata-se de um sólido preto, macio e escorregadio, que apresenta brilho característico e boa condutibilidade elétrica. Considerando essas propriedades, a grafita tem potencial de aplicabilidade em:

- Lubrificantes, condutores de eletricidade e cátodos de baterias alcalinas.
- Ferramentas para riscar ou cortar materiais, lubrificantes e condutores de eletricidade.
- Ferramentas para amolar ou polir materiais, brocas odontológicas e condutores de eletricidade.
- Lubrificantes, brocas odontológicas, condutores de eletricidade, captadores de radicais livres e cátodos de baterias alcalinas.
- Ferramentas para riscar ou cortar materiais, nanoestruturas capazes de transportar drogas com efeito radioterápico e cátodos de baterias alcalinas.

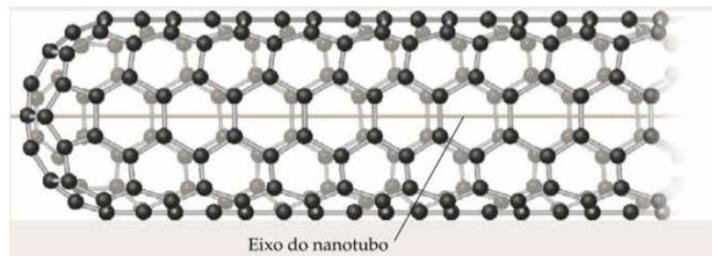
2 - (ENEM 2016 3ª Aplicação) O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte.

Combustível	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	-135	-0,5
Etanol	-112	78
Metano	-183	-162
Metanol	-98	65
Octano	-57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25°C:

- Butano, etanol e metano.
- Etanol, metanol e octano.
- Metano, metanol e octano.
- Metanol e metano.
- Octano e butano.

3 - (SAS 2018) Materiais de escala nanométrica exibem propriedades químicas e físicas diferentes de materiais volumosos. Por exemplo, o carbono pode formar estruturas tubulares como representado abaixo. Esses tubos, chamados de nanotubos, lembram um rolo cilíndrico de tela de arame e conduzem corrente elétrica como um metal.



Com base no arranjo do nanotubo podemos afirmar que

- os carbonos tetraédricos justificam a boa condutividade elétrica.
- possui uma estrutura amorfa, ou seja, sem padrão de cristalização.
- formam um composto molecular, ou seja, com número definido de átomos.
- os carbonos possuem hibridização sp^2 , o que permite formar cristais hexagonais.
- a estrutura representada não condiz com quatro ligações que o carbono deve fazer.

4 - (SAS 2019) É bastante comum a utilização de álcool na higienização de objetos, assim como em laboratórios de pesquisa. Um técnico usou álcool líquido para limpar a vidraria de um laboratório que estava à temperatura de 25 °C, quando observou, no rótulo do frasco, que a temperatura de ebulição do álcool é de 80 °C. Ao passar um pouco de álcool na mão, percebeu que a substância evaporou rapidamente e causou uma sensação de frescor.

Tal sensação ocorre porque o(a)

- álcool expande rapidamente e perde calor em um processo adiabático ao ser retirado do frasco.
- pressão do álcool fora do frasco é menor do que dentro, o que causa uma diminuição de temperatura da substância.
- energia média de agitação das moléculas do álcool aumenta, o que faz com que ele evapore em uma temperatura menor que 80 °C.
- reação química endotérmica que ocorre entre a pele da mão do técnico e o álcool faz com que este evapore e resfrie a mão.
- calor da mão do técnico é absorvido pelo álcool até atingir a temperatura de 80 °C, na qual ocorre a evaporação desta substância.

5 - (SAS 2022) O alumínio não é encontrado diretamente em estado metálico na crosta terrestre, sendo obtido a partir da bauxita, um minério encontrado em três principais grupos climáticos: mediterrâneo, tropical e subtropical. Mas, para que essa produção seja economicamente viável, a bauxita deve

apresentar, no mínimo, 30% de óxido de alumínio (Al_2O_3) aproveitável.

No processo descrito, utiliza-se como matéria-prima uma

- mistura para obtenção de uma substância pura simples.
- mistura para obtenção de uma substância pura composta.
- substância pura simples para obtenção de uma mistura.
- substância pura composta para obtenção de uma substância pura simples.
- substância pura simples para obtenção de uma substância pura composta.

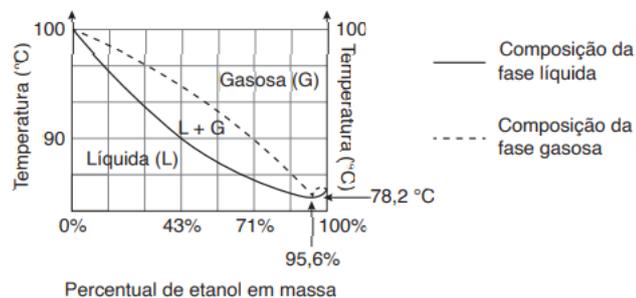
6 - (POLIEDRO 2022) O enxofre pode ser encontrado na natureza na forma de um sólido amarelo pálido, inodoro, sem sabor, insolúvel em água, quebradiço e mau condutor de eletricidade. Essas características estão presentes nas formas alotrópicas cristalinas do enxofre – rômica e monoclinica – de fórmula molecular S_8 , as mais importantes. As variedades alotrópicas do enxofre surgem pelas diferentes formas de ligação entre os seus átomos e também pela organização das moléculas poliatômicas de enxofre. Há relatos de cerca de 30 alótropos na natureza, sendo que alguns podem ser encontrados formando misturas. Entre as formas alotrópicas do enxofre estão as substâncias de fórmula S_{12} , S_{10} , S_8 , S_6 e S_2 .

Cada forma alotrópica do enxofre corresponde a um(a)

- combinação de S_{12} , S_{10} , S_8 , S_6 e S_2 .
- mistura constituída por substâncias distintas.
- substância simples com características particulares.
- substância composta com ao menos oito átomos de enxofre.
- composto formado por átomos de diferentes elementos químicos.

7 - (POLIEDRO 2022) As misturas azeotrópicas apresentam temperatura de ebulição constante, de maneira similar a uma substância pura. Entretanto, esse comportamento depende da composição da mistura. O gráfico ilustra a curva de aquecimento de uma mistura etanol-água em diferentes temperaturas e composições (proporção de etanol em massa na mistura). Ao traçar uma linha horizontal indicativa de determinada temperatura cortando as duas curvas, pode-se

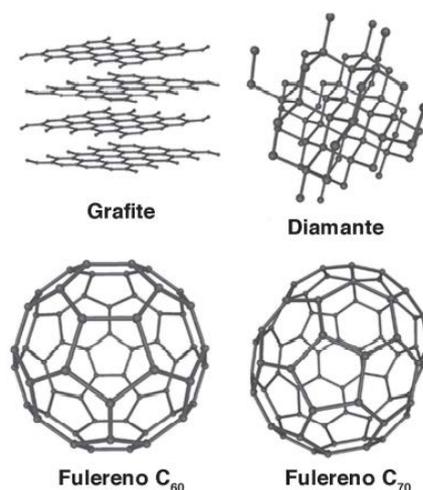
determinar a composição da fase líquida (ao cortar a curva cheia) e da fase gasosa (ao cortar a curva pontilhada) para essa temperatura.



A análise desse gráfico permite concluir que o(a)

- proporção em massa de etanol presente na fase líquida e na fase gasosa a $90^\circ C$ é de 43%.
- mistura se comporta como azeotrópica somente quando há a proporção de 95,6% de etanol em massa.
- água pura tem temperatura de ebulição menor que a temperatura de ebulição da mistura azeotrópica.
- etanol puro tem temperatura de ebulição menor que a temperatura de ebulição da mistura azeotrópica.
- composição da fase gasosa é mais rica em etanol do que a composição da fase líquida a uma mesma temperatura para qualquer percentual de etanol em massa.

8 - (POLIEDRO 2022) O carbono é um elemento químico que apresenta diversas formas alotrópicas viáveis, como a grafite, o diamante, o fulereno 60 e o fulereno 70. A principal diferença entre esses alótropos está na maneira como os átomos de carbono ligam-se uns aos outros, o que impacta diretamente o tipo de aplicação desses materiais.



Atualmente, a indústria farmacêutica tem procurado novas formas de administrar fármacos de modo a gerar menor risco de superdosagem e de efeitos colaterais. Uma maneira de se fazer isso é encapsular os fármacos em moléculas que servem como hospedeiras e que são capazes de liberar o princípio ativo em condições e locais específicos do organismo. Tais moléculas hospedeiras devem apresentar baixa reatividade e uma estrutura que permita o armazenamento da droga, geralmente por meio de cavidades que comportam as moléculas dos fármacos. Dos alótropos do carbono apresentados, serve(m) como molécula(s) hospedeira(s) somente o(a)

- grafite.
- fulereno C_{60} .
- grafite e o fulereno C_{70} .
- diamante e o fulereno C_{60} .
- fulereno C_{60} e o fulereno C_{70} .

9 - (POLIEDRO 2022) O hummus (ou homus) é uma pasta feita com grão-de-bico, tahine, limão e alho. É 100% vegano, e cada 100 g de homus têm aproximadamente 21,2 g de proteína.

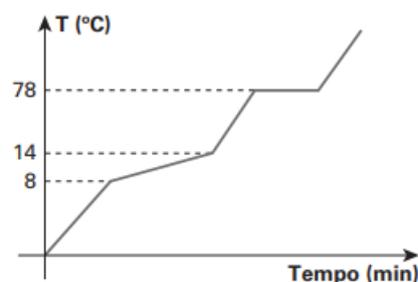
Ao servir o homus, geralmente se coloca uma boa porção de óleo de girassol ou de azeite sobre a pasta de grão-de-bico. As vitaminas A, D, K e E, que são encontradas no grão-de-bico, ficam dissolvidas no óleo ou no azeite. Com isso, o homus, ao ser servido, aparenta ser um(a)

- mistura heterogênea formada pela substância simples óleo de girassol e pela pasta com vitaminas.
- sistema heterogêneo formado pela pasta e por uma fase oleosa contendo as vitaminas.
- sistema homogêneo constituído por óleo, vitaminas e massa de grãos-de-bico.
- mistura homogênea, já que as vitaminas se encontram nas duas fases.
- solução verdadeira formada pelo óleo, pela pasta e pelas vitaminas.

10 - (SOMOS 2022) No laboratório de tratamento de resíduos de certa indústria, é necessário caracterizar os materiais descartados antes de direcioná-los para o destino final. Os resíduos que chegam nesse laboratório passam, entre outras

etapas, por duas classificações: na primeira é realizado o estudo da curva de aquecimento; na segunda, as substâncias são caracterizadas por suas propriedades físico-químicas específicas e etiquetadas para a destinação ambiental adequada.

Para determinado resíduo, foi produzida a curva de aquecimento:



Para esse resíduo, a classificação recebida será de

- mistura eutética com fusão em 8 °C e ebulição em 78 °C.
- mistura azeotrópica com fusão em 8 °C e ebulição em 78 °C.
- mistura comum com fusão 8 °C e intervalo de ebulição (14-78) °C.
- mistura comum com intervalo de fusão (8-14) °C e ebulição em 78 °C.
- mistura azeotrópica com intervalo de fusão (8-14) °C e ebulição em 78 °C.

11 - (SOMOS 2022) Sabe-se que o recipiente de acetona, substância utilizada para remover esmalte de unha, deve ser mantido fechado para que essa substância não escape espontaneamente para o ambiente. De maneira similar, a secagem de roupas estendidas em um varal ocorrerá mesmo em um dia com baixa incidência solar, podendo ser acelerada se existirem correntes de vento. A mudança de estado físico que ocorre nessas duas situações é a

- fusão.
- ebulição.
- calefação.
- sublimação.
- evaporação.

12 - (SAS 2018) Os fusíveis eram feitos de uma liga especial, uma combinação de estanho, chumbo e outros metais, meu pai me explicou. Todos tinham pontos de fusão relativamente baixos, mas o ponto de fusão da liga feita com eles era ainda mais baixo. Eu me perguntava como isso podia acontecer. Qual

era o segredo do ponto de fusão estranhamente baixo daquele novo metal? [...].

O trecho retirado do livro *Tio Tungstênio*, de Oliver Sacks, questiona sobre o baixo ponto de fusão da liga especial de estanho e chumbo. Essa liga apresenta temperatura de fusão constante, tratando-se de uma

- a) mistura comum.
- b) mistura eutética.
- c) substância isolante.
- d) mistura azeotrópica.
- e) substância metálica.

13 - **(SAS 2018)** Imagine uma folha formada por uma trama de carbono disposto em hexágonos planos e com um átomo de espessura. Este é o grafeno, material cem vezes mais forte que o aço, praticamente transparente e capaz de conduzir eletricidade e calor mais eficientemente que outros materiais. O grafeno, mencionado no texto, apresenta apenas carbono em sua composição, assim como a grafita e o diamante. Essa substância

- a) funciona como um ótimo isolante térmico.
- b) representa uma forma isotópica do carbono.
- c) conduz a corrente elétrica, pois é um metal.
- d) apresenta estrutura cristalina, sendo um alótropo do carbono.
- e) apresenta alta resistência, sendo muito abundante na natureza.

14 - **(SAS 2017)** O aproveitamento da energia geotérmica para fins indiretos se dá através das usinas geotérmicas convencionais, em que há a perfuração do subsolo até o reservatório que contém o vapor d'água. Posteriormente, ocorre a instalação de tubos que conduzem o vapor até à central geotérmica, de onde é, então, direcionado para as turbinas, movimentando suas pás e transformando a energia mecânica em energia elétrica. [...] Após passar pela turbina, é conduzido para uma torre onde é resfriado e se transforma em água líquida. Em seguida, a água resfriada é canalizada para o reservatório subterrâneo onde é reinjetada nas rochas quentes, através das tubulações, para reiniciar o ciclo.

Para que o sistema de energia citado no texto possa funcionar corretamente, que processos de mudança de fase da água são utilizados?

- a) Liquefação e calefação.
- b) Vaporização e calefação.
- c) Liquefação e sublimação.
- d) Sublimação e condensação.
- e) Vaporização e condensação.

15 - **(SAS 2017)** Em uma prova de Química, o professor pediu aos alunos que classificassem algumas substâncias ou misturas em: substância pura simples, substância pura composta, mistura homogênea ou mistura heterogênea. As respostas dadas por um determinado aluno são apresentadas na tabela a seguir:

Descrição	Resposta do aluno
Água	Substância pura simples
Bronze	Mistura homogênea
Diamante	Substância pura simples
Glicose	Substância pura composta
Ozônio	Substância pura simples

De acordo com as respostas apresentadas na tabela, o aluno cometeu um erro na classificação do(a)

- a) água.
- b) bronze.
- c) diamante.
- d) glicose.
- e) ozônio.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	D	C	E	B	D	D	A	C	E	D	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	B	D	C	A	C	B	E	B	E	E	B

Questão	13	14	15
Gabarito	D	E	A

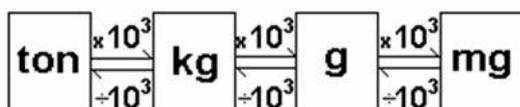
Aula 2: Propriedades da Matéria e suas Transformações

1 – Propriedades da Matéria:

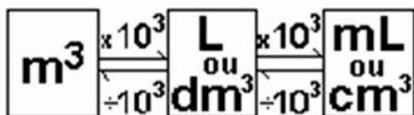
1.1 - Propriedades Gerais: São aquelas que podemos observar em qualquer espécie de matéria.

As principais são:

- **Massa:** medida da quantidade de matéria que existe num corpo.



- **Extensão (volume):** lugar no espaço ocupado pela matéria.



Impenetrabilidade:

Você já tentou colocar dois objetos no mesmo lugar? Ou um ficará ao lado do outro ou por cima ou na frente, mas nunca exatamente no mesmo lugar. Fazer com que ambos ocupem o mesmo espaço é totalmente impossível, pois duas porções de matéria não podem ocupar o mesmo lugar no espaço no mesmo tempo.

Às vezes parece que essa propriedade não é válida. Quando dissolvemos açúcar no café, por exemplo, temos a impressão que ambos passam a ocupar o mesmo lugar. Mas isso, não é verdade: enchendo uma xícara de café até a borda, observamos que, à medida que o açúcar é colocado, o nível do café sobe e ele transborda.

Divisibilidade:

Com o auxílio de um martelo, podemos reduzir a pó um pedaço de giz, de grafite, de granito, de madeira, etc. Isso é possível porque a matéria pode ser dividida em pequenas partículas. Da mesma forma, com um gota de anilina podemos tingir a água contida num copo. Isso ocorre porque a anilina tem a propriedade de dividir-se em partículas muito pequenas, que se espalham pela água.

Toda matéria pode ser dividida sem alterar a sua constituição, até um limite máximo ao qual chamamos de átomo.

Compressibilidade:

Se você empurrar o êmbolo de uma seringa de injeção com o orifício de saída tapado, vai perceber que o êmbolo empurra até certo ponto o ar contido na seringa. Isso aconteceu porque o ar ao ser comprimido tem o seu volume reduzido.

Portanto podemos definir compressibilidade como capacidade da matéria se submetida à ação de forças externas (pressão), o volume ocupado pode diminuir.

Dependendo do tipo de matéria, a compressão pode ser maior ou menor. O ar, por exemplo, é altamente compressível; já a água se comprime muito pouco.

Desta forma temos:

- Os gases são facilmente comprimidos.
- Os líquidos são comprimidos até um certo ponto.

Elasticidade:

Podemos definir elasticidade como uma propriedade em que a matéria, dentro de um certo limite, se submetida à ação de uma força causando deformação, ela retornará à forma original, assim que essa força deixar de agir. Isto ocorre porque seus espaços interatômicos e intermoleculares diminuem ou aumentam.

Indestrutibilidade:

Quando um pedaço de lenha é queimado, os materiais que fazem parte da composição da madeira se transformam em cinza e fumaça. Essa transformação mostra que não houve destruição da matéria, mas sim a transformação em outra matéria. Desta forma podemos concluir que a matéria não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. E esse fato, que é um dos princípios básicos da Química, se deve à característica de indestrutibilidade da matéria.

1.2 - Propriedades Específicas:

Além das propriedades gerais que acabamos de estudar, a matéria apresenta outras propriedades, como cor, brilho e sabor. O sal, por exemplo, apresenta sabor, já a água destilada não. Portanto, as propriedades que são características de cada substância se denominam propriedades específicas da matéria.

São classificadas em: físicas, químicas, organolépticas e funcionais.

A - Propriedades Físicas:

São propriedades que caracterizam fisicamente a matéria. As propriedades físicas importantes são: os pontos de fusão, solidificação, ebulição e liquefação da matéria; a condutividade; o magnetismo; a solubilidade; a dureza; a maleabilidade; a ductibilidade; a densidade; o calor específico.

Pontos de fusão e solidificação:

São as temperaturas nas quais a matéria passa da fase sólida para a fase líquida e da fase líquida para a fase sólida respectivamente, sempre em relação a uma determinada pressão atmosférica.

Pontos de ebulição e condensação:

São as temperaturas nas quais a matéria passa da fase líquida para a fase gasosa e da fase gasosa para a líquida respectivamente, sempre em relação a uma determinada pressão atmosférica.

Condutividade:

Certas matérias conduzem bem o calor e a eletricidade, como é o caso dos metais. O mesmo não acontece com outras substâncias, como o iodo, a água e o fósforo, que se apresentam resistentes na condução do calor e da eletricidade.

Magnetismo:

Quando uma determinada matéria tem a propriedade de atrair o ferro, significa que ela apresenta propriedade magnética. Um exemplo de substância magnética natural é a magnetita (pedra imã natural), um minério de ferro.

Dureza:

É a resistência que uma espécie de matéria apresenta ao ser riscada por outra. Quanto maior a resistência ao risco, mais dura é a matéria. O diamante é a matéria mais dura que se conhece, é utilizado em brocas que cortam o mármore e em estiletos de cortar vidro.

Maleabilidade:

A matéria que pode ser facilmente transformada em lâminas é considerada maleável. Exemplos: ferro, alumínio, prata, ouro e chumbo.

Ductibilidade:

É a propriedade que permite a matéria ser transformada em fio. É o que acontece com os metais: os fios de cobre, por exemplo, são usados para conduzir a eletricidade que chega em nossa casa.

Brilho:

É a capacidade que a matéria possui em refletir a luz que incide sobre ela. Quando a matéria não reflete a luz, ou reflete muito pouco, dizemos que ela não tem brilho. Uma matéria que não possui brilho, não é necessariamente opaca e vice-versa. Matéria opaca é aquela que não deixa atravessar a luz. Assim, uma barra de ouro é brilhante e opaca, pois reflete a luz sem se deixar atravessar por ela.

Calor Específico:

É a quantidade de calor necessária para aumentar em 1 grau Celsius (1°C) a temperatura de 1 grama de massa de qualquer matéria. Por exemplo, o que demoraria mais para ferver, 1 litro de água (que tem 1000 g de massa) ou 2 litros de água (que tem 2000 g de massa)? Logicamente, 1 litro de qualquer substância ferve antes que dois litros, pois seu volume é menor. Mas, em ambos os casos, o calor específico é o mesmo, ou seja, 1 cal/g °C.

Veja alguns valores que indicam o calor específico medidos à 15°C:

Água: 1,000 cal/g°C; álcool etílico: 0,540 cal/g°C; alumínio: 0,215 cal/g°C; ferro: 0,110 cal/g°C; zinco: 0,093 cal/g°C.

Densidade:

Também chamada de densidade absoluta ou massa específica (d) de um corpo definido como a relação entre a massa do material e o volume por ele ocupado.

Essa definição é expressa da seguinte forma:

$$D = m/V$$

onde: m = massa do corpo (kg ou g)

V = volume ocupado pelo corpo (cm³ ou mL e L ou dm³)

D = densidade (kg/L ou g/L ou g/cm³)

Para sólidos e líquidos, a densidade é normalmente expressa em g/cm³, para gases, costuma-se expressar a densidade em g/L. Quando dizemos que o metal ouro

apresenta densidade de $19,3 \text{ g/cm}^3$ à 20°C , isso significa que o volume de 1cm^3 de ouro possui massa de $19,3 \text{ g}$.

A densidade varia com a temperatura, pois os corpos geralmente dilatam-se (aumentam de volume) com o aumento da temperatura. Quando não se menciona a temperatura, fica subentendido que ela é de 20°C .

B - Propriedades Químicas:

Caracterizam quimicamente os materiais através de reações químicas. Por exemplo:

Combustão:

Quando a matéria queima (combustível), significa que ela está reagindo com o oxigênio do ar. Essa propriedade se chama combustão. Para que ocorra combustão, é fundamental a presença do oxigênio (comburente).

Um exemplo disso é a queima da vela: se você colocar um copo virado sobre a vela acesa, a chama vai consumir o oxigênio contido no interior do copo e, nesse instante, a vela se apaga.

C - Propriedades Organolépticas:

São as propriedades capazes de impressionar os nossos sentidos, como a cor, que impressiona a visão, o sabor e o odor, que impressionam o paladar e o olfato, respectivamente, e o estado de agregação da matéria (sólido, líquido, pó, pastoso), que impressionam o tato.

D - Propriedades Funcionais:

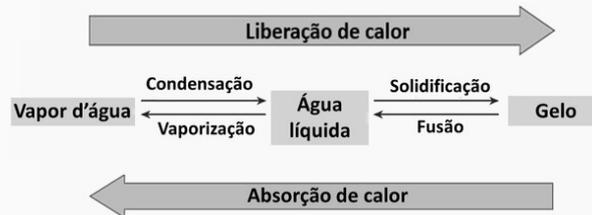
São propriedades comuns a determinados grupos de matérias, identificadas pela função que desempenham. Exemplos: ácidos, bases, sais, óxidos, álcoois, éter, etc.

2 – Transformações da Matéria:

Uma transformação física é diferente de uma transformação química porque: em uma transformação química novas substâncias são formadas, já a transformação física altera a forma do material, mas sua composição é a mesma.

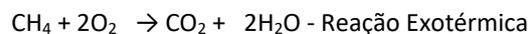
Exemplos:

Mudança de estado físico e dissolução de sal em água são fenômenos físicos.



Uma transformação química é caracterizada pela alteração da natureza química da matéria.

Exemplo:



Exercícios Fundamentais

1 - Um experimento simples e fácil de ser realizado consiste em empurrar o êmbolo de uma seringa, sem agulha e cheia de ar, pressionando a tampa com o dedo, conforme representado na figura a seguir:

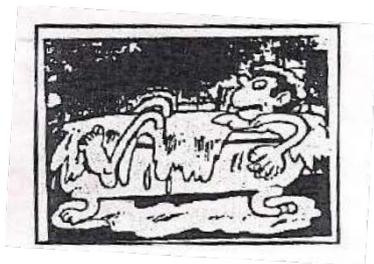
Nesse procedimento, verifica-se que a pressão sobre o ar que está dentro da seringa aumenta e, conseqüentemente, o volume ocupado diminui, sendo o contrário também verdadeiro.

As propriedades gerais da matéria descrevem bem os comportamentos comuns dos materiais em seu modo geral. A imagem abaixo representa muito bem um fenômeno que pode ser percebido quando se relaciona dois ou mais materiais. Porém, neste caso, foi relacionada uma situação bastante comum, onde um homem entra em uma banheira de hidromassagem e ocasiona a saída de água.

Sendo assim, qual é a característica física dos gases evidenciada com a realização desse experimento?

- a) Elasticidade.
- b) Divisibilidade.
- c) Difusibilidade.
- d) Dilatabilidade.
- e) Compressibilidade.

2 - As propriedades gerais da matéria descrevem bem os comportamentos comuns dos materiais em seu modo geral. A imagem abaixo representa muito bem um fenômeno que pode ser percebido quando se relaciona dois ou mais materiais. Porém, neste caso, foi relacionada uma situação bastante comum, onde um homem entra em uma banheira de hidromassagem e ocasiona a saída de água.



Qual a propriedade geral da matéria descreve bem a situação descrita e a ilustração acima, simultaneamente?

- a) Densidade.
- b) Inércia.
- c) Impenetrabilidade.
- d) Massa.
- e) Volume.

3 - (ENEM 2017 2ª Aplicação): Um estudante construiu um densímetro, esquematizado na figura, utilizando um canudinho e massa de modelar. O instrumento foi calibrado com duas marcas de flutuação, utilizando água (marca A) e etanol (marca B) como referências.



Em seguida, o densímetro foi usado para avaliar cinco amostras: vinagre, leite integral, gasolina (sem álcool anidro), soro fisiológico e álcool comercial (92,8°GL).

Que amostra apresentará marca de flutuação entre os limites A e B?

- a) Vinagre.
- b) Gasolina.
- c) Leite Integral.
- d) Soro fisiológico.
- e) Álcool comercial.

4 - Considere as seguintes propriedades de três substâncias líquidas

Substâncias	Densidade (g/mL a 20 °C)	Solubilidade em água
Hexano	0,659	insolúvel
Tetracloroeto de carbono	1,595	insolúvel
Água	0,998	—

- a) monofásico.
- b) bifásico, no qual a fase sobrenadante é o hexano.
- c) bifásico, no qual a fase sobrenadante é o tetracloreto de carbono.
- d) trifásico, no qual a fase intermediária é o tetracloreto de carbono.
- e) bifásico ou trifásico, dependendo da ordem de colocação das substâncias durante a preparação da mistura.

5 - 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.

Exercícios Aprofundados

6 - Um laudo de análise de laboratório apontou que amostras de leite de uma usina de beneficiamento estavam em desacordo com os padrões estabelecidos pela legislação. Foi observado que a concentração de sacarose era maior do que a permitida.

Qual teste listado permite detectar a irregularidade descrita?

- a) Medida da turbidez.
- b) Determinação da cor.
- c) Determinação do pH.
- d) Medida da densidade.
- e) Medida da condutividade.

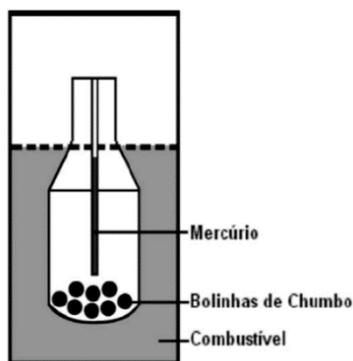
7 - Cinco cremes dentais de diferentes marcas têm os mesmos componentes em suas formulações, diferindo, apenas, na porcentagem de água contida em cada um. A tabela a seguir apresenta massas e respectivos volumes (medidos a 25°C) desses cremes dentais.

Propriedade	Diesel	Biodiesel	Óleo vegetal
Densidade (g/cm ³)	0,884	0,880	0,922
Poder calorífico (MJ/L)	38,3	33,3	36,9
Viscosidade (mm ² /s)	3,9	4,7	37,0
Teor de enxofre (%)	1,3	< 0,001	< 0,001

Com base nas informações apresentadas no quadro, quais são as duas propriedades que podem ser empregadas tecnicamente para verificar se uma amostra de diesel comercial está ou não adulterada com óleo vegetal?

- Densidade e viscosidade.
- Teor de enxofre e densidade.
- Viscosidade e teor de enxofre.
- Viscosidade e poder calorífico.
- Poder calorífico e teor de enxofre.

2 - (ENEM 2010 2ª Aplicação) Com a frequente adulteração de combustíveis, além de fiscalização, há necessidade de prover meios para que o consumidor verifique a qualidade do combustível. Para isso, nas bombas de combustíveis existe um densímetro, semelhante ao ilustrado na figura. Um tubo de vidro fechado fica imerso no combustível, devido ao peso das bolinhas de chumbo colocadas no seu interior. Uma coluna vertical central marca a altura de referência, que deve ficar abaixo ou no nível do combustível para indicar que sua densidade está adequada. Como o volume do líquido varia com a temperatura mais que o do vidro, a coluna vertical é preenchida com mercúrio para compensar variações de temperatura.



De acordo com o texto, a coluna vertical de mercúrio, quando aquecida,

- indica a variação da densidade do combustível com a temperatura.

- mostra a diferença de altura da coluna a ser corrigida.
- mede a temperatura ambiente no momento do abastecimento.
- regula a temperatura do densímetro de acordo com a do ambiente.
- corrige a altura de referência de acordo com a densidade do líquido.

3 - (ENEM 2011 1ª Aplicação) Certas ligas estanho-chumbo com composição específica formam um eutético simples, o que significa que uma liga com essas características se comporta como uma substância pura, com um ponto de fusão definido, no caso 183 °C. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (o estanho puro funde a 232 °C e o chumbo puro a 320 °C), o que justifica sua ampla utilização na soldagem de componentes eletrônicos, em que o excesso de aquecimento deve sempre ser evitado. De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente.

Um lote contendo 5 amostras de solda estanho-chumbo foi analisado por um técnico, por meio da determinação de sua composição percentual em massa, cujos resultados estão mostrados no quadro a seguir.

Amostra	Porcentagem de Sn (%)	Porcentagem de Pb (%)
I	60	40
II	62	38
III	65	35
IV	63	37
V	59	41

Com base no texto e na análise realizada pelo técnico, as amostras que atendem às normas internacionais são

- I e II.
- I e III.
- II e IV.
- III e V.
- IV e V.

4 - (SAS 2022) Um dos principais parâmetros legais de qualidade para o leite bovino é baseado na densidade. Utilizando um densímetro conhecido como termolactodensímetro, infere-se a temperatura e a densidade do leite. Para corrigir a densidade medida pelo aparelho para

a densidade correspondente do leite a uma temperatura padrão de 15 °C, faz-se o uso da expressão $d_{15} = d + (T - 15) \cdot K$, em que d_{15} é a densidade a 15 °C; d é a densidade lida no termolactodensímetro; T é a temperatura lida no termolactodensímetro; e K é um fator que varia de acordo com a temperatura da amostra. Utiliza-se $K = 0,2$ para temperaturas até 25 °C e $K = 0,25$ para temperaturas entre 25,1 °C e 30 °C. De acordo com a legislação, o leite adequado para consumo deve apresentar densidade entre 1028 g/L e 1034 g/L, a uma temperatura de 15 °C. Os valores abaixo do mínimo indicam adição de água, e os valores maiores que o limite máximo podem indicar adição de sais ou açúcares.

Considerando apenas os parâmetros apresentados, uma amostra de leite bovino a 25 °C e com densidade de 1,027 kg/L encontra-se

- a) inadequada para consumo, pois apresenta temperatura acima de 15 °C.
- b) inadequada para consumo, pois apresenta densidade acima de 1034 g/L, a 15 °C.
- c) inadequada para consumo, pois apresenta densidade abaixo de 1028 g/L, a 25 °C.
- d) adequada para consumo, pois apresenta densidade entre 1028 g/L e 1034 g/L, a 15 °C.
- e) adequada para consumo, pois apresenta densidade entre 1028 g/L e 1034 g/L, a 25 °C.

5 - **(SAS 2017)** A água na forma líquida possui alto calor específico e alta condutividade térmica, quando comparada a outros líquidos. Isso significa que a água é capaz de absorver grande quantidade de calor sem alterar enormemente a temperatura. Dessa forma, a água impede que haja variações bruscas de temperatura. [...] Na forma sólida, o gelo tem baixa condutividade térmica comparado a outros sólidos, ou seja, é um isolante térmico. Além disso, a água é um dos poucos materiais que ao solidificar fica menos denso: o gelo flutua na água líquida. Essa característica permite que o gelo seja formado na superfície de rios e lagos, impedindo que, no interior, a água solidifique-se, garantindo, assim, a sobrevivência de peixes e moluscos.

Com base no texto anterior, a vida em rios e lagos é preservada devido ao fato de o(a)

- a) água líquida apresentar baixa condutividade térmica e menor densidade que o gelo.
- b) gelo apresentar baixa condutividade térmica e menor densidade que a água líquida.
- c) água líquida apresentar baixa condutividade térmica e maior densidade que o gelo.

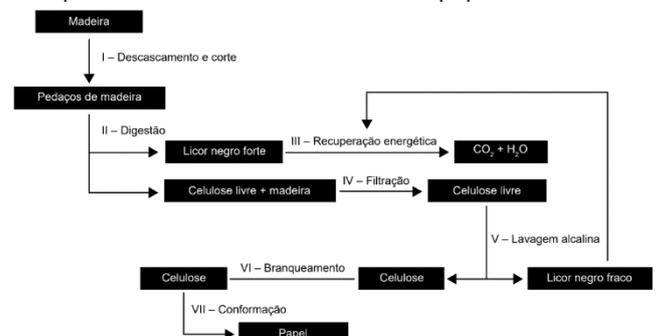
- d) gelo apresentar elevada condutividade térmica e maior densidade que a água líquida.
- e) gelo apresentar elevada condutividade térmica e menor densidade que a água líquida.

6 - **(SAS 2018)** Normalmente, a energia luminosa solar (radiação infravermelha) que chega ao planeta Terra é dividida: uma parte é refletida diretamente de volta ao espaço, ao atingir o topo da atmosfera terrestre; a outra é absorvida pelos oceanos e pela superfície da Terra, promovendo o seu aquecimento. Dessa segunda parte, uma parcela também seria irradiada de volta ao espaço, mas é bloqueada pela presença natural de determinados gases na atmosfera. O efeito estufa é, pois, um fenômeno natural que possibilita a vida na Terra, uma vez que sem a presença destes gases, a temperatura média do planeta seria muito baixa (cerca de 18 °C negativos). Essa troca de energia entre a superfície e a atmosfera proporciona uma temperatura média global, próxima à superfície, ideal ao

Qual característica dos gases atmosféricos, em relação à radiação infravermelha, é a principal responsável por manter a temperatura da Terra favorável à existência da vida?

- a) Alta condutividade térmica.
- b) Baixo calor específico.
- c) Baixa transmitância.
- d) Baixo calor latente.
- e) Alta transmitância.

7 - **(BERNOULLI 2021)** Durante o processo de fabricação de papel, descrito a seguir, a madeira proveniente de regiões de reflorestamento é submetida, inicialmente, ao descascamento e corte para aumentar a superfície de contato e facilitar o cozimento. Em seguida, ela é aquecida em digestores industriais, até que se obtenha a celulose e o licor negro forte, utilizado para alimentar caldeiras de recuperação energética. Enquanto isso, a celulose é submetida à filtração, para que os nós de madeira que não reagiram na etapa anterior possam ser separados da celulose livre, que é submetida a uma lavagem alcalina, gerando o licor negro fraco. Depois dessa etapa, são realizados os processos de branqueamento, em que a celulose sofre oxidação, de secagem e de conformação das folhas para serem utilizadas na forma de papel.



As etapas do processo em que há alteração na estrutura interna da matéria são:

- a) I, III e VI.
- b) I, V, VI e VII.
- c) II, VI e VII.

d) II, III, V e VI.

e) II, III, IV e VII.

8 - **(BERNOULLI 2021)** Sabe-se que métodos de degustação, como forma de análise sensorial de alimentos, foram aplicados pela primeira vez na Europa, tempos atrás, com o objetivo de controlar a qualidade de cervejarias e destilarias. Nos Estados Unidos, durante a Segunda Guerra Mundial, surgiu da necessidade de se produzir alimentos de qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados do Exército. A partir dessa necessidade, surgiram, então, os métodos de aplicação da degustação, estabelecendo a análise sensorial como base científica.

A utilização da análise descrita é possível devido às propriedades da matéria conhecidas como

a) organolépticas.

b) extensivas.

c) funcionais.

d) químicas.

e) físicas.

9 - **(BERNOULLI 2021)** Nas águas residuais existem partículas de dimensões muito pequenas, da ordem de 1 μm ou até menores, denominadas partículas coloidais, que podem permanecer em suspensão no líquido por um período muito grande. Para realizar a separação, utiliza-se um processo que resulta de duas etapas distintas: (I) formação do agente coagulante e choques das partículas com as impurezas, que apresentam carga negativa, ocorrendo uma neutralização das cargas; e (II) formação de partículas de maior volume e densidade até que ocorra a sedimentação. Tal processo ocorre em um curto espaço de tempo, podendo variar de décimos de segundo a um período da ordem de 100 s.

GUIMARÃES, J. R.; NOUR, E. A. A. Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, maio 2001 (Adaptação).

As etapas I e II são, respectivamente, de natureza

a) nuclear e física.

b) física e química.

c) química e física.

d) biológica e física.

e) química e nuclear.

10 - **(BERNOULLI 2021)** As cerâmicas são constituídas basicamente de uma mistura de argila e de óxidos metálicos. Um fato interessante a respeito de utensílios feitos desse material é que eles podem ser utilizados como amoladores de facas, isto é, ao serem friccionados na superfície do metal, são capazes de riscar a superfície dele. Observe:



Apesar de resistirem muito bem a avarias superficiais, as cerâmicas são materiais frágeis, pois, caso seja aplicada uma grande tensão sobre eles, quebram-se facilmente.

A propriedade das cerâmicas que faz com que o objeto apresentado anteriormente seja utilizado como amolador de facas se deve à sua alta

a) dureza.

b) tenacidade.

c) ductibilidade.

d) maleabilidade.

e) condutividade.

11 - **(BERNOULLI 2021)** Depois de fundida, a massa vítrea é levada à área do refino, que tem como objetivos principais a retirada de bolhas, CO_2 , e o controle da temperatura. Ao sair dessa área, o vidro apresenta temperatura por volta de 1100 $^\circ\text{C}$, quando é encaminhado para ser moldado em um tanque contendo estanho no estado líquido. Na continuidade do processo de produção, o vidro, flutuando sobre esse metal no estado líquido, é estirado por máquinas suspensas denominadas top-rolls, que possuem rodas com dentes segurando as bordas do vidro e rotação e ângulos variáveis, formando, dessa maneira, uma larga lâmina de vidro.

TORQUETTO, A. R. O tema “vidro plano (tecnologia float)” para a educação científica e tecnológica. Revista Química Nova na Escola, v. 39, n. 2, 2017 (Adaptação).

A característica mencionada que permite que o estanho seja utilizado no processo de produção do vidro está relacionada

a) à sua elevada massa.

b) à sua elevada dureza.

c) ao seu elevado volume.

d) à sua elevada densidade.

e) à sua elevada volatilidade.

12 - **(BERNOULLI 2021)** A reciclagem de placas de circuito impresso, muito utilizadas em computadores e smartphones, é importante para evitar a contaminação ambiental por metais pesados. Nesse processo, inicialmente, os componentes eletrônicos são fragmentados em partículas menores, em um processo denominado cominuição (I). As partículas geradas nessa etapa passam, em seguida, por peneiramento (II) e, depois, seguem para separação magnética (III), para que os materiais ferromagnéticos, como ferro e níquel, sejam separados dos demais. Depois disso, as partículas são submetidas a um campo elétrico, de modo que os metais restantes são separados em virtude da indução de cargas que ocorre em sua superfície. Esse processo é denominado separação eletrostática (IV). Por fim, os metais separados são lixiviados com solução ácida (V) e, em seguida, os cátions metálicos produzidos nessa etapa são separados, em sua forma metálica, via eletrodeposição (VI).

As etapas de natureza química envolvidas na reciclagem de placas de circuito impresso são:

a) I e VI.

b) II e III.

c) III e IV.

d) IV e V.

e) V e VI.

13 - **(BERNOULLI 2021)** A principal fonte de exposição ao benzeno ocorre pela evaporação da gasolina. Sendo assim, trabalhadores de postos de combustíveis estão

constantemente expostos às ações dessa substância, que é considerada altamente perigosa, pois causa efeitos tóxicos no sistema nervoso central; os sintomas são: aceleração dos batimentos cardíacos, dificuldade respiratória, tremores, convulsão, irritação das mucosas oculares e respiratória, podendo causar edema (inchaço) pulmonar.

A razão pela qual os trabalhadores de postos de gasolina estão constantemente expostos às ações dessa substância se deve à sua elevada

- a) densidade.
- b) reatividade.
- c) volatilidade.
- d) solubilidade em água.
- e) temperatura de ebulição.

14 - **(BERNOULLI 2021)** Muitas receitas culinárias exigem um maior cuidado com a temperatura da chama. Para cozinhar doce de leite, molhos e cremes delicados é necessário um fogo muito baixo, que muitos fogões a gás não atingem. Em virtude dessa limitação, pode-se utilizar na cozinha um difusor de calor. Esse material é constituído de uma placa metálica que fica bem sobre a chama para espalhar o calor uniformemente sob as panelas e frigideiras, evitando que a comida queime em contato com o fundo da panela.

A principal característica que faz com que o difusor seja produzido a partir do material descrito está relacionada ao fato de ele possuir

- a) baixa ductibilidade.
- b) baixa maleabilidade.
- c) alta resistência térmica.
- d) alta condutibilidade térmica.
- e) alta temperatura de ebulição.

15 - **(BERNOULLI 2021)** Dois grupos de cientistas anunciaram descobertas sobre o comportamento do ouro em nanoescala. O ouro é um dos elementos mais utilizados pela nanotecnologia devido à sua estabilidade física e química – e as minúsculas quantidades empregadas não tornam o custo uma questão proibitiva. Utilizando um processo químico, os cientistas demonstraram que nanopartículas de ouro, com diâmetros de até 2 nanômetros, podem tornar-se magnéticas quando são circundadas por determinadas moléculas orgânicas.

O magnetismo observado perdura por um tempo considerável, além de ser de grande intensidade, mesmo à temperatura ambiente.

O comportamento magnético do ouro em nanoescala se assemelha ao de um material

- a) diamagnético.
- b) monomagnético.
- c) paramagnético.
- d) ferromagnético.
- e) antiferromagnético.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	D	E	E	E	D	C	E	E	C	A	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	E	C	D	B	C	D	A	C	A	D	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	C	D	D

Aula 03: Separação de Misturas

1 – Introdução:

Os processos de separação são divididos em três categorias:

- **Processos Mecânicos:** são utilizados para separar misturas heterogêneas;
- **Processos Físicos:** são utilizados para separar misturas homogêneas;
- **Processos Químicos:** são utilizados para separar misturas homogêneas especiais (eutética e azeotrópica).

2 – Processos Mecânicos:

A - Catação: é um método rudimentar de separação de misturas que se baseia na diferença de tamanho e de aspecto das partículas de uma mistura de sólidos granulados. Nele a separação dos componentes da mistura é feita com as mãos ou com o auxílio de uma pinça. Na mistura de feijão e impurezas, utiliza-se a catação para separá-los.

B - Peneiração: é um processo por meio do qual se separam misturas de sólidos granulados com partículas de tamanhos diferentes (como areia fina e pedriscos). A mistura é colocada sobre uma peneira e submetida à agitação. A areia fina atravessa a malha e é recolhida. Os pedriscos ficam presos sobre a peneira.

C- Levigação: é um método que separa sólido-sólido, quando um dos componentes (em forma de pó) é facilmente arrastado por um líquido enquanto o outro componente mais denso não o é. No processo emprega-se uma corrente de água ou de outro líquido adequado para arrastar o componente menos denso (pulverizado).

Exemplo: Ouro e areias auríferas (em pó).

D - Flotação: é um método que separa sólido-sólido, geralmente de minérios pulverizados da respectiva ganga (impurezas). No processo adiciona-se óleo à mistura. O óleo adere à superfície das partículas do minério, tornando-o impermeável à água. Em seguida a mistura é lançada na água e submetida a uma forte corrente de ar. O ar provoca a formação de uma espuma, que reúne as partículas do minério, que assim se separa da ganga. Exemplo: Sulfetos (em pó) da areia (ganga).

E -Dissolução Fracionada: é um método empregado na separação sólido-sólido com base na diferença de solubilidade dos sólidos em um determinado líquido. O líquido adicionado dissolve apenas um dos sólidos que compõem a mistura. O componente que não dissolve é separado da solução por filtração. Exemplo: sal e areia podem ser separados pela adição de água.

F - Sedimentação Fracionada: é um método que separa sólido-sólido cujos componentes apresentam uma acentuada diferença de densidade. Adiciona-se à mistura de sólidos um líquido de densidade intermediária. O sólido mais denso se deposita no fundo do recipiente e o sólido menos denso flutua na superfície do líquido. Exemplo: Areia e serragem

G - Decantação: Nesse processo, exemplificado na sequência de imagens abaixo, o sólido, mais denso, sedimenta-se, ou

seja, deposita-se no fundo do recipiente, separando-se da fase líquida, que pode, então, ser transferida.



H - Filtração: Nesse processo, quando a mistura é despejada sobre o filtro, o sólido não dissolvido fica retido e a fase líquida passa livremente.

Na filtração simples, é usado o **funil** para separação de sólidos não dissolvidos em líquido, com o uso de papel de filtro.

Na filtração a vácuo, são usados em conjunto o **funil de Büchner**, o **kitasato** e a **trompa-d'água** ou, ainda, uma **bomba de vácuo**.

Também é possível utilizar a filtração para separar partículas sólidas dispersas no ar; é o que ocorre nos aspiradores de pó.



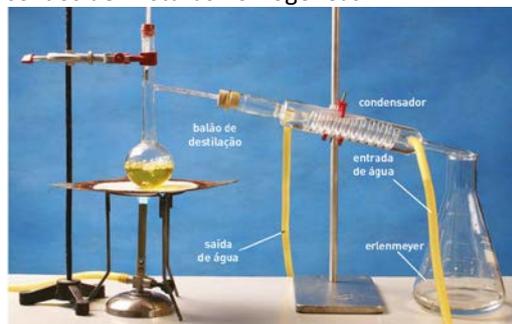
|| A fase sólida é retida no papel de filtro, e a fase líquida é recolhida em outro frasco.



|| A água que entra pela trompa-d'água arrasta o ar do interior do frasco, diminuindo a pressão interna do kitasato, o que torna a filtração mais rápida.

2 – Processos Físicos:

A - Destilação simples: é utilizada para separar os líquidos dos sólidos de misturas homogêneas.



Na destilação simples de sólidos dissolvidos em líquidos, a mistura é aquecida. Os vapores produzidos no balão de destilação passam pelo condensador, no qual são resfriados pela passagem de água corrente no tubo externo, condensam-se e são recolhidos no erlenmeyer. A parte sólida da mistura,

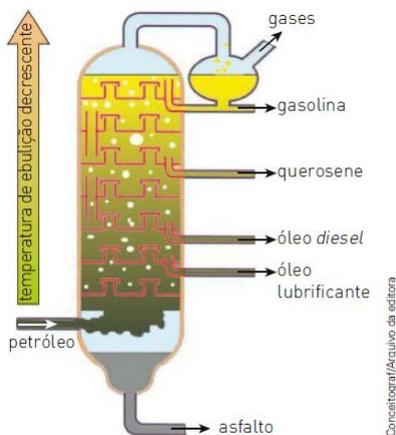
por não ser volátil, não evapora e permanece no balão de destilação.

B - Destilação Fracionada: é utilizada para separar líquidos miscíveis com temperaturas de ebulição (TE) não muito próximas. Durante o aquecimento da mistura, é separado, inicialmente, o líquido de menor TE; depois, o líquido com TE intermediária; e assim sucessivamente até o líquido de maior TE. À aparelhagem da destilação simples é acoplada uma coluna de fracionamento.

Conhecendo-se a TE de cada líquido, pode-se determinar, pela leitura do termômetro, qual deles está sendo destilado.

A destilação fracionada é muito utilizada, principalmente na indústria petroquímica, na separação dos diferentes derivados do petróleo. Nesse caso, as colunas de fracionamento são divididas em bandejas ou pratos.

Exemplo:



Representação de coluna de fracionamento dividida em bandejas ou pratos.

C- Liquefação:

Os componentes de uma mistura gasosa são inicialmente liquefeitos e depois submetidos a uma destilação fracionada. O método industrial utilizado para separar os componentes do ar seco é a destilação fracionada do ar líquido.

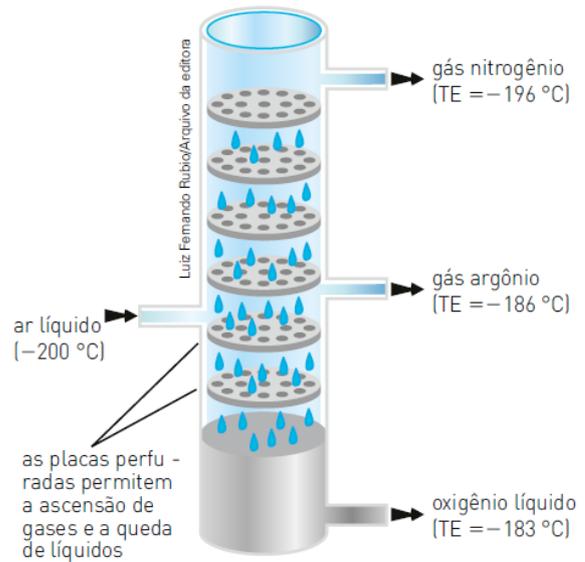
Para torná-lo liquefeito, é preciso resfriá-lo a $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura difícil de ser obtida. Pode-se também resfriá-lo comprimindo-o e, em seguida, permitindo que se expanda rapidamente.

Uma vez liquefeito, o ar é introduzido em uma coluna de fracionamento, conforme mostra a figura ao lado.

Após a separação, os componentes do ar são armazenados em cilindros de aço e comercializados.

Veja algumas aplicações dos gases.

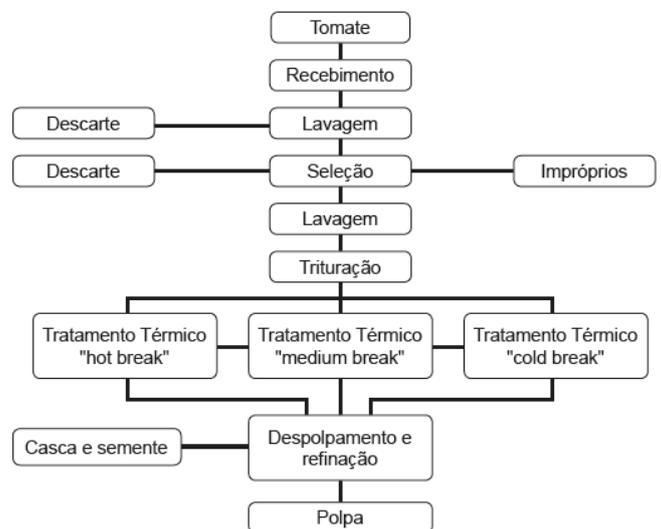
- Gás oxigênio: alimentação de combustão (queima), aparelhos de respiração artificial, produção de aço.
- Gás nitrogênio: produção de amônia, de ácido nítrico e de fertilizantes.
- Gás argônio: preenchimento de lâmpadas de filamento.



Representação de destilação fracionada do ar líquido.

Exercícios Fundamentais

1 - O processamento do tomate consiste em transformar o fruto em polpa, que é usada na produção de diversos produtos disponíveis no mercado, como molhos prontos, extrato de tomate, *ketchup* etc. A seguir, é apresentado um esquema simplificado desse processo.



Na etapa de “Despulpamento e refinação”, emprega-se uma técnica que consiste em colocar o material em um equipamento que promove a separação dos seus componentes mediante a rotação acelerada, chamada de

- centrifugação.
- decantação.
- destilação.
- filtração.
- sedimentação.

2 - O lixo eletrônico, também denominado e-lixo, é o tipo de lixo que mais cresce no fluxo de resíduos domésticos do

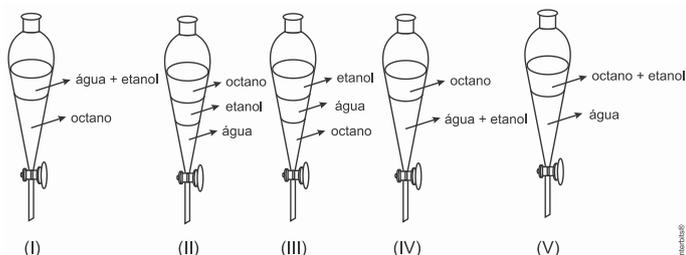
mundo. Dados do relatório da ONU indicam que o mundo gerou algo em torno de 45 milhões de toneladas de e-lixo em 2016 e que somente 20% desse montante foi reciclado. Para se minimizar este problema socioambiental, especialistas defendem que os países invistam urgentemente na reciclagem do e-lixo. Há três tipos de reciclagem de equipamentos eletrônicos: mecânico, químico ou térmico. A reciclagem mecânica é uma das mais utilizadas e envolve as etapas descritas a seguir.

- Divisão, por granulometria, dos fragmentos dos equipamentos.
- Separação dos fragmentos em magnéticos e não magnéticos.
- Divisão dos resíduos não magnéticos em condutores e não condutores de corrente elétrica.

As técnicas de separação de misturas utilizadas ao longo das etapas de reciclagem mecânica de eletrônicos são,

- a) peneiração, separação magnética e separação eletrostática.
- b) britagem, moagem e granulometria.
- c) filtração, separação magnética e eletrólise.
- d) peneiração, separação eletrostática e imantação.
- e) britagem, moagem e separação eletrostática.

3 - Considere os funis de decantação nos esquemas I a V. Ao se colocar octano ($d = 0,70 \text{ g/cm}^3$), água ($d = 1,0 \text{ g/cm}^3$) e etanol ($d = 0,79 \text{ g/cm}^3$) em cada funil, pode-se observar a formação de diferentes fases.



Assinale a opção que representa corretamente a separação de fases, após algum tempo de repouso.

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.
- e) V.

4 - A obtenção de óleos vegetais, de maneira geral, passa pelas etapas descritas no quadro.

Etapa	Subetapa	O que ocorre
Preparação da matéria-prima	Seleção dos grãos	Separação das sujidades mais grossas
	Descascamento	Separação de polpa e casca
	Trituração	Rompimento dos tecidos e das paredes das células
	Cozimento	Aumento da permeabilidade das membranas celulares
Extração do óleo bruto	Prensagem	Remoção parcial do óleo
	Extração	Obtenção do óleo bruto com hexano
	Destilação	Separação do óleo e do solvente

Qual das subetapas do processo é realizada em função apenas da polaridade das substâncias?

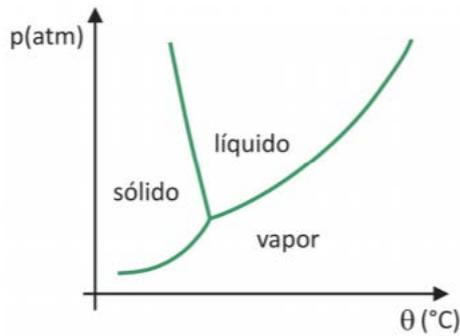
- a) Trituração.
- b) Cozimento.
- c) Prensagem.
- d) Extração.
- e) Destilação.

5 - Diferentes operações básicas são usadas em laboratórios de pesquisa. Considere os seguintes procedimentos e marque a opção **CORRETA**:

- a) Utilizando extração líquido-líquido é possível obter etanol de uma amostra contendo 10% de etanol e 90% de água.
- b) Para aproveitar a água do mar, pode-se usar a destilação simples, separando a água do sal.
- c) Uma mistura homogênea de líquido e sólido pode ser separada através da filtração.
- d) Numa mistura homogênea de sólidos, a determinação do ponto de fusão não poderia ser usada como indicativo de quantos sólidos diferentes estão presentes na amostra.
- e) Uma mistura homogênea de líquidos pode ser separada pelo processo de filtração.

Exercícios Aprofundados

6 - Em supermercados, é comum encontrar alimentos chamados de liofilizados, como frutas, legumes e carnes. Alimentos liofilizados continuam próprios para consumo após muito tempo, mesmo sem refrigeração. O termo "liofilizado", nesses alimentos, refere-se ao processo de congelamento e posterior desidratação por sublimação da água. Para que a sublimação da água ocorra, é necessária uma combinação de condições, como mostra o gráfico de pressão por temperatura, em que as linhas representam transições de fases.



Apesar de ser um processo que requer, industrialmente, uso de certa tecnologia, existem evidências de que os povos pré-colombianos que viviam nas regiões mais altas dos Andes conseguiam liofilizar alimentos, possibilitando estocá-los por mais tempo. Assinale a alternativa que explica como ocorria o processo de liofilização natural:

- a) A sublimação da água ocorria devido às baixas temperaturas e à alta pressão atmosférica nas montanhas.
- b) Os alimentos, após congelados naturalmente nos períodos frios, eram levados para a parte mais baixa das montanhas, onde a pressão atmosférica era menor, o que possibilitava a sublimação.
- c) Os alimentos eram expostos ao sol para aumentar a temperatura, e a baixa pressão atmosférica local favorecia a solidificação.
- d) As temperaturas eram baixas o suficiente nos períodos frios para congelar os alimentos, e a baixa pressão atmosférica nas altas montanhas possibilitava a sublimação.
- e) Os alimentos, após congelados naturalmente, eram prensados para aumentar a pressão, de forma que a sublimação ocorresse.

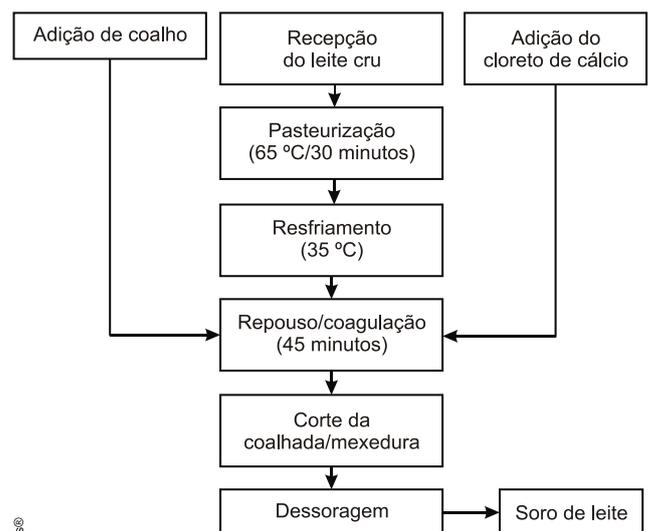
7 - A eletroforese de proteínas é um método laboratorial simples, em que se utiliza um suporte embebido em solução salina, na qual é estabelecida uma corrente elétrica contínua. Uma proteína colocada sobre o suporte pode migrar para um dos dois polos do gerador. A velocidade de migração das moléculas da proteína será tanto maior quanto maiores forem as cargas elétricas de suas moléculas e a intensidade da corrente. A carga elétrica da proteína resulta do grau de ionização de seus grupos carboxila livres ou da protonação da amina livre e depende das diferenças existentes entre o pH do meio que embebe o suporte e o ponto isoelétrico (pI) da proteína, ponto este em que a proteína apresenta carga líquida igual a zero.

Proteína	Ponto isoelétrico
A	9,2
B	8,6
C	8,3
D	8,0
E	7,4

Considerando um grupo de cinco proteínas com seus respectivos pontos isoelétricos (tabela anterior) e sabendo que o pH do meio que embebia o suporte era de 8,3, a proteína que migrou com maior velocidade em direção ao polo positivo foi a identificada pela letra

- a) A. b) B. c) C. d) D. e) E.

8 - O fluxograma de obtenção do soro de leite a partir da produção de queijo coalho, utilizando leite de búfala *in natura*, é mostrado a seguir:



Inerbits®

Fonte: LIRA, H. L. *et al.* Ciênc. Tecnol. Aliment., 29,1, 33-37, 2009.

Utilizando-se de um processo que segue o fluxograma acima mostrado, tem-se que a

- a) adição de cloreto de cálcio é necessária em função da inexistência de íons Ca^{++} na matéria-prima.
- b) agitação da coalhada é um procedimento que quebra as cadeias polipeptídicas e libera o soro do leite.
- c) desnaturação da mistura natural proteica ocorre depois do corte da coalhada e da mexedura.
- d) destilação das impurezas voláteis é uma operação necessária após o início do tratamento do leite cru.
- e) filtração e a decantação são dois métodos muito importantes para a apresentação física do principal produto.

9 - Na perfuração de uma jazida petrolífera, a pressão dos gases faz com que o petróleo jorre para fora. Ao reduzir-se a pressão, o petróleo bruto para de jorrar e tem de ser

bombeado. Devido às impurezas que o petróleo bruto contém, ele é submetido a dois processos mecânicos de purificação, antes do refino: separá-lo da água salgada e separá-lo de impurezas sólidas como areia e argila. Esses processos mecânicos de purificação são, respectivamente

- decantação e filtração.
- decantação e destilação fracionada.
- filtração e destilação fracionada.
- filtração e decantação.
- destilação fracionada e decantação.

10 - Uma determinada quantidade de metano (CH_4) é colocada para reagir com cloro (Cl_2) em excesso, a 400°C , gerando $\text{HCl}_{(g)}$ e os compostos organoclorados H_3CCl , H_2CCl_2 , HCCl_3 , CCl_4 , cujas propriedades são mostradas na tabela. A mistura obtida ao final das reações químicas é então resfriada a 25°C , e o líquido, formado por uma única fase e sem HCl , é coletado.

Composto	Ponto de fusão ($^\circ\text{C}$)	Ponto de ebulição ($^\circ\text{C}$)	Solubilidade em água a 25°C (g/L)	Densidade do líquido a 25°C (g/mL)
H_3CCl	-97,4	-23,8	5,3	-
H_2CCl_2	-96,7	39,6	17,5	1,327
HCCl_3	-63,5	61,2	8,1	1,489
CCl_4	-22,9	76,7	0,8	1,587

A melhor técnica de separação dos organoclorados presentes na fase líquida e o primeiro composto a ser separado por essa técnica são:

- decantação; H_3CCl .
- destilação fracionada; CCl_4 .
- cristalização; HCCl_3 .
- destilação fracionada; H_2CCl_2 .
- decantação; CCl_4 .

11 - A liberação de mercúrio pelos garimpos de ouro é muito significativa, pois esse processo de mineração é muito pouco eficiente. O mercúrio é utilizado para separar, da água e da areia, partículas finas de ouro, através da amalgamação, que é o processo pelo qual os dois metais formam uma mistura homogênea líquida. O amálgama separado é queimado, geralmente a céu aberto, liberando grandes quantidades de mercúrio para a atmosfera. Durante o processo, quantidades variáveis de mercúrio são perdidas na forma metálica para rios e solos, e rejeitos contaminados são deixados a céu aberto na maioria dos sítios de garimpo. O ouro produzido desta forma

ainda contém de 2 a 7% em peso de mercúrio como impurezas, que são evaporadas a altas temperaturas, durante a purificação do ouro, resultando em séria contaminação dos ambientes de trabalho e dos rios.

Contaminação por mercúrio no Brasil: fontes industriais vs. garimpo de ouro. Revista Química Nova 20(02) 1997 (adaptado).



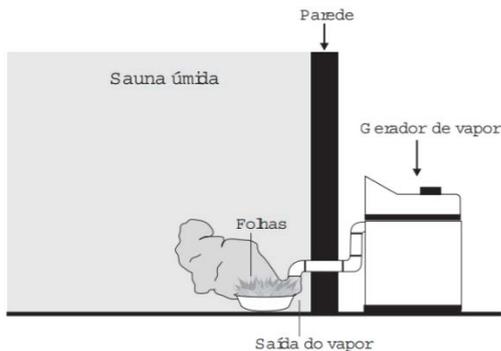
Disponível em: <http://www.asminasgerais.com.br>. Acesso em: 24 de Mai. 2018.

Para minimizar os riscos ambientais, o governo brasileiro tem incentivado o uso de retortas, que são recipientes fechados, onde o amálgama é aquecido até que o mercúrio evapore. Em seguida, ele condensa no bico desse recipiente e é recuperado pelo garimpeiro. O processo que ocorre nas retortas e é responsável pela diminuição dos riscos à saúde provocados pela disseminação do mercúrio é a

- destilação, baseada na volatilidade do mercúrio, que é maior que a do ouro.
- decantação, baseada na densidade do ouro, que é maior que a do mercúrio.
- dissolução, baseada na solubilidade do ouro em mercúrio, que é muito grande.
- evaporação, baseada na temperatura de ebulição do mercúrio, que é maior que a do ouro.
- fusão fracionada, baseada na temperatura de fusão do ouro, que é maior que a do mercúrio.

12 -A gasolina, um derivado do petróleo, é uma mistura basicamente formada de hidrocarbonetos com 5 a 13 átomos de carbono, com pontos de ebulição variando entre 40°C e 220°C . As características de volatilidade e desempenho podem ser avaliadas pelo ensaio da destilação.

A alternativa que mostra o comportamento esperado da curva de destilação da gasolina é



Qual processo de separação é responsável pela aromatização promovida?

- a) Filtração simples.
- b) Destilação simples.
- c) Extração por arraste.
- d) Sublimação fracionada.
- e) Decantação sólido-líquido.

5 - (ENEM 2016 2ª Aplicação) Em Bangladesh, mais da metade dos poços artesanais cuja água serve à população local está contaminada com arsênio proveniente de minerais naturais e de pesticidas. O arsênio apresenta efeitos tóxicos cumulativos. A ONU desenvolveu um kit para tratamento dessa água a fim de torná-la segura para o consumo humano. O princípio desse kit é a remoção do arsênio por meio de uma reação de precipitação com sais de ferro(III) que origina um sólido volumoso de textura gelatinosa.

Com o uso desse kit, a população local pode remover o elemento tóxico por meio de

- a) fervura.
- b) filtração.
- c) destilação.
- d) calcinação.
- e) evaporação.

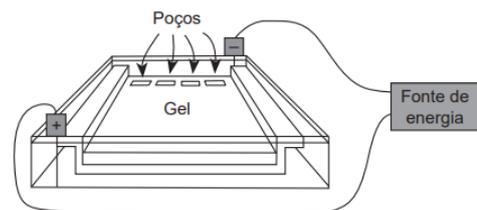
6 - (BERNOULLI 2022) Algumas areias das praias do Espírito Santo, como as de Guarapari e de Iriri, são escuras. A utilização de uma lupa para analisar amostras dessas areias revela que elas são constituídas basicamente da mistura de duas frações: uma, em maior quantidade, com grãos irregulares de amarelo escuro a translúcidos, que podem ser atribuídos à ocorrência de quartzo, silicatos agregados e monazita; e outra, com grãos bem mais escuros, contendo óxidos de ferro associados a outros minerais.

A técnica mais adequada para separar os grãos mais escuros do restante da amostra de areia é:

- a) Filtração.
- b) Destilação.
- c) Peneiração.
- d) Separação magnética.

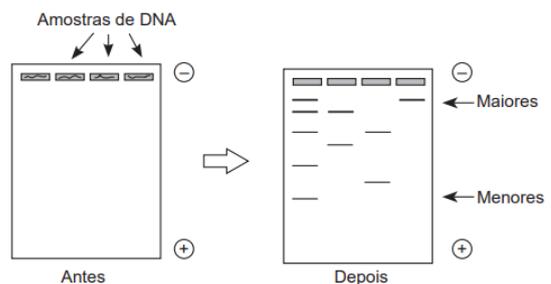
e) Dissolução fracionada.

7 - (SAS 2022) O exame de DNA normalmente é realizado com a finalidade de verificar o grau de parentesco entre indivíduos. Nesse tipo de exame, primeiramente, são coletadas amostras de saliva ou de sangue desses indivíduos. Em seguida, o DNA da amostra é isolado e fragmentado em tamanhos diferentes. Então, esses fragmentos são submetidos a uma corrente elétrica em um recipiente denominado caixa de gel, como mostra o esquema a seguir.



Etapas envolvidas na eletroforese em gel

- I. Adiciona-se um polissacarídeo gelatinoso denominado agarose.
- II. Em seguida, os fragmentos de DNA são depositados em cavidades (poços) próximas ao eletrodo negativo.
- III. Aplica-se a corrente elétrica no gel.



- IV. Os fragmentos de DNA apresentam cargas elétricas negativas e são deslocados em direção ao eletrodo positivo.
- V. Os fragmentos menores e mais leves percorrem grandes distâncias ao longo da caixa de gel, enquanto os maiores não deslocam muito, formando bandas.
- VI. O teste é realizado em cada participante. Se o padrão de bandas for semelhante, há possibilidade de os indivíduos apresentarem grau de parentesco.

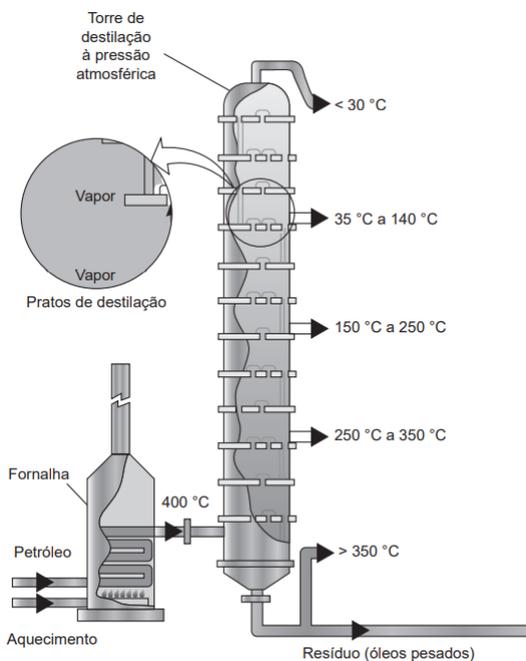
O fenômeno caracterizado pelo deslocamento dos fragmentos de DNA descrito na etapa IV do processo é denominado

- a) ionização.
- b) anaforese.
- c) cataforese.
- d) efeito Tyndall.
- e) movimento browniano.

8 - (SAS 2022) A tabela a seguir mostra a quantidade média de carbonos dos hidrocarbonetos que constituem os compostos obtidos do petróleo.

Composto	Composição média (nº de carbonos)
Óleos combustíveis	18 a 25
Óleo diesel	13 a 17
Querosene	11 a 12
Gasolina	6 a 10
Gás liquefeito de petróleo	1 a 5

Mediante o processo de destilação fracionada do petróleo, é retirado apenas um desses compostos de cada saída da torre de destilação, de acordo com as faixas de temperatura do esquema a seguir.



Considerando o esquema, o óleo diesel deve ser retirado da coluna de fracionamento a uma temperatura

- a) menor que 30 °C.
- b) de 35 °C a 140 °C.
- c) de 150 °C a 250 °C.
- d) de 250 °C a 350 °C.
- e) maior que 350 °C.

9 - (SAS 2022) Quando falamos sobre a qualidade dos diversos grãos de café servidos no Brasil e no mundo, logo imaginamos suas características sensoriais distintas, como aroma, corpo, acidez etc. Mas a separação de frutos é um fator primordial na busca pela qualidade da bebida. Logo após a colheita nas lavouras, os frutos são despejados em grandes esteiras contendo água corrente, onde ocorre a primeira separação. Nessa etapa, os frutos que boiam são removidos. Já os frutos que afundam seguem para a etapa de processamento.

O processo de separação dos frutos descrito é classificado como

- a) filtração.
- b) levigação.
- c) tamisação.
- d) imantação.
- e) decantação.

10 - (SAS 2022) Em determinada cena do filme As Panteras Detonando, lançado em 2003, as agentes estão à procura de dois anéis roubados que contêm chips com informações secretas sobre testemunhas de um programa de proteção do governo norte-americano. Entretanto, os verdadeiros anéis foram escondidos em uma gaveta e misturados a vários outros anéis de platina pura, mas de aparência semelhante aos anéis desejados. Ao descobrir que os anéis roubados são menos densos do que os de platina pura, uma das agentes enche a gaveta de champanhe. Desse modo, os anéis roubados passam a boiar, enquanto os demais permanecem no fundo da gaveta.

O método utilizado por essa agente para separar os anéis roubados e os de platina pura é similar à técnica de

- a) flotação.
- b) levigação.
- c) sifonação.
- d) tamisação.
- e) centrifugação.

11 - (SAS 2022) Plásticos feitos a partir do etanol de cana-de-açúcar estão na linha de frente de pesquisas e investimentos anunciados por gigantes petroquímicas [...]. Na planta piloto [...], é feita a transformação do etanol – obtido por um processo bioquímico de fermentação do caldo, centrifugação e destilação – em etileno. A conversão ocorre por meio de um processo de desidratação, no qual são adicionados catalisadores – compostos que aceleram as reações químicas – ao etanol aquecido, que permitem a sua transformação em gás etileno. A partir daí, para chegar ao polietileno, o plástico de maior utilização no mundo, o processo de fabricação é igual ao empregado para as matérias-primas provenientes de fontes fósseis, ou seja, o etileno polimerizado resulta no polietileno.

A etapa que permite separar o etanol de resíduos líquidos para a produção do bioplástico é a

- a) fermentação do caldo.
- b) desidratação catalítica.
- c) polimerização do etileno.
- d) destilação do fermentado.

e) centrifugação do fermentado.

12 - (SAS 2022) Alguns metais pesados são substâncias altamente tóxicas e não são compatíveis com a maioria dos tratamentos biológicos de efluentes existentes. Dessa forma, efluentes contendo esses metais não devem ser descartados na rede pública para tratamento em conjunto com o esgoto doméstico. As principais fontes de poluição por metais pesados são provenientes dos efluentes industriais, de mineração e das lavouras. Mesmo em concentrações reduzidas, os cátions dos metais pesados, uma vez lançados em um corpo receptor, como rios, mares e lagoas, ao atingirem as águas de um estuário, sofrem o efeito denominado amplificação biológica. Esse efeito ocorre em virtude desses compostos não integrarem o ciclo metabólico dos organismos vivos, sendo armazenados neles, e, em consequência, sua concentração é extraordinariamente ampliada nos tecidos dos seres vivos que integram a cadeia alimentar do ecossistema.

Uma das principais formas de tratar esses efluentes ocorre por meio da

- a) filtração.
- b) decantação.
- c) radiação ultravioleta.
- d) precipitação química.
- e) separação magnética.

13 - (SAS 2019) Um técnico de laboratório encontrou sobre a bancada 20 g de uma mistura contendo areia, cloreto de sódio e pó de ferro. Após a retirada completa de um dos componentes por meio da metodologia adequada (procedimento P1), restaram 8 g da mistura inicial. Em seguida, ele acrescentou água em quantidade suficiente à mistura resultante, e esta foi submetida à agitação e posterior filtração (procedimento P2). O resíduo retido no papel de filtro foi lavado e seco, e sua massa obtida foi de 3,5 g. Sabendo-se que o resíduo retido não é, originalmente, uma substância pura, o nome da técnica empregada no procedimento P1 é

- a) catação.
- b) levigação.
- c) filtração a vácuo.
- d) destilação fracionada.
- e) separação magnética.

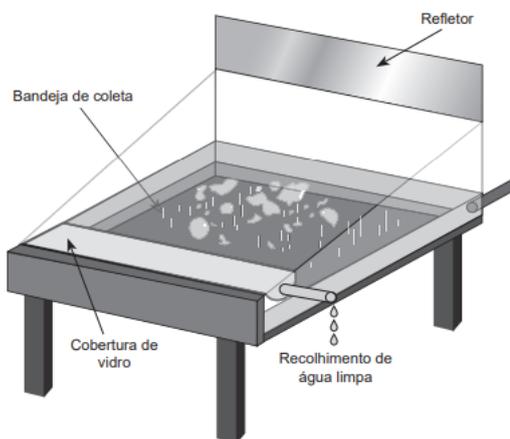
14 - (SAS 2019) Cleópatra escreveu um tratado, *Chrysopoea*, do qual, infelizmente, apenas uma página foi conservada. Ela descrevia um provável aparelho primitivo de destilação, que consistia em uma espécie de dispositivo sob um vaso circular com um tubo vertical que conduz a um alambique, no qual foram anexados dois “dibicos”.

ANDRADE, M. F. D.; SILVA, F. C. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 2, p. 97-105, maio 2018.

As mudanças de estado físico que ocorrem durante a aplicação da técnica de separação anteriormente citada são, respectivamente,

- a) liquefação e ebulição.
- b) sublimação e liquefação.
- c) calefação e condensação.
- d) ebulição e condensação.
- e) ressublimação e sublimação.

15 - (SAS 2021) Embora os custos estejam cada vez menores, ainda é caro reduzir a concentração salina, tornando potável a água do mar. Porém, um experimento simples, como o da figura a seguir, baseado na técnica adequada de separação dos componentes desse tipo de mistura, pode tornar esse processo mais acessível economicamente.



O funcionamento do sistema apresentado depende, entre outros fatores, de que os componentes da mistura tenham diferentes

- a) forças intermoleculares.
- b) solubilidades em água.
- c) pontos de ebulição.
- d) estados físicos.
- e) densidades.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	A	D	D	B	D	C	E	E	C	A	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	E	C	C	B	C	B	D	B	A	D	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	E	D	C

Aula 04: Lixo, Tratamento de Água e Esgoto

1 – O que Lixo?

É tudo aquilo que não serve para ser utilizado, vendido ou trocado, sendo descartado. Lixo é uma categoria dinâmica, pois o que é lixo para algumas pessoas, pode ser de grande utilidade para outras. Os componentes deste descarte são frutos de decisões individuais, mas que podem ser determinadas histórica, social ou culturalmente.

2 – Quais os tipos de Lixo?

2.1 – Quanto a origem:

– **Lixo doméstico:** todo tipo de resíduo produzido em uma residência, que pode ser papel, restos de comida, copos danificados, dentre outros – Responsável: Prefeitura.

– **Lixo comercial:** todo tipo de resíduo produzido em um comércio, que pode ser papel, restos de comida, embalagens, dentre outros – Responsável: O estabelecimento.

– **Lixo público:** constituído por diversos resíduos, como galhos de árvores, terra, copos e garrafas de plástico, latas de bebidas, dentre outros – Responsável: Prefeitura.

– **Lixo hospitalar:** oriundo de estabelecimentos de saúde, como hospitais e consultórios odontológicos, por exemplo. Tal tipo de lixo inclui seringas, agulhas, algodão, dentre outros – Responsável: O estabelecimento.

– **Lixo eletrônico:** consiste no lançamento de aparelhos eletrônicos, como fios, baterias, carregadores, dentre outros. Vale mencionar que esse tipo de lixo deve ser descartado separadamente em locais apropriados para tal com o objetivo de ser reciclado.

– **Lixo radioativo:** é todo material contaminado por radioisótopos como é o caso do lixo nuclear (Ex: U – 238; Ba – 193) – Responsável: O estabelecimento.

2.2 – Quanto à natureza orgânica:

– **Lixo orgânico:** é todo lixo de origem biológica como cascas de frutas, casca de ovo e outros.

– **Lixo inorgânico:** é todo lixo de origem não-biológica como plástico, vidro e outros.

3 – Quais os destinos para o Lixo?

3.1 – Lixão: local afastado do centro urbano onde o lixo é colocado a céu aberto sem receber tratamento adequado. Permite contaminação do ar e animais. O chorume produzido contamina lençol freático e solo.

Foto: Dênio Simões/Agência Brasília - [UnB Ciência - Soluções inéditas para recuperar antigo lixão da Estrutural e gerar energia](#)



3.2 – Aterro Controlado: o lixo é compactado e recebe uma camada de material inerte para evitar contaminação do ar e animais. O chorume fica recirculando por meio de bombas, porém não recebe tratamento adequado trazendo ainda contaminação do lençol freático e solo. O metano oriundo da decomposição da matéria orgânica na ausência do oxigênio é queimado.



Site: <https://www.vrgestaoresiduos.com.br/aterro-controlado-lixo#group1-1>

3.3 – Aterro Sanitário: o lixo é compactado e recebe uma camada de material inerte para evitar contaminação do ar e animais. O chorume é drenado e tratado na ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) e solo sofre uma impermeabilização com argila e PVC evitando contaminação do lençol freático e solo. O metano oriundo da decomposição da matéria orgânica na ausência do oxigênio é queimado.



Foto retirada do artigo Aterro Sanitário de Pato Branco recebe nova célula para ampliar capacidade de armazenamento do lixo orgânico | Município de Pato Branco.

3.4 – Compostagem: Procedimento no qual o lixo orgânico é transformado em adubo. Na compostagem o controle da umidade é importante já que a água é fundamental na proliferação de microrganismos. A aeração também é importante para evitar a formação de fungos e favorecer as bactérias aeróbias.



Site: <https://blog.verde.ag/tecnicas-agricolas/beneficios-da-compostagem-para-a-producao-agricola/>

3.5 – Incineração: Alguns materiais que possam causar contaminação como é o caso do lixo hospitalar deve ser incinerado. Drogas apreendidas pela polícia também devem ser incineradas.



Site: <https://www.crilambiental.com.br/servicos-incineracao>

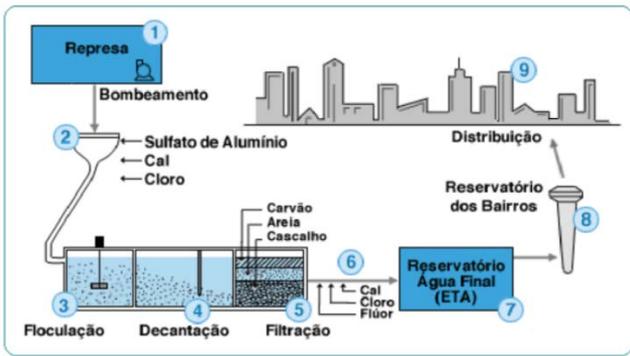
4 - Teoria dos 5 R's da sustentabilidade:



Site: <https://www.stylourbano.com.br/conheca-os-5-rs-da-sustentabilidade-para-a-industria-da-moda-circular/>

5 – Estação de Tratamento da água:

- **Filtração Grosseira** – remoção de materiais volumosos.
- **Pré-cloração** – Primeiro, o cloro é adicionado assim que a água chega à estação. Isso facilita a retirada de matéria orgânica e metais.
- **Coagulação** – Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.
- **Floculação** – Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.
- **Decantação** – Neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.
- **Filtração** – Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.
- **Alcalinização** – Em seguida, é feita a correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações.
- **Desinfecção** – É feita uma última adição de cloro no líquido antes de sua saída da Estação de Tratamento. Ela garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor.
- **Fluoretação** – O flúor também é adicionado à água. A substância ajuda a prevenir cáries.



6 – Estação de Tratamento de esgoto:

Quais são os objetivos do tratamento dos esgotos? A figura a seguir apresenta uma síntese dos principais objetivos do tratamento dos esgotos.



Tratamento preliminar: A remoção dos sólidos grosseiros é feita por meio de grades, que podem ser grossas, médias e finas, dependendo do espaçamento entre as barras. A limpeza das grades pode ser realizada de forma manual ou mecanizada.

A remoção da areia contida nos esgotos é feita através de desarenadores (caixas de areia), que podem ser manuais ou mecanizados. O mecanismo de remoção da areia é o de sedimentação: a areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vai para o fundo do tanque.

Tratamento Primário: Os esgotos, após passarem pelas unidades do tratamento preliminar, contêm ainda os sólidos em suspensão não grosseiros, os quais podem ser parcialmente removidos em unidades de sedimentação. Nos decantadores primários, os esgotos fluem vagarosamente, permitindo que os sólidos em suspensão, por possuírem uma densidade maior que a do líquido, sedimentem-se gradualmente no fundo. Os óleos e graxas, por possuírem uma densidade menor que do líquido, sobem para a superfície dos decantadores, onde são coletados e removidos para posterior tratamento.

Tratamento Secundário: A essência do tratamento secundário de esgotos domésticos é a inclusão de uma etapa biológica, onde a remoção (estabilização) da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios ou anaeróbios.

Tratamento Terciário: remoção de nitrato por bactérias desnitrificantes e fosfato via precipitação. Além disso temos a remoção de microrganismos patogênicos.

Exercícios Fundamentais

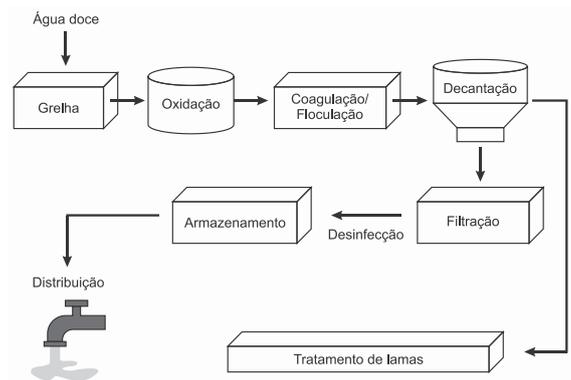
1 – Gestão de resíduos sólidos: Cerca de 1,1 milhão de toneladas de resíduos sólidos são coletados anualmente na cidade de Fortaleza, segundo dados da Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental (ACFor). Diariamente, a população gera, em média, 3 100 toneladas de “lixo”, ou seja, produz cerca de 1,3 quilo de resíduos por habitante. A população de Fortaleza, segundo o IBGE, é de 2,4 milhões de habitantes.

O crescimento populacional da espécie humana ocorreu de maneira explosiva nos últimos séculos. A cada ano, cerca de 93 milhões de pessoas são acrescentadas no planeta, e, assim, a sociedade de consumo vem aumentando a quantidade de lixo produzido. Seu gerenciamento tem se tornado um sério problema ambiental e de saúde pública, pela inadequação de seu destino final.

A respeito da produção de lixo e de sua relação com o ambiente, pode-se afirmar corretamente que

- a) a melhor solução para o tratamento do lixo é removê-lo de um local e transferi-lo para a periferia das cidades.
- b) o desenvolvimento sustentável requer controle e monitoramento dos efeitos do lixo sobre espécies existentes em cursos de água, solo e vegetação.
- c) os lixões mantêm o lixo exposto a céu aberto, atraindo animais e promovendo odor fétido. Quando mantidos cobertos por lona ou sob galpão, denominam-se aterros sanitários.
- d) a produção de lixo é inversamente proporcional ao nível de desenvolvimento econômico das sociedades.
- e) o tipo e a quantidade de lixo produzido pela sociedade independem de políticas de educação que proponham mudanças no padrão de consumo.

2 - A figura representa a sequência de etapas em uma estação de tratamento de água.

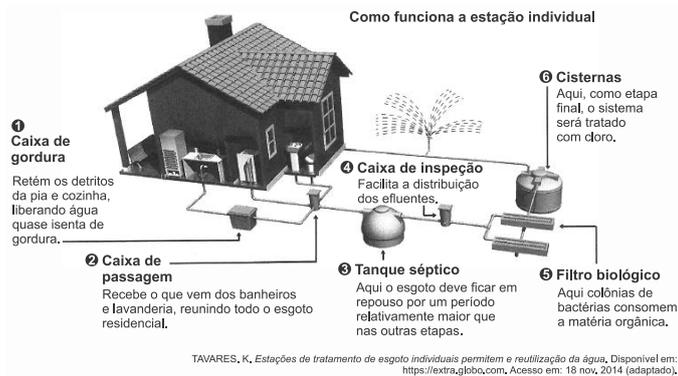


Disponível em: www.ecoguia.cm-mirandela.pt. Acesso em: 30 jul. 2012.

Qual etapa desse processo tem a densidade das partículas como fator determinante?

- a) Oxidação.
- b) Floculação.
- c) Decantação.
- d) Filtração.
- e) Armazenamento.

3 - A imagem apresenta as etapas do funcionamento de uma estação individual para tratamento do esgoto residencial.



Em qual etapa decanta-se o lodo a ser separado do esgoto residencial?

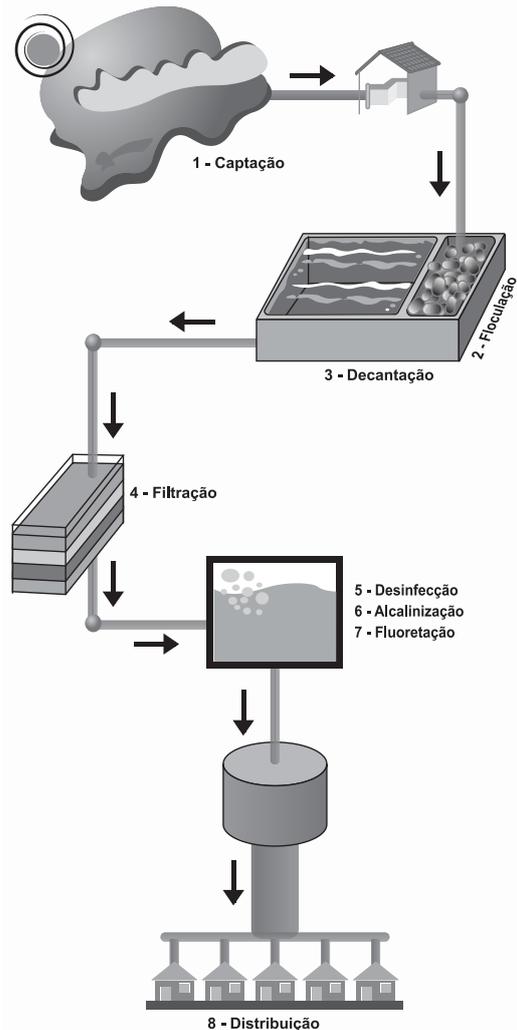
- a) 1 b) 2 c) 3 d) 5 e) 6

4 - [...] Agora eu tô bolando um carro movido a bagulhos Dejetos, restos, detritos, fezes, três vezes estrume Um carro de luxo movido a lixo [...] “Movido a água”, de Itamar Assunção.

Os versos anteriores referem-se a uma das possibilidades de produção de combustíveis veiculares, em que a utilização do lixo como fonte energética se deve à geração de

- biodiesel, composto principalmente por etanol.
- biodiesel, composto principalmente por ésteres de ácidos graxos.
- biogás, composto principalmente por metano.
- biogás, composto principalmente por gás sulfídrico.
- biogás, composto principalmente por monóxido de carbono.

5 - A figura é uma representação esquemática de uma estação de tratamento de água. Nela podem ser observadas as etapas que vão desde a captação em represas até a distribuição à população. No intuito de minimizar o custo com o tratamento, foi proposta a eliminação da etapa de adição de hipoclorito de sódio e o resultado foi comparado com o da água tratada em todas as etapas.



Disponível em: <http://ecopoa.orgfree.com>. Acesso em: 18 dez. 2012 (adaptado).

Caso fosse aceita a proposta apresentada, qual seria a mudança principal observada na qualidade da água que seria distribuída às residências?

- Presença de gosto.
- Presença de cheiro.
- Elevação da turbidez.
- Redução significativa do pH.
- Elevação do teor de bactérias.

Exercícios de Aprofundamento

6 - Níquel e arsênio foram detectados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) na água do Rio Paraopeba, em janeiro de 2020. Esses elementos não haviam sido encontrados na água na época do rompimento da barragem B1, em Brumadinho. O Igam divulgou que o uso da água bruta do Rio Paraopeba, entre Brumadinho e Pompéu, continua suspenso. Nos levantamentos feitos, não foram encontradas alterações que indicassem o risco no consumo do pescado, porém as análises continuarão por tempo indeterminado.

Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 8 ago. 2020. (adaptado)

O aumento dos níveis desses elementos poderá prejudicar o consumo de peixes por humanos devido à

a) bioacumulação, pois esses elementos são metais pesados que, ao serem consumidos, têm a capacidade de se acumular nos animais aquáticos ao longo da cadeia alimentar.

b) eutrofização, pois esses elementos orgânicos auxiliam no acúmulo de nutrientes no rio, ocasionando a redução de oxigênio e a contaminação dos animais aquáticos.

c) bioprospecção, pois esses elementos orgânicos sintéticos auxiliam na prospecção de bactérias patogênicas que se acumulam no sangue dos animais aquáticos.

d) biomagnificação, pois esses elementos são compostos orgânicos de baixo peso molecular que se acumulam no organismo de animais aquáticos dos primeiros níveis tróficos.

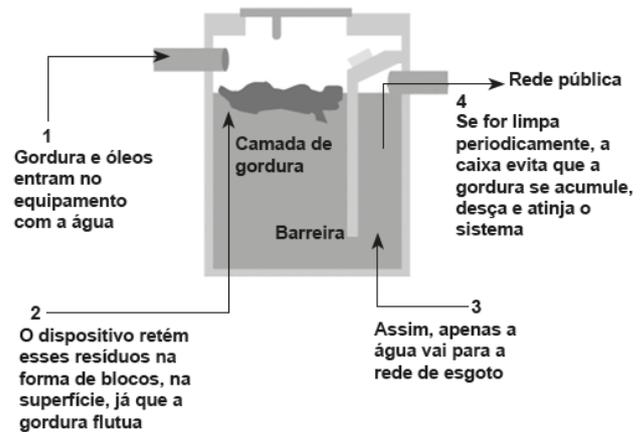
e) biorremediação, pois esses elementos promovem o acúmulo de microrganismos que decompõem as carnes dos animais aquáticos.

7 - A portaria do Ministério da Saúde 2 914/2011 estabelece que os responsáveis por estações de tratamento de água para abastecimento público devem realizar o monitoramento de cianobactérias nos mananciais, e o Ministério do Meio Ambiente, por meio da resolução CONAMA 357/2005, também exigiu o monitoramento das células de cianobactérias para o enquadramento e classificação das águas.

As portarias e resoluções descritas no texto dispõem sobre a ocorrência de problemas ambientais nos lagos relacionados à

- oxigenação excessiva.
- poluição por eutrofização.
- introdução de espécies exóticas.
- contaminação por metais pesados.
- contaminação por patógenos entéricos.

8 - [...] O óleo é ingrediente fundamental nas refeições, mas é também causa de um enorme problema para o sistema de esgoto da cidade. A ABNT recomenda o uso de caixas de gordura em todas as casas e prédios que tiverem esgoto com resíduos gordurosos, principalmente *shoppings*, restaurantes e bares. Essas caixas servem para impedir que a gordura que vem da cozinha, por exemplo, entre nos sistemas de esgoto e provoque entupimento.



Funcionamento de uma caixa de gordura

LOBEL, Fabrício. Óleo de cozinha é o vilão do esgoto no centro de SP, região líder em reparos. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 12 jul. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 26 jul. 2016. (adaptado)

Analisando o esquema anterior, que representa o funcionamento de uma caixa de gordura, a propriedade física que possibilita o processo de separação da gordura é o(a)

- viscosidade.
- massa molar.
- ponto de fusão.
- massa específica.
- ponto de ebulição.

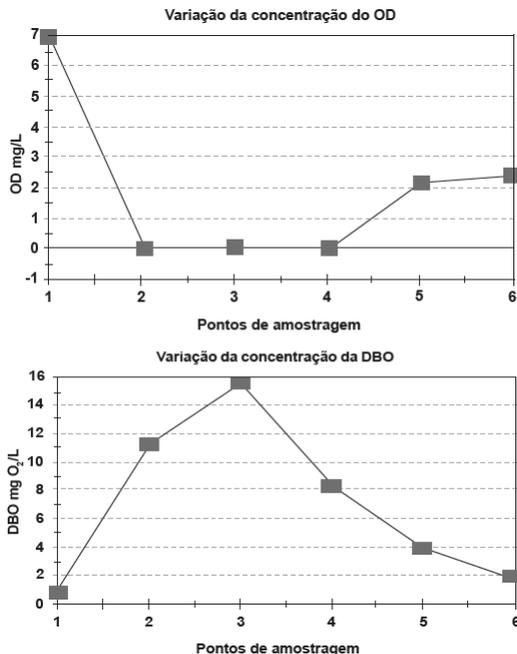
9 - O microlixo inclui fragmentos plásticos minúsculos e microesferas de polietileno comum que hoje são adicionadas a vários produtos, de sabonetes e cremes para pele a pastas dentais, para lhes dar propriedades esfoliantes. O uso crescente desses produtos tem aumentado a entrada de plásticos nos ambientes, em especial por meio dos esgotos que chegam aos rios.

Uma possível intervenção para minimizar o problema mencionado no texto seria

- mediar a biodigestão do microlixo por bactérias decompositoras.
- empregar espécies vegetais biorremediadoras para a remoção dos poluentes.
- substituir o uso de esfoliantes de polietileno pelos que utilizam sementes trituradas.
- tratar previamente o esgoto despejado nos rios pelos processos de fluoretação e cloração.
- realizar a trituração mecânica dos microplásticos evitando o acúmulo no ambiente após o uso.

10 - A poluição orgânica de um curso d'água pode ser avaliada pelo decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido e/ou pela concentração de matéria orgânica em termos de concentração de oxigênio necessário para oxidá-la. Desta forma, os principais indicadores de poluição orgânica são oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica do oxigênio (DBO). Para se avaliar o grau e capacidade de autodepuração de um rio, que recebe esgotos sanitários sem tratamento, foram realizadas determinações físico-químicas em seis

pontos ao longo de seu percurso, da nascente à foz, conforme os gráficos a seguir.



Dos pontos de amostragem, o que apresenta a maior concentração de matéria orgânica está indicado pelo número

- a) 1. b) 2. c) 3. d) 5. e) 6.

11 - Descartados em lixões, os materiais plásticos com frequência chegam aos oceanos e às regiões costeiras. Embora flutuem no início, os pedaços de plástico, grandes ou pequenos, que permanecem por muito tempo na água salgada, acabam colonizados por micro-organismos e afundam. Eles também podem ser engolidos por organismos maiores e submergir com suas fezes ou carcaças. De 1950 para cá, a produção mundial de plástico passou de 2 milhões de toneladas para 300 milhões de toneladas por ano. Para reduzir o impacto negativo dessa fonte de poluição sobre o ambiente aquático, uma medida eficiente é

- a) efetuar a combustão de plásticos em incineradores equipados com chaminés que saem dos substratos dos aterros para a saída de gases, como o metano.
 b) fabricar plásticos com aditivos pró-oxidantes, os quais quebram longas cadeias moleculares que formam os polímeros, facilitando sua decomposição.
 c) incentivar a construção de aterros sanitários, para que o plástico seja decomposto por bactérias anaeróbicas após serem cobertos com terra.
 d) incentivar a construção de lixões para a deposição dos materiais plásticos, pois os plásticos não participam dos ciclos inorgânico-orgânico.
 e) estimular a compostagem, cujo produto serve como fertilizante para o solo, o que contribui para a agricultura e processos de reciclagem.

12 - Uma das etapas do tratamento de esgoto é o tratamento terciário. Nessa etapa, ocorre a remoção do nitrato (NO_3^-) por desnitrificação e do fosfato (PO_4^{3-}) por precipitação. Também é realizada a desinfecção, que é a eliminação de seres patogênicos. Nessas estações, a erradicação desses microrganismos pode ser feita de diversas formas.

Com base no que foi exposto, uma das formas de desinfecção do esgoto é a

- a) realização de uma filtração.
 b) oxidação por adição de cloro.
 c) adição de sulfato de alumínio.
 d) desnaturação por adição de sal.
 e) desnaturação por adição de ácido.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (SAS 2022) Por que não podemos descartar medicamentos de qualquer jeito? O descarte inadequado de restos de medicamentos pode causar, por exemplo, o uso inadvertido por outras pessoas, resultando em reações adversas graves e intoxicações. Além disso, o meio ambiente é agredido com a contaminação da água, do solo e dos animais. O descarte de medicamentos no esgoto e no lixo comum faz com que as substâncias químicas contidas neles cheguem aos rios e córregos, podendo contaminar a água.

Atualmente, é indicado que os estabelecimentos de saúde encaminhem os resíduos citados no texto para

- a) aterros sanitários, onde o solo impermeabilizado impede a contaminação do ambiente por agentes infectantes.
 b) aterros controlados, que regulam a quantidade de chorume contaminado ao cobrir com terra o lixo descartado.
 c) incineração, que é capaz de eliminar os contaminantes antes do descarte das cinzas em aterros especializados.
 d) centros de reciclagem, que são aptos a triar e processar tanto materiais recicláveis quanto medicamentos.
 e) usinas de compostagem, onde é possível reaproveitar os princípios ativos presentes na composição dos remédios.

2 - (POLIEDRO 2022) Embora representem menos de um décimo dos mais de 2,5 mil milhões de toneladas de resíduos gerados anualmente na União Europeia (UE), os resíduos urbanos são bastante visíveis e de natureza complexa. Em 2018, a UE estabeleceu novas metas ambiciosas no que se refere à reciclagem, a resíduos de embalagens e a aterros. [...] A UE pretende promover a prevenção de resíduos e a reutilização de produtos. Se isso não for possível, deve-se dar preferência à reciclagem (incluindo a compostagem), seguida

da utilização de resíduos para a produção de energia. A opção mais prejudicial para o meio ambiente e a saúde humana é a eliminação de resíduos, como os que são depositados em aterros, embora essa seja também uma das possibilidades mais baratas. De acordo com estatísticas de 2017, 46% de todos os resíduos urbanos na UE são reciclados ou submetidos à combustão.

Considerando as técnicas de gestão de resíduos urbanos citadas no texto, a União Europeia incentiva o(a)

- uso de aterros para o descarte de resíduos, pois isso aumenta a produtividade do solo.
- prática de reciclagem e descarte em aterros de materiais utilizados somente uma vez.
- descarte em aterros, que é o destino de cerca de metade do lixo produzido na região.
- opção pelo aterro no lugar da incineração devido ao seu baixo custo para os países.
- compostagem, que produz compostos de alta qualidade para utilização agrícola.

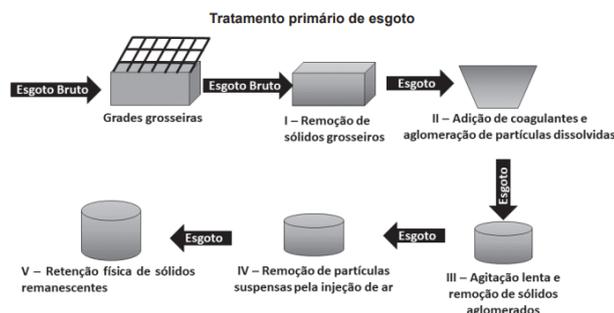
3 - **(POLIEDRO 2022)** As estações de tratamento da água de esgoto usam processos físicos, químicos e biológicos para remover sólidos e contaminantes. O tratamento é dividido em cinco etapas, em que as etapas iniciais de tratamento removem sólidos mais grossos. A fase preliminar (primeira etapa) remove sólidos grosseiros, como a areia, geralmente por meio de peneiramento. Nessa fase, o fluxo e a velocidade da água do esgoto são mantidos altos para desencorajar a sedimentação de sólidos. Durante o estágio primário (segunda etapa), a água é deixada em repouso de maneira a ocorrer a separação entre a água e os sólidos restantes devido à diferença de densidade. Uma quantidade significativa de óleo e graxa é removida nessa fase.

O processo de separação usado no estágio primário do tratamento da água de esgoto é a

- filtração.
- flotação.
- levigação.
- destilação.
- decantação.

4 - **(SOMOS 2022)** A figura representa as etapas envolvidas no tratamento primário de esgoto sanitário, em que é feita a remoção de poluentes por meio de processos físicos (I a V). Ao fazer a manutenção de uma unidade de tratamento, um

técnico verificou que havia excesso de óleos chegando para o tratamento secundário, que é realizado para a remoção de matéria orgânica, utilizando-se processos biológicos.



Qual etapa do tratamento primário de esgoto sanitário pode estar ocasionando esse problema?

- I
- II
- III
- IV
- V

5 - **(SOMOS 2022)** Uma das etapas para o tratamento da água é retirar suas partículas sólidas. Esse tratamento pode ser feito por meio da injeção de bolhas de ar em um sistema. Essas bolhas de ar se unem às partículas sólidas presentes na água, levando-as à superfície, onde podem ser separadas por métodos físicos.

Qual é o método de separação utilizado nessa etapa do tratamento da água?

- Flotação
- Filtração
- Ventilação
- Coagulação
- Decantação

6 - **(SAS 2019)** As estações de tratamento de água (ETAs) funcionam como verdadeiras fábricas para produzir água potável.

As etapas do processo convencional de tratamento da água são: pré-cloração; pré-alcalinização; coagulação; floculação; decantação; filtração; pós-alcalinização; desinfecção; fluoretação.

Muitas impurezas presentes na água possuem natureza coloidal e propriedades elétricas que criam uma força de repulsão que impede a aglomeração e sedimentação delas. Se isso não for alterado, essas partículas permanecem no meio líquido.

A desestabilização das partículas coloidais ocorre na etapa de

- coagulação.
- decantação.
- desinfecção.
- filtração.
- fluoretação.

7 - **(SAS 2019)** Cientistas japoneses anunciaram a descoberta de uma bactéria – *Ideonella sakaiensis* – capaz de decompor completamente o plástico das garrafas PET, este que é um dos

problemas mais graves de poluição no planeta. Esses microrganismos foram encontrados em uma usina de reciclagem de lixo e se alimentam quase que exclusivamente de PET.

Essas bactérias aparentam ter adquirido a capacidade de degradar esse tipo de plástico em um processo que durou poucas décadas. No estudo, uma colônia desses microrganismos conseguiu degradar uma folha fina de PET em 6 semanas. Pode parecer muito tempo, mas é rápido quando comparada à decomposição espontânea desse plástico, que leva centenas de anos.

O processo de decomposição biológica realizado pelas bactérias citadas no texto é denominado

- a) bioconcentração.
- b) bioestabilização.
- c) biofixação.
- d) biomagnificação.
- e) biorremediação.

8 - (SAS 2019) Um dos tipos de destino para o lixo doméstico é o encaminhamento dele para áreas onde ele será compactado (prensado e coberto com uma camada de areia) em um compartimento isolado do solo. Essa impermeabilização do solo pode ser feita por meio do uso de argila e mantas de PVC. Isso permite que o chorume gerado seja devidamente canalizado e encaminhado para tratamento. A desvantagem desse tipo de destino de lixo é que os materiais sólidos recicláveis não são reaproveitados, nem mesmo como adubo.

O tipo de destinação dos resíduos mencionados no texto é classificado como

- a) lixão.
- b) incineração.
- c) compostagem.
- d) aterro sanitário.
- e) aterro controlado.

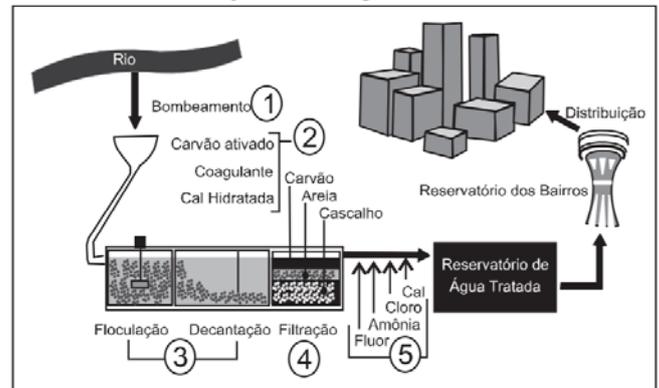
9 - (SAS 2019) A eutrofização é um problema ambiental que afeta muitos rios, lagos e mares em diversas regiões do planeta. Entre as suas principais causas está a contaminação das águas por efluentes ricos em nutrientes, como resíduos domésticos e fertilizantes, que favorecem a proliferação de algas e, posteriormente, o acúmulo de matéria orgânica em decomposição.

Uma das causas da mortalidade dos peixes em decorrência do problema citado no texto está relacionada ao(à)

- a) redução da quantidade de fósforo presente na água.
- b) proliferação das algas que competem com os peixes por alimento.
- c) aumento da concentração de metais pesados acumulados nos peixes.
- d) excesso de oxigênio produzido pelas algas durante a fotossíntese delas.
- e) redução do oxigênio dissolvido na água devido à decomposição das algas.

10 - (ENEM 2009 Cancelado): Na atual estrutura social, o abastecimento de água tratada desempenha um papel

fundamental para a prevenção de doenças. Entretanto, a população mais carente é a que mais sofre com a falta de água tratada, em geral, pela falta de estações de tratamento capazes de fornecer o volume de água necessário para o abastecimento ou pela falta de distribuição dessa água.



Disponível em: <http://www.sanasa.com.br>. Acesso em: 27 jun. 2008 (adaptado).

No sistema de tratamento de água apresentado na figura, a remoção do odor e a desinfecção da água coletada ocorrem, respectivamente, nas etapas

- a) 1 e 3.
- b) 1 e 5.
- c) 2 e 4.
- d) 2 e 5.
- e) 3 e 4.

11 - (ENEM 2011 2º Aplicação) Para ser considerada potável, é preciso que a água esteja isenta de elementos nocivos à saúde, de substâncias tóxicas e de organismos patogênicos. Entre os muitos testes feitos pelas empresas de saneamento, estão o da dosagem de cloro residual, cuja finalidade é assegurar que a água liberada para o consumo não tenha excesso de cloro, que pode deixar um gosto característico na água; a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que expressa o teor de oxigênio presente na água, fator importante para identificar o grau de poluição das águas; o de coliformes fecais, que identifica a existência de bactérias encontradas nas fezes humanas na amostra de água, e o de pH, cuja função é avaliar se a amostra de água está dentro dos padrões de acidez estabelecidos para o consumo. BRANCO, S. M. Água, origem, uso e preservação. São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado). Entre os testes descritos, os mais importantes para garantir a saúde do consumidor e a manutenção da vida aquática são, respectivamente, os de

- a) DBO e pH.
- b) pH e cloro residual.
- c) cloro residual e DBO.

d) coliformes fecais e DBO.

e) cloro residual e coliformes fecais.

12 - **(ENEM 2014 3ª Aplicação)** O tratamento convencional da água, quando há, remove todas as impurezas? Não. A custa de muita adição de cloro, a água que abastece residências, escolas e trabalhos a bacteriologicamente segura. Os tratamentos disponíveis removem partículas e parte das substâncias dissolvidas, resultando em uma água transparente e, geralmente, inodora e insípida, mas não quimicamente pura. O processo de purificação da água compreende etapas distintas, que são: a decantação, a coagulação/floculação, a filtração, a desinfecção e a fluoretação.

Dentre as etapas descritas, são consideradas processos químicos:

- a) Decantação e coagulação. b) Decantação e filtração.
c) Coagulação e desinfecção. d) Floculação e filtração.
e) Filtração e fluoretação.

13 – **(ENEM 2014 3ª Aplicação)** Uma forma de poluição natural da água acontece em regiões ricas em dolomita ($\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$). Na presença de dióxido de carbono (dissolvido na água) a dolomita é convertida em $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e MgCO_3 , elevando a concentração de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} na água. Uma forma de purificação dessa água, denominada água dura, é adicionar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e Na_2CO_3 a ela. Dessa forma, ocorre uma série de reações químicas gerando como produto final CaCO_3 e $\text{Mg}(\text{OH})_2$, que são menos solúveis que $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e MgCO_3 .

Uma técnica apropriada para obtenção da água pura após o abrandamento é

- a) decantação b) sublimação
c) dissolução fracionada d) destilação fracionada
e) extração por solvente apolar

14 – **(ENEM 2014 1ª Aplicação)** Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário trata-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl_3) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- a) filtração, com uso de filtros de carvão ativo.
b) fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
c) coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
d) correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
e) floculação, em tanques de concreto com água em movimento.

15 – **(ENEM 2016 2ª Aplicação)** Em Bangladesh, mais da metade dos poços artesianos cuja água serve à população local está contaminada com arsênio proveniente de minerais naturais e de pesticidas. O arsênio apresenta efeitos tóxicos cumulativos. A ONU desenvolveu um kit para tratamento dessa água a fim de torná-la segura para o consumo humano. O princípio desse kit é a remoção do arsênio por meio de uma reação de precipitação com sais de ferro(III) que origina um sólido volumoso de textura gelatinosa.

Com o uso desse kit, a população local pode remover o elemento tóxico por meio de

- a) fervura. b) filtração. c) destilação.
d) calcinação. e) evaporação.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	C	C	C	B	A	B	D	C	C	B	B

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	E	E	D	A	A	E	D	E	D	D	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	A	A	B

Aula 05: Modelos Atômicos

1 - Filósofos Gregos:

Há muito tempo o ser humano utiliza as propriedades químicas da matéria para obter produtos de seu interesse, como metais, cerâmicas, colas, cosméticos e fármacos, e se questiona a respeito da constituição da matéria. Por exemplo: se uma pedra de azurita (minério de cobre) pode se transformar em um metal avermelhado (cobre), do que essa matéria é constituída?

Várias **hipóteses**, ou seja, suposições para responder a esses questionamentos surgiram com os filósofos gregos, porém na época não podiam ser comprovadas.

Duas delas se destacam por serem bem antagônicas. Uma foi proposta por volta de 450 a.C. por dois filósofos gregos, Demócrito e Leucipo, das regiões de Abdera e Mileto (da Grécia antiga).

Eles imaginaram que, se pegássemos um corpo qualquer e fôssemos dividindo-o sucessivas vezes, haveria um momento em que essa divisão não seria mais possível. Nesse momento, teríamos chegado ao átomo (do grego *a*, 'não', *tomo*, 'parte'), o que significa 'sem partes, indivisível'. Essa foi a primeira hipótese da "**matéria descontínua**".

Essa hipótese não foi bem-aceita. A ideia de "**matéria contínua**" (como você verá adiante na Teoria de Aristóteles) proposta por outros filósofos ia ao encontro dos anseios da época, pois atribuía ao Universo uma ordem e uma simplicidade básicas, sob as quais era possível exercer certo domínio.

Assim, algum tempo depois, Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) – reconhecido atualmente como um dos mais importantes filósofos da humanidade –, com base nas ideias de outros filósofos, **levantou a hipótese** de que toda matéria seria formada por uma única essência, baseada em quatro qualidades primárias (quente, frio, seco e úmido) que se combinavam aos pares, formando os elementos terra, água, ar e fogo.

Essa hipótese de Aristóteles era sustentada pela **teoria do vitalismo** adotada na época, segundo a qual **toda matéria se comportava como um organismo vivo**. A extração de um metal de seu minério, por exemplo, era visto como um parto.

Para Aristóteles, todos os diferentes tipos de matéria, formados pelas combinações dos elementos terra, água, ar e fogo, poderiam ser convertidos uns nos outros, bastando para isso variar as quantidades relativas das quatro qualidades (quente, frio, seco e úmido) que entrariam em sua composição.

Essa ideia de que a matéria seria formada de uma única essência forneceu uma base sólida para uma atividade que começou a se desenvolver nessa época: a alquimia (que se manteve entre os anos 300 a.C. e 1500 d.C.). Os alquimistas buscavam, entre outros objetivos, a transmutação dos metais, como a transformação do chumbo em ouro. Se toda a matéria tivesse a mesma essência, bastaria trocar as qualidades (quente, frio, seco e úmido) para transformar um metal em outro.

Somente por volta do século XVIII, época que atualmente é considerada o nascimento da Química moderna, as ideias que sustentavam a alquimia foram abandonadas de vez.

2 - Teoria do Flogisto:

Na tentativa de explicar o fenômeno que observamos no experimento da página 89, o cientista alemão Georg Ernst Stahl (1660-1734) criou a teoria do flogístico, com base nas ideias de Johann Joachim Becher (1635-1682), outro cientista alemão, que retomou em 1669 o conceito grego de que, quando ocorre combustão, "alguma coisa" é liberada.

Pela teoria de Stahl, algumas espécies de matéria continham flogístico, um princípio comum inflamável presente apenas nos materiais combustíveis. Um material que não queima não contém flogístico.

Essa teoria foi universalmente aceita por muito tempo porque não havia nenhuma outra forma de sistematizar muitos fatos conhecidos naquela época nem de resolver novos problemas que surgiam (o oxigênio ainda não havia sido descoberto). Assim, qualquer contradição que aparecesse era contornada para tentar mantê-la.

Acompanhe a seguir um ponto básico da teoria do flogisto:

Para explicar, por exemplo, a queima da madeira, Stahl desenvolveu o seguinte raciocínio: quando um material combustível é queimado o flogístico volatiliza, deixando um resíduo sólido (o óxido).

papel → resíduos sólidos + flogístico

3 - Modelo de Dalton:

A lei de Conservação da Massa de Lavoisier

No final do século XVII, o cientista Antoine Lavoisier realizou uma série de experiências em recipientes fechados e, efetuando pesagens com balanças bem precisas, concluiu:

No interior de um recipiente fechado, a massa total não varia, quaisquer que sejam as transformações que venham a ocorrer nesse espaço.

Tal alternativa é uma lei da natureza, descoberta por Lavoisier e que, por esse motivo, ficou conhecida como lei de Lavoisier (ou Lei de conservação da massa).

Por exemplo:

Verifica-se que três gramas de carbono reagem com oito gramas de oxigênio, produzindo onze gramas de gás carbônico.

Como $3\text{ g} + 8\text{ g} = 11\text{ g}$, conclui-se que nada se perdeu.

A Lei de Proust: Quase na mesma época de Lavoisier, Joseph Louis Proust, efetuando também uma grande série de pesagens em inúmeras experiências, chegou à seguinte conclusão:

A proporção em massa das substâncias que reagem e que são produzidas em uma reação química é sempre constante e invariável.

Por exemplo:

Verifica-se que o gás carbônico é sempre formado por carbono e oxigênio, e verifica-se também que:

- 3 g de carbono se unem a 8 g de oxigênio, produzindo 11 g de gás carbônico.

- 6 g de carbono se unem a 16 g de oxigênio, produzindo 22 g de gás carbônico.

Veja que nas duas experiências a proporção entre as massas dos participantes da reação é a mesma. Essa conclusão é chamada de Lei de Proust ou lei das proporções constantes.

Essa lei foi fundamental para definir que uma dada substância, independente do seu método de obtenção, apresentava a mesma composição em massa.

John Dalton: As duas leis enunciadas são chamadas leis ponderais, porque falam em massa das substâncias envolvidas. São leis importantíssimas, pois marcam o início da química como ciência.

Em 1803, buscando explicações dos fatos experimentais observados nas duas leis ponderais vistas anteriormente, o químico inglês John Dalton desenvolveu uma teoria sobre a estrutura da matéria defendendo a antiga ideia de átomo imaginada pelos filósofos gregos Demócrito e Leucipo e retomada por Boyle.

O modelo atômico elaborado por Dalton baseava-se nas seguintes hipóteses:

1. A matéria é constituída por átomos, que são partículas indivisíveis e indestrutíveis.
2. Todos os átomos de um elemento químico são idênticos em massa e propriedades. Os átomos de diferentes elementos químicos são diferentes em massa e em propriedades.
3. As substâncias são formadas pela combinação de diferentes átomos na razão de números pequenos.
4. As transformações químicas consistem em uma combinação ou rearranjo de átomos;



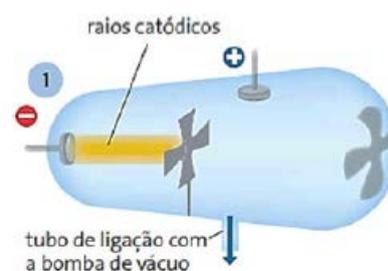
Representação do modelo de Dalton para átomos de diferentes elementos químicos, em cores fantasia

4 - Modelo de Thomson:

Experimento de Crookes: Raios catódicos

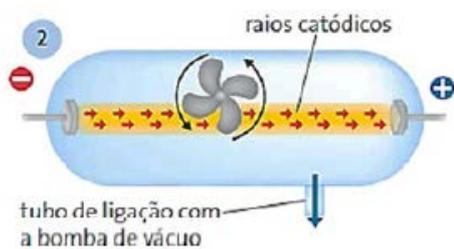
1) Os raios catódicos deslocavam-se em linha reta

Os raios catódicos projetavam na parede oposta da ampola a sombra de qualquer anteparo colocado em sua trajetória (a melhor maneira de ver a sombra do anteparo era posicionar o ânodo na parte superior ou inferior da ampola).



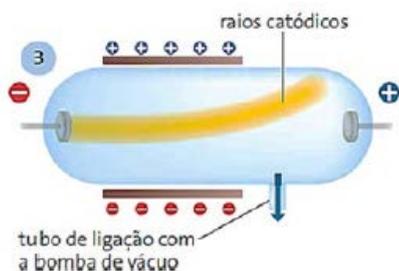
2) Os raios catódicos possuíam massa

Os raios catódicos podiam mover um pequeno moinho (ou uma pequena hélice) colocado dentro da ampola.



3) Os raios catódicos possuíam carga negativa

Quando submetidos a um campo elétrico externo à ampola, os raios catódicos sofriam desvio em direção ao polo positivo.



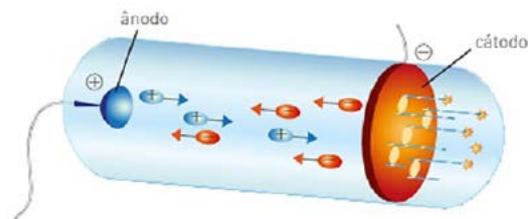
J. J. Thomson

Em 1897, o físico inglês Joseph John Thomson, trabalhando com raios catódicos, concluiu que eles eram parte integrante de toda espécie de matéria, uma vez que o experimento podia ser repetido com qualquer substância na fase gasosa. Thomson conseguiu criar feixes de raios catódicos bem estreitos e mediu o desvio que eles sofriam na presença de campos elétrico e magnético.

Constatando que a massa dessas partículas era cerca de mil vezes menor que a de um átomo de hidrogênio, Thomson propôs que essas partículas eram subatômicas. Os raios catódicos foram então denominados elétrons (palavra que tem origem grega, *élektron*, e significa 'âmbar').

A descoberta dos prótons

Por volta de 1886, Eugene Goldstein utilizou um cátodo perfurado em uma ampola semelhante à ampola de Crookes. Nestas circunstâncias havia a formação de um feixe luminoso que aparecia atrás do cátodo, originado no ânodo. Goldstein chamou esse feixe de raios anódicos ou raios canais.



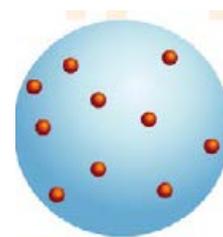
Os raios canais, quando submetidos a campo elétrico externo a ampola sofriam desvio na direção da placa negativa e o grau desse desvio dependia do gás utilizado no experimento (quanto menor a massa, maior o desvio sofrido pela partícula).

Posteriormente os raios passaram a ser chamados de raios positivos, devido ao fato de se movimentarem em sentido oposto aos raios catódicos. Baseado nesses resultados experimentais, o físico neozelandês Ernest Rutherford propôs junto com sua equipe de trabalho, o nome de próton (do grego *prôtos*, primeiro) para essa parte elementar dos raios canais, isto é, as menores partículas que os compunham.

O Átomo de Thomson

Com base nos estudos sobre as relações entre as cargas e as massas dos elétrons e dos raios canais, Thomson já sabia que os elétrons eram muito mais leves do que os átomos como um todo.

Para explicar os fenômenos anteriores, Thomson propôs, 1903, um novo modelo em que cada átomo seria formado por uma esfera de carga positiva homogênea, onde ficaria quase toda a massa do átomo, com os elétrons distribuídos simetricamente em torno dela.



Esse modelo ficou conhecido como "modelo de pudim com passas" e teve vida curta, pois logo foi observada sua incompatibilidade com os resultados de novos experimentos realizados, conforme será visto nos itens seguintes.

O modelo de Thomson explicava satisfatoriamente os seguintes fenômenos:

- **Eletrização por atrito**, entendendo-se que o atrito separava cargas elétricas;

- **Corrente elétrica**, vista como fluxo de elétrons;
- **Formação de íons negativos ou positivos**, conforme os átomos tivessem, respectivamente, excesso ou falta de elétrons;
- **Descargas elétricas em gases**, quando os elétrons são arrancados de seus átomos (Ampola de Crookes).

5 - Descoberta da Radioatividade:

A - Roentgen: descoberta do Raio - x



Sabia-se, na época, que certos materiais emitiam luz quando expostos a raios catódicos. O tubo de raios catódicos tinha sido inventado pelo inglês William Crookes (1832-1919) anos antes. Era um tubo de vidro, dentro do qual um condutor metálico aquecido emitia elétrons – os raios catódicos – em direção a outro condutor.

Quando Röntgen ligou o tubo, uma placa de material fluorescente – bário – brilhou. Ele desligou o tubo e o brilho sumiu. O brilho persistiu quando Röntgen colocou um livro e uma folha de alumínio entre o tubo e a placa. Alguma coisa saía do tubo, atravessava barreiras e atingia a placa de bário.

Röntgen concluiu que o tubo emitia, além dos raios catódicos, algum tipo de radiação desconhecida. Por isso lhe deu o nome provisório de raios X. Ele preferiu aperfeiçoar seus experimentos antes de divulgá-los. Em menos de dois meses, havia acumulado conclusões suficientes para publicar seus resultados. Em alemão, seu nome virou verbo – Röntgen – para o ato de fazer radiografia.

Em dezembro, fez a radiação atravessar a mão de sua esposa, Bertha, durante 15 minutos. Do outro lado, colocou uma chapa fotográfica. Depois de revelá-la, viu-se nela os contornos dos ossos da mão: era a primeira radiografia da história. A imprensa noticiou o fato com destaque em 5 de janeiro de 1896.

B- Becquerel: descoberta do Primeiro elemento radioativo - Urânio

O cientista francês Henry Becquerel (1852-1908) foi um dos colaboradores para a descoberta da radioatividade. Seu trabalho envolveu a radiação do Urânio emitida em filmes fotográficos. Acompanhe um pouco do processo:

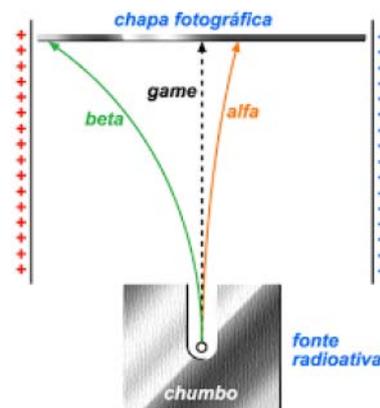
Sem saber o que lhe renderia aquele experimento, Becquerel resolveu envolver filmes fotográficos com papel preto e os guardou em gavetas que continham o sal sulfato duplo de potássio e urânio, dado pela fórmula molecular $K_2(UO_2)(SO_4)_2$. Dias depois, abriu a gaveta e percebeu que os filmes estavam manchados: o que teria provocado as manchas? Esta foi uma questão que deixou Becquerel intrigado.

Alguém poderia até sugerir que o que manchou os filmes foi a incidência de raios solares, mas como, se os mesmos estavam guardados em gavetas escuras? Becquerel descartou essa hipótese e suspeitou da probabilidade de ser uma espécie de radiação proveniente do Urânio.

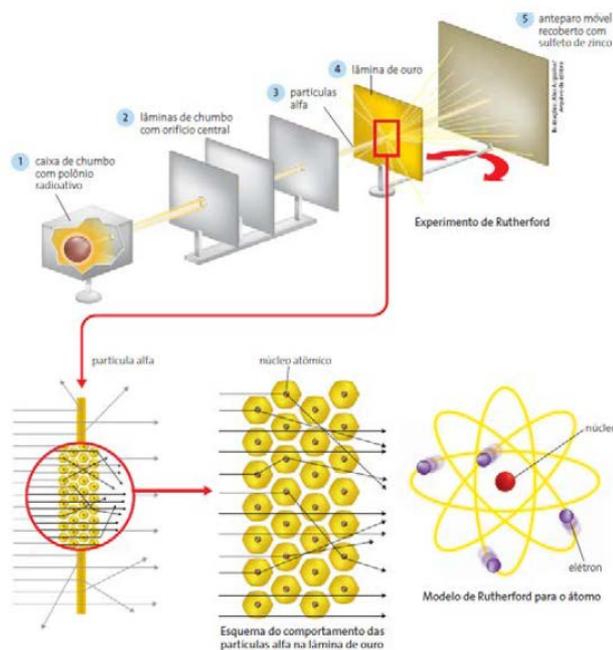
Naquele momento restava saber se outros sais também manchavam as chapas fotográficas e, para isso, Becquerel realizou mais testes envolvendo outros tipos de sais. Ele comprovou então que apenas o sal contendo Urânio era responsável pelos efeitos radioativos.

C - Casal Curie: descoberta de dois novos elementos radioativos: Polônio e Rádio.

D - 1º Experimento de Rutherford: descoberta das emissões radioativas.



6 - Modelo Atômico de Rutherford:



Observações e Conclusões:

- Algumas partículas α (poucas) foram rebatidas na direção contrária ao choque.
- Certas partículas α (poucas) sofreram um grande desvio em sua trajetória inicial.

Interpretando os resultados de uma grande série de experimentos, a equipe de Rutherford chegou à conclusão de que o átomo não se parecia com uma esfera positiva com elétrons incrustados (como um “pudim de passas”).

Os resultados das observações mostravam que:

- o átomo contém imensos espaços vazios;
- no centro do átomo existe um núcleo muito pequeno e denso;
- o núcleo do átomo tem carga positiva, uma vez que as partículas alfa (positivas) foram repelidas ao passar perto do núcleo;
- para equilibrar essa carga positiva, existem elétrons ao redor do núcleo orbitando numa região periférica denominada eletrosfera.

Rutherford elaborou então um modelo de átomo semelhante a um minúsculo sistema planetário, em que os elétrons se

distribuíam ao redor do núcleo como planetas em torno do Sol.

Esse modelo foi útil em 1911 e até hoje pode explicar determinados fenômenos físicos. Mas, mesmo na época em que foi criado, apresentava contradições consideráveis, que impediam sua total aceitação.

- Antes de tudo o Sistema Solar é gravitacional e o sistema atômico é elétrico. As leis físicas que regem esses dois sistemas são diferentes.
- Além disso, como partículas de cargas opostas se atraem, os elétrons iriam perder energia gradualmente percorrendo uma espiral em direção ao núcleo e, à medida que isso ocorresse, emitiriam energia na forma de luz.

Como os elétrons se mantêm em movimento ao redor do núcleo sem que os átomos entrem em colapso, os cientistas se viram diante de um impasse que só foi solucionado a partir de descobertas feitas com o estudo da natureza da luz, que veremos na sequência.

7 - Modelo de Bohr:

O fato de os elementos químicos apresentarem espectros na forma de linhas, descontínuos, forneceu uma pista importante para a compreensão da estrutura dos átomos.

Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), baseando-se no modelo de átomo de Rutherford, na teoria quântica da energia de Max Planck e nos espectros de linhas dos elementos (principalmente do hidrogênio), raciocinou que, se os átomos só emitem radiações de certos comprimentos de onda ou de certas frequências bem determinadas, e não de quaisquer valores, então os átomos só se apresentam em certos estados de energia bem determinados, que diferem uns dos outros por quantidades de energia múltiplas de um quantum.

Esse raciocínio levou Bohr a propor os seguintes postulados :

- O elétron move-se em órbitas circulares em torno de um núcleo atômico central. Para cada elétron de um átomo existe uma órbita específica, em que ele apresenta uma energia bem definida – um nível de energia – que não varia enquanto o elétron estiver nessa órbita.
- Os espectros dos elementos são descontínuos porque os níveis de energia são quantizados, ou seja, só são permitidas certas quantidades de energia para o elétron cujos valores são múltiplos inteiros do fóton (quantum de energia).

Só é permitido ao elétron ocupar níveis energéticos nos quais ele se apresenta com valores de energia múltiplos inteiros de um fóton.

Com base nesses postulados, Bohr determinou as energias possíveis para o elétron do hidrogênio, bem como o raio das órbitas circulares associadas a cada uma dessas energias.

Ele concluiu que o conjunto núcleo/elétron será mais estável (mais coeso) quanto mais próxima for a órbita permitida do elétron em relação ao núcleo. Assim, se atribuímos a cada nível de energia n valores inteiros que vão de 1 até infinito, a energia do elétron que se move no

nível $n = 1$ é menor que a energia do elétron que se move no nível $n = 2$, e assim por diante.

Seguindo esse raciocínio em relação ao átomo de hidrogênio, o estado de menor energia ou estado fundamental para o seu único elétron é aquele em que $n = 1$. Todas as demais energias permitidas (demais valores de n) representam estados menos estáveis, que chamamos

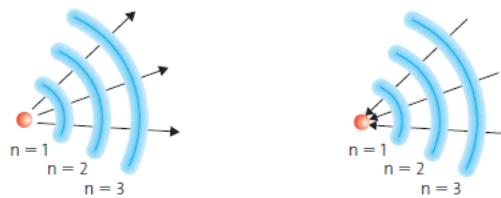
de estados ativados ou excitados.

As conclusões mais importantes do trabalho de Bohr foram:

- O átomo está no seu estado fundamental (mais estável) quando todos os seus elétrons estiverem se movimentando em seus respectivos níveis de menor energia.
- Se um elétron no estado fundamental absorve um fóton (quantum de energia), ele “salta” para o nível de energia imediatamente superior e entra num estado ativado (logo, numa situação de instabilidade).
- Quando um elétron passa de um estado de energia elevada para um estado de energia menor, o elétron emite certa quantidade de energia radiante, sob forma de um fóton de comprimento de onda específico,

relacionado com uma das linhas do espectro desse elemento.

O modelo atômico de Bohr explicava satisfatoriamente o átomo de hidrogênio, que possui apenas 1 elétron ao redor do núcleo, mas falhava ao explicar os átomos dos demais elementos.



Distância aumenta: energia aumenta, estabilidade diminui.

Distância diminui: energia diminui, estabilidade aumenta.

8 - Modelo de Sommerfeld:

Quando um átomo possui mais de um elétron, esses elétrons passam a interagir uns com os outros (pela repulsão elétrica, por exemplo).

Esse fato torna complexo determinar os níveis de energia em que os elétrons se movimentam e, também, o número de elétrons que podem se movimentar em cada nível de energia de modo a explicar corretamente o espectro de emissão dos elementos.

Um primeiro passo para esclarecer essa questão foi o uso de espectroscópios de melhor resolução (mais potentes). Isso permitiu observar que as raiais consideradas anteriormente constituídas por uma única linha eram, na realidade, um conjunto de linhas distintas muito próximas umas das outras. Estava descoberta a chamada estrutura fina dos espectros de emissão.

O desdobramento das linhas do espectro indica que os níveis de energia (n) são constituídos por subníveis de energia (l) bastante próximos uns dos outros.

O esquema ao lado mostra o desdobramento de níveis energéticos.

Para explicar essa multiplicidade das raiais espectrais verificadas experimentalmente, em 1915 o físico alemão Arnold Sommerfeld (1868-1951) deduziu algumas equações matemáticas, que indicavam:

Cada nível de energia n está dividido em n subníveis, correspondentes a uma órbita circular e a $n - 1$ órbitas elípticas de diferentes excentricidades. O núcleo do átomo ocupa um dos focos da elipse.

- O primeiro nível ($n = 1$) possui apenas uma órbita circular (possui 1 subnível);
- o segundo nível ($n = 2$) possui uma órbita circular e uma órbita elíptica (possui dois subníveis);

- o terceiro nível ($n = 3$) possui uma órbita circular e duas órbitas elípticas (possui três subníveis), e assim por diante.



9 - Modelo Atômico Atual:

- Princípio da Incerteza:** O princípio de incerteza de Heisenberg é um dos pilares conceituais da física quântica. De acordo com esse princípio, em sistemas de escalas reduzidas, como nos átomos e moléculas, grandezas relacionadas, tais como quantidade de movimento e posição, não podem ser medidas simultaneamente com exatidão.
- Princípio da Dualidade:** o princípio de De Broglie afirma que o elétron pode ter comportamento ora de partícula ora de onda.
- Princípio do Orbital de Schrodinger:** o orbital é a região de maior probabilidade de encontrar o elétron.

Exercícios Fundamentais

1 - Uma forma de determinar a extensão de uma fratura em um osso do corpo é por meio do uso do equipamento de Raios X. Para que essa tecnologia e outros avanços tecnológicos pudessem ser utilizados, um grande passo teve de ser dado pelos cientistas: a concepção científica do modelo atômico.

Sobre o modelo atômico proposto, associe as afirmações da coluna 1, com seus respectivos responsáveis, na coluna 2.

Coluna 1	Coluna 2
1. Toda a matéria é formada por átomos, partículas esféricas, maciças, indivisíveis e indestrutíveis.	() Rutherford-Bohr
2. Elaborou um modelo de átomo constituído por uma esfera maciça, de carga elétrica positiva, que continha "corpúsculos" de carga negativa (elétrons) nela dispersos.	() Rutherford
3. O átomo seria constituído por duas regiões: uma central, chamada núcleo, e uma periférica, chamada de eletrosfera.	() Dalton
4. Os elétrons ocupam determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas.	() Thomson

A sequência **correta** de preenchimento dos parênteses da coluna 2, de cima para baixo, é:

- a) 2 - 3 - 1 - 4. b) 3 - 2 - 1 - 4.
c) 4 - 3 - 1 - 2. d) 3 - 4 - 1 - 2.

e) 4 - 2 - 1 - 3.

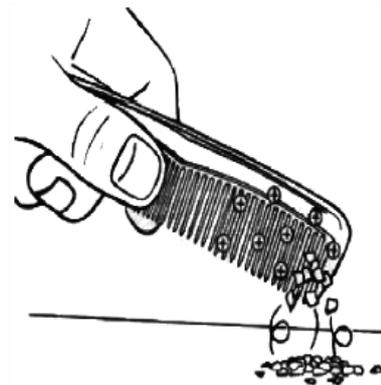
2 - Muitas informações veiculadas na internet contêm erros científicos. Um exemplo disso pode ser verificado em determinado blog sobre o ensino de química cujo conteúdo é transcrito a seguir:

Modelos Atômicos : Os modelos atômicos são diferentes ideias, que surgiram durante o desenvolvimento da história da ciência, na tentativa de explicar a composição íntima da matéria. O primeiro modelo atômico da era moderna foi proposto por John Dalton, que considerava os átomos como esferas maciças e indivisíveis. A descoberta dos elétrons, partículas subatômicas de carga elétrica positiva, fez os cientistas provarem que o átomo era divisível, abrindo espaço para uma nova ideia, um modelo que ficou conhecido como pudim de passas, atribuído ao físico Ernest Rutherford. Esse modelo durou alguns anos, até que o cientista Niels Böhr propôs um modelo no qual os elétrons giravam ao redor de um núcleo com energia variável, ao percorrer uma órbita fixa. A partir desses elétrons, os átomos poderiam se unir para formar compostos em um fenômeno conhecido como ligação química, que ocorria em busca de aumentar a energia do sistema e com isso adquirir estabilidade.

Quantos erros científicos são encontrados no texto?

- a) Um b) Dois c) Três
d) Quatro e) Cinco

3 - A figura seguinte representa um fenômeno ocorrido ao atritar um pente em uma flanela e depois aproximá-lo de papel picado pelo fato de o pente ficar eletrizado por atrito.



(Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABKEGAH1...eletronica/?part=3>>. Acesso em: 21 set. 2017.)

Tendo em vista a evolução dos modelos atômicos, de Dalton até Bohr, o primeiro modelo que explica o fenômeno da eletrização é o de

- a) Bohr. b) Dalton.
c) Thomson. d) Rutherford.

4 - Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material

de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida.

A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a

- transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.
- combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.
- diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.
- ionização dos átomos provenientes do material de interesse.
- promoção dos elétrons que se encontram no estado excitado de energia para níveis mais energéticos.

5 - Os modelos atômicos foram sendo modificados ao longo do tempo, a partir de evidências experimentais, a exemplo dos modelos de Thomson, proposto com base em experimentos com tubo de raios catódicos e o de Rutherford, que, ao fazer incidir partículas alfa (α), sobre lâminas de ouro, observou que a maioria das partículas atravessava a lâmina, algumas desviavam e poucas eram refletidas. A partir das considerações do texto, \checkmark correto destacar:

- As partículas subatômicas de cargas elétricas opostas estão localizadas no núcleo do átomo, segundo Thomson.
- O modelo de Thomson considera que o átomo é constituído por elétrons que ocupam diferentes níveis de energia.
- O núcleo do átomo \checkmark denso e positivo com um tamanho muito menor do que o do seu raio atômico, de acordo com Rutherford.
- As experiências com raios catódicos evidenciaram a presença de partículas de carga elétrica positiva nos átomos dos gases analisados.
- O experimento conduzido por Rutherford permitiu concluir que as partículas positivas e negativas constituintes dos átomos têm massas iguais.

Exercícios Aprofundados

6 - Hidrogênio reage com oxigênio na proporção de 1 : 8, em massa, para formar água. A partir da reação descrita e completando com valores, em gramas, os espaços preenchidos com X, Y e Z, na tabela a seguir, teremos, respectivamente:

Sistema	Massa de hidrogênio	Massa de oxigênio	Massa de água	Massa em excesso
I	5 g	32 g	X	Y
II	7 g	Z	63 g	4 g

- 32; 1 e 56.
- 36; 2 e 52.
- 32; 2 e 56.
- 36; 1 e 56.
- 36; 1 e 60.

7 - As seguintes reações químicas ocorrem em recipientes abertos, colocados sobre uma balança:

- Reação de bicarbonato de sódio com vinagre, em um copo.
- Queima de álcool, em um vidro de relógio.
- Enferrujamento de um prego de ferro, colocado sobre um vidro de relógio.
- Dissolução de um comprimido efervescente, em um copo com água.

Em todos os exemplos, durante a reação química, a balança indicará uma diminuição da massa contida no recipiente, exceto em:

- III.
- IV.
- I.
- II.

8 - Em 1808, John Dalton propôs um modelo atômico no qual os átomos seriam minúsculas esferas indestrutíveis. Átomos de diferentes elementos químicos teriam massas relativas diferentes, e átomos de um mesmo elemento químico teriam todos a mesma massa. Transformações químicas envolveriam rearranjos no modo como os átomos estão combinados.

Esse modelo, entretanto, teve de ser modificado para que fosse possível explicar

- o fato de que, em certos sistemas, um dos reagentes se esgota ("reagente limitante"), e o outro fica em excesso.
- a conservação da massa total de um sistema fechado no qual ocorre transformação química.
- o fato de que as substâncias reagem entre si obedecendo a proporções definidas ("lei de Proust").
- fenômenos elétricos, como a condução de corrente elétrica por uma solução aquosa salina, por exemplo.
- o fato de que numa transformação química a massa de um dado elemento químico é sempre a mesma.

9 - A descoberta da radioatividade, pelo francês Henri Becquerel (1852-1909), poucos meses após a descoberta dos raios X, foi um dos acontecimentos mais importantes no processo que culminou no desenvolvimento da estrutura atômica dos átomos. Em relação à estrutura atômica dos átomos, assinale a alternativa correta.

- Na eletrosfera do átomo existe uma maior concentração de massa.

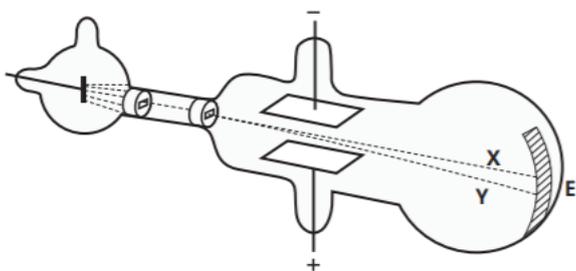
b) Thomson defendeu uma tese intitulada Da dispersão das partículas alfa e beta pela matéria e da estrutura do átomo, em que chega a conclusões que o levam a elaborar o modelo atômico “o átomo nuclear”.

c) Em 1932, James Chadwick provou a existência dos nêutrons, já previsto por Rutherford. Com isso, o modelo de Rutherford sofreu uma modificação, com a inclusão dos nêutrons na eletrosfera do átomo.

d) As radiações alfa (α), beta (β) e gama (γ), emitidas pelos átomos de urânio, apresentam comportamento exatamente iguais ao atravessar a matéria ou um campo elétrico no vácuo.

e) A experiência de Rutherford foi de fundamental importância para o desenvolvimento da estrutura dos átomos, sendo somente possível graças à utilização das formas de radiação alfa (α), beta (β) e gama (γ).

10 - No fim do século XIX, Thomson realizou experimentos em tubos de vidro que continham gases a baixas pressões, em que aplicava uma grande diferença de potencial. Isso provocava a emissão de raios catódicos. Esses raios, produzidos num cátodo metálico, deslocavam-se em direção à extremidade do tubo (E). (Na figura, essa trajetória é representada pela linha tracejada X.)



Nesses experimentos, Thomson observou que: I. a razão entre a carga e a massa dos raios catódicos era independente da natureza do metal constituinte do cátodo ou do gás existente no tubo; e II. os raios catódicos, ao passarem entre duas placas carregadas, com cargas de sinal contrário, se desviavam na direção da placa positiva. (Na figura, esse desvio é representado pela linha tracejada Y.)

Considerando-se essas observações, é CORRETO afirmar que os raios catódicos são constituídos de:

- a) elétrons. b) ânions. c) prótons. d) cátions.

11 - A preocupação com a segurança nos aeroportos levou à instalação de máquinas de raio-x. O raio-x apresentam um alto

grau de energia, capazes de atravessar qualquer material orgânico ou misto (orgânico e inorgânico). O aparelho de raio-x dos aeroportos emite dois feixes de raio-x para a leitura de objetos sobrepostos. Depois de passarem pelos objetos, radiações de diferentes intensidades chegam aos receptores. Um computador interpreta os dados recebidos, identificando os conteúdos das malas.

Quando o material a ser analisado é metálico, pode-se verificar que

a) os raios-x são desviados, não atingindo os receptores e, portanto, não há formação da imagem.

b) os raios-x são bloqueados em grande parte, atingindo os receptores com baixa intensidade e formando uma imagem.

c) os raios-x são totalmente bloqueados, não atingindo os receptores e, portanto, não há formação de imagem.

d) os raios-x são intensificados, atingindo os receptores com alta intensidade e formando uma imagem clara.

e) os raios-x são intensificados, atingindo os receptores com alta intensidade e formando uma imagem escura.

12 - As células fotoelétricas dos sistemas de abertura de portas automáticas são constituídas, normalmente, por um cátodo de céσιο (Cs) cuja energia mínima de emissão de elétrons é $6,25 \times 10^{-25}$ J. Com base na tabela abaixo, indique, dentre as alternativas, a região do espectro eletromagnético que uma pessoa “normal” deve irradiar para conseguir abrir a porta:

λ (nm)	Tipos de Radiação
$5,00 \times 10^5$	Infravermelho
$4,50 \times 10^8$	Microondas
$5,00 \times 10^{10}$	Ondas de Rádio FM
$6,70 \times 10^{12}$	Ondas de Rádio AM
$8,65 \times 10^{15}$	Ondas de Rádio longas

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

a) microondas.

b) ondas de rádio longas.

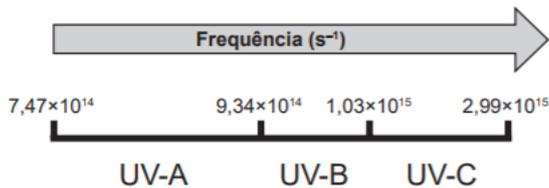
c) infravermelho.

d) ondas de rádio AM.

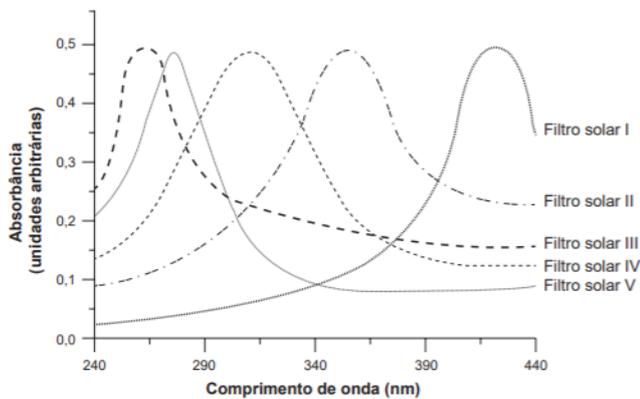
e) ondas de rádio FM.

Exercícios ENEM e Simulados

1 – (ENEM 2015 1ª Aplicação) A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme figura.



Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



Considere:
velocidade da luz = $3,0 \times 10^8$ m/s e $1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9}$ m.

O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o

- a) V. b) IV. c) III. d) II. e) I.

2 – (ENEM 2017 2ª Aplicação)



DIRVTS. J. Disponível em: <http://gifsfield.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como

- a) visível. b) amarela. c) vermelha.
d) ultravioleta. e) infravermelha.

3 - (SAS 2019) A técnica de raios x é um processo de imagem frequentemente utilizado para visualizar estruturas densas, como ossos. Entretanto, o reconhecimento de estruturas moles é menos preciso, pois as radiografias não conseguem diferenciar essas estruturas. Para resolver esse problema, o uso de contrastes passou a ser muito utilizado. Por exemplo, no exame de arteriografia, um contraste artificial é administrado dentro da artéria, que a torna opaca aos raios x, impedindo a passagem deles. O fluxo natural do sangue transporta o contraste, permitindo que o radiologista obtenha uma série de imagens que mostram o suprimento sanguíneo de um órgão ou membro. Assim, estreitamentos ou obstruções de artérias podem, então, ser identificados e tratados.

No contexto do que foi exposto no texto, o uso do contraste para a realização do exame se torna necessário, pois

- os sais do contraste emitem raios x, otimizando a imagem.
- os componentes que constituem o sangue possuem baixa densidade.
- as substâncias do contraste possuem baixa densidade e absorvem os raios x.
- a reação do contraste com os componentes do sangue permite a liberação de energia.
- a viscosidade do sangue aumenta, e a velocidade dele diminui com o uso do contraste.

4 - (SAS 2022) Plâncton bioluminescente cria espetáculo de luz no mar Fotógrafos e amantes da natureza têm observado plânctons bioluminescentes na costa do País de Gales. A bioluminescência é a capacidade que alguns animais – como vaga-lumes e águas-vivas – e plantas têm de emitir luz fria e visível. No verão, por causa das temperaturas mais elevadas, o fenômeno é mais forte.

Em escala atômica, o fenômeno descrito na reportagem pode ser explicado com base no modelo atômico de

- Dalton, pois a comprovação da existência dos átomos é suficiente para justificar a emissão de luz pela triboluminescência causada pelo atrito entre os átomos que compõem os seres bioluminescentes.
- Thomson, pois a descoberta do elétron é suficiente para justificar a bioluminescência que ocorre quando alguns seres vivos emitem elétrons na atmosfera e colidem com moléculas de gás oxigênio.
- Rutherford, pois a comprovação da existência do núcleo atômico e de suas partículas nucleares é suficiente para justificar a produção de luz causada pela emissão radioativa de átomos instáveis.
- Bohr, pois a descoberta dos níveis quânticos na eletrosfera é suficiente para justificar a emissão de radiação luminosa que ocorre quando elétrons mudam de um nível quântico maior para um menor.
- Schrödinger, pois a descoberta dos orbitais atômicos é suficiente para justificar a produção de luz que acontece quando prótons de um mesmo orbital colidem entre si devido à diferença de spins.

5 - (SAS 2022) Em um experimento, uma porção de uma palha de aço foi encostada em um bico de Bunsen, o que deu imediato início a uma reação. Rapidamente, conduziu-se a palha para o interior de um béquer de forma alta. Em seguida, soprou-se ar sobre a massa reacional. Cessada a reação, aguardou-se o resfriamento total do conjunto. O material foi, então, transferido para uma folha de papel liso, em que o FeO resultante foi pesado.

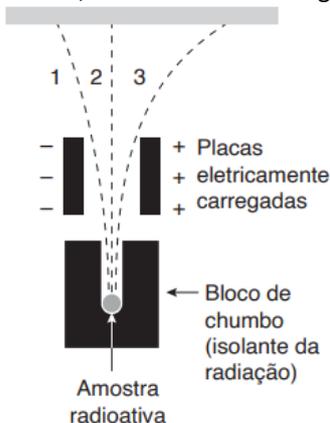
Esse experimento foi realizado duas vezes, cada uma com uma quantidade diferente de palha de aço. Dessa forma, construiu-se a tabela a seguir com os resultados obtidos dos reagentes e do produto, na qual m_{Fe}/m_O é a relação entre a massa de ferro e a de gás oxigênio.

Experimento	Massa de ferro (g)	Massa de gás oxigênio (g)	Massa de FeO (g)	m_{Fe}/m_O
1	10,5	x	13,5	3,5
2	14,0	4,0	y	z

Os valores de x, y e z são, respectivamente,

- 3,0, 3,5 e 18,0.
- 3,0, 18,0 e 3,5.
- 10,0, 10,0 e 3,5.
- 24,0, 10,0 e 18,0.
- 24,0, 18,0 e 10,0.

6 - (POLIEDRO 2022) Ernest Rutherford realizou um experimento que contribuiu para identificar os tipos de emissões radioativas: alfa, beta e gama. A partícula alfa tem carga positiva, a beta tem carga negativa, e a gama é neutra. No experimento, Rutherford usou um feixe de partículas radioativas composto de partículas alfa, beta e gama. Essa radiação foi submetida a um campo elétrico uniforme, e o feixe se dividiu em três, como mostrado na figura.



Considerando as cargas das placas eletricamente carregadas, os feixes 1, 2 e 3 representam, respectivamente, as emissões

- alfa, gama e beta.
- alfa, beta e gama.
- beta, gama e alfa.
- beta, alfa e gama.
- gama, alfa e beta.

7 - (SOMOS 2022) Em 1913, Niels Bohr apresentou uma proposta de modelo atômico, solucionando alguns dos pontos não explicados pelos modelos anteriores. Um dos seus maiores sucessos foi explicar o espectro de emissão do átomo de hidrogênio, exibido na imagem com as linhas e seus respectivos comprimentos de onda.



A explicação para o espectro de hidrogênio, segundo o modelo de Bohr, deve-se

- ao efeito vibracional da radiação sobre os átomos.
- à excitação do núcleo atômico que, por sua vez, emite um fóton ao retornar ao seu estado fundamental.
- à excitação do núcleo atômico que, por sua vez, emite um fóton ao ser excitado a um nível de maior energia.
- às transições eletrônicas que, apesar de não serem quantizadas, foram explicadas pelo caráter ondulatório das partículas.
- às transições eletrônicas que, sendo quantizadas, emitem fótons específicos em seu decaimento para o estado fundamental.

8 - (BERNOULLI 2022) J. J. Thomson foi o cientista responsável por constatar que o átomo não era indivisível, como postulado por Dalton. Para isso, ele mediu a razão entre a massa e a carga dos elétrons, que são as partículas constituintes dos raios catódicos. Então, ele formulou a hipótese: "Nós temos nos raios catódicos matéria em um novo estado, um estado em que a subdivisão da matéria está levada muito além do que no estado gasoso ordinário: um estado em que toda matéria – isto é, aquela derivada de diferentes fontes tais como hidrogênio, oxigênio, etc. – é de uma única espécie; essa matéria sendo a substância da qual os elementos químicos são formados."

A relação medida por Thomson permitiu que ele chegasse à conclusão de que os elétrons

- possuem massa desprezível.
- estão distribuídos na eletrosfera.
- são atraídos por um polo positivo.
- são constituintes fundamentais de toda matéria.
- estão presentes no átomo para neutralizar a carga positiva.

9 - (BERNOULLI 2021) Para Leucipo e Demócrito, os átomos eram inquebráveis, tinham peso e participavam da constituição de todos os corpos, os quais tinham cada qual seu tipo de átomo. No entanto, Aristóteles (384-322 a.C.) não aceitava o atomismo de Leucipo e Demócrito, pois, em sua concepção, os corpos eram constituídos de matéria, mas também de atributos imateriais. A principal objeção de

Aristóteles à teoria atômica de Leucipo e Demócrito estaria relacionada à sua incapacidade de explicar a mudança nas substâncias, as transformações químicas, como diríamos hoje. Para Aristóteles, se existissem átomos para cada tipo de substância, não haveria possibilidade de transformações químicas, o que se chocava com a evidência.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. Revista Química Nova na Escola, n. 20, 2004 (Adaptação).

A objeção de Aristóteles ao atomismo de Leucipo e Demócrito poderia ser refutada considerando que

a) a alteração no estado de agregação das partículas durante uma transformação química produz novas substâncias.

b) os átomos de um determinado elemento são idênticos quanto às suas massas e às suas propriedades químicas.

c) os átomos sofrem transmutações durante transformações químicas, ou seja, um conjunto de átomos se converte em outro diferente.

d) a reatividade química de uma substância é determinada por cada um dos átomos isolados, e não pelo conjunto de átomos que a constituem.

e) as substâncias são compostas de diferentes arranjos de átomos, de modo que, durante uma transformação química, ocorrem mudanças na conectividade entre eles.

10 - A teoria de John Dalton (1766-1844), originada de seus estudos acerca da atmosfera, sugeria a existência de partículas fundamentais, minutas e indivisíveis, circundadas por uma nuvem de calórico. Ela se rivalizava com teorias do éter físico, tal como sugerido por Lord Kelvin (William Thomson, 1824-1907), de que o átomo seria simplesmente um vórtex no fluido etéreo. A noção de que a matéria é constituída por átomos pressupõe que eles têm massa, e determinar com precisão aceitável o valor das massas atômicas de cada elemento conhecido torna-se uma noção incontornável e indispensável a todos os químicos. FOROSTECKI, L; SATIN FILHO, O. Os químicos ocultos e sua extraordinária jornada ao mundo dos átomos. Revista Química Nova, v. 37, n. 1, 2014.

Considerando os postulados acerca dessa teoria, aquele que ainda pode ser aceito hoje em dia é:

a) Átomos de um determinado elemento são idênticos quanto às suas massas e às suas propriedades químicas.

b) Átomos indivisíveis e indestrutíveis constituem a menor parte da matéria.

c) Átomos de elementos diferentes possuem massas e propriedades diferentes.

d) Átomos de certo elemento químico não podem se converter em átomos de outro elemento.

e) Átomos, durante as reações químicas, não são criados nem destruídos, mas apenas rearranjados, formando novas substâncias.

11 - (BERNOULLI 2021) Os testes de controle de qualidade são muito importantes no processo de produção de medicamentos, pois é por meio deles que se verifica a composição presente nos fármacos antes de um lote ser liberado para consumo. Por exemplo, a quantidade de bicarbonato de sódio presente em comprimidos antiácidos é quantificada pela sua reação com um ácido forte, produzindo água, gás carbônico e um sal solúvel. Para realizar esse teste, medem-se a massa inicial do ácido e a do comprimido que irão reagir e, em seguida, a massa final do sistema, após o término da reação. Assim, pela variação de massa durante a reação e por meio da relação entre as massas das substâncias participantes, calcula-se a massa de bicarbonato de sódio no comprimido.

As leis mencionadas que servem de base para os cálculos realizados no teste descrito são, respectivamente:

a) Lei de Dalton e Lei das Proporções Fixas.

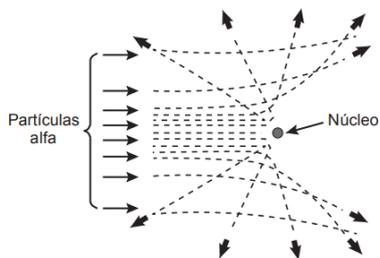
b) Lei de Lavoisier e Lei das Proporções Fixas.

c) Lei de Proust e Lei da Conservação da Matéria.

d) Lei de Lavoisier e Lei das Proporções Múltiplas.

e) Lei de Proust e Lei da Conservação da Matéria.

12 - (BERNOULLI 2021) Entre 1908 e 1909, o alemão Hans Geiger e o britânico Ernest Marsden, orientados por Ernest Rutherford, bombardearam uma fina folha de ouro com partículas alfa. Como era de se esperar, a maioria das partículas atravessava a folha, apresentando pequenos desvios. Algumas, no entanto, surpreendentemente, atingiam a folha e voltavam – era como se uma bala de revólver retornasse ao ser atirada contra uma folha de papel, conforme representado pelo esquema a seguir:



O comportamento das partículas alfa revelou qual característica do átomo?

- a) A existência de partículas positivas aglomeradas na parte central do átomo.
- b) A presença de elétrons no interior do núcleo, preenchendo a eletrosfera.
- c) A existência de orbitais estacionários para comportar os elétrons do átomo.
- d) A presença de cargas positivas e negativas distribuídas uniformemente no átomo.
- e) A existência de um átomo maciço, indivisível e indestrutível.

13 - **(BERNOULLI 2021)** A demonstração da inadequação do modelo de Thomson foi obtida em 1911 por Ernest Rutherford. Contudo, devido às concepções da teoria eletromagnética clássica, em voga na época, surgiram sérias questões a respeito da estabilidade de um átomo desse tipo. ALMEIDA, W. B.; SANTOS H. F. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. Revista Química Nova na Escola, n. 4, maio 2001 (Adaptação). A teoria descrita levantou críticas ao modelo de Rutherford devido

- a) à matéria ser formada por átomos indivisíveis e indestrutíveis.
- b) aos elétrons perderem energia quando em movimento e colidirem com o núcleo.
- c) ao espalhamento de cargas negativas sob a superfície de um núcleo de carga positiva.
- d) à repulsão eletrônica entre as cargas positivas do núcleo e as negativas na eletrosfera.
- e) ao movimento do elétron ser incompatível com a trajetória em espiral realizada por ele.

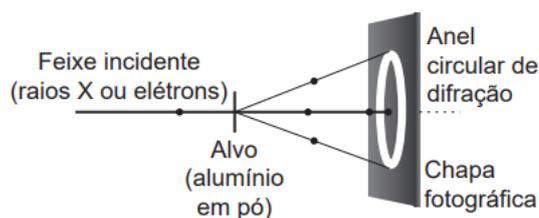
14 - **(BERNOULLI 2021)** Além do experimento com o tubo de Crookes, a descoberta dos raios X no final do século XIX e início do século XX impulsionou pesquisas que contribuíram para

esclarecer questões até então desconhecidas. Em 1896, J. J. Thomson relatou a Royal Society que os raios X descarregavam um eletroscópio, e o aparelho se tornava um bom condutor de eletricidade, o que indica que os íons eram produzidos no interior do próprio gás contido no eletroscópio pelo efeito da radiação.

A principal evidência trazida nesse experimento está relacionada ao fato de

- a) a radiação ser um fenômeno físico.
- b) a matéria apresentar natureza elétrica.
- c) o elétron possuir propriedades ondulatórias.
- d) a matéria e a energia se converterem uma na outra.
- e) o átomo possuir um centro de diâmetro muito pequeno.

15 - **(BERNOULLI 2021)** Um dos experimentos mais importantes da teoria quântica moderna é o de C. J. Davisson e C. H. Kunsman, representado a seguir:



Esse experimento consistiu no bombardeamento de uma superfície metálica por elétrons de baixa energia, de modo a registrar o padrão deles ao serem refletidos em uma chapa fotográfica. Os resultados desse experimento mostraram que os elétrons refletidos se apresentavam em regiões de mínimo e máximo e, mais tarde, o professor W. Elasser considerou que esse comportamento poderia estar relacionado às ideias de De Broglie. CASTILHO, C. M. C. et al. Difração de elétrons de baixa energia (LEED) e a determinação da estrutura atômica de superfícies ordenadas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 4, 2005 (Adaptação). Esse experimento foi um marco importante para o desenvolvimento da teoria atômica moderna, pois

- a) mostra que a posição de um elétron está restrita a determinadas regiões, reforçando a teoria dos orbitais atômicos.
- b) fornece uma evidência experimental para o comportamento ondulatório do elétron, reforçando a tese da natureza dual da matéria.

c) indica que, em um átomo, os elétrons não podem apresentar os quatro números quânticos iguais, reforçando o princípio da exclusão.

d) aponta para a impossibilidade de se conhecer ao mesmo tempo a posição e o momento linear de um elétron, reforçando o princípio da incerteza.

e) apresenta evidências de que os elétrons não têm trajetória determinada dentro de um átomo, reforçando a natureza probabilística do modelo moderno.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	D	C	A	C	E	A	D	E	A	B	C

Exercícios ENEM e Simulados

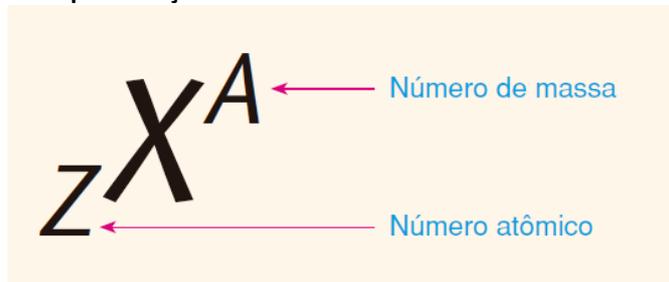
Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	D	B	D	B	A	E	D	E	E	B	A

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	B	B	B

Aula 06: Representação de um átomo, relação entre os átomos, distribuição eletrônica e Números Quânticos

1 - Representação de um átomo:



O número atômico representa o número de prótons e quando o átomo se encontra no estado neutro também representa o número de elétrons.

Já o número de massa representa a soma entre o número de prótons e o número de nêutrons.

Por exemplo: ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ ou ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ indica um átomo de cloro que possui 17 prótons e 18 nêutrons no núcleo. Seu número de massa é, pois $17 + 18 = 35$

2 - Relação entre os átomos:

2.1 Isótopos: são átomos com mesmo número de prótons (Z) e diferente número de massa (A).

Exemplos:



Isótopos de hidrogênio



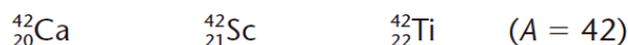
Isótopos de oxigênio

2.2 - Isóbaros: são átomos de diferentes números de prótons (elementos diferentes), mas que possuem o mesmo número de massa (A).

Exemplos:



Isóbaros



Isóbaros

2.3 - Isótonos: são átomos de diferentes números de prótons (elementos diferentes), diferentes números de massa, porém com mesmo número de nêutrons (N).

Exemplos:



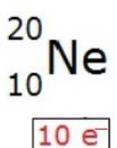
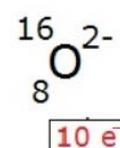
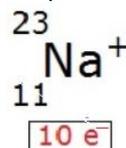
Isótonos

O átomo de cloro tem: $N = A - Z = 37 - 17 = 20 \Rightarrow N = 20$ nêutrons.

O átomo de cálcio tem: $N = A - Z = 40 - 20 = 20 \Rightarrow N = 20$ nêutrons.

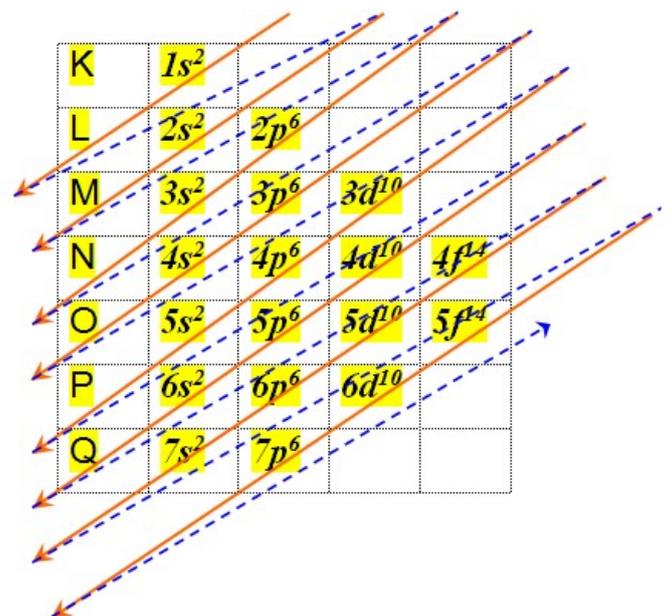
2.4 - Isoeletrônicos: são átomos de diferentes números de prótons (elementos diferentes), diferentes números de massa, diferentes números de nêutrons e com mesmo número de elétrons.

Exemplos:



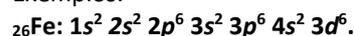
3 - Distribuição Eletrônica:

A distribuição dos elétrons em um átomo neutro pode ser feita pelo diagrama dos níveis energéticos.



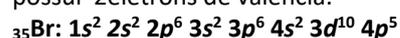
Para fazer a distribuição é só seguir as diagonais de cima para baixo até chegar no número de elétrons que você deseja.

Exemplos:



Detalhe 1: o 6º elétron do subnível 3d (subnível mais energético - final da distribuição) é chamado de elétron de diferenciação.

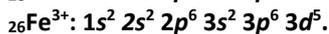
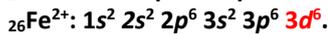
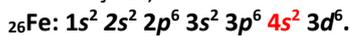
Detalhe 2: a camada de valência, camada mais externa, é a camada de maior número, ou seja, a camada 4 - O ferro por possui 2 elétrons na última camada falamos que o mesmo possui 2 elétrons de valência.



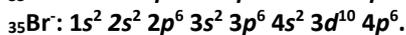
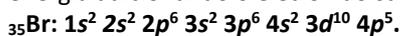
Detalhe 3: o subnível 4p tanto é o subnível mais energético como também o mais externo - A camada de valência do Bromo é a 4ª camada que possui 7 elétrons (2 do subnível s e 5 do subnível p).

Observação: Distribuição eletrônica em íons:

- Em caso de cátions devemos inicialmente fazer a distribuição eletrônica no estado neutro e iniciar a retirada dos elétrons pelo subnível mais externo (destacado em vermelho nas distribuições):



- Em caso de ânions devemos seguir a ordem crescente de energia adicionando o elétron ao subnível mais externo.



4 - Números Quânticos:

4.1 - Principal:

São as sete "escadas" que aparecem no diagrama anterior e onde os elétrons têm um conteúdo de energia crescente. Esses níveis correspondem às sete camadas (K, L, M, N, O, P e Q) do modelo de Rutherford-Bohr. Atualmente, eles são identificados pelo chamado número quântico principal (n), que é um número inteiro, variando de 1 a 7.

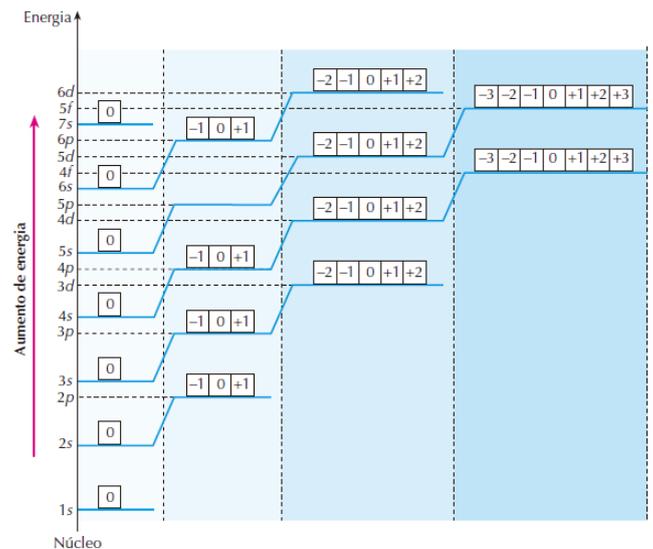
4.2 - Secundário:

São os "degraus" de cada escada existente no diagrama anterior. De cada degrau para o seguinte há, também, aumento no conteúdo de energia dos elétrons. Esses subníveis são identificados pelo chamado número quântico secundário ou azimutal (l), que assume os valores 0, 1, 2 e 3, mas que é habitualmente designado pelas letras s, p, d, f, respectivamente.

Note que, no diagrama anterior, nós já escrevemos um "endereço" sobre cada degrau. Assim, por exemplo, se for mencionada a posição 3p, devemos saber que se trata do segundo degrau da terceira escada, no tocante ao nível de energia.

4.3 - Magnético:

É referente ao orbital do subnível onde se encontra o elétron.



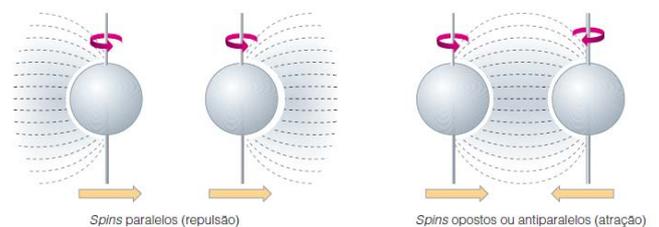
Obs: os elétrons são colocados nos quadrados da esquerda para direita onde primeiro colocamos as setas para cima e depois para baixo.

4.4 - Spin:

Finalmente, cálculos matemáticos provaram que um orbital comporta no máximo dois elétrons.

No entanto, surge uma dúvida: se os elétrons são negativos, por que não se repelem e se afastam?

A explicação é a seguinte: os elétrons podem girar no mesmo sentido ou em sentidos opostos, criando campos magnéticos que os repelem ou os atraem. Essa rotação é conhecida como *spin*:



Daí a afirmação, conhecida como princípio da exclusão de Pauli:

Um orbital comporta no máximo dois elétrons, com *spins* contrários.

Desse modo, a atração magnética entre os dois elétrons contrabalança a repulsão elétrica entre eles.

O *spin* é identificado pelo chamado número quântico de *spin* (M_s ou s), cujos valores são $-1/2$ ou $+1/2$.

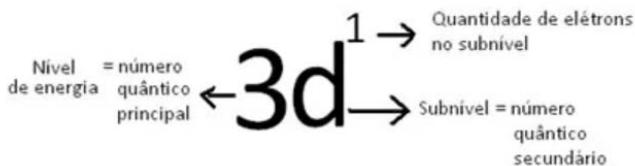
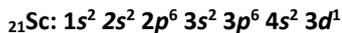
Normalmente, a representação dos elétrons nos orbitais é feita por meio de uma seta:

↑ representa, por convenção, um elétron com *spin* negativo $s = -\frac{1}{2}$

↓ representa, por convenção, um elétron com *spin* positivo $s = +\frac{1}{2}$

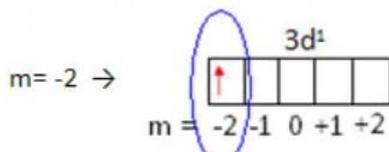
Exemplo:

Quais os números quânticos do elétron mais energético do ${}_{21}\text{Sc}$?



$n = 3$ → porque o nível energético é o terceiro (M);

$\ell = 2$ → porque o subnível é o terceiro (d);



5 - Propriedades Magnéticas:

- Paramagnético: São materiais que possuem elétrons desemparelhados e que, na presença de um campo magnético, alinham-se, fazendo surgir um ímã que tem a capacidade de provocar um leve aumento na intensidade do valor do campo magnético em um ponto qualquer. Esses materiais são fracamente atraídos pelos ímãs.
Ex: Al, NO.

- Diamagnético: São materiais que, se colocados na presença de um campo magnético, têm seus ímãs elementares orientados no sentido contrário ao sentido do campo magnético aplicado. Assim, estabelece-se um campo magnético na substância que possui sentido contrário ao campo aplicado.
Ex: Ne, CO_2 .

- Ferromagnético: As substâncias que compõem esse grupo apresentam características bem diferentes dos materiais paramagnéticos e diamagnéticos. Esses materiais imantam-se fortemente se colocados na presença de um campo magnético. É possível verificar, experimentalmente, que a presença de um material ferromagnético altera fortemente o valor da intensidade do campo magnético. São substâncias ferromagnéticas somente o ferro, o cobalto, o níquel e as ligas que são formadas por essas substâncias.

Exercícios Fundamentais

1 - Considere os átomos genéricos A, B e C. Sabe-se que o número de massa de A é igual a 101, o número de massa de C é 96 e o número atômico de B é 47. Além disso, tem-se o conhecimento de que A é isóbaro de B, B é isótono de C

e o íon C^{2+} é isoeletrônico de A. Sendo assim, quais são os números atômicos dos elementos A e C, respectivamente?

- a) 42 e 40 b) 40 e 42
c) 50 e 52 d) 52 e 50
e) 45 e 47

2 - Um átomo X possui o conjunto de números quânticos do seu elétron mais externo dado por: $n = 4, \ell = 0, m = 0$ e $s = +1/2$ (considerando que o primeiro elétron a ocupar o orbital possui número quântico de spin $+1/2$). Este átomo é isótono de um átomo hipotético Y que possui uma relação com X dada por $A_Y - A_X = 7$. Assinale a alternativa que apresenta o conjunto de números quânticos do elétron mais externo do cátion trivalente do átomo Y.

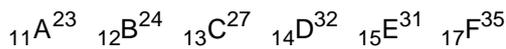
	n	ℓ	m	s
a)	3	2	0	$+1/2$
b)	4	0	0	$-1/2$
c)	3	2	+2	$+1/2$
d)	3	2	-2	$-1/2$

3 - Por terem camada de valência completa, alta energia de ionização e afinidade eletrônica praticamente nula, considerou-se por muito tempo que os gases nobres não formariam compostos químicos. Porém, em 1962, foi realizada com sucesso a reação entre o xenônio (camada de valência $5s^2 5p^6$) e o hexafluoreto de platina e, desde então, mais compostos novos de gases nobres vêm sendo sintetizados. Tais compostos demonstram que não se pode aceitar acriticamente a regra do octeto, na qual se considera que, numa ligação química, os átomos tendem a adquirir estabilidade assumindo a configuração eletrônica de gás nobre. Dentre os compostos conhecidos, um dos mais estáveis é o difluoreto de xenônio, no qual dois átomos do halogênio flúor (camada de valência $2s^2 2p^5$) se ligam covalentemente ao átomo de gás nobre para ficarem com oito elétrons de valência.

Ao se escrever a fórmula de Lewis do composto de xenônio citado, quantos elétrons na camada de valência haverá no átomo do gás nobre?

- a) 6 b) 8 c) 10
d) 12 e) 14

4 - Comparando os elementos abaixo, todos de um mesmo período da tabela periódica, e seguindo as semelhanças atômicas entre eles é **correto** afirmar-se que



- D e E; A e B são isóbaros.
- B e D; D e E são isótopos.
- A e B; D e C são isóbaros.
- D e F; B e C são isótonos.
- A e B; D e F são isótonos.

5 - O ferro (${}_{26}\text{Fe}$) é um dos elementos mais abundantes no universo e tem sido historicamente importante, visto que pode ser utilizado para a produção de aço, de ligas metálicas, como elemento estrutural de pontes e edifícios e uma infinidade de outras aplicações. O átomo de ferro, ao ser energizado, pode formar dois cátions com números diferentes de elétrons: o ferroso e o férrico.

A respeito do ferro e das suas formas iônicas, é **correto** afirmar-se que o cátion

- férrico tem a distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$.
- férrico tem a distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$.
- ferroso tem a distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$.
- férrico tem menos prótons que o átomo de ferro.
- ferroso tem menos elétrons na sua eletrosfera que o cátion férrico.

Exercícios de Aprofundamento

6 - Uma manifestação comum nas torcidas de futebol é a queima de fogos de artifícios coloridos, de acordo com as cores dos times. Para obter a cor vermelha, por exemplo, adiciona-se o cloreto de estrôncio; para azul-esverdeado usa-se o cloreto de cobre II. A cor é característica do metal. Um cátion trivalente apresenta os seguintes números quânticos para o elétron de diferenciação: $n = 3$; $l = 2$; $m_l = +1$. Sabendo-se que esse elétron se encontra desemparelhado, pode-se afirmar que o número atômico desse metal é igual a:

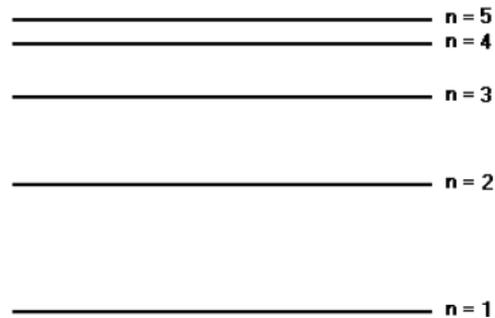
- 27
- 25
- 26
- 21

7 - O fenômeno da supercondutividade de eletricidade, descoberto em 1911, voltou a ser objeto da atenção do mundo científico com a constatação de Bednorz e Müller de que materiais cerâmicos podem exibir esse tipo de comportamento, valendo um prêmio Nobel a esses dois físicos em 1987. Um dos elementos químicos mais importantes na formulação da cerâmica supercondutora é o ítrio: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^1$.

O número de camadas e o número de elétrons mais energéticos para o ítrio, serão, respectivamente:

- 4 e 1.
- 5 e 1.
- 4 e 2.
- 5 e 3.
- 4 e 3.

8 - Considere os níveis de energia e as excitações que podem ocorrer com o elétron mais externo do átomo de lítio.



O número máximo de linhas de absorção é

- 5.
- 6.
- 9.
- 10.
- 14.

9 - De acordo com o "princípio de Aufbau" para a distribuição eletrônica em átomos multieletrônicos, diz-se que um átomo se encontra no seu estado fundamental quando seus elétrons se localizam nos estados de menor energia.

Entre as opções abaixo, aquela coincidente com a de um átomo no seu estado fundamental é:

- $1s^2 2s^1 2p^4$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 4s^2 3d^{10}$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5 4s^2$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^8 4p^2$.

10 -

Cientistas escolhem nomes de 4 novos elementos químicos

Os quatro novos elementos da tabela periódica foram "batizados", em junho de 2016, pela União Internacional de Química Pura e Aplicada. Produzidos artificialmente, eles se chamarão Nihonium (elemento 113), Moscovium (elemento 115), Tennessine (elemento 117) e Oganesson (elemento 118). Esses novos elementos químicos tiveram sua existência confirmada no início de 2016 pela IUPAC e completam a sétima linha da tabela periódica.

Esses quatro novos elementos, neutros e no estado fundamental, têm, em comum, o número de

- elétrons de valência.
- cargas elétricas negativas.
- níveis eletrônicos ocupados.
- partículas nucleares positivas.
- orbitais atômicos preenchidos.

11 - O carbono é uma unidade importante da estrutura de todos os seres vivos e qualquer organismo contém seus três isótopos: os carbonos 12 (${}^{12}\text{C}$), 13 (${}^{13}\text{C}$) e 14 (${}^{14}\text{C}$). O mais abundante é o ${}^{12}\text{C}$ (99%), seguido pelo 13C (cerca de 1%). O

^{14}C é um isótopo extremamente raro e radioativo (elemento cujo núcleo é instável e emite radiação, convertendo-se em um núcleo mais estável de um elemento diferente). Os números acima e à esquerda (12, 13 e 14) são denominados números de massa e correspondem à soma de prótons e nêutrons no núcleo dos átomos de carbono.

Em uma aula de Química, após a explicação do conceito de semelhança atômica (isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos), a professora propôs aos alunos um exercício no qual um átomo genérico A possui número de massa igual a 40 e número atômico 20. Esse átomo é isóbaro de B, o qual, por sua vez, é isótono de C, que possui 45 prótons em seu núcleo e número de massa 60. A distribuição eletrônica do átomo B^{2+} , em ordem crescente de subnível de energia, será

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$.

12 - Ao realizar o experimento de espalhamento das partículas alfa em uma fina lâmina de ouro, Rutherford esperava que todas as partículas atravessassem a lâmina, sofrendo, no máximo, pequenos desvios em sua trajetória. Entretanto, observou-se que uma pequena fração das partículas alfa sofria grandes desvios em relação às suas trajetórias originais. Com os resultados do experimento, Rutherford conseguiu propor um novo modelo para o átomo, que tinha um núcleo muito pequeno e carregado positivamente.

Se a lâmina de ouro fosse substituída por uma de alumínio, o número de partículas alfa que sofreria grandes desvios seria Dado: ouro ($^{197}_{79}\text{Au}$) e alumínio ($^{27}_{13}\text{Al}$)

- maior, já que o alumínio apresenta maior raio atômico que o ouro.
- igual, pois o alumínio e o ouro são elementos metálicos nobres.
- menor, em razão de a carga nuclear do alumínio ser menor que a do ouro.
- maior, pois o alumínio apresenta maior maleabilidade que o ouro.
- menor, uma vez que os átomos de alumínio apresentam instabilidade nuclear.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (SAS 2022) O fenômeno da supercondutividade foi observado pela primeira vez em 1911, pelo físico holandês Heike Onnes, em metais, como chumbo e mercúrio, submetidos a temperaturas próximas do zero absoluto. A principal característica de materiais supercondutores é a baixíssima resistência à passagem de corrente elétrica, ou seja, quase não há perda de energia na forma de calor devido ao efeito Joule. Os elementos mais utilizados na fabricação desses supercondutores apresentam, como subnível mais energético, o subnível p incompleto e com dois elétrons desemparelhados. Considerando as características dos elementos mais usados na produção de supercondutores, o diagrama que melhor representa o provável último elétron é:

-
-
-
-
-

2 - (Bernoulli 2021) O conceito de elemento começou a ser estruturado a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza. Empédocles (490-430 a.C.) usou em suas explicações a ideia de quatro princípios ou elementos primordiais: terra, água, ar e fogo. Atualmente, o conceito de elemento químico constitui uma classe de átomos formada pelos diferentes núclídeos, ou seja, é o tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico, e as substâncias são entendidas como as diferentes formas de associação dos elementos.

Na tabela a seguir, estão apresentadas diferentes espécies químicas:

Item	Espécie química
I	^3_1H
II	^3_2He
III	$^{12}_6\text{C}$
IV	$^{13}_6\text{C}$
V	$^{14}_7\text{N}$
VI	$^{16}_8\text{O}^{2-}$
VII	$^{19}_9\text{F}^-$

As espécies apresentadas que constituem um par de isótonos são:

- I e II.
- III e IV.
- IV e V.
- V e VI.
- VI e VII.

3 - (Bernoulli 2021) O hexafluoreto de urânio, UF_6 , é um composto cujo principal uso está na separação das duas principais variedades de urânio: o ^{238}U , que não sofre fissão nuclear facilmente, do ^{235}U , que é usado nos reatores de fissão nuclear. Mais de 90% do urânio enriquecido é obtido por difusão gasosa ou ultracentrifugação gasosa do UF_6 . Na difusão gasosa, o gás UF_6 é forçado a se difundir, sob pressão, através de membranas porosas. As moléculas de $^{235}\text{UF}_6$ sofrem difusão mais rapidamente do que as moléculas de $^{238}\text{UF}_6$. Considerando as variedades do elemento descrito, ambas possuem o mesmo número de

- massa.
- prótons.
- elétrons.
- nêutrons.
- pósitrons.

4 - (Bernoulli 2021) Sempre que um elemento apresentar um ou mais elétrons desemparelhados (orbitais semipreenchidos), a esse elemento será atribuído um caráter paramagnético. Os elementos paramagnéticos interagem com

campos magnéticos, pois há possibilidade de orientação dos spins dos elétrons desemparelhados com o campo externo. Quanto mais elétrons desemparelhados em uma espécie, mais fortes serão as forças de atração. Um exemplo de elemento que será atraído por um campo magnético apresenta configuração eletrônica representada por:

- A** 1s 2s 2p
- B** 1s 2s 2p 3s
- C** 1s 2s 2p 3s 3p
- D** 1s 2s 2p 3s 3p
- E** 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d

5 - (Bernoulli 2021) Quando amostras de gelo são recolhidas de calotas glaciais ou de geleiras que foram formadas há milhares de anos, elas fornecem uma linha do tempo das mudanças atmosféricas, baseando-se na quantidade de ${}^6\text{C}^{14}$ apresentada por elas. Essa espécie é formada nas camadas superiores da atmosfera onde átomos de ${}^7\text{N}^{14}$ são bombardeados por nêutrons contidos nos raios cósmicos. A datação radioativa utilizando carbono-14 auxilia na compreensão do passado do nosso planeta e pode ajudar a prever o que acontecerá com a Terra no futuro.

As duas espécies mencionadas são denominadas

- a) isóbaras. b) isótopas. c) isótonas.
 d) alótropas. e) isoeletrônicas.

6 - (SAS 2021) A técnica do radiocarbono é hoje largamente utilizada em arqueologia e antropologia para a determinação da idade aproximada dos mais diversos artefatos. Essa técnica de datação por meio da medida do decaimento radioativo do carbono-14 (${}^{14}\text{C}$) foi desenvolvida por Willard Frank Libby (1908-1980), em 1946, o que lhe valeu o Prêmio Nobel de Química de 1960.

A técnica descrita utiliza um

- a) isômero do carbono, que apresenta o mesmo número de nêutrons que o carbono-12.
 b) alótropo do carbono, que possui uma estrutura química diferente do carbono mais estável.
 c) isótopo do carbono, que apresenta maior massa que o carbono mais abundante no planeta.
 d) isóbaro do carbono, que apresenta a mesma quantidade de elétrons que o carbono mais estável.
 e) isótono do carbono, que possui uma maior quantidade de prótons que a espécie mais abundante.

7 - (ENEM 2018 1ª Aplicação): Na mitologia grega, Nióbia era a filha de Tântalo, dois personagens conhecidos pelo sofrimento. O elemento químico de número atômico (Z) igual a 41 tem propriedades químicas e físicas tão parecidas com as do elemento de número atômico 73 que chegaram a ser

confundidos. Por isso, em homenagem a esses dois personagens da mitologia grega, foi conferido a esses elementos os nomes de nióbio (Z = 41) e tântalo (Z = 73). Esses dois elementos químicos adquiriram grande importância econômica na metalurgia, na produção de supercondutores e em outras aplicações na indústria de ponta, exatamente pelas propriedades químicas e físicas comuns aos dois.

A importância econômica e tecnológica desses elementos, pela similaridade de suas propriedades químicas e físicas, deve-se a

- a) terem elétrons no subnível f.
 b) serem elementos de transição interna.
 c) pertencerem ao mesmo grupo na tabela periódica.
 d) terem seus elétrons mais externos nos níveis 4 e 5, respectivamente.
 e) estarem localizados na família dos alcalinos terrosos e alcalinos, respectivamente.

8 - (Bernoulli 2020) Os cosméticos labiais apresentam pigmentos inorgânicos que são responsáveis pela sua coloração, maleabilidade, fixação e durabilidade. No entanto, esses pigmentos, constituídos principalmente de elementos metálicos, nem sempre apresentam a pureza adequada e, assim, acabam misturados a elementos metálicos tóxicos, como o cádmio, Z = 48, que é um metal pesado.

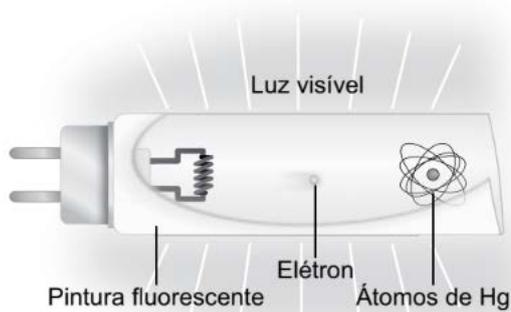
Considerando o estado fundamental e neutro, quantos elétrons o metal pesado mencionado apresenta na camada de valência?

- a) 2 b) 6 c) 8
 d) 18 e) 32

9 - (Bernoulli 2020) O consumo de lâmpadas fluorescentes no Brasil aumentou significativamente a partir de 2001, quando ocorreu o apagão elétrico e as lâmpadas incandescentes começaram a ser substituídas.

As lâmpadas fluorescentes são tubos selados de vidro, preenchidos com gás inerte, comumente o argônio, e com vapor de mercúrio, sob baixa pressão. O interior do tubo é revestido com uma poeira fosforosa e contém dois eletrodos conectados a um circuito elétrico.

A figura a seguir ilustra a estrutura interna de uma lâmpada fluorescente:



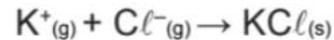
Ao acender uma lâmpada fluorescente, os filamentos se aquecem e emitem elétrons; esse processo promove o início da ionização do gás, tornando-o condutor. Elétrons e íons passam a colidir com os átomos de mercúrio, com emissão de radiação ultravioleta. É necessário, no entanto, converter essa energia em luz visível. Dessa forma, usa-se o material fosforoso que reveste o tubo para a conversão da radiação ultravioleta em luz branca.

A proposta que melhor explica a conversão da radiação ultravioleta em luz branca, numa lâmpada fluorescente, é:

- Elétrons excitados no átomo de mercúrio, ao retornarem para níveis inferiores de energia, emitem fótons de ultravioleta, que ionizam átomos do revestimento fosforoso, com emissão de luz branca.
- Transições eletrônicas nos átomos de mercúrio fornecem fótons de ultravioleta, que excitam elétrons dos átomos do material fosforoso, os quais, ao retornarem para níveis inferiores de energia, emitem fótons de radiação visível.
- A radiação ultravioleta emitida pelo mercúrio provoca a reação entre os elementos que constituem o material fosforoso, tendo, como consequência, a emissão de radiação na região do visível.
- Fótons da radiação ultravioleta, emitidas pelos átomos de mercúrio, ionizam os átomos dos eletrodos metálicos conectados ao circuito elétrico, que passam a emitir fótons com comprimentos de onda de luz visível.
- Átomos de mercúrio emitem fótons de ultravioleta, que fornecem energia para transições de elétrons de níveis superiores para estados de menor energia, e o calor gerado promove emissão de fótons de radiação visível.

10 - (Bernoulli 2020) O cloreto de potássio (KCl) é utilizado no tratamento de coágulos sanguíneos e na prevenção de acidentes vasculares cerebrais (AVC). Ele, também, diminui a ansiedade e é importante no processo metabólico de vários

nutrientes, além de auxiliar no tratamento de diabetes, pois regula o teor de açúcar no sangue. Trata-se de um composto iônico, já que é formado por cátions de um elemento de baixa energia de ionização e ânions de um elemento com alta afinidade por elétrons, conforme representado na equação seguinte:



Considere as espécies que constituem o composto químico descrito no texto. O motivo pelo qual o raio iônico do cátion é menor que o do ânion se deve ao

Dados: ${}_{17}Cl^{35.5}$; ${}_{19}K^{39}$

- maior número de prótons no núcleo do cátion.
- maior carga nuclear efetiva no núcleo do ânion.
- maior número de nêutrons no núcleo do cátion.
- menor número de elétrons presentes na eletrosfera do ânion.
- menor volume ocupado por um mol de átomos desse cátion no estado gasoso.

11 - (Hexagono 2020) Filtração é o nome dado ao processo físico que divide determinadas misturas em duas ou mais partes. Para este método, são utilizados aparatos chamados de filtros, que podem variar em diversos tamanhos, diâmetros, espessuras ou comprimentos. Dependendo de seu diâmetro e do material do qual é feito, pode separar espécies iônicas.

Considere um filtro feito a partir de membranas poliméricas, cujo os diâmetros de suas fibras equivalem a 1 nm (nanômetro) e sua retenção se aplique a íons divalentes.

Para uma solução aquosa preparada com sais solúveis de sódio ($z = 11$), magnésio ($z = 12$), alumínio ($z = 13$), potássio ($z = 19$) e cálcio ($z = 20$), a nanofiltração aplicada a esse sistema causaria retenção somente nos íons dos metais

- alumínio e potássio.
- magnésio e cálcio.
- magnésio e sódio.
- cálcio e alumínio.
- sódio e alumínio.

12 - (Thiago Magalhães 2022) O magnetismo molecular é uma área de pesquisa interdisciplinar relativamente nova que pode ser considerada uma evolução da magnetoquímica.¹ As possibilidades de atuação neste tema são amplas e pesquisadores de diversas especialidades estão trabalhando cada vez mais em conjunto. No paramagnetismo uma molécula sofre leve atração por um campo magnético externo.

Qual das moléculas abaixo possui comportamento paramagnético?

- CO.
- CO₂.
- N₂.
- NO.
- HF.

Dados: Números Atômicos: C = 6; O = 8; N = 7; H = 1 e F = 9

13 - (Hexagono 2017) Primeiro, em relação àquilo a que chamamos água, quando congela, parece-nos estar a olhar para algo que se tornou pedra ou terra, mas quando derrete e se dispersa, esta torna-se bafo e ar; o ar, quando é queimado, torna-se fogo; e, inversamente, o fogo, quando se contrai e se extingue, regressa à forma do ar; o ar, novamente concentrado e contraído, torna-se nuvem e nevoeiro, mas, a partir destes estados, se for ainda mais comprimido, torna-se água corrente, e de água torna-se novamente terra e pedras; e deste modo, como nos parece, dão geração uns aos outros de forma cíclica.

Do ponto de vista da ciência moderna, os “quatro elementos” descritos por Platão correspondem, na verdade, às fases sólida, líquida, gasosa e plasma da matéria. As transições entre elas são hoje entendidas como consequências macroscópicas de transformações sofridas pela matéria em escala microscópica.

Excetuando-se a fase de plasma, essas transformações sofridas pela matéria, em nível microscópico, estão associadas a uma:

- troca de átomos entre as diferentes moléculas do material.
- transmutação nuclear dos elementos químicos do material.
- redistribuição de prótons entre os diferentes átomos do material.
- mudança na estrutura espacial formada pelos diferentes constituintes do material.
- alteração nas proporções dos diferentes isótopos de cada elemento presente no material.

14 - (Poliedro 2018)

Água encontrada em Marte não é igual à água que temos na Terra

Hoje, o planeta Marte perdeu cerca de 87% de água líquida, por evaporação, e o que sobrou é, em grande parte, composto de HDO, ou água semipesada, e não pela nossa conhecida H₂O.

A água semipesada, também chamada de água deuterada, é um composto com fórmula HDO, no qual D indica um átomo de deutério, isótopo do hidrogênio (H), conhecido como hidrogênio pesado. A diferença entre os dois átomos está no núcleo: enquanto o núcleo do hidrogênio (H) contém um próton e nenhum nêutron, o do hidrogênio pesado (D) contém um próton e um nêutron.

Assim, a razão para que, na superfície de Marte, exista mais água semipesada (HDO) do que água normal (H₂O) se deve

- à maior massa da água semipesada, implicando um maior ponto de fusão.
- à maior facilidade de fusão da água semipesada.
- à menor temperatura de ebulição da água semipesada.
- à maior temperatura de sublimação da água normal.
- à maior massa da água semipesada, dificultando a evaporação.

15 - (FB 2018) No final do século XIX, o nióbio começou a ser usado nos filamentos de lâmpadas, até descobrirem que o

tungstênio é mais resistente. A partir dos anos 1930, começaram a surgir pesquisas indicando que misturar nióbio com ferro era uma boa ideia. Mas, para usá-lo em escala industrial, era preciso encontrar uma boa quantidade desse metal. O Brasil possui quase toda a reserva mundial de nióbio. A partir das configurações eletrônicas dos três elementos citados, é possível afirmar que eles apresentam

- Dados: W (Z = 74); Fe (Z = 26); Nb (Z = 41)
- a mesma camada eletrônica de valência.
 - o mesmo período da classificação periódica.
 - o mesmo grupo da classificação periódica.
 - a mesma reatividade frente à água.
 - a mesma classificação como metais de transição.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	C	C	E	A	B	B	B	D	C	D	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	C	B	C	A	C	C	A	B	A	B	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	D	E	E

Aula 07: Radioatividade

1 – O que Radioatividade?

São emissões liberadas pelo núcleo de um átomo em busca da estabilidade.

2 - Como identificar se um elemento é radioativo?

Deve apresentar número atômico igual ou superior a 84 - Quando um elemento é radioativo todos os isótopos são radioativos, exemplo: O urânio possui número atômico igual a 92, logo, independentemente se teremos urânio - 235 ou urânio - 238 eles serão radioativos (radioisótopos).

Detalhe 1: todo elemento não radioativo (número atômico < 84) irá permitir um radioisótopo, normalmente o de maior número de massa, exemplo: o carbono possui número atômico igual a 6 não sendo um elemento radioativo, mas o carbono-14 é um radioisótopo.

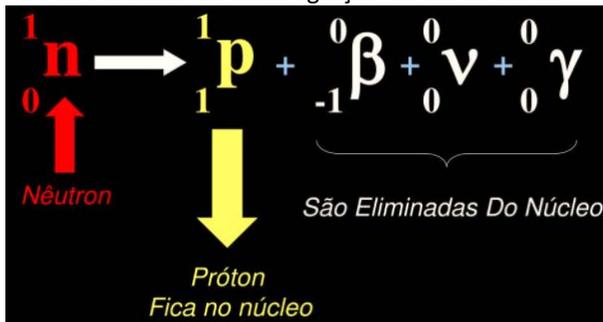
3 – Quais as emissões radioativas?

Radiação	Característica	Massa relativa	Carga relativa	Poder de penetração	Representação
Alfa	Semelhante ao núcleo do átomo de Hélio	4	2+	Pequeno	${}^4_2\alpha$ ou ${}^4_2\text{He}$
Beta	Elétron	0	1-	Médio	${}^0_{-1}\beta$ ou ${}^0_{-1}e$
Gama	Ondas eletromagnéticas	0	0	Grande	${}^0_0\gamma$

Detalhe 2: Qual a origem de cada emissão?

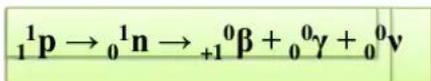
- Alfa: por ser constituída pelos próprios componentes do núcleo (prótons e nêutrons) a emissão alfa é parte do próprio núcleo.

- Beta: é oriunda da desintegração de um nêutron:

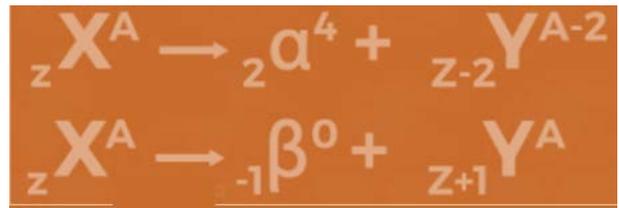


- Gama: é emitida juntamente com as outras emissões radioativas e por se tratar de energia sua liberação permite a estabilidade do núcleo.

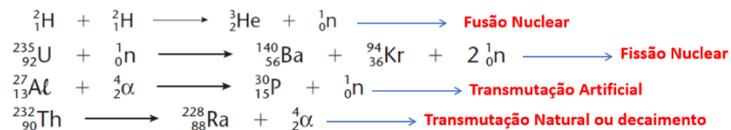
Obs: o pósitron (${}^0_{+1}\beta$) é a anti-partícula oriunda da desintegração de um próton:



4 - Leis da radioatividade:



5 – Reações Nucleares:

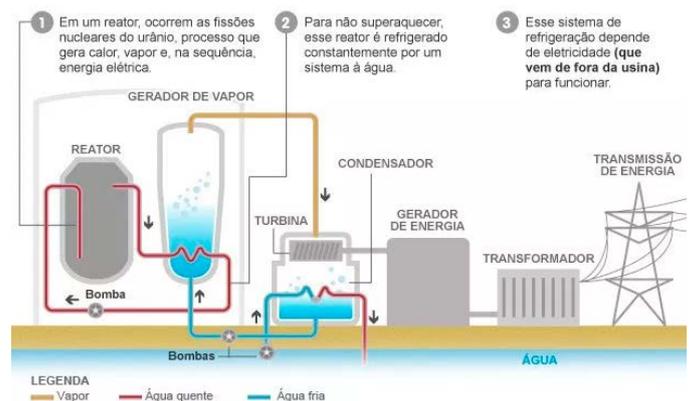


Como funciona a reação em cadeia?

Exemplo: um núcleo de urânio ao sofrer fissão irá liberar 3 neutros que por sua vez quebram 3 núcleos de urânio liberando nove nêutrons que irão quebrar outros nove núcleos de urânio e assim por diante.

Energia Nuclear: aplicação do processo de fissão na produção de energia elétrica:

- Como Funciona?



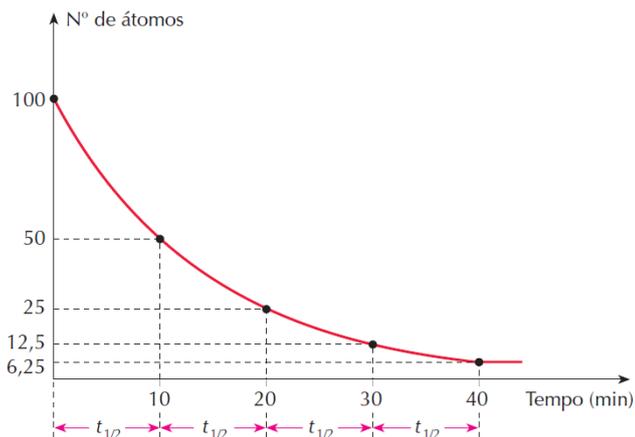
- Pontos positivos e negativos da usina nuclear:

Positivos: Energia limpa; energia concentrada; não depende de fatores climáticos; menor custo com transmissão; ocupa pequena área.

Negativos: Fonte não-renovável; poluição térmica; elevado custo; risco de acidente; lixo nuclear

6 - Tempo de meia-vida:

Tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração (P) é o tempo necessário para desintegrar a metade dos átomos radioativos existentes em uma dada amostra.

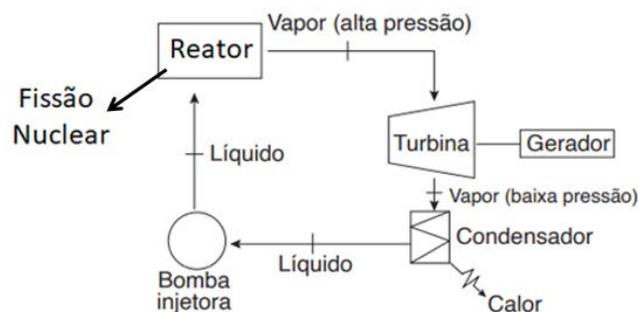


Detalhe 3: O tempo de meia-vida é uma característica de cada radioisótopo e independe da pressão, da temperatura e do composto químico no qual o radioisótopo esteja presente ou que ele venha a estar formando.

Como funciona a datação pelo C-14? O carbono-14 é um isótopo radioativo natural do elemento carbono. Ele é formado nas camadas superiores da atmosfera onde os átomos de nitrogênio-14 são bombardeados por nêutrons contidos nos raios cósmicos, reagindo com o oxigênio do ar formando dióxido de carbono ($^{14}\text{CO}_2$) que é absorvido por vegetais e seres vivos. A quantidade de carbono-14 manteve-se a mesma nos últimos 20.000 anos. O teor de carbono-14 também é constante nos vegetais e animais. Enquanto vivos, cerca de 15 desintegrações por minuto e por grama de carbono total, no entanto, quando o vegetal ou animal morre, cessa a absorção de CO_2 com carbono 14, e começa o decaimento beta do carbono-14. Nesse decaimento, após 5.730 anos, a radioatividade reduzirá para a metade. Desse modo, medindo a radioatividade residual do fóssil, podemos determinar a sua idade.

Exercícios Fundamentais

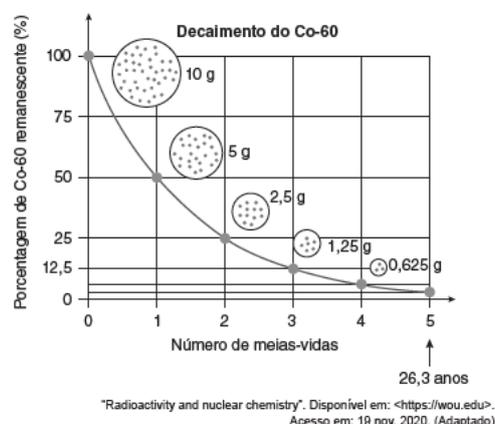
1 – Atualmente a energia nuclear corresponde a 1,2% da matriz energética brasileira. A geração de energia elétrica dessas centrais é baseada no processo de fissão nuclear do U-235. O esquema apresentado ilustra o funcionamento de uma central de fissão, em que a energia da fissão nuclear é responsável por transformar o líquido em vapor, que se expande na turbina, e gera energia elétrica.



Com base no diagrama e no texto, conclui-se que, em centrais de fissão nuclear, o(s)

- combustíveis nucleares utilizados são fontes primárias de energia renováveis.
- processo ocorre com maior eficiência quando utilizado uma maior concentração de O_2 .
- processos estão baseados na conversão direta de energia térmica em energia elétrica.
- processos de conversão de energia térmica em energia elétrica ocorrem em apenas uma central de fissão nuclear.
- processos de geração de energia elétrica estão baseados nas conversões das energias térmica em mecânica e de mecânica em elétrica.

2 - A técnica de irradiação alimentar corresponde a um processo físico de tratamento em que o produto já embalado ou a granel é submetido a doses controladas de radiação ionizante com finalidade sanitária, fitossanitária e ou tecnológica. O cobalto-60, utilizado na irradiação alimentar, é fabricado artificialmente em laboratório pelo bombardeamento do isótopo 59 com nêutrons. Um parâmetro que caracteriza um radionuclídeo é sua meia-vida, e o decaimento do Co-60 é ilustrado pelo gráfico.



Considerando o gráfico, uma meia-vida do Co-60 é equivalente a

- 50%, pois esse valor indica a quantidade de cobalto remanescente após 1 ano.
- 5,26 anos, pois esse é o tempo necessário para que a

massa reduza de 10 g para 5 g.

- c) 5 g, pois amostras com esse valor de massa se desintegram pela metade em $t = 1$ ano.
 d) 26,3 anos, pois é após esse período que a quantidade de cobalto se torna desprezível (0,625 g).
 e) 1, pois esse é o número de meia-vida necessário para que sua porcentagem remanescente seja de 50%.

3 - As usinas nucleares se utilizam da fissão nuclear de um átomo como os de urânio para gerar energia na forma de calor. O calor produzido durante a fissão nuclear no núcleo do reator é usado para vaporizar a água, que movimenta as pás de uma turbina. À medida que as pás da turbina giram, elas acionam geradores que produzem eletricidade. As usinas nucleares resfriam o vapor de volta à água líquida em uma estrutura separada na usina chamada torre de resfriamento. Essa estrutura utiliza águas de mananciais como as de lagoas, rios ou oceano para o processo de resfriamento e, posteriormente, despeja essas águas de volta à fonte de onde vieram. A água resfriada é então reutilizada para produzir mais vapor.

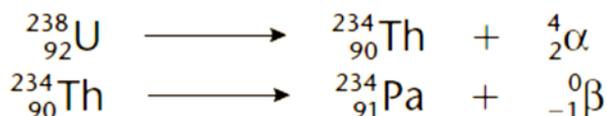
Disponível em: www.eia.gov. Acesso em: 15 abr. 2020 (adaptado).

Mesmo sabendo que a produção de energia elétrica a partir de energia nuclear ser considerada um método de baixo impacto ambiental, esse tipo de processo ainda atinge o ambiente de forma negativa devido

- a) aos materiais radioativos particulados existentes nas águas evacuadas.
 b) aos gases responsáveis pelo efeito estufa que são gerados junto aos vapores.
 c) à diminuição de oxigênio nos rios, lagos e oceanos, causada pelo despejo das águas quentes da usina.
 d) à inundação de áreas verdes, causadas pelo alto nível de reservatório de água que precisa ser mantido.
 e) à ejeção de radiação eletromagnética prejudiciais à natureza, geradas pelos materiais radioativos da usina.

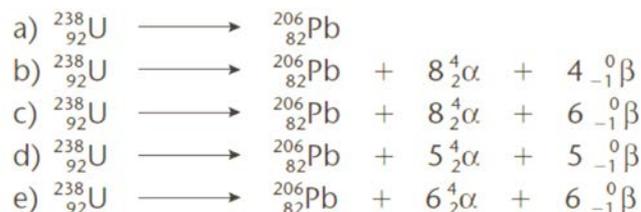
4 - As aplicações da radioatividade vão desde o diagnóstico e combate de doenças, até a obtenção de energia ou a fabricação de artefatos bélicos.

Duas emissões radioativas típicas podem ser representadas pelas equações:



A radiação α é o núcleo do átomo do hélio, possuindo 2 prótons e 2 nêutrons, que se desprende do núcleo do átomo radioativo. A radiação β é um elétron, proveniente da quebra de um nêutron, formando também um próton, que permanece no núcleo.

A equação que representa o decaimento radioativo do isótopo ${}^{238}\text{U}$ até o isótopo estável ${}^{206}\text{Pb}$ é:



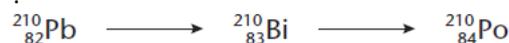
5 - No estado do Novo México, nos Estados Unidos, em 6 de julho de 1945, foi detonada a primeira bomba atômica. Ela continha aproximadamente de 6 kg de plutônio e explodiu com a força de 20000 toneladas do explosivo TNT (trinitrotolueno). A energia nuclear, no entanto, também é utilizada com objetivos mais nobres como tratar doenças, através de terapias de radiação.

Em relação à energia nuclear podemos afirmar que

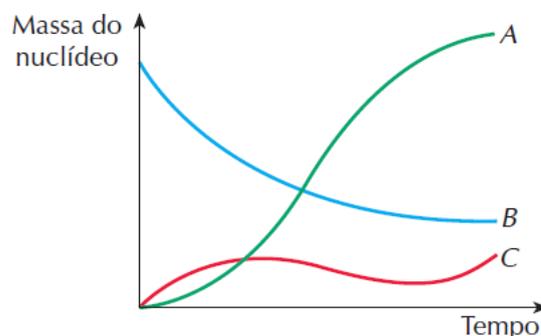
- a) Raios α (alfa) possuem uma baixa penetração na matéria, e os núcleos que emitem essas partículas perdem duas unidades de número atômico e quatro unidades de massa.
 b) Raios α (alfa) são formados por um fluxo de átomos de hélio, combinações de dois prótons e dois nêutrons.
 c) Raios γ (gama) são uma forma de radiação eletromagnética, que não possui massa ou carga, sendo, portanto, menos penetrantes que as partículas α (alfa) ou β (beta).
 d) Partículas β (beta) são elétrons ejetados a altas velocidades de uma eletrosfera radioativo e possuem uma massa muito menor que a massa de um átomo.
 e) Partículas β (beta) são mais penetrantes que as partículas γ (gama), e a perda de uma única dessas partículas produz aumento de uma unidade no número atômico do núcleo que a emitiu.

Exercícios de Aprofundamento

6 - Observe a sequência de decaimento radioativo para o ${}_{82}^{210}\text{Pb}$:



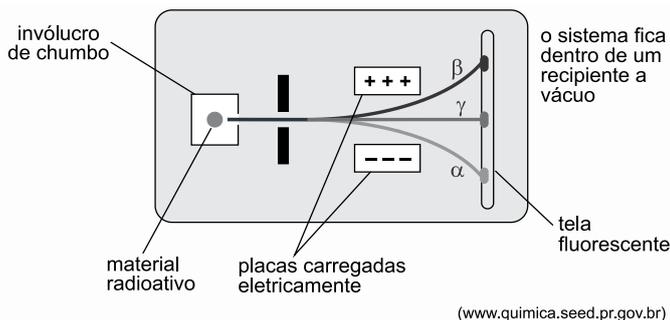
Considere também o gráfico que relaciona massa do nuclídeo x tempo.



As curvas A, B e C correspondem, respectivamente, a

	Curva A	Curva B	Curva C
a)	${}^{210}_{82}\text{Pb}$	${}^{210}_{83}\text{Bi}$	${}^{210}_{84}\text{Po}$
b)	${}^{210}_{84}\text{Po}$	${}^{210}_{82}\text{Pb}$	${}^{210}_{83}\text{Bi}$
c)	${}^{210}_{83}\text{Bi}$	${}^{210}_{82}\text{Pb}$	${}^{210}_{84}\text{Po}$
d)	${}^{210}_{84}\text{Po}$	${}^{210}_{83}\text{Bi}$	${}^{210}_{82}\text{Pb}$
e)	${}^{210}_{82}\text{Pb}$	${}^{210}_{84}\text{Po}$	${}^{210}_{83}\text{Bi}$

7 - A figura mostra os três tipos de radiação resultantes da desintegração de elementos radioativos naturais.



- Com base no referido experimento podemos concluir que
- gama possui natureza de partícula pelo fato de não sofrer desvio diante de um campo elétrico.
 - a emissão alfa possui natureza de uma onda eletromagnética.
 - a emissão beta por não apresentar massa possui natureza negativa.
 - o invólucro de chumbo é importante para evitar a contaminação via radiação por apresentar alta densidade.
 - não havia necessidade do uso da tela fluorescente uma vez que as emissões radioativas possuem muita energia.

8 - A descoberta de um fóssil é um momento de realização para os arqueólogos, daí se começa o processo de datação do achado e, quanto mais antiga for a relíquia, maior será seu valor para a paleontologia. A datação de um fóssil pode ser feita com base no percentual já conhecido do carbono-14 (${}^{14}\text{C}$) em relação ao Carbono-12 (${}^{12}\text{C}$) da matéria viva (sem decomposição). O C - 14 é formado continuamente na atmosfera e é resultante do processo de bombardeio de raios cósmicos. Ele entra no processo de fotossíntese e, em consequência disso, todos os seres vivos possuem em sua composição geral certa porcentagem de ${}^{14}\text{C}$, ainda que em pequena quantidade. Quando o ser vivo morre, inicia-se uma diminuição da quantidade de carbono-14 devido à sua desintegração radiativa.

Um arqueólogo verificou que, em um determinado fóssil, o nível de sua radioatividade devido ao carbono-14 era $1/20$ da quantidade habitual de C-14. Sabendo-se que a meia-vida do

isótopo de ${}^{14}\text{C}$ é de $5,73 \cdot 10^4$ anos, a idade, em anos, do fóssil, é aproximadamente igual a

Dado: $\log 2 = 0,3$

- $5,3 \cdot 10^4$.
- $4,6 \cdot 10^4$.
- $3,4 \cdot 10^5$.
- $2,5 \cdot 10^5$.
- $1,7 \cdot 10^6$.

9 - **CÉSIO-137: 30 ANOS DA MAIOR TRAGÉDIA RADIOATIVA DO BRASIL [...]** Após emitir radiação por um tempo determinado, todo o césio se transforma no elemento bário ($Z = 56$). Para se ter uma ideia do tempo que isso demora para acontecer, usa-se um parâmetro chamado meia-vida, que indica quanto tempo determinada quantidade de um elemento radioativo tem sua atividade radioativa diminuída pela metade. No caso do ${}^{137}\text{Cs}$, esse tempo é de aproximadamente trinta anos, coincidentemente o mesmo tempo que se passou desde o acidente até os dias de hoje. [...] Estima-se que, para que não haja mais perigo radioativo decorrente do elemento césio, é preciso que se passe cerca de 300 anos. Na transição entre Césio e Bário, ocorre emissão tipo (beta) e (gama). As partículas β (que podem ser contidas por uma placa metálica, plástica ou de madeira) têm um poder de penetração bem menor do que a radiação γ (que só pode ser barrada por grossas paredes de concreto ou chumbo). Como a radiação tem alto poder de penetração, esta é potencialmente mais perigosa que as demais emissões.

A análise do texto permite inferir que

- a relação entre a massa final e a massa inicial de césio-137, após cinco meias-vidas, é $0,03125$.
- todo o césio-137, após 300 anos, sofreu decaimento, transformando-se em bário.
- não haverá mais perigo radioativo decorrente do elemento césio se restar apenas $0,0156$ da massa inicial.
- a massa do novo elemento, na transformação de césio-137 em bário, será igual a 138.
- não há, nos dias atuais, mais perigo de contaminação das pessoas pelo césio-137.

10 - Bomba de hidrogênio ou bomba H são termos que se referem a uma bomba termonuclear de dois estágios – ela também é, portanto, uma arma nuclear. Nesse tipo de arma, uma bomba atômica tradicional serve como primeiro estágio para, então, causar uma explosão ainda maior. A bomba envolve dois processos nucleares diferentes: a fissão e a fusão. No primeiro estágio, acontece a fissão nuclear. [...] No caso da bomba H, esse processo de fissão nuclear ainda desencadeia outra explosão, ainda mais potente do que a primeira. Nesse segundo estágio, acontece o processo de fusão nuclear. Uma bomba de hidrogênio usa pequenas quantidades de deutério (D) ou trítio (T), tipos de hidrogênio, que são comprimidos, resultando na fusão.

Dados: $Z(\text{H}) = 1$; $A(\text{H}) = 1$; $A(\text{D}) = 2$ e $A(\text{T}) = 3$.

Sobre os dados apresentados no texto, depreende-se que

- a) a explosão da bomba de hidrogênio não deixa lixo radioativo.
- b) a fissão nuclear que ocorre na bomba H origina o hidrogênio prótico.
- c) a fissão nuclear forma nuclídeos com maiores massas e mais estáveis.
- d) a fusão nuclear que acontece na bomba H origina gás hélio.
- e) o deutério e o trítio são os isômeros menos estáveis do elemento químico hidrogênio.

11 - Considere as seguintes afirmativas:

- I. O poder de penetração da radiação alfa (α) é maior que o da radiação gama (γ).
- II. A perda de uma partícula beta (β) por um átomo ocasiona a formação de um átomo de número atômico maior.
- III. A emissão de radiação gama a partir do núcleo de um átomo não altera o número atômico e o número de massa deste átomo.
- IV. A desintegração de ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ a ${}^{214}_{83}\text{Bi}$ envolve a emissão consecutiva de três partículas alfa (α) e duas betas (β).

Das afirmativas apresentadas estão corretas apenas:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) II e IV.

12 -

Em um dos métodos empregados na datação de amostras de rochas trazidas da Lua pelo vôo da Apollo 11, usou-se a razão potássio-40/argônio-40, baseada no decaimento com emissão de pósitron, do ${}^{40}\text{K}$ ($t_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9$ anos). Uma das amostras examinadas

deu uma razão molar $\frac{{}^{40}\text{K}}{{}^{40}\text{Ar}}$ de $\frac{1}{7}$. Qual é a idade da amostra lunar?

- a) $1,3 \cdot 10^9$ anos
- b) $0,65 \cdot 10^9$ anos
- c) $2,6 \cdot 10^9$ anos
- d) $3,9 \cdot 10^9$ anos
- e) $5,2 \cdot 10^9$ anos

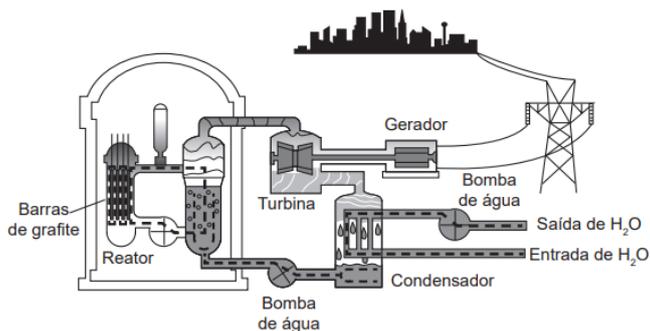
Exercícios ENEM e Simulados

1 - **(Hexagono 2018)** A reação nuclear é a modificação da composição do núcleo atômico de um elemento, podendo transformar-se em outro ou outros elementos, por exemplo, entre um núcleo de urânio-235 e um nêutron com energia adequada. Desta reação são formados, com maior probabilidade, os nuclídeos criptônio-91 e bário-142, além de três nêutrons que permitem que a reação prossiga em cadeia. O urânio-235 ocorre na natureza e decai em várias etapas, através de transmutações sucessivas e formação de vários radionuclídeos intermediários, com meias-vidas que variam de fração de segundos a séculos, e com emissão de radiação em cada etapa. Este processo recebe o nome de série radioativa do urânio-235, a qual termina com a formação do isótopo estável de chumbo-207, gerado na última etapa, a partir do decaimento por emissão de partícula alfa de um elemento radioativo com meia-vida de $5 \cdot 10^{-3}$ segundos.

Para que a atividade do nuclídeo gerador do chumbo-207 diminua para 6,25% de seu valor inicial, são necessários que transcorram, em segundos:

- a) $1 \cdot 10^{-3}$.
- b) $2 \cdot 10^{-2}$.
- c) $2 \cdot 10^{-3}$.
- d) $5 \cdot 10^{-2}$.
- e) $5 \cdot 10^{-3}$.

2 - **(SAS 2022)** A energia nuclear é a opção mais eficiente a ser empregada na produção de energia elétrica em países cujos recursos naturais são limitados, pois apresenta uma boa relação custo-benefício quanto à eficiência energética: pode-se produzir uma grande quantidade de energia elétrica a partir de uma pequena massa de material radioativo. A ilustração a seguir representa o esquema estrutural de uma usina nuclear.



Esse processo de produção de energia elétrica procede das reações de

- a) oxirredução, em que ocorre transferência de elétrons dos átomos radioativos para os átomos de carbono grafite, gerando a corrente elétrica.
- b) fissão nuclear, em que átomos leves são fissionados por neutrinos, produzindo átomos menores e liberando elétrons que produzirão a corrente elétrica.
- c) fusão nuclear, em que átomos de hidrogênio provenientes da decomposição da água se fundem emitindo elétrons que formarão uma corrente elétrica.
- d) fusão nuclear, em que átomos leves se fundem liberando grande quantidade de energia em forma de calor, que será convertido em eletricidade por meio de turbinas.
- e) fissão nuclear, em que átomos pesados são fissionados por nêutrons, liberando grande quantidade de energia, que será convertida em eletricidade por meio de turbinas.

3 - **(POLIEDRO 2022)** O isótopo carbono-14 é bastante raro, mas, por ser radioativo, é usado para determinar o tempo de existência de restos de seres vivos e materiais desde que tenham uma idade estimada menor do que 40 000 anos. A datação por meio do isótopo radioativo do carbono usa o princípio do decaimento radioativo para determinar o tempo de existência do material a ser datado. [...] A meia-vida do carbono-14 é de aproximadamente 5 730 anos e corresponde ao período necessário para que a metade da massa do isótopo se desintegre. Nos animais, a quantidade de carbono-14 se mantém constante durante a vida, e, após a morte, inicia-se a desintegração. Contabilizando a quantidade desse elemento radioativo em um animal após sua morte, é possível verificar há quanto tempo ele morreu.

Um animal cuja taxa de carbono-14 é de 6,25% provavelmente morreu há

- a) 5 730 anos, porque nesse tempo a massa de carbono-14 se reduz em 50%.

- b) 11 460 anos, porque nesse tempo o isótopo se desintegra parcialmente.

- c) 22 920 anos, que é o tempo equivalente a quatro meias-vidas do isótopo radioativo.

- d) 35 812 anos, que é o período necessário para que reste uma concentração indetectável de carbono-14.

- e) 40 000 anos, que é a idade máxima estimada pela datação com carbono-14.

4 - **(POLIEDRO 2022)** Espera-se que cristais iônicos sejam transparentes à luz visível e não apresentem cor. Entretanto, esses cristais se tornam coloridos devido à presença de defeitos em sua estrutura cristalina. Por exemplo, o cristal de NaCl se torna amarelo devido à presença de pontos de defeitos em seu retículo cristalino. Entre as causas para a formação desses defeitos e o fato de os cristais se tornarem coloridos ou terem sua cor escurecida, pode-se citar a exposição do cristal a uma radiação de elevada energia, como raios X ou raios gama, ou o bombardeamento do cristal com elétrons com elevada energia.

De acordo com o texto, é possível modificar a cor de um cristal iônico ao bombardeá-lo com

- a) partículas beta.
- b) prótons neutros pesados.
- c) radiação de baixa frequência.
- d) partículas de baixa penetração.
- e) radiação de elevado comprimento de onda.

5 - **(POLIEDRO 2022)** Um bombardeio atingiu a usina nuclear de Zaporizhzhia, a maior da Europa, localizada a 150 quilômetros ao norte da península da Crimeia. Os disparos provocaram um incêndio que afetou um prédio de treinamento em um laboratório, mas não atingiu os reatores nucleares. A segurança da usina está garantida, sem detecção de nenhum vazamento perigoso no local. A Agência Internacional de Energia Atômica informou que os níveis de radiação não foram alterados no local e que o fogo não atingiu equipamentos essenciais.

Além dos perigos inerentes da radiação para os seres vivos, no caso apresentado, uma preocupação adicional de ordem econômica e social deve-se ao(à)

a) tempo de meia-vida relativamente grande dos isótopos radioativos lançados no ambiente, que inviabiliza a vida no local por um período muito longo.

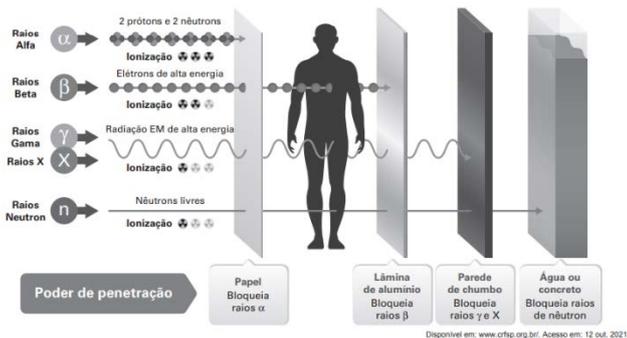
b) alta toxicidade dos isótopos radioativos lançados no meio ambiente, os quais têm ação curta e rápida sobre os organismos vivos.

c) ação extremamente danosa da radiação sobre sistemas eletrônicos em curto prazo, o que gera um impacto negativo para a economia.

d) grande emissão de radiação alfa, que inviabiliza o uso de materiais metálicos e sensíveis à exposição radioativa.

e) processo de descontaminação radioativa do local afetado, que exige um volume enorme de água.

6 - (SOMOS 2022) A imagem trata dos diferentes tipos de radiações e seus respectivos poderes de penetração:



Um dos motivos para os raios gama e nêutron serem mais penetrantes que os raios alfa e beta é a

- a) maior massa.
- b) menor massa.
- c) maior carga elétrica.
- d) menor carga elétrica.
- e) ausência de carga elétrica.

7 - (BERNOULLI 2022) A medicina nuclear utiliza, para fins de diagnóstico e de tratamento, compostos químicos marcados com radionuclídeos. Uma técnica muito usada na detecção de alguns tipos de câncer é a tomografia por emissão de pósitrons (PET). Nessa técnica, é usualmente administrado em pacientes um radiofármaco que contém 0,001 grama de um radionuclídeo cujo período de meia-vida é de 110 minutos.

A massa, em miligramas, do radionuclídeo restante no organismo do paciente, após 11 horas da ingestão do radiofármaco, é de aproximadamente

a) 0,125.

b) 0,062.

c) 0,031.

d) 0,016.

e) 0,008.

8 - (BERNOULLI 2021) A colaboração teve início em 1946, quando Seaborg, Ghiorso e outros começaram a bombardear o Pu (Z = 94) com partículas alfa, aglomerados de dois prótons e dois nêutrons. As partículas alfa, por serem carregadas, são mais fáceis de serem aceleradas a altas velocidades do que os teimosos nêutrons. Além disso, quando essas partículas empacaram no plutônio, a equipe de Berkeley conseguiu mais dois novos elementos de um só golpe, pois o elemento Cm (Z = 96) decaiu naturalmente no elemento Am (Z = 95).

A equação que representa o processo de decaimento espontâneo descrito é:

- A ${}_{94}\text{Pu}^{239} + {}_2\alpha^4 \rightarrow {}_{96}\text{Cm}^{242} + {}_0n^1$
- B ${}_{96}\text{Cm}^{242} \rightarrow {}_{94}\text{Pu}^{238} + {}_2\alpha^4$
- C ${}_{96}\text{Cm}^{242} \rightarrow {}_{95}\text{Am}^{242} + {}_{-1}\beta^0$
- D ${}_{96}\text{Cm}^{242} \rightarrow {}_{95}\text{Am}^{241} + {}_1p^1$
- E ${}_{95}\text{Am}^{241} \rightarrow {}_{93}\text{Np}^{237} + {}_2\alpha^4$

9 - (BERNOULLI 2021) Otto Hahn e Lisa Meitner, após processar os resíduos de um mineral contendo óxidos de urânio, descobriram um novo elemento cujas propriedades lembravam as do tântalo. Eles o nomearam protoactínio (do grego protos + aktis, precursor do actínio). No entanto, em reunião da IUPAC em 1949, o nome do elemento foi encurtado para protactínio (Pa) por questões de eufonia.

O elemento descrito apresenta uma série de isótopos radioativos, cujas informações estão apresentadas na tabela a seguir:

Isótopo	Tipo de emissão	Tempo de meia-vida	Energia liberada no decaimento
Pa-229	α	1,4 dia	5,58 MeV
Pa-230	β	17,4 dias	1,31 MeV
Pa-232	β	1,31 dia	0,31 MeV
Pa-233	β	27,0 dias	0,57 MeV
Pa-234	β	6,75 horas	0,23 MeV

Com base nos dados apresentados, o isótopo mais estável desse elemento é o

- a) Pa-229.
- b) Pa-230.
- c) Pa-232.
- d) Pa-233.

e) Pa-234.

10 - **(BERNOULLI 2021)** Em relação à exposição às radiações por fontes naturais, o radônio merece destaque. Trata-se de um gás que pertence à família dos gases nobres e tende a se concentrar em ambientes fechados como minas subterrâneas, residências ou locais de trabalho. Uma vez inalado, ele é depositado no trato respiratório e está associado ao câncer de pulmão, sendo a segunda causa deste depois do tabagismo. Uma forma de se proteger dele é a manutenção de ambientes ventilados, evitando a concentração desse gás, que sofre decaimento natural emitindo partículas alfa, beta e radiação gama.

Considerando os tipos de emissões radioativas mencionados, a mais perigosa delas é a

- a) alfa, devido à maior velocidade média.
- b) beta, devido ao maior poder de ionização.
- c) beta, devido ao menor valor de frequência.
- d) gama, devido ao maior poder de penetração.
- e) gama, devido ao maior comprimento de onda.

11 - **(BERNOULLI 2021)** Os nêutrons ajudaram os cientistas a induzir um novo tipo de reação. Um átomo bombardeado com nêutrons logo se divide, liberando energia e nêutrons excedentes no processo. Se os átomos ao redor absorverem esses nêutrons, eles se tornam instáveis e cospem mais nêutrons, uma cascata conhecida como reação em cadeia.

O tipo de reação descrito e uma aplicação desse processo são, respectivamente,

- a) captura K e tratamento oncológico.
- b) fissão nuclear e produção de energia.
- c) transmutação e esterilização industrial.
- d) fusão nuclear e produção de artefatos bélicos.
- e) decaimento alfa e exames médicos de imagem.

12 - **(BERNOULLI 2021)** Existe um grande debate sobre a energia nuclear ser considerada limpa. Afinal, além da poluição associada à mineração do urânio, há o problema ainda insolúvel dos rejeitos radioativos. Mesmo assim, as usinas nucleares não emitem gases de efeito estufa diretamente, ou seja, são uma forma de gerar eletricidade sem aumentar as emissões responsáveis pelas mudanças climáticas.

Países da Europa, os Estados Unidos e outros contam com a fissão nuclear para abastecer a rede elétrica nos níveis atuais de emissões, já que, em muitos casos, não possuem um regime de ventos expressivo, incidência solar permanente, ou grandes rios correntes.

Uma grande vantagem relacionada à fonte de energia citada se deve

- a) ao tempo longo de vida útil que possui.
- b) ao risco pequeno de acidentes de grande porte.
- c) ao custo baixo de implementação e manutenção.
- d) à poluição térmica irrisória em ambientes aquáticos.
- e) à energia maior que é gerada por massa de combustível.

13 - **(SAS 2021)** Por volta de 1934, o físico italiano Enrico Fermi notou que o bombardeamento do núcleo de certos átomos com nêutrons de velocidade moderada fazia com que o núcleo capturasse o nêutron. Isso levou Fermi a concluir que o bombardeamento do urânio ($Z = 92$) com nêutrons moderados deveria produzir elementos transurânicos ($Z > 92$), até então desconhecidos.

Atualmente, sabe-se que essa hipótese de Fermi estava

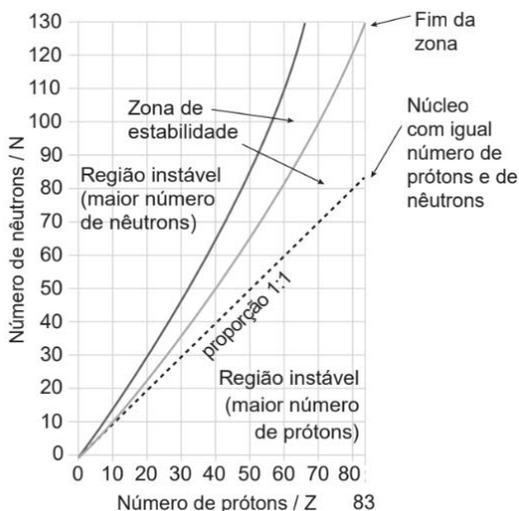
- a) incorreta, pois o núcleo do átomo de U é instável e, ao ser bombardeado, fragmenta-se em núcleos menores, processo chamado de fissão nuclear.
- b) incorreta, uma vez que os nêutrons bombardeados são capazes apenas de estabilizar o núcleo do átomo de urânio, que é naturalmente instável.
- c) correta, pois o átomo de U é capaz de incorporar os nêutrons bombardeados em seu núcleo devido ao seu raio atômico relativamente grande.
- d) correta, pois é possível incorporar os nêutrons bombardeados por meio da fusão nuclear e produzir elementos de maior número atômico.
- e) incorreta, pois, apesar de o U incorporar os nêutrons bombardeados, são formados isótopos desse elemento, e não outros núcleos atômicos.

14 - **(Poliedro 2021)** O céσιο-137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$), um beta-emissor, liberado da cápsula do aparelho radiológico, passaria a circular silenciosamente pela vizinhança do Bairro Popular, em Goiânia. A substância radioativa usada no tratamento de doenças havia escapado da cápsula protetora e se transformara em uma terrível fonte de contaminação. O azul da Prússia (solução utilizada como medicamento em contaminações por céσιο) seria o antídoto capaz de combater os efeitos da luz azul no organismo humano. Entre céσιο e cianetos, havia uma conversão sutil de substâncias que permeava as fronteiras entre veneno e remédio. Por coincidência ou não, os ácidos e as tintas utilizadas para identificar os rastros da contaminação durante o trabalho de descontaminação dos técnicos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) também eram azuis. [...]

Considerando as características das emissões radioativas e os aspectos que envolveram o enfrentamento do acidente radiológico em Goiânia em 1987, pode-se concluir que

- a) o azul da Prússia, embora seja um cianeto tóxico, impede que o céσιο-137 emita partículas radioativas.
- b) a luz azul emitida pelo céσιο-137 é o resultado da incandescência característica dos materiais radioativos, que logo se tornam instáveis.
- c) as partículas beta, liberadas pelo céσιο e responsáveis pelos danos à saúde dos envolvidos, são elétrons de alta velocidade, altamente ionizantes.
- d) a massa de céσιο-137 na cápsula aumentou exponencialmente ao longo do tempo em que esta ficou abandonada, decorrente do decaimento beta.
- e) durante a emissão radioativa, os átomos de céσιο presentes na cápsula se transformaram em uma espécie química com número atômico inferior em duas unidades.

15 - (BERNOULLI 2020) A estabilidade nuclear depende diretamente da relação entre o número de nêutrons e o número de prótons (N/Z). A figura a seguir mostra de que maneira ocorre essa dependência.



Com base na análise do gráfico, qual tipo de emissão seria favorável para que o nuclídeo ${}_{34}\text{Se}^{91}$ começasse a atingir a sua estabilidade?

- a) Alfa b) Beta c) Gama
d) Próton e) Pósitron

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	E	C	C	A	B	D	D	D	D	D	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	E	C	A	A	E	D	D	B	D	B	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	A	C	B

Aula 08: Tabela Periódica

1 - Introdução:

Os elementos são organizados da esquerda para direita em ordem crescente de número atômico.

1s ¹																				1s ²	
2s ¹	2s ²																				
3s ¹	3s ²																				
4s ¹	4s ²	3d ¹	3d ²	3d ³	3d ⁴	3d ⁵	3d ⁶	3d ⁷	3d ⁸	3d ⁹	3d ¹⁰	4p ¹	4p ²	4p ³	4p ⁴	4p ⁵	4p ⁶				
5s ¹	5s ²	4d ¹	4d ²	4d ³	4d ⁴	4d ⁵	4d ⁶	4d ⁷	4d ⁸	4d ⁹	4d ¹⁰	5p ¹	5p ²	5p ³	5p ⁴	5p ⁵	5p ⁶				
6s ¹	6s ²	4f ¹	5d ¹	5d ²	5d ³	5d ⁴	5d ⁵	5d ⁶	5d ⁷	5d ⁸	5d ⁹	5d ¹⁰	6p ¹	6p ²	6p ³	6p ⁴	6p ⁵	6p ⁶			
7s ¹	7s ²	5f ¹	6d ¹	6d ²	6d ³	6d ⁴	6d ⁵	6d ⁶	6d ⁷	6d ⁸	6d ⁹	6d ¹⁰									
		4f ¹	4f ²	4f ³	4f ⁴	4f ⁵	4f ⁶	4f ⁷	4f ⁸	4f ⁹	4f ¹⁰	4f ¹¹	4f ¹²	4f ¹³	4f ¹⁴	5d ¹					
		5f ¹	5f ²	5f ³	5f ⁴	5f ⁵	5f ⁶	5f ⁷	5f ⁸	5f ⁹	5f ¹⁰	5f ¹¹	5f ¹²	5f ¹³	5f ¹⁴	6d ¹					

- Elementos de uma mesma vertical são elementos de uma mesma família ou grupo: apresentam propriedades químicas semelhantes.

- Elementos de uma mesma horizontal são elementos de um mesmo período: apresentam o mesmo número de camadas eletrônicas.

- Identificando um elemento da tabela periódica:

Ex₁: ₂₀Ca: 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s². - observe que temos quatro camadas eletrônicas logo o Ca é do 4º período da tabela periódica e como termina em s² pertence à família 2.

Ex₂: ₂₇Co: 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁷. - observe que temos quatro camadas eletrônicas logo o Co é do 4º período da tabela periódica e como termina em d⁷ pertence à família 9.

Dica: ao terminar em d somamos os elétrons do d com 2 (as duas famílias do s).

Ex₃: ₃₅Br: 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁵. - observe que temos quatro camadas eletrônicas logo o Br é do 4º período da tabela periódica e como termina em p⁵ pertence à família 17.

Dica: ao terminar em p somamos os elétrons do p com 10 (as duas famílias do s + as dez famílias do d).

Na tabela periódica temos um total de sete períodos e 18 famílias seno que algumas famílias apresentam nomes como representado abaixo:

Número da coluna	Elementos	Nome da família
1A (1)	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	Metais alcalinos (do árabe <i>alkali</i> , "cinza de plantas")
2A (2)	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	Metais alcalino-terrosos (o termo "terroso" refere-se a "existir na terra")
6A (16)	O, S, Se, Te, Po	Calcogênios ("formadores de cobre", pois minérios de cobre contém oxigênio ou enxofre)
7A (17)	F, Cl, Br, I, At	Halogênios ("formadores de sais")
8A (18)	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn	Gases nobres (ou raros, ou inertes)

2 - Classificação dos elementos na tabela periódica:

a) Elementos Radioativos x Elementos não-radioativos:

Elementos radioativos são aqueles cujo número atômico é maior ou igual a 83.

Elementos não-radioativos são aqueles cujo número atômico é menor que 83.

b) Elementos representativos x elementos de transição:

Elementos representativos são aqueles cuja distribuição eletrônica termina em s ou p.

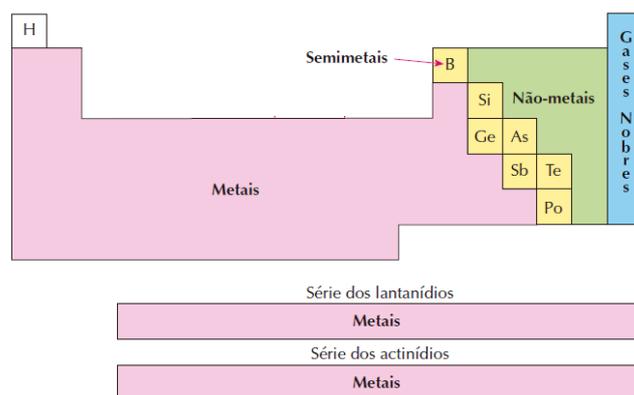
Elementos de transição são aqueles cuja distribuição eletrônica termina em d ou f - os que terminam em d são de transição externa e os que terminam em f são de transição interna uma vez que estão internos na família 3.

c) Elementos transurânicos e Elementos cisurânicos:

Elementos transurânicos são aqueles cujo número atômico é maior que 92 (número atômico do urânio) - tais elementos são artificiais.

Elementos cisurânicos são aqueles cujo número atômico é menor que 92 (número atômico do urânio) - tais elementos são naturais, exceto Tc e Pm.

d) Metais x semimetais (metalóides) x Ametais x Gases Nobres:



Os metais são elementos sólidos (exceto o mercúrio), em geral duros, com brilho característico — denominado brilho metálico —, densos, de pontos de fusão e de ebulição altos, bons condutores de calor e de eletricidade, maleáveis (podem ser transformados em lâminas finas), dúcteis (podem ser transformados em fios finos) e que formam íons positivos (cátions).

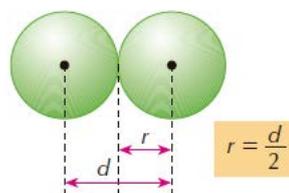
Os não-metais têm propriedades completamente opostas.

Os semimetais têm propriedades intermediárias entre os metais e os não-metais. Os gases nobres, ou gases raros, têm comportamento químico específico.

Como podemos notar, dos 111 elementos considerados na tabela da página 114, o número de metais (86) supera bastante o número de não-metais (11), semimetais (7) e gases nobres (6). Como já dissemos, o hidrogênio, devido às suas propriedades muito especiais, deve ser deixado fora dessa classificação.

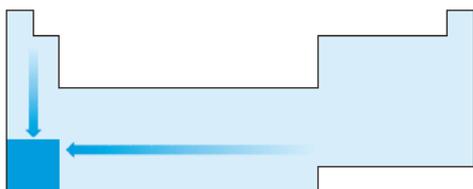
3 - Propriedades da Tabela Periódica:

A - Raio Atômico: De um modo mais completo, dizemos que o raio atômico (r) de um elemento é a metade da distância internuclear mínima (d) que dois átomos desse elemento podem apresentar, sem estarem ligados quimicamente.



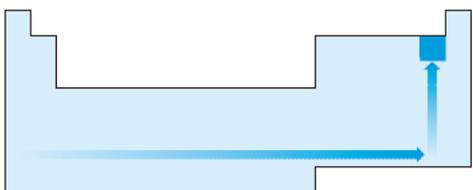
No esquema de Tabela Periódica abaixo, as setas indicam

o sentido de crescimento dos raios atômicos.

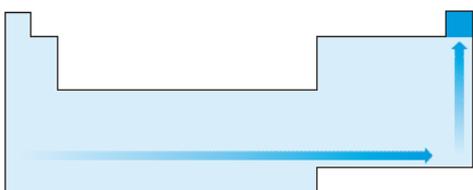


Note que, na vertical, os raios atômicos aumentam de cima para baixo porque os átomos têm, nesse sentido, um número crescente de camadas eletrônicas. Na horizontal, os raios atômicos aumentam para a esquerda. Isso acontece porque, para a direita, as camadas eletrônicas são atraídas cada vez mais intensamente pelo núcleo, pois a carga positiva do núcleo também cresce para a direita.

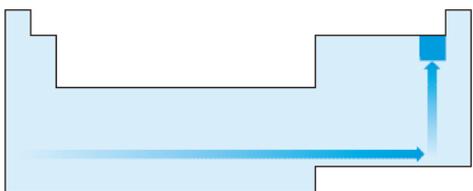
B - Afinidade Eletrônica: energia liberada quando um elétron é adicionado a um átomo neutro no estado gasoso. Essa energia é também expressa, em geral, em elétron-volt (eV) e mede a intensidade com que o átomo “segura” esse elétron adicional.



C - Potencial ou Energia de Ionização: Chama-se potencial ou energia de ionização a energia necessária para “arrancar” um elétron de um átomo isolado no estado gasoso. Essa energia é, em geral, expressa em elétron-volt (eV), que é a energia ou trabalho necessário para deslocar um elétron contra uma diferença de potencial de 1 volt. Na prática, o mais importante a ser considerado é o 1º potencial de ionização, isto é, a energia necessária para “arrancar” o 1º elétron da camada mais externa do átomo. O 1º potencial de ionização aumenta conforme o esquema de Tabela Periódica abaixo.

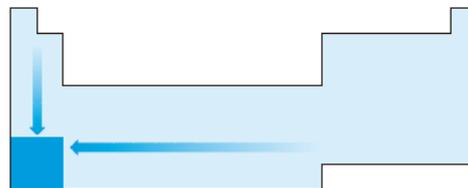


D - Eletronegatividade: mede a tendência em ganhar elétron de um elemento químico.



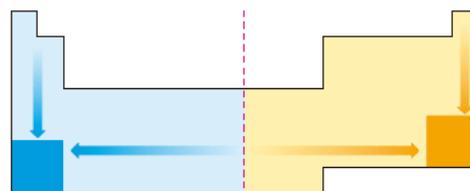
Obs: quanto maior a eletronegatividade maior será a reatividade do elemento.

E - Eletropositividade: mede a tendência em perder elétron.



Obs: quanto maior a eletropositividade maior será a reatividade do elemento.

F - Volume Atômico: Chama-se volume atômico de um elemento o volume ocupado por 1 mol ($6,02 \times 10^{23}$ átomos) do elemento no estado sólido. Observe que o volume atômico não é o volume de um átomo, mas o volume de um conjunto ($6,02 \cdot 10^{23}$) de átomos; conseqüentemente, no volume atômico influi não só o volume de cada átomo como também o espaçamento existente entre os átomos.



G - Densidade: chama-se densidade absoluta (d) ou massa específica de um elemento o quociente entre sua massa (m) e seu volume (V).



H - Ponto de Fusão e ponto de ebulição:

As temperaturas nas quais os elementos entram em fusão ou em ebulição são, também, funções periódicas de seus números atômicos.

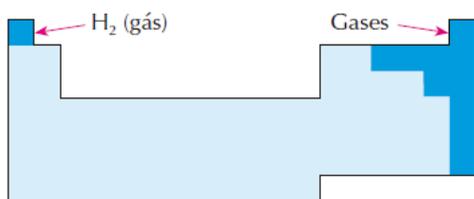
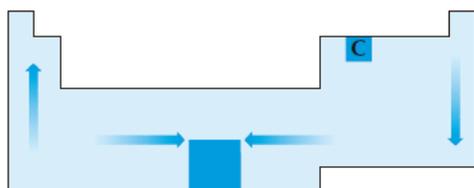
No esquema de Tabela Periódica ao lado, novamente as setas indicam o aumento do ponto de fusão (o carbono é uma exceção, com ponto de fusão igual a $3.800\text{ }^\circ\text{C}$). Por exemplo, o tungstênio (W) é o metal de maior ponto de fusão ($3.422\text{ }^\circ\text{C}$), sendo utilizado na fabricação de filamentos de lâmpadas incandescentes.

É interessante notar que os elementos de menores pontos de

fusão e de ebulição são aqueles que podem se apresentar no estado líquido, ou até mesmo no gasoso, em condições ambiente.

Com exceção do hidrogênio, esses elementos estão situados à direita e na parte superior do esquema da Tabela Periódica ao lado.

No exemplo, são gases: hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, flúor, cloro e gases nobres. Dos elementos comuns, só o bromo e o mercúrio são líquidos.



Exercícios Fundamentais

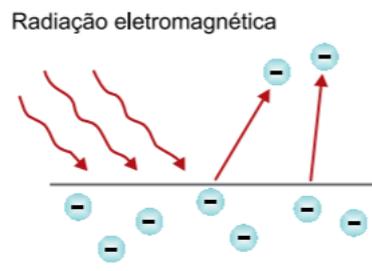
1 - O efeito fotoelétrico está presente no cotidiano, por exemplo, no mecanismo que permite o funcionamento das portas dos *shoppings* e nos sistemas de iluminação pública, por meio dos quais as lâmpadas acendem e apagam. Esse efeito acontece porque, nas células fotoelétricas, os metais emitem elétrons quando são iluminados em determinadas condições. O potássio e o sódio são usados na produção de determinadas células fotoelétricas pela relativa facilidade de seus átomos emitirem elétrons quando ganham energia. Segundo sua posição na Tabela Periódica, o uso desses metais está relacionado com

- o baixo valor do potencial de ionização dos átomos desses metais.
- o alto valor da afinidade eletrônica dos átomos desses metais.
- o alto valor da eletronegatividade dos átomos desses metais.
- o alto valor do potencial de ionização dos átomos desses metais.

2 - Qual das opções abaixo apresenta a comparação ERRADA relativa aos raios de átomos e de íons?

- raio do ${}_{11}\text{Na}^+$ < raio do ${}_{11}\text{Na}$.
- raio do ${}_{11}\text{Na}^+$ < raio do ${}_{9}\text{F}^-$.
- raio do ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ < raio do ${}_{8}\text{O}^{2-}$.
- raio do ${}_{9}\text{F}^-$ < raio do ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$.

3 - As fotocélulas são dispositivos utilizados como substitutos de interruptores que acendem as lâmpadas de uma casa ou de postes na rua. Esses dispositivos baseiam seu funcionamento no efeito fotoelétrico, como ilustra a figura.



(Álvaro M. Barcelos. *Propriedades Químicas*. Adaptado.)

A equação química que representa o fenômeno ilustrado e a propriedade periódica relacionada a esse efeito são, respectivamente:

- $X + e^- \rightarrow X^- + \text{energia}$; potencial de ionização.
- $X + \text{energia} \rightarrow X^+ + e^-$; potencial de ionização.
- $X + e^- \rightarrow X^- + \text{energia}$; afinidade eletrônica.
- $X + \text{energia} \rightarrow X^+ + e^-$; afinidade eletrônica.
- $X + e^- \rightarrow X^+ + \text{energia}$; afinidade eletrônica.

4 - Contraste é o nome genérico dado a substâncias que promovem uma diferenciação entre tecidos ou estruturas com composição diferente. Eles são utilizados para realçar uma estrutura, lesão ou órgão por se distribuírem de forma diferente nesses tecidos. Um contraste específico é utilizado em exames que emitem raios X para adquirir as imagens diagnósticas, pois proporciona maior atenuação destes devido a um elemento químico presente em sua composição. As características desse elemento que o tornam opaco aos raios X são o seu elevado número atômico e o fato de o nível K da nuvem eletrônica de seu átomo apresentar uma energia de ionização sobreponível à energia média dos fótons dos raios X diagnósticos (34 KeV), apresentando, por isso, uma grande capacidade para absorver os fótons de raios X. E esse contraste é, por isso, permeável à luz visível, mas opaco aos raios X.

O gráfico a seguir mostra a primeira energia de ionização (em unidade de elétron-volt, eV) dos elementos químicos da tabela periódica em função do número atômico.



Considerando as informações fornecidas, pode-se concluir que o contraste mencionado no texto é à base de um elemento químico que está localizado

- no primeiro período da tabela periódica.
- na tabela periódica, na família dos halogênios.
- na tabela periódica, no grupo dos metais alcalinos.
- na parte inferior do gráfico da primeira energia de ionização.
- entre os elementos do gráfico que apresentam as quatro menores energias de ionização.

5 - Leia o trecho a seguir: Em 1869, um professor da Universidade de São Petersburgo, o russo Dmitri Mendeleev (1834-1907), concebeu um diagrama em que ordenava cerca de 60 elementos químicos então conhecidos, em função de sua respectiva massa. Essa foi a primeira versão do que viria a ser conhecida como a moderna tabela periódica, hoje composta de 118 elementos, dispostos em 18 grupos (colunas) e 7 períodos (linhas)... Em seu sesquicentenário, essa ferramenta ainda é indispensável para explicar (e prever) interações químicas e inferir características dos elementos, como reatividade, densidade e disposição dos elétrons em torno do núcleo atômico, onde, além dos prótons, ficam os nêutrons. "Hoje a tabela periódica pode ser considerada a enciclopédia mais concisa que existe. Quem sabe usá-la encontra muitas informações em uma única folha de papel", diz Carlos Alberto Filgueiras, químico e historiador da ciência da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). "Não existe nada igual em outra área do conhecimento."

Segundo o químico e historiador Carlos Alberto Filgueiras existem muitas informações na tabela periódica.

Assinale a alternativa que contém uma informação CORRETA, sobre as propriedades da tabela periódica.

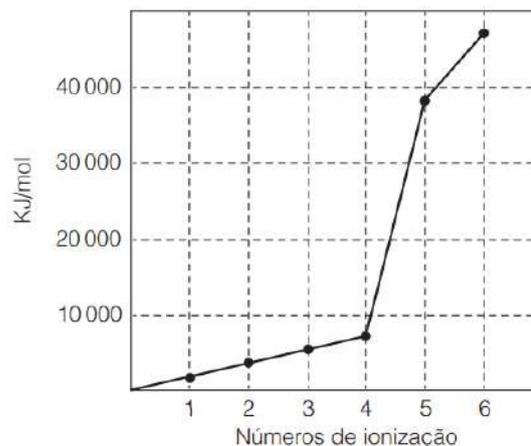
- O raio atômico aumenta com o aumento do número de camadas eletrônicas e com o aumento do número atômico.
- A eletronegatividade aumenta de cima para baixo e da direita para esquerda.

c) Elementos que estão no mesmo período apresentam propriedades químicas semelhantes.

d) A energia de ionização aumenta com a diminuição do número de camadas e, em um mesmo período, com o aumento do número atômico.

Exercícios Aprofundados

6 - A energia de ionização é definida como a energia mínima necessária para remover um elétron de um átomo no estado fundamental em fase gasosa. A primeira energia de ionização é a energia necessária para a remoção do primeiro elétron de um átomo; a segunda energia de ionização é a energia requerida para remoção do segundo elétron e assim por diante. A variação da energia de ionização é crescente, ou seja, aumenta à medida que se retiram elétrons da camada de valência, por causa do aumento na atração exercida pelos prótons do núcleo. Assim, quando uma camada é completamente esvaziada e passa-se para a próxima camada, ocorre um aumento brusco da energia de ionização. Observe o gráfico a seguir:



Considerando o gráfico apresentado, é possível afirmar que se trata dos dados de energia de ionização de um elemento da família do(s)

- boro (família 13 ou 3A).
- carbono (família 14 ou 4A).
- nitrogênio (família 15 ou 5A).
- calcogênios (família 16 ou 6A).
- halogênios (família 17 ou 7A).

7 - O conhecimento de valores dos potenciais de ionização de elementos representativos nos permite estimar a quantidade de elétrons na camada de valência e determinar um possível estado de oxidação que estabiliza a configuração eletrônica. Conhecendo os valores das energias de ionização de um metal M

1ª energia de ionização → 138 kcal/mol

2ª energia de ionização → 434 kcal/mol

3ª energia de ionização → 656 kcal/mol

4ª energia de ionização → 2 767 kcal/mol

Podemos determinar que um átomo desse metal, ao perder elétrons, adquira configuração mais estável quando perde

- 2 elétrons.
- 3 elétrons.
- 4 elétrons.
- 5 elétrons.
- 6 elétrons.

8 –

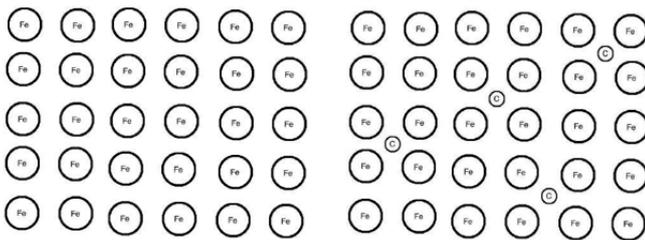


Figura 1 – Modelo para o ferro sólido

Figura 2 - Modelo para o aço carbono

As figuras acima representam, respectivamente, o ferro sólido puro e uma liga metálica chamada de aço-carbono, que é basicamente um sistema homogêneo constituído por ferro e carbono. O carbono participa da estrutura do sólido em um processo chamado substituição intersticial, no qual os átomos desse elemento permanecem nos espaços vazios compreendidos entre os átomos de ferro. Essa substituição é muito comum nas ligas metálicas. O controle do teor de carbono e de como a substituição ocorre propicia o surgimento de novas propriedades na liga aço-carbono em comparação com o ferro puro.

O carbono pode realizar a substituição intersticial na liga aço-carbono, pois

- a energia de ionização do carbono é maior que a do ferro.
- a afinidade eletrônica do carbono é maior que a do ferro.
- a eletronegatividade do carbono é maior que a do ferro.
- o raio atômico do carbono é menor que o do ferro.
- a densidade do ferro é maior que a do carbono.

9 - O CCl_4 e o $SiCl_4$, apesar de serem compostos com semelhanças em suas geometrias e na hibridação do átomo central, possuem reatividades bastante diferentes. Um deles, por exemplo, reage com água enquanto que o outro não reage. A primeira etapa dessa reação é a formação de uma espécie na qual o oxigênio da água se liga ao átomo central através de uma ligação coordenada. Com base nessas informações, assinale a alternativa correta.

Dados: Números Atômicos: C = 6 ; Si = 14

- O CCl_4 , por ser uma espécie bastante polar, reage com a molécula de água, enquanto que o $SiCl_4$, apolar, não reage.
- A maior eletronegatividade do átomo de silício, em relação ao carbono, faz com que o $SiCl_4$ não reaja com água.

c) A presença de orbitais d vazios na camada de valência do Si faz com que o $SiCl_4$ reaja com a molécula de H_2O .

d) Como o átomo de carbono no CCl_4 não obedece à regra do octeto, o mesmo pode receber elétrons da água em sua camada de valência.

e) As ligações apolares na molécula de $SiCl_4$ fazem com que a mesma reaja com a água formando uma espécie intermediária com geometria octaédrica.

10 - Uma tecnologia promissora para atender parte de nossas necessidades energéticas, sem a poluição gerada pela queima de combustíveis fósseis, envolve a transformação direta de parte da energia luminosa do Sol em energia elétrica. Nesse processo, são utilizadas as chamadas células fotogalvânicas, que podem funcionar utilizando semicondutores extrínsecos de silício, constituídos por uma matriz de silício de alta pureza, na qual são introduzidos níveis controlados de impurezas. Essas impurezas são elementos químicos em cujas camadas de valência há um elétron a mais ou a menos, em relação à camada de valência do silício. Semicondutores do tipo n são produzidos quando o elemento utilizado como impureza tem cinco elétrons na camada de valência. Considerando os elementos B, P, Ga, Ge, As e In como possíveis impurezas para a obtenção de um semicondutor extrínseco de silício, poderão ser do tipo n apenas aqueles produzidos com a utilização de:

- B.
- Ge.
- Ga e Ge.
- P e As.
- B, Ga e In.

11- Leia os dados da tabela, a seguir:

Ácido	pKa
HF	3,2
HCl	10^{-7}
HBr	10^{-9}
HI	10^{-11}

Considerando esses dados e as propriedades periódicas dos elementos químicos, a força desses ácidos aumenta quanto:

- menor a densidade absoluta do halogênio.
- maior o raio do halogênio.
- menor o ponto de fusão e ebulição do halogênio.

d) maior o potencial de ionização do halogênio.

12 - A tabela a seguir apresenta os valores de raio atômico e raio iônico para alguns átomos e íons.

	Raio atômico (em picômetros)	Raio iônico (em picômetros)
Na	190	–
Na ⁺	–	90
Mg	160	–
Mg ²⁺	–	60

De acordo com os dados apresentados, a porcentagem aproximada de diminuição do diâmetro do íon Mg²⁺ bem como a explicação para o fato são, respectivamente,

- 35% em relação ao diâmetro do íon Na⁺, pois há um próton a mais em seu núcleo, aumentando a atração núcleo-eletrosfera.
- 65% em relação ao diâmetro do íon Na⁺, pois o íon Mg²⁺ tem carga efetiva e raio iônico maiores.
- 65% em relação ao diâmetro do átomo de Mg, pois nem todo cátion tem o raio iônico maior do que o raio atômico do átomo do qual é derivado.
- 35% em relação ao diâmetro do átomo de Na, pois o íon Mg²⁺ tem maior carga efetiva e menor raio iônico.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (Poliedro 2018) O efeito fotoelétrico consiste na expulsão de elétrons de certos metais quando a superfície destes é atingida por fótons de frequência muito elevada, como a luz ultravioleta.

O céσιο (Cs) é um metal alcalino que apresenta grande capacidade de emitir elétrons por ação da luz e, por isso, é utilizado nas denominadas células fotoelétricas, que convertem sinal luminoso em sinal elétrico. Tal fenômeno pode ser observado, por exemplo, nas portas de um shopping, as quais se abrem automaticamente quando alguém se aproxima.

Considerando-se o efeito fotoelétrico e as propriedades periódicas dos metais alcalinos, verifica-se que a utilização do céσιο nesse tipo de dispositivo está relacionada ao

- alto valor do potencial de ionização dos átomos desse metal.
- alto valor da afinidade eletrônica dos átomos desse metal.
- alto valor da densidade dos átomos desse metal.
- baixo valor do potencial de ionização dos átomos desse metal.
- baixo valor da afinidade eletrônica dos átomos desse metal.

2 - (Poliedro 2018) A partir do dia 01/07/2017, as lâmpadas incandescentes acima de 25 W não poderão mais ser comercializadas no país. A troca das lâmpadas incandescentes, entretanto, não deverá ser traumática para o consumidor, que já encontrou no LED um substituto à altura dos modelos com filamento.

Apesar de a comercialização da lâmpada incandescente de filamento não ser mais permitida, esse artefato tem uma importância histórica: ele foi o primeiro dispositivo prático que permitiu utilizar eletricidade para iluminação. O funcionamento dessa lâmpada gira em torno do filamento dela, o qual deve ser feito de um material apropriado para suportar altas temperaturas sem derreter; por isso, utilizou-se tungstênio nas primeiras lâmpadas.

A propriedade do tungstênio que justificou sua utilização como filamento da lâmpada foi a(o)

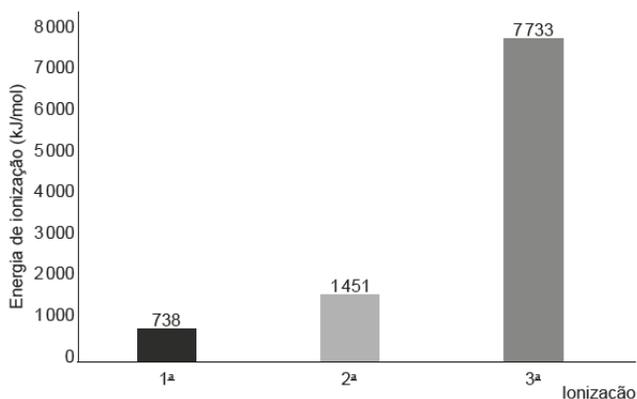
- temperatura de fusão.
- temperatura de ebulição.
- condutância.
- densidade.
- volume atômico.

3 - (Poliedro 2018) A utilização de metais é muito comum na rotina das pessoas, seja de forma direta (como ocorre ao usar acessórios feitos de ouro e prata ou ao manusear artefatos domésticos constituídos de alumínio) ou de forma indireta (como acontece ao fazer uso de smartphones, cujas baterias são compostas de lítio). Entretanto, nem todos os metais são facilmente encontrados na natureza ou encontram-se prontos para serem extraídos. Metais da família 1 da tabela periódica, como o lítio, o sódio e o potássio, não são encontrados no estado livre; logo, não podem ser extraídos dos seus compostos sem um preparo específico.

A propriedade que os metais alcalinos têm, em geral, maior do que os demais elementos da tabela periódica e que justifica a dificuldade para que esses metais sejam produzidos é a(o)

- eletronegatividade.
- energia de ionização.
- eletropositividade.
- afinidade eletrônica.
- ponto de fusão.

4 - (SAS 2019) A energia de ionização de um átomo é a energia mínima necessária para a remoção de um elétron dele em seu estado fundamental na forma gasosa. A 1ª energia de ionização está associada à remoção do primeiro elétron do átomo neutro, a 2ª energia, à remoção do segundo elétron desse mesmo átomo, e, assim, sucessivamente. Um estudante mediu a 1ª, a 2ª e a 3ª energias de ionização de um determinado elemento químico e obteve os valores expressos no gráfico a seguir.



Considere os números atômicos (Z): Na = 11, Mg = 12, Al = 13, Si = 14 e P = 15.

De acordo com os dados fornecidos, o elemento usado pelo aluno é o

- a) alumínio. b) fósforo. c) magnésio.
d) silício. e) sódio.

5 - (SAS 2022) Durante minhas visitas à fábrica, e às vezes em casa, tio Dave me ensinava sobre os metais com pequenos experimentos. Eu sabia que o mercúrio, esse estranho metal líquido, era incrivelmente pesado e denso e que até o chumbo flutuava nele – meu tio me mostrou isso fazendo uma bala de chumbo flutuar num recipiente com mercúrio. Mas então ele tirou uma pequena barra cinzenta do bolso e, para meu espanto, ela imediatamente afundou. Aquilo, ele explicou, era o seu metal, o tungstênio.

De acordo com as propriedades periódicas dos elementos e com as observações do autor, é possível afirmar que, na tabela periódica, o

- a) chumbo está abaixo do mercúrio.
b) tungstênio está acima do chumbo.
c) mercúrio está abaixo do tungstênio.
d) chumbo está localizado mais ao centro do que o tungstênio.

e) tungstênio está localizado mais ao centro do que o mercúrio.

6 - (SOMOS 2022) A condutividade se refere à capacidade de um material de transmitir energia. Existem diferentes tipos de condutividade, incluindo condutividade elétrica [...]. O elemento mais eletricamente condutor é a prata [...]. A maioria dos metais conduz eletricidade. Outros elementos com alta condutividade elétrica são alumínio, zinco, níquel, ferro e platina.

A propriedade que explica a característica apresentada no texto é a

- a) alta energia de ligação dos metais.
b) baixa eletropositividade dos metais.
c) alta energia de ionização dos metais.
d) baixa energia de ligação dos metais.
e) baixa energia de ionização dos metais.

7 - (ENEM 2010 2ª Aplicação): O cádmio, presente nas baterias, pode chegar ao solo quando esses materiais são descartados de maneira irregular no meio ambiente ou quando são incinerados. Diferentemente da forma metálica, os íons Cd^{2+} são extremamente perigosos para o organismo, pois eles podem substituir íons Ca^{2+} , ocasionando uma doença degenerativa nos ossos, tornando-os muito porosos e causando dores intensas nas articulações. Podem ainda inibir enzimas ativadas pelo cátion Zn^{2+} , que são extremamente importantes para o funcionamento dos rins. A figura mostra a variação do raio de alguns metais e seus respectivos cátions.

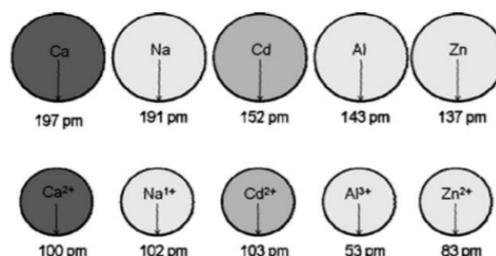


FIGURA 1: Raios atômicos e iônicos de alguns metais.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2001 (adaptado).

Com base no texto, a toxicidade do cádmio em sua forma iônica é consequência de esse elemento

- a) apresentar baixa energia de ionização, o que favorece a formação do íon e facilita sua ligação a outros compostos.

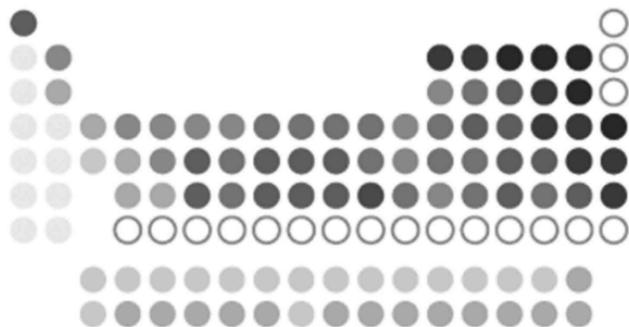
b) possuir tendência de atuar em processos biológicos mediados por cátions metálicos com cargas que variam de +1 a +3.

c) possuir raio e carga relativamente próximos aos de íons metálicos que atuam nos processos biológicos, causando interferência nesses processos.

d) apresentar raio iônico grande, permitindo que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons menores participam.

e) apresentar carga +2, o que permite que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons com cargas menores participam.

8 - **(BERNOULLI 2021)** Linus Pauling formulou a escala de eletronegatividade dos elementos, definindo essa propriedade como “a tendência que um elemento tem em atrair elétrons para si em uma ligação química”, e deixou de fora dessa escala os gases nobres, que eram considerados inertes. Porém, em 1962, o cientista Bartlett sintetizou o composto XePtF_6 , demonstrando a capacidade de alguns elementos da família VIIIA em participar de ligações. Atualmente, a eletronegatividade dos elementos químicos segue o padrão representado no esboço da tabela periódica a seguir:



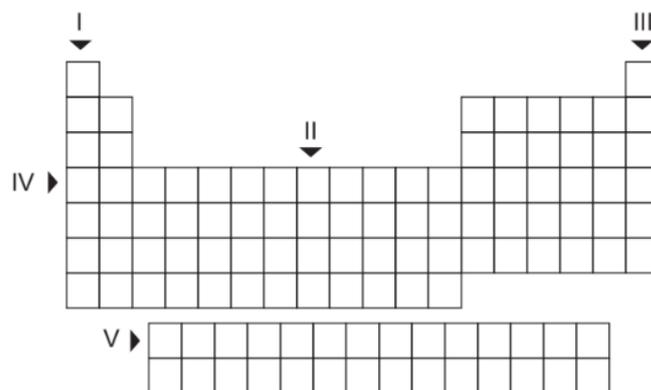
Os círculos em tons mais escuros representam os elementos

- mais eletronegativos, tendo o flúor e o cloro como exemplo.
- mais eletronegativos, tendo o hidrogênio e o lítio como exemplo.
- mais eletronegativos, sendo o hélio o elemento mais eletronegativo.
- menos eletronegativos, sendo o criptônio e o flúor os elementos menos reativos.

e). menos eletronegativos, sendo o oxigênio o elemento de menor eletronegatividade.

9 - **(BERNOULLI 2021)** Em um átomo, os níveis se aninham de forma concêntrica uns dentro dos outros, e cada nível precisa de um certo número de elétrons para ser preenchido e se sentir satisfeito. Podemos enunciar metade da química numa sentença: os átomos que não têm elétrons suficientes em sua camada externa vão brigar, negociar, implorar, fazer e desfazer alianças ou qualquer outra coisa de que precisem para conseguir o número apropriado. Uma determinada família da tabela periódica possui todos os elementos com orbitais fechados, ou seja, níveis saciados de elétrons, e, por isso, nenhum deles tende a reagir com nenhum outro sob condições normais. É por essa razão que, a despeito das férvidas atividades para encontrar e rotular elementos nos anos 1800 – inclusive com o desenvolvimento da própria tabela periódica –, ninguém chegou a isolar os elementos dessa coluna até 1895.

Considere o seguinte esboço da tabela periódica:

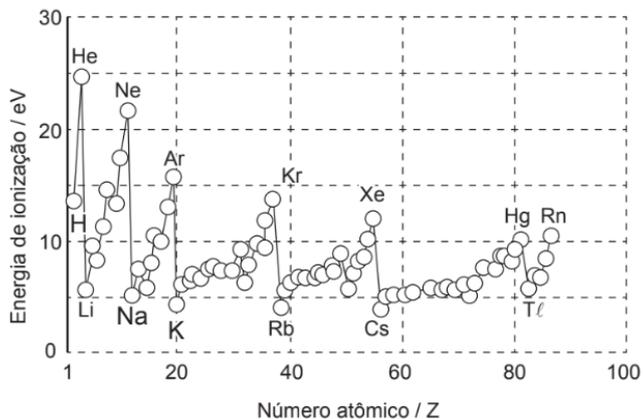


A família à qual o texto se refere é aquela identificada por

- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

10 - **(SAS 2021)** A ONU elegeu 2019 o Ano Internacional da Tabela Periódica em referência à primeira publicação da tabela organizada por Dmitri Ivanovich Mendeleev em 1869. A tabela periódica atual reflete a periodicidade das propriedades atômicas, que podem ser explicadas pelo modelo quântico dos átomos, resultado de semelhanças químicas que decorrerem da distribuição dos elétrons na eletrosfera dos átomos. Se a Tabela de Mendeleev tivesse surgido 50 anos depois, já na Era Quântica, talvez ela tivesse a forma proposta por Charles Janet em 1928.

gráfico a seguir representa a energia de ionização de alguns elementos em função do número atômico.



Com base na análise do gráfico, o aumento da energia de ionização em um período está relacionado com o aumento do(a)

- massa atômica.
- número de nêutrons.
- carga nuclear efetiva.
- blindagem eletrostática.
- número de níveis ocupados.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	D	B	B	A	B	B	D	C	D	B	A

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	A	C	C	E	E	C	A	C	E	C	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	D	D	C

Aula 09: Ligações Químicas

1 – Introdução:

As ligações químicas apresentam como objetivo a estabilidade dos átomos. Quando os átomos se unem temos uma liberação de energia o que caracteriza uma condição de estabilidade uma vez que os produtos do processo apresentam uma menor energia.

Qual a referência de estabilidade?

Os gases nobres por serem encontrados como átomos isolados são os referenciais de estabilidade.

He: $1s^2$ Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$

Ar: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Observando as distribuições teremos duas regras:

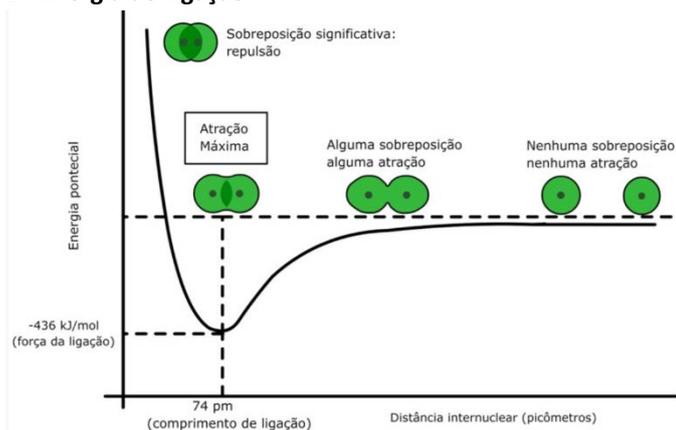
Regra do dueto: um átomo que apresenta uma única camada é estável com apenas 2 elétrons.

Regra do Octeto: um átomo que apresenta duas ou mais camadas é estável com 8 elétrons em sua última camada.

Casos especiais:

- Berílio(Be): é estável com 4 elétrons na camada 2.
- Boro (B): é estável com 6 elétrons na camada 2.
- Ametais do 2º período em diante da tabela periódica (Ex: Cl, Br, I, S e P) por apresentarem subnível d vazio apresentam a capacidade em expandir o octeto, ou seja, podem ser estáveis com uma quantidade superior a 8 elétrons.
- Metais de transição (Ex: Fe, Zn, Ni e outros) não apresentam uma regra é como se cada um fosse um caso especial.

2 - Energia de Ligação:



O ponto mais baixo do gráfico representado pelo valor de -436 kJ/mol corresponde ao ponto de maior estabilidade uma vez que é o ponto de menor energia. O Valor de 436 kJ/mol representa a energia de ligação que terá um sinal + em caso de quebra de ligação e sinal - em caso de formação de ligação. O valor de 74 pm representa o comprimento de ligação.

3 – Ligação Iônica:

A ligação iônica ocorre, em geral, entre átomos de metais com átomos de não-metais, pois:

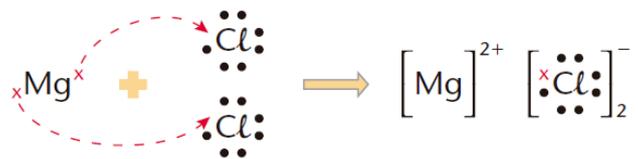
- os átomos dos metais possuem 1, 2 ou 3 elétrons na última camada e têm forte tendência a perdê-los;
- os átomos dos não-metais possuem 5, 6 ou 7 elétrons na última camada e têm acentuada tendência a receber mais 3, 2 ou 1 elétron e, assim, completar seus octetos eletrônicos.

Exemplos:

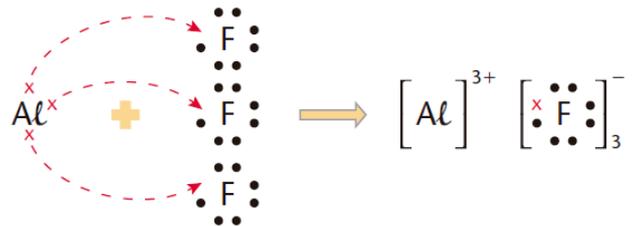
1º Exemplo: Ligação entre o Na (Família 1) e Cloro (Família 17):



2º Exemplo: Ligação entre o Mg (Família 2) e Cloro (Família 17):



3º Exemplo: Ligação entre o Al (Família 3) e Cloro (Família 17):



Propriedades dos compostos iônicos:

A forte atração entre os íons e a estrutura dos compostos iônicos explicam algumas propriedades apresentadas a seguir:

- **Altas temperaturas de fusão e ebulição**, pelo fato de a força de atração ser alta entre os átomos envolvidos, são necessárias altas temperaturas para que tenha o rompimento dessa força e a mudança de estado físico.
- Os compostos iônicos são **sólidos na temperatura ambiente**, o que se justifica pela propriedade anterior.
- **São duros e quebradiços**. A estrutura dos retículos cristalinos (cátions e ânions intercalados) conferem um alto grau de dureza para esses compostos.
- São **bons condutores de eletricidade** quando no estado líquido e dissolvidos em água, mas não conduzem no estado sólido. Os íons que compõem a substância permitem a passagem de corrente elétrica quando estão livres, no estado líquido, ou dissolvidos na água, considerada um dos melhores solventes para os compostos iônicos.

3 – Ligação Covalente:

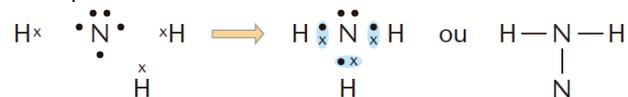
A ligação é covalente quando os dois átomos apresentam a tendência de ganhar elétrons. Isso ocorre quando os dois átomos têm 4, 5, 6 ou 7 elétrons na última camada eletrônica, ou seja, quando os dois átomos já se “avizinham” na configuração de um gás nobre (e mais o hidrogênio, que, apesar de possuir apenas um elétron, está próximo da configuração do hélio). Em outras palavras, a ligação covalente aparece entre dois átomos de não-metais, ou semimetais ou, ainda, entre esses elementos e o hidrogênio.

Exemplos:

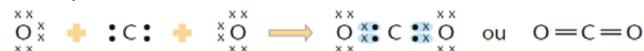
1º Exemplo:



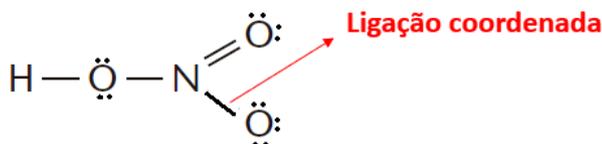
2º Exemplo:



3º Exemplo:



Detalhe 1: quando um átomo realiza todas as ligações que ele precisa para atingir o octeto e o mesmo precisa estabilizar um outro átomo ocorre a ligação covalente coordenada - em tal ligação o átomo central participa com os dois elétrons da ligação o que difere dos exemplos anteriores onde cada átomo participa com dos elétrons da ligação.

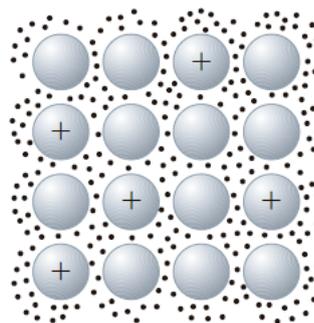


Detalhe 2: casos de expansão do octeto:



4 – Ligação metálica:

Uma das principais características dos metais é a condução fácil da eletricidade. A consideração de que a corrente elétrica é um fluxo de elétrons levou à criação da chamada teoria da nuvem eletrônica (ou teoria do mar de elétrons), que passamos a explicar.



Em geral, os átomos dos metais têm apenas 1, 2 ou 3 elétrons na última camada eletrônica; essa camada está normalmente afastada do núcleo, que, conseqüentemente, atrai pouco aqueles elétrons. Como resultado, os elétrons escapam

facilmente do átomo e transitam livremente pelo reticulado. Desse modo, os átomos que perdem elétrons transformam-se em cátions, os quais podem, logo depois, receber elétrons e voltar à forma de átomo neutro, e assim sucessivamente.

Concluindo, podemos dizer que, segundo essa teoria, o metal seria um aglomerado de átomos neutros e cátions, mergulhados em uma nuvem (ou “mar”) de elétrons livres (costuma-se também dizer que esses elétrons estão deslocalizados). Assim, a “nuvem” de elétrons funcionaria como uma ligação metálica, mantendo os átomos unidos.

Propriedades dos metais:

Em virtude de sua estrutura e do tipo de ligação, os metais apresentam uma série de propriedades características que, em geral, têm muitas aplicações práticas em nosso dia-a-dia. Listamos abaixo aquelas que podemos citar como principais propriedades dos metais.

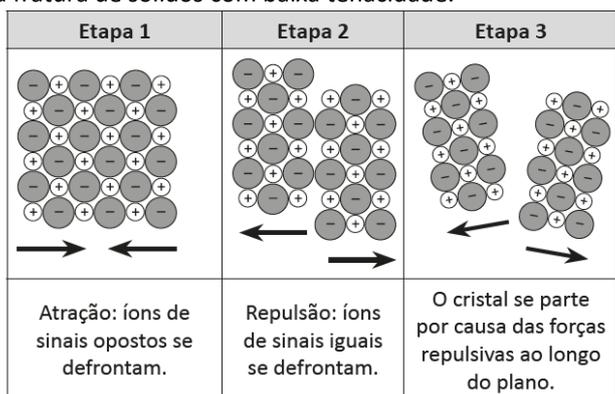
- Brilho metálico: os metais, quando polidos, refletem a luz como se fossem espelhos, o que permite o seu uso em decoração de edifícios, lojas etc.
- Condutividades térmica e elétrica elevadas: os metais, em geral, são bons condutores de calor e eletricidade. Isso é devido aos elétrons livres que existem na ligação metálica, como foi explicado no item anterior, e que permitem um trânsito rápido de calor e eletricidade através do metal. A condução do calor é importante, por exemplo, no aquecimento de panelas domésticas e caldeiras industriais; a condução da eletricidade é fundamental nos fios elétricos usados nas residências, escritórios e indústrias.
- Densidade elevada: os metais são, em geral, densos. Isso resulta das estruturas compactas, explicadas na página anterior, e está também de acordo com a variação das densidades absolutas, vista na página 127, no estudo das propriedades periódicas dos elementos químicos.
- Pontos de fusão e de ebulição elevados: os metais, em geral, fundem e fervem em temperaturas elevadas, como vimos na página 127, no estudo das propriedades periódicas. Isso acontece porque a ligação metálica é muito forte, e “segura” os átomos unidos com muita intensidade.

Exercícios Fundamentais

1 - A condutividade elétrica de um material depende muito do tipo de ligação química da qual o material é formado e do estado físico em que este se encontra. Sendo assim, materiais como prata, açúcar de cana (sacarose) e sal de cozinha (cloreto de sódio) apresentam comportamentos distintos quanto à condutividade elétrica. Em relação à condutividade elétrica, assinale a alternativa **correta**.

- O açúcar é uma substância iônica que não conduz bem a eletricidade.
- O açúcar é um bom condutor de corrente elétrica porque possui cargas livres em seu retículo cristalino molecular.
- O cloreto de sódio fundido não conduz corrente elétrica.
- Um objeto de prata é bom condutor de corrente elétrica porque apresenta elétrons livres em seu retículo cristalino metálico.
- O cloreto de sódio é um bom condutor de corrente elétrica em temperaturas inferiores ao seu ponto de fusão.

2 - Tenacidade é a medida que se refere à quantidade de energia que é absorvida por um material antes de este fraturar. O modelo a seguir é usado para explicar como ocorre a fratura de sólidos com baixa tenacidade.



Qual é o sólido com baixa resistência a impactos que se encaixa no modelo exposto?

- Ácido bórico (H_3BO_3).
- Açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
- Bauxita (Al_2O_3).
- Cobre (Cu).
- Naftaleno ($C_{10}H_8$).

3 - Os componentes microeletrônicos e a fabricação de um smartphone são compostos principalmente por cobre, ouro e prata. Devido a essa composição surgiu a ideia de se utilizar smartphones usados para a reciclagem de metais na fabricação de medalhas olímpicas. Esses metais apresentam alta condutividade elétrica devido

- à sua densidade elevada.
- aos elétrons de valência móveis.
- aos seus elevados pontos de fusão e ebulição.
- às ligações covalentes estabelecidas entre os átomos metálicos.
- à sua maleabilidade e ductibilidade.

4 - Considere os dados da tabela a seguir:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
Magnésio (Mg)	650.0	1100.0
Cloro (Cl_2),	- 101.0	- 34.0
Cloreto de magnésio ($MgCl_2$)	708.0	1412.0

A análise dos dados leva à seguinte constatação:

- o $MgCl_2$ é substância molecular e, em razão desse fato, pode ser considerado substância sólida, líquida ou gasosa à temperatura ambiente.
- com relação ao tipo de ligação existente, conclui-se que o Mg é uma substância metálica e o $MgCl_2$ é uma substância molecular.
- o $MgCl_2$ é substância iônica; portanto, é gasoso à temperatura ambiente.
- o Cl_2 é substância molecular e substâncias desse tipo só podem ser sólidas e líquidas à temperatura ambiente.
- a 25 °C, os estados físicos das substâncias apresentadas são, respectivamente: Mg (sólido), Cl_2 (gasoso), $MgCl_2$ (sólido).

5 - O quadro abaixo descreve algumas propriedades físicas de 3 compostos (substâncias) desconhecidos, identificados apenas como A, B e C. Assinale a opção que classifica esses compostos, respectivamente, de acordo com as suas propriedades.

Composto	Ponto de Fusão, °C	Ponto de Ebulição, °C	Condução elétrica, no estado sólido	Solubilidade em água
A	800	1465	Isolante	Muito solúvel
B	- 182,5	- 161,5	Isolante	Insolúvel
C	1357	2835	Condutor	Insolúvel

- Composto iônico, composto molecular, metal.
- Composto molecular, composto iônico, metal.
- Metal, composto molecular, composto iônico.
- Composto iônico, metal, composto molecular.
- Metal, composto iônico, composto molecular.

Exercícios Aprofundados

6 - Os sólidos iônicos são formados por meio de atrações eletrostáticas e, assim, a força da ligação iônica pode ser estimada a partir da seguinte equação:

$$F = - \frac{k \cdot z_1 \cdot z_2}{d^2}$$

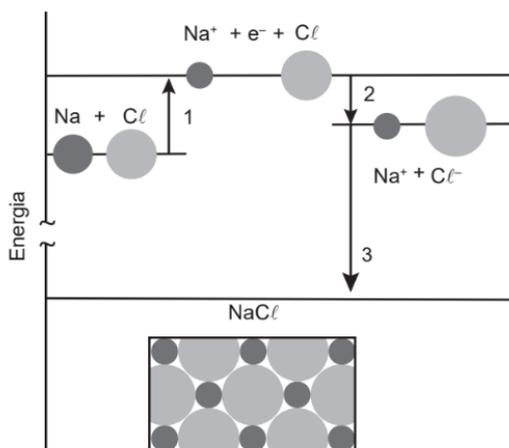
Nessa equação, k é uma constante, z_1 e z_2 são as cargas dos íons, e d é a distância entre eles.

Uma indústria necessita realizar o revestimento de seus fornos com materiais refratários, dispondo apenas dos óxidos de magnésio e de bário, representados, respectivamente, por MgO e BaO.

Considerando que esses materiais devem suportar altíssimas temperaturas, a melhor escolha seria pela utilização do Dados: Números atômicos: Mg = 12, Ba = 56.

- a) BaO, pois o cátion apresenta menor raio e carga.
 b) BaO, pois o cátion apresenta maiores valores de raio e de carga.
 c) MgO, pois o cátion apresenta menores valores de raio e de carga.
 d) BaO, pois a distância entre os íons é maior, mas as cargas são iguais.
 e) MgO, pois a distância entre os íons é menor, mas as cargas são iguais.

7 - O Ciclo de Born-Haber é um diagrama de energia que permite analisar a energia envolvida na formação dos compostos iônicos. O diagrama a seguir exemplifica, simplificada, o referido ciclo para a formação do NaCl.



No diagrama apresentado, as setas 1 e 3 indicam, respectivamente, a

- a) afinidade eletrônica do cloro e a energia de rede do cloreto de sódio.
 b) energia de ionização do sódio e afinidade eletrônica do cloro.
 c) energia de ionização do sódio e a energia de rede do cloreto de sódio.
 d) entalpia de formação do cloro e a energia de ionização do sódio.
 e) entalpia de formação do sódio e a energia de ionização do cloro.

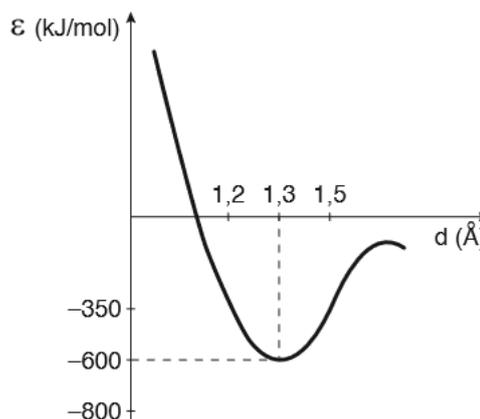
8 - Os metais e suas ligas são bastante empregados no cotidiano em virtude das propriedades físico-químicas que apresentam. Algumas dessas propriedades estão relacionadas ao fato de serem facilmente transformados em fios e em lâminas delgadas, além de possuírem brilho característico e conduzirem eletricidade e calor, estando no estado sólido ou quando fundidos.

O tipo de ligação química presente nesses materiais é explicado por um modelo no qual os elétrons se mantêm unidos por meio

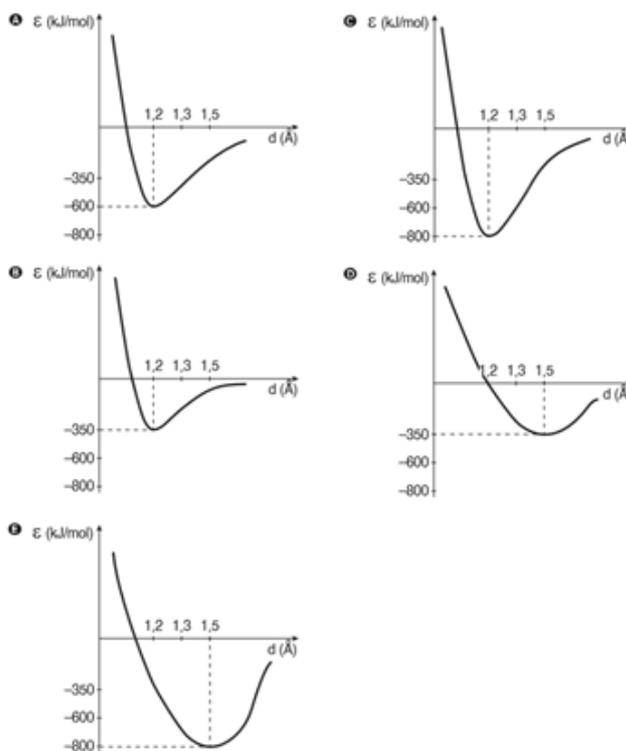
- a) de seu compartilhamento entre os átomos.
 b) das atrações eletrostáticas com os cátions.
 c) da interpenetração frontal de orbitais atômicos.
 d) de sua transferência dos cátions para os ânions.

e) da diferença de eletronegatividade entre os átomos.

9 - Nas cadeias carbônicas, os átomos de carbono podem formar, entre si, ligações simples (C - C), duplas (C = C) ou triplas (C ≡ C). Essas ligações apresentam uma energia média de ligação em função da distância média entre os átomos de carbono. A figura a seguir representa o gráfico da energia média da ligação dupla (C = C).



Considerando essa relação entre energia de ligação e distância de ligação, qual o gráfico mais adequado para representar a energia de ligação da ligação simples (C - C)?



10 - O óxido nítrico, NO, é um poluente atmosférico formado como subproduto da combustão de combustíveis fósseis que,

quando inalado, interage com o ferro da hemoglobina, diminuindo sua capacidade para transportar oxigênio. Com relação à molécula do óxido poluente, assinale a alternativa INCORRETA.

Dados: N ($Z = 7$); O ($Z = 8$).

- Os átomos dessa molécula possuem um total de 11 elétrons na camada de valência.
- Apresenta momento dipolar igual a zero.
- Não é possível desenhar uma estrutura de Lewis que obedeça à regra do octeto.
- É paramagnética, pois possui um elétron não emparelhado.
- É um composto covalente binário com geometria linear.

11 - O quadro abaixo ilustra tipos de sólidos cristalinos e algumas de suas características. Aponte a alternativa que indica a linha de correlações CORRETAS do quadro apresentado.

	Tipo de sólido	Forma Das partículas unitárias	Força entre as partículas	Exemplos
a)	Covalente	Átomos, ligados por ligações covalentes	Ligações covalentes	Diamante
b)	Iônico	Ions positivos e negativos	Cátions e elétrons livres	NaCl, MgO, Fe ₂ O ₃
c)	Metálico	Cátions e moléculas	Ligações metálicas	Fe, Cu, Zn
d)	Molecular	Átomos e moléculas	Dipolos, ligações de hidrogênio	CH ₄ , SiO ₂ , C ₆ H ₁₂ O ₆

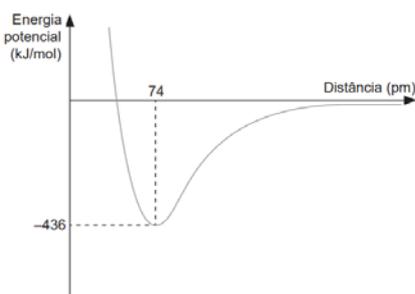
12 - Os compostos iônicos CaCO₃ e NaCl têm solubilidades muito diferentes em água. Enquanto o carbonato de cálcio, principal constituinte do mármore, é praticamente insolúvel em água, o sal de cozinha é muito solúvel. A solubilidade de qualquer sal é o resultado do balanço entre a energia de rede (energia necessária para separar completamente os íons do sólido cristalino) e a energia envolvida na hidratação dos íons dispersos em solução.

Em relação à energia de rede, a menor solubilidade do primeiro composto é explicada pelo fato de ele apresentar maior

- atração entre seus íons.
- densidade do sólido iônico.
- energia de ionização do cálcio.
- eletronegatividade dos átomos.
- polarizabilidade do íon carbonato.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (SAS 2022) O gráfico a seguir representa a relação entre a energia potencial e a distância entre os átomos durante a formação de uma molécula de H₂.



A interseção das linhas pontilhadas no gráfico representa o ponto de

- maior estabilidade dos átomos.
- menor estabilidade dos átomos.
- maior repulsão entre os átomos.
- maior distância entre os átomos.
- menor distância entre os átomos.

2 - (SAS 2022) Apesar de não ser uma teoria aceita, o modelo de ligação proposto por Johannes Stark se aproxima mais do fenômeno interatômico de

- estabelecimento da ligação de hidrogênio entre as moléculas de água.
- mistura de orbitais de um átomo caracterizada como hibridização.
- formação do mar de elétrons em substâncias metálicas e ligas metálicas.
- movimentação de elétrons entre os cátions e ânions que constituem um retículo cristalino.
- compartilhamento de elétrons entre um elemento menos eletronegativo e outro mais eletronegativo.

3 - (POLIEDRO 2022) A concentração de sólidos totais dissolvidos (do inglês, TDS) é utilizada para avaliar a qualidade de águas provenientes de recursos hídricos. A concentração desses sólidos é igual à soma da concentração dos íons carregados positiva e negativamente que existem em determinado volume de água. Esses íons podem ser alumínio, cobre, sódio, potássio, cloreto, nitrato, sulfato, entre outros. A análise da concentração de TDS presente em água pode ser feita utilizando um volume conhecido de amostra aquosa e a levando a evaporação total. Quando toda a água evapora, resta no recipiente apenas a parte sólida que anteriormente estava dissolvida. Assim, é possível quantificar os TDS.

Durante a análise de TDS, quando toda a água evapora, restam no recipiente sólidos

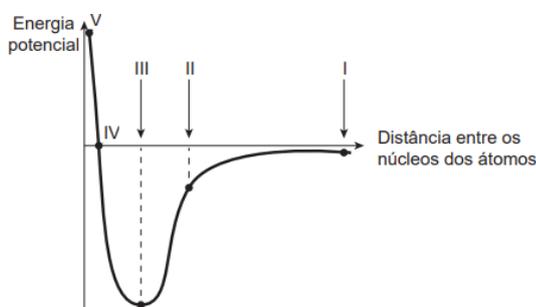
- moleculares de elevada temperatura de ebulição.
- insolúveis em água que têm elevada temperatura de fusão.
- covalentes formados entre os ametais que compõem os íons nitrato e sulfato.

d) metálicos formados pela fusão dos metais alumínio e cobre presentes em solução.

e) iônicos formados pela união dos cátions e dos ânions que estavam solubilizados nesse solvente.

4 - **(BERNOULLI 2022)** Dois átomos iguais se unem para compartilhar seus elétrons de valência porque a matéria formada apresenta geralmente maior potencial de ionização e menor afinidade eletrônica, ou seja, torna-se mais estável em relação à tendência dos elétrons de escaparem do sistema.

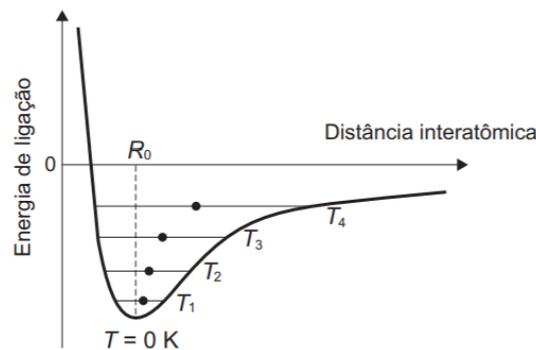
O gráfico a seguir representa a variação da energia potencial de um sistema que contém dois átomos de hidrogênio à medida que a distância entre os seus núcleos diminui.



O ponto em que as forças atrativas e repulsivas estão em equilíbrio corresponde ao

- a). I. b). II. c). III. d). IV. e). V.

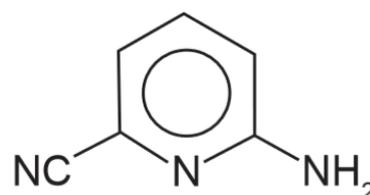
5 - **(ENEM 2018 1º Aplicação)** Alguns materiais sólidos são compostos por átomos que interagem entre si formando ligações que podem ser covalentes, iônicas ou metálicas. A figura apresenta a energia potencial de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino. Analisando essa figura, observa-se que, na temperatura de zero kelvin, a distância de equilíbrio da ligação entre os átomos (R_0) corresponde ao valor mínimo de energia potencial. Acima dessa temperatura, a energia térmica fornecida aos átomos aumenta sua energia cinética e faz com que eles oscilem em torno de uma posição de equilíbrio média (círculos cheios), que é diferente para cada temperatura. A distância de ligação pode variar sobre toda a extensão das linhas horizontais, identificadas com o valor da temperatura, de T_1 a T_4 (temperaturas crescentes).



O deslocamento observado na distância média revela o fenômeno da

- a) ionização.
b) dilatação.
c) dissociação.
d) quebra de ligações covalentes.
e) formação de ligações metálicas.

6 - **(ENEM 2018 2º Aplicação)** A radiação na região do infravermelho interage com a oscilação do campo elétrico gerada pelo movimento vibracional de átomos de uma ligação química. Quanto mais fortes forem as ligações e mais leves os átomos envolvidos, maior será a energia e, portanto, maior a frequência da radiação no infravermelho associada à vibração da ligação química. A estrutura química da molécula 2-amino-6-cianopiridina é mostrada.



A ligação química dessa molécula, envolvendo átomos diferentes do hidrogênio, que absorve a radiação no infravermelho com maior frequência é:

- a) C - C b) C - N c) C = C
d) C = N e) C ≡ N

7 - **(BERNOULLI 2020)** As ligações iônicas e as covalentes são dois modelos distintos utilizados para explicar a ligação química. A ligação covalente é um bom modelo para representar e explicar as ligações entre os não metais, enquanto a ligação iônica costuma ser um bom modelo

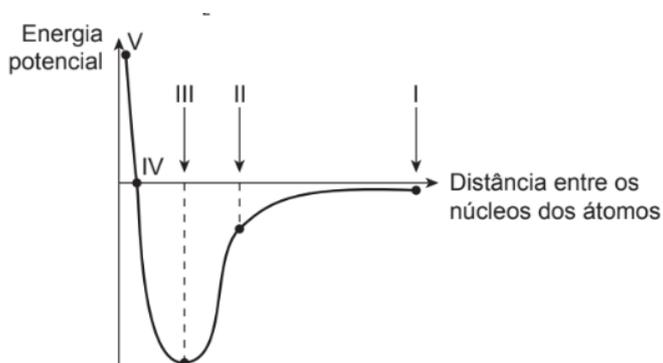
quando há ligações entre um metal e um não metal. Na tabela a seguir, estão representadas três substâncias e algumas de suas propriedades físicas:

Substância	Temperatura de fusão / °C	Temperatura de ebulição / °C
Cloreto de sódio	801	1 465
Cloreto de magnésio	714	1 412
Cloreto de alumínio	-	180 (sublima)

As propriedades físicas do cloreto de alumínio são bastante distintas em relação às demais substâncias representadas, pois

- o raio iônico das espécies envolvidas é menor.
- a carga dos íons envolvidos na formação dessa substância é maior.
- a diferença entre as afinidades eletrônicas dos elementos é menor.
- a diferença entre as cargas nucleares efetivas dos elementos é maior.
- a diferença entre as eletronegatividades dos elementos envolvidos é menor.

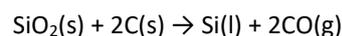
8 - (BERNOULLI 2020) A ligação covalente deve ser entendida, nos conceitos modernos, como o resultado da sobreposição de orbitais atômicos. Com essa sobreposição, é possível realizar o emparelhamento de elétrons na estrutura molecular, causando abaixamento da energia potencial. O gráfico a seguir mostra a variação da energia potencial de dois átomos de hidrogênio em função da distância, durante a formação da molécula de H₂.



O ponto em que as forças de atração entre os dois átomos são praticamente nulas é o

- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

9 - (BERNOULLI 2020) Desde 2015, pesquisadores da Unicamp, SP, vêm desenvolvendo e obtendo silício “solar” com tecnologia totalmente nacional. Esse elemento é essencial para a fabricação de células solares e o Brasil, apesar de possuir tecnologia para a fabricação dessas células, ainda tem que importar silício purificado, o que encarece o custo dos painéis solares. O silício comercial é obtido a partir do quartzo de alta pureza, pela reação química de redução do dióxido de silício (SiO₂) com eletrodos de carbono, em forno de arco elétrico, conforme a equação a seguir:



Uma das maiores dificuldades nesse processo é a grande quantidade de energia elétrica necessária para aquecer os fornos elétricos, já que, para produzir silício de pureza elevada (99,5%), as temperaturas fornecidas devem ser superiores a 1 900 °C.

A grande quantidade de energia elétrica despendida durante o processo de obtenção do silício se deve em função do rompimento de

- ligações metálicas entre o silício.
- ligações iônicas entre o silício e o oxigênio.
- forças de dispersão entre as moléculas de carbono.
- ligações covalentes entre o silício e o oxigênio e entre os átomos de carbono.
- interações do tipo dipolo permanente entre as moléculas de dióxido de silício.

10 - (BERNOULLI 2020) A afinidade eletrônica é definida como a energia liberada ou absorvida por um átomo isolado no estado gasoso quando esse recebe um elétron adicional. A afinidade eletrônica, quando avaliada em conjunto com a energia de ionização, permite prever se um átomo tende a formar ligações iônicas com outra espécie. Assim, se um átomo apresenta resistência a ambos os processos, significa que a probabilidade de se formar cátions ou ânions é mínima.

A tabela a seguir representa os valores de energia de ionização e afinidade eletrônica para cinco elementos distintos:



Disponível em: <<https://gcnturismo.wordpress.com>>.
Acesso em: 25 maio 2021 (Adaptação).

Apesar de esse composto ter sido utilizado nos blocos dessas construções, ele é conhecido por ser um sólido

- a) tenaz. b) dúctil. c) insolúvel.
d) maleável. e) quebradiço.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	C	B	E	A	E	C	B	D	B	A	A

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	E	E	C	B	E	E	A	D	E	B	E

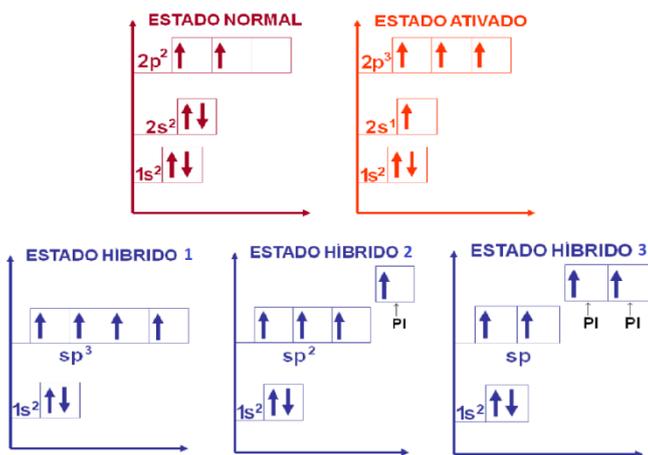
Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	E	E	E

Aula 10: Hibridação, Geometria Molecular e Polaridade das Moléculas

1 – O que é hibridação?

É uma configuração adotada por um átomo onde ocorre mistura de orbitais em busca de uma configuração de menor energia. Exemplo do processo de hibridação do carbono (${}^6\text{C}: 1s^2 2s^2 2p^2$)



Nos orbitais híbridos ocorrem as ligações do tipo sigma que são ligações mais estáveis devido ao fato de ocorrerem em níveis energéticos menores.

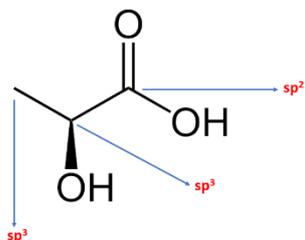
Nos orbitais híbridos ocorrem as ligações do tipo pi que são ligações de menor estabilidade devido ao fato de ocorrerem em níveis energéticos maiores.

Conclusão: no estado híbrido 1 o carbono realiza 4 ligações sigmas. Já no estado híbrido 2 teremos 3 ligações sigmas e 1 ligação pi e no estado híbrido 3 o carbono realiza 2 ligações sigmas e 2 ligações do tipo pi.

Resumo

Ligações no C	Tipos de ligação	Hibridização
$\begin{array}{c} \\ -\text{C}- \\ \end{array}$	4 σ	sp^3
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\diagdown \end{array}$	3 σ 1 π	sp^2
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}\equiv\diagdown \\ \diagdown \\ \text{C}=\diagup \end{array}$	2 σ 2 π	sp

Exemplo:



Como determinar a hibridação de outros átomos?

Número de átomos ligados ao átomo central + número de orbitais não-ligantes

Resultados possíveis:

- 2 - Hibridação sp
- 3 - Hibridação sp^2
- 4 - Hibridação sp^3
- 5 - Hibridação sp^3d
- 6 - Hibridação sp^3d^2

Exemplos:

1) BF_3 - o Boro por ser da família 3 possui três elétrons na última camada e os três foram compartilhados com os átomos de flúor, ou seja, não teremos orbitais não-ligantes. Como fica a soma? $3 + 0 = 3$ - Hibridação do Boro: sp^2 .

2) SO_2 - o Enxofre por ser da família 16 possui seis elétrons na última camada e quatro foram compartilhados com os átomos de oxigênio, ou seja, o teremos uma sobra de 2 elétrons (1 orbital não-ligante). Como fica a soma? $2 + 1 = 3$ - Hibridação do Enxofre: sp^2 .

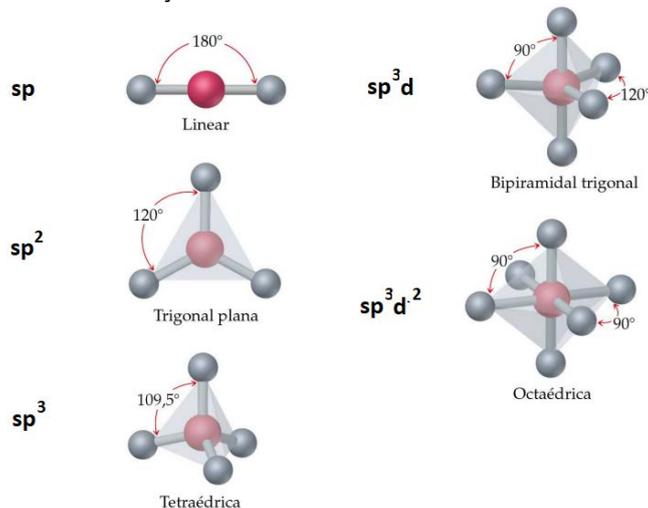
3) H_2O - o Oxigênio por ser da família 16 possui seis elétrons na última camada e dois foram compartilhados com os átomos de hidrogênio, ou seja, o teremos uma sobra de 4 elétrons (2 orbital não-ligantes). Como fica a soma? $2 + 2 = 4$ - Hibridação do Enxofre: sp^3 .

4) SF_4 - o Enxofre por ser da família 16 possui seis elétrons na última camada e quatro foram compartilhados com os átomos de flúor, ou seja, o teremos uma sobra de 2 elétrons (1 orbital não-ligante). Como fica a soma? $4 + 1 = 5$ - Hibridação do Enxofre: sp^3d .

5) XeF_4 - o Xenônio por ser da família 18 possui oito elétrons na última camada e quatro foram compartilhados com os átomos de flúor, ou seja, o teremos uma sobra de 4 elétrons (2 orbital não-ligantes). Como fica a soma? $4 + 2 = 6$ - Hibridação do Enxofre: sp^3d^2 .

2 – Geometria Molecular:

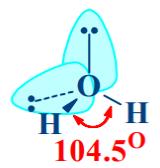
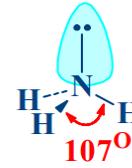
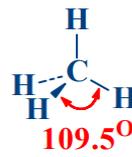
Tabela 1: Hibridação e Geometria das Nuvens Eletrônicas



Exemplos:

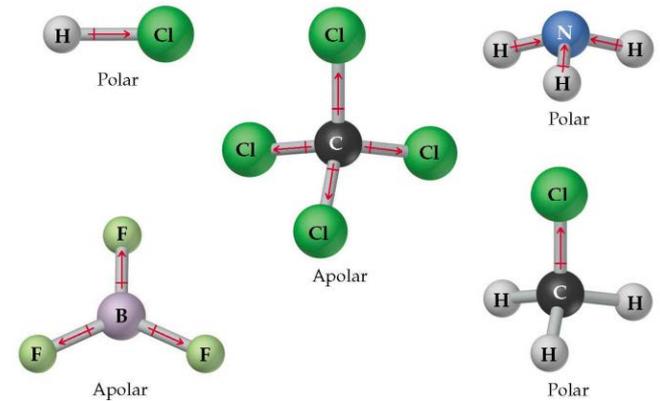
Número de domínios de elétrons	Arranjo	Domínios ligantes	Domínios não-ligantes	Geometria molecular	Exemplos
2		2	0	Linear	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
3	Trigonal plano	3	0	Trigonal plana	BF_3
		2	1	Angular	$[\text{O}=\text{N}-\text{O}]^-$
4	Tetraédrico	4	0	Tetraédrica	CH_4
		3	1	Piramidal trigonal	NH_3
		2	2	Angular	H_2O
5	Bipiramidal trigonal	5	0	Bipiramidal trigonal	PCl_5
		4	1	Gangorra	SF_4
		3	2	Em T'	ClF_3
6	Octaédrico	6	0	Octaédrica	XeF_2
		5	1	Piramidal quadrada	BrF_5
		4	2	Quadrática plana	XeF_4

Observação: teoria da repulsão do par de elétrons:
A presença de par de elétrons não-ligante permite provocar uma repulsão reduzindo o ângulo de ligação.



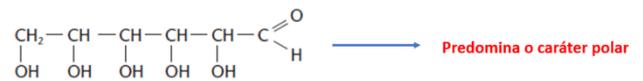
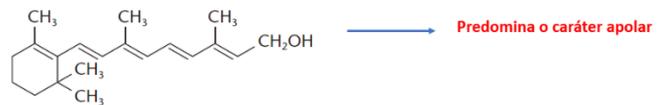
3 – Polaridade das Moléculas:

Para determinar a polaridade das moléculas devemos verificar os vetores das ligações químicas (Detalhe: o vetor aponta para o elemento mais eletronegativo) - se o somatório dos vetores for zero teremos um caráter apolar para a molécula, já se o somatório dos vetores for diferente de zero teremos um caráter polar.



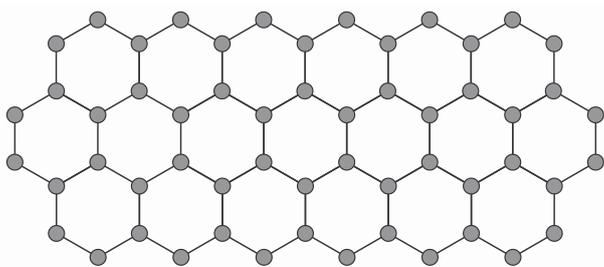
Observação: quando se trata de química orgânica temos que quanto maior a cadeia carbônica e menor o número de elementos com alta eletronegatividade (F, O, N, Cl, Br, I e S) maior o caráter apolar da molécula.

Exemplos:



Exercícios Fundamentais

1 - O grafeno é uma forma alotrópica do carbono constituído por uma folha planar (arranjo bidimensional) de átomos de carbono compactados e com a espessura de apenas um átomo. Sua estrutura é hexagonal, conforme a figura.



Nesse arranjo, os átomos de carbono possuem hibridação

- sp de geometria linear.
- sp² de geometria trigonal planar.
- sp³ alternados com carbonos com hibridação sp de geometria linear.
- sp³d de geometria planar.
- sp³d² com geometria hexagonal planar.

2 - O Prêmio Nobel de Química de 1918 foi concedido a Fritz Haber, por ter desenvolvido a síntese da amônia a partir das substâncias simples. Quanto a esse processo, assinale a alternativa CORRETA.

- Os compostos envolvidos são polares.
- Os compostos envolvidos são apolares.
- A síntese parte de substâncias polares, produzindo uma substância apolar.
- A síntese parte de substâncias apolares, produzindo uma substância polar.
- A síntese parte de uma mistura de uma substância polar e outra apolar, resultando em uma substância apolar.

3 - Analise o quadro.

Substância	Fórmula	Geometria molecular
Amônia	NH ₃	trigonal piramidal
Dióxido de carbono	CO ₂	linear
Dióxido de enxofre	SO ₂	angular
Tetracloro de carbono	CCl ₄	tetraédrica

De acordo com o quadro, as substâncias constituídas por moléculas apolares que apresentam ligações polares são

- amônia e tetracloro de carbono.
- dióxido de carbono e tetracloro de carbono.
- dióxido de carbono e dióxido de enxofre.
- amônia e dióxido de enxofre.
- dióxido de enxofre e tetracloro de carbono.

4 - Durante a pandemia, na ausência de aulas presenciais, os estudantes receberam como atividades determinar a polaridade de substâncias bem conhecidas. Observando as substâncias abaixo, ajude-os a identificar a molécula com menor polaridade do conjunto.

- Éter etílico.
- Etanol.
- Água.
- Propanona.
- Bicarbonato de sódio.

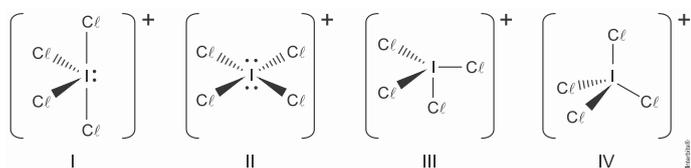
5 - Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem. A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

- baixa polaridade.
- baixa massa molecular.

- c) ocorrência de halogênios.
- d) tamanho pequeno das moléculas.
- e) presença de hidroxilas nas cadeias.

Exercícios Aprofundados

6 - Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, a estrutura do íon ICl_4^+ e o tipo de hibridização de seu átomo central.



- a) III, sp^3
- b) I, sp^3d
- c) II, sp^3d^2
- d) IV, sp^3
- e) III, sp^3d

7 - Considerando a geometria molecular de algumas moléculas e íons, assinale a alternativa que lista apenas as espécies com geometria trigonal plana.

- a) CO_2 , SO_2 , SO_3
- b) O_3 , NH_3 , NO_3^-
- c) NO_3^- , O_3 , CO_2
- d) NH_3 , BF_3 , SO_3
- e) SO_3 , NO_3^- , BF_3

8 - A absorção e o transporte de substâncias tóxicas em sistemas vivos dependem da facilidade com que estas se difundem através das membranas das células. Por apresentar propriedades químicas similares, testes laboratoriais empregam o octan-1-ol como modelo da atividade das membranas. A substância a ser testada é adicionada a uma mistura bifásica do octan-1-ol com água, que é agitada e, ao final, é medido o coeficiente de partição octan-1-ol: água (K_{oa}):

$$K_{oa} = \frac{C_{oct}}{C_a}$$

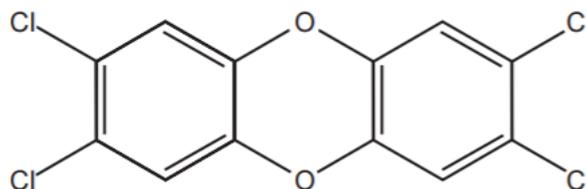
em que C_{oct} é a concentração da substância na fase do octan-1-ol, e C_a a concentração da substância na fase aquosa.

Foram avaliados cinco poluentes de sistemas aquáticos: benzeno, butano, éter dietílico, fluorobutano e metanol.

O poluente que apresentou K_{oa} tendendo a zero é o

- a) éter dietílico.
- b) fluorobutano.
- c) benzeno.
- d) metanol.
- e) butano.

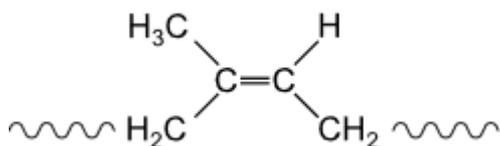
9 - A crescente produção industrial lança ao ar diversas substâncias tóxicas que podem ser removidas pela passagem do ar contaminado em tanques para filtração por materiais porosos, ou para dissolução em água ou solventes orgânicos de baixa polaridade, ou para neutralização em soluções ácidas ou básicas. Um dos poluentes mais tóxicos liberados na atmosfera pela atividade industrial é a 2,3,7,8-tetraclorodioxina.



Esse poluente pode ser removido do ar pela passagem através de tanques contendo

- a) hexano.
- b) metanol.
- c) água destilada.
- d) ácido clorídrico aquoso.
- e) hidróxido de amônio aquoso.

10 - Estudos recentes têm indicado que o uso inadequado de lubrificantes ordinários, normalmente encontrados em farmácias e drogarias, tais como loções oleosas e cremes, que contêm vaselina, óleo mineral ou outros derivados de petróleo, acarretam danos nas preservativos masculinos (camisinhãs), os quais são feitos, geralmente, de um material denominado látex (poli-1,4-isopreno), cujo momento dipolar é aproximadamente igual a zero ($\mu \approx 0$), e cuja estrutura da unidade monomérica é dada a seguir:



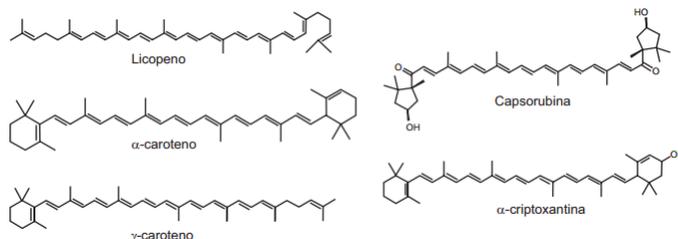
Tais danificações, geralmente, constituem-se de microrupturas das camisinhas, imperceptíveis a olho nu, que permitem o fluxo de espermatozoides através das mesmas, acarretando gravidez indesejável, ou a transmissão de doenças sexualmente transmissíveis, particularmente a aids.

Assinale a alternativa correta.

- a) Substâncias apolares seriam mais adequadas como lubrificantes dos preservativos.
- b) Óleos lubrificantes bastante solúveis em tetracloreto de carbono (CCl₄), geralmente, não interagem com o látex.
- c) Os óleos que provocam danificações nos preservativos são, geralmente, de natureza bastante polar.
- d) Substâncias, cujas forças intermoleculares se assemelham aos presentes no látex, seriam mais adequadas como lubrificantes dos preservativos.
- e) Substâncias com elevados valores de momento de dipolo seriam mais adequadas como lubrificantes dos preservativos.

11 - A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas.



A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

- a) licopeno.
- b) α-caroteno.
- c) γ-caroteno.
- d) capsorubina.
- e) α-criptoxantina.

12 - Perfumes são soluções que contêm substâncias aromatizadas de odor agradável. Os fabricantes de perfumes também adicionam à mistura fixadores, substâncias que têm a função de retardar a evaporação da essência e, conseqüentemente, prolongar os efeitos do perfume. O principal constituinte de um perfume é a essência, que são misturas complexas de substâncias voláteis (lipofílicas), geralmente odoríferas e líquidas. A designação “óleo” deve-se à aparência do líquido, em geral oleosa à temperatura ambiente. Porém, diferentemente dos óleos fixos, como de soja ou de girassol, a principal característica dos óleos essenciais é a volatilidade. É o aroma agradável dos óleos voláteis que faz com que eles sejam chamados de essências.

As essências têm a característica mencionada no texto, pois, entre outros fatores, apresentam

- a) elevada solubilidade em etanol e água.
- b) ponto de ebulição elevado e constante.
- c) substâncias oleosas e viscosas com caráter apolar.
- d) capacidade de evaporar em condições ambientes de pressão e temperatura.
- e) forças intermoleculares fortes entre as suas moléculas e as da mistura fixadora.

ENEM e Simulados

1 - **(SAS 2022)** Apesar de ser produzido a partir de duas substâncias gasosas, xenônio (Xe) e flúor (F₂), o tetrafluoreto de xenônio (XeF₄) é um sólido à temperatura ambiente. Esse composto é considerado um bom agente oxidante e é bastante reativo, podendo ser utilizado como explosivo. Sua

reação com a água pode causar queimaduras graves, pois um dos produtos formados é o fluoreto de hidrogênio (HF), composto gasoso que, em solução, é bastante corrosivo. Considere que o xenônio tem camada de valência $5s^2 5p^6$ e o flúor, $5s^2 2p^5$.

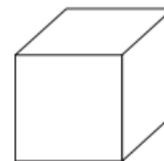
A geometria molecular do composto sólido citado no texto é

- a) linear.
- b) piramidal.
- c) tetraédrica.
- d) trigonal plana.
- e) quadrática plana.

2 - **(SAS 2022)** A bioacumulação é o fenômeno pelo qual uma substância química atinge uma concentração maior nos tecidos de um organismo do que no ambiente ao redor (água, sedimento, solo e ar), por meio principalmente da captação pela via respiratória e pela dieta. As evidências de bioacumulação são dadas em algumas regiões onde é detectada a presença de poluentes orgânicos persistentes (independentemente de haver produção ou uso local), com a constatação de que essas substâncias entram nas cadeias alimentares e acumulam-se em peixes, em aves, em mamíferos marinhos e no próprio ser humano. Um exemplo disso é o das mulheres da tribo dos inuítes (esquimós), na Groenlândia, que apresentam uma concentração de PCBs (bifenilas policloradas) no leite materno muitas vezes superior à das mulheres que vivem em países industrializados.

- a) polares, que se dissolvem facilmente na água.
- b) apolares, que interagem com tecidos adiposos.
- c) ácidos, que liberam íons hidrogênio na água.
- d) iônicos, que são eliminados frequentemente na urina.
- e) anfóteros, que se dissolvem em meio ácido e básico.

3 - **(SOMOS 2022)** A pesquisa sobre cubanos explosivos pelo Exército e por cientistas contratados pelo Exército gerou uma série incomum de colaborações entre pesquisadores militares, acadêmicos e industriais [...]. [Philip E.] Eaton fez a primeira síntese do cubano em 1964. Até então, os cientistas não acreditavam que pudesse ser feito [...], eles pensavam que, se você produzisse cubano, explodiria espontaneamente porque uma quantidade tremenda de energia é armazenada dentro da molécula. Mas quando Eaton fez o composto, ele acabou sendo muito estável.

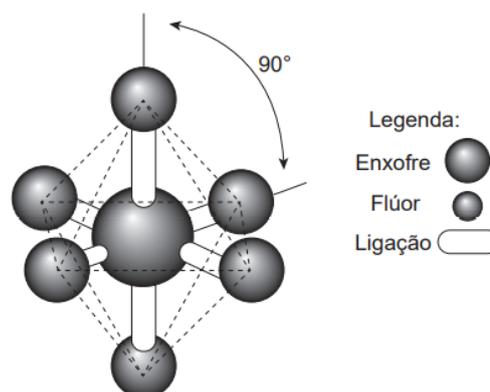


Fórmula estrutural do cubano

A dificuldade em se sintetizar o cubano está relacionada com

- a) os ângulos de ligação maiores que o usual para um carbono saturado.
- b) os ângulos de ligação menores que o usual para um carbono saturado.
- c) a geometria da molécula, que exige que o carbono faça mais de quatro ligações.
- d) a geometria da molécula, que exige que o carbono faça menos de quatro ligações.
- e) a posição dos hidrogênios, que estão mais próximos do que se estivessem em uma cadeia aberta.

4 - **(BERNOULLI 2022)** O hexafluoreto de enxofre (SF_6), bastante utilizado como isolante térmico e em equipamentos elétricos, é um gás cujas moléculas são constituídas por um átomo de enxofre (S) ligado a seis átomos de flúor (F) por meio de ligações covalentes simples. Esses átomos estão dispostos no espaço conforme a seguir:



Considerando que os números atômicos dos elementos flúor e enxofre são, respectivamente, 9 e 16, qual é a hibridização do átomo central?

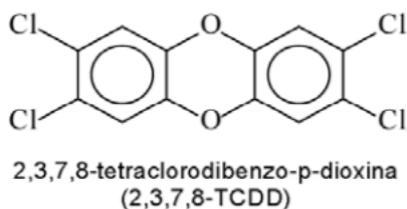
- a) sp .
- b) sp^2 .
- c) sp^3 .
- d) sp^3d .
- e) sp^3d^2 .

5 - **(BERNOULLI 2021)** O fluoreto de xenônio (XeF_2) é um composto molecular que se apresenta como um sólido

Considerando somente a adsorção como fator preponderante em relação à lixiviação, o herbicida com maior possibilidade de contaminar sistemas hídricos é o(a)

- a) diuron, pois apresenta menor número de grupos funcionais NHR, favorecendo a lixiviação.
- b) diuron, pois apresenta maior número de grupos funcionais CONH, favorecendo a lixiviação.
- c) atrazina, pois apresenta menor número de grupos funcionais NHR, favorecendo a lixiviação.
- d) diuron, pois apresenta menor número de grupos funcionais NHR, aumentando a adsorção da molécula ao solo.
- e) atrazina, pois apresenta maior número de grupos funcionais NHR, aumentando a adsorção da molécula ao solo.

10 - (ENEM 2010 2ª Aplicação) Vários materiais, quando queimados, podem levar à formação de dioxinas, um composto do grupo dos organoclorados. Mesmo quando a queima ocorre em incineradores, há liberação de substâncias derivadas da dioxina no meio ambiente. Tais compostos são produzidos em baixas concentrações, como resíduos da queima de matéria orgânica em presença de produtos que contenham cloro. Como consequência de seu amplo espalhamento no meio ambiente, bem como de suas propriedades estruturais, as dioxinas sofrem magnificação trófica na cadeia alimentar. Mais de 90% da exposição humana às dioxinas é atribuída aos alimentos contaminados ingeridos. A estrutura típica de uma dioxina está apresentada a seguir:



A molécula do 2,3,7,8-TCDD é popularmente conhecida pelo nome 'dioxina', sendo a mais tóxica dos 75 isômeros de compostos clorados de dibenzo-p-dioxina existentes.

Com base no texto e na estrutura apresentada, as propriedades químicas das dioxinas que permitem sua bioacumulação nos organismos estão relacionadas ao seu caráter

- a) básico, pois a eliminação de materiais alcalinos é mais lenta do que a dos ácidos.

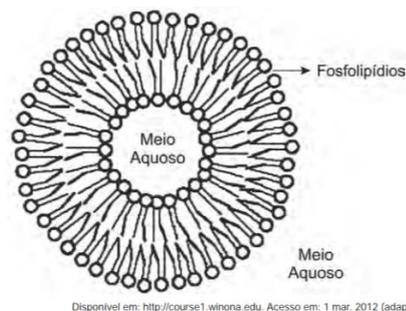
b) ácido, pois a eliminação de materiais ácidos é mais lenta do que a dos alcalinos.

c) redutor, pois a eliminação de materiais redutores é mais lenta do que a dos oxidantes.

d) lipofílico, pois a eliminação de materiais lipossolúveis é mais lenta do que a dos hidrossolúveis.

e) hidrofílico, pois a eliminação de materiais hidrossolúveis é mais lenta do que a dos lipossolúveis.

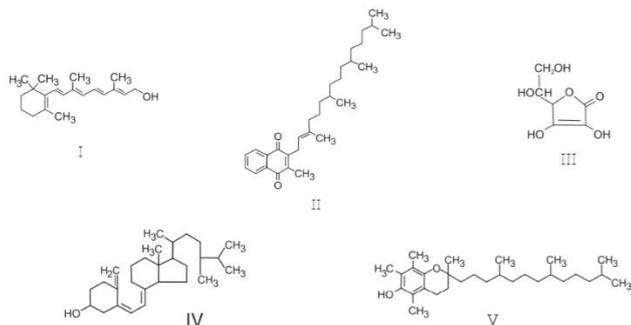
11 - (ENEM 2012 1ª Aplicação) Quando colocados em água, os fosfolípidos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



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) anfifílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

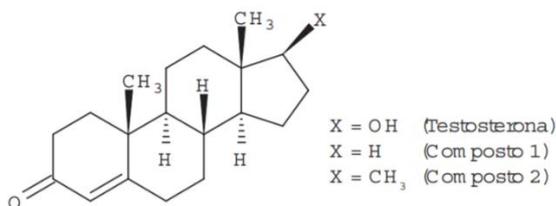
12 - (ENEM 2012 1ª Aplicação) O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é

- a) I. b) II. c) III. d) IV. e) V.

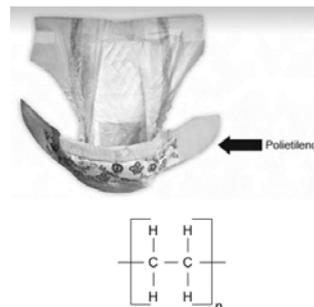
13 - (ENEM 2016 1ª Aplicação) A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de partição.



Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

- a) menor e menor que a lipofilia da testosterona.
b) menor e maior que a lipofilia da testosterona.
c) maior e menor que a lipofilia da testosterona.
d) maior e maior que a lipofilia da testosterona.
e) menor e igual à lipofilia da testosterona.

14 - (Bernoulli 2021) O uso de fraldas descartáveis por crianças e adultos idosos é mais uma das aplicações dos polímeros – materiais constituídos de moléculas grandes e de alta massa molar – formados a partir da união de moléculas menores denominadas monômeros. As fraldas descartáveis são revestidas com um polímero denominado polietileno, que evita o vazamento de urina e cuja estrutura do monômero $(CH_2-CH_2)_n$ está representada a seguir:



A razão pela qual o polímero impede o vazamento da urina na fralda se deve às suas diferenças de

- a) densidade. b) polaridade.
c) volatilidade. d) viscosidade.
e) calores de fusão.

15 - (Bernoulli 2020) Assim como alguns objetos são quirais, algumas substâncias também podem apresentar tal característica. Esse aspecto ocorre com maior frequência na química orgânica devido à possibilidade de o átomo de carbono formar várias ligações com diferentes arranjos espaciais. Essas moléculas devem figurar pelo menos um centro de quiralidade, também chamado de carbono quiral ou assimétrico, o qual apresenta os seus quatro ligantes diferentes entre si.

Com base no conceito apresentado, a hibridização desse carbono deve ser, obrigatoriamente, do tipo

- a) sp . b) sp^2 . c) sp^3 .
d) sp^3d . e) sp^3d^2

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	D	B	A	A	B	E	D	A	E	D	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	B	B	E	D	B	A	D	A	D	E	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	D	B	C

Aula 11: Ligações Intermoleculares

1 - Introdução:

Ligações intermoleculares são interações que ocorrem entre moléculas ou entre duas regiões de uma mesma molécula.

Quais os tipos de ligações intermoleculares?

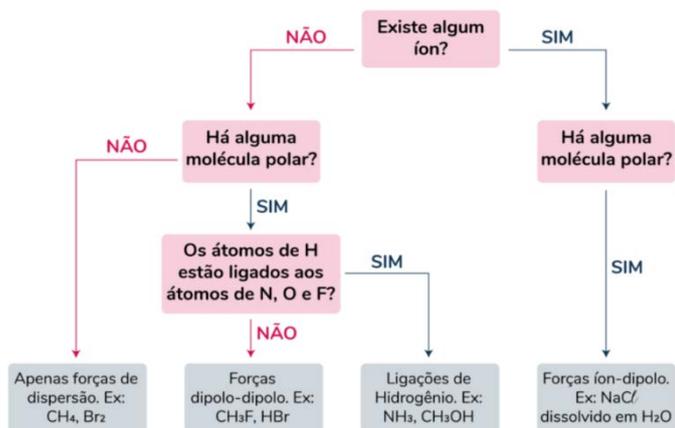
Entre regiões polarizadas temos três tipos:

- Íon - dipolo;
- Ligação de hidrogênio;
- Dipolo - dipolo ou dipolo permanente - dipolo permanente.

Entre regiões apolares temos apenas um tipo:

- Força ou dispersão de London ou força de Van der Waals ou Dipolo induzido (instantâneo) - Dipolo induzido (instantâneo).

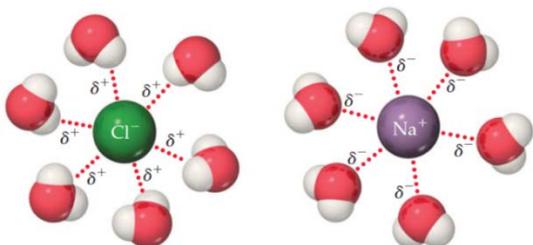
Obs: entre região polar e região apolar temos a interação dipolo - dipolo induzido.



2 - Interação íon-dipolo:

É uma interação entre um íon (cátion ou ânion) com uma molécula polar - por envolver um íon é a interação intermolecular de maior força.

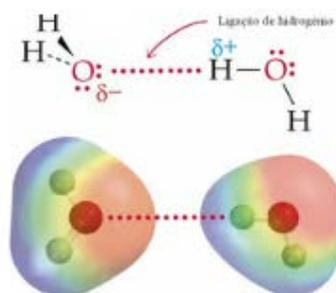
Ex: Solubilidade do NaCl em água:



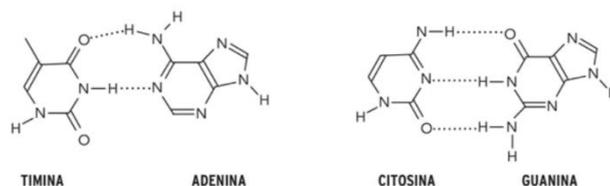
3 - Ligação de Hidrogênio:

Ocorre quando a região positiva de uma molécula for o hidrogênio e a região negativa de outra molécula for o flúor, oxigênio ou nitrogênio - é a segunda interação intermolecular de maior força.

Ex₁: água na fase líquida ou sólida.



Ex₂: material genético.

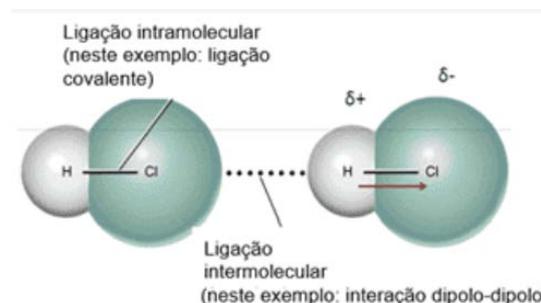


As interações entre as bases nitrogenadas do material genético se dão por ligações de hidrogênio.

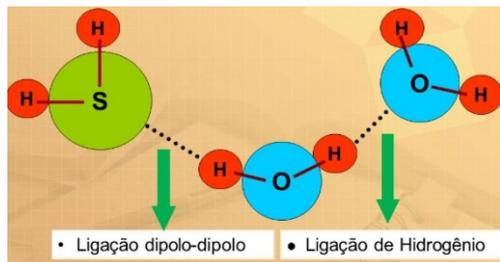
4 - Dipolo -Dipolo:

É qualquer interação entre regiões polares que não seja ligação de hidrogênio.

Ex₁: ácido clorídrico na fase líquida.

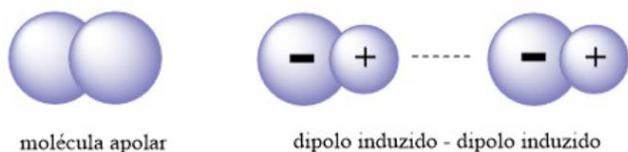


Ex₂: interação entre o ácido sulfídrico e a água.

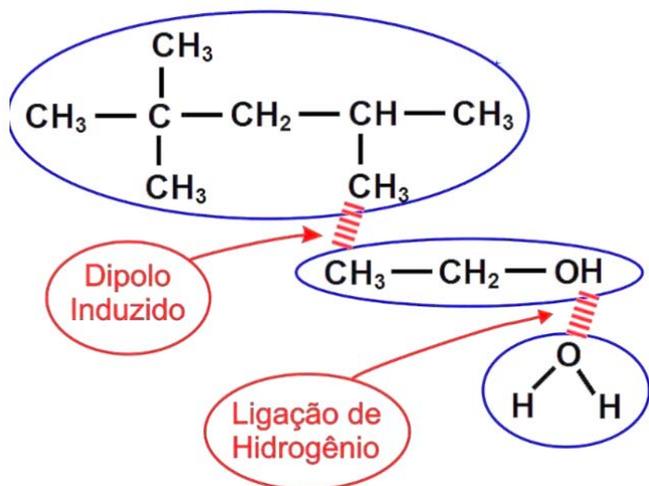


5 - Força de London:

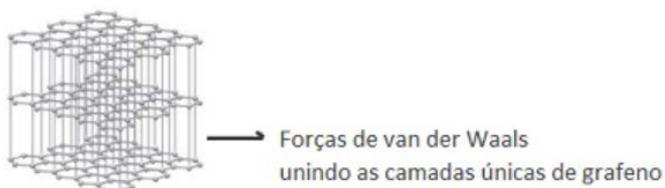
É uma interação entre regiões apolares - ao aproximar duas moléculas apolares o movimento dos elétrons das ligações químicas permite induzir uma polarização das moléculas.



Ex₁: interação entre etanol + gasolina (hidrocarboneto) + água.

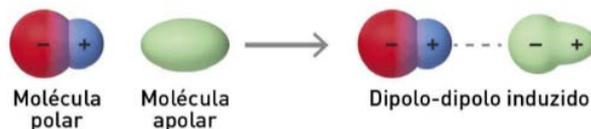


Ex₂: interação entre as lâminas de grafeno.

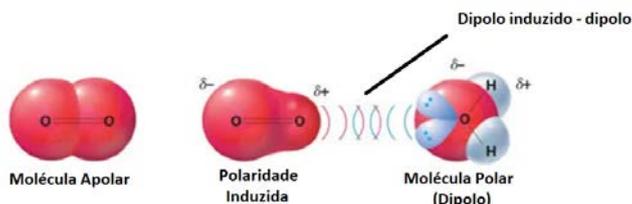


6 - Dipolo - Dipolo Induzido:

É uma interação existente entre uma região polar e outra de natureza apolar - os polos da região polar induzem a polarização de uma região apolar resultando na interação.



Ex: solubilidade entre o gás oxigênio e a água.



7 - Algumas Aplicações das Forças Intermoleculares:

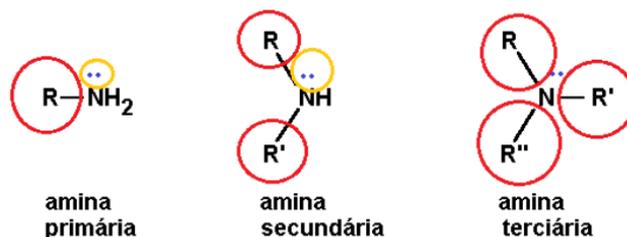
Ordem de força das ligações intermoleculares:

Íon - dipolo > ligação de hidrogênio > dipolo - dipolo > força de London > dipolo - dipolo induzido.

Quanto maior a intensidade e o número de ligações intermoleculares maior serão os pontos de fusão e ebulição, menor a pressão de vapor e maior a viscosidade.

Ex₁: entre as moléculas de etanol temos ligações de hidrogênio e entre as moléculas de éter metílico temos dipolo - dipolo: conclusão: o etanol possui maior ponto de fusão e ebulição, além de ter maior viscosidade e menor pressão de vapor.

Ex₂: Propriedades das aminas:



Nas aminas 1^o temos o nitrogênio como região negativa e dois hidrogênios como regiões positivas - temos três regiões formadoras de ligações de hidrogênio entre moléculas iguais. Já nas aminas 2^o temos o nitrogênio e apenas um hidrogênio como região positiva - temos duas regiões formadoras de ligações de hidrogênio entre moléculas iguais. Nas aminas 3^o

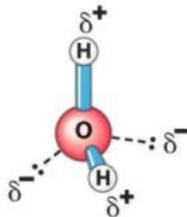
por não haver hidrogênio com carga positiva e sim carbonos o tipo de interação será dipolo - dipolo: conclusão: as aminas 1ª possuem maior temperatura de ebulição em relação as aminas 2ª que por sua vez é superior as aminas 3ª.

Detalhe: as aminas 1ª pela possibilidade em realizar um maior número de ligações de hidrogênio também a apresentam a maior solubilidade em água.

8 - Água:

8.1 – Estudo da molécula:

Analisando a estrutura da molécula podemos observar algumas características importantes:



- Hibridação do oxigênio: sp^3 .
- Geometria da molécula: angular.
- Ângulo de ligação: $104^\circ 50'$
- Quanto a polaridade: polar.

Detalhe: observe que cada molécula possui duas regiões negativas e duas positivas o que permite cada molécula de água realizar quatro ligações de hidrogênio.

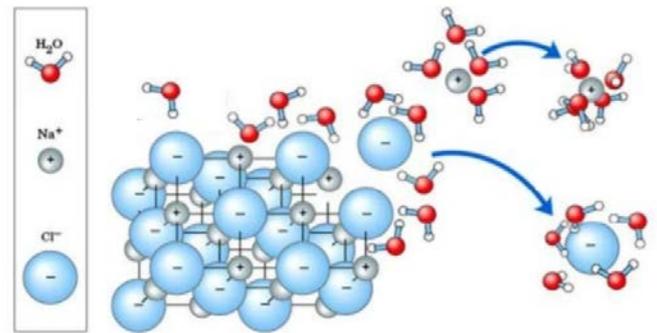
8.2 – Propriedades da água:

A – Solvente Universal:

A água recebe tal título pela capacidade em dissolver um grande número de biomoléculas (Ex: monossacarídeos, aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis) e também sais minerais.

A capacidade em dissolver se deve as ligações de hidrogênio que ocorrem entre as moléculas de água e as biomoléculas e as interações íon-dipolo que ocorrem entre as moléculas de água e os íons dos sais minerais.

Exemplo de dissolução de íons:



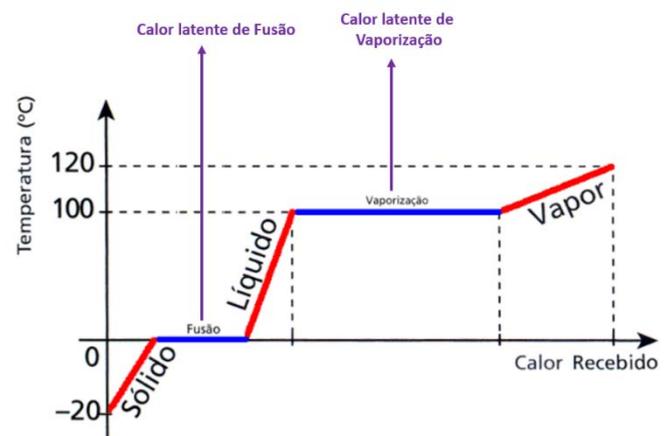
B – Propriedades Térmicas:

Sabemos que a ligação de hidrogênio é uma ligação relativamente forte quando comparada a outras de mesma categoria (ex: dipolo-dipolo e força de London). Como cada molécula de água realiza quatro ligações de hidrogênio, número bem expressivo, as propriedades térmicas da água são relativamente maiores em comparação a diversas outras substâncias.

Quando falamos em propriedade térmicas estamos falando em temperatura de fusão, temperatura de ebulição, calor específico, calor latente de fusão, calor latente de vaporização e outras.

Propriedade	Valor
Temperatura de Fusão	0°C
Temperatura de Ebulição	100°C
Calor Específico	1 cal/g.°C
Calor Latente de Fusão	80 cal/g
Calor Latente de Vaporização	540 cal/g

Observe o gráfico:

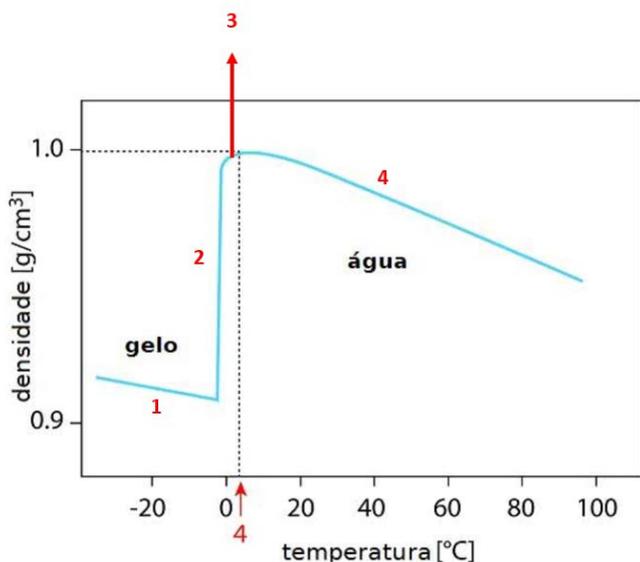


O fato de o calor latente de vaporização ser bem maior que o calor latente de fusão deve-se ao fato de no processo de

vaporização temos a quebra das ligações de hidrogênio exigindo uma grande quantidade de calor.

C – Densidade:

Observe o gráfico de densidade da água em função da temperatura:

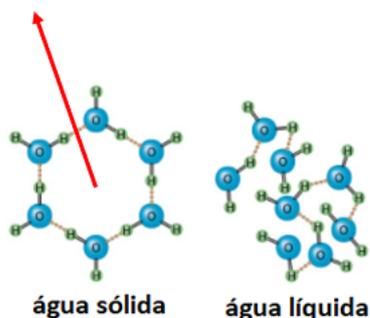


Análise do gráfico:

- Nas regiões 1 e 4 observamos o comportamento normal para qualquer substância: o aumento da temperatura permite aumentar o espaço entre as moléculas reduzindo a densidade.

- Na região 2 temos a fusão: no gelo as moléculas de água se organizam em cristais hexagonais o que possibilita ocupar um grande volume (baixa densidade), já na fase líquida teremos um menor volume por não termos os cristais hexagonais possibilitando um aumento da densidade.

Espaço vazio ou cheio de ar

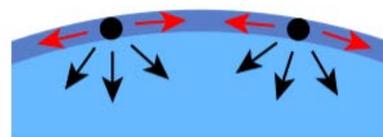


- Na região 3 temos a presença do comportamento anômalo: esse nome é devido ao fato do aumento da temperatura permitir um aumento da densidade - que não é o comportamento normal das substâncias. Esse

comportamento é responsável por não haver o congelamento dos lagos.

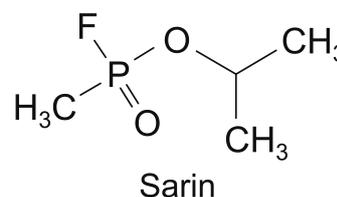
D - Tensão superficial:

Ao jogarmos água em uma superfície temos a formação de uma semiesfera - isso se deve a ao fato de as moléculas mais internas atraírem as moléculas da superfície (via ligações de hidrogênio - força coesiva).



Exercícios Fundamentais

1 - Armas químicas são baseadas na toxicidade de substâncias, capazes de matar ou causar danos a pessoas e ao meio ambiente. Elas têm sido utilizadas em grandes conflitos e guerras, como o ocorrido em 2013 na Síria, quando a ação do sarin causou a morte de centenas de civis.

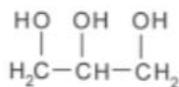


Entre água e benzeno, o solvente mais adequado para a solubilização do sarin e a principal força intermolecular encontrada entre as moléculas do sarin no estado líquido são, respectivamente,

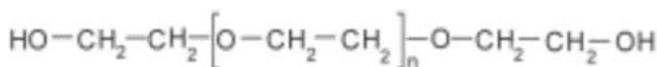
- água e dispersão de London.
- água e interação dipolo-dipolo.
- água e ligação de hidrogênio.
- benzeno e interação dipolo-dipolo.
- benzeno e ligação de hidrogênio.

2 - (ENEM 2011 1ª Aplicação): A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua

elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:



glicerina



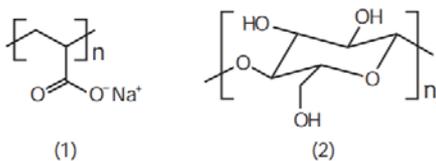
polietilenoglicol

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

- ligações iônicas.
- forças de London.
- ligações covalentes.
- forças dipolo-dipolo.
- ligações de hidrogênio.

3 - As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



CURI, D. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 23, maio 2006 (adaptado).

A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

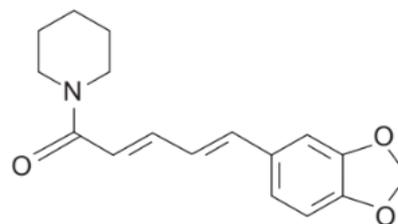
- interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.

- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.

- interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

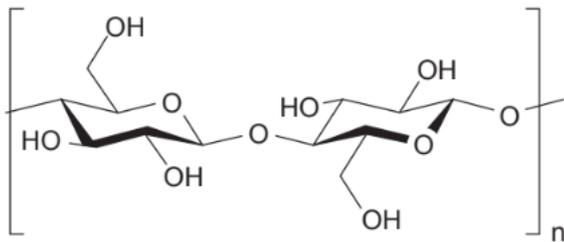
4 - Um dos temperos mais tradicionais da cultura brasileira é o molho de pimenta. Esse condimento, normalmente preparado pela imersão de pedaços de pimentas diversas em óleos vegetais, tem elevadas concentrações de piperina, uma substância molecular cuja estrutura está representada a seguir e que é capaz de se combinar com proteínas presentes na boca e ativar a sensação de ardência característica de alimentos apimentados.



Considerando que a estrutura do óleo é apolar, a interação que predomina entre a piperina e o óleo no molho de pimenta é do tipo

- íon-dipolo.
- ligação de hidrogênio.
- dipolo instantâneo-dipolo induzido.
- dipolo permanente-dipolo induzido.
- dipolo permanente-dipolo permanente.

5 - A celulose é um homopolímero natural não ramificado e composto de unidades de (β) D-glucopirranose, unidas por meio de ligações covalentes, denominadas ligações O-glicosídicas, conforme representado a seguir:



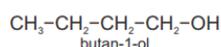
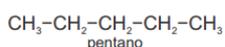
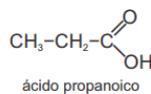
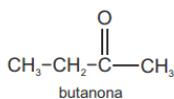
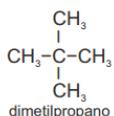
A celulose proveniente do algodão vem sendo utilizada há milhares de anos em aplicações têxteis e, devido às suas características absorventes, a demanda por fibras desse polímero tem aumentado cada vez mais nessa indústria.

A celulose apresenta a característica mencionada no texto, principalmente, devido à formação com a água de

- ligações covalentes.
- ligações de hidrogênio.
- interações do tipo íon-dipolo.
- interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.
- interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente.

Exercícios Aprofundados

6 - As propriedades das substâncias moleculares estão relacionadas com o tamanho da molécula e a intensidade das interações intermoleculares. Considere as substâncias a seguir, e suas respectivas massas molares.



A alternativa que melhor associa as temperaturas de ebulição (Teb) com as substâncias é

Teb	10 °C	36 °C	80 °C	118 °C	141 °C
(A)	dimetilpropano	pentano	butanona	butan-1-ol	ácido propanoico
(B)	ácido propanoico	dimetilpropano	pentano	butanona	butan-1-ol
(C)	dimetilpropano	pentano	butanona	ácido propanoico	butan-1-ol
(D)	pentano	dimetilpropano	butan-1-ol	butanona	ácido propanoico

7 - Uma indústria fabrica um produto formado pela mistura das quatro aminas de fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$.

Com o intuito de separar esses componentes, empregou-se o processo de destilação fracionada, no qual o primeiro componente a ser separado é o de menor ponto de ebulição.

Nesse processo, a primeira amina a ser separada é denominada:

- propilamina
- trimetilamina
- etilmetilamina
- isopropilamina

8 - Na natureza, a água, por meio de processos físicos, passa pelas fases líquida, gasosa e sólida perfazendo o ciclo hidrológico. A distribuição da água na Terra é condicionada por esse ciclo, e as mudanças na temperatura do planeta poderão influenciar as proporções de água nas diferentes fases desse ciclo. O diagrama abaixo mostra as transformações de fase pelas quais a água passa, ao ser aquecida com o fornecimento de energia a uma taxa constante.



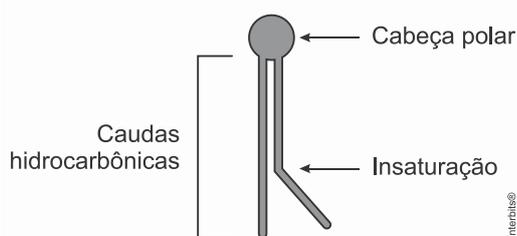
Considerando-se o diagrama de mudanças de fases da água e sabendo-se que os calores latentes de fusão e de vaporização da água valem, respectivamente, 80 cal/g e 540 cal/g, conclui-se que

- a temperatura da água permanece constante durante os processos de mudança de fase.
- a energia necessária para fundir 10 g de gelo é maior que a necessária para evaporar a mesma massa de água.
- a água, para mudar de fase, libera energia a uma taxa de 540 cal/g quando a temperatura aumenta de 0 °C até 100 °C.
- a temperatura da água varia proporcionalmente à energia que ela recebe, ou seja, 80 cal/g durante o processo de fusão.

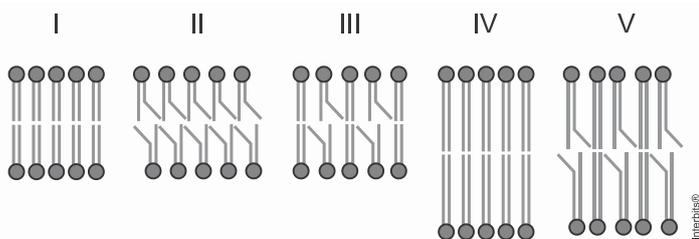
e) a temperatura da água varia durante o processo de vaporização porque ela está recebendo uma quantidade de energia constante.

9 - A fluidez da membrana celular é caracterizada pela capacidade de movimento das moléculas componentes dessa estrutura. Os seres vivos mantêm essa propriedade de duas formas: controlando a temperatura e/ou alterando a composição lipídica da membrana. Neste último aspecto, o tamanho e o grau de insaturação das caudas hidrocarbônicas dos fosfolípidios, conforme representados na figura, influenciam significativamente a fluidez. Isso porque quanto maior for a magnitude das interações entre os fosfolípidios, menor será a fluidez da membrana.

Representação simplificada da estrutura de um fosfolípido



Assim, existem bicamadas lipídicas com diferentes composições de fosfolípidios, como as mostradas de I a V.



Qual das bicamadas lipídicas apresentadas possui maior fluidez?

- a) I b) II c) III d) IV e) V

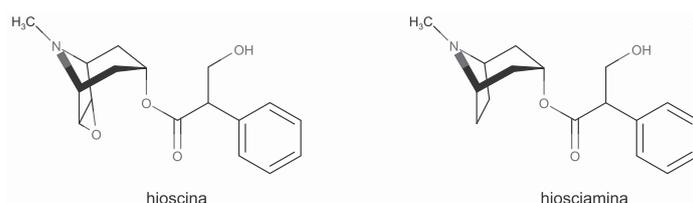
10 - A tensão superficial de um líquido é uma propriedade que está intimamente relacionada ao tipo de força intermolecular que ocorre entre suas moléculas constituintes. Ela se refere basicamente à medida da resistência do filme que parece cobrir a superfície do líquido. A imagem abaixo apresenta três frascos hermeticamente fechados, todos a 20 °C e a 1 atm, cada qual contendo o mesmo volume de três substâncias puras.



Levando em consideração as informações mencionadas acima, bem como a polaridade de cada uma dessas três substâncias, assinale a alternativa correta.

- a) Moléculas de hexano e de acetona apresentam o mesmo tipo de força intermolecular.
b) A água é a substância que apresenta a maior tensão superficial.
c) A acetona é a substância que apresenta as forças intermoleculares mais fracas.
d) Moléculas de acetona interagem entre si por meio de interações do tipo íon-dipolo.
e) O hexano é a substância que apresenta o maior momento dipolar.

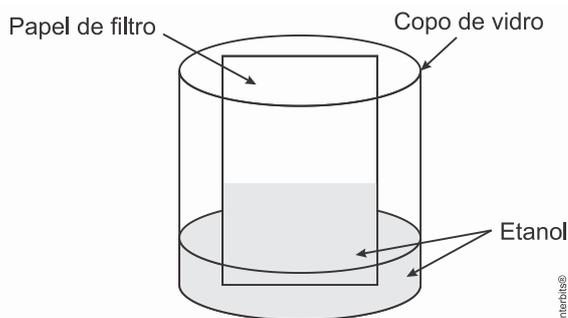
11 - No livro *Harry Potter e a câmara secreta*, os protagonistas têm uma aula sobre a colheita da mandrágora, uma planta capaz de produzir uma poção restaurativa. De fato, a mandrágora é uma planta que foi associada às práticas de bruxaria na Idade Média. Herboristas da época, na maioria mulheres, eram frequentemente acusadas e condenadas à fogueira por bruxaria. Essas mulheres detinham o conhecimento para extrair o extrato da raiz de mandrágora e preparar um unguento, à base de óleos ou gordura animal, com propriedades medicinais, anestésicas e (em doses mais altas) alucinógenas. Os dois principais alcaloides presentes na raiz da mandrágora são hioscina e hiosciamina, cujas estruturas são mostradas a seguir:



Esses alcaloides apresentam alta combinação com óleos e gorduras bem como baixíssima solubilidade em água. Isso se justifica porque eles:

- a) são polares.
- b) são hidrofílicos.
- c) possuem grupo da função álcool.
- d) possuem cadeia de hidrocarbonetos.
- e) contêm nitrogênio de hibridação sp^3 .

12 - Um experimento simples, que pode ser realizado com materiais encontrados em casa, é realizado da seguinte forma: adiciona-se um volume de etanol em um copo de vidro e, em seguida, uma folha de papel. Com o passar do tempo, observa-se um comportamento peculiar: o etanol se desloca sobre a superfície do papel, superando a gravidade que o atrai no sentido oposto, como mostra a imagem. Para parte dos estudantes, isso ocorre por causa da absorção do líquido pelo papel.



Do ponto de vista científico, o que explica o movimento do líquido é a

- a) evaporação do líquido.
- b) diferença de densidades.
- c) reação química com o papel.
- d) capilaridade nos poros do papel.
- e) resistência ao escoamento do líquido.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (BERNOULLI 2022) A celulose, um componente básico dos tecidos vegetais, é a responsável por conferir rigidez e firmeza às plantas. Ela é um carboidrato do tipo polissacarídeo e muito comum na natureza. A celulose é bastante utilizada como matéria-prima na indústria, como na produção de fraldas descartáveis, papel higiênico e absorventes. A fórmula química dela é $(C_6H_{10}O_5)_n$, na qual há vários grupos hidroxilas ($-OH$) presentes.

O tipo de interação intermolecular realizado por esse carboidrato e que explica as suas aplicações no cotidiano é:

- a) Íon-dipolo.
- b) Covalente.
- c) Dipolo permanente.
- d) Ligações de hidrogênio.
- e) Dipolo instantâneo-dipolo induzido.

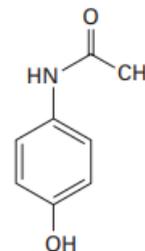
2 - (SOMOS 2022) A lagartixa é um réptil, geralmente considerada um pequeno lagarto que costuma comer pequenos insetos, tais como baratas, grilos e pernilongos. Você já deve ter se perguntado como esse réptil consegue andar pelo teto da sala da sua casa sem cair. Durante muito tempo acreditou-se que essa habilidade da lagartixa era associada à presença de microventosas nas patas. Porém, essa teoria mostrou-se falsa ao descobrirem que a lagartixa consegue andar em superfícies lisas e molhadas onde as ventosas não funcionam. Foi em 1960 que o cientista alemão Uwe Hiller sugeriu que essa habilidade da lagartixa decorria de uma força atrativa entre as moléculas da parede e as das patas da lagartixa, denominada como força intermolecular de Van der Waals.

[...] A força intermolecular que atua entre as patas da lagartixa e a superfície sobre a qual ela anda [...] ocorre em moléculas apolares.

Qual seria a força intermolecular descrita no texto?

- a) Iônica
- b) Íon-dipolo
- c) Covalente
- d) Dipolo induzido
- e) Ligações de hidrogênio

3 - (SOMOS 2022)

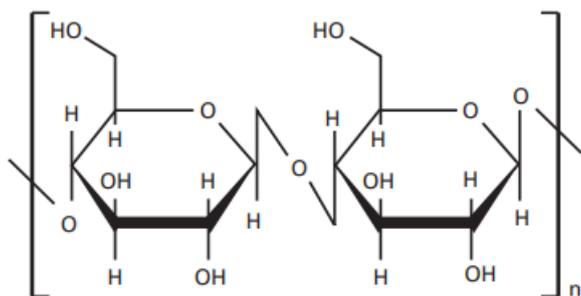


Um farmacêutico estava pesquisando as vias de eliminação, pelo organismo humano, de um medicamento contendo o princípio ativo mostrado na figura. Após realizar vários testes, ele concluiu que a excreção desse medicamento era feita, majoritariamente, por via renal em função da interação do

princípio ativo com a água, que ocorria, principalmente, por meio de

- a) ligação iônica.
- b) forças íon-dipolo.
- c) forças dipolo-dipolo.
- d) ligação de hidrogênio.
- e) ligação covalente polar.

4 - **(SOMOS 2022)** Cientistas estão obtendo sucesso ao produzir fertilizantes nitrogenados de liberação lenta usando, como matriz, nanofibras feitas de polpa de celulose de pinus, alginato de sódio e nanopartículas de sílica biogênica. A principal inovação está no uso de uma matriz polimérica composta de matérias de fontes verdes e renováveis aplicadas para melhorar a eficiência de fertilizantes químicos utilizados na agricultura e reduzir a perda do nitrogênio, que causa danos ambientais e eleva o custo de produção das culturas vegetais [...]

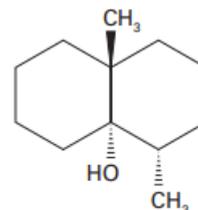


A principal razão para o uso da celulose como matriz para o fertilizante é o fato de esse composto ser

- a) anfifílico, o que permite que a água interaja com o fertilizante, mantendo-o estável por mais tempo.
- b) solúvel em água, o que permite que a celulose interaja com a água do solo, impedindo a dissolução do fertilizante.
- c) solúvel em água, o que permite que a celulose interaja com a água do solo, tornando a liberação desse composto mais lenta.
- d) insolúvel em água, o que permite que as fibras de celulose retenham o fertilizante em sua matriz, impedindo a dissolução desse composto.
- e) insolúvel em água, o que permite que as fibras de celulose retenham o fertilizante em sua matriz, tornando a liberação desse composto para o solo mais lenta.

5 - **(SOMOS 2022)** O aumento da concentração de geosmina, um composto orgânico produto do metabolismo de

cianobactérias, é favorecido pela proliferação desses microrganismos em locais onde há água parada ou precária situação de saneamento básico. Esse composto é conhecido por deixar a água com “gosto de terra” e tem sido tema constante de discussão pública em cidades com saneamento básico precário. A solução encontrada para o tratamento, é a filtração da água contaminada com a utilização de filtros de carvão ativado C(s).

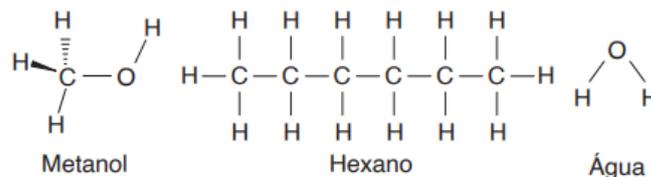


Fórmula estrutural da geosmina

A solução apresentada é eficiente, pois a geosmina

- a) é insolúvel no filtro de carvão ativado.
- b) possui alta polaridade e maior interação com o filtro.
- c) é um composto orgânico solúvel em solventes polares.
- d) realiza fortes interações intermoleculares com o filtro.
- e) é solúvel em água por possuir uma hidroxila polar em sua estrutura.

6 - **(POLIEDRO 2022)** A espécie de planta *Angelica dahurica* é nativa de vários países da Ásia e vem sendo usada para o tratamento de diversas enfermidades, como rinite e dor de cabeça. Além disso, essa planta tem propriedades anticancerígenas. Estudos comprovam que extratos metanólicos (em metanol) dessa planta têm significativa ação citotóxica contra células tumorais cancerígenas in vitro. Enquanto isso, o extrato hexânico (em hexano) inibe significativamente a proliferação de células tumorais humanas. Já o extrato aquoso (em água) exibe uma pobre inibição, de modo que não é útil para o tratamento de câncer.



Os extratos de planta são elaborados pela submersão de partes da planta em um solvente específico durante determinado tempo para que ocorra um processo de dissolução fracionada. Depois, a planta é retirada, e o extrato

(solvente + substâncias da planta) é concentrado com a evaporação do solvente. Os extratos metanólico, hexânico e aquoso de *Angelica dahurica* têm atividades biológicas distintas porque

- a) os solventes polares são menos tóxicos para as células humanas.
- b) as células tumorais têm maior afinidade com solventes apolares.
- c) o hexano é um solvente mais polar e mais volátil do que os demais.
- d) a planta interage somente com solventes polares que têm temperatura de ebulição elevada.
- e) as substâncias presentes na planta apresentam interações diferentes com cada solvente.

7 - **(POLIEDRO 2022)** Evidências experimentais de forças atrativas de longo alcance entre proteínas celulares foram obtidas por pesquisadores na França mais de 50 anos após a ideia ter sido proposta pela primeira vez. As forças são mediadas pela radiação eletromagnética e podem explicar como as moléculas encontram seus alvos dentro dos interiores lotados de células vivas. A qualquer momento, cerca de 130 000 interações pareadas podem estar ocorrendo entre proteínas em uma célula viva. Essas interações são mediadas por uma série de fenômenos, incluindo forças de Van der Waals e ligações de hidrogênio. As reações bioquímicas funcionam em uma configuração de “fechadura e chave”, em que as moléculas devem encontrar e se ligar a receptores para desencadear os processos da vida.

Considerando as interações pareadas que podem estar ocorrendo entre proteínas em uma célula viva, a força intermolecular mais forte citada é caracterizada pela

- a) formação de dipolos induzidos entre as moléculas apolares.
- b) geração de dipolos permanentes entre as moléculas polares.
- c) ligação entre os átomos de H, O e N com o átomo de carbono.
- d) comunicação entre os íons e as moléculas polares que têm dipolos.
- e) interação entre os átomos de F, O e N com o átomo de hidrogênio entre moléculas.

8 - **(POLIEDRO 2022)** Alguns gases tóxicos de característica apolar são pouco solúveis em água. Entretanto, quando esses gases estão dissolvidos nesse solvente, torna-se necessário retirá-los para garantir a qualidade da água. Uma maneira de fazer isso é utilizando materiais porosos de característica apolar, como o carvão ativado, que adsorve as moléculas de gases, retirando-as da água.

No processo descrito, ocorre a quebra de

- a) ligações iônicas entre a água e os gases e a formação de ligações covalentes entre o carvão ativado e os gases.
- b) ligações de hidrogênio entre a água e os gases e a formação de ligações covalentes entre o carvão ativado e os gases.
- c) interações dipolo-dipolo entre a água e os gases e a formação de ligações de hidrogênio entre o carvão ativado e os gases.
- d) ligações covalentes entre a água e os gases e a formação de ligações dipolo induzido-dipolo induzido entre o carvão ativado e os gases.
- e) interações dipolo-dipolo induzido entre a água e os gases e a formação de ligações dipolo induzido-dipolo induzido entre o carvão ativado e os gases.

9 - **(POLIEDRO 2022)** A molhabilidade da superfície de um material afeta a aplicação final dos produtos fabricados a partir dele. Recentemente, as superfícies hidrofóbicas têm despertado grande interesse devido à sua importância e às suas potenciais aplicações industriais. [...] Entre outras aplicações, as superfícies hidrofóbicas podem ser utilizadas para retardar ou até mesmo evitar a corrosão de metais. O fenômeno da corrosão é um problema inerente aos metais, no entanto os metais que têm propriedades hidrofóbicas em sua superfície apresentam significativa melhora em sua resistência à corrosão, mesmo depois de exposição a condições atmosféricas durante vários meses.

Os metais que apresentam em sua superfície a propriedade destacada no texto são mais resistentes à corrosão por causa das

- a) ligações metálicas fortes entre átomos como ferro, alumínio e prata.
- b) características mais lisas dessas superfícies, o que favorece o escoamento de água.

c) moléculas superficiais, que impedem o contato entre o gás nitrogênio e os átomos metálicos.

d) interações do tipo ligações de hidrogênio estabelecidas entre a sua superfície e as moléculas de água.

e) forças atrativas fracas que podem se estabelecer entre as moléculas de água e a sua superfície.

10 - **(SAS 2022)** Nanopartículas lipídicas sólidas (NLS) foram desenvolvidas em 1991 como um sistema alternativo de encapsulação de princípios ativos em relação aos sistemas coloidais tradicionais. O grande diferencial das NLS é a sua excelente estabilidade físico-química, que proporciona maior proteção contra a degradação de fármacos. Diferentes métodos de produção de NLS permitem incorporar princípios ativos hidrossolúveis e lipossolúveis. No entanto, as NLS são particularmente mais adequadas para veicular ativos apolares.

É mais vantajoso veicular medicamentos com características apolares usando as NLS porque essas nanopartículas são

a) inorgânicas, pois não possuem átomos de carbono em sua estrutura.

b) anfóteras, pois inibem as reações com ácidos e bases presentes nos fármacos.

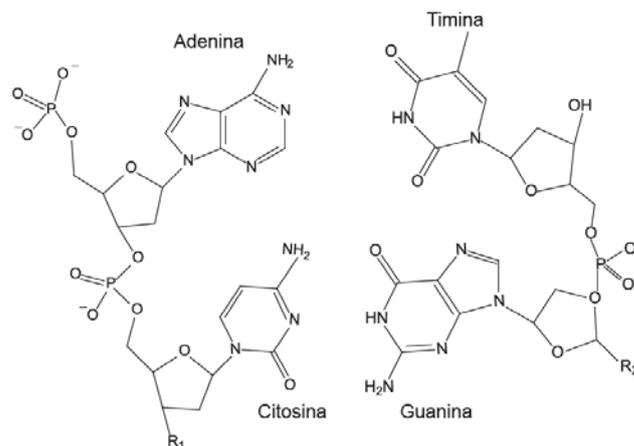
c) iônicas, permitindo a formação de interações intermoleculares do tipo íon-dipolo.

d) polares, apresentando hidroxilas terminais que formam ligações de hidrogênio com os medicamentos.

e) apolares, pois são formadas por lipídios, o que favorece a formação de forças de dispersão de London.

11 - **(SAS 2019)** Os processos de replicação e transcrição do DNA são possíveis porque neles ocorre a desnaturação das moléculas, ocasionada pela separação das fitas e desestruturação da dupla hélice. As interações entre as bases nitrogenadas – adenina com timina e citosina com guanina – são as responsáveis pela preservação da estrutura íntegra do DNA. A formamida e o dimetilsulfóxido são agentes que desestabilizam a molécula do DNA, provocando a desnaturação dela. Sabe-se que esses agentes possuem maior dificuldade em romper uma das interações entre duas bases nitrogenadas, como as citadas anteriormente.

A seguir, encontra-se uma parte da estrutura química do DNA, em que R1 e R2 representam o restante da cadeia.



O pareamento mais difícil de ser desestabilizado no processo de replicação do DNA e o tipo de interação entre as bases nitrogenadas que o compõem são, respectivamente,

a) A–T e dipolos induzidos.

b) C–G e forças de dispersão.

c) C–G e dipolos permanentes.

d) A–T e ligações de hidrogênio.

e) C–G e ligações de hidrogênio.

12 - **(Bernoulli 2021)** O uso do congelamento para a preservação de alimentos data dos tempos pré-históricos, quando homens primitivos observaram que, em temperaturas baixas, os alimentos

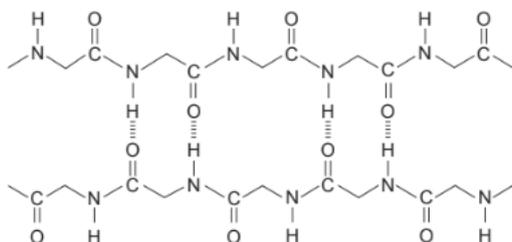
percebíveis podiam ser mantidos durante um longo tempo com a mesma qualidade. O uso de baixas temperaturas pode controlar o crescimento de microrganismos e a velocidade de reações químicas. Ainda assim, ocorrem modificações estruturais nos diferentes componentes dos alimentos, ocasionando mudanças sensoriais que diminuem a qualidade do produto após o congelamento. A principal causa dessa modificação é a formação de cristais de gelo. Quando a taxa de congelamento é rápida, formam-se pequenos cristais que pouco danificam as células. Contudo, no congelamento lento, os cristais formados são maiores e ocasionam ruptura das membranas celulares, o que leva à perda de elementos nutritivos e altera a textura e sabor dos alimentos.

Qual característica da água está associada à principal causa da modificação da estrutura dos alimentos ao serem congelados?

a) Baixa condutividade térmica.

- b) Comportamento anormal.
- c) Alto calor específico.
- d) Tensão superficial.
- e) Polaridade.

13 - **(Bernoulli 2021)** As gelatinas são polímeros biodegradáveis, consistindo em proteínas do tipo animal, com grande aplicação industrial, farmacêutica e biomédica, sendo empregados como coberturas e microencapsulação de drogas e no preparo de hidrogéis. Na conformação beta (β) das proteínas, a cadeia polipeptídica estende-se em uma estrutura em zigue-zague, denominada de folha β , conforme representado a seguir:



As cadeias polipeptídicas da gelatina são mantidas na conformação beta por meio de

- a) ligações iônicas.
- b) interações íon-dipolo.
- c) ligações de hidrogênio.
- d) interações dipolo instantâneo-dipolo induzido.
- e) interações dipolo permanente-dipolo permanente.

14 - **(Bernoulli 2021)** A influência do solvente nos fenômenos químicos tem sido observada ao longo dos anos e tem recebido a atenção de pesquisadores nos campos da química teórica e experimental. É bem conhecido que a velocidade de uma reação química pode ser alterada com a mudança do solvente que constitui o meio reacional. Esses fenômenos são explicados através de conceitos baseados nas propriedades físicas e químicas dos solventes, bem como nas interações intermoleculares presentes.

Tomando como base os tipos de interações intermoleculares, alguns solventes podem ser classificados da seguinte forma:

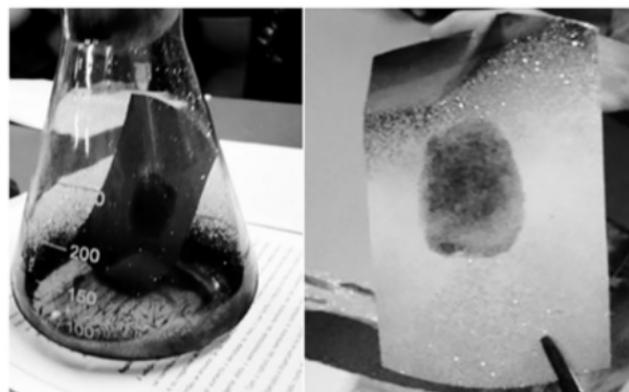
solventes polares próticos, como a água, que solvatam mais fortemente os ânions; e solventes polares apróticos, como a acetona, que solvatam mais fortemente os cátions.

A água e a acetona se unem às espécies mencionadas por meio de

- a) ligações iônicas.
- b) interações íon-dipolo.
- c) ligações de hidrogênio.
- d) interações dipolo-induzido.
- e) interações dipolo permanente.

15 - **(Bernoulli 2021)** A revelação de impressões dérmicas é uma das técnicas mais usadas para solucionar crimes. A papiloscopia, como é denominada, está subdividida em três áreas: datiloscopia, quiroscopia e podoscopia, as quais se dedicam, respectivamente, às impressões digitais, às impressões deixadas pelas palmas das mãos e às impressões deixadas pelas palmas dos pés, sendo a datiloscopia a mais empregada das três.

Existem várias maneiras de identificar as impressões digitais, sendo uma delas a técnica do vapor de iodo, que consiste em colocar os objetos que serão analisados dentro de um frasco de vidro e, em seguida, adicionar cristais de iodo, tampando o frasco. Os cristais de iodo sublimam com ligeiro aquecimento e até mesmo à temperatura e pressão ambiente, formando o vapor de iodo, que interage com os compostos gordurosos das impressões digitais, conforme representado a seguir:



A interação intermolecular que permite a revelação da impressão digital, na técnica descrita, é do tipo:

- a) íon-dipolo.

- b) Íon-dipolo induzido.
- c) Ligação de hidrogênio.
- d) Dipolo instantâneo-dipolo induzido.
- e) Dipolo permanente-dipolo permanente.

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	E	E	C	B	A	B	A	B	B	D	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	D	D	E	D	E	E	E	E	E	E	B

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	c	B	D

Aula 12: Nox e Redox

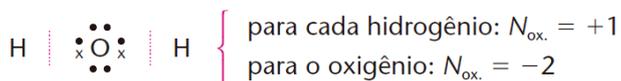
1 - Número de Oxidação:

No caso dos compostos iônicos, chama-se número de oxidação (Nox.) a própria carga elétrica do íon, ou seja, o número de elétrons que o átomo perdeu ou ganhou. Por exemplo:

- no Na^+Cl^-
 - para o Na^+ : $N_{\text{ox.}} = +1$
 - para o Cl^- : $N_{\text{ox.}} = -1$
- no $\text{Fe}^{2+}\text{O}^{2-}$
 - para o Fe^{2+} : $N_{\text{ox.}} = +2$
 - para o O^{2-} : $N_{\text{ox.}} = -2$

E no caso dos compostos moleculares? Nesse caso, não há um átomo que perca e outro que ganhe elétrons, já que os átomos estão compartilhando elétrons. Entretanto, podemos estender o conceito de número de oxidação também para os compostos covalentes, dizendo que seria a carga elétrica teórica que o átomo iria adquirir se houvesse quebra da ligação covalente, ficando os elétrons com o átomo mais eletronegativo. Por exemplo, já sabemos que no HCl o cloro é mais eletronegativo que o hidrogênio e, em consequência, atrai o par eletrônico covalente para si. Por exemplos:

- no HCl
 - para o hidrogênio: $N_{\text{ox.}} = +1$
 - para o cloro: $N_{\text{ox.}} = -1$



2 - Números de oxidação usuais:

É importante lembrar que:

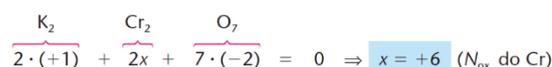
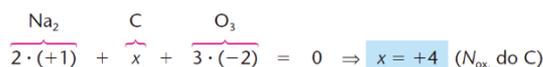
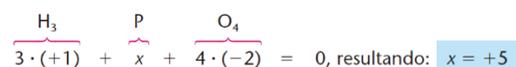
- o número de oxidação de um elemento ou substância simples é zero;
- nas substâncias compostas, temos os seguintes valores usuais:
 - O número de oxidação do hidrogênio é sempre +1 (exceto nos hidretos metálicos, como NaH, CaH_2 etc., nos quais é -1);
 - O número de oxidação do oxigênio é sempre -2 (exceto nos peróxidos, como H_2O_2 , Na_2O_2 etc., nos quais é -1);

— O número de oxidação dos elementos das colunas A da Classificação Periódica pode ser deduzido do próprio número da coluna, de acordo com a tabela a seguir:

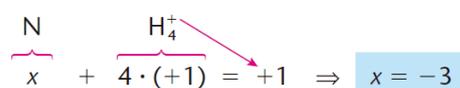
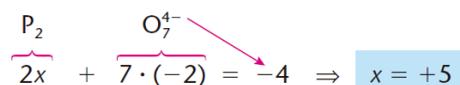
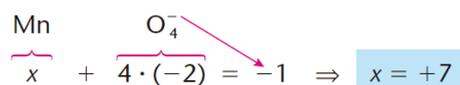
Número da coluna	1A Metais alcalinos	2A Metais alcalino-terrosos	3A	4A	5A	6A Calcogênios	7A Halogênios
$N_{\text{ox.}} \text{ máximo}$ (pela perda de elétrons)	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
$N_{\text{ox.}} \text{ mínimo}$ (pelo ganho de elétrons)				-4	-3	-2	-1

Cálculo dos números de oxidação:

É fácil calcular o número de oxidação de um elemento que aparece numa substância, lembrando que a soma dos números de oxidação de todos os átomos, numa molécula, é zero.



Para calcular o número de oxidação de um elemento formador de um íon composto, devemos lembrar que a soma dos números de oxidação de todos os átomos, num íon composto, é igual à própria carga elétrica do íon. Por exemplo:



3 - Reações Redox:

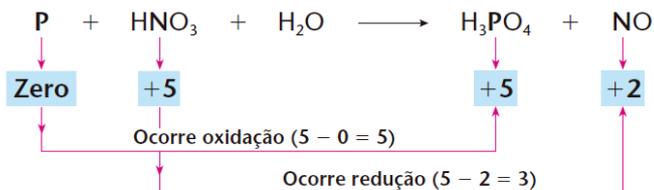
Conceitos básicos:

- Oxidação: é o processo de perda de elétrons sendo caracterizado pelo aumento do nox do elemento.
- Redução: é o processo de ganho de elétrons sendo caracterizado pela redução do valor do nox.

- Agente Oxidante: é o reagente que promove a oxidação do outro reagente. O agente oxidante se envolve no processo de redução.

- Agente Redutor: é o reagente que promove a redução do outro reagente. O agente redutor se envolve no processo de oxidação.

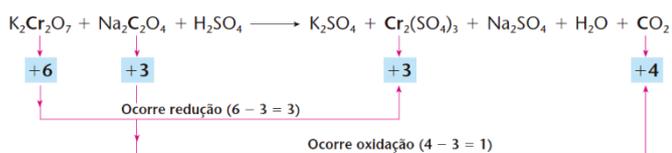
Exemplo 1:



Agente oxidante: HNO_3 .

Agente redutor: P_4 .

Exemplo 2:

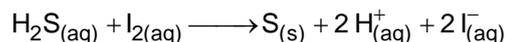


Agente oxidante: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Agente redutor: $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Exercícios Fundamentais

1 - O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é formado em águas poluídas, por conta da degradação de matéria orgânica, provocando a morte de peixes. O H_2S , dissolvido em uma amostra de água, pode ser retirado por processo eletroquímico após adição de iodeto de potássio (KI), que é oxidado, na superfície de um eletrodo, produzindo o I_2 que reage com o H_2S , conforme mostrado na reação abaixo.



A variação de número de oxidação do enxofre nessa reação é

- a) -1 b) -2 c) +2 d) +4

2 - As bacteriorrizas são exemplos de associações simbióticas entre bactérias e raízes de plantas leguminosas. Essas bactérias fixam o nitrogênio atmosférico (N_2) transformando-o em amônia (NH_3). Nessa transformação, o número de oxidação do elemento nitrogênio é alterado de

a) +2 para -3, sendo reduzido.

b) +2 para +1, sendo reduzido.

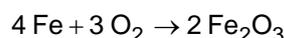
c) 0 para +3, sendo oxidado.

d) 0 para +1, sendo oxidado.

e) 0 para -3, sendo reduzido.

3 - É muito conhecido o fenômeno de formação da ferrugem, que ocorre quando materiais constituídos de ferro entram em contato com o oxigênio ou mesmo com a umidade.

A equação química:



é uma das que explicam a formação da ferrugem, o desgaste do material e a mudança de cor.

Observando a equação, indique a única alternativa correta.

a) O ferro sofre redução.

b) O ferro é o agente oxidante.

c) O oxigênio sofre oxidação.

d) O oxigênio é o agente redutor.

e) O ferro sofre oxidação e o oxigênio redução.

4 - Considere os seguintes fenômenos:

1. Formação de um depósito de prata metálica sobre um fio de cobre imerso em uma solução aquosa de nitrato de prata (AgNO_3).

2. Formação de água pela reação explosiva entre oxigênio e hidrogênio gasosos.

3. Formação de um precipitado de carbonato de cálcio quando dióxido de carbono é borbulhado em solução aquosa saturada de hidróxido de cálcio.

4. Formação de uma solução límpida quando vinagre é adicionado a uma suspensão opaca de hidróxido de magnésio (leite de magnésia).

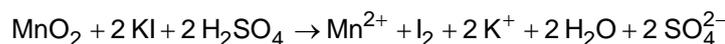
Ocorrem reações de oxirredução somente nos fenômenos

- a) 1 e 3. b) 1 e 2. c) 1 e 4.

d) 2 e 4. e) 3 e 4.

5 - O iodo é um elemento relativamente raro, cuja forma elementar (I_2) é produzida a partir de suas espécies iônicas encontradas na natureza. As algas marinhas e as águas-mães do processamento do salitre do Chile são fontes naturais de íons iodeto (I^-) e iodato (IO_3^-), respectivamente. A conversão desses íons em iodo molecular ocorre de acordo com as equações 1 e 2.

Equação 1:



Equação 2:

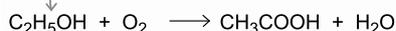
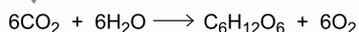


De acordo com os processos descritos, o elemento iodo sofre

- a) redução na equação 1 e oxidação na equação 2.
- b) oxidação em ambas as equações.
- c) redução em ambas as equações.
- d) oxirredução apenas na equação 1.
- e) oxidação na equação 1 e redução na equação 2.

Exercícios Aprofundados

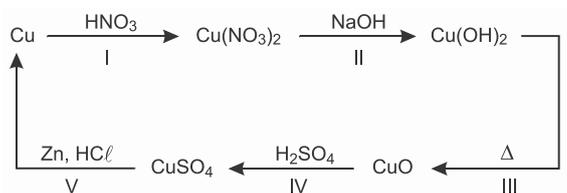
6 - Os seres vivos contribuem para a ciclagem do carbono na natureza por meio da oxidação ou redução desse elemento químico presente em moléculas orgânicas ou inorgânicas. As equações das reações químicas a seguir remetem a processos biológicos que convertem compostos de carbono.



Nessas reações químicas, o carbono é reduzido com menor transferência de elétrons na

- a) quimiossíntese. b) fotossíntese.
- c) respiração celular. d) fermentação alcoólica.
- e) fermentação acética.

7 - O ciclo do cobre é um experimento didático em que o cobre metálico é utilizado como reagente de partida. Após uma sequência de reações (I, II, III, IV e V), o cobre retorna ao seu estado inicial ao final do ciclo.



A reação de redução do cobre ocorre na etapa

- a) I. b) II. c) III.
- d) IV. e) V.

8 - Um ambiente capaz de asfixiar todos os animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. Descobertos a mais de 3.000 m de profundidade no Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino animal a prosperar mesmo diante da ausência total de oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem ter esse estilo de vida. Não admira que os bichos pertençam a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, boca, sistema digestivo e uma carapaça. A adaptação dos bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células dispensaram as chamadas mitocôndrias. LOPES, R. J. Italianos descobrem animal que vive em água sem oxigênio.

Que substâncias poderiam ter a mesma função do O_2 na respiração celular realizada pelos loricíferos?

- a) S e CH_4 b) S e NO_3^- c) H_2 e NO_3^-
- d) CO_2 e CH_4 e) H_2 e CO_2

9 - O que diferencia o ozônio dos diversos agentes desinfetantes é o seu mecanismo de destruição dos microrganismos. O cloro, por exemplo, atua por difusão através da célula para então agir sobre os elementos vitais no

interior da célula, como enzimas, proteínas, DNA e RNA. O ozônio, por ser mais oxidante, age diretamente na superfície da célula, causando sua ruptura, demandando menor tempo de contato e tornando impossível sua reativação [...].

A tabela a seguir compara o tempo de desinfecção bacteriana entre o ozônio e o cloro.

Desinfetante	Concentração (mg/L)	<i>Escherichia coli</i> - contagem por mL	Tempo para 99% de desinfecção (s)
Ozônio	0,1	60 000	0,08
Cloro	0,1	60 000	250

Comparando-se os agentes desinfetantes ozônio e cloro, o

- ozônio elimina mais bactérias que o cloro.
- cloro é mais rápido para a inativação celular.
- cloro apresenta um menor potencial de redução.
- ozônio tem maior capacidade de sofrer oxidação.
- cloro é mais eficiente que o ozônio na desinfecção.

10 - A sigla Arla 32 (Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo), nome como é comercializado no Brasil, é um dos principais componentes do sistema SCR (redução catalítica seletiva), responsável por reduzir substancialmente as emissões de NOx proveniente da queima do óleo diesel. O Arla 32 é uma solução composta por água e uréia, onde o valor 32 refere-se a sua composição: 32,5% em massa de ureia - CO(NH₂)₂.

O início da atuação do produto é dado por uma reação de hidrólise onde a ureia é transformada em amônia (NH₃) e água. A amônia formada é capaz de promover a redução do NOx.

Com base nas informações dadas uma possível reação promovida pelo uso do ARLA-32 que permite a reduzir a emissão de poluentes seria

- $4 \text{NH}_3 + 6 \text{NO} \rightarrow 5 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HO}^-$
- $3\text{NO} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + 5/2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{NO}_3$
- $3\text{NO}_2 + \text{NH}_3 + 5/2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{NO}_3$
- $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{NO}_3$

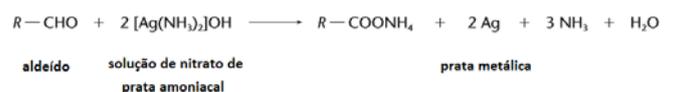
11 - Leia a tirinha.



Bidu é o cãozinho de estimação do Franjinha. Nessa tirinha, Bidu é repreendido por Franjinha devido ao seu hábito de correr atrás dos carros e fica impressionado com a capacidade de seu dono descobrir sua peraltice. Analisando a tirinha, pode-se concluir que Franjinha consegue perceber que Bidu correu atrás dos carros devido ao seu pelo estar coberto de

- fuligem, resultante da combustão completa do combustível dos carros.
- fuligem, resultante da combustão incompleta do combustível dos carros.
- dióxido de carbono gasoso, resultante da combustão completa do combustível dos carros.
- dióxido de carbono gasoso, resultante da combustão incompleta do combustível dos carros.
- monóxido de carbono gasoso, resultante da combustão completa do combustível dos carros.

12 - O processo de fabricação do espelho começa com uma limpeza profunda em uma superfície de vidro por meio de água desmineralizada. A segunda etapa consiste em uma reação química que permite o vidro receber uma camada de prata como representado abaixo:



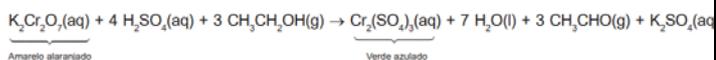
Observando a reação química responsável pela deposição da prata temos que

- o carbono sofre oxidação.
- o nitrogênio sofre redução.

- c) o aldeído atua como agente oxidante.
- d) a prata reduzida atua como agente oxidante.
- e) trata-se de uma reação de desproporcionamento.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (SAS 2022) Os bafômetros mais simples são descartáveis e consistem em pequenos tubos contendo uma mistura sólida de solução aquosa de dicromato de potássio e sílica, umedecida com ácido sulfúrico. A detecção da embriaguez por esse instrumento é visual: a coloração inicial é amarelo alaranjado, devido ao dicromato, e a final, em casos de embriaguez, é verde azulada.



A mudança de cor que ocorre no bafômetro descartável é consequência da

- a) redução do elemento cromo.
- b) oxidação do elemento potássio.
- c) neutralização do ácido sulfúrico.
- d) conversão do etanol a ácido etanoico.
- e) menor concentração de cromo no produto.

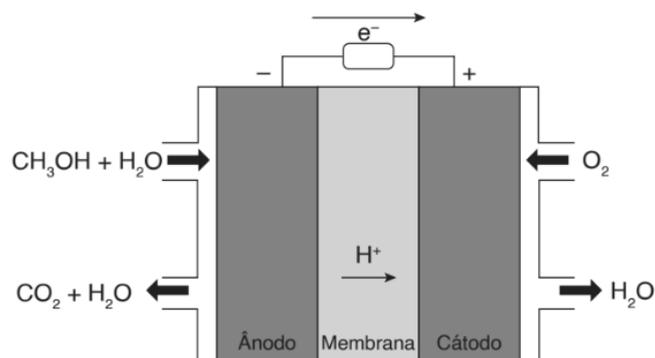
2 - (POLIEDRO 2022) A busca por alternativas para melhorar o meio ambiente é imperativa. As contribuições voluntárias ou involuntárias para sua degradação cresceram a ponto de ameaçar a saúde de pessoas e dos ecossistemas. Uma visão panorâmica das substâncias envolvidas na poluição permite notar que a toxicidade da maioria delas pode estar sujeita a um estado de oxidação ou de redução. Por exemplo, compostos contendo cromo altamente oxidado, Cr (VI), são bastante tóxicos, enquanto seus equivalentes reduzidos são menos perigosos (na realidade, compostos de Cr (III) são nutrientes essenciais). Em outras palavras, a simples transferência de elétrons pode alterar a toxicidade de um composto.

De acordo com o texto, para que ocorra a diminuição da toxicidade do Cr (VI) para formar um nutriente essencial é necessário realizar um processo de oxirredução que

- a) forneça seis elétrons ao Cr (VI) e aumente o seu Nox.
- b) retire três elétrons do Cr (VI) para que ele seja oxidado.

- c) forneça três elétrons ao Cr (VI) para que ele seja reduzido.
- d) retire seis elétrons do Cr (VI) e faça com que ele retorne ao estado sólido.
- e) compartilhe três elétrons com o Cr (VI) para que ele atinja a configuração de um gás nobre.

3 - (POLIEDRO 2021) Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração limpa de energia elétrica deve ganhar espaço para uso em veículos e em estações geradoras de energia em residências, hospitais e pequenas indústrias. É a tecnologia das células a combustível (também conhecidas como pilhas a combustível), que são dispositivos silenciosos que transformam energia química em energia elétrica. Embora o principal combustível dessas células seja o hidrogênio, os problemas relativos ao seu armazenamento e distribuição têm levado à procura de combustíveis alternativos (como o metanol) que facilitem a utilização nas células. O seguinte esquema de uma célula combustível movida a metanol representa essa nova tecnologia.



Na célula combustível esquematizada, considerando a reação global do processo, o metanol

- a) participa como combustível e agente oxidante.
- b) sofre redução enquanto o gás oxigênio é oxidado.
- c) reduz formando íons H⁺ essenciais para a geração de energia.
- d) reage com a água formando os gases monóxido de carbono e oxigênio.
- e) atua como redutor em um processo que produz água, gás carbônico e eletricidade.

4 - (SAS 2021) O iodeto de potássio (KI) é um haleto formado pelos íons potássio (Z = 19) e iodeto (Z = 53) e que possui propriedades protetoras e expectorantes, sendo, por isso,

indicado em tratamentos das vias respiratórias, tireoidopatias, além de proteger contra a radiação. As soluções aquosas desse sal podem amarelar com o tempo, devido à oxidação do iodo para um número de oxidação zero, mas uma pequena quantidade de álcali pode preveni-la.

O amarelamento da solução desse haleto ocorre devido à formação de

- a) I₂. b) KIO₂. c) KIO.
d) KIO₃. e) KIO₄.

5 - (SAS 2021) Usando o conceito de flogisto, os cientistas do século XVII explicavam por que as coisas poderiam queimar e emitir luz e calor. Madeira, óleos, álcool, carvão, metais, enxofre e fósforo seriam ricos em flogisto. Na combustão (de materiais orgânicos) e calcinação (de metais) – ambas reações de oxidação –, ocorria a liberação de flogisto, que era indicada pela luz e calor. A redução de metais foi relacionada à sua reação inversa, na qual os minérios “ganhavam” flogisto para produzir os metais.

Considerando o conhecimento atual da Ciência, o flogisto é interpretado como a

- a) diferença de massa entre substâncias.
b) luminosidade emitida pelas substâncias.
c) alteração do estado físico das substâncias.
d) transferência de elétrons entre substâncias.
e) combustibilidade das substâncias orgânicas.

6 - (SAS 2021) O experimento da gota salina consiste em colocar

gotas de solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl), de fenolftaleína e de solução aquosa de ferricianeto de potássio (K₃

Fe(CN)₆) em uma tampinha de ferro finamente lixada. Na superfície da tampinha, ocorre a reação de oxidação, evidenciada pelo aparecimento de uma coloração azul, indicando a presença de íons ferrosos.

Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br>. Acesso em: 27 nov. 2020. (adaptado)

Esse experimento pode ser representado pela semirreação

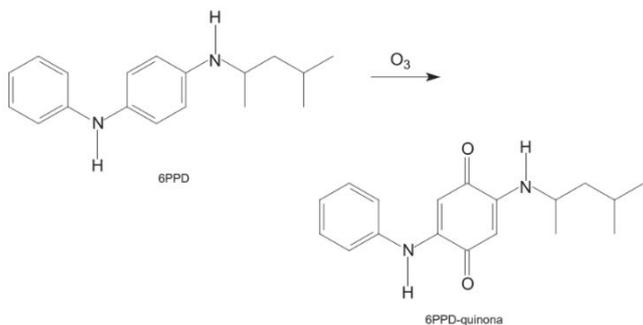
- a) anódica $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$.
b) anódica $\text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$.
c) catódica $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$.
d) anódica $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$.
e) catódica $4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^-$.

7 - (SAS 2021) Ânodos de alumínio são empregados na eletrocoagulação para favorecer a produção de espécies químicas que em água formam flocos de impurezas e sedimentam. A sedimentação de flocos eletrogerados ocorre rapidamente, removendo a turbidez da água. Esse procedimento é aplicado no tratamento de efluentes de gêneros alimentícios, de efluentes contendo óleo, corantes, partículas em suspensão, entre outros. Tem como vantagens: velocidades de sedimentação elevadas; baixa produção de lodo; as bolhas de gás produzidas durante a eletrólise podem carregar o poluente ao topo da solução onde pode ser mais facilmente concentrado, coletado e removido.

O uso dessa técnica no tratamento de efluentes é possível devido à

- a) formação de flocos de hidróxido de alumínio, produzidos com o objetivo de aumentar o pH do sistema.
b) transformação oxidativa do alumínio em uma espécie aniônica, que hidrolisa, produzindo hidróxido de alumínio.
c) redução do alumínio metálico a íons Al³⁺, que hidrolisam, formando um hidróxido coloidal.
d) oxidação do alumínio metálico a íons Al³⁺, que hidrolisam, produzindo hidróxido de alumínio.
e) produção de alumínio metálico, capaz de interagir com as partículas dispersas em suspensão.

8 - (SAS 2021) Um grupo de pesquisadores identificou a causa da elevada mortalidade do salmão-prateado em rios próximos a áreas urbanas no noroeste dos Estados Unidos. A substância responsável pela intoxicação e morte de 40% a 90% dos salmões quando eles retornam aos rios para desovar é o composto chamado 6PPD-quinona, gerado por uma reação química entre o 6PPD – um estabilizante utilizado em borracha de pneus – e o ozônio da atmosfera. Em estradas com alto fluxo de automóveis, a substância se concentra no asfalto e acaba sendo lixiviada por ação das chuvas para os estuários próximos.



Na formação do composto responsável pela morte do salmão-prateado, ocorre

- reação de adição em alcenos.
- reação de oxidação de arenos.
- transformação de grupos amina em amida.
- alteração na hibridização de carbonos sp^2 para sp .
- formação de uma estrutura com dois centros quirais.

9 - **(SOMOS 2021)** No funcionamento normal do organismo humano ocorre uma série de reações químicas, com o objetivo de produzir energia. Em algumas dessas reações são produzidos os

chamados “radicais livres” ou simplesmente, “radicais”, os quais são instáveis e reativos, reagindo rapidamente com diversos compostos e alvos celulares, podendo danificar DNA, proteínas, carboidratos e lipídeos. Por este motivo, os radicais estão envolvidos em diversas doenças que afetam o ser humano.

Antioxidantes são substâncias capazes de reagir com os radicais livres e neutralizá-los, impedindo oxidação de alvos celulares, apresentando como efeitos benéficos o retardamento do processo de aterosclerose, a prevenção da obstrução das artérias e a redução do processo de morte celular em vários órgãos, como o cérebro, rins, pulmões e pele. [...]

Uma das mais importantes fontes naturais de antioxidantes são as plantas que contêm compostos fenólicos, como, por exemplo, os flavonoides, os quais podem ocorrer em todas as partes dos vegetais: tronco, raízes, folhas, flores, frutas e sementes.

Uma substância atua como antioxidante e protege o corpo humano quando

- doa elétrons aos radicais livres, sofrendo redução.
- doa elétrons aos radicais livres, sofrendo oxidação.
- recebe elétrons do radical livre, sofrendo redução.
- recebe elétrons do radical livre, sofrendo oxidação.
- impede que o radical livre doe elétrons dos alvos.

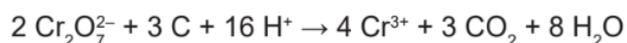
10 - **(SOMOS 2021)** Uma alternativa industrial para obtenção de metais de alto valor econômico como o nióbio ou molibdênio é aluminotermia. Basicamente, um mineral contendo o metal de interesse é colocado para reagir com alumínio, e o alumínio retira o oxigênio da fórmula, deixando o metal livre. Com o pirocloro, mineral que contém nióbio na estrutura, a reação se passa como mostrado.



A reação de obtenção do nióbio metálico

- é endotérmica, liberando energia, conforme mostra o valor de ΔH da reação.
- sugere que o potencial padrão de redução do alumínio é menor que o do nióbio.
- se assemelha a uma reação de simples troca, com o deslocamento do ânion O^{2-} .
- evidencia a ocorrência da oxidação do nióbio, em função da diminuição do NO_x .
- ocorre liberando íons OH^- , tornando o meio reacional básico em função da basicidade do óxido de alumínio.

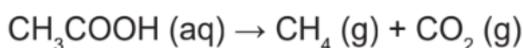
11 - **(SAS 2020)** Uma intensa aplicação de compostos de cromo ocorre na determinação espectrofotométrica de matéria orgânica (em forma de C) em amostras de solos, realizada especialmente em laboratórios de rotina. De acordo com a norma ISO 14235, Soil Quality – Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation, estabelecida em 1998, a matéria orgânica pode ser determinada por meio de uma reação de oxidação com a mistura entre dicromato de potássio em excesso e ácido sulfúrico a uma temperatura de 135 °C.



De acordo com essa reação, o Nox da matéria orgânica varia de

- a) 0 para +2. b) 0 para +4.
c) 0 para +12. d) +1 para +4.
e) +6 para +3.

12 - **(SAS 2020)** O biogás é uma mistura gasosa combustível produzida por meio de digestão anaeróbica, ou seja, esse gás é produzido pela biodegradação da matéria orgânica devido à ação de bactérias na ausência de oxigênio. Nesse processo, a maior parte do material orgânico é convertida em biogás (70-90%). Algumas das matérias primas para a produção de biogás são excrementos de animais, lodos de esgoto e lixo doméstico. Um dos gases que compõe o biogás é o metano (CH₄), e o processo de transformação de matéria orgânica nesse gás é denominado metanogênese, em que o metano é produzido partindo do ácido acético, como demonstrado a seguir.



Para que o processo de metanogênese ocorra, o carbono da carboxila contida na molécula de ácido acético precisa ser

- a) alcalinizado. b) hidratado.
c) neutralizado. d) oxidado.
e) reduzido.

13 - **(SAS 2020)** O alumínio é obtido a partir da bauxita, um minério que pode ser encontrado em três dos principais grupos climáticos: Mediterrâneo, Tropical e Subtropical. A bauxita deve apresentar, no mínimo, 30% de óxido de alumínio (ou alumina, Al₂O₃) aproveitável para que a produção seja economicamente viável. O primeiro processo da produção de alumínio é a mineração, que consiste na obtenção da alumina partindo do minério. Depois, ocorre o refino, que consiste na moagem e dissolução da alumina em soda cáustica para que possa ocorrer a purificação. O último processo, denominado como Hall-Héroult, ocorre por meio do uso de cubas eletrolíticas a altas temperaturas, que transformam a alumina pura em alumínio.

Durante o processo de Hall-Héroult, o alumínio é formado por meio da

- a) redução da alumina.
b) combustão da alumina.
c) sublimação da alumina.
d) solidificação da alumina.

e) neutralização da alumina.

14 - **(SAS 2020)** Nobel de Química 2019 vai para trio que desenvolveu baterias usadas em celulares e carros elétricos. Antes que o modelo de íons de lítio fosse desenvolvido, Stanley Whittingham, membro do comitê do Nobel Olof Ramström, criou, no início da década de 70, uma bateria com um cátodo (polo positivo) feito de dissulfeto de titânio. No modelo, o ânodo (polo negativo) era feito de lítio metálico. Só que o material era muito reativo, o que tornava perigoso recarregar a bateria, pois levava a

explosões. Mas a reatividade também estava ligada ao que precisávamos, explicou Ramström: “Precisávamos dos elétrons do lítio – e isso está ligado à reatividade.

Tornou-se necessário, então, estabilizar esse material. Levou tempo. Houve muitos desafios para serem cumpridos no caminho, mas eles conseguiram”.

De acordo com o texto, a reatividade do lítio, necessária para o bom desempenho da bateria, está relacionada ao(à)

- a) facilidade dele de oxidar.
b) maior potencial oxidante dele.
c) fato de a forma iônica dele ser instável.
d) capacidade dele de reduzir.
e) ganho que ele tem de elétrons em reações.

15 - **(SAS 2020)** Os ingredientes que compõem a formulação do refrigerante são: água, açúcar, concentrados, acidulante, antioxidante, conservante, edulcorante e dióxido de carbono. O ácido ascórbico (vitamina C), por exemplo, é muito usado com a finalidade antioxidante, prevenindo a influência negativa do oxigênio na bebida. Isso porque aldeídos, ésteres e outros componentes do sabor são susceptíveis à oxidação pelo oxigênio do ar, durante a estocagem. Luz solar e calor aceleram essas reações de oxidação.

Usa-se o ácido ascórbico, na formulação de um refrigerante, devido à sua capacidade de

- a) neutralizar o meio básico da bebida pela presença do gás.
b) sofrer, preferencialmente, a ação do agente oxidante.
c) ser reduzido, liberando os elétrons para o oxigênio.
d) oxidar as substâncias tóxicas presentes na bebida.

e) proporcionar à bebida maior teor de vitamina C.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	E	E	B	E	D	E	B	C	A	B	A

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	C	E	A	D	B	D	B	B	B	B	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	13	14	15
Gabarito	A	A	B

Aula 13: Conceitos de acidez e basicidade + ácidos e bases

Conceitos de acidez e basicidade

1 - Introdução:

O caráter ácido ou básico das substâncias é muito importante, pois acaba provocando inúmeras reações, tanto na Química Inorgânica como na Química Orgânica. Os ácidos e as bases são substâncias que formam soluções aquosas condutoras de eletricidade, como, por exemplo, o ácido acético existente no vinagre e o hidróxido de magnésio do leite de magnésia. Ácidos e bases são substâncias que reagem facilmente entre si e têm características opostas; essa oposição é constatada pela mudança de cor dos indicadores — “o que o ácido faz, a base desfaz”.

2 - Ácidos e bases de Arrhenius:

A primeira conceituação mais precisa de ácidos e bases foi dada por Svante August Arrhenius (1859- 1927). Tal conceituação foi um dos motivos pelos quais ele recebeu o Prêmio Nobel de Química de 1903.

Ácidos de Arrhenius é todo composto que, em solução aquosa, se ioniza, produzindo como íon positivo apenas o cátion hidrogênio (H^+).

É o que acontece no exemplo:



Bases de Arrhenius é todo composto que, por dissociação iônica, libera como íon negativo apenas a hidroxila (OH^-).

É o que acontece no exemplo:



Para medir a força dos ácidos e bases, podemos usar o grau de ionização (α), a constante de ionização (K_a e K_b) e ainda o pK_a , o pK_b e a escala do pH. Recapitulando:

- grau de ionização: $\alpha = \frac{\text{Quantidade de mols ionizados}}{\text{Quantidade inicial de mols}}$

- para o ácido: $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ temos

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \quad \text{e} \quad pK_a = -\log K_a$$

- para a base: $BOH \rightleftharpoons B^+ + OH^-$ temos

$$K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]} \quad \text{e} \quad pK_b = -\log K_b$$

- $pH = -\log[H^+]$

Observações importantes:

Quanto maior o K_a menor será o pK_a e maior a facilidade em liberar o H^+ , ou seja, mais forte será o ácido.

Quanto maior o K_b menor será o pK_b e maior a facilidade em liberar o OH^- , ou seja, mais forte será a base.

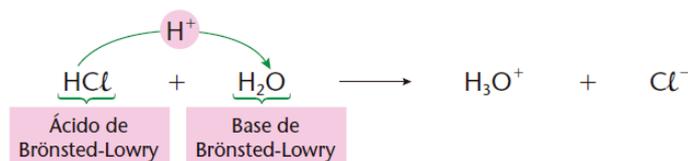
3 - Ácidos e bases de Bronsted:

Em 1923, Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) e Thomas Martin Lowry (1874-1936) propuseram definições para ácidos e bases mais amplas do que as de Arrhenius, dizendo que:

Ácido de Brønsted-Lowry é toda espécie química (molécula ou íon) capaz de ceder prótons (H^+).

Base de Brønsted-Lowry é toda espécie química (molécula ou íon) capaz de receber prótons (H^+).

Por exemplo:

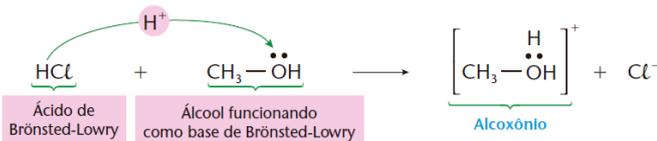


Observe que há quebra de uma ligação covalente e transferência do H^+ de uma molécula para outra.

Por isso, a reação entre o ácido e a base é chamada também de protólise (*próton* = “ H^+ ”; *lise* = “quebra”).

Esse conceito é muito importante na Química Orgânica, pois se aplica a muitos compostos orgânicos.

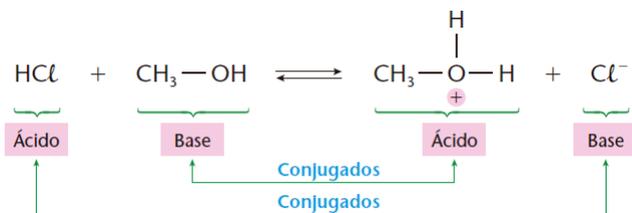
Por exemplo:



O íon positivo formado pelo álcool (ion alcoxônio) é bastante reativo. Lembre-se de que as moléculas orgânicas são, em geral, covalentes e pouco reativas. Consequentemente, a formação de um íon (seja positivo ou negativo) é sempre bem-vinda, pois coloca à nossa disposição um reagente bem mais reativo.

Do fato de as reações desse tipo serem reversíveis, surgiu uma definição importante:

Ácidos e bases conjugados são os que diferem entre si por um H^+ .



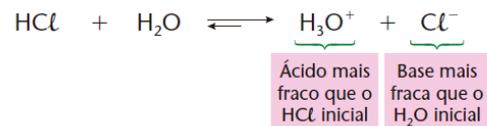
Além disso, sabemos que um ácido é forte quando tem grande tendência de liberar o H^+ (por exemplo, $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$). É evidente que, se o HCl tem muita tendência para liberar o H^+ (reação direta muito intensa), o Cl^- terá pouca tendência para receber o H^+ de volta (reação inversa pouco intensa). Em outras palavras: se o ácido é forte, sua base conjugada será fraca, e vice-versa. Temos alguns exemplos na tabela abaixo.

Ácido	Base conjugada
HClO_4	ClO_4^-
HCl	Cl^-
H_2SO_4	SO_4^{2-}
HNO_3	NO_3^-
H_3O^+	H_2O
H_3PO_4	$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$
H_2CO_3	HCO_3^-
HCN	CN^-
NH_4^+	NH_3
H_2O	OH^-

Aumento da força dos ácidos (seta vermelha para cima) e Aumento da força das bases (seta vermelha para baixo).

Como consequência, podemos dizer que a reação do tipo ácido-base sempre ocorre no sentido de formar outro ácido e outra base, mais fracos que os iniciais.

No exemplo abaixo, a reação tende a caminhar para a direita com mais intensidade que para a esquerda (isto é, o equilíbrio está deslocado para a direita):

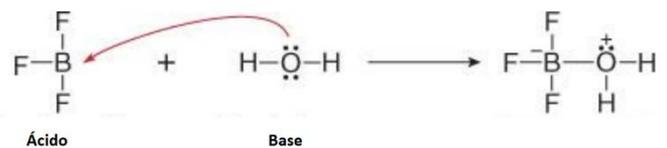


4 - Ácidos e bases de Lewis:

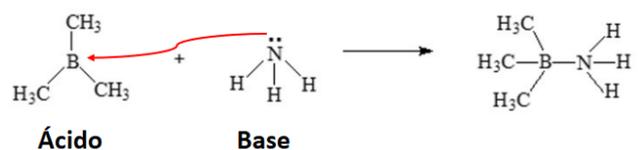
A definição de Lewis de ácidos e bases é mais geral que a definição de Bronsted-Lowry.

- Um ácido de Lewis é um acceptor de pares de elétrons.
- Uma base de Lewis é um doador de pares de elétrons.

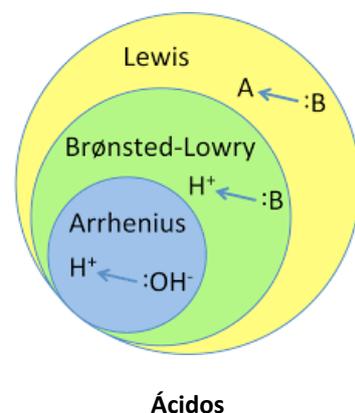
Ex1:



Ex2:



Ordem de complexidade dos conceitos:

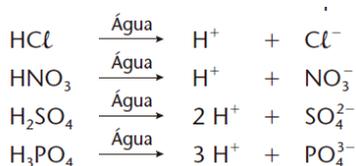


1 - Ionização:

Os ácidos quando entram em contato com a água liberam o H^+ por meio da quebra de uma ligação covalente em um processo

chamado de ionização. O H^+ é, nessa perspectiva, o responsável pelas propriedades comuns a todos os ácidos, sendo chamado, por esse motivo, de radical funcional dos ácidos.

Exemplos:



2 - Classificação dos ácidos:

a) De acordo com o número de hidrogênios ionizáveis

- Monoácidos: na ionização, a molécula produz apenas 1 H^+ (HCl, HNO_3 etc.).
- Diácidos: na ionização, a molécula produz 2 H^+ (H_2SO_4 , H_2CO_3 etc.).
- Triácidos: na ionização, a molécula produz 3 H^+ (H_3PO_4 , H_3BO_3 etc.).
- Tetrácidos: na ionização, a molécula produz 4 H^+ ($H_4P_2O_7$, H_4SiO_4 etc.).

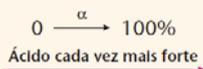
Os ácidos com 2 ou mais hidrogênios ionizáveis são denominados poliácidos.

b) De acordo com a presença ou não de oxigênio na molécula

- Hidrácidos: não contêm oxigênio (HCl, HBr, H_2S etc.).
- Oxiácidos: contêm oxigênio (HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 etc.).

c) De acordo com o grau de ionização:

Mede o percentual de moléculas que liberam o H^+ .



- Ácidos fortes: quando $\alpha \geq 50\%$. Exemplos: HCl ($\alpha = 92\%$), H_2SO_4 ($\alpha = 61\%$) etc.
- Ácidos moderados ou semifortes: quando $5 < \alpha < 50\%$. Exemplos: HF ($\alpha = 8\%$), H_3PO_4 ($\alpha = 27\%$) etc.

- Ácidos fracos: quando $\alpha \leq 5\%$. Exemplos: HCN ($\alpha = 0,008\%$), H_2CO_3 ($\alpha = 0,18\%$) etc.

Obs 1: Hidrácidos: Fortes (HCl, HBr e HI); Moderado (HF); Fraco (os demais: Ex: H_2S , HCN).

Obs 2: Oxiácidos : fazer a subtração do número de oxigênios pelo número de hidrogênios ionizáveis.

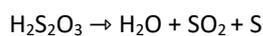
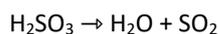
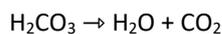
Diferença ≥ 2 : ácido forte. Ex: $HClO_4$; HNO_3

Diferença = 1 : ácido moderado. Ex: $HClO_2$; H_3PO_4 .

Diferença < 1: ácido fraco. Ex: HClO

d) Quanto à estabilidade:

- Ácidos instáveis: sofrem decomposição com facilidade. Somente três:



- Ácidos Estáveis: não sofrem decomposição com facilidade. Os demais ácidos são estáveis: Ex: HCl, HNO_3 .

e) Quanto à volatilidade:

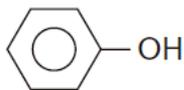
- Ácidos fixos: não vaporizam com facilidade. Temperatura de ebulição $> 100^\circ C$. Somente três: H_3BO_3 ; H_2SO_4 e H_3PO_4 .

- Ácidos Voláteis : vaporizam com facilidade. Temperatura de ebulição $< 100^\circ C$. Os demais : HCl; H_2S .

F) Quanto ao caráter orgânico:

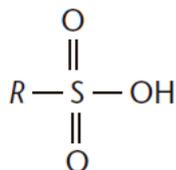
- Ácidos Orgânicos: presença de grupo funcional com capacidade em liberar o H^+ .

Fenol

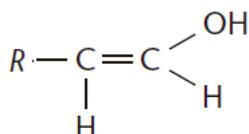


Ácidos Carboxílicos $R - \text{COOH}$

Ácidos Sulfônicos



Enol



• Ácidos Inorgânicos: não apresentam grupo funcional. Ex: HCl, HCN, H_2CO_3 .

3 - Nomenclatura:

3.1 - Hidrácidos

O nome é feito com a terminação **ídrico**:

Ácido ídrico
(Nome do ânion)



3.2 - Oxiácidos:

Quando o elemento forma apenas um oxiácido, usa-se a terminação **ico**:

Ácido ico
(Nome do elemento)



Quando o elemento forma dois oxiácidos:



Quando o elemento forma três ou quatro oxiácidos:

Ácido per ico
Ácido ico
Ácido oso
Ácido hipo oso

↓
Diminuição do N_{ox}
do elemento central

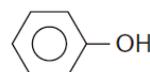


Aprofundamento: acidez na química orgânica

Alguns compostos orgânicos em água possuem a capacidade de aumentar a concentração de H^+ e outros a capacidade em aumentar a concentração de OH^- .

Quais as principais funções orgânicas de caráter ácido?

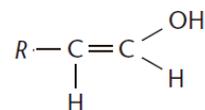
Fenol



Ácidos Carboxílicos $R - \text{COOH}$



Enol

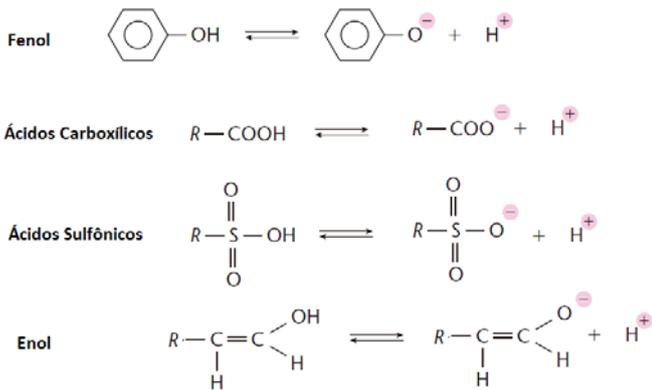


A – O que justifica tais funções apresentarem caráter ácido?

Um composto orgânico para apresentar caráter ácido deve apresentar algumas características estruturais:

– o hidrogênio deve estar ligado ao oxigênio: permite uma ligação com certa instabilidade pela alta diferença de eletronegatividade;

– o oxigênio deve estar ligado ao um átomo que faça ligação pi com um outro qualquer: permite haver ressonância quando ocorrer a saída do hidrogênio sob a forma de H^+ - a ressonância garante estabilidade ao oxigênio.

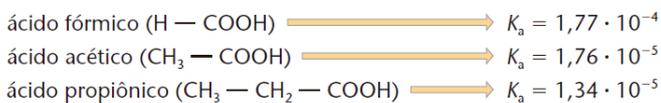


Em todos os casos o ânion formado é estabilizado via ressonância.

B – Quais os principais fatores que podem alterar a acidez dos compostos orgânicos?

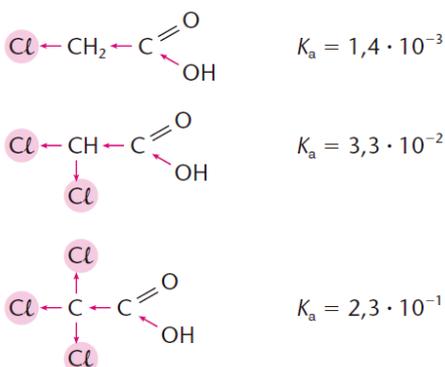
B.1 – Tamanho da cadeia carbônica: o aumento da cadeia carbônica reduz a força ácida do composto devido ao efeito indutivo doador de elétrons da cadeia carbônica. Tal efeito quanto maior mais ele estabiliza a ligação entre oxigênio e hidrogênio.

Exemplos:



Lembrando que quando menor o K_a menor a força do ácido.

B.2 – Presença de elementos de alta eletronegatividade (F, O, N, Cl, Br, I e S) exercem um efeito indutivo retirador de elétrons aumentando a instabilidade da ligação entre oxigênio e hidrogênio.

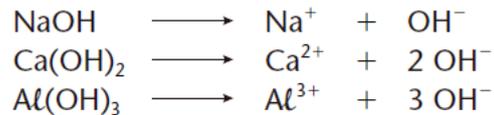


Detalhe: quanto mais átomos de alta eletronegatividade na cadeia carbônica maior a força do ácido, ou seja, maior a facilidade em liberar H^+ .

Bases

1 - Introdução:

Bases ou hidróxidos são compostos que, por dissociação iônica, liberam, como íon negativo, apenas o ânion hidróxido (OH^-), também chamado de oxidrila ou hidroxila. O OH^- é o responsável pelas propriedades comuns a todas as bases, constituindo por isso o radical funcional das bases. Exemplos:



De modo geral, as bases são formadas por um metal, que constitui o radical positivo, ligado invariavelmente ao OH^- . A única base não-metálica importante é o hidróxido de amônio (NH_4OH).

2 - Classificações das bases:

a) De acordo com o número de hidroxilas (OH^-)

- Monobases: possuem apenas uma oxidrila (OH^-). Exemplos: NaOH , NH_4OH etc.
- Dibases: possuem duas OH^- . Exemplos: Ca(OH)_2 , Fe(OH)_2 etc.
- Tribases: possuem três OH^- . Exemplos: Al(OH)_3 , Fe(OH)_3 etc.
- Tetrabases: possuem quatro OH^- . Exemplos: Sn(OH)_4 , Pb(OH)_4 etc.

Não existem bases com mais de quatro oxidrilas por molécula.

b) De acordo com o grau de dissociação:

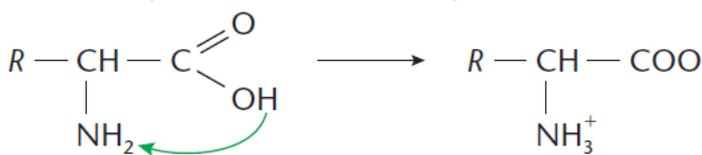
- Bases fortes: são aquelas cujo grau de dissociação é praticamente 100%. É o caso dos hidróxidos dos metais alcalinos, como NaOH , KOH etc., e dos metais alcalino-terrosos, como Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2 etc., que já são iônicos por natureza. O Mg(OH)_2 é uma exceção à regra, pois constitui uma base fraca.

- Bases fracas: cujo grau de dissociação é, em geral, inferior a 5%. É o caso do hidróxido de amônio (NH_4OH) e dos hidróxidos dos metais em geral (excluídos os metais alcalinos e alcalino-terrosos), que são moleculares por sua própria natureza.

c) De acordo com a solubilidade em água:

- Solúveis: hidróxidos dos metais alcalinos como NaOH , KOH etc., e hidróxido de amônio (NH_4OH).

ocorre pela transferência de um próton do COOH para o NH₂, conforme o esquema:



Nesse caso, o NH₂ e o COOH comportam-se, respectivamente, como:

- base de Arrhenius e ácido de Arrhenius.
- ácido de Brønsted-Lowry e base de Arrhenius.
- ácido de Brønsted-Lowry e base de Lewis.
- ácido de Lewis e base de Lewis.
- base de Brønsted-Lowry e ácido de Brønsted-Lowry.

3 - Determine a alternativa correta que indica uma das substâncias ativas contidas no medicamento aziran, usado para neutralizar a hiperacidez estomacal.

- hidróxido de sódio (soda cáustica).
- ácido clorídrico.
- ácido sulfúrico.
- hidróxido de alumínio.
- ácido cítrico.

4 - Urtiga é o nome genérico dado a diversas plantas da família das Urticáceas, cujas folhas são cobertas de pêlos finos, os quais liberam ácido fórmico (H₂CO₂) que, em contato com a pele, produz uma irritação. Dos produtos de uso doméstico abaixo, o que você utilizaria para diminuir essa irritação é:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| a) vinagre | d) coalhada |
| b) sal de cozinha | e) leite de magnésia |
| c) óleo | |

5 - Num recipiente contendo uma substância A, foram adicionadas gotas de fenolftaleína, dando uma coloração rósea. Adicionando-se uma substância B em A, a solução

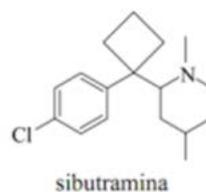
apresenta-se incolor. Com base nessas informações podemos afirmar que:

- A e B são bases.
- A é um ácido e B é uma base.
- A é uma base e B é um ácido.
- A e B são ácidos.
- A e B são sais neutros.

Exercícios Aprofundados

6 - A sibutramina, cuja estrutura está representada, é um fármaco indicado para o tratamento da obesidade e seu uso deve estar associado a uma dieta e exercícios físicos.

Com base nessa estrutura, pode-se afirmar que a sibutramina:



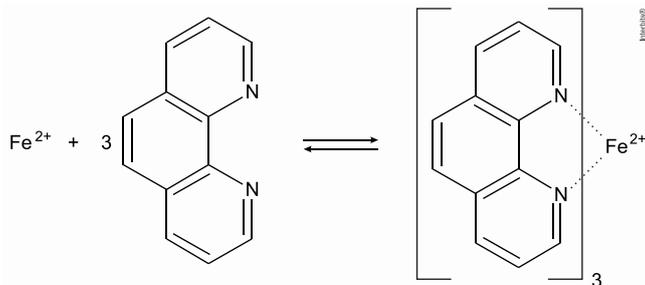
- é uma base de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio que pode doar um par de elétrons para ácidos.
- é um ácido de Brønsted-Lowry, porque possui um átomo de nitrogênio terciário.
- é um ácido de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio capaz de receber um par de elétrons de um ácido.
- é um ácido de Arrhenius, porque possui um átomo de nitrogênio capaz de doar próton. Lista Especial de Química Assunto: Teoria de Acido e Base Prof. Manoel
- é uma base de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio que pode receber um par de elétrons de um ácido.

7 - Leia o texto a seguir.

Diferentes métodos são utilizados por profissionais da área de Ciência Forense para determinar a quanto tempo o indivíduo veio a óbito. Pesquisadores brasileiros reportaram que existe uma relação linear entre a concentração de Fe²⁺ no corpo vítreo do olho com o intervalo pós-morte. Este método é baseado em uma reação de Fe²⁺ com orto-fenantrolina como agente cromogênico realizada em um dispositivo de papel, cujo produto da reação apresenta coloração alaranjada. Desta

forma, quanto maior o tempo de intervalo pós-morte maior a intensidade de coloração do produto.

A equação química da reação de Fe^{2+} com orto-fenantrolina é apresentada na figura seguir.

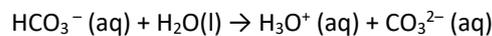
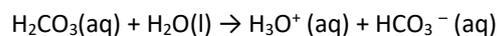
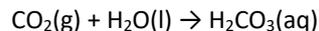


Considerando os conceitos, as definições de ácido e base e a reação química apresentada, assinale a alternativa correta.

- O íon Fe^{2+} é uma base de Lewis e a molécula de orto-fenantrolina é um ácido de Bronsted.
- O íon Fe^{2+} é um ácido de Lewis e a molécula de orto-fenantrolina é uma base de Lewis.
- O íon Fe^{2+} é um ácido de Arrhenius e a molécula de orto-fenantrolina é uma base de Bronsted.
- O íon Fe^{2+} é uma base de Arrhenius e a molécula de orto-fenantrolina é um ácido de Arrhenius.
- O íon Fe^{2+} é um ácido de Bronsted e a molécula de orto-fenantrolina é uma base de Arrhenius.

8 - Uma maneira de extração do petróleo atualmente é através do pré-sal, mesmo sendo um método que produz grande poluição devido aos seus muitos derivados, como, por exemplo, o enxofre, o dióxido de carbono e outros gases poluentes. Acredita-se que esses fatores devem ser considerados na decisão de exploração desse tipo de petróleo, pois os benefícios podem significar a contramão do processo de evolução do homem. Outro fator importante é que os oceanos, além das plantas, atuam na retirada do excesso de dióxido de carbono da atmosfera em aproximadamente 30% do que é emitido no mundo anualmente, e podendo interferir na formação de corais, conchas, podendo comprometer a cadeia alimentar dos animais marinhos. O gás carbônico,

quando reage com a água, pode formar os seguintes equilíbrios químicos:



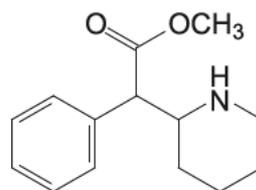
Observando essas reações, é possível afirmar que:

- A água é considerada um ácido de Arrhenius ao interagir com o dióxido de carbono.
- O H_2CO_3 é um ácido de Bronsted e Lowry.
- O íon H_3O^+ é um ácido conjugado, segundo Bronsted e Lowry.
- As espécies na equação química H_2CO_3 e HCO_3^- são consideradas, respectivamente, ácido e base conjugada, segundo Bronsted e Lowry.
- As espécies HCO_3^- e CO_3^{2-} podem ser consideradas, respectivamente, ácido e base conjugada, segundo Bronsted e Lowry.

Estão CORRETAS as afirmativas contidas em:

- I, II e IV, apenas
- II, III, e V, apenas
- I, II, V, apenas
- I, III, IV e V, apenas
- II, III, IV e V, apenas

9 - O metilfenidato é um fármaco que atua estimulando de forma leve o sistema nervoso central, utilizado no tratamento do transtorno do déficit de atenção, hiperatividade, narcolepsia e hipersonia idiopática. A estrutura desse fármaco é mostrada a seguir:



Ao ser dissolvido em água, o metilfenidato possui uma natureza

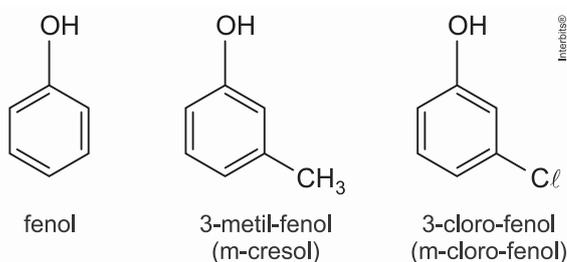
- a) neutra, devido à amida.
- b) ácida, devido ao éster.
- c) básica, devido à amina aromática.
- d) neutra, devido ao ácido carboxílico.
- e) básica, devido à amina secundária.

10 - A contaminação do leite com substâncias químicas nocivas à saúde, infelizmente, ainda é notícia na mídia. Uma das substâncias encontradas no leite adulterado foi o ácido bórico (H_3BO_3). A identificação desta substância é feita a partir de uma amostra do leite em que são adicionados indicador fenolftaleína e solução de NaOH. O desaparecimento da cor rosa da amostra, ao adicionar glicerina, indica teste positivo para o ácido bórico.

Quanto às características do ácido bórico e o seu grau de ionização nos solventes água e glicerina, é correto afirmar que, em solução aquosa, esta substância é um ácido

- a) fraco e apresenta maior grau de ionização em água.
- b) forte e apresenta maior grau de ionização em glicerina.
- c) fraco e apresenta maior grau de ionização em glicerina.
- d) forte e apresenta menor grau de ionização em glicerina.
- e) forte e apresenta menor grau de ionização em água.

11 - Os fenóis são substâncias de caráter levemente ácido devido a sua capacidade de liberar o hidrogênio da hidroxila em meio aquoso. Considere as estruturas de três fenóis apresentadas a seguir.



A análise das estruturas apresentadas sugere que, para soluções aquosas de mesma concentração,

- a) dentre as três substâncias, a de menor pKa é o fenol.

- b) dentre as três substâncias, a de menor pKa é o m-cloro-fenol.

- c) dentre as três substâncias, a de menor pKa é o m-cresol.

- d) as três substâncias devem apresentar o mesmo valor de pKa.

- e) as três substâncias devem apresentar valores de pKa inferiores a uma solução equimolar de ácido acético.

12 - Alguns elementos metálicos, ao formarem ligação iônica, o fazem com cargas variáveis. É o caso do cobre (Cu^+ , Cu^{2+}) e do ferro (Fe^{2+} , Fe^{+3}), que, ao se combinarem com o íon hidroxila, formam dois tipos diferentes de bases, cada um. Com base nesses dados, assinale a alternativa que contém a fórmula correta do hidróxido cúprico e do hidróxido ferroso, respectivamente:

- a) $Cu(OH)_2$ e $Fe(OH)_3$.
- b) $CuOH$ e $Fe(OH)_2$.
- c) $Cu(OH)_2$ e $Fe(OH)_2$.
- d) $CuOH$ e $Fe(OH)_3$.
- e) $Cu(OH)_3$ e $Fe(OH)_2$.

ENEM e Simulados

1 - (SAS 2022) A lixiviação ácida é uma tecnologia empregada na metalurgia extrativa cujo método consiste na separação do metal de interesse presente no minério por processos envolvendo soluções aquosas. Entretanto, com esse processo, observa-se a geração de quantidades apreciáveis de efluentes líquidos, que merecem atenção especial, pois estão associados a inúmeros impactos ambientais, como o aumento da acidez de solos e águas.

Considere os diferentes efluentes nos quais foram detectados, com a mesma concentração, os ácidos listados na tabela a seguir.

Efluente	Ácido encontrado
I	HCl
II	H_2S
III	HNO_2
IV	H_3PO_4
V	H_2CO_3

Em relação apenas à concentração de H^+ , o efluente que está associado a um maior impacto ambiental é o

a) I. b) II. c) III. d) IV. e) V.

2 - **(SAS 2022)** O Brasil é o quinto maior produtor mundial de couro bovino. Apesar dos impactos positivos do setor na economia, há geração de resíduos sólidos. Além disso, na etapa de curtimento, transformação da pele em material estável e imputrescível, produz-se o rejeito líquido, contendo elevado teor de cromo trivalente. Quando expostos a esse contaminante, tanto seres humanos quanto plantas e animais – aquáticos e terrestres – podem apresentar distúrbios dos processos metabólicos. Como tratamento dos efluentes cromados, o cromo é precipitado em meio alcalino e, posteriormente, acidulado e reutilizado. GUIA técnico ambiental do setor de curtumes.

No tratamento do efluente gerado na etapa de curtimento, o cromo pode ser precipitado utilizando uma solução de

- a) HCl. b) CO₂. c) KOH.
d) NaCl. e) CH₃COOH.

3 - **(SOMOS 2022)** “O doce que harmoniza a acidez”, explica o chef de cozinha [...]

No preparo da sua Insalata Caprese CT, o chef mostrou como fazer para deixar o tomate cereja com sabor único. “Coloque água, mel, azeite, um pouco de sal e um pouco de coentro. Isso tudo foi fervido e colocado por cima do tomate, dá uma acidez diferente”, explicou ele que acrescentou: “A acidez sempre tem que ser cortada com alguma coisa doce. [...]”.

O conselho para “cortar” ou retirar a acidez dos pratos culinários dado pelo chef, do ponto de vista científico,

- a) tem embasamento, uma vez que ocorre reação de neutralização entre o ácido presente no molho de tomate e a base presente na glicose.
b) não tem embasamento, uma vez que a reação entre o ácido presente no molho de tomate e a glicose libera mais íons H⁺, aumentando o sabor desagradável.
c) não tem embasamento, uma vez que não ocorre reação de neutralização entre o ácido presente molho de tomate e a glicose, pois essa substância não é básica.
d) tem embasamento, sendo a adição de sal de cozinha mais eficiente para promover a neutralização do ácido presente no alimento, diminuindo o sabor desagradável.

e) tem embasamento, sendo a adição de bebida contendo álcool mais eficiente para promover a neutralização do ácido presente no alimento, diminuindo o sabor desagradável.

4 - **(BERNOULLI 2022)** O leite fresco é levemente ácido devido à presença de compostos como caseína, albumina, dióxido de carbono, fosfatos e citratos. Entretanto, a acidez dele pode aumentar em função da reação de hidrólise da lactose com enzimas microbianas (fermentação), produzindo ácido láctico. Se a acidez aumentar muito, o leite torna-se impróprio para o consumo. O pH do leite pode ser determinado por meio da sua reação de neutralização com uma solução aquosa de monobase forte. Neste experimento, determina-se a acidez total do leite, permitindo avaliar a sua qualidade.

Qual das soluções a seguir poderia ser utilizada no experimento citado?

- a) AgOH b) Ca(OH)₂ c) KOH
d) Mg(OH)₂ e) Al(OH)₃

5 - **(ENEM 2009 1ª Aplicação)** O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o H₂CO₃, formado pela reação do CO₂ atmosférico com a água, o HNO₃, o HNO₂, o H₂SO₄ e o H₂SO₃. Esses quatro últimos são formados principalmente a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis. A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- a) HNO₃ e HNO₂. b) H₂SO₄ e H₂SO₃.
c) H₂SO₃ e HNO₂. d) H₂SO₄ e HNO₃.
e) H₂CO₃ e H₂SO₃.

6 - **(ENEM 2015 1ª Aplicação)** A soda cáustica pode ser usada no desentupimento de encanamentos domésticos e tem, em sua composição, o hidróxido de sódio como principal componente, além de algumas impurezas. A soda normalmente é comercializada na forma sólida, mas que apresenta aspecto “derretido” quando exposta ao ar por certo período.

O fenômeno de “derretimento” decorre da

- a) absorção da umidade presente no ar atmosférico.
- b) fusão do hidróxido pela troca de calor com o ambiente.
- c) reação das impurezas do produto com o oxigênio do ar.
- d) adsorção de gases atmosféricos na superfície do sólido.
- e) reação do hidróxido de sódio com o gás nitrogênio presente no ar.

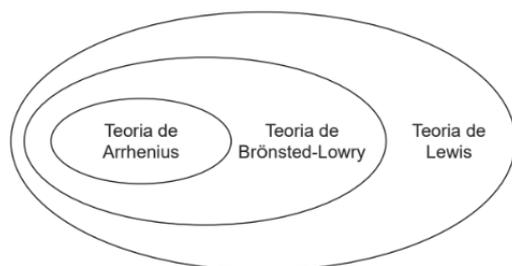
7 - **(ENEM 2018 2ªAplicação)** Sobre a diluição do ácido sulfúrico em água, o químico e escritor Primo Levi afirma que, “está escrito em todos os tratados, é preciso operar às avessas, quer dizer, verter o ácido na água e não o contrário, senão aquele líquido oleoso de aspecto tão inócuo está sujeito a iras furibundas: sabem-no até os meninos do ginásio.

(furibundo: adj. furioso)

O alerta dado por Levi justifica-se porque a

- a) diluição do ácido libera muito calor.
- b) mistura de água e ácido é explosiva.
- c) água provoca a neutralização do ácido.
- d) mistura final de ácido e água separa-se em duas fases.
- e) água inibe a liberação dos vapores provenientes do ácido.

8 - **(SAS 2021)** O esquema a seguir representa a correlação entre as definições de ácido e base de acordo com três teorias.



Essa representação indica que as teorias mais recentes

- a) propõem novos conceitos que invalidam as anteriores.
- b) diminuem a relação com os elétrons para classificação.
- c) aumentam a dependência de solvente para classificação.
- d) abrangem um maior número de substâncias e fenômenos.
- e) restringem a classificação aos compostos com hidrogênio.

9 - **(Bernoulli 2021)** A matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis de energia, e isso é ótimo para o Brasil, pois, além de os custos de operação serem reduzidos, também se diminui a emissão de gases que intensificam o efeito estufa. A maior parte dessa energia é produzida em usinas hidroelétricas, apesar de que as usinas eólicas também vêm crescendo e contribuindo bastante para que a nossa matriz continue sendo, em maior parte, renovável.

No entanto, em períodos de escassez de água, aumenta-se a dependência em relação às usinas termoeletricas – que funcionam a partir da queima de combustíveis fósseis, originando sérios problemas de ordem ambiental, como a chuva ácida.

Os ácidos comumente presentes na água dessa chuva são: H_2CO_3 , HNO_3 , HNO_2 , H_2SO_3 e H_2SO_4 .

Considerando concentrações idênticas dos ácidos mencionados, aquele que é o responsável pela acidez natural da água da chuva é:

- a) HNO_2 .
- b) HNO_3 .
- c) H_2SO_3 .
- d) H_2SO_4 .
- e) H_2CO_3 .

10 - **(SOMOS 2021)** A nanotecnologia tem futuro promissor na ciência, ao passo que reduz o tamanho dos agentes, tais como moléculas, robôs biológicos, entre outros, e também aumenta a seletividade e especificidade desses agentes. Esse é o caso de nanopartículas de ouro funcionalizadas com citrato: a interação com sistemas que contenham cátions metálicos mono ou bivalentes produz uma variação de cor, a depender do tipo de cátion. Se o cátion interagido é monovalente, observa-se o aparecimento de uma cor vermelha, enquanto se um cátion bivalente está presente no sistema, a cor roxa aparece.

Esse tem sido considerado um método eficaz para avaliar a presença de Ti (II) em aço, por exemplo.

O contaminante do leite, ao ser analisado de acordo com o que propõe o texto, que certamente apresentaria a cor vermelha seria

- a) formaldeído.
- b) ácido ascórbico.
- c) cloreto de cálcio.
- d) hidróxido de sódio.
- e) peróxido de oxigênio.

11 - **(SOMOS 2021)** Um tipo de plástico muito utilizado nos produtos médico-hospitalares pode ser perigoso aos

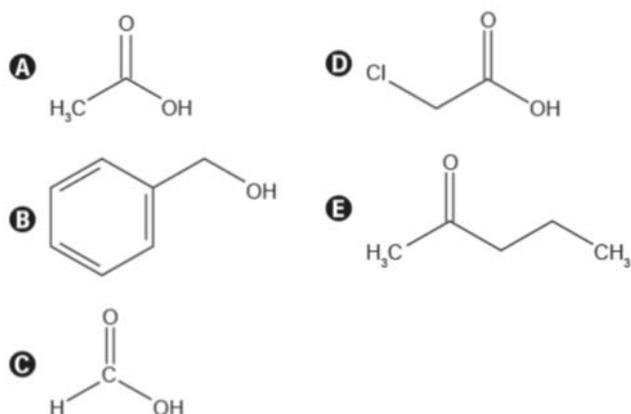
pacientes, ao meio ambiente e à saúde pública. Como resultado disso, há uma tendência crescente em buscar alternativas a esse polímero para insumos médico-hospitalares e outros produtos, entre eles certos materiais para a construção, porque contém substâncias químicas tóxicas e gera impactos ambientais negativos durante a sua produção, uso e descarte. A fabricação demanda grandes quantidades de cloro, é muito pouco reciclado e, em geral, quando incinerado, produz substâncias altamente tóxicas.

Na incineração do polímero mencionado no texto, deverá ocorrer a neutralização dos poluidores contidos na fumaça, seguida de resfriamento dela (por meio da injeção de água), o que deverá ser feito com a pulverização de

- a) salmoura.
- b) água dura.
- c) água de cal.
- d) água pesada.
- e) água oxigenada.

12 - **(SAS 2022)** Os ácidos alimentícios desempenham diversas funções. Entre elas estão as de aromatizar, regular pH, atuar como agentes tamponantes e fermentativos, entre outras. A função de aromatizar é, sem dúvida, uma das mais relevantes aplicações dos acidulantes. Como regra geral, em pH equivalente, os ácidos fracos possuem um sabor ácido mais forte por existirem primeiramente no estado não dissociado. É a molécula não dissociada a principal responsável pelo sabor.

Considerando pH equivalente, a fórmula estrutural da substância que apresenta sabor ácido mais acentuado é



13 - **(ENEM 2016 1ª Aplicação)** Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma

substância adequada. Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

- a) fenol.
- b) piridina.
- c) metilamina.
- d) hidrogenofosfato de potássio.
- e) hidrogenosulfato de potássio.

14 - **(SAS 2020)** Na produção de refrigerantes, são adicionados ácidos orgânicos e inorgânicos devido à ação acidulante dessas substâncias, que realça o sabor, inibe a proliferação de microrganismos e regula o pH. O consumo exagerado de bebidas com esses acidulantes, contudo, está diretamente relacionado com o aumento da acidez no estômago e a desregulação da ação do suco gástrico, que provoca inflamações da mucosa do estômago. A tabela a seguir mostra exemplos de acidulantes empregados na produção de refrigerantes, bem como suas respectivas estruturas e valores de pKa1 e pKa2.

Acidulante	Estrutura	pKa ₁	pKa ₂
Ácido ascórbico (C ₆ H ₈ O ₆)		4,17	11,6
Ácido málico (C ₄ H ₆ O ₅)		3,40	5,13
Ácido cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)		3,09	4,74
Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄)		2,15	7,20
Ácido tartárico (C ₄ H ₆ O ₆)		2,98	4,34

De acordo com as informações fornecidas, o acidulante mais potencialmente prejudicial à ação do suco gástrico é o ácido

- a) ascórbico. b) cítrico. c) fosfórico.
d) málico. e) tartárico.

15 - (SAS 2020) O ferro (Fe) é um micronutriente essencial para as plantas, envolvido em vários processos fundamentais, como fotossíntese, respiração, fixação de nitrogênio e síntese de DNA e de hormônios. Apesar de os solos apresentarem elevadas concentrações de Fe, normalmente isso não traz danos às plantas, pois a maior parte desse nutriente se encontra em uma forma pouco disponível. Em solos alagados e/ou em áreas em que o minério de Fe está sendo extraído ou recebendo beneficiamento, entretanto, a concentração disponível desse elemento pode aumentar significativamente, atingindo níveis de toxicidade para a maioria das plantas cultivadas ou nativas. A tabela a seguir mostra os valores de pKa das reações de hidrólise dos íons Fe³⁺, Fe²⁺ e dos vários hidróxidos formados.

Hidrólise do Fe ³⁺ (aq) e Fe ²⁺ (aq)	pKa
Fe ³⁺ (aq) + H ₂ O ⇌ [Fe(OH)] ²⁺ (aq) + H ⁺ (aq)	2,2
[Fe(OH)] ²⁺ (aq) + H ₂ O ⇌ [Fe(OH) ₂] ⁺ (aq) + H ⁺ (aq)	3,5
[Fe(OH) ₂] ⁺ (aq) + H ₂ O ⇌ Fe(OH) ₃ (aq) + H ⁺ (aq)	6,3
Fe ²⁺ (aq) + H ₂ O ⇌ [Fe(OH)] ⁺ (aq) + H ⁺ (aq)	9,2
Fe(OH) ₃ (aq) + H ₂ O ⇌ [Fe(OH) ₄] ⁻ (aq) + H ⁺ (aq)	9,6

Em solos alagados e em áreas de mineração, a espécie de ferro que confere maior acidez ao solo é

- a) Fe²⁺. b) Fe³⁺. c) [Fe(OH)]₂⁺.
d) [Fe(OH)₂]⁺. e) Fe(OH)₃.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	E	D	E	C	A	B	E	E	C	B	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	C	C	C	D	A	A	D	E	D	C	A

Questão	13	14	15
Gabarito	D	C	B

Aula 14: Sais e óxidos

Sais

1 - Definição:

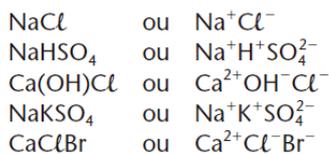
Do ponto de vista prático, podemos dizer que sais são compostos formados juntamente com a água na reação de um ácido com uma base de Arrhenius.

De fato, já vimos que a reação entre um ácido e uma base de Arrhenius — chamada de reação de neutralização ou de salificação — forma um sal, além da água:



Do ponto de vista teórico, dizemos que sais são compostos iônicos que possuem, pelo menos, um cátion diferente do H⁺ e um ânion diferente do OH⁻.

Por exemplo:



2 - Reação de Neutralização:

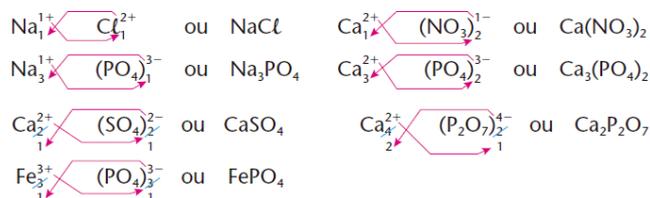
Dizemos que uma reação é de neutralização total quando reagem todos os H⁺ do ácido e todos os OH⁻ da base. O sal assim formado é chamado de sal normal ou neutro.

Base	Ácido	Sal normal	Água
Na OH	H Cl	NaCl	H ₂ O
Na OH	H O	Na ⁺ O	HOH
Na OH	H O P → O	Na ⁺ O P → O	HOH
Na OH	H O	Na ⁺ O	HOH
Abreviadamente: 3 NaOH	H ₃ PO ₄	Na ₃ PO ₄	3 H ₂ O
Ca OH	H NO ₃	Ca ²⁺ NO ₃ ⁻	HOH
Ca OH	H NO ₃	Ca ²⁺ NO ₃ ⁻	HOH
Abreviadamente: Ca(OH) ₂	2 HNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	2 H ₂ O

Nessas reações, NaCl, Na₃PO₄ e Ca(NO₃)₂ são exemplos de sais normais ou neutros. Note que, nessas reações, o que realmente ocorre é a união entre o H⁺ do ácido e o OH⁻ da base.

3 - Fórmula geral dos sais normais:

Um sal normal é formado por um cátion B, proveniente da base, e um ânion A, proveniente do ácido, segundo o esquema:

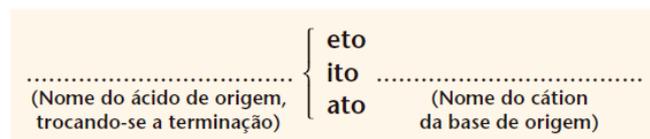


4 - Nomenclatura:

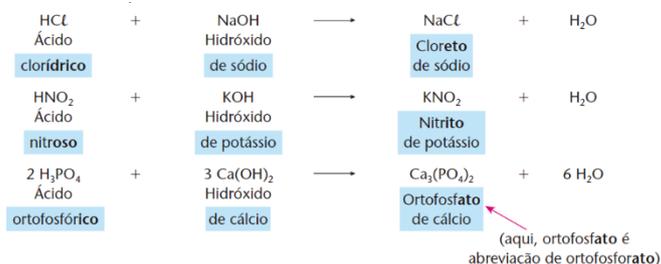
O nome de um sal normal deriva do ácido e da base que lhe dão origem. Assim, para obter o nome de um sal, basta alterar a terminação do nome do ácido correspondente, de acordo com o seguinte código:



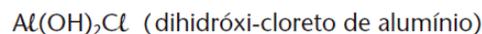
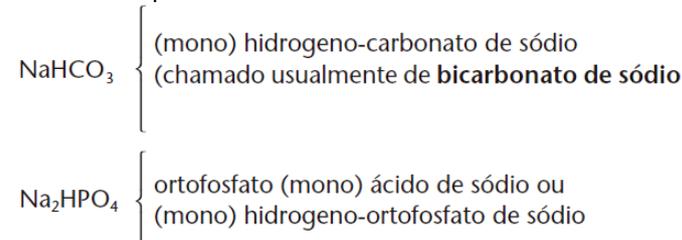
Esquema geral:



Exemplos:



Outros Exemplos:



5 - Solubilidade dos Sais em água:

Sal	Solubilidade	Exceções
Nitratos Cloratos Acetatos	Solúveis	
Cloretos Brometos Iodetos	Solúveis	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}
Sulfatos	Solúveis	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+}
Sulfetos	Insolúveis	Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}
Outros sais	Insolúveis	Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , NH_4^+

6 - Sais e a acidez de um meio:

Sal de caráter ácido:

Esse tipo de sal é capaz de deixar um meio ácido - apresenta tal característica quando é oriundo da reação entre um ácido forte e uma base fraca. Ex: NH_4Cl ; $Fe(NO_3)_3$.

Sal de caráter básico:

Esse tipo de sal é capaz de deixar um meio básico - apresenta tal característica quando oriundo da reação entre um ácido fraco e uma base forte. Ex: $NaHCO_3$; KCN .

Sal de caráter neutro:

Esse tipo de sal não muda a acidez de um meio - apresenta tal característica quando oriundo da reação entre um ácido forte e uma base forte. Ex: $NaCl$; KNO_3 .

Detalhe: se um sal for oriundo da reação entre um ácido fraco e uma base fraca o mesmo pode ter um caráter neutro (K_a do ácido = K_b da base), levemente ácido (K_a do ácido > K_b da base) ou levemente básico (K_a do ácido < K_b da base).

Exercícios Fundamentais

1 - O sulfato de zinco é o composto inorgânico historicamente conhecido como "vitriolo branco". Ele está na lista de medicamentos essenciais da Organização Mundial da Saúde, que é uma lista dos medicamentos mais importantes necessários em um sistema básico de saúde. Esse medicamento é um mineral usado para tratar ou prevenir baixos níveis de zinco no organismo.

O vitriolo branco pode ser classificado como um(a)

- a) hidrácido. b) ácido. c) óxido.
d) base. e) sal.

2 - A respiração de um astronauta numa nave espacial causa o aumento da concentração de dióxido de carbono na cabine. O dióxido de carbono é continuamente eliminado por meio de reação química com reagente apropriado. Qual dos reagentes abaixo é o mais indicado para retirar o dióxido de carbono da atmosfera da cabine?

- a) Ácido sulfúrico concentrado.
b) Hidróxido de lítio.
c) Ácido acético concentrado.
d) Água destilada.
e) Fenol.

3 - Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)

- a) formação de óxidos de caráter ácido.
b) evaporação do indicador fenolftaleína.
c) vaporização de parte da água do frasco.
d) vaporização dos gases de caráter alcalino.
e) aumento do pH da solução no interior do frasco.

4 - Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)

- a) formação de óxidos de caráter ácido.
b) evaporação do indicador fenolftaleína.
c) vaporização de parte da água do frasco.

- d) vaporização dos gases de caráter alcalino.
e) aumento do pH da solução no interior do frasco.

5 - Quando um ginasta olímpico se prepara para fazer a sua apresentação, é comum observarmos que ele coloca um pó branco nas mãos. Os pós brancos são o carbonato de magnésio ou o carbonato de cálcio, que aumentam a aderência das mãos aos aparelhos, facilitando os movimentos e evitando os deslizes causados pelas mãos umedecidas de suor.

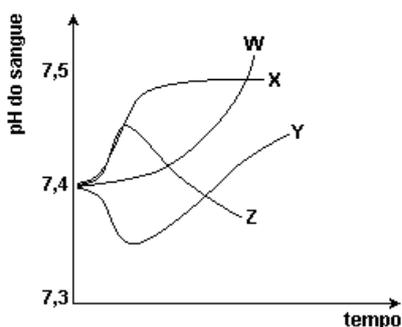
As fórmulas químicas dos sais citados no texto são, respectivamente,

- a) $MgCO_2$ e $CaCO_3$.
b) $MgCO_3$ e $CaCO_2$.
c) $MgCO_3$ e $CaCO_3$.
d) $MgCO_2$ e Ca_2CO_3 .
e) Mg_2CO_3 e Ca_2CO_3 .

Exercícios Aprofundados

6 - Uma pessoa em repouso respira normalmente. Em determinado momento, porém, ela prende a respiração, ficando em apneia pelo maior tempo que consegue suportar, provocando, daí em diante, hiperventilação pulmonar.

As curvas mostradas no gráfico a seguir representam alterações de pH do sangue num determinado período de tempo, a partir do início da apneia.



A única curva que representa as alterações do pH do sangue dessa pessoa, durante a situação descrita, é a identificada pela seguinte letra:

- a) W
b) X
c) Y
d) Z

7 – Uma das principais causas de morte na faixa etária de 15 a 35 anos é a ingestão de drogas em doses elevadas. Em situações de emergência, a informação correta sobre o tipo de droga ingerida é fundamental para salvar vidas. No caso de compostos ácidos como fenobarbital (Gardenal) e salicilato (Aspirina), a eliminação é facilitada pela alcalinização da urina (caso I). Para anfetaminas (*arrebite*), recomenda-se a acidificação da urina (caso II).

Das alternativas a seguir, escolha a que corresponde à melhor indicação para o tratamento em cada caso:

caso I	caso II
a) NaF	$NaHCO_3$
b) $NaHCO_3$	NH_4Cl
c) Na_2CO_3	$NaC_2H_3O_2$
d) KNO_3	Na_2CO_3
e) NH_4NO_3	KCl

8 –

O SEGREDO DAS DONAS DE CASA...

O Vanish Poder O_2 é um produto químico muito “simples” que apresenta em sua composição a água oxigenada. Sim, o peróxido de hidrogênio, um produto utilizado como desinfetante, esterilizante e um dos melhores produtos para clareamento dos dentes e dos cabelos. Essa substância tem a vantagem de não estragar as blusas coloridas. Ele ataca diretamente as manchas, removendo-as sem causar danos ao tecido. O Vanish sólido é outro composto que vai funcionar como a água oxigenada, retirando as manchas sem atacar o tecido. É composto pelo percarbonato de sódio, $2.Na_2CO_3.3.H_2O_2$, que ajuda a dissolver as manchas difíceis antes da lavagem. Por ser sólido e eficaz, o percarbonato de sódio, $2.Na_2CO_3.3.H_2O_2$, além de ser usado nos produtos para remoção de manchas, passou a ser conhecido como “peróxido de hidrogênio sólido”. Ele se decompõe gerando água, oxigênio e carbonato de sódio. Esse composto não possui somente a função do peróxido de hidrogênio.

Sobre os produtos usados para tirar manchas citados no texto, é pertinente inferir que

- a) o peróxido de hidrogênio age como oxidante no processo de limpeza das manchas.
b) o percarbonato de sódio deixa o meio ácido durante o processo de limpeza das manchas.
c) o peróxido de hidrogênio é muito estável em meio alcalino.
d) o carbonato de sódio age como redutor no processo de limpeza das manchas.
e) todas as substâncias usadas para tirar manchas apresentam caráter ácido.

9 - A semeadura de nuvens atualmente é usada em todo o mundo para otimizar a precipitação, tanto de chuva quanto de neve e, ao mesmo tempo, inibir o granizo e a neblina. E ela funciona. Esse tipo de semeadura tem efeito ao espalhar partículas microscópicas, a fim de afetar o desenvolvimento da condensação, agindo como núcleos de gelo artificiais.

Insolúveis na água, tais partículas funcionam como suporte para o crescimento dos cristais de gelo. Para tal propósito, utiliza-se frequentemente determinado sal. Ele possui uma estrutura cristalina similar à do gelo e forma um recife artificial onde os cristais podem crescer.

Que sal é utilizado para semear as nuvens?

- a) AgCl
- b) KCl
- c) NaCl
- d) AgNO₃
- e) Pb(NO₃)₂

10 - O principal componente do sal de cozinha é o cloreto de sódio, mas o produto pode ter aluminossilicato de sódio em pequenas concentrações. Esse sal, que é insolúvel em água, age como antiemectante, evitando que o sal de cozinha tenha um aspecto empedrado.

O procedimento de laboratório adequado para verificar a presença do antiemectante em uma amostra de sal de cozinha é o(a)

- a) realização do teste de chama.
- b) medida do pH de uma solução aquosa.
- c) medida da turbidez de uma solução aquosa.
- d) ensaio da presença de substâncias orgânicas.
- e) verificação da presença de cátions monovalentes.

11 - Na Idade Média, era usual o emprego de óxido de chumbo (IV) como pigmento branco em telas. Em nossos dias, com o aumento do teor de H₂S na atmosfera, proveniente da queima de combustíveis fósseis, pinturas dessa época passaram a ter suas áreas brancas transformadas em castanho escuro, devido à formação de sulfeto de chumbo (II). No trabalho de restauração dessas pinturas

são empregadas soluções diluídas de peróxido de hidrogênio, que transformam o sulfeto de chumbo (II) em sulfato de chumbo (II), um sólido branco. As fórmulas do óxido de chumbo (IV), sulfeto de chumbo (II), peróxido de hidrogênio e sulfato de chumbo (II) são, respectivamente:

- a) PbO, PbS, H₂O₂, PbSO₄.
- b) PbO₂, PbS, H₂O₂, PbSO₄.
- c) Pb₂O₃, PbS₂, H₂O, Pb(SO₄)₂.
- d) PbO₂, PbS, H₂O₂, PbSO₃.
- e) PbO, PbSO₃, H₂O₂, PbS₂O₃.

12 - "Os grãos arrancados das dunas do deserto do Saara, no continente africano, sobem para a atmosfera e formam um verdadeiro continente flutuante, de 5.000 quilômetros de

extensão. Ao refletir a radiação do Sol de volta para o espaço, a areia faz o papel de filtro solar, contrabalançando o aquecimento do planeta, chamado de efeito estufa."

Considerando que a areia é basicamente formada por SiO₂, qual é a opção que contém o óxido com a mesma classificação do SiO₂?

- a) BaO
- b) CaO
- c) Cl₂O₇
- d) H₂O₂
- e) Li₂O

ENEM e Simulados

1 - **(SOMOS 2022)** A radiografia dentária [...] pode ser considerada como uma representação da sombra dos tecidos dentários. Para a produção da sombra é preciso: luz, objeto e película (filme) [...]. Para a visualização da imagem, é preciso que o filme sensibilizado pela radiação seja revelado [...]. O filme contém uma emulsão composta de [...] brometo de prata. As substâncias empregadas no revelador são ativas, provocando o escurecimento da película [...]. Como o revelador tem grande afinidade pelo oxigênio, resultando em uma rápida oxidação, essa reação é [...] inibida pela adição de sulfito de sódio, o qual oxidará primeiro, agindo como uma substância protetora.

Tanto na revelação do filme como na sua proteção são utilizados

- a) sais.
- b) bases.
- c) óxidos.
- d) hidrácidos.
- e) oxiácidos.

2 - **(SOMOS 2022)** Um caminhão tombou na rodovia Régis Bittencourt e derramou ácido sulfúrico no Rio Jacupiranguinha, em Cajati, no Vale do Ribeira, no interior de São Paulo. Mais de 200 pessoas, que moram próximo à região do acidente, precisaram ser retiradas de suas casas. Equipes da Defesa Civil, Cetesb, Corpo de Bombeiros e Sabesp foram até o local para monitorar a área e calcular a quantidade de ácido que caiu no córrego.

Para evitar danos ambientais na região do Vale do Ribeira, a substância que neutralizaria o caráter corrosivo do derramamento poderia ser

- a) CO₂.
- b) NaCl.
- c) BaSO₄.
- d) NH₄Cl.
- e) CaCO₃.

3 - **(SOMOS 2022)** A degradação de estruturas metálicas expostas à atmosfera pode ocorrer devido a diferentes fatores externos. Os monumentos históricos localizados em praças e

ruas a céu aberto correspondem a importantes estruturas que são atingidas, comprometendo o registro da história das cidades. A degradação química ou eletroquímica de metais recebe o nome de corrosão



Esse fenômeno é ocasionado por

- a) baixa umidade do ar.
- b) altas concentrações de SOx .
- c) altas concentrações de CFC's.
- d) incidência de chuvas com pH neutro.
- e) altas concentrações de gás oxigênio.

4 - **(POLIEDRO 2022)** Quando um raio cai no mar, até onde vai a eletricidade? Depende do raio. Estima-se que uma descarga de 50 mil ampères, por exemplo, seja inofensiva a um banhista a 125 metros do ponto de incidência. A intensidade da corrente diminui segundo o inverso do quadrado da distância. [...] O raio se comporta da mesma maneira no mar ou na terra. A diferença é que, como a corrente sempre procura se concentrar no meio mais condutor, no mar aberto (que apresenta altas concentrações de cloreto de sódio), ela se divide igualmente entre o organismo humano e a água. Já em terra firme, ela sempre se concentra no corpo humano – e aí os danos são maiores.

O motivo pelo qual a água do mar é melhor condutora de eletricidade do que a terra firme é porque o cloreto de sódio

- a) se dissolve em água.
- b) sofre ionização ácida.
- c) apresenta íons presos.
- d) sofre dissociação iônica.

e) é um composto molecular.

5 - **(POLIEDRO 2022)** Os óxidos de nitrogênio (NOx) são um dos principais componentes da poluição atmosférica, e existe muita controvérsia sobre as emissões desses compostos quando o assunto é o aumento do uso de biodiesel. Os estudos mais aceitos pela comunidade científica partem da realidade americana e mostram que os níveis de geração de NOx com o biodiesel podem ser de 1% a 15% maiores em comparação com o diesel mineral.

Os NOx produzidos pela queima do biodiesel nos motores do ciclo diesel são, principalmente, o NO e o NO2 . Esses dois gases podem gerar complicações ambientais, uma vez que

- a) ambos apresentam caráter ácido.
- b) ambos apresentam caráter básico.
- c) interferem diretamente no efeito estufa.
- d) podem aumentar consideravelmente o pH das águas das chuvas.
- e) podem reagir na atmosfera originando compostos com caráter ácido.

6 - **(SAS 2022)** Um dos maiores problemas enfrentados pela indústria de alimentos refere-se à preservação de seus produtos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 20% dos alimentos produzidos são perdidos por deterioração. Sal e açúcar são exemplos de substâncias que eram e ainda são utilizadas para conservar os alimentos. Entre os conservantes mais utilizados em alimentos, podem-se citar os propionatos de sódio e de cálcio, que são bastante usados na indústria de panificação devido à sua pouca atuação contra os fermentos biológicos; os sulfitos de sódio e de potássio, que são particularmente indicados para a conservação de frutas e vegetais; e os nitritos e nitratos de sódio e de potássio, que são especialmente usados em sal de cura, misturados com cloreto de sódio, sendo injetados na forma de solução em pennis, palhetas e outros produtos cárneos.

Entre as substâncias mencionadas no texto, o conservante que pode ser utilizado para preservar maçãs é o

- a) K_2CO_3 .
- b) K_2SO_4 .
- c) $NaNO_2$.
- d) $NaNO_3$.
- e) Na_2SO_3 .

7 - **(SAS 2019)** Nas bebidas carbonatadas, o CO_2 é adicionado para conferir efervescência, promovendo a sensação de frescor, além de fornecer estabilidade microbiológica, logo a

perda de gás carbônico em bebidas é um importante fator a ser considerado no controle de qualidade de um produto. Um garoto desejando tomar refrigerante percebeu que, ao adicionar a bebida no copo, não houve a formação de bolhas. Ao comunicar à sua mãe, ela o orientou a não tomar a bebida. Com base no texto, a orientação da mãe está certa, pois esse refrigerante

- apresenta gosto ruim e pode induzir dores de cabeça.
- possui componentes oxidados devido à ausência do CO_2 .
- pode estar contaminado devido à redução da acidez do meio.
- favorece a corrosão do esmalte dentário por estar muito ácido.
- está mais doce por causa do aumento da concentração de açúcar.

8 - (SAS 2020) O manganês, ao contrário do alumínio, é um elemento essencial para a vida da planta e, quando ausente, prejudica o crescimento dela e favorece nela o desenvolvimento de sintomas característicos de deficiência. Entretanto, o excesso desse micronutriente é prejudicial principalmente para as folhas. Na prática, a toxidez do manganês é corrigida pela calagem, que, por elevar o pH, precipita o excesso de Mn disponível, reduzindo sua absorção pela planta.

Para atenuar a toxidez do manganês, convém utilizar adequadamente produtos à base de

- sulfato de magnésio.
- carbonato de cálcio.
- cloreto de alumínio.
- cloreto de amônio.
- nitrato de sódio.

9 - (SAS 2020) A alta concentração de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos dissolvidos na água é prejudicial para alguns processos industriais. Esse fator, quando associado à elevada concentração de íons cálcio e magnésio, causa uma incrustação composta, principalmente, por calcário (CaCO_3) e pode entupir tubulações de água quente em sistema de caldeiras.

Uma das formas de remover essas incrustações consiste em adicionar, na água que passa pela tubulação, uma pequena quantidade de

- CaCl_2
- CaO
- CaSO_4
- HCl
- NaOH

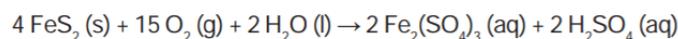
10 - (ENEM 2012 2ªAplicação): Com o aumento da demanda por alimentos e a abertura de novas fronteiras agrícolas no Brasil, faz-se cada vez mais necessária a correção da acidez e a fertilização do solo para determinados cultivos. No intuito de diminuir a acidez do solo de sua plantação (aumentar o pH),

um fazendeiro foi a uma loja especializada para comprar conhecidos insumos agrícolas, indicados para essa correção. Ao chegar à loja, ele foi informado que esses produtos estavam em falta. Como só havia disponíveis alguns tipos de sais, o fazendeiro consultou um engenheiro agrônomo procurando saber qual comprar.

O engenheiro, após verificar as propriedades desses sais, indicou ao fazendeiro o

- KCl
- CaCO_3
- NH_4Cl
- Na_2SO_4
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

11 - (ENEM 2013 1ªAplicação): 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 ambiente. Campinas: Unicamp, 2000.

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

- sulfeto de sódio.
- cloreto de amônio.
- dióxido de enxofre.
- dióxido de carbono.
- carbonato de cálcio.

12 - (SAS 2018) O estudo da barita, no âmbito da economia mineral do Brasil, justifica-se pela importância deste bem mineral para as indústrias química e petrolífera nacionais e ainda pela sua participação em setores relevantes da atividade industrial brasileira [...]. A barita é o mais abundante mineral de bário e a mais importante fonte desse elemento. Em estado puro, contém 58,8% de bário e 41,2% de sulfato.

A barita, em sua forma pura, é constituída por

- íons Ba^+ .
- moléculas de BaSO_3 .
- íons Ba^+ e SO_4^- , formando o sal BaSO_4 .
- íons Ba^{2+} e SO_4^{2-} , formando o sal BaSO_4 .

e) moléculas de Ba^{2+} e SO_4^{2-} , formando o sal $BaSO_4$.

13 - (SAS 2018) A água oxigenada é o nome comercial para a solução líquida do peróxido de hidrogênio, sob a fórmula química H_2O_2 , dissolvida em água. É muito conhecida e utilizada como um “remédio” contra feridas e outras escoriações causadas na superfície da pele humana. Molha-se um algodão ou gaze em uma solução do produto e aplica-se na área machucada.

No entanto, a água oxigenada pode ser utilizada para fins de limpeza, podendo substituir produtos mais tóxicos para a saúde e para o meio ambiente.

O fato de a água oxigenada borbulhar quando em contato com uma ferida ou área machucada é explicado pela

- a) decomposição do H_2O_2 em H e O.
- b) absorção de calor na decomposição do H_2O_2 .
- c) reação entre a água oxigenada e o sangue, liberando $H_2(g)$.
- d) quebra das ligações de hidrogênio entre o H e o O pelo sangue.
- e) liberação de $O_2(g)$ catalisada por enzimas presentes no sangue.

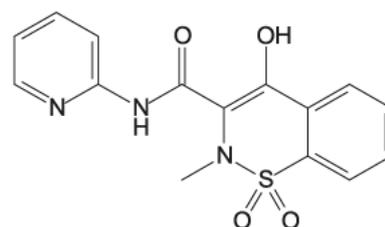
14 - (SAS 2018) Pode ser um travesseiro sobre o rosto, o nariz amassado contra o colchão, ou um estacionamento fechado e abafado: tudo o que faz aumentar a concentração de gás carbônico (CO_2) no sangue é potencialmente perigoso à vida e precisa ser combatido rapidamente. Sair do estacionamento até que é fácil. Mas como descobrir, em pleno sono, que algo não vai bem? Richerson e sua equipe, da Universidade Yale, têm uma resposta. Detectar aumentos na concentração de CO_2 no sangue é tarefa de neurônios situados estrategicamente na superfície do tronco cerebral. Esses neurônios estão em posição ideal para monitorar a eficácia da respiração, já que o sangue chega ao local fresquinho, quase sem ter realizado trocas de O_2 e CO_2 de nenhum tecido.

Na condição descrita no texto, o paciente apresentará no sangue um(a)

- a) elevação do pH.
- b) quadro de acidose.
- c) aumento da oxi-hemoglobina.
- d) pressão parcial de CO_2 diminuída.

e) redução da concentração de bicarbonato.

15 - (SAS 2016) O fármaco Piroxicam é um medicamento anti-inflamatório não esteroide, cuja absorção se dá no trato gastrointestinal, sob a forma não ionizada. Uma vez absorvido, o Piroxicam se ioniza fortemente em pH sanguíneo, e cerca de 99,3% de sua substância é distribuída e complexada com proteínas plasmáticas, como a albumina. No tecido inflamado, existe uma intensa atividade metabólica, controlada pela ação de proteases que acarretam redução significativa do pH ($\cong 5$), condições nas quais mais de 95% do fármaco se encontra na forma não ionizada, podendo ser adequadamente absorvido.



Estrutura do Piroxicam

Com base no que foi exposto, a diminuição do pH permite que a absorção do Piroxicam seja

- a) menor, por reduzir a ionização da molécula.
- b) maior, por aumentar a polaridade da molécula.
- c) menor, por promover neutralização da molécula.
- d) maior, por reduzir o grau de ionização da molécula.
- e) maior, por reduzir a constante de ionização da molécula.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	B	A	A	C	C	B	A	A	C	B	C

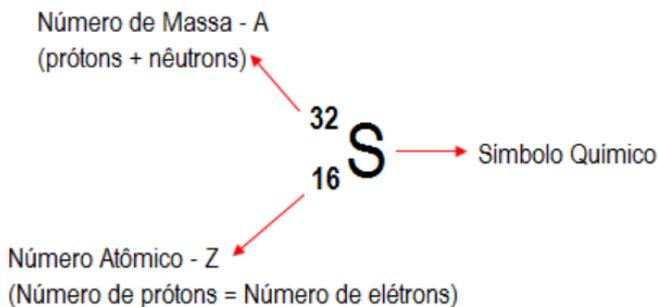
Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	E	B	D	E	E	C	B	D	B	E	D

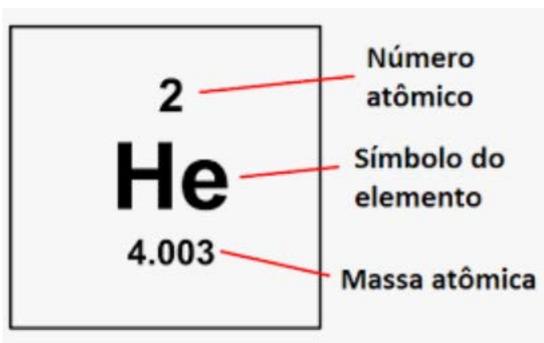
Questão	13	14	15
Gabarito	E	B	D

Aula 15: Grandezas Químicas

1 - Representação de um átomo:



2 - Representação de um Elemento Químico:



Um ponto importante é a diferença entre número de massa e massa atômica - o número de massa é resultante de uma soma entre o número de prótons e o número de nêutrons. Já a massa atômica é resultado de uma média ponderada envolvendo os isótopos do referido elemento e seus percentuais na natureza.

Como é calculado a massa atômica de um elemento?

Isótopo	Abundância	Massa atômica
Cl^{35}	75 %	35
Cl^{37}	25%	37

$$M = \frac{35 \cdot 75 + 37 \cdot 25}{100} = 35,5u$$

3 - Massa Molecular:

Para determinarmos a massa de uma molécula em unidades de massa atômica, basta somarmos as massas atômicas de todos os átomos que constituem essa molécula. O resultado é chamado massa molecular da substância.

Exemplo 1: Massa molar do CaCO_3 (Ca = 40u; C = 12u; O = 16u)

$$(1 \times 40) + (1 \times 12) + (3 \times 16) = 100u$$

Detalhe: u = unidade de massa atômica = 1u é a massa relativa a 1/12 da massa do ^{12}C .

Exemplo 2: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (C = 12u; H = 1u; O = 16u)

$$(6 \times 12) + (12 \times 1) + (6 \times 16) = 180u$$

4 - Massa Molar:

É a massa relativa a 1 mol de átomos ou moléculas - o mol representa uma unidade de quantidade onde 1 mol equivale a 6×10^{23} .

Detalhe: a massa atômica é a mesma massa molar só mudando a unidade = trocamos "u" por "g/mol".

Exemplo 1: 1 mol de átomos de cloro = 6×10^{23} átomos de cloro = 37g

Exemplo 2: Massa Molar da H_2O (H = 1g/mol; O = 16g/mol)

$$(2 \times 1) + (1 \times 16) = 18g/mol$$

1 mol de água = 6×10^{23} moléculas de água = 18g.

5 - Número em Mol:

- 1 mol de moléculas contém $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas
- 1 mol de átomos contém $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos
- 1 mol de íons contém $6,02 \cdot 10^{23}$ íons
- 1 mol de elétrons contém $6,02 \cdot 10^{23}$ elétrons

1º exemplo:

Quantos mols correspondem a 88 g de dióxido de carbono (CO_2)? (Massas atômicas: C = 12; O = 16)

$$\left. \begin{array}{l} 44 \text{ g de } \text{CO}_2 \text{ ————— } 1 \text{ mol de moléculas de } \text{CO}_2 \\ 88 \text{ g de } \text{CO}_2 \text{ ————— } n \end{array} \right\}$$

$$n = \frac{88}{44} \Rightarrow n = 2 \text{ mols de moléculas de } \text{CO}_2$$

2º exemplo:

Quantos mols correspondem a 100 g de cálcio? Dado: massa atômica do cálcio = 40.

$$\left. \begin{array}{l} 40 \text{ g de Ca ————— } 1 \text{ mol de átomos de Ca} \\ 100 \text{ g de Ca ————— } n \end{array} \right\}$$

$$n = \frac{100}{40} \Rightarrow n = 2,5 \text{ mols de átomos de Ca}$$

6 - Fórmulas Químicas:

6.1: **Fórmula centesimal** (ou composição centesimal ou composição percentual) refere-se às porcentagens em massa dos elementos formadores da substância considerada.

Exemplo: Como calcular a fórmula centesimal do ácido sulfúrico (H_2SO_4)?

Inicialmente, calculamos a massa molecular do ácido sulfúrico:

$$\begin{array}{ccc} H_2 & S & O_4 \\ \swarrow \searrow & \downarrow & \swarrow \searrow \\ 1 \cdot 2 & + & 32 & + & 16 \cdot 4 \\ 2 & + & 32 & + & 64 = 98 \end{array}$$

Em seguida, fazemos o cálculo das porcentagens:

- Para o H: $\left\{ \begin{array}{l} 98 \text{ g de } H_2SO_4 \text{ ————— } 2 \text{ g de H} \\ 100 \text{ g de } H_2SO_4 \text{ ————— } x \% \text{ de H} \end{array} \right\} \Rightarrow x \approx 2,04\% \text{ de H}$
- Para o S: $\left\{ \begin{array}{l} 98 \text{ g de } H_2SO_4 \text{ ————— } 32 \text{ g de S} \\ 100 \text{ g de } H_2SO_4 \text{ ————— } y \% \text{ de S} \end{array} \right\} \Rightarrow y \approx 32,65\% \text{ de S}$
- Para o O: $\left\{ \begin{array}{l} 98 \text{ g de } H_2SO_4 \text{ ————— } 64 \text{ g de O} \\ 100 \text{ g de } H_2SO_4 \text{ ————— } z \% \text{ de O} \end{array} \right\} \Rightarrow z \approx 65,31\% \text{ de O}$

6.2: **Fórmula mínima** (ou empírica, ou estequiométrica) é a que indica os elementos formadores da substância, bem como a proporção em número de átomos desses elementos expressa em números inteiros e os menores possíveis.

Dica: para chegarmos na fórmula mínima devemos dividir os números pelo maior divisor comum - não havendo divisor comum a fórmula molecular será igual a fórmula mínima.

Substância	Fórmula molecular	Fórmula mínima
Água oxigenada	H_2O_2	HO
Glicose	$C_6H_{12}O_6$	CH_2O
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	H_2SO_4
Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_{12}H_{22}O_{11}$

Aprofundamento: Como obter a fórmula mínima por meio da fórmula percentual?

Observe o exemplo abaixo:

Calcular a fórmula mínima de um composto que apresenta 43,4% de sódio, 11,3% de carbono e 45,3% de oxigênio (massas atômicas: Na = 23; C = 12, O = 16).

Dados	Divisão das porcentagens pelas respectivas massas atômicas	Divisão pelo menor dos valores encontrados (0,94)	Fórmula mínima
43,4% Na	$\frac{43,4}{23} = 1,88$	$\frac{1,88}{0,94} = 2$	Na_2CO_3
11,3% C	$\frac{11,3}{12} = 0,94$	$\frac{0,94}{0,94} = 1$	
45,3% O	$\frac{45,3}{16} = 2,82$	$\frac{2,82}{0,94} = 3$	
Proporção em massa	Proporção em átomos	Proporção em átomos	Proporção em átomos

Exercícios Fundamentais

1 - Um dos constituintes do calcário, da casca de ovo, da pérola, da concha do mar, usado como matéria-prima na produção do cimento, tem a seguinte composição percentual: 40,1% de cálcio, 12,0% de carbono e 48,0% de oxigênio (massas atômicas: C = 12 u, O = 16 u, Ca = 40 u). Sabendo-se que a sua massa molar é 100,1 g/mol, podemos afirmar que a sua fórmula molecular é:

- a) CaC_3O_2 c) $CaCO_2$ e) CaC_2O_6
b) CaC_2O_4 d) $CaCO_3$

2 - A combustão realizada em altas temperaturas é um dos fatores da poluição do ar pelos óxidos de nitrogênio, causadores de afecções respiratórias.

A análise de 0,5 mol de um desses óxidos apresentou 7,0 g de nitrogênio e 16 g de oxigênio. Qual a sua fórmula molecular?

- a) N_2O_5 c) N_2O e) NO
b) N_2O_3 d) NO_2

3 - Em 0,5 mol de quinina, substância utilizada no tratamento da malária, há 120 g de carbono, 12 g de hidrogênio, 1,0 mol de átomos de nitrogênio e 1,0 mol de átomos de oxigênio.

Pode-se concluir que a fórmula molecular da quinina é:

- a) $C_{20}H_{12}N_2O_2$ d) $C_{10}H_6N_2O_2$
b) $C_{20}H_{24}N_2O_2$ e) C_5H_6NO
c) $C_{10}H_{12}NO$

4 - O elemento bromo apresenta massa atômica 79,9.

Supondo que os isótopos ^{79}Br e ^{81}Br tenham massas atômicas, em unidades de massa atômica, exatamente iguais aos seus respectivos números de massa, qual será a abundância relativa de cada um dos isótopos?

- a) 75% ^{79}Br e 25% ^{81}Br .
b) 55% ^{79}Br e 45% ^{81}Br .
c) 50% ^{79}Br e 50% ^{81}Br .
d) 45% ^{79}Br e 55% ^{81}Br .
e) 25% ^{79}Br e 75% ^{81}Br .

5 - O carbonato de sódio, também designado por soda calcinada ou soda sal, é um sal branco e translúcido que endurece e se agrega quando exposto ao ar devido à formação de hidratados. É produzido sinteticamente em larga escala a partir de sal de cozinha pelo Processo Solvay ou extraído de minérios de trona. É usado principalmente na produção de vidro, em sínteses químicas e em sabões e detergentes e como alcalinizante no tratamento de água. É um sal hidratado, o que significa que sua fórmula pode ser escrita como $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$. Quando uma amostra de 5,72 g deste sal é aquecida, a 125 °C, toda a água de cristalização se perde, deixando um resíduo de 2,12 g de Na_2CO_3 . O grau de hidratação do carbonato de sódio (em termos de número de mols de moléculas de água) é:

- a) 11
b) 12
c) 9
d) 8

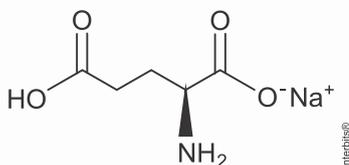
e) 10

Dados: $\text{H}_2\text{O} = 18\text{g/mol}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106\text{g/mol}$.

Exercícios Aprofundados

6 - O glutamato monossódico é um sal utilizado pela indústria alimentícia como aditivo em alimentos com a finalidade de realçar o sabor e o aroma. Apesar de ser liberado por órgãos de fiscalização e vigilância, alguns estudos científicos apontam que o consumo de glutamato monossódico pode estar associado a algumas doenças como diabetes, aumento da pressão arterial, mal de Parkinson, Alzheimer, dentre outras.

A estrutura molecular do glutamato monossódico é representada abaixo:



Se 0,1 g de glutamato monossódico for adicionado em um produto alimentício, a massa em miligramas de sódio proveniente desse sal será, aproximadamente:

Dados: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{N} = 14$; $\text{O} = 16$; $\text{Na} = 23$.

- a) 2,30
- b) 11,9
- c) 1,19
- d) 1,36
- e) 13,6

7 - Em janeiro de 2018 foi encontrado em uma mina na África o quinto maior diamante (uma variedade alotrópica do carbono) do mundo, pesando 900 quilates. Considerando que um quilate equivale a uma massa de 200 mg, a quantidade, em mol, de átomos de carbono existente nesse diamante é igual a

Dados: $\text{C} = 12$.

- a) $1,5 \times 10^1$.
- b) $3,0 \times 10^1$.
- c) $4,5 \times 10^1$.
- d) $1,5 \times 10^4$.
- e) $3,0 \times 10^4$.

8 - Os cosméticos, como batons e rímeis, buscam realçar o encanto da beleza. Porém, o uso desses produtos pode, também, causar desencantamento em função dos constituintes químicos tóxicos que possuem. Em batons, pode haver presença de cádmio, chumbo, arsênio e alumínio. A FDA (*Food and Drug Administration*) e a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) preconizam limites máximos de metais apenas para corantes orgânicos artificiais utilizados como matéria-prima na fabricação de cosméticos.

Considerando que um determinado batom possua concentração de chumbo igual a $1,0 \text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ e que a estimativa máxima de utilização deste cosmético ao longo do dia seja de 100 mg, assinale a alternativa que representa, correta e aproximadamente, o número de átomos de chumbo em contato com os lábios ao longo de um dia.

Dados:

Massa molar de chumbo = 207g mol^{-1}

Constante de Avogadro = $6,0 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$

- a) $1,2 \times 10^8$
- b) $2,9 \times 10^{14}$
- c) $4,5 \times 10^{30}$
- d) $5,1 \times 10^{25}$
- e) $6,8 \times 10^4$

9 - No combate à dor e à febre um medicamento muito utilizado é a aspirina, cuja composição centesimal é: $\text{C} = 60,00\%$, $\text{H} = 4,45\%$ e $\text{O} = 35,56\%$. Sabendo-se que em uma amostra de aspirina com 0,18 g de massa existem $6,02 \cdot 10^{20}$ moléculas, conclui-se que a fórmula molecular desse composto é:

- a) $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_3$
- b) $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_5$
- c) $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_3$
- d) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$
- e) $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$

Dados: Massas Molares: $\text{H} = 1\text{g/mol}$; $\text{O} = 16\text{g/mol}$; $\text{C} = 12\text{g/mol}$

10 - Por questões econômicas, a medalha de ouro não é 100% de ouro desde os jogos de 1912 em Estocolmo, e sua composição varia nas diferentes edições dos jogos olímpicos. Para os jogos olímpicos de 2016, no Rio de Janeiro, a composição das medalhas foi distribuída como apresenta o quadro abaixo.

Medalha	Composição em massa
Ouro	prata (98,8%) e ouro (1,2%)
Prata	prata (100%)
Bronze	cobre (95%) e zinco (5%)

Considerando que as três medalhas tenham a mesma massa, assinale a alternativa que apresenta as medalhas em ordem crescente de número de átomos metálicos na sua composição.

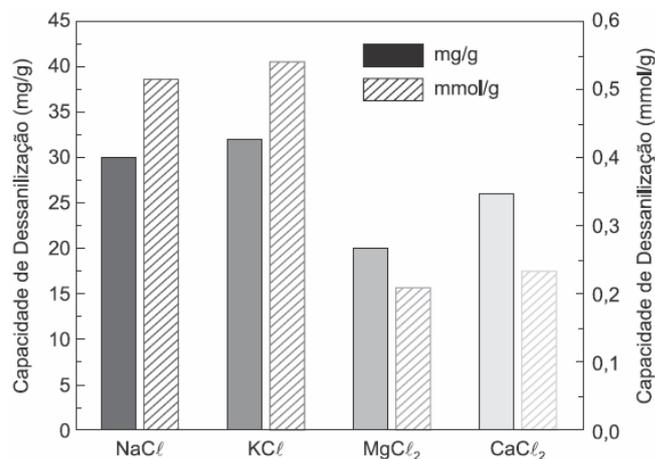
Dados: Ag = 108; Au = 197; Cu = 63,5; Zn = 65,4.

- Medalha de bronze < medalha de ouro < medalha de prata.
- Medalha de bronze < medalha de prata < medalha de ouro.
- Medalha de prata < medalha de ouro < medalha de bronze.
- Medalha de prata < medalha de bronze < medalha de ouro.
- Medalha de ouro < medalha de prata < medalha de bronze.

11 - O mol, medida relacionada à Constante de Avogadro ($6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$), é uma das sete unidades básicas do Sistema Internacional de Unidades e é, normalmente, utilizado para medir quantidade de matéria. Para uma melhor percepção do quanto representa cada mol, considerando que cada grama de ouro custa R\$ 200,00 e que a massa molar desse elemento é de, aproximadamente, 200 g/mol, um mol de reais poderia comprar o equivalente a 3 000 trilhões de toneladas de ouro. De acordo com as informações do texto, um mol de reais tem o mesmo valor de quantos átomos de ouro?

- $2,4 \cdot 10^{28}$
- $4,5 \cdot 10^{40}$
- $9,0 \cdot 10^{42}$
- $1,8 \cdot 10^{45}$
- $7,2 \cdot 10^{49}$

12 - Imagine-se como um dos coautores de um trabalho científico sobre a capacidade de dessalinização de fibras de carbono poroso (PCF). Ao revisar os dados da pesquisa, você observa que os resultados apresentados no gráfico a seguir estão consistentes para MgCl_2 e CaCl_2 , do ponto de vista do conhecimento químico.



No entanto, você também observa no gráfico que a apresentação dos dados está

Massas molares em g mol^{-1} :

Na = 23; Mg = 24; Cl = 35,5; K = 39; Ca = 40.

- inconsistente para NaCl mas consistente para KCl
- inconsistente para KCl mas consistente para NaCl.
- inconsistente para NaCl e KCl.
- consistente para NaCl e KCl.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - (SAS 2022) O químico italiano Amedeo Avogadro realizou diversos estudos com gases e definiu que 1 mol de qualquer substância contém $6,02 \cdot 10^{23}$ partículas (átomos, moléculas, íons ou quaisquer outras entidades químicas). Sua contribuição para o estudo dos gases também levou à definição de volume molar, em que, sob 0°C e 1 atm, o volume molar de qualquer gás é equivalente a $22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$. Considerando essas informações, um estudo foi realizado com quatro gases a 0°C e 1 atm em sistema fechado, de modo que apenas algumas das informações obtidas foram colocadas na tabela a seguir.

Gás	Volume ocupado (L)	Quantidade de moléculas	Quantidade de átomos
He	44,8	-	$12,04 \cdot 10^{23}$
H ₂	-	$6,02 \cdot 10^{23}$	-
CO ₂	-	$12,04 \cdot 10^{23}$	-
N ₂	44,8	-	-

Nesse experimento, o gás hélio (He) apresenta

- volume igual ao do gás hidrogênio (H₂).
- volume igual ao do gás carbônico (CO₂).

- c) quantidade de átomos igual à do gás nitrogênio (N_2).
- d) quantidade de átomos igual à do gás carbônico (CO_2).
- e) quantidade de moléculas igual à do gás hidrogênio (H_2).

2 - (POLIEDRO 2022) As fórmulas moleculares são utilizadas para calcular a massa molecular de uma substância, grandeza muito importante para dosar medicamentos e obter a concentração correta do seu princípio ativo. Em uma análise de 302 g de um fármaco, após algumas reações químicas e pesagens, a composição em percentual de massa encontrada foi 63,57% de carbono, 5,96% de hidrogênio, 9,27% de nitrogênio e 21,20% de oxigênio. Conhecendo esses valores e as massas molares, em $g \cdot mol^{-1}$, $C = 12$, $H = 1$, $N = 14$ e $O = 16$, obtém-se a fórmula mínima do composto, representada por

- a) $C_{16}H_{18}N_2O_4$.
- b) $C_{16}H_{18}N_2O$.
- c) $C_{16}H_{18}NO_2$.
- d) $C_8H_9N_2O_4$.
- e) $C_8H_9NO_2$.

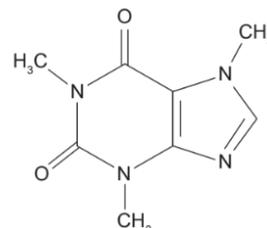
3 - (BERNOULLI 2021) A Louis Vuitton vai transformar o segundo maior diamante da história em uma linha de joias da marca. A pedra de 1 758 quilates (352 g), batizada de Sewelô, foi encontrada em uma mina de Botsuana. O Cullinan, maior diamante da história, tinha 3 106 quilates (621 g) na forma bruta. Após lapidado, chegou aos 530 quilates (106 g) e foi arrematado por 337 milhões de euros. O número de átomos de carbono presentes no diamante Cullinan, em sua forma bruta, é, aproximadamente,

Dado: Massa molar em $g \cdot mol^{-1}$: $C = 12$.

- a) $5,32 \cdot 10^{24}$.
- b) $7,22 \cdot 10^{24}$.
- c) $1,76 \cdot 10^{25}$.
- d) $3,12 \cdot 10^{25}$.
- e) $3,74 \cdot 10^{26}$.

4 - (BERNOULLI 2021) Qual café tem mais cafeína: coado ou expresso? Se você fosse pensar rápido sobre isso, provavelmente diria que o expresso é uma “bomba” de cafeína, certo? Mas não é. O café coado tem mais cafeína do

que o expresso, uma vez que a cafeína “se dissipa” melhor em contato com a água. Assim, pelo fato de o expresso ser mais concentrado, e conter menos água, ele tem menos cafeína do que o coado. Enquanto em uma porção do expresso tradicional a quantidade de cafeína pode chegar a 200 mg, o café coado tem cerca de 300 mg.



O número de moléculas de cafeína presentes em uma porção do café expresso tradicional é de, aproximadamente, Dados: Massas molares em $g \cdot mol^{-1}$: $H = 1$; $C = 12$; $N = 14$; $O = 16$.

- a) $1,29 \cdot 10^{20}$.
- b) $6,21 \cdot 10^{20}$.
- c) $6,19 \cdot 10^{23}$.
- d) $9,30 \cdot 10^{23}$.
- e) $7,90 \cdot 10^{24}$.

5 - (ENEM 2012 1ª Aplicação) Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito usado pela indústria alimentícia, principalmente nos refrigerantes diet, tem valor energético que corresponde a 4 calorias/grama. É contraindicado a portadores de fenilcetonúria, uma doença genética rara que provoca o acúmulo da fenilalanina no organismo, causando retardo mental. O IDA (índice diário aceitável) desse adoçante é 40 mg/kg de massa corpórea.

Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de

Dado: massa molar do aspartame = 294 g/mol

- a) $1,3 \times 10^{-4}$.
- b) $9,5 \times 10^{-3}$.
- c) 4×10^{-2} .
- d) 2,6.

e) 823

6 - (ENEM 2013 1ª Aplicação) O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Considerando-se o valor de $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- a) $7,5 \times 10^{21}$
- b) $1,5 \times 10^{22}$
- c) $7,5 \times 10^{23}$
- d) $1,5 \times 10^{25}$
- e) $4,8 \times 10^{25}$

7 - (BERNOULLI 2021) Beber água em excesso pode fazer mal à saúde, pois o exagero é capaz de levar a um quadro de confusão mental e hiponatremia, que é a baixa concentração de sódio no sangue. Segundo Luciana Carneiro, nutróloga e membro da Associação Brasileira de Nutrologia (ABRAN) e da Associação para Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (Abeso), [...] um cálculo simples para determinar o volume de água a ser ingerido diariamente por um adulto saudável é cerca de 35 mL de água por quilo de massa corporal.

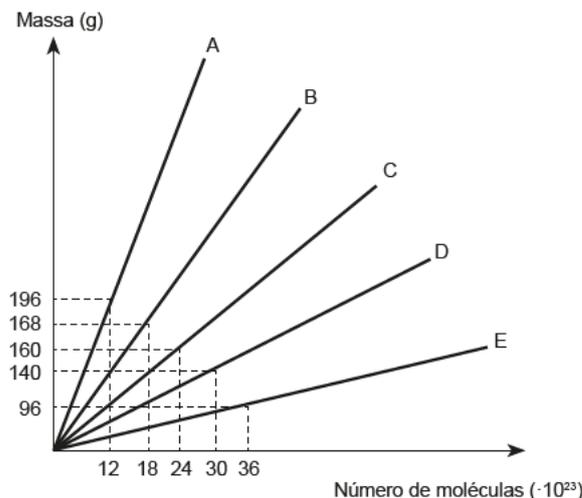
Considere a densidade da água igual a 1 g.mL^{-1} , o número de Avogadro equivalente a $6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ e $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$.

O número de átomos de hidrogênio presentes na água que deve ser ingerida por um adulto saudável, cuja massa corporal é igual a 70 kg, é de aproximadamente

- a) $1,63 \cdot 10^{26}$.
- b) $8,16 \cdot 10^{25}$.

- c) $4,66 \cdot 10^{24}$.
- d) $2,33 \cdot 10^{24}$.
- e) $1,16 \cdot 10^{24}$.

8 - (SAS 2018) Existem diversos tipos de cadeias carbônicas e é praticamente impossível saber quantos tipos de hidrocarbonetos distintos existem, porém todos possuem carbono e hidrogênio em sua composição. O gráfico a seguir mostra a relação entre a massa e o número de moléculas para cinco hidrocarbonetos distintos, denominados A, B, C, D e E.



Dados: massas molares (g/mol): C = 12; H = 1. Constante de Avogadro = $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Com base nos dados apresentados, o hidrocarboneto que possui cadeia saturada é o

- a) A.
- b) B.
- c) C.
- d) D.
- e) E.

9 - (BERNOULLI 2020) A massa de uma proteína é convenientemente expressa em daltons (Da). Essa unidade pode ser definida como sendo, aproximadamente, $1/12$ da massa do átomo de carbono-12, que corresponde a $1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$. A titina, por exemplo, é uma proteína elástica muito importante para a contração de tecidos musculares e é conhecida por ser extremamente longa e apresentar massa molecular equivalente a $3 \cdot 10^6 \text{ Da}$.

O valor da massa molar da titina, em g.mol^{-1} , é de, aproximadamente,

- a) $1,0 \cdot 10^2$.
- b) $2,5 \cdot 10^5$.
- c) $3,0 \cdot 10^6$.
- d) $3,5 \cdot 10^7$.
- e) $5,0 \cdot 10^8$.

10 - **(BERNOULLI 2020)** O Brasil é responsável por cerca de 90% da produção de nióbio, Nb, do planeta. Desde a década de 1970, ele é produzido e comercializado na forma de uma liga ferro-nióbio, Fe-Nb, com 66% de Nb e 30% de Fe. A adição dessa liga ao aço apresenta muitos benefícios, como a obtenção de peças com alta tenacidade e resistência à fadiga. Segundo dados do governo brasileiro, no último ano, as exportações no país atingiram 70 mil toneladas, no valor de US\$ 1,8 bilhão.

O número de átomos de nióbio necessário para suprir a demanda de exportação brasileira no último ano foi de, aproximadamente,

Dados: Massas molares em g.mol^{-1} : Fe = 56, Nb = 93.

- a) $4,96 \cdot 10^8$.
- b) $4,62 \cdot 10^{10}$.
- c) $2,98 \cdot 10^{32}$.
- d) $5,25 \cdot 10^{32}$.
- e) $2,77 \cdot 10^{34}$.

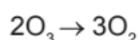
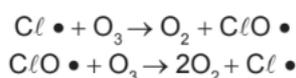
11 - **(BERNOULLI 2020)** A conversão do dióxido de carbono, CO_2 , emitido na atmosfera em produtos de valor agregado ou em substâncias químicas de interesse industrial tornou-se um dos maiores desafios ambientais da atualidade. Entre todas as técnicas disponíveis atualmente para essa conversão, a fotoeletrocatalise tem recebido grande atenção. Nessa técnica, utiliza-se um semicondutor capaz de produzir acetona (massa molar igual a 58 g/mol) a partir do CO_2 .

Considerando que uma estudante obteve, por meio da técnica mencionada, 19,3 mg de acetona em laboratório, qual foi o número aproximado de moléculas de acetona produzidas por ela?

- a) $3,00 \cdot 10^{19}$
- b) $2,00 \cdot 10^{20}$
- c) $1,16 \cdot 10^{22}$
- d) $3,49 \cdot 10^{22}$
- e) $1,80 \cdot 10^{24}$

12 - **(BERNOULLI 2020)** Em 1928, os clorofluorcarbonos (CFCs) foram sintetizados nos EUA e fizeram grande sucesso na indústria porque são baratos e de fácil estoque. Passaram a ser largamente empregados como gases refrigerantes em geladeiras, aparelhos de ar-condicionado e em propelentes de aerossol. No entanto, representaram, por mais de cinco décadas, uma ameaça silenciosa ao meio ambiente.

Anos depois, descobriu-se que, em presença de luz, moléculas de CFC liberam cloro radicalar ($\text{Cl}\cdot$), uma espécie altamente reativa que acelera a reação de decomposição de gás ozônio (O_3) em gás oxigênio (O_2), conforme representado a seguir:



Considere que 1 mol de CFC libera 1 mol da espécie que acelera a reação de decomposição do gás ozônio. Sendo assim, o número de moléculas de ozônio decompostas pelo uso de um desodorante aerossol, cuja massa de CFC é igual a 5,5 g, é de, aproximadamente,

Dados: Massas molares em g.mol^{-1} : O = 16, Cl = 35,5, CFC = 137,5.

- a) $2,4 \cdot 10^{22}$.
- b) $4,8 \cdot 10^{22}$.
- c) $2,4 \cdot 10^{23}$.
- d) $4,8 \cdot 10^{23}$.
- e) $7,2 \cdot 10^{22}$.

13 - **(BERNOULLI 2019)** A queda simbólica do poderoso general de Cartago, principal adversária política e econômica de Roma no século 3 a.C., encerrava um intenso e duradouro conflito. Após a derrota, sem escolhas, os cartagineses precisaram assumir uma dívida anual de 10 mil talentos de prata pelos próximos 50 anos para quitar as suas contas com Roma. Só para se ter uma ideia, um talento romano correspondia a um peso de aproximadamente 32 kg.

Considerando que a massa molar da prata é de 108 g.mol^{-1} , o valor, em mol, que corresponde à dívida a ser paga é de, aproximadamente,

- a) $3,0 \cdot 10^4$.
- b) $1,5 \cdot 10^6$.
- c) $3,0 \cdot 10^6$.
- d) $1,5 \cdot 10^7$.
- e) $1,5 \cdot 10^8$.

14 - **(BERNOULLI 2019)** O governo brasileiro anunciou uma projeção para as emissões de gás carbônico (CO_2) no país para o ano de 2020, estabelecendo um teto inédito no mundo. As metas de redução já haviam sido anunciadas em termos percentuais, faltando detalhar em termos absolutos o que isso significaria. O cálculo fixa o limite de emissões em $3,0 \cdot 10^9$ toneladas de CO_2 para 2020 e faz parte de um decreto-lei assinado.

O número de moléculas de CO_2 equivalente ao limite das emissões estabelecidas pelo decreto-lei é, aproximadamente, igual a

Dados: Massas molares em g.mol^{-1} : C = 12; O = 16.

- a) $4,1 \cdot 10^{31}$.
- b) $6,4 \cdot 10^{31}$.
- c) $1,3 \cdot 10^{35}$.
- d) $4,1 \cdot 10^{37}$.
- e) $6,4 \cdot 10^{37}$.

15 - **(BERNOULLI 2019)** O aquecimento do ferro metálico em presença de carvão pode levar à produção de uma liga especial denominada cementita, cujo teor de carbono é 6,7%, em massa. Essa liga apresenta propriedades mecânicas diferentes das apresentadas pelo ferro na forma isolada, o que permite que seja utilizada em uma variedade de aplicações.

Considerando que a cementita é constituída apenas de ferro e carbono, a fórmula mínima que representa essa liga é

Dados: Massas molares em $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: C = 12; Fe = 56.

- a) FeC.
- b) Fe₂C.
- c) Fe₃C.
- d) Fe₃C₂.
- e) Fe₄C₃.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	D	B	B	E	E	A	B	D	E	C	B

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	E	D	B	B	B	A	E	C	C	B	B

Questão	13	14	15
Gabarito	E	D	C

Aula 16: Estudo dos Gases

1 – Quais as Grandezas Fundamentais?

Volume: é o espaço ocupado pelo gás, ou seja, é o volume do recipiente.

$$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ L} = 1.000.000 \text{ mL (cm}^3\text{)}$$

$$1 \text{ L} = 1.000 \text{ mL} = 1.000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

Temperatura: mede o grau de agitação das moléculas.

$$T(\text{k}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$$

Pressão: é a força de colisão das moléculas de um gás com a parede do recipiente.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr} = 101\,325 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

2 – Gás Ideal x Gás Real:

Para que possamos fazer relações matemáticas temos que ter uma condição ideal para os gases:

– As partículas de um gás estão muito afastadas umas das outras, isto é, o espaço que elas ocupam é desprezível em face do espaço “vazio” existente no estado gasoso.

– As partículas de um gás se chocam de forma perfeitamente elástica entre si e contra as paredes do recipiente que as contém, isto é, sem perder energia cinética e quantidade de movimento.

– As moléculas não exercem força umas sobre as outras, exceto quando colidem.

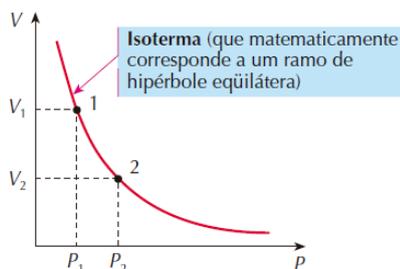
3 – Transformações em um gás: estudo de um mesmo gás em diferentes condições.

3.1 – Transformação Isotérmica: comparando duas situações onde a temperatura é constante.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

ou

$$PV = \text{constante}$$



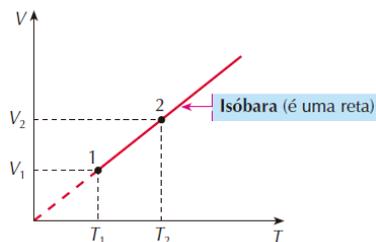
comparando duas situações onde a temperatura é constante.

3.2 – Transformação Isobárica: comparando duas situações onde a pressão é constante.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ou

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

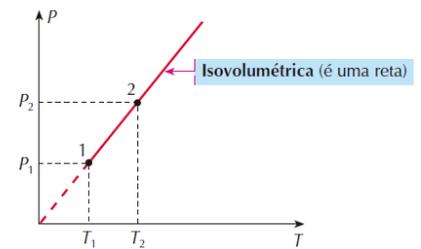


3.3 – Transformação Isocórica ou Isométrica ou Isovolumétrica: comparando duas situações onde o volume é constante.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

ou

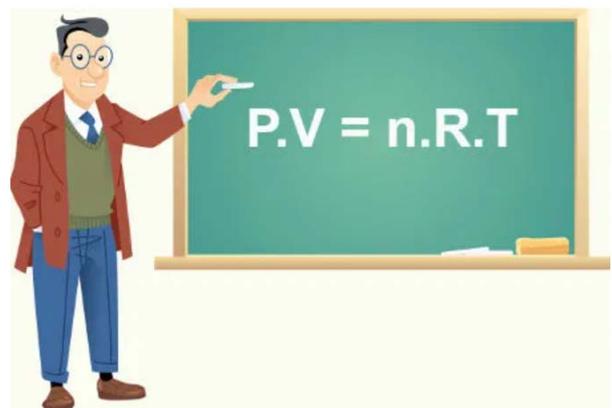
$$\frac{P}{T} = \text{constante}$$



Após o estudo das três transformações temos a seguinte equação para os gases:

$$\frac{PV}{T} = \text{constante} \longrightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

4 – Equação de Clapeyron:



P: pressão(atm)

V: volume (L)

n: número em mol ($n = \text{massa} \div \text{massa molar}$)

R: 0,082 atm.L. mol⁻¹. K⁻¹

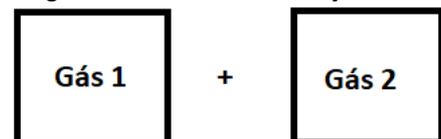
T: temperatura (K)

Detalhe: CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão)

- T = 0°C = 273k ; P = 1 atm ⇒ Dentro de tais condições o volume ocupado por 1 mol de qualquer gás é 22,4L.

5 – Mistura de Gases:

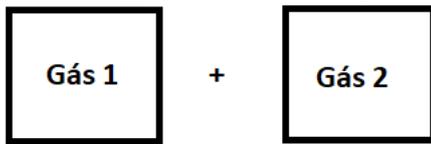
A – Mistura de gases diferentes em condições diferentes:



As condições finais de volume(V), temperatura(T) e pressão (P) são dadas pela seguinte equação:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

B – Mistura de gases em iguais condições:



$$P \cdot V = (n_1 + n_2) \cdot R \cdot T$$

Detalhe 1: Lei de Dalton – A pressão total de uma mistura gasosa é a soma das pressões parciais de todos os gases componentes da mistura.

Pressão parcial de um gás é a pressão que esse gás exerceria se estivesse sozinho, ocupando o volume total da mistura e na mesma temperatura em que a mistura se encontra.

Pressão parcial do gás 1:

$$P_1 \cdot V = n_1 \cdot R \cdot T$$

Pressão parcial do gás 2:

$$P_2 \cdot V = n_2 \cdot R \cdot T$$

Detalhe 2: Lei de Amagat – O volume total de uma mistura gasosa é a soma dos volumes parciais de todos os gases componentes da mistura.

Em uma mistura gasosa, volume parcial de um gás é o volume que ele irá ocupar estando sozinho e sendo submetido à pressão total e à temperatura da mistura.

Volume parcial do gás 1:

$$P \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T$$

Volume parcial do gás 2:

$$P \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T$$

Detalhe 3: Massa Molar Aparente: é a média das massas molares que compõem um gás calculada por meio da média ponderada.

Exemplo: No caso do ar, por exemplo, temos, em volume, aproximadamente 78% de N_2 , 21% de O_2 e 1% de Ar. Massas atômicas: N = 14; O = 16; Ar = 40. Logo:

$$M_{ap.} = \frac{78 \cdot 28 + 21 \cdot 32 + 1 \cdot 40}{100} = 28,96 \text{ u}$$

Detalhe 4: A massa molar de um gás é diretamente proporcional a densidade do mesmo.

6 – Difusão e Efusão Gasosa:

A passagem de um gás por um pequeno orifício chamamos de efusão gasosa e o espalhamento do gás pelo ambiente recebe o nome de difusão.

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \longrightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

V – Velocidade

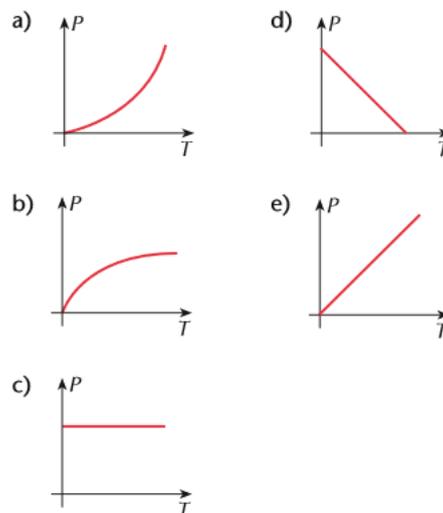
M – Massa Molar

d – Densidade

1 - Numa sala fechada, são abertos ao mesmo tempo três frascos com, respectivamente, gás amônia (17 g/mol), de odor característico forte e irritante, dióxido de enxofre (64 g/mol), de odor sufocante, e sulfeto de hidrogênio (34 g/mol), com cheiro de ovo podre. Uma pessoa na sala, a igual distância dos três frascos, sente os cheiros na seguinte ordem: Questões

- sulfeto de hidrogênio, amônia e dióxido de enxofre.
- amônia, sulfeto de hidrogênio e dióxido de enxofre.
- sulfeto de hidrogênio, dióxido de enxofre e amônia.
- dióxido de enxofre, amônia e sulfeto de hidrogênio.
- amônia, dióxido de enxofre e sulfeto de hidrogênio.

2 - Os pneus de um veículo em movimento “esquentam”, melhorando sua aderência ao piso. Supondo que não haja variação no volume do ar contido no pneu, o gráfico que melhor representa a variação de pressão no seu interior, em função da temperatura absoluta é:



3 - Têm-se três cilindros de volumes iguais e à mesma temperatura, com diferentes gases. Um deles contém 1,3kg de acetileno (C_2H_2), o outro 1,6kg de óxido de dinitrogênio (N_2O) e o terceiro, 1,6 kg de oxigênio (O_2). Comparando-se as pressões dos gases nesses três cilindros, verifica-se que:

Dados: Massas molares (g/mol): C_2H_2 — 26;
 N_2O — 44; O_2 — 32

- são iguais apenas nos cilindros que contêm C_2H_2 e O_2 .
- são iguais apenas nos cilindros que contêm N_2O e O_2 .

- c) são iguais nos três cilindros.
- d) é maior no cilindro que contém N_2O .
- e) é menor no cilindro que contém C_2H_2 .

4 - Balões de *Mylar* metalizados são bastante comuns em festas, sendo comercializados em lojas e parques. Ascendem na atmosfera quando preenchidos com gás hélio e só murcham definitivamente se apresentarem algum vazamento. Imagine que um cliente tenha comprado um desses balões e, após sair da loja, retorna para reclamar, dizendo:

“não bastasse a noite fria que está lá fora, ainda tenho que voltar para trocar o balão com defeito”.

O vendedor da loja, depois de conversar um pouco com o cliente, sugere não trocá-lo e afirma que o balão está

- a) como saiu da loja; garante que estará normal na casa do cliente, pois as moléculas do gás irão aumentar de tamanho, voltando ao normal num ambiente mais quente.
- b) como saiu da loja; garante que não há vazamento e que o balão estará normal na casa do cliente, considerando que o gás irá se expandir num ambiente mais quente.
- c) murcho; propõe enchê-lo com ar, pois o balão é menos permeável ao ar, o que garantirá que ele não irá murchar lá fora e, na casa do cliente, irá se comportar como se estivesse cheio com hélio.
- d) murcho; propõe enchê-lo novamente com hélio e garante que o balão não voltará a murchar quando for retirado da loja, mantendo o formato na casa do cliente.

5 - Certa massa fixa de um gás ideal, sob temperatura de $30^\circ C$ e pressão de 2 atm, foi submetida a uma transformação isocórica, em que sua temperatura foi aumentada em 150 unidades. Dessa forma, é correto afirmar que, durante a transformação,

- a) além do volume, a pressão manteve-se constante.
- b) apenas o volume permaneceu constante, e no final, a pressão exercida por essa massa gasosa, foi aumentada para aproximadamente 12 atm.
- c) apenas o volume permaneceu constante, e no final, a pressão exercida por essa massa gasosa, foi aumentada para aproximadamente 3 atm.
- d) apenas o volume permaneceu constante, e no final, a pressão exercida por essa massa gasosa, foi diminuída para aproximadamente 1 atm.
- e) apenas o volume permaneceu constante, e no final, a pressão exercida por essa massa gasosa, foi diminuída para aproximadamente 0,33 atm.

Exercícios Aprofundados

6 – O autoclave é um aparelho utilizado para esterilizar instrumentos ou objetos que possam, por meio de sua utilização contínua, ser foco de contaminação hospitalar. Os instrumentos a serem esterilizados são inseridos em um compartimento, onde trava-se a tampa, aumenta-se a temperatura e aplica-se vapor pressurizado. São utilizados

frequentemente em hospitais, laboratórios e clínicas para remover compostos perigosos de instrumentos importantes.

Em uma clínica, um autoclave era regulado para tempo de funcionamento igual a 18 minutos, à temperatura de 397 K, e pressão de 2,4 atm. Nesse mesmo equipamento, para diminuir o tempo de autoclavagem, a pressão de vapor foi regulada para 3,2 atm. Nessa nova condição, a temperatura em Kelvin do vapor no interior do autoclave

- a) aumenta, e esse aumento é diretamente proporcional ao aumento da pressão.
- b) diminui, e essa diminuição é inversamente proporcional ao aumento da pressão.
- c) aumenta, e esse aumento é inversamente proporcional ao aumento da pressão.
- d) diminui, e essa diminuição é diretamente proporcional ao aumento da pressão.
- e) permanece em 397 K, pois o volume do sistema é o mesmo.

7 – *Ponha* uma pequena quantidade de água em uma lata de alumínio de refrigerante e aqueça-a sobre o fogão até que o vapor comece a escapar pela abertura. Quando isso ocorre, o ar que havia na lata já foi expulso e substituído pelo vapor. Então, com uma pinça, inverta rapidamente a lata sobre uma frigideira com água fria. Fantástico! A lata é esmagada pela pressão atmosférica!

Qual é a melhor explicação para o fenômeno descrito no texto?

- a) A saída do ar atmosférico que havia na lata reduziu a pressão em seu interior, e isso fez com que a pressão atmosférica promovesse o esmagamento da lata.
- b) O contato do vapor d'água com as paredes da lata fez com que a estrutura de alumínio ficasse mais maleável, favorecendo, assim, o esmagamento promovido pela pressão atmosférica.
- c) O contato da lata aquecida com a água fria promoveu a vaporização desta, o que reduziu a pressão no interior da lata, fazendo com que a pressão atmosférica promovesse o seu esmagamento.
- d) O contato do vapor d'água com a água fria, quando a lata é invertida, promove a condensação do vapor, o que reduz a pressão interna, permitindo, assim, que a pressão atmosférica esmague a lata.
- e) O choque térmico que ocorreu quando a lata quente entrou em contato com a água fria fez com que a estrutura de alumínio ficasse mais maleável, favorecendo, assim, o esmagamento promovido pela pressão atmosférica.

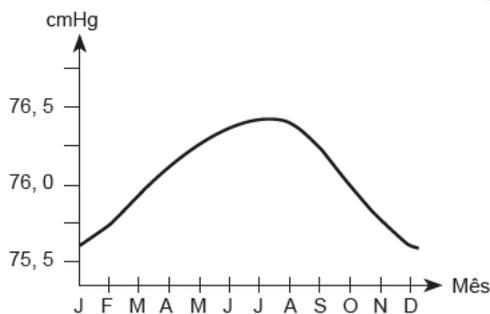
8 – As chamadas latinhas inteligentes, criadas na Coreia do Sul, são um exemplo de aplicação das leis da Termodinâmica. As latinhas inteligentes de cerveja e refrigerante gelam o produto em 15 segundos, sem precisar de geladeira. A lata funciona com uma serpentina interna de metal, que contém gás refrigerador sob alta pressão, acionada assim que o anel da lata se abre, liberando o gás instantaneamente e acarretando um rápido resfriamento da bebida.

Considerando que o gás refrigerador utilizado nas latinhas inteligentes seja ideal, o processo ocorrido quando a lata é aberta representa uma

- a) expansão isobárica.
- b) expansão adiabática.
- c) expansão isotérmica.
- d) compressão adiabática.
- e) compressão isotérmica.

9 – A pressão média em um determinado local varia durante o ano todo. Por exemplo, o gráfico mostra como a pressão atmosférica varia em média, durante os meses no ano, na cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul.

Pressão atmosférica em cmHg



Considerando que a fração molar de gás oxigênio em qualquer altitude é próxima de 20%, a pressão de gás oxigênio no mês de maio, na cidade de Porto Alegre, em cmHg, é de

- a) 15,17.
- b) 15,20.
- c) 15,25.
- d) 75,87.
- e) 76,25.

10 – Como armazenar o hidrogênio?

O problema é que, em temperatura ambiente e pressão atmosférica, 4 kg de hidrogênio ocupam 45 mil litros – ou um balão com aproximadamente 4 metros de diâmetro. Não dá para andar por aí rebocando um tanque de combustível desse tamanho. A solução mais imediata que se pode imaginar para resolver esse problema é comprimir o hidrogênio em um reservatório sob alta pressão. Mesmo assim, para alguns especialistas a solução não satisfaz as necessidades práticas.

Como base nos dados expostos no texto, admita que, em um tanque de alta pressão com volume de 225 litros, tenham sido colocados 4 kg de hidrogênio sob condição de temperatura igual a 0°C. Pode-se inferir que a pressão dentro do tanque é de, aproximadamente,

Dados: H = 1 g/mol; R = 0,82 atm · L/mol · K.

- a) 200 atm.
- b) 1 atm.
- c) 20 atm.
- d) 300 atm.
- e) 250 atm.

11 – Você já deve ter visto, em certas lojas, aquele abajur de forma cilíndrica que, quando ligado, gira e projeta imagens sobre as paredes do ambiente em que se encontra. Mas, como

ele funciona? Quando a lâmpada é acesa, o ar no interior do abajur é aquecido, torna-se menos denso e, conseqüentemente, sobe. O ar externo, mais frio (mais denso), entra no cilindro pela parte inferior, formando uma corrente de ar dirigida para cima. Ao passar pelas pequenas aberturas da parte superior, a corrente de ar faz o cilindro se movimentar em um único sentido indicado pelo direcionamento do ar, dado pelas frestas da parte superior.

O processo de propagação de calor que é o responsável pelo movimento de rotação desse abajur cilíndrico e uma outra aplicação cotidiana que é também explicada pelo mesmo processo é

- a) o aquecimento isocórico – Aplicação cotidiana: aquecimento do vapor d'água no interior de uma panela de pressão.
- b) a condução térmica – Aplicação cotidiana: aquecimento de uma panela sobre a chama do fogão.
- c) a convecção térmica – Aplicação cotidiana: formação das brisas marítimas e terrestres.
- d) a expansão adiabática – Aplicação cotidiana: resfriamento de uma lata de *spray* enquanto libera seu conteúdo.
- e) a irradiação térmica – Aplicação cotidiana: aquecimento do interior de uma estufa para flores.

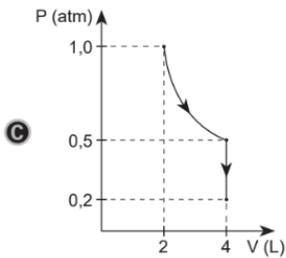
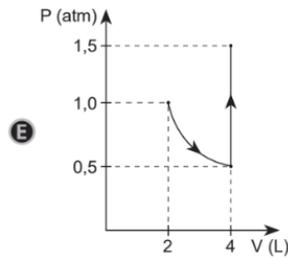
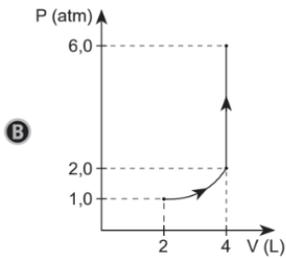
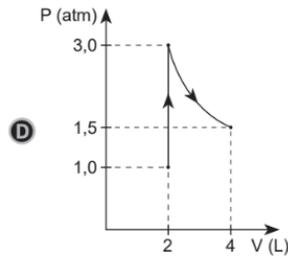
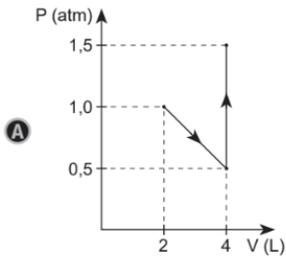
12 – Durante um estudo sobre as reações de combustão, foi colocada, em um recipiente fechado, uma mistura de octano e gás oxigênio, sob pressão de 208 mmHg. Esses dois gases, após reagirem completamente, produziram uma mistura gasosa de monóxido de carbono, dióxido de carbono e água, com pressão total de 272 mmHg. Durante o experimento, o volume e a temperatura foram mantidos constantes. A reação que pode representar o experimento descrito é

- a) $1 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 12 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 1 \text{ CO}(\text{g}) + 7 \text{ CO}_2(\text{g}) + 9 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
- b) $2 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 23 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{ CO}(\text{g}) + 12 \text{ CO}_2(\text{g}) + 18 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
- c) $1 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 11 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{ CO}(\text{g}) + 5 \text{ CO}_2(\text{g}) + 9 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
- d) $2 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 21 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 8 \text{ CO}(\text{g}) + 8 \text{ CO}_2(\text{g}) + 18 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
- e) $1 \text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 10 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 5 \text{ CO}(\text{g}) + 3 \text{ CO}_2(\text{g}) + 9 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$

ENEM e Simulados

1 - (SAS 2020) A fim de analisar a relação entre pressão, volume e temperatura, um estudante fez um experimento com um sistema fechado e utilizou um recipiente que tem um êmbolo móvel que se desloca sem atrito. Inicialmente, o recipiente continha um gás ideal ocupando um volume de 2 L a uma temperatura de 300 K e pressão de 1 atm. Depois, esse gás foi submetido a uma expansão isotérmica, ficando a uma determinada pressão P_1 e passando a ocupar o volume de 4 L. Na sequência, elevou-se a temperatura do sistema até 900 K, mantendo o volume constante e fazendo com que o gás passasse a exercer uma pressão P_2 .

O gráfico que melhor representa as condições do gás durante o experimento descrito no texto é



2 - (SAS 2020) Gás Liquefeito de Petróleo – GLP O gás liquefeito de petróleo (GLP) é popularmente conhecido como gás de botijão ou gás de cozinha. Ele pode ser produzido em refinarias ou em plantas de processamento de gás natural. Quando oriundo do refino, o craqueamento catalítico fluido (FCC) é o principal processo produtivo do GLP no Brasil. Após produção ou importação, o gás liquefeito de petróleo pode ser armazenado em vasos de pressão denominados esferas de GLP. Em seguida, na revenda, o GLP é acondicionado em botijões, ficando em equilíbrio nas fases líquida e gasosa devido à alta pressão.

No decorrer do vazamento de gás de um desses botijões que está em temperatura constante, a pressão da fase gasosa, no interior do recipiente,

- aumenta quando resta somente GLP em estado gasoso.
- começa a diminuir quando resta somente GLP em estado gasoso.
- permanece constante até que reste somente GLP em estado líquido.
- diminui até que o GLP em estado líquido seja totalmente consumido.
- continua constante até que o GLP em estado gasoso seja totalmente consumido.

3 - (SAS 2020) O planeta Vênus é um buraco apocalíptico. Estando em um lar de atmosfera densa, composta, principalmente, de dióxido de carbono, a pressão atmosférica em Vênus é 90 vezes maior que a da Terra, considerando $P_{atm} = 1 \text{ atm}$. Essa atmosfera retém grande parte da radiação solar, o que significa que as temperaturas em Vênus podem ser extremas. Porém, se isso não parecer doloroso o suficiente, a chuva em Vênus é composta de

ácido sulfúrico, muito corrosivo, que queimaria gravemente a pele ou o traje espacial de qualquer viajante interestelar, caso chegasse à superfície. E, devido às temperaturas extremamente elevadas do planeta, essa chuva evapora antes de tocar o solo.

Um estudante de Química, no intuito de aprender sobre os gases ideais, tentou reproduzir a chuva de Vênus na mesma condição de pressão da atmosfera desse planeta, utilizando 2 mols do ácido líquido em um recipiente com capacidade de 1,5 L.

Considere que o gás tem comportamento ideal e que $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

A temperatura mínima para ocorrer a evaporação dessa solução é, aproximadamente,

- 276°C
- 288°C
- 550°C
- 822°C
- 824°C

4 - (SAS 2020) Oxigenoterapia hiperbárica é uma modalidade terapêutica na qual o paciente respira oxigênio puro (100%), enquanto é submetido a uma pressão de até 3 vezes a pressão atmosférica ao nível do mar, no interior de uma câmara hiperbárica. Essa terapia provoca um espetacular aumento na quantidade de oxigênio transportado pelo sangue, na ordem de 20 vezes o volume que circula em indivíduos que estão respirando ar ao nível do mar. Nessas condições, o oxigênio produzirá uma série de efeitos de interesse terapêutico.

No interior da câmara, considerando temperatura e volume constantes, o valor da razão entre o número de mols de gás a 1 atm e o número de mols de gás à pressão máxima de oxigenoterapia é mais próximo de

- 4,00.
- 3,00.
- 1,00.
- 0,33.
- 0,25.

5 - (BERNOULLI 2020) Cada veículo tem pneus com determinadas características. As bicicletas de corrida e os automóveis têm pressões médias de calibração iguais a 120 e 30 PSI, respectivamente. Os pneus de ambos os veículos possuem as mesmas características, exceto que o volume dos pneus de automóveis é da ordem de 12 L, enquanto o volume dos pneus de bicicleta é de 1,5 L.

A razão entre as massas de ar comprimido nos pneus de automóveis e bicicletas, a uma mesma temperatura, é:

- 2.
- 4.
- 5.
- 8.
- 12.

6 - (BERNOULLI 2020) Em 1660, Boyle, um químico irlandês, foi um dos primeiros cientistas a estabelecer uma

diferenciação entre a química e a alquimia. Ele enunciou uma lei, segundo a qual, para uma determinada amostra de gás, o produto da pressão pelo volume ocupado pelo gás é constante quando a temperatura não varia. Em 1676, Mariotte, um físico francês, descobriu de forma independente a mesma lei e, por isso, ela é chamada hoje de Lei de Boyle-Mariotte. Para observar um exemplo prático dessa lei, basta aplicar uma certa pressão no êmbolo de uma seringa e verificar que o volume de ar dentro dela diminui, e vice-versa.

A transformação gasosa mencionada é denominada

- a) isocórica. b) isobárica. c) isométrica.
d) isotérmica. e) isovolumétrica.

7 - **(BERNOULLI 2020)** A fissão dos átomos de urânio, em uma usina nuclear, aquece a água que passa pelo reator até uma temperatura de 320 °C. No entanto, para que essa água não entre em ebulição, ela é submetida a uma pressão de 157 atm. Depois de aquecida, essa água passa por um circuito de troca de calor em que outra água, contida em um circuito secundário separado, é aquecida isobaricamente até que seja formado vapor-d'água. Esse vapor movimentava turbinas que acionam um gerador elétrico, transformando energia mecânica em energia elétrica.

Considerando que o vapor-d'água no circuito secundário se comporta como um gás ideal, a movimentação das turbinas ocorre, pois

- a) o aumento da temperatura do gás faz com que ele sofra expansão.
b) a expansão do gás promove um aumento da pressão e movimentação a turbina.
c) o vapor-d'água recebe tanta energia que se decompõe em hidrogênio e oxigênio.
d) o volume ocupado pelo gás é constante e o aumento da pressão interna faz a turbina girar.
e) a variação de pressão no interior do recipiente faz com que a temperatura do vapor aumente.

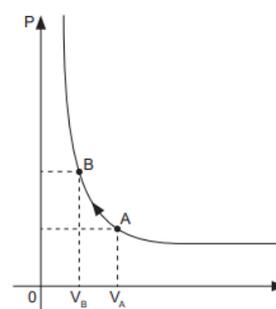
8 - **(Sas 2022)** Uma empresa que realiza a venda de cilindros para armazenamento de gases publicou as seguintes especificações de um de seus produtos.

Cilindro vazio para oxigênio industrial de alta pressão	
Capacidade	10 m ³
Pressão máxima de trabalho	200 bar
Cor padrão ABNT	Preto

Considere que 1 bar = 10⁵ Pa, que a constante universal dos gases é R = 8,3 m³ · Pa · mol⁻¹ · K⁻¹ e que o gás oxigênio se comporta como um gás ideal. O número de mols de gás oxigênio que esse cilindro é capaz de armazenar a uma temperatura de 27 °C é mais próximo de

- a) 100
b) 101
c) 105
d) 106
e) 107

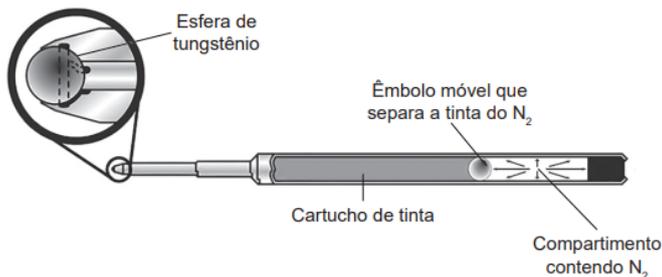
9 - **(SAS 2022)** O gráfico a seguir mostra a relação entre a pressão e o volume de um gás ideal que sofreu transformação em um sistema fechado, evoluindo do estado inicial A para o estado B.



Nessa transformação gasosa, caso a pressão em B seja o dobro da pressão inicial, o valor de V_B será igual a

- a) $\frac{T_B \cdot V_A}{2 T_A}$ d) $2 V_A$
b) $\frac{V_A}{2}$ e) $\frac{2 T_B \cdot V_A}{T_A}$
c) V_A

10 - **(SAS 2022)** A caneta espacial, mostrada na figura a seguir, foi desenvolvida como resultado dos experimentos do astronauta Paul Fisher com novas formulações de tinta e novos métodos de pressurizar uma caneta. Quando os astronautas começaram a explorar o espaço, Fisher notou que não existiam canetas que pudessem ser utilizadas em ambientes com gravidade zero. Para resolver o problema, Paul decidiu inserir uma câmara que contém gás nitrogênio e um êmbolo móvel dentro da caneta. Assim, o gás pressiona a coluna de tinta e força a saída desta pela ponta contendo uma esfera de tungstênio em qualquer situação: com ou sem gravidade.



Disponível em: <https://www.spacepen.ca>. Acesso em: 19 dez. 2021. (adaptado)

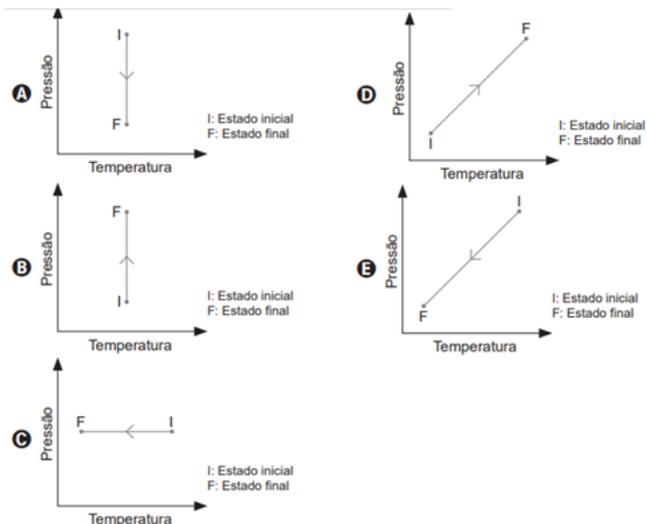
Considere que o gás nitrogênio se comporta como um gás ideal, que o compartimento que o contém é selado e que a temperatura do sistema é constante. À medida que a tinta da caneta é consumida, ocorre uma transformação

- isocórica, com o aumento da pressão e da temperatura do sistema.
- química, em que o gás nitrogênio é convertido em dióxido de nitrogênio.
- isobárica, com o aumento da temperatura e a diminuição do volume do gás nitrogênio.
- física, em que o gás nitrogênio é gradativamente liquefeito no interior do compartimento.
- isotérmica, com aumento do volume e a diminuição da pressão interna do gás nitrogênio.

11 - (SAS 2022) Para calibrar os pneus de um automóvel, recomenda-se que ele rode no máximo 3 km antes de chegar ao local para a calibragem, pois assim os pneus ainda estarão frios. Antes de viajar, um motorista decide calibrar os pneus do seu carro de acordo com a pressão indicada no manual do veículo. Ele percorreu 6 km para ir da sua casa até o posto de calibragem mais próximo, ajustou corretamente a pressão no interior dos pneus e seguiu viagem. Após percorrer alguns quilômetros, o condutor precisou fazer uma pausa prolongada para descanso. Ao retomar a viagem, o motorista utilizou um manômetro para aferir a pressão nos pneus e, verificando que eles estavam descalibrados, concluiu que estes precisariam ser recalibrados antes de seguir viagem novamente.

Considere que não houve vazamento pelas válvulas dos pneus, que o formato deles não sofre alterações perceptíveis e que o gás que os preenche se comporta como um gás ideal e sofre algumas transformações ao longo da viagem.

Qual é o gráfico que representa a transformação sofrida pelo gás durante a pausa prolongada?



12 - (POLIEDRO 2022) A atmosfera é uma camada relativamente fina de gases e material particulado que envolve a Terra. Essa camada protege os organismos da exposição a níveis arriscados de radiação ultravioleta, contém os gases necessários para os processos vitais e fornece a água necessária para a vida. A composição do ar não é constante nem no tempo, nem no espaço. Contudo, ao remover as partículas suspensas, o vapor de água e certos gases variáveis, presentes em pequenas quantidades, há uma composição (em volume) muito estável sobre a Terra, com 78% de N_2 , 21% de O_2 e 1% de argônio.

Considere que o ar atmosférico é um gás ideal nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP, tal que $T = 273 \text{ K}$ e $P = 1 \text{ atm}$) com base na composição da atmosfera citada no texto. Sabendo o volume molar nas CNTP ($V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$) e as massas molares, em $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, dos componentes ($N_2 = 28$; $O_2 = 32$; argônio = 40), nessas condições, a massa molar do ar atmosférico é

- $9,65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- $28,96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- $31,24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- $33,33 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- $100,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

13 - (POLIEDRO 2022) Em casos de vazamentos de gás, as recomendações de segurança são distintas, pois dependem da natureza do gás ou da mistura gasosa. Pode ser recomendado que a pessoa se mantenha abaixada ou que se mantenha em locais altos, o que depende da densidade do gás que vazou e da sua relação com a densidade do ar. A densidade d do gás

pode ser calculada por $d = P \cdot M / R \cdot T$, em que P é a pressão, M é a massa molar do gás, R é a constante universal dos gases e T é a temperatura. Por se relacionar à identidade do gás, entre as variáveis apresentadas, aquela que é crucial para a determinação da densidade de um gás é o(a)

- a) volume.
- b) pressão.
- c) temperatura.
- d) massa molar.
- e) constante universal dos gases.

14 - **(BERNOULLI 2022)** Cada vez que inspiramos, entram, em média, 12,5 mL de ar no pulmão. Dessa quantidade, 21% são oxigênio (O₂), ou seja, 2,6 mL. O quanto cada organismo absorve disso depende de alguns fatores como a pressão do ar e a quantidade de vapor-d'água presente nele. Em geral, cerca de 0,62 mL de oxigênio é aproveitado, enquanto o restante que não é absorvido sai, novamente, com a expiração.

Nas condições ambientes (1 atm e 25 °C), qual é a quantidade aproximada de O₂, em mol, que é de fato aproveitada na respiração?

Dado: Constante dos gases = 0,082 atm.L.mol⁻¹.K⁻¹.

- a) 2,5 . 10⁻⁵
- b) 3,1 . 10⁻⁵
- c) 1,0 . 10⁻⁴
- d) 5,0 . 10⁻⁴
- e) 7,4 . 10⁻⁴

15 - **(Poliedro 2021)** Quando se fala em ar frio ou quente, a composição dos gases dessas misturas se mantém constante, e apenas a temperatura delas é alterada. Por esse motivo, o ar frio é mais denso do que o ar quente. Já com o ar seco e o ar úmido não é a temperatura que influencia a densidade, mas a composição dessas misturas gasosas. Considerando que essas misturas são compostas de gases que se comportam como gases ideais e que as massas molares, em g/mol, da água, do nitrogênio e do oxigênio valem, respectivamente, 18, 28 e 32, o comportamento da propriedade física descrita para o ar seco e o ar úmido é explicado pelo fato de o ar úmido ter mais

- a) moléculas de oxigênio, que é um gás monoatômico e mais leve.
- b) moléculas de água, por isso o ar seco é uma mistura mais densa.
- c) gases monoatômicos, como oxigênio e nitrogênio, tornando-o mais denso.
- d) moléculas de água, que são diatômicas, o que torna essa mistura mais densa.

e) moléculas de água, aumentando a pressão interna e a densidade dessa mistura.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	E	A	B	C	A	D	B	C	A	C	A

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	B	C	D	A	D	A	C	B	E	E	B

Questão	13	14	15
Gabarito	D	A	B

Aula 17: Reações Inorgânicas e Balanceamento de Equações

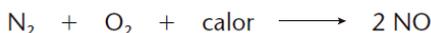
1 - Classificação Geral:

As reações químicas podem ser classificadas segundo vários critérios. Por exemplo:

- quando uma reação libera calor, nós a chamamos de exotérmica (do grego: *exo*, "para fora"; *thermos*, calor); é o caso da queima do carvão:



- pelo contrário, quando uma reação consome calor para se processar, nós a chamamos de endotérmica (do grego: *endo*, "para dentro"; *thermos*, calor); é o caso da reação:



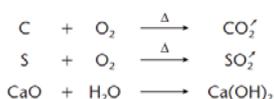
No momento, a classificação que mais nos interessa é a que agrupa as reações em:

- reações de síntese ou de adição;
- reações de análise ou de decomposição;
- reações de deslocamento ou de substituição ou de simples troca;
- reações de dupla troca ou de dupla substituição.

2 - Reação de Adição ou Síntese:

Ocorrem quando duas ou mais substâncias reagem, produzindo uma única substância mais complexa.

Por exemplo:



A reação de síntese é denominada:

- síntese total — quando partimos apenas de substâncias simples (1º e 2º exemplos anteriores);
- síntese parcial — quando, entre os reagentes, já houver no mínimo uma substância composta (3º exemplo anterior).

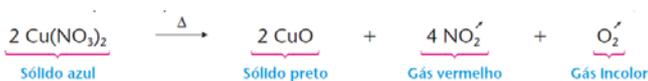
3 - Reação de Análise ou decomposição:

Ocorrem quando uma substância se divide em duas ou mais substâncias de estruturas mais simples.

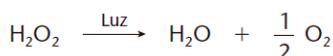
Por exemplo:

Certas reações de análise ou de decomposição recebem nomes especiais, como:

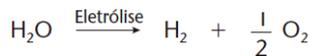
- pirólise — decomposição pelo calor (na indústria é chamada também de calcinação);



- fotólise — decomposição pela luz;



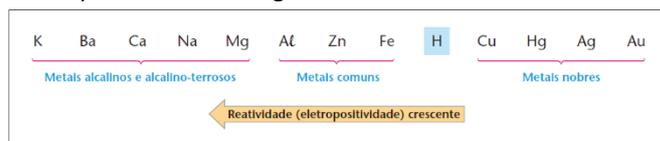
- eletrólise — decomposição pela eletricidade;



3 - Reação de Simples Troca ou deslocamento:

A - Reatividade dos Metais:

Os metais têm sempre tendência para ceder elétrons; conseqüentemente, eles se oxidam e agem como redutores. Os químicos, comparando vários metais, conseguiram determinar quais são os metais que têm maior tendência e quais os que têm menor tendência para ceder elétrons. Daí surgiu a fila da reatividade ou fila de tensões eletrolíticas, que é dada parcialmente a seguir:



Nessa fila, qualquer metal mais reativo irá deslocar o menos reativo. Em outras palavras, qualquer metal pode deslocar (ceder elétrons) outro metal situado mais à direita na fila.

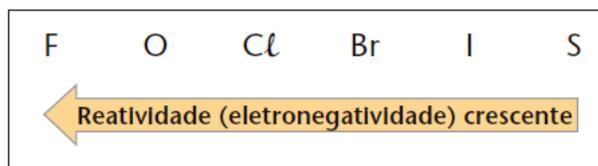


$Ag + Al(NO_3)_3 \longrightarrow$ Impossível, pois o Ag está mais à direita que o Al na fila.



B - Reatividade dos Ametais:

Os não-metais têm sempre tendência para receber elétrons; conseqüentemente, os não-metais se reduzem e agem como oxidantes. Podemos também arrumar os não-metais em uma fila de reatividade.



Qualquer não-metal desta fila pode deslocar (receber elétrons) de outro não-metal situado mais à direita na fila.



$I_2 + NaCl \longrightarrow$ Impossível, pois o I está mais à direita que o Cl na fila.

4 - Reação de Dupla Troca:

Elas ocorrem nas três situações descritas a seguir.

- Uma reação de dupla troca pode acontecer desde que tenhamos reagentes solúveis e ao menos um produto insolúvel, que irá formar um precipitado.

(Lembre-se de que a maior parte das reações ocorre em solução aquosa.)



Tabela de Solubilidade em água:

Sal	Solubilidade	Exceções
Nitratos	Solúveis	
Cloratos		
Acetatos		
Cloretos	Solúveis	Ag ⁺ , Hg ₂ ²⁺ , Pb ²⁺
Brometos		
Iodetos		
Sulfatos	Solúveis	Ca ²⁺ , Sr ²⁺ , Ba ²⁺ , Pb ²⁺
Sulfetos	Insolúveis	Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Rb ⁺ , Cs ⁺ , NH ₄ ⁺ , Ca ²⁺ , Sr ²⁺ , Ba ²⁺
Outros sais	Insolúveis	Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Rb ⁺ , Cs ⁺ , NH ₄ ⁺

• Quando um dos produtos for menos ionizado que os reagentes:

Uma reação de dupla troca pode ocorrer se houver entre os produtos um eletrólito mais fraco que os reagentes ou um composto molecular.

Nesse caso, o exemplo mais comum é a reação de salificação, em que forma um sal (composto iônico) e a água (composto molecular):

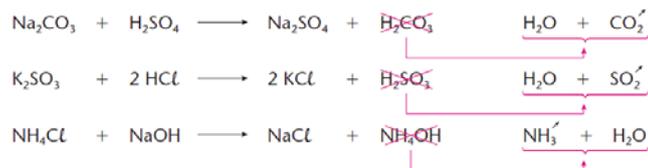


Outro caso que podemos mencionar é o de um ácido (ou base) mais forte deslocando, de um sal, o ácido (ou base) mais fraco:



• Quando um dos produtos for um ácido ou base instável:

Por esse motivo, em toda reação de dupla troca, em que deveria haver produção de H₂CO₃, H₂SO₃ ou de NH₄OH, teremos, na realidade, água e CO₂, água e SO₂ ou água e NH₃, respectivamente:



5 - Balançamento de Equações:

5.1 - Método das Tentativas:

Regras básicas:

Regra (a) — raciocinar com o elemento (ou radical) que aparece apenas uma vez no 1º e no 2º membros da equação.

Regra (b) — preferir o elemento (ou radical) que possua índices maiores.

Regra (c) — escolhido o elemento (ou radical), transpor seus índices de um membro para outro, usando-os como coeficientes.

Regra (d) — prosseguir com os outros elementos (ou radicais), usando o mesmo raciocínio, até o final do balanceamento.

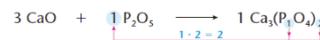
Exemplo resolvido:

CaO + P₂O₅ → Ca₃(PO₄)₂
 Regra (a) — devemos raciocinar com o Ca ou o P, porque o O já aparece duas vezes no 1º membro (no CaO e no P₂O₅).

Regra (b) — preferimos o Ca, que possui índices maiores (1 e 3).

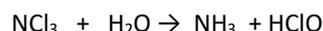
Regra (c) — $3 \text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 \longrightarrow 1 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Regra (d) — por fim, acertamos o P:

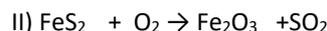


Conclusão — $3 \text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

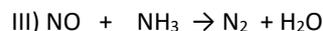
Exemplo 1 (Aula):



Exemplo 2 (Aula):



Exemplo 3 (Aula):

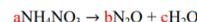


5.2 - Método Algébrico:

Consiste em atribuir coeficientes algébricos à equação para serem futuramente determinados por meio da resolução de um sistema. É em geral bastante eficaz, mas pode vir a tornar-se bastante trabalhoso dependendo do número de espécies envolvidas na equação.

Exemplo Resolvido:

1) Balanceie a seguinte equação: NH₄NO₃ → N₂O + H₂O



A fim de que a equação encontre-se balanceada, deve-se ter o mesmo número de átomos de um dado elemento químico no lado esquerdo (reagentes) da equação quanto do lado direito (produtos).

Dessa forma,

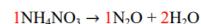
$$\begin{cases} 2a = 2b & (\text{para o Nitrogênio}) \\ 4a = 2c & (\text{para o Hidrogênio}) \\ 3a = b + c & (\text{para o Oxigênio}) \\ a = 2 \end{cases}$$

Atribui-se, então, um valor arbitrário a uma das variáveis a fim de resolver-se o sistema.

No caso acima, foi atribuído a variável a o valor 2.

Resolvendo o sistema encontra-se:

$$\begin{cases} a = 2 \\ b = 2 \\ c = 4 \end{cases} \begin{cases} a = 1 \\ b = 1 \\ c = 2 \end{cases} \therefore b = 1, \text{ de modo que a equação balanceada é dada por:}$$



2) Balanceie a seguinte equação: NH₄NO₃ → N₂ + H₂O + O₂



$$\begin{cases} 2a = 2b \\ 4a = 2c \\ 3a = c + 2d \\ a = 1 \end{cases} \begin{cases} a = 1 \\ b = 1 \\ c = 2 \\ d = \frac{1}{2} \end{cases} \therefore \begin{cases} a = 2 \\ b = 2 \\ c = 4 \\ d = 1 \end{cases}$$



Exemplo (Aula): FeS₂ + O₂ → Fe₂O₃ + SO₂

5.3 - Método Redox:

Exemplo Resolvido:

Balancear a equação $P + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO$.

1ª etapa: N_{ox} dos elementos e suas variações

$$\begin{array}{ccccccc} P & + & HNO_3 & + & H_2O & \rightarrow & H_3PO_4 & + & NO \\ \text{Zero} & & +5 & & & & +5 & & +2 \end{array}$$

Ocorre oxidação ($5 - 0 = 5$)
Ocorre redução ($5 - 2 = 3$)

2ª etapa: variação total dos N_{ox} (Δ)

$$\begin{array}{ccccccc} P & + & HNO_3 & + & H_2O & \rightarrow & H_3PO_4 & + & NO \\ \Delta = 5 \cdot 1 = 5 & & \Delta = 3 \cdot 1 = 3 & & & & & & \end{array}$$

3ª etapa: o Δ do oxidante será o coeficiente do reductor e vice-versa (regra do xis)

$$\begin{array}{ccccccc} \Delta = 5 & \Delta = 3 & & & & & & & \\ 3P & + & 5HNO_3 & + & H_2O & \rightarrow & 3H_3PO_4 & + & 5NO \end{array}$$

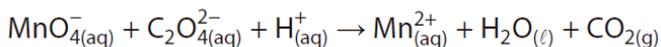
4ª etapa: com os dois coeficientes obtidos acima (3 e 5), continuar o balanceamento

$$\begin{array}{ccccccc} 3P & + & 5HNO_3 & + & H_2O & \rightarrow & 3H_3PO_4 & + & 5NO \\ \text{Contamos 3 P} & & & & & & & & \\ & & \text{Contamos 5 N} & & & & & & \end{array}$$

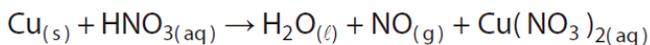
Por fim, falta acertar o coeficiente do H_2O , o que pode ser feito pela contagem dos átomos de hidrogênio ou de oxigênio:

$$3P + 5HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$$

Exemplo 1 (Aula):



Exemplo 2 (Aula):



Exercícios Fundamentais

- 1 - Segundo o canal History 2, na segunda guerra púnica, o general cartaginês Aníbal Barca, ao avançar com suas tropas contra Roma, defrontou-se com um enorme paredão de calcário (carbonato de cálcio) que impedia a passagem de seus pesados elefantes. Impossibilitado de recuar, ele decidiu remover o paredão, aquecendo-o, resfriando-o rapidamente e lançando sobre ele vinagre (ácido etanoico). A reação química que desmontou o paredão produziu etanoato de cálcio,
- água e dióxido de carbono.
 - óxido de cálcio, dióxido de carbono e água.
 - hidróxido de cálcio e dióxido de carbono.
 - monóxido de carbono e água.

2 - 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.

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

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

3 - No nosso dia a dia é muito comum encontrarmos a matéria sofrendo uma série de transformações. Quando a transformação é muito brusca, de modo que modifica as propriedades dos materiais a ponto de, no decorrer da transformação, surgirem novas substâncias, diz-se que ocorreu uma reação química.

A reação $Ca + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2$ pode ser classificada, quanto à relação entre o número de substâncias que reagem e o número de substâncias produzidas, como sendo de

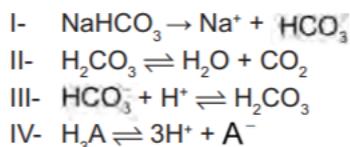
- análise.
- dupla troca.
- síntese.
- adição.
- simples troca.

4 - O alumínio metálico reage com solução de ácido clorídrico liberando gás. Entre as opções abaixo, indique qual alternativa está totalmente correta.

- $2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6Cl^-(aq)$
- $2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 3Cl_2(g)$
- $Al(s) + 2HCl(aq) \rightarrow Al^{2+}(aq) + H_2(g) + 2Cl^-(g)$
- $2Al(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2Al^+(aq) + H_2(g) + 2Cl^-(g)$
- $2Al(s) + 6HClO(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 6H^+(aq) + 2Cl_2(g) + 3O_2(g)$

5 - As misturas efervescentes, em pó ou em comprimidos, são comuns para a administração de vitamina C ou de medicamentos para azia. Essa forma farmacêutica sólida foi desenvolvida para facilitar o transporte, aumentar a estabilidade de substâncias e, quando em solução, acelerar a absorção do fármaco pelo organismo. A matérias-primas que atuam na efervescência são, em geral, o ácido tartárico ou o ácido cítrico que reagem com um sal de caráter básico, como o bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), quando em contato com a água. A partir do contato da mistura efervescente com a água, ocorre uma série de reações químicas simultâneas: liberação de íons, formação de ácido e liberação do gás carbônico – gerando a efervescência. As equações a seguir representam as etapas da reação da mistura efervescente na água, em que

foram omitidos os estados de agregação dos reagentes, e H_3A representa o ácido cítrico.



A ionização, a dissociação iônica, a formação do ácido e a liberação do gás ocorrem, respectivamente, nas seguintes etapas:

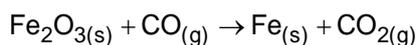
- a) IV, I, II e III b) I, IV, III e II
 c) IV, III, I e II d) I, IV, II e III
 e) IV, I, III e II

Exercícios Aprofundados

6 - Volumes de soluções aquosas de cloreto de bário e de sulfato de sódio de concentrações apropriadas são misturados observando-se a formação de um precipitado. Os produtos formados na reação são:

- a) BaO e $NaCl$ b) $NaCl$ e $BaCl_2$
 c) $BaCl_2$ e Na_2O d) $BaSO_4$ e $NaCl$
 e) Na_2SO_4 e $BaCl_2$

7 - A hematita (Fe_2O_3) é um mineral da classe dos óxidos de ferro. Esse óxido pode ser encontrado nos solos, rochas e em depósitos ferríferos do Brasil. A partir da hematita podemos obter o ferro metálico, como é indicado pela equação a seguir:

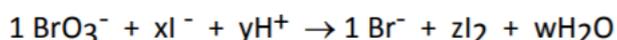


A equação química acima **NÃO** está balanceada.

Indique a alternativa que apresenta **CORRETAMENTE** os coeficientes de acerto da equação para cada substância, respectivamente, assim como o agente redutor da reação.

- a) 3, 2, 6, 2, $CO_{(g)}$.
 b) 1, 3, 2, 3, $CO_{(g)}$.
 c) 1, 3, 1, 3, $CO_{(g)}$.
 d) 1, 3, 3, 1, $Fe_2O_{3(s)}$.
 e) 3, 2, 6, 2, $Fe_2O_{3(s)}$.

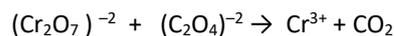
8 - Ao misturar solução aquosa de bromato de sódio com solução aquosa ácida de iodeto de potássio ocorre uma reação representada pela equação não balanceada:



O balanceamento desta equação pode ser feito pelo método das variações dos números de oxidação. Assinale a opção que contém essas variações para cada átomo e os coeficientes que balanceiam a equação.

	Variação do número de oxidação				Coeficientes			
	Br	O	I	H	x	y	z	w
a)	+5	-2	-1	+1	10	12	5	6
b)	-1	-2	-1	+1	12	12	3	3
c)	+4	+1	-1	+1	6	12	3	6
d)	-6	0	+1	0	6	6	3	3
e)	-8	0	+1	-1	8	6	4	3

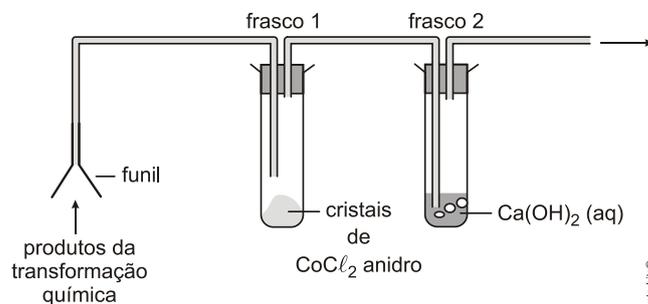
9 - A seguinte reação não-balanceada e incompleta ocorre em meio ácido:



A soma dos coeficientes estequiométricos da reação completa e balanceada é igual a

- a) 11. b) 22. c) 33.
 d) 44. e) 55.

10 - 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 Mg (s) com HCl (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.

11 - Uma estudante de química realizou quatro experimentos, que consistiram em misturar soluções aquosas de sais inorgânicos e observar os resultados. As observações foram anotadas em uma tabela:

Experimento	Solutos contidos inicialmente nas soluções que foram misturadas		Observações
1	$\text{Ba(ClO}_3)_2$	$\text{Mg(IO}_3)_2$	formação de precipitado branco
2	$\text{Mg(IO}_3)_2$	$\text{Pb(ClO}_3)_2$	formação de precipitado branco
3	MgCrO_4	$\text{Pb(ClO}_3)_2$	formação de precipitado amarelo
4	MgCrO_4	$\text{Ca(ClO}_3)_2$	nenhuma transformação observada

A partir desses experimentos, conclui-se que são pouco solúveis em água somente os compostos

- a) $\text{Ba(IO}_3)_2$ e $\text{Mg(ClO}_3)_2$.
b) PbCrO_4 e $\text{Mg(ClO}_3)_2$.
c) $\text{Pb(IO}_3)_2$ e CaCrO_4 .
d) $\text{Ba(IO}_3)_2$, $\text{Pb(IO}_3)_2$ e PbCrO_4 .
e) $\text{Pb(IO}_3)_2$, PbCrO_4 e CaCrO_4 .

12 - Nitrato de bário pode ser preparado, em meio aquoso, através das transformações químicas abaixo:



Nas etapas 1 e 2, ocorrem, respectivamente:

- a) precipitação de carbonato de bário e desprendimento de dióxido de carbono.
b) precipitação de carbonato de bário e desprendimento de hidrogênio.
c) desprendimento de cloro e desprendimento de dióxido de carbono.

d) desprendimento de dióxido de carbono e precipitação de nitrato de bário.

e) desprendimento de cloro e neutralização o de carbonato de bário.

ENEM e Simulados

1 - **(BERNOULLI 2022)** O fermento químico (em pó) é o responsável pelo crescimento das massas de bolo, que ocorre por meio de uma reação química durante o forneamento. Ele é constituído de três componentes: um ácido, uma base e um agente de enchimento. Uma mistura típica inclui creme de tártaro (ácido), bicarbonato de sódio (base) e amido de milho (enchimento). Já o fermento biológico (tablete) promove o crescimento das massas de pães por meio da fermentação que ocorre antes do forneamento.

A equação química que representa a reação responsável pelo crescimento das massas de bolo é:

- Ⓐ $\text{NaHCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2 + \text{CO}_3^{2-}$
Ⓑ $\text{NaHCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Ⓒ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{O}_2$
Ⓓ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{CO}_2$
Ⓔ $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 + \text{HCO}_3^-$

2 - **(POLIEDRO 2022)** A reatividade dos metais é um dos fatores que determina a constituição de seus minérios na natureza. Além disso, quanto mais reativo for o metal, mais sofisticado deve ser o método de obtenção desse metal puro. Para analisar a reatividade de amostras de alguns metais, um químico adicionou cada uma dessas amostras em béqueres idênticos, cada um contendo o mesmo volume de soluções aquosas de mesma concentração de ácido clorídrico (HCl). Os metais analisados são:

Béquer	Metal
1	Prata
2	Platina
3	Alumínio
4	Cobre
5	Ouro

Considerando a reatividade das soluções e a ordem crescente de eletropositividade ($\text{Au} < \text{Pt} < \text{Ag} < \text{Cu} < \text{H} < \text{Al}$), ocorre uma reação química entre o HCl e o metal somente no béquer

- a) 1. b) 2. c) 3.

d) 4. e) 5.

3 - (SAS 2022) A alcalose respiratória pode ocorrer quando um estímulo promove a hiperventilação. A elevação da frequência respiratória acarreta o aumento na taxa de eliminação do gás carbônico pelos alvéolos pulmonares, o que aumenta o pH do sangue, tornando-o mais alcalino.

Nessa condição de desequilíbrio, a dinâmica do CO₂ no sangue é expressa pela equação

- A $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$
- B $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$
- C $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- D $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$
- E $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

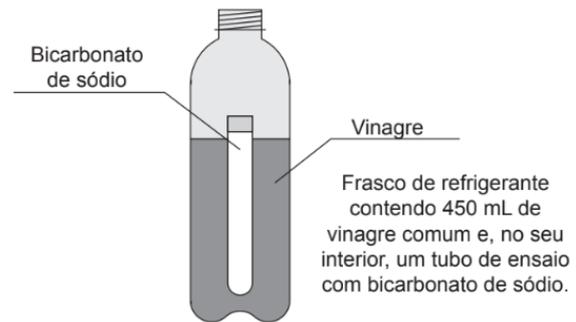
4 - (SAS 2022) Chuvas com pH inferior a 5,5 são consideradas ácidas e podem causar prejuízos socioambientais, como elevar a acidez de um solo e torná-lo improdutivo. A queima de combustíveis fósseis, além de produzir gás carbônico, é a principal responsável por esse fenômeno das chuvas ácidas: traços de enxofre presentes nos combustíveis entram em combustão, reagindo com o oxigênio e produzindo dióxido de enxofre gasoso. Esse último gás é capaz de reagir com vapor-d'água, produzindo ácido sulfuroso, e ainda pode ser oxidado pelo gás oxigênio, produzindo o trióxido de enxofre, gás que pode ser convertido em ácido sulfúrico quando em contato com a água.

Na produção de trióxido de enxofre e na sua conversão em ácido sulfúrico, ocorrem reações de

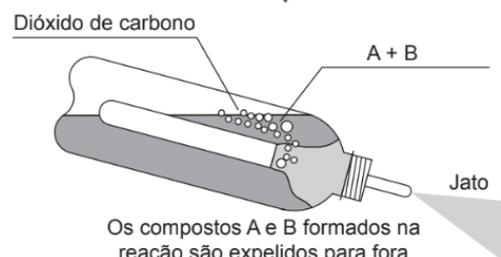
- a) síntese. b) dupla-troca. c) análise total.
- d) deslocamento. e) análise parcial.

5 - (BERNOULLI 2021) Um professor, com o objetivo de demonstrar aos seus alunos a utilidade e a importância da Química no cotidiano, decidiu confeccionar uma espécie de extintor de incêndio utilizando materiais descartáveis e reagentes de fácil acesso.

Observe:



Após fechar o frasco de refrigerante com a tampa adaptada com um conta-gotas, o extintor é sacudido vigorosamente no intuito de provocar a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio.



Os compostos A e B formados na reação são expelidos para fora do extintor, pois o gás produzido aumenta a pressão interna do frasco, tornando-a maior do que a pressão externa.

Os compostos A e B formados na reação são:

- A H_2O_2 e NaCl .
- B H_2CO_3 e NaCl .
- C H_2O e CH_3COOH .
- D H_2O e CH_3COONa .
- E H_2O_2 e CH_3COONa .

6 - (SAS 2021) Os óxidos de nitrogênio que são liberados pelo escapamento dos carros participam de uma série de reações que produzem ácido nítrico, contribuindo para o aumento da acidez da chuva. A presença ou não de radiação solar pode determinar a predominância de algumas reações. Durante a noite, ocorre a reação entre o gás N₂O₅ e o vapor de água, produzindo HNO₃.

A equação que descreve o processo corretamente balanceada é

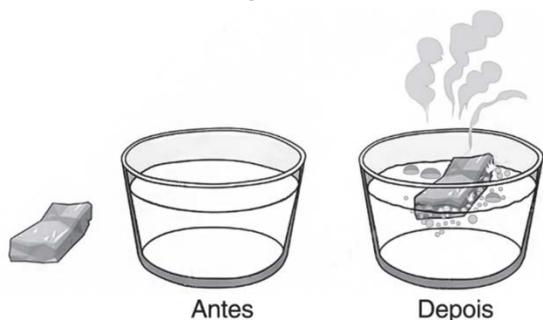
- A $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HNO}_3(\text{g})$
- B $2 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{HNO}_3(\text{g})$
- C $3 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + 9 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 3 \text{HNO}_3(\text{g})$
- D $5 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + 5 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 5 \text{HNO}_3(\text{g})$
- E $7 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 5 \text{HNO}_3(\text{g})$

7 - **(Poliedro 2019)** Em 1825, o então estudante Carl Jacob Löwig (1803--1893), que trabalhava no laboratório de Leopold Gmelin (1788-1853), na Universidade de Heidelberg, trouxe consigo um líquido vermelho de odor muito desagradável que havia obtido passando gás cloro (Cl_2) em uma salmoura. Ele tratou esse líquido com éter etílico e, após a evaporação deste, isolou uma substância desconhecida que conferia as características supracitadas.

Considerando que o líquido seja o bromo (Br_2) e que a salmoura contenha ânions brometo (Br^-), a equação química que representa a reação de formação do líquido vermelho é

- A $\text{Br}_2(\ell) + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}(\ell) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{BrO}(\ell) + \text{HBr}(\ell)$.
- B $\text{Br}^-(\text{aq}) + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}(\ell) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{BrO}(\ell) + \text{H}^+$.
- C $2\text{Br}^-(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\ell) + \text{Cl}_2(\text{g})$.
- D $2\text{Br}^-(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Br}_2(\ell) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$.
- E $\text{Br}_2(\ell) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g})$.

8 - **(Poliedro 2019)** A figura a seguir mostra o que ocorre com uma determinada massa do metal sódio quando esta é adicionada à água.



As bolhas na água são formadas devido ao gás hidrogênio, produzido na seguinte reação:



Além disso, também é comum que o hidrogênio entre em combustão.

Sabe-se que os números atômicos do sódio e do potássio (K) são, respectivamente, iguais a 11 e 19. Se, no lugar do sódio, o experimento for repetido usando a mesma massa, porém de potássio, o resultado seria uma reação

- a) exatamente igual à reação do sódio com a água, pois elementos da mesma família têm propriedades idênticas.
- b) exatamente igual à reação do sódio com a água, pois não são elementos da mesma família e têm propriedades semelhantes.
- c) mais intensa que a reação do sódio com a água, uma vez que o potássio é mais reativo que o sódio.
- d) mais intensa que a reação do sódio com a água, devido ao menor raio atômico do potássio.
- e) menos intensa que a reação do sódio com a água, pois o potássio tem maior energia de ionização que o sódio.

9 - **(SAS 2019)** Antes da invenção da tubulação de PVC, utilizavam-se canos feitos de ferro em casas e edifícios. Uma

das técnicas utilizadas para prolongar a vida útil dessa tubulação metálica e diminuir a corrosão consistia na ligação do encanamento de ferro a outros metais, que ficaram conhecidos como metais de sacrifício. A tabela a seguir mostra semirreações e potenciais de redução de alguns metais.

Semirreações	E^0 (V)
$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}_{(\text{s})}$	+0,80
$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(\text{s})}$	+0,34
$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}_{(\text{s})}$	-0,13
$\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}_{(\text{s})}$	-0,25
$\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(\text{s})}$	-0,44
$\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(\text{s})}$	-0,76
$\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}_{(\text{s})}$	-1,66

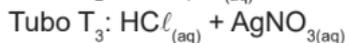
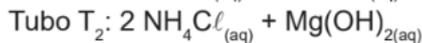
Para proteger a tubulação de ferro de uma casa antiga, quais dos metais presentes na tabela são os mais adequados para serem usados como metal de sacrifício?

- a) $\text{Ag}(\text{s})$ e $\text{Cu}(\text{s})$.
- b) $\text{Pb}(\text{s})$ e $\text{Ni}(\text{s})$.
- c) $\text{Cu}(\text{s})$ e $\text{Zn}(\text{s})$.
- d) $\text{Ni}(\text{s})$ e $\text{Al}(\text{s})$.
- e) $\text{Zn}(\text{s})$ e $\text{Al}(\text{s})$.

10 - **(SAS 2019)** O mundo acompanhou, no ano de 2018, um time de futebol, formado por 12 meninos e um técnico, sendo resgatado de uma caverna alagada na Tailândia. Um dos problemas que essas pessoas poderiam ter enfrentado, relacionado ao processo envolvendo a respiração, seria o isolamento em um local fechado. Nessa situação, o gás carbônico exalado precisa ser eliminado do ambiente, pois, em concentrações elevadas, torna-se tóxico para o ser humano. Dentre os fatores a seguir, o que mais contribuiria para a redução da concentração de CO_2 , nessas condições tão adversas, seria a

- a) eliminação do gás carbônico por meio da fotossíntese da vegetação da caverna.
- b) conversão do gás carbônico para líquido, devido ao aumento de pressão no interior da caverna.
- c) dissolução e a reação do gás carbônico com a água, favorecidas pela pressão no interior da caverna.
- d) produção de bicarbonato de cálcio em uma reação entre o gás carbônico e o calcário abundante na caverna.
- e) decomposição do gás carbônico, originando carbono e gás oxigênio, favorecida pela pressão no interior da caverna.

11 - **(SAS 2019)** Algumas reações químicas apresentam diversas evidências de que estão ocorrendo, dependendo dos reagentes utilizados. Tais evidências são denominadas organolépticas, que significa que são percebidas pelos órgãos dos sentidos. Dentre esses fenômenos, pode-se citar a efervescência (liberação de gás), mudança de cor, formação de precipitado (substância pouco solúvel em água), entre outros. Assim, foram realizados os experimentos a seguir, em três tubos de ensaio.



Pode-se observar a solubilidade em água de alguns sais na tabela a seguir.

	Cátions de metais alcalinos	Mg ²⁺	Cátions de outros metais alcalinoterrosos	NH ₄ ⁺	Ag ⁺
Hidróxidos (HO ⁻)	Praticamente insolúveis	Dispersão coloidal	Praticamente insolúveis	Solúveis	Praticamente insolúveis
Nitratos (NO ₃ ⁻)	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Solúveis
Cloretos (Cl ⁻)	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Solúveis	Praticamente insolúveis

Considerando que as soluções aquosas iniciais são incolores, os efeitos observados nos tubos são

- efervescência no T2 e mudança de odor no T3
- formação de precipitado no T1 e efervescência no T2.
- efervescência no T1 e formação de precipitado no T3.
- mudança de odor no T1 e formação de precipitado no T2.
- formação de precipitado no T2 e mudança de odor no T3.

12 - **(Hexagono 2019)** Um combustível alternativo obtido pela fermentação anaeróbica do “gasolixo” é composto, aproximadamente, por 65% de CH₄, 30% de CO₂ e 5% de uma mistura de H₂S, H₂ e traços de outros gases. Para melhorar o rendimento do “gasolixo” e diminuir a poluição provocada por sua queima, é necessário remover CO₂ e H₂S. Isto pode ser feito, convenientemente, borbulhando-se o “gasolixo” através de

- água pura.
- solução concentrada de NaCl.
- solução concentrada de H₂SO₄.
- solução concentrada de SO₂.
- solução concentrada de NaOH.

13 - **(SAS 2018)** A produção mundial de mercúrio é estimada em 10 mil toneladas por ano para uso nas mais diversas áreas, como indústrias, mineração e odontologia, sendo os principais produtores o Canadá, a Rússia e a Espanha. [...] Na natureza, o mercúrio se apresenta como o minério cinábrio, que contém sulfeto de mercúrio (HgS).



Para a obtenção do mercúrio, é necessário que o sulfeto de mercúrio reaja com o gás oxigênio, conforme a reação anterior, que pode ser classificada como uma

- calcinação.
- catálise.
- eletrólise.
- pirólise.
- ustulação.

14 - **(SAS 2017)** Os solos brasileiros são ácidos em sua maioria. A acidez, representada basicamente pela presença de dois componentes – íons H⁺ e Al³⁺ – tem origem pela intensa lavagem e lixiviação dos nutrientes do solo, pela retirada dos nutrientes catiônicos pela cultura sem a devida reposição e, também, pela utilização de fertilizantes de caráter ácido.

Os principais objetivos da calagem são: eliminar a acidez do solo e fornecer suprimento de cálcio e magnésio para as plantas. O cálcio estimula o crescimento das raízes e, portanto, com a calagem ocorre o aumento do sistema radicular e uma

maior exploração da água e dos nutrientes do solo, auxiliando a planta na tolerância à seca.

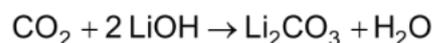
Suponha que o agricultor vá fazer calagem (aumento do pH do solo por adição de cal virgem – CaO). De maneira simplificada, a diminuição da acidez se dá pela interação da cal (CaO) com a água presente no solo, gerando hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), que reage com os íons H⁺ (dos ácidos), ocorrendo, então, a formação de água e deixando íons Ca²⁺ no solo.

No processo de calagem, temos a formação de

- Ca(OH)₃ e Ca²⁺.
- H⁺ e Al³⁺.
- CaO e Ca(OH)₂.
- CaO e Ca(OH)₃.
- Ca(OH)₂ e Ca²⁺.

15 - **(SAS 2017)** Em ambientes fechados, tais como submarinos e espaçonaves, há necessidade de eliminar o gás carbônico produzido pela respiração. Para evitar esse acúmulo de gás carbônico, podem ser utilizados diferentes métodos. Abaixo são apresentados dois desses métodos, com suas respectivas reações.

Método 1: uso de hidróxido de lítio



Método 2: reação com óxido de cálcio



Sobre as reações e os reagentes envolvidos nesses métodos, pode-se afirmar que

- ambas reações originam sais insolúveis em água.
- todas as substâncias participantes dessas reações são iônicas.
- o carbonato de lítio é uma substância que, quando dissolvida em meio aquoso, produz solução básica.
- todos os compostos participantes dessa reação são óxidos.
- ambas reações produzem a mesma massa de sal, quando consomem iguais quantidades de CO₂.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	D	E	A	E	A	D	D	C	B	D	A

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	C	E	A	D	D	A	C	E	C	C	E

Questão	13	14	15
Gabarito	E	E	C