

enem

FÍSICA E QUÍMICA



100 páginas com o essencial do

# enem

## FÍSICA E QUÍMICA

Prepare-se bem e conquiste sua vaga!

PROFESSORES  
enem  
ESPECIALISTAS

EDICASE  
digital

### Resumos

Dos temas que  
mais caem

### Química

Geral, físico-química,  
orgânica e atomística

### Física

Conceitos essenciais da  
mecânica e da óptica

### Eletricidade

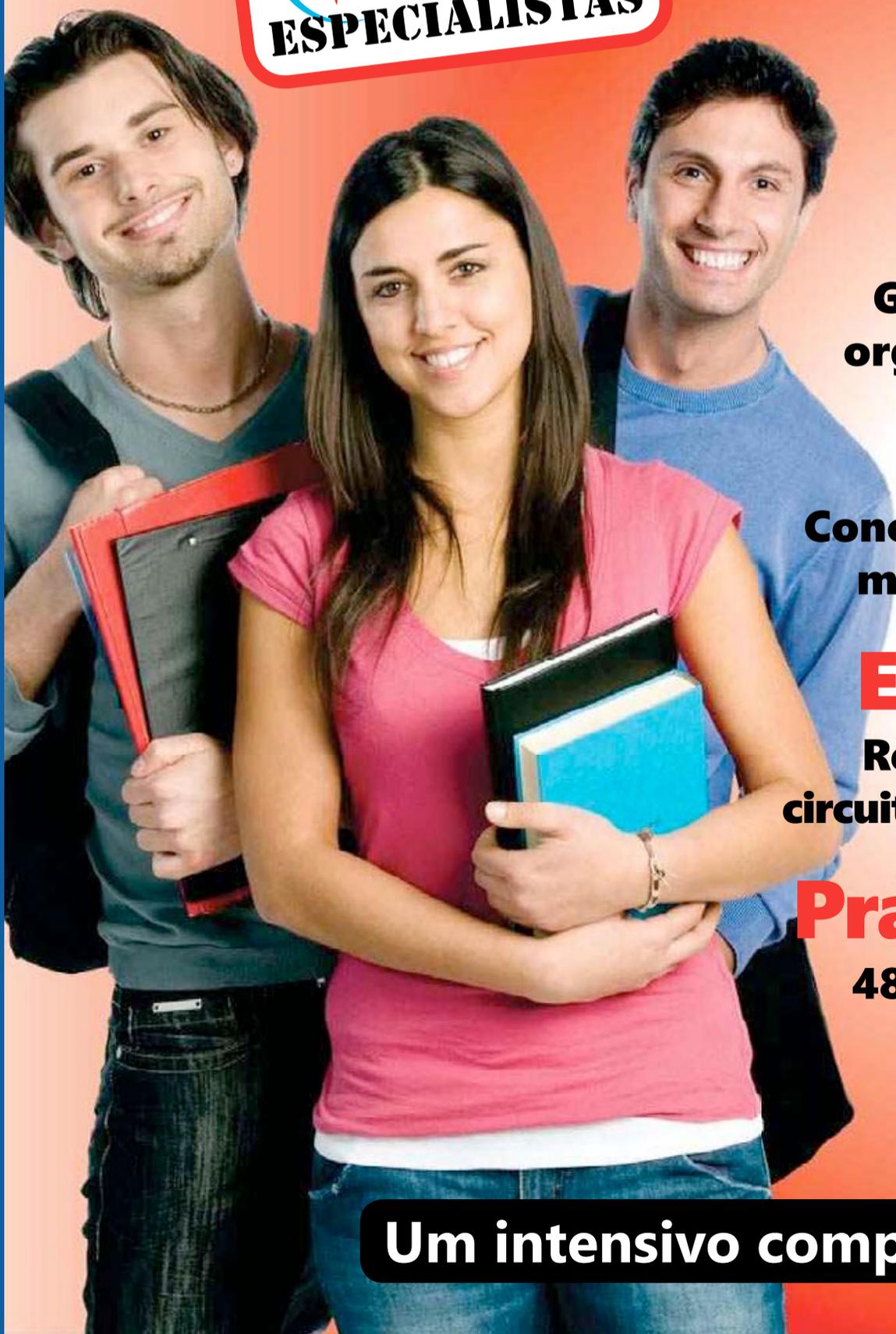
Resistores, potência e  
circuitos elétricos simples

### Pratique com

48 questões recentes  
do Enem além de  
45 de vestibulares

Um intensivo completo de estudo

Temas que mais caem nas provas!



**Direção Geral**  
Joaquim Carqueijó

**Gestão de Canais**  
Vanusa Batista  
e Wellington Oliveira

**Gestão Administrativa Financeira**  
Elisiane Freitas, Vanessa Pereira,  
e Pedro Moura

**Canais Digitais**  
Clausilene Lima e Sergio Laranjeira

**Distribuição em Bancas e Livrarias**  
Total Publicações (Grupo Abril)



**Publisher**  
Joaquim Carqueijó

**Sócia-gerente**  
Adriana Andrade:  
geral@edicase.pt

**Produção Editorial**  
Tami Oliveira

**Design**  
Ligia Fagundes

**Redação**  
Matilde Freitas (MTB 67769/SP) e  
Saula Lima (MTB 82535/SP)

**Atendimento ao Leitor**  
Redação  
atendimento@caseeditorial.com.br

Editora Filiada



NOS SIGA NAS  
REDES SOCIAIS!  
f i t y  
/caseeditorial

**PROIBIDA A REPRODUÇÃO**  
total ou parcial sem prévia autorização da editora.

**PRESTIGIE O JORNALEIRO:**  
compre sua revista na banca

**IMAGENS MERAMENTE ILUSTRATIVAS**  
Créditos: Shutterstock

[www.caseeditorial.com.br](http://www.caseeditorial.com.br)

Livro Enem 2018

Ed. 04

7 8 9 8 6 1 6 8 1 5 7 4 2

# Enem e vestibulares

## Veja as diferenças entre os exames e prepare-se para ambos

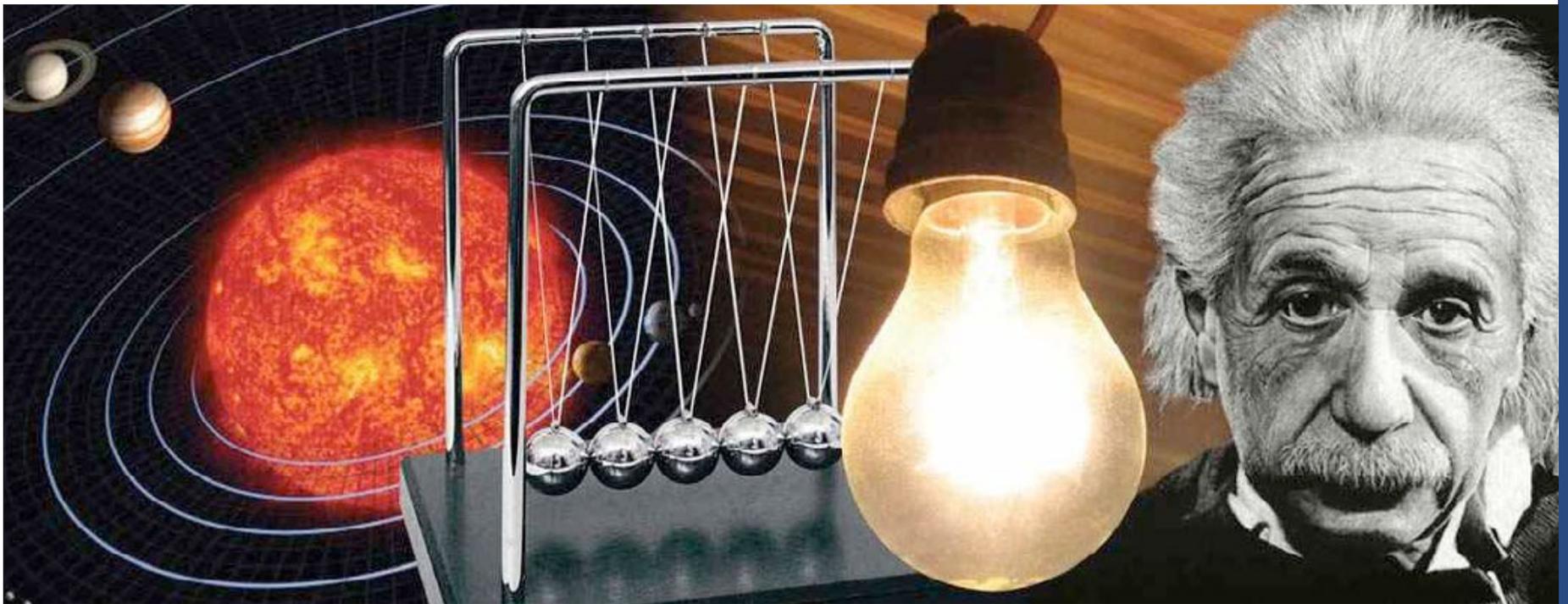
O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) foi criado para avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica. Um termômetro de como conduzir a educação no futuro para melhorar a qualidade desse nível de escolaridade.

Atualmente torna-se cada vez mais importante como mecanismo de seleção para concluir o ensino médio e ingressar no ensino superior. Uma oportunidade de acesso às vagas das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) e de várias outras através do Programa Universidade para Todos (ProUni), financiamento estudantil (Fies) ou bolsa de estudo de diversos sistemas de seleção - inclusive particulares - que usam critérios específicos do resultado do Enem combinado ao processo seletivo próprio de suas universidades. Pode ocorrer como fase única de seleção ou como parte da nota através do Sistema de Seleção Unificada (Sisu).

O conteúdo do primeiro dia do Enem - Ciências da Natureza e suas tecnologias - que abrange a disciplina Química é abordada da mesma maneira interdisciplinar. É importante conhecer bem os conceitos de radioatividade, cálculo estequiométrico e ligações moleculares. Os assuntos são relacionados geralmente com problemas atuais, principalmente ambientais, misturados à Biologia e também sobre combustíveis e geração de energia: assunto permanente nas questões sobre sustentabilidade de nosso planeta. Para a disciplina Física é importante saber os conceitos básicos e as leis, pois as questões estarão ligadas com experiências diárias como um chuveiro ou uma lâmpada (eletricidade), movimento dos corpos (mecânica) e outras curiosidades cotidianas que a Física explica.

O melhor método de estudo para Enem e Vestibulares é re-fazer as questões de provas anteriores para conhecer a linguagem da prova e estar sempre atualizado. Cada vestibular tem sua própria linguagem, específica para a instituição. Já o Enem usa uma linguagem interdisciplinar, focada em interpretação de textos, gráficos e imagens relacionadas ao cotidiano.

Fabio Maldonado - tao\_consult@yahoo.com.br



# Física

**Ciência humana que estuda a natureza e seus fenômenos: os "porquês" das coisas e da vida**

Na tentativa de compreender a natureza, o homem tem interesse em praticamente tudo o que nos cerca. Como a matéria é formada? (átomos) Porque as coisas caem? (gravidade) Como são formadas as cores? (refração) Porque a Terra gira? (gravidade e magnetismo) Porque raios caem na Terra? (carga elétrica) Porque o som é lento? (velocidade, ondas e propagação) Porque as coisas esquentam e esfriam? (energia e mudança de estado) e muitas outras questões que alimentam a física e sua investigação do mundo.

## Notação Científica

Com a necessidade de medir coisas muito grandes ou pequenas demais (distâncias entre planetas, tamanho de células, massa de um elétron), cientistas melhoraram a escrita do número através

de uma representação numérica chamada Notação Científica: uma forma de se reduzir a escrita de um número. Deve ser escrito sob a forma " $n \cdot 10^x$ ".  $n$  é um número maior ou igual a 1 e menor que 10 ( $1 \leq n < 10$ ) e  $x$  um expoente inteiro.

**Ordem de Grandeza:** as unidades de como são medidos ou quantificados. Maior ou menor, mais ou menos. São conveniados pelo Sistema Internacional de Medidas. A Física utiliza o MKS (metro, quilograma, segundo) e o CGS (centímetro, grama, segundo). Portanto para as conversões (andar com a vírgula) de unidades, usamos a notação científica " $n \cdot 10^x$ " para números muito extensos. Assim sendo, 1 quilômetro é escrito  $1 \cdot 10^3$ .

Medidas de Comprimento: metro (m)						
km	hm	dam	m	dm	cm	mm
1	0	0	0,			

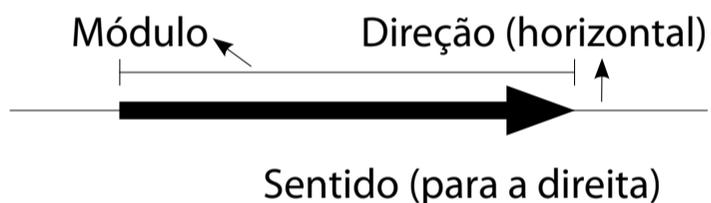


*A concentração gira em torno da Mecânica - Cinemática, com seus movimentos; Dinâmica com suas forças, energias e potências além da Eletricidade, com transferências e circuitos elétricos.*

## Grandeza Vetorial e Escalar

**Grandeza escalar:** não precisa de **orientação**. Apenas o valor da grandeza basta para deixar claro sua ideia. Exemplo: o tempo. Quando alguém lhe informa as horas não interessa o sentido, se é para cima, para baixo, na horizontal, etc.

**Grandeza vetorial:** precisa de **orientação**. Apenas o valor da grandeza não é suficiente para deixar claro sua ideia. Exemplo: velocidade e deslocamento. Quando alguém lhe diz que um carro está a 50 km/h, falta a informação se é: para frente, para trás, no horizontal, na vertical, para o norte, leste ou sul. Necessita de uma orientação representada por um **vetor** (uma seta) que indica sua **direção** e **sentido**.



O referencial também é importante para a utilização da Física. Imagine um carro em movimento numa estrada a 50 km/h. Se você estiver **dentro** do carro, ele parecerá parado (você em relação ao carro), se você estiver **fora** do carro e parado em algum ponto, ele estará em movimento. O movimento é considerado em relação ao seu referencial. Tome cuidado com as pegadinhas.

## Mecânica: Cinemática

### Velocidade

A velocidade de um corpo é a relação entre o deslocamento em determinado tempo. Pode ser considerada a grandeza que mede a rapidez de deslocamento de um corpo. É uma grandeza vetorial,

ou seja, tem um módulo (valor numérico), uma direção (vertical, horizontal, ...) e um sentido (para frente, cima, direita, norte, ...). Para as questões elementares do Enem, onde há deslocamento apenas em uma direção (unidimensional), convém tratá-la como uma grandeza escalar (com apenas valor numérico).

As unidades de velocidade comumente adotadas são m/s (metro por segundo) ou km/h (quilômetro por hora).

No Sistema Internacional (S.I.), a unidade padrão de velocidade é o m/s. Por isso, é importante saber efetuar a conversão entre o km/h e o m/s, que é dada pela seguinte relação:

$$\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

Daí tiramos o fator de conversão: **m/s. 3,6 = km/h** e vice-versa **km/h: 3,6 = m/s**.

### Velocidade Média ( $V_m$ )

Indica o quão rápido um objeto se desloca em um intervalo de tempo médio ( $\Delta t$ ) e é dada pela seguinte razão:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$V_m$  = Velocidade Média

$\Delta s$  = Espaço do deslocamento (posição<sub>final</sub> - posição<sub>inicial</sub> ou " $s_{\text{final}} - s_{\text{inicial}}$ ")

$\Delta t$  = Intervalo de tempo (tempo<sub>final</sub> - tempo<sub>inicial</sub> ou " $t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$ ")

Exemplo: Um carro se desloca de São Paulo-Capital até São Simão. Sabendo que a distância entre as duas cidades é de 300 km e que o percurso iniciou às 7 horas e terminou ao meio dia, calcule a velocidade média do carro durante a viagem:

$\Delta s = \text{posição final} - \text{posição inicial}$

$$\Delta s = (300 \text{ km}) - (0 \text{ km})$$

$$\Delta s = 300 \text{ km}$$

$\Delta t = \text{tempo final} - \text{tempo inicial}$

$$\Delta t = (12 \text{ h}) - (7 \text{ h})$$

$$\Delta t = 5 \text{ h}$$

$$\text{Então: } V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow \frac{300 \text{ km}}{5 \text{ h}} \rightarrow 60 \text{ km/h}$$

## Movimento Uniforme (MU)

Quando um móvel se desloca com uma **velocidade constante**, diz-se que este móvel está em um movimento uniforme (MU). A equação horária do espaço (s) pode ser demonstrada a partir da fórmula de velocidade média.

$$s_{\text{final}} = s_{\text{inicial}} + v \cdot \Delta t$$

Exemplo: Um tiro é disparado contra um alvo preso a uma grande parede capaz de refletir o som. O eco do disparo é ouvido 2,5 segundos depois do momento do golpe. Considerando a velocidade do som 340 m/s, qual deve ser a distância entre o atirador e a parede?

$$\text{Dados: } \Delta t = 2,5 \text{ s} \quad \text{e} \quad V_m = 340 \text{ m/s}$$

Aplicamos a equação horária do espaço: " $s_{\text{final}} = s_{\text{inicial}} + v \cdot \Delta t$ ", mas o eco só será ouvido quando o som "ir e voltar" da parede. Então  $S_{\text{final}} = 2S$ .

$$2S = 0 + \frac{340 \text{ m}}{\cancel{s}} \cdot 2,5 \cancel{s}$$

$$2S = 850 \text{ m} \rightarrow S = \frac{850 \text{ m}}{2} \rightarrow S = 425 \text{ m}$$

Não confunda o "S" que simboliza o deslocamento/espaço do "s" que simboliza o segundo/tempo.

**Movimento progressivo:** quando um corpo se desloca num sentido que coincide com a orientação da trajetória, para **frente**,  $v > 0$  e  $\Delta s > 0$ .

**Movimento retrógrado:** quando um corpo se desloca num sentido contrário ao sentido da orientação da trajetória, para **trás**,  $v < 0$  e  $\Delta s < 0$ .

**Velocidade relativa:** é a velocidade de um móvel em relação a um outro móvel referencial.

**Movimento retilíneo uniforme (MRU):** um corpo se desloca com uma velocidade constante em trajetória reta. Variações de espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

## Movimento Uniformemente Variado (MUV)

É um movimento onde há **variação de velocidade**, ou seja, o móvel sofre aceleração ( $\alpha$ ) à medida que o tempo passa. Se essa variação de velocidade for sempre igual em intervalos de tempo iguais, então dizemos que este é um Movimento Uniformemente Variado/Acelerado, ou seja, que tem **aceleração constante** e diferente de zero.

A aceleração ( $\alpha$ ) média pode ser entendida como sendo a razão da variação da velocidade ( $\Delta V$ ) pela variação do tempo ( $\Delta t$ ).

$$\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

**Movimento acelerado:** o valor da aceleração possui o mesmo sinal da velocidade.  $\alpha$  e  $V$  possuem mesmo sinal. A velocidade aumenta.

**Movimento retardado:** o valor da aceleração possui sinal contrário ao da velocidade.  $\alpha$  e  $v$  possuem sinais contrários. A velocidade diminui.

Com a equação horária da posição MUV podemos fazer previsões de como o movimento se comportará em um valor de tempo qualquer.

$$S = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

$S$  = posição final do corpo

$S_0$  = posição inicial do corpo

$v_0$  = velocidade inicial do corpo

$\alpha$  = aceleração

$t$  = tempo

**Equação de Torricelli:** é usada quando se conhece apenas os valores da velocidade e da distância percorrida:

$$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$$

Exemplo: Uma bala que se move a uma velocidade escalar de 200m/s, ao penetrar em um bloco de madeira fixo sobre um muro, é desacelerada até parar. Qual o tempo que a bala levou em movimento dentro do bloco, se a distância total percorrida em seu interior foi igual a 10 cm?

Apesar de o problema pedir o tempo que a bala levou, para qualquer uma das funções horárias, precisamos ter a aceleração. Para calculá-la usa-se a Equação de Torricelli:  $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$

$$0^2 = (200)^2 + 2\alpha(0 - 0,1)$$

As unidades foram passadas para o Sistema Internacional "S.I." (10 cm = 0,1 m).

$$-40000 = 0,2\alpha$$

$$\alpha = \frac{-40000}{0,2} \rightarrow \alpha = -200000 \text{ m/s}^2$$

Agora, é possível calcular o tempo gasto:

$$v = v_0 + \alpha t$$

$$0 = 200 + (-200000)t$$

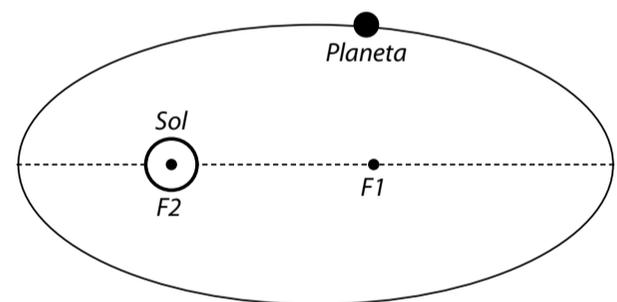
$$t = \frac{-200}{-200000} = 0,001 \text{ s} = 1 \text{ ms}$$

## Mecânica: Dinâmica

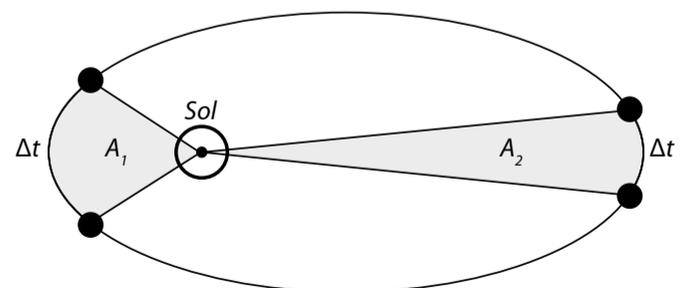
### Leis de Kepler

Nicolau Copérnico (1473~1543) mostrou que o Sol estava no centro do universo (Heliocêntrico), e os planetas descreviam órbitas circulares ao seu redor. Johannes Kepler (1571-1630) enunciou as leis que regem o movimento planetário, utilizando anotações do astrônomo Tycho Brahe (1546-1601).

**1ª Lei de Kepler - Lei das Órbitas:** os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse.



**2ª Lei de Kepler - Lei das Áreas:** o segmento que une o sol a um planeta descreve áreas iguais em intervalos de tempo iguais:  $A_1/\Delta t = A_2/\Delta t$



**3ª Lei de Kepler - Lei dos Períodos:** o quociente dos quadrados dos períodos e o cubo de suas distâncias médias do

sol (medida do semieixo maior de sua órbita) são iguais a uma constante  $k$  (constante de proporcionalidade que só depende da massa do Sol), igual a todos os planetas:  $T^2 = k \cdot r^3$

Tendo em vista que o movimento de translação de um planeta é equivalente ao tempo (T) que este demora para percorrer uma volta em torno do Sol, é fácil concluirmos que, quanto mais longe o planeta estiver do Sol, mais longo será seu período de translação e, em consequência disso, maior será o "seu ano".

## Leis de Newton

**Lei da Gravitação Universal:** é aquela famosa história que Newton estava sob uma macieira quando dela caiu uma maçã sobre a sua cabeça. Fez com que Newton explorasse o mistério pelo qual a Lua não cai sobre a Terra descrevendo uma equação matemática com a qual descobriu (a partir das Leis de Kepler) que os corpos se atraem mutuamente, fazendo com que não caiam uns sobre os outros e sempre mantenham a mesma trajetória, ou seja, a sua órbita elíptica ao redor do Sol.

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$G$  = constante gravitacional com valor de  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$

$m_1$  e  $m_2$  = massas dos corpos que se atraem, medidas em Kg.

$r$  = distância entre os dois corpos, medida em metros (m).

$F$  = força gravitacional, medida em Newtons (N).

Constituem ainda, os três pilares fundamentais do que chamamos Mecânica Clássica ou Mecânica Newtoniana, as leis:

**1ª Lei de Newton - Princípio da Inércia:** um corpo em repouso tende a permanecer em repouso, e um corpo em movimento tende a permanecer em movimento.

Exemplo: Quando estamos em um carro em movimento e este freia repentinamente, nos sentimos como se fôssemos atirados para frente, pois nosso corpo tende a continuar em movimento.

Estes e vários outros efeitos semelhantes são explicados pelo princípio da **inércia**. Então, conclui-se que um corpo só altera seu estado de inércia, se alguém, ou algo aplicar nele uma força resultante diferente de zero.

**2ª Lei de Newton - Princípio Fundamental da Dinâmica:** quando aplicamos uma mesma força em dois corpos de massas diferentes observamos que elas não produzem aceleração igual.

A 2ª lei de Newton diz que a Força ( $F$ ) é sempre diretamente proporcional ao produto da aceleração ( $a$ ) de um corpo pela sua massa ( $m$ ), ou seja:  $F = m \cdot a$

$F$  = resultante de todas as forças que agem sobre o corpo (em N);

$m$  = massa do corpo a qual as forças atuam (kg);

$a$  = aceleração adquirida ( $\text{m/s}^2$ ).

**Força:** é uma interação entre dois corpos. Para compreendê-la, podemos nos basear em efeitos causados por ela, como aceleração, deformação, etc.

**Aceleração:** faz com que o corpo altere a sua velocidade, quando uma força é aplicada.

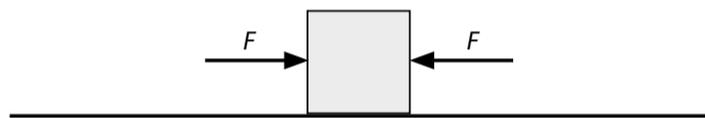
**Deformação:** faz com que o corpo mude seu formato, quando sofre a ação de uma força.

**Força Resultante:** é a força que produz o mesmo efeito que todas as outras aplicadas a um corpo.

A unidade de força, no sistema internacional (S.I.) é o N (Newton), que equivale a  $\text{kg m/s}^2$  (quilograma metro por segundo ao quadrado).

**3ª Lei de Newton - Princípio da Ação e Reação:** as forças atuam sempre em pares, para toda força de ação, existe uma força de reação.

Quando uma pessoa empurra um objeto com uma força  $F$ , podemos dizer que esta é uma força de **ação**, mas conforme a 3ª lei de Newton, sempre que isso ocorre, há uma outra força com módulo e direção iguais, com sentido oposto a força de ação, esta é chamada força de reação.



## Força Peso (P)

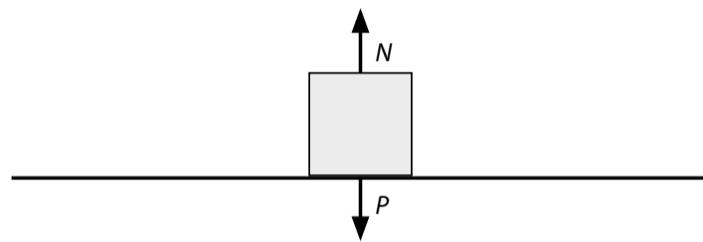
Quando falamos em movimento vertical, introduzimos um conceito de aceleração da gravidade, que sempre atua no sentido a aproximar os corpos em relação à superfície. Relacionando com a 2ª Lei de Newton, se um corpo de massa  $m$ , sofre a aceleração da gravidade, quando aplicada a ele o princípio fundamental da dinâmica poderemos dizer que:  $F = m \cdot g$  ou  $P = m \cdot g$

O Peso de um corpo é a força com que a Terra o atrai, podendo ser variável, quando a gravidade variar. A massa ( $m$ ) de um corpo, por sua vez, é constante, ou seja, não varia. A unidade que trata de força peso é o quilograma-força: 1kgf é o peso de um corpo de massa 1kg submetido à aceleração da gravidade de  $9,8\text{m/s}^2$  (Terra).

Atenção: quando falamos no peso de algum corpo, lembramos do "peso" medido na balança. Mas este é um termo

fisicamente errado, o que estamos medindo neste caso é a nossa massa.

Analisando um corpo que se encontra sob uma superfície plana verificamos a atuação das duas forças: Peso ( $P$ ) e Normal ( $N$ ). Para que este corpo esteja em equilíbrio, ou seja, não se movimente ou não altere sua velocidade, é necessário que os módulos das forças Normal e Peso sejam iguais, assim, atuando em sentidos opostos elas se anularão.

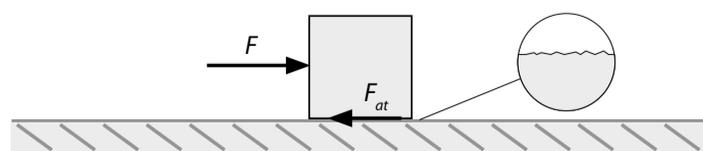


**Força Normal (N):** exercida pela superfície sobre o corpo, podendo ser interpretada como a sua resistência em sofrer deformação devido ao peso do corpo. Esta força sempre atua no sentido perpendicular à superfície, diferentemente da Força Peso que atua sempre no sentido vertical.

## Força de Atrito ( $F_{at}$ )

A força de atrito se opõe ao movimento. Depende da natureza e da rugosidade da superfície (coeficiente de atrito) e é proporcional à força normal de cada corpo. Transforma a energia cinética do corpo em outro tipo de energia (calor ou som) que é liberada ao meio. É calculada pela seguinte relação:  $F_{at} = \mu \cdot N$

$\mu$  = coeficiente de atrito (adimensional)  
 $N$  = Força Normal (N)



Quando empurrarmos um carro, observamos que até o carro entrar em

movimento é necessário que se aplique uma força maior do que a força necessária quando o carro já está em movimento. Isto acontece pois existem dois tipos de atrito: o estático (parado) e o dinâmico (movimento).

**Atrito Estático:** atua quando não há deslizamento dos corpos. A força de atrito estático máxima é igual a força mínima necessária para iniciar o movimento de um corpo. Neste caso, é usado no cálculo um coeficiente de atrito estático ( $\mu_{est}$ ):  $F_{at_{est}} = \mu_{est} \cdot N$

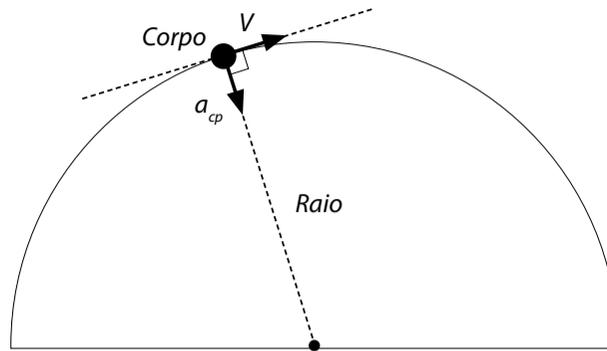
**Atrito Dinâmico:** atua quando há deslizamento dos corpos. Quando a força de atrito estático for ultrapassada pela força aplicada ao corpo, este entrará em movimento, e passaremos a considerar sua força de atrito dinâmico. No seu cálculo é utilizado o coeficiente de atrito cinético ( $\mu_d$ ):  $F_{at_d} = \mu_d \cdot N$

### Força Centrípeta ( $F_{cp}$ )

Quando um corpo efetua um Movimento Circular, sofre uma aceleração que é responsável pela mudança da direção do movimento, a qual chamamos aceleração centrípeta. A equação da Força Centrípeta é:  $F_{cp} = m \cdot a_{cp}$

- $m$  = massa do corpo, medida em kg.
- $a_{cp}$  = aceleração centrípeta, em m/s que pode ser escrita  $a_{cp} = v^2/R$
- $v$  = velocidade em m/s
- $R$  = raio da circunferência

Sabendo que existe uma aceleração e sendo dada a massa do corpo, podemos, pela 2ª Lei de Newton, calcular uma força (centrípeta) que assim como a aceleração centrípeta, aponta para o centro da trajetória circular. Sem a Força Centrípeta, um corpo não poderia executar um movimento circular.



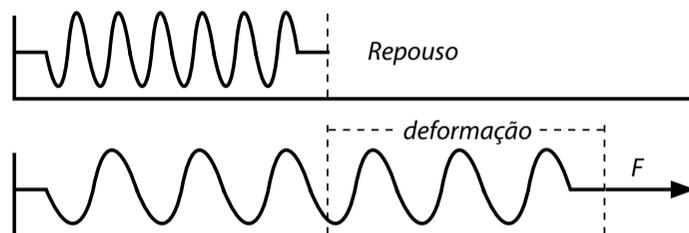
Quando o movimento for circular uniforme (MCU), a aceleração centrípeta é constante, portanto, a força centrípeta também é constante. A força centrípeta é a resultante das forças que agem sobre o corpo, com direção perpendicular à trajetória.

### Força Elástica ( $F_{el}$ )

Quando aplicamos uma força  $F$  em uma mola presa em uma das extremidades a um suporte, e em estado de repouso (sem ação de nenhuma força), a mola tende a deformar (esticar ou comprimir, **dependendo do sentido da força** aplicada). Robert Hooke (1635-1703) estudou que a deformação da mola aumenta proporcionalmente à força. Daí estabeleceu-se a seguinte Lei de Hooke:

$$F_{el} = k \cdot x$$

- $F_{el}$  = intensidade da força aplicada (N);
- $k$  = constante elástica da mola (N/m);
- $x$  = deformação da mola (m).

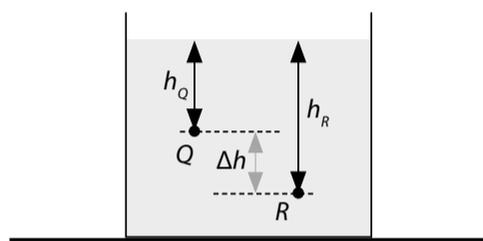


A constante elástica da mola ( $k$ ) depende principalmente da natureza do material de fabricação da mola e de suas dimensões. Sua unidade mais comum é o N/m (Newton por metro).

## Mecânica: Hidrostática

**Teorema de Stevin:** a diferença entre as pressões de dois pontos de um fluido em equilíbrio é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos.

Seja um líquido qualquer de densidade  $d$  em um recipiente qualquer, escolhamos dois pontos arbitrários Q e R.



As pressões em Q e R são:  $P_Q = d \cdot h_Q \cdot g$   
 $P_R = d \cdot h_R \cdot g$

$P$  = Pressão do corpo, em Pascal (Pa)  
 $d$  = densidade do líquido, em  $\text{kg/m}^3$   
 $h$  = altura do ponto de pressão, em metros (m)  
 $g$  = aceleração da gravidade ( $\text{m/s}^2$ )

A diferença entre as pressões dos dois pontos é  $\Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h$

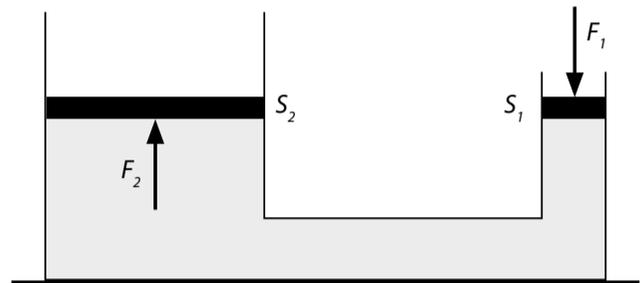
Concluimos que todos os pontos a uma mesma profundidade, em um fluido homogêneo estão submetidos à mesma pressão. Se o ponto estiver na superfície do líquido, a pressão será igual à pressão atmosférica.

**Teorema de Pascal:** o acréscimo de pressão exercida num ponto em um líquido ideal em equilíbrio se transmite integralmente a todos os pontos desse líquido e às paredes do recipiente que o contém.

Quando aplicamos uma força a um líquido, a pressão causada se distribui integralmente e igualmente em todas as direções e sentidos.

Uma das principais aplicações do teorema de Pascal é a prensa hidráulica. Este mecanismo consiste em dois cilindros de raios diferentes A e B, interligados por um tubo, no seu interior existe um líquido que sustenta dois êmbolos de áreas diferentes  $S_1$  e  $S_2$ .

Exemplo: Considere o sistema abaixo:

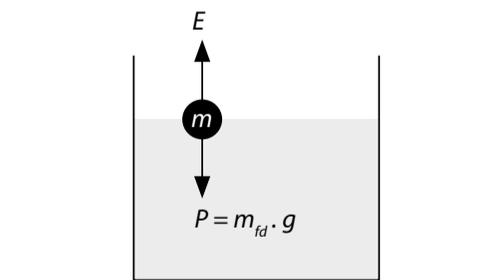


$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Ao aplicar uma Força ( $F_1$ ) de 12N em  $S_1$  (menor) com  $0,1 \text{ m}^2$ , qual a força ( $F_2$ ) transmitida ao êmbolo maior ( $S_2$ ) inicialmente com  $1 \text{ m}^2$ ?

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow \frac{12}{0,1} = \frac{F_2}{1} \rightarrow F_2 = 120\text{N}$$

**Empuxo (E):** é uma força vertical, orientada de baixo para cima, cuja intensidade é igual ao peso do volume de fluido deslocado por um corpo total ou parcialmente imerso. Arquimedes (287a.C. - 212a.C.) descobriu esse cálculo com a fórmula:  $E = d_f \cdot V_{fd} \cdot g$



$E$  = Empuxo (N)

$d_f$  = densidade do fluido ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_{fd}$  = Volume do fluido deslocado ( $\text{m}^3$ )

$g$  = aceleração da gravidade ( $\text{m/s}^2$ )

**Pressão hidrostática:** é a pressão ( $p$ ) exercida sobre o fundo de um recipiente com um líquido de massa ( $m$  ou  $\mu = m/V$ ), altura ( $h$ ), num local onde a aceleração da gravidade é ( $g$ ), representada pela expressão:  $p = \mu \cdot g \cdot h$

## Mecânica: Trabalho

Na Física, o termo *trabalho* é utilizado quando falamos no Trabalho realizado por uma força, ou seja, o Trabalho Mecânico. Uma força aplicada em um corpo realiza um trabalho quando produz um deslocamento no corpo. Utilizamos a letra grega tau minúscula ( $T$ ) para expressar trabalho. A unidade de Trabalho no S.I. é o Joule (J).

Quando uma força tem a mesma direção do movimento o trabalho realizado é positivo:  $> 0$ ; Quando uma força tem direção oposta ao movimento o trabalho realizado é negativo:  $< 0$ .

O trabalho resultante é obtido através da soma dos trabalhos de cada força aplicada ao corpo, ou pelo cálculo da força resultante no corpo ( $T_R = T_1 + T_2 + T_3 \dots$ ). Quando a força é paralela ao deslocamento, ou seja, o vetor deslocamento e a força não formam ângulo entre si, calculamos o trabalho:  $T = F \cdot \Delta s$

$T$  = Trabalho

$F$  = Força

$\Delta s$  = Espaço do deslocamento do corpo

## Mecânica: Potência

Dois carros saem da praia em direção a serra ( $h = 600m$ ). Um dos carros realiza a viagem em 1 hora, o outro demora 2 horas para chegar. Qual dos carros realizou maior trabalho? Nenhum dos dois. O Trabalho foi exatamente o mesmo.

Entretanto, o carro que andou mais rápido desenvolveu uma Potência maior. A unidade de potência no S.I. é o watt (W).  $1 W = 1 J/1 s$ . Além do watt, usa-se com frequência as unidades: 1kW (1 quilowatt) = 1000W, 1MW (1 megawatt) = 1000000W = 1000kW, 1cv (1 cavalo-vapor) = 735W, 1HP (1 horse-power) = 746W.

## Mecânica: Energia

Energia é a capacidade de executar um trabalho. Energia mecânica é aquela que acontece devido ao movimento dos corpos ou armazenada nos sistemas físicos. Dentre as diversas energias conhecidas, as que veremos no estudo de dinâmica são: Energia Cinética; Energia Potencial Gravitacional; Energia Potencial Elástica.

**Energia Cinética ( $E_C$ ):** é a energia ligada ao movimento dos corpos. Resulta da transferência de energia do sistema que põe o corpo em movimento. Sua equação é dada por:  $E_C = m \cdot v^2 / 2$ . A unidade de energia é a mesma do trabalho: o Joule (J).

**Teorema da Energia Cinética (TEC):** o trabalho da força resultante ( $T_R$ ) é medido pela variação da energia cinética.

$$T_R = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

**Energia Potencial ( $E_p$ ):** é a energia que pode ser armazenada em um sistema físico e tem a capacidade de ser transformada em energia cinética. Conforme o corpo perde energia potencial ganha energia cinética ou vice-verso.

**Energia Potencial Gravitacional ( $E_{PG}$ ):** é a energia que corresponde ao trabalho que a força Peso realiza. É obtido quando consideramos o deslocamento de

um corpo na vertical, tendo como origem o nível de referência (solo, chão de uma sala, ...). Enquanto o corpo cai vai ficando mais rápido, ou seja, ganha Energia Cinética, e como a altura diminui, perde Energia Potencial Gravitacional.

$$E_{pG} = P \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

**Conservação de Energia Mecânica:** a energia mecânica de um corpo é igual à soma das energias potenciais e cinética dele. Qualquer movimento é realizado através de transformação de energia: quando você corre, transforma a energia química de seu corpo em energia cinética. O mesmo acontece para a conservação de energia mecânica. Portanto:  $E_M = E_C + E_p$ .

Exemplo: uma pedra que é abandonada de um penhasco. Em um primeiro momento, antes de ser abandonada, a pedra tem energia cinética nula (já que não está em movimento) e energia potencial total. Quando a pedra chegar ao solo, sua energia cinética será total, e a energia potencial nula (já que a altura será zero). Dizemos que a energia potencial se transformou em energia cinética.

## Eletrromagnetismo

### Cargas Elétricas

Toda a matéria que conhecemos é formada por moléculas. Esta, por sua vez, é formada de átomos, que são compostos por três tipos de partículas elementares: prótons, nêutrons e elétrons.

**Átomos:** são formados por um núcleo, onde ficam os prótons e nêutrons e uma eletrosfera, onde os elétrons permanecem, em órbita.

**Prótons e nêutrons:** têm massa praticamente igual, mas os elétrons têm massa milhares de vezes menor. Sendo  $m$  a massa dos prótons, podemos representar a massa dos elétrons como:

$$m_{\text{elétron}} \approx \frac{1}{2000} \cdot m$$

A massa dos elétrons é aproximadamente 2 mil vezes menor que a massa dos prótons. Se pudéssemos separar os prótons, nêutrons e elétrons de um átomo, e lançá-los em direção a um ímã, os prótons seriam desviados para uma direção, os elétrons a uma direção oposta a do desvio dos prótons. Os nêutrons não seriam afetados. Esta propriedade de cada uma das partículas é chamada **carga elétrica**. Os prótons são partículas com cargas **positivas**, os elétrons tem carga **negativa** e os nêutrons tem carga **neutra**.

Um próton e um elétron têm valores absolutos iguais embora tenham sinais opostos. O valor da carga de um próton ou um elétron é chamado carga elétrica elementar e simbolizado por  $e$ . A unidade de medida S.I. para a medida de cargas elétricas é o Coulomb (C). A carga elétrica elementar é a menor quantidade de carga encontrada na natureza, comparando-se este valor com Coulomb, têm-se a relação:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

A unidade Coulomb é definida partindo-se do conhecimento de densidades de corrente elétrica, medida em ampère (A), já que suas unidades são interdependentes.

Um Coulomb é definido como a quantidade de carga elétrica que atravessa em 1 segundo, a secção transversal de um condutor percorrido por uma corrente igual a 1 ampère.

## Eletrização de Corpos

A única modificação que um átomo pode sofrer sem que haja reações de alta liberação e/ou absorção de energia é a perda ou ganho de elétrons. Assim, um corpo é chamado de **neutro** se ele tiver **número igual** de **prótons** e de **elétrons**, fazendo com que a carga elétrica sobre o corpo seja **nula**.

Assim sendo, um corpo eletrizado negativamente tem maior número de elétrons do que de prótons, fazendo com que a carga elétrica sobre o corpo seja negativa. Ao contrário, um corpo eletrizado positivamente tem maior número de prótons do que de elétrons, fazendo com que a carga elétrica sobre o corpo seja positiva. Eletrizar um corpo significa tornar diferente o número de prótons e de elétrons (adicionando ou reduzindo o número de elétrons). Podemos definir a carga elétrica de um corpo (Q) pela relação:  $Q = n \cdot e$

Q = Carga elétrica, medida em Coulomb  
n = quantidade de cargas elementares, que é uma grandeza adimensional e têm sempre valor inteiro (n=1, 2, 3 ...)  
e = carga elétrica elementar ( $1,6 \cdot 10^{-19}$  C)

A eletrostática é descrita por dois princípios, o da atração e repulsão de cargas conforme seu sinal (sinais iguais se repelem e sinais contrários se atraem) e a conservação de cargas elétricas, a qual assegura que em um sistema isolado, a soma de todas as cargas existentes será sempre constante, ou seja, não há perdas.

Os processos de eletrização mais comuns: atrito (que depende da natureza do material elaborado numa lista "série triboelétrica"), contato e indução (princípio da atração e repulsão).

## Lei de Coulomb

Formulada por Charles Augustin Coulomb, refere-se às forças de interação (atração e repulsão) entre duas cargas elétricas puntiformes (com dimensão e massa desprezível). Pelo princípio de atração e repulsão, cargas com sinais opostos são atraídas e com sinais iguais são repelidas, mas estas forças de interação têm intensidade igual, independente do sentido para onde o vetor que as descreve aponta.

A intensidade da força elétrica de interação entre cargas puntiformes é diretamente proporcional ao produto dos módulos de cada carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

Produto de  $Q_1$  e  $Q_2 > 0$  repulsão

Produto de  $Q_1$  e  $Q_2 < 0$  atração

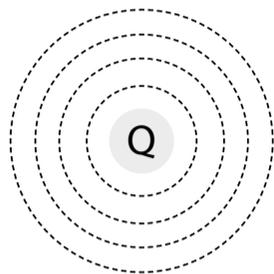
## Campo Elétrico

Assim como a Terra tem um campo gravitacional, uma carga Q também tem um campo que pode influenciar as cargas de prova q nele colocadas. E usando esta analogia, podemos encontrar:  $P = m \cdot g$

Chama-se Campo Elétrico o campo estabelecido em todos os pontos do espaço sob a influência de uma carga geradora de intensidade Q, de forma que qualquer carga de prova de intensidade q fica sujeita a uma força de interação (atração ou repulsão) exercida por Q. Concluímos que campo elétrico é um tipo força que as cargas elétricas geram ao seu redor.

Já uma carga de prova é definida

como um corpo puntual de carga elétrica conhecida, utilizado para detectar a existência de um campo elétrico, também possibilitando o cálculo de sua intensidade.



## Corrente Elétrica

Ao se estudarem situações onde as partículas eletricamente carregadas deixam de estar em equilíbrio eletrostático passam à situação onde há deslocamento destas cargas para uma determinada direção e em um sentido, este deslocamento é o que chamamos corrente elétrica. É o movimento ordenado de cargas elétricas. As correntes elétricas são responsáveis pela eletricidade considerada utilizável por nós.

A corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial elétrico (d.d.p./ tensão). E ela é explicada pelo conceito de campo elétrico, ou seja, ao considerar uma carga A positiva e outra B, negativa, então há um campo orientado da carga A para B. Ao ligar-se um fio condutor entre as duas os elétrons livres tendem a se deslocar no sentido da carga positiva, devido ao fato de terem cargas negativas. Desta forma cria-se uma corrente elétrica no fio, com sentido oposto ao campo elétrico, e este é chamado sentido real da corrente elétrica. Embora seja convenção que a corrente tenha o mesmo sentido do campo elétrico, o que não altera em nada seus efeitos, e este é chamado o sentido convencional da corrente.

**Condutor elétrico:** é todo corpo que permite a movimentação de carga no seu interior. Exemplos: metais, grafite, água.

**Isolante elétrico:** é todo corpo que permite a movimentação de carga no seu interior. Exemplos: vidro, borracha, seda.

**Intensidade de corrente elétrica:** é a quantidade de carga que passa numa seção transversal de um condutor durante um certo intervalo de tempo.

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

Q = carga elétrica, em Coulomb (C)

$\Delta t$  = intervalo de tempo, em segundos

i = intensidade de corrente elétrica, em Coulomb por segundo = Ampère (A)

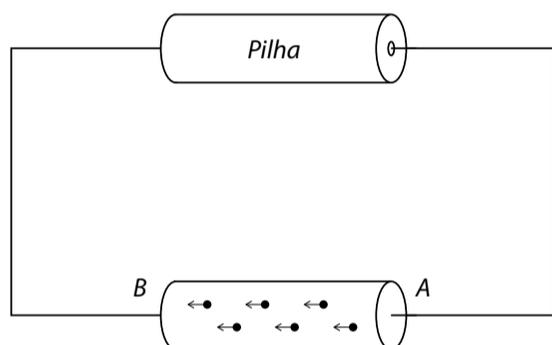
Quando a corrente elétrica mantém sentido invariável ela é denominada **corrente contínua** (C.C.). Caso o sentido da corrente elétrica se modifique no decorrer do tempo, ela é denominada **corrente alternada** (C.A.)

## Diferença de Potencial (D.D.P) ou Tensão Elétrica

Normalmente as cargas elétricas livres de um condutor metálico isolado estão em movimento desordenado. Em certas condições podemos transformar este movimento desordenado em movimento ordenado, basta ligarmos as extremidades do condutor aos terminais de um dispositivo chamado **gerador**. A função do gerador é fornecer às cargas elétricas, energia elétrica. Um gerador é o dispositivo elétrico que transforma um tipo qualquer de energia em energia elétrica. Exemplos: Luminosos (placas solares), Mecânicos (usinas hidrelé-

tricas, termoelétrica, nuclear), Químicos (pilhas, baterias) e Térmicos (pilhas em série ou paralelo).

À medida que as cargas se movimentam elas se chocam com os átomos que constituem a rede cristalina do condutor, havendo uma conversão de energia elétrica em energia térmica. Assim, as cargas elétricas irão “perdendo” a energia elétrica que receberam do gerador. Portanto, considerando o condutor representado a seguir na extremidade B cada carga elementar possui uma energia elétrica E - B menor que a energia elétrica na extremidade A - E (EB < EA).



A relação entre energia elétrica que a partícula possui num determinado ponto do condutor e a sua carga elétrica (carga elementar) define uma grandeza física chamada de potencial elétrico (V).

$$V_A = \frac{E_A}{e} \text{ e } V_B = \frac{E_B}{e}$$

Entre esses pontos haverá uma diferença de potencial elétrico (D.D.P.) ou tensão elétrica (U), dada por:  $U = V_A - V_B$  onde  $V_A > V_B$ .

E = energia, em Joule (J)

e = carga elementar, em Coulomb (C)

V = potencial elétrico, em Joule por Coulomb = Volt (V)

U = D.D.P., em Joule por Coulomb = Volt (V)

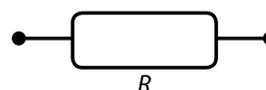
## Resistência Elétrica

Ao aplicarmos uma tensão U em um condutor, estabelecemos nele uma corrente elétrica de intensidade i. Para a maior parte dos condutores estas duas grandezas são diretamente proporcionais: conforme uma aumenta a outra também aumenta.  $U/i = \text{constante}$ . A esta constante chamamos de **resistência elétrica do condutor** (R), que depende de fatores como a natureza do material. Quando esta proporcionalidade é mantida de forma linear, chamamos o condutor de ôhmico, tendo seu valor dado por:  $R = U/i$ .

A resistência elétrica pode ser caracterizada como a "barreira" encontrada para que haja passagem de corrente elétrica por um condutor submetido a uma determinada tensão. No Sistema Internacional, a unidade adotada para esta grandeza é o ohm ( $\Omega$ ).

**Resistores:** são peças utilizadas em circuitos elétricos que tem como principal função converter energia elétrica em energia térmica. São usados como aquecedores ou dissipadores de eletricidade. Exemplos: o filamento de uma lâmpada incandescente, o aquecedor de um chuveiro elétrico, os filamentos que são aquecidos em uma estufa, etc.

Em circuitos elétricos teóricos costuma-se considerar toda a resistência encontrada proveniente de resistores, ou seja, são consideradas as ligações entre eles como condutores ideais (que não apresentam resistência), e utilizam-se as representações gráficas:



## Efeito Joule

Ao causar uma excitação ou movimentação de ânions, cátions ou elétrons livres (corrente elétrica, que movimentam as partículas), acaba colidindo com outras partes do condutor que se encontra em repouso gerando um efeito de aquecimento chamado de efeito Joule. O aquecimento no fio pode ser medido pela lei de joule, que é matematicamente expressa por:  $Q = i^2 \cdot R \cdot t$

$i$  = intensidade da corrente, Ampère (A)  
 $R$  = resistência do condutor, em ohm ( $\Omega$ ).  
 $t$  = tempo pelo qual a corrente percorre o condutor

Esta relação é válida desde que a intensidade da corrente seja constante durante o intervalo de tempo de ocorrência.

## Potência Elétrica

É dissipada por um condutor e definida como a quantidade de energia térmica que passa por ele durante uma quantidade de tempo.  $Pot = E/\Delta t$ . A unidade utilizada para energia é o watt (W), que designa joule por segundo (J/s). Ao considerar que toda a energia perdida em um circuito é resultado do efeito Joule, admitimos que a energia transformada em calor é igual à energia perdida por uma carga  $q$  que passa pelo condutor.

$$Pot = U \cdot i$$

$U$  = tensão elétrica, em Volt (V)

$i$  = intensidade da corrente, Ampère (A)

## Leis de Ohm

**1ª Lei de Ohm:** a resistência de um objeto é independente da intensidade ou do sinal da diferença de potencial

aplicada. Numa experiência, Georg Simon Ohm aplicou, sucessivamente, as tensões  $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$  entre os terminais de um resistor e obteve, respectivamente, as correntes  $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ . Observou-se que esses valores são relacionados da seguinte forma:

$$\frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \frac{U_3}{i_3} = \dots = \frac{U_n}{i_n} = \frac{U}{i} = R = \text{constante}$$

A intensidade da corrente elétrica que percorre um resistor é diretamente proporcional à tensão entre seus terminais. Essa lei de Ohm é válida apenas para alguns resistores, que foram determinados resistores ôhmicos. Os resistores em que a resistência não se mantém constante são os resistores não-ôhmicos e a unidade de resistência elétrica no S.I. é ohm ( $\Omega$ ): 1 volt/1 ampère.

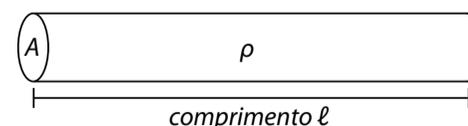
**2ª Lei de Ohm:** descreve as grandezas que influenciam na **resistência elétrica** de um condutor. A resistência de um condutor homogêneo de secção transversal constante é proporcional ao seu comprimento e da natureza do material de sua construção, e é inversamente proporcional à área de sua secção transversal. Em alguns materiais também depende de sua temperatura.

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$

$\rho$  = resistividade, depende do material do condutor e de sua temperatura.

$\ell$  = comprimento do condutor

$A$  = área da secção transversal.

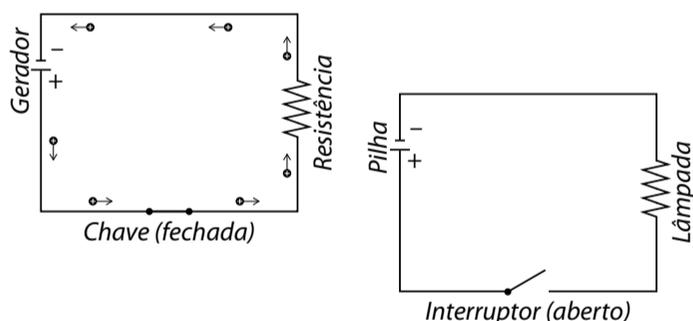


Como a unidade de resistência elétrica é o ohm ( $\Omega$ ), então a unidade adotada pelo S.I. para a resistividade é  $\Omega \cdot m$

**Energia:** é a capacidade de gerar uma **ação** ou um **trabalho**.

## Circuito Elétrico Simples

Generalizando, é um conjunto de caminhos que permitem a passagem da corrente elétrica, no qual aparecem outros dispositivos elétricos ligados a um gerador. Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas, sempre apresenta uma fonte de energia elétrica, um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar e desligar o aparelho. Estando ligado, o circuito elétrico está fechado e uma corrente elétrica ( $i$ ) passa por ele. Esta corrente pode produzir vários efeitos, luz, movimentos, aquecimentos, sons, e etc. Em outras palavras são conjuntos formados por um gerador elétrico, um condutor em circuito fechado e um elemento capaz de utilizar a energia produzida pelo gerador.

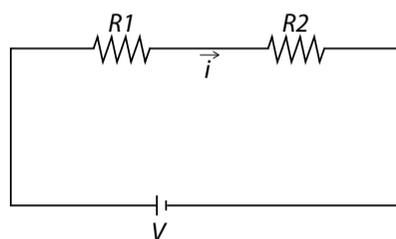


Se a chave (ou interruptor) está fechada, os elétrons podem passar pela chave e, ao se moverem, dizemos que existe corrente elétrica no circuito. Sendo assim, a resistência (no caso, lâmpada) recebe energia (acende). A corrente percorre o caminho do polo positivo para o negativo (sentido da corrente).

## Associação de Resistores

**Série:** nessa associação, os resistores são colocados um em seguida do ou-

tro. A corrente elétrica ( $i$ ) que percorre os resistores é a mesma (com o mesmo valor). A tensão elétrica existente entre esses resistores é a soma de cada tensão existente em cada resistor.

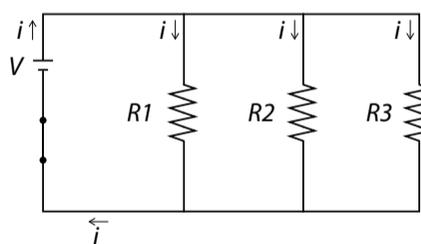


$R1$  = resistência 1  
 $R2$  = resistência 2  
 $i$  = corrente elétrica  
 $V$  = tensão elétrica

Nesse caso,  $V = V1 + V2$  e Resistência Total (equivalente) =  $R1 + R2$

$V1$  = tensão elétrica no resistor  $R1$   
 $V2$  = tensão elétrica no resistor  $R2$

**Paralelo:** nessa associação, os resistores são colocados um paralelo ao outro. A corrente elétrica ( $i$ ) que percorre os resistores é dividida e depende da tensão de cada um deles. A tensão dessa associação é a mesma para todos os resistores.



$R1$  = resistência 1  
 $R2$  = resistência 2  
 $R3$  = resistência 3  
 $V$  = tensão elétrica  
 $i$  = corrente elétrica total

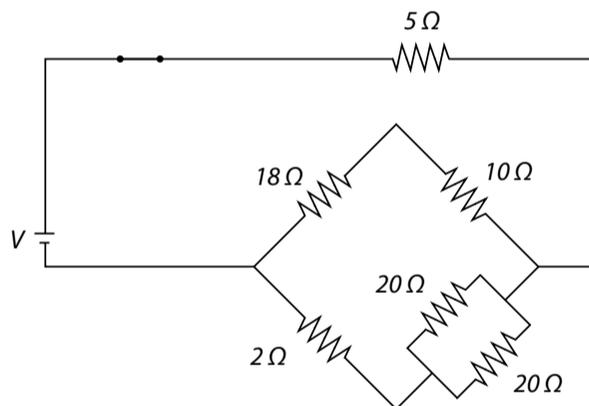
$i1$  = corrente elétrica no resistor 1  
 $i2$  = corrente elétrica no resistor 2  
 $i3$  = corrente elétrica no resistor 3

Neste caso, a corrente total da associação em paralelo é obtida somando todas as correntes referentes a cada resistor:  $i = i_1 + i_2 + i_3$

A resistência equivalente (total) da associação em paralelo é calculada da seguinte forma:

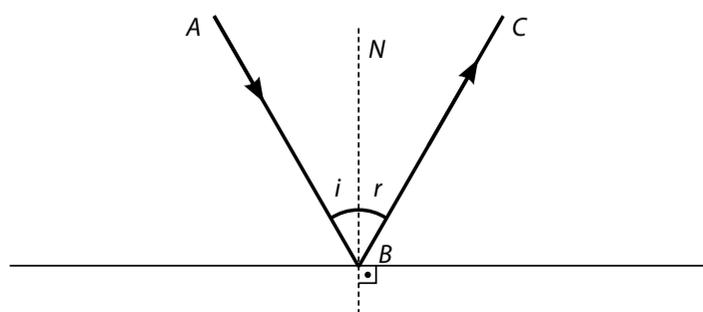
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

**Mista:** nessa associação, os resistores são colocados de forma misturada, parte em série e parte em paralelo. Nesse caso a corrente elétrica e a tensão elétrica dependerá da análise da associação não tendo então uma forma esquemática. Deve-se utilizar as duas anteriormente mencionadas separadamente e agrupar no final.



## Óptica: Reflexão

Reflexão é o fenômeno demonstrado em que a luz volta a se propagar no meio de origem, após incidir sobre um objeto ou superfície. É possível esquematizar a reflexão de um raio de luz, ao atingir uma superfície plana polida:



AB = raio de luz incidente

BC = raio de luz refletido

N = reta normal à superfície no ponto B

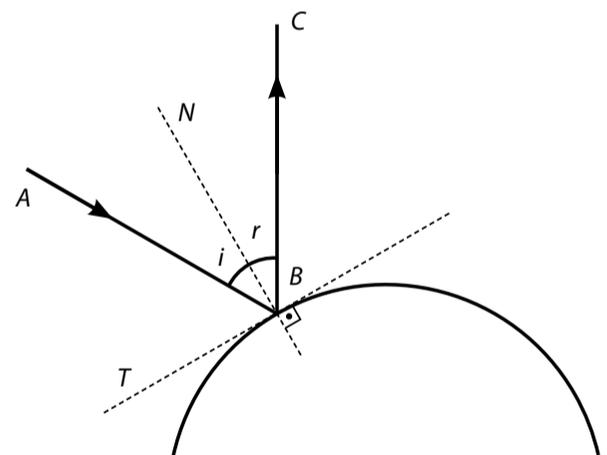
$i$  = ângulo de incidência, formado entre o raio incidente e a reta normal (N).

$r$  = ângulo refletido, formado entre o raio refletido e a reta normal (N).

**1ª lei da reflexão:** o raio de luz refletido e o raio de luz incidente, assim como a reta normal à superfície, pertencem ao mesmo plano, ou seja, são coplanares.

**2ª Lei da reflexão:** o ângulo de reflexão ( $r$ ) é sempre igual ao ângulo de incidência ( $i$ ):  $i = r$

**Reflexão da luz em superfícies esféricas polidas (Convexo):** obedece as duas leis da reflexão com adição da reta tangente (T). Os ângulos de incidência e reflexão são iguais, os raios incididos são refletidos e a reta normal é perpendicular ao ponto incidido e à reta tangente.



AB = raio de luz incidente

BC = raio de luz refletido

N = reta normal à superfície no ponto B

T = reta tangente à superfície no ponto B

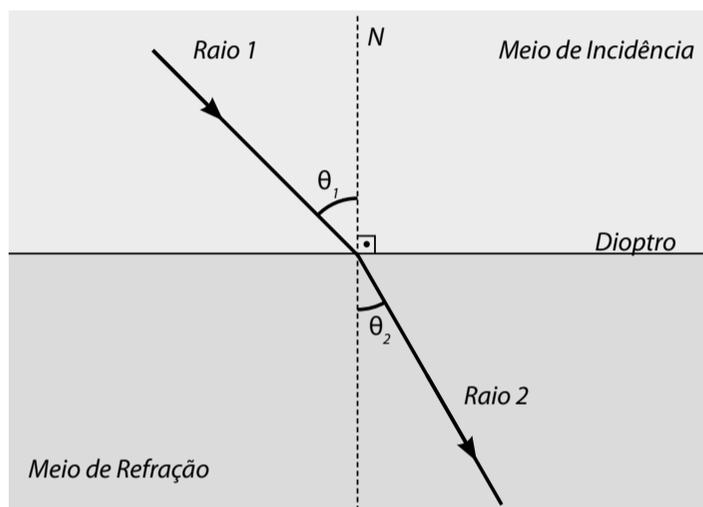
$i$  = ângulo de incidência, formado entre o raio incidente e a reta normal (N).

$r$  = ângulo refletido, formado entre o raio refletido e a reta normal (N).

Quando a superfície esférica polida tem a face refletiva **interna** chamamos de **côncavo** e seus raios convergem para um mesmo ponto: o foco central do espelho.

# Óptica: Refração

Fenômeno em que a luz é transmitida de um meio para outro diferente, onde sua velocidade e o seu comprimento de onda são alterados enquanto que a frequência da onda luminosa não se altera. Com a alteração da velocidade de propagação ocorre um desvio da direção original. Imagine um raio de luz que passa de um meio (homogêneo e transparente) para outro de uma superfície plana:



Raio 1 = raio incidente, com velocidade ( $V_1$ ) e comprimento de onda ( $\lambda_1$ ) característico

Raio 2 = raio refratado, com velocidade ( $V_2$ ) e comprimento de onda ( $\lambda_2$ ) característico

N = reta normal à superfície no ponto que cruza o Dioptro

Dioptro = fronteira plana entre os meios

$\theta_1$  = ângulo de incidência entre o raio 1 e a reta normal

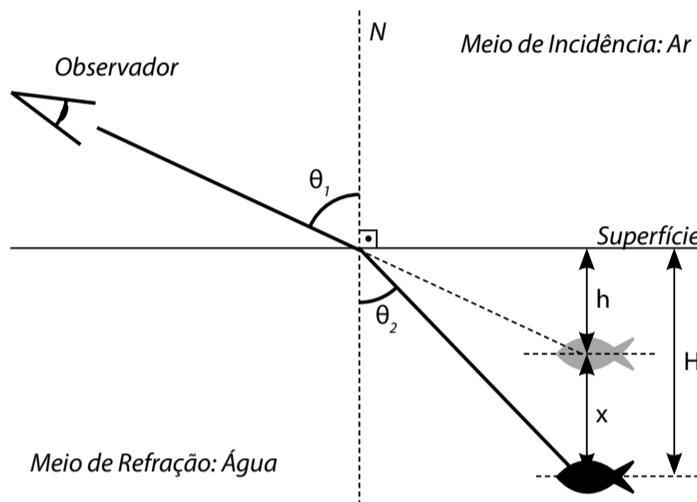
$\theta_2$  = ângulo de refração entre o raio 2 e a reta normal

**1ª Lei da Refração:** o raio incidente, o raio refratado e a reta normal ao ponto de incidência estão contidos no mesmo plano.

**2ª Lei da Refração (Lei de Snell):** expressão utilizada para calcular o desvio dos raios de luz ao mudarem de meio.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Considere um pescador que vê um peixe em um lago. O peixe encontra-se a uma profundidade  $H$  da superfície da água. Entretanto, o pescador o observa a uma profundidade  $h$ , veja:



A expressão para determinar a profundidade é:  $\frac{H}{h} = \frac{n_2}{n_1}$

## Termologia

**Temperatura:** grandeza que caracteriza o estado térmico de um corpo ou sistema.

**Troca de Calor:** transferência de energia térmica entre corpos com temperaturas diferentes. Definimos como **quente** um corpo que tem suas moléculas agitadas, com alta energia cinética. Corpo **frio** é aquele que tem baixa agitação das suas moléculas.

**Equilíbrio térmico:** acontece quando, por exemplo, retiramos um alimento da geladeira ou retiramos um alimento do forno. Após algum tempo, ambos estarão à temperatura ambiente pois cederam ou receberam calor do meio até atingirem um equilíbrio.

**Condução:** o calor é transmitido através de um condutor (algo em contato

com um corpo que doa calor). Exemplo: uma colher encostada na panela que está sobre o fogo.

**Convecção:** consiste no movimento dos fluidos e massas de densidades diferentes. Exemplo: vento, o ar frio é aquecido pelo sol ficando mais leve. Subindo, desloca as massas de ar que estão acima (mais frias) tomando o lugar vago pelo ar aquecido.

**Irradiação:** propagação de energia térmica sem um meio material para acontecer (ondas eletromagnéticas). Exemplo: forno de micro-ondas.

**Escala Celsius:** usada no Brasil para medir a temperatura usando como base os pontos de congelamento da água sob pressão normal (0 °C) e a temperatura de ebulição da água sob pressão normal (100 °C).

**Escala Fahrenheit:** usada nos países de língua inglesa para medir a temperatura usando como base a temperatura de uma mistura de gelo e cloreto de amônia (0 °F) e a temperatura do corpo humano (100 °F).

Comparação	Celsius	Fahrenheit
	0 °C	32 °F
	100 °C	212 °F

**1ª Lei da Termodinâmica:** princípio da conservação de energia aplicada à termodinâmica. Um sistema não pode criar ou consumir energia, mas apenas armazená-la ou transferi-la ao meio onde se encontra, como trabalho (T), ou ambas as situações simultaneamente:  $Q = T + \Delta U$

Q = quantidade de calor, em Joule (J)

T = Trabalho, em Joule (J)

$\Delta U$  = variação da energia interna, em Joule (J)

Calor	Trabalho	Energia Interna	Q / T / $\Delta U$
recebe	realiza	aumenta	> 0
cede	recebe	diminui	< 0
não troca	não realiza, não recebe	não varia	= 0

**2ª Lei da Termodinâmica:** com maior aplicação na construção de máquinas e utilização na indústria, trata diretamente do rendimento das máquinas térmicas: o sentido natural do fluxo de calor é da temperatura mais **alta** para a mais **baixa** (Enunciado de Clausius); é impossível que um dispositivo térmico tenha um rendimento de 100% (Enunciado de Kelvin-Planck). Por menor que seja, sempre há uma quantidade de calor que não se transforma em trabalho efetivo.

**Ciclo de Carnot:** Nicolas Carnot (1796-1832) desenvolveu uma máquina térmica teórica que se comportava como uma máquina de rendimento total, estabelecendo um ciclo de rendimento máximo. Nessa máquina, a quantidade de calor fornecida pela fonte de aquecimento e a quantidade cedida à fonte de resfriamento são proporcionais às suas temperaturas absolutas:  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$\eta$  = rendimento máximo

T1 = temperatura absoluta da fonte de aquecimento

T2 = temperatura absoluta da fonte de resfriamento

Para que haja 100% de rendimento, todo o calor vindo da fonte de aquecimento deveria ser transformado em trabalho, pois a temperatura absoluta da fonte de resfriamento deveria ser 0K. Conclui-se então que o zero absoluto não é possível para um sistema físico.



# Questões

## 1. (ENEM - 2014)

Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

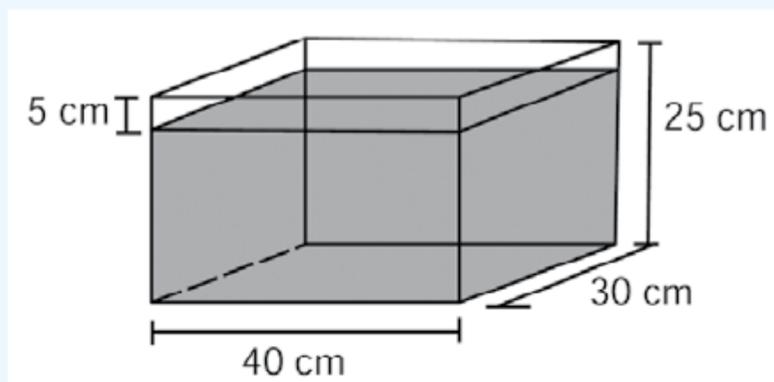
*LENT, R. O cérebro do meu professor de acordeão. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).*

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a:

- a) frequência.
- b) intensidade.
- c) forma da onda.
- d) amplitude da onda.
- e) velocidade de propagação.

## 2. (ENEM - 2012)

Alguns objetos, durante a sua fabricação, necessitam passar por um processo de resfriamento. Para que isso ocorra, uma fábrica utiliza um tanque de resfriamento, como mostrado na figura.

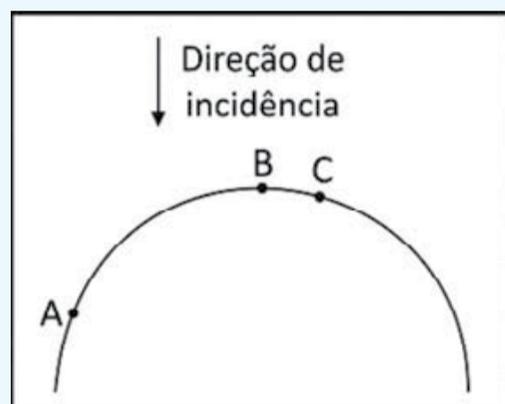


O que aconteceria com o nível da água se colocássemos no tanque um objeto cujo volume fosse de  $2\,400\text{ cm}^3$ ?

- a) O nível subiria 0,2 cm, fazendo a água ficar com 20,2 cm de altura.
- b) O nível subiria 1 cm, fazendo a água ficar com 21 cm de altura.
- c) O nível subiria 2 cm, fazendo a água ficar com 22 cm de altura.
- d) O nível subiria 8 cm, fazendo a água transbordar.
- e) O nível subiria 20 cm, fazendo a água transbordar.

**3.** (FUVEST - 2014)

Luz solar incide verticalmente sobre o espelho esférico convexo visto na figura abaixo.

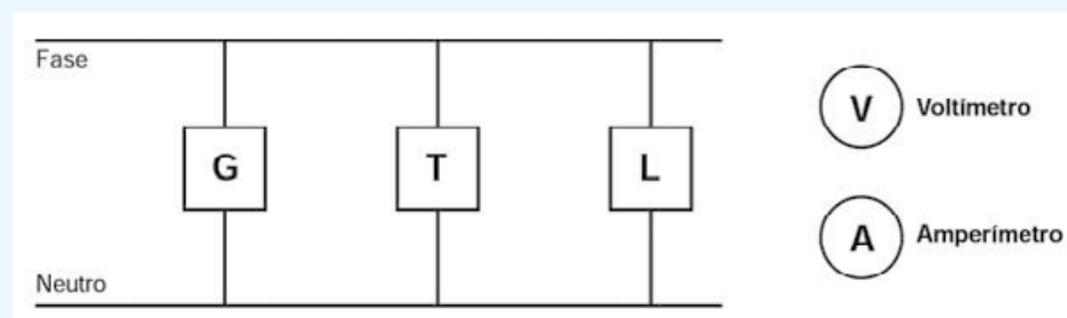


Os raios refletidos nos pontos A, B e C do espelho têm, respectivamente, ângulos de reflexão  $\theta_A$ ,  $\theta_B$  e  $\theta_C$  tais que:

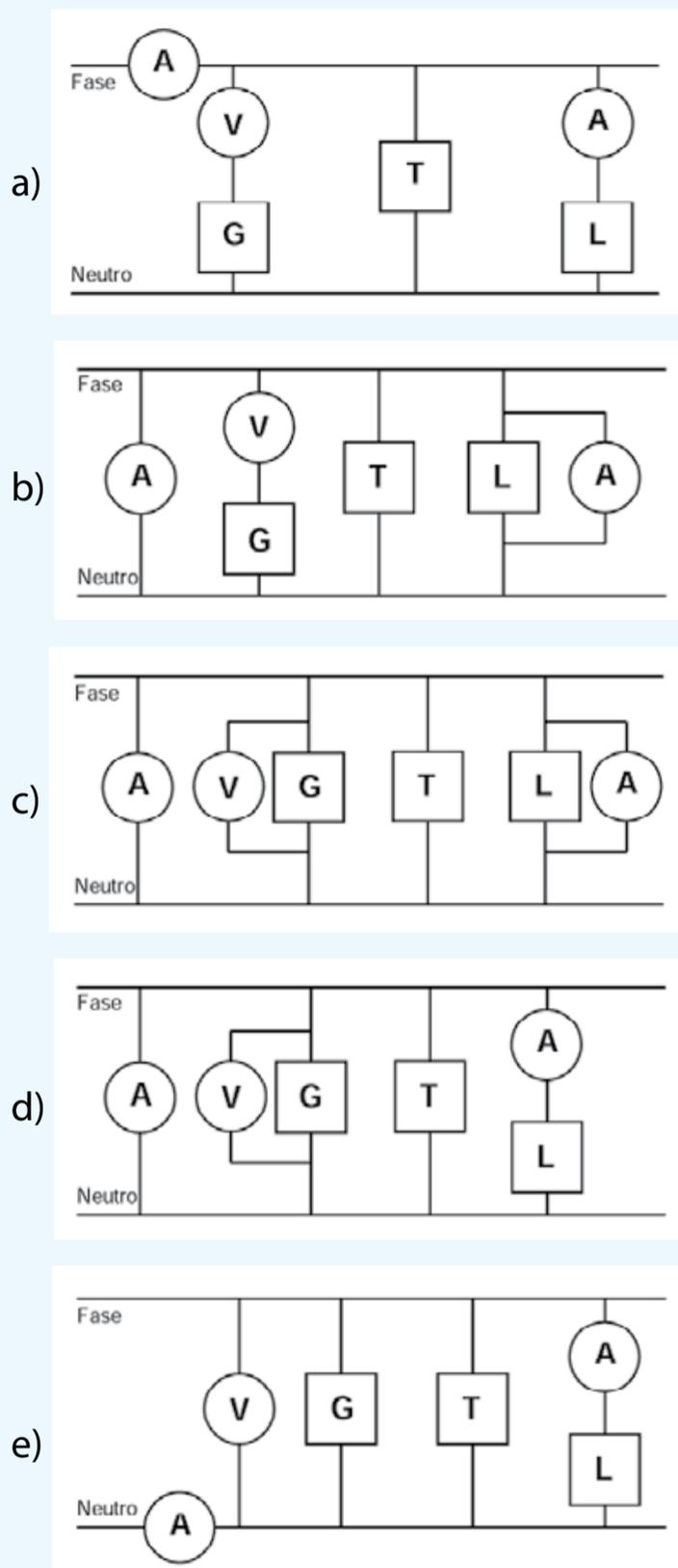
- a)  $\theta_A > \theta_B > \theta_C$
- b)  $\theta_A > \theta_C > \theta_B$
- c)  $\theta_A < \theta_C < \theta_B$
- d)  $\theta_A < \theta_B < \theta_C$
- e)  $\theta_A = \theta_B = \theta_C$

**4.** (ENEM - 2013)

Um eletricitista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricitista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



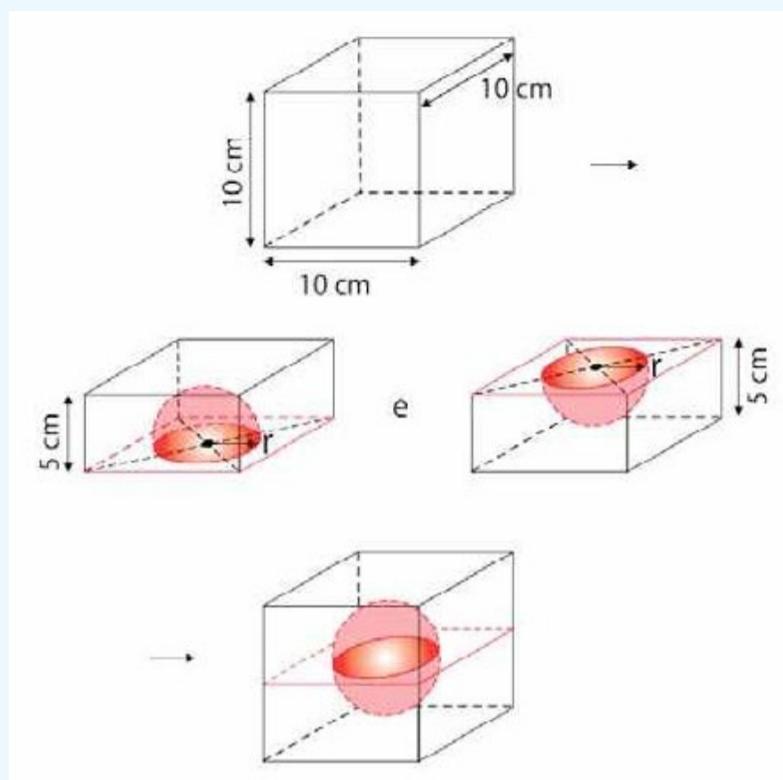
Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:



**5.** (VUNESP - 2013)

Para confeccionar um porta-joias a partir de um cubo maciço e homogêneo de madeira com 10 cm de aresta, um marceneiro dividiu o cubo ao meio, paralelamente às duas faces horizontais. De cada paralelepípedo resultante extraiu uma semiesfera de 4 cm de raio, de modo que seus centros ficassem localizados no cruzamento das diagonais da face de corte, conforme mostra a sequência de figuras.





Sabendo que a densidade da madeira utilizada na confecção do porta-joias era de  $0,85 \text{ g/cm}^3$  e admitindo  $\pi \cong 3$ , a massa aproximada do porta-joias, em gramas, é:

- a) 636      b) 634      c) 630      d) 632      e) 638

## 6. (ENEM - 2012)

Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em:

- a) um dínamo.  
 b) um freio de automóvel.  
 c) um motor a combustão.  
 d) uma usina hidroelétrica.  
 e) uma atiradeira (estilingue).

## 7. (ENEM - 2014)

Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma

tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

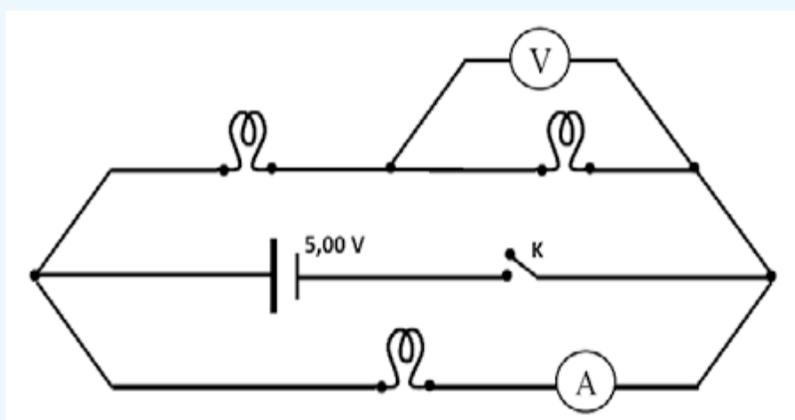
WENDLING, M. Sensores. Disponível em: [www2.feg.unesp.br](http://www2.feg.unesp.br). Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

### 8. (MACKENZIE - 2012)

No circuito elétrico abaixo esquematizado, o gerador elétrico possui resistência elétrica desprezível. Tanto o amperímetro, quanto o voltímetro, são considerados ideais. As lâmpadas ilustradas são idênticas e trazem as informações nominais (1 W — 10 V). Após fechar-se a chave K, o amperímetro e o voltímetro indicarão, respectivamente:



- a) 50 mA e 1,25 V
- b) 25 mA e 1,25 V
- c) 50 mA e 2,50 V
- d) 25 mA e 2,50 V
- e) 75 mA e 5,00 V

### 9. (ENEM - 2011)

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

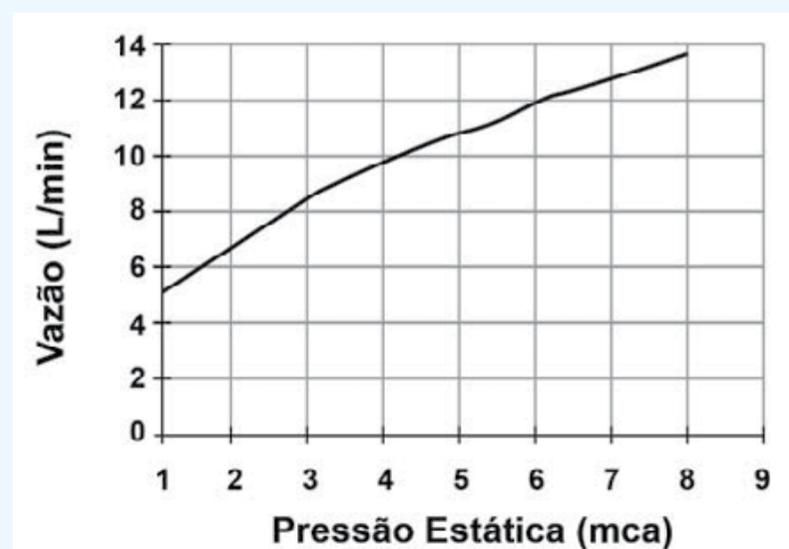
Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br>.

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

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

## 10. (ENEM - 2014)

Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



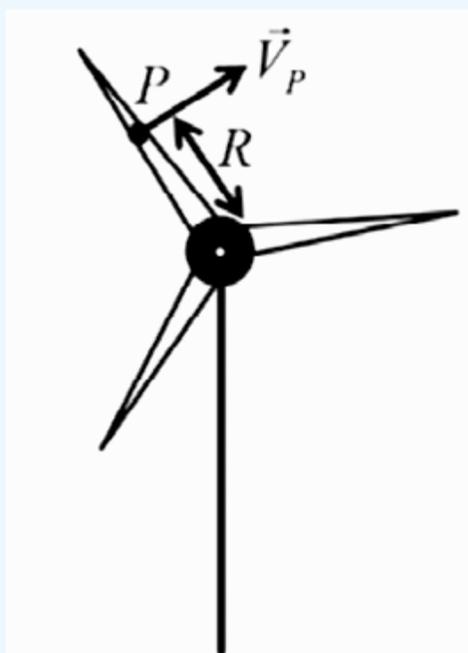
Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a:

- a) 69.120      b) 17.280      c) 11.520      d) 8.640      e) 2.880

### 11. (UNICAMP - 2013)

Um aerogerador, que converte energia eólica em elétrica, tem uma hélice como a representada na figura abaixo. A massa do sistema que gira é  $M = 50$  toneladas, e a distância do eixo ao ponto P, chamada de raio de giração, é  $R = 10$  m. A energia cinética do gerador com a hélice em movimento é dada por  $E = 1/2 M V_P^2$ , sendo  $V_P$  o módulo da velocidade do ponto P. Se o período de rotação da hélice é igual a 2 s, qual é a energia cinética do gerador? Considere  $\pi = 3$ .



- a)  $6,250 \times 10^5$  J.  
b)  $2,250 \times 10^7$  J.  
c)  $5,625 \times 10^7$  J.  
d)  $9,000 \times 10^7$  J.

### 12. (ENEM - 2014)

Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu

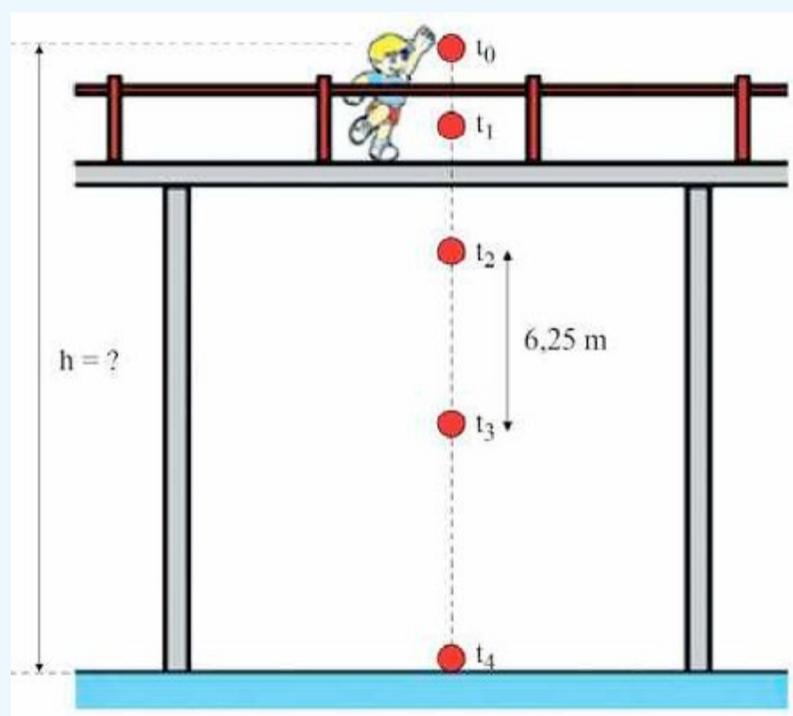
circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a:

- a) difração.
- b) refração.
- c) polarização.
- d) interferência.
- e) ressonância.

### 13. (VUNESP - 2013)

Em um dia de calmaria, um garoto sobre uma ponte deixa cair, verticalmente e a partir do repouso, uma bola no instante  $t_0 = 0$  s. A bola atinge, no instante  $t_4$ , um ponto localizado no nível das águas do rio e à distância  $h$  do ponto de lançamento. A figura apresenta, fora de escala, cinco posições da bola, relativas aos instantes  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  e  $t_4$ . Sabe-se que entre os instantes  $t_2$  e  $t_3$  a bola percorre 6,25 m e que  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



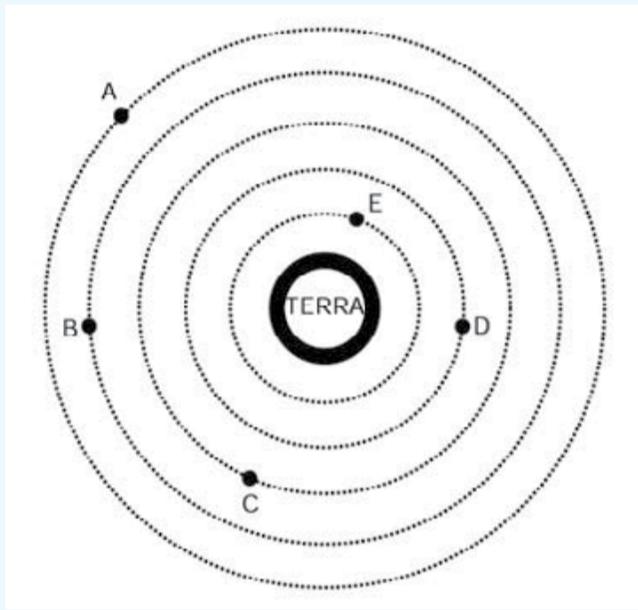
Desprezando a resistência do ar e sabendo que o intervalo de tempo entre duas posições consecutivas apresentadas na figura é sempre o mesmo, pode-se afirmar que a distância  $h$ , em metros, é igual a:

- a) 25.
- b) 28.
- c) 22.
- d) 30.
- e) 20.

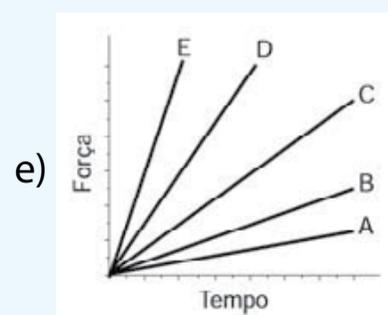
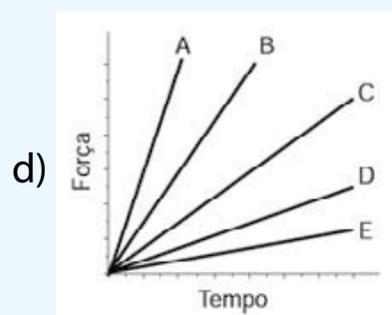
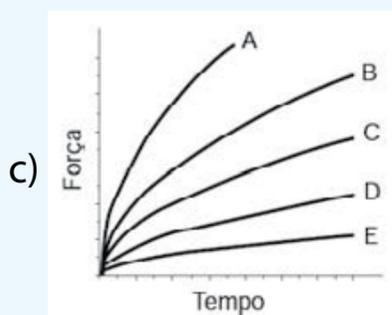
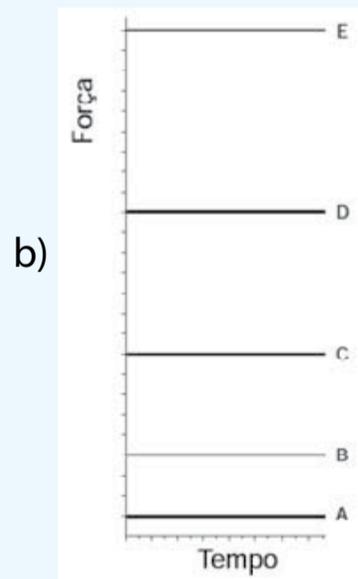
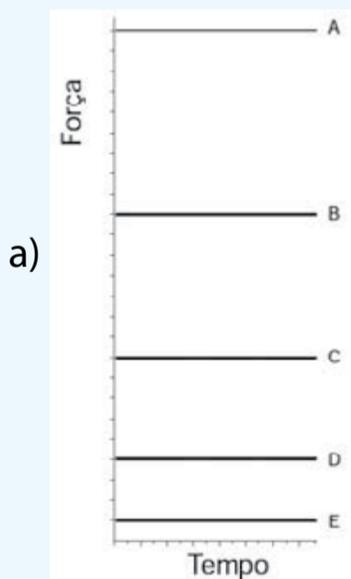
## 14. (ENEM - 2013)

A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, estabelece a intensidade da força de atração entre duas massas. Ela é representada pela expressão:  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$  onde  $m_1$  e  $m_2$  correspondem às massas dos corpos,  $d$  à distância entre eles,  $G$  à constante universal da gravitação e  $F$  à força que um corpo exerce sobre o outro.

O esquema representa as trajetórias circulares de cinco satélites, de mesma massa, orbitando a Terra.

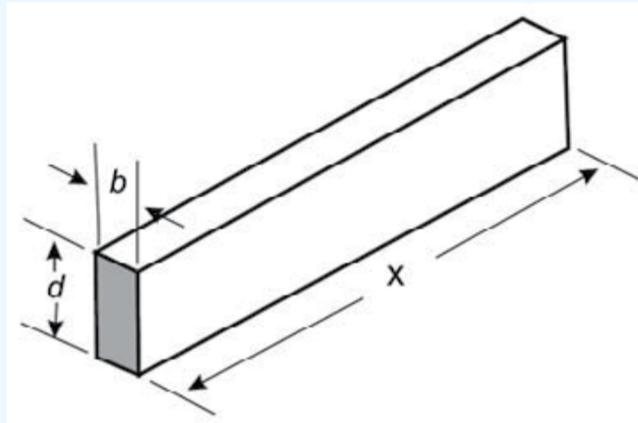


Qual gráfico expressa as intensidades das forças que a Terra exerce sobre cada satélite em função do tempo?



### 15. (ENEM - 2012)

A resistência mecânica  $S$  de uma viga de madeira, em forma de um paralelepípedo retângulo, é diretamente proporcional à sua largura ( $b$ ) e ao quadrado de sua altura ( $d$ ) e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os suportes da viga, que coincide com o seu comprimento ( $x$ ), conforme ilustra a figura. A constante de proporcionalidade  $k$  é chamada de resistência da viga.



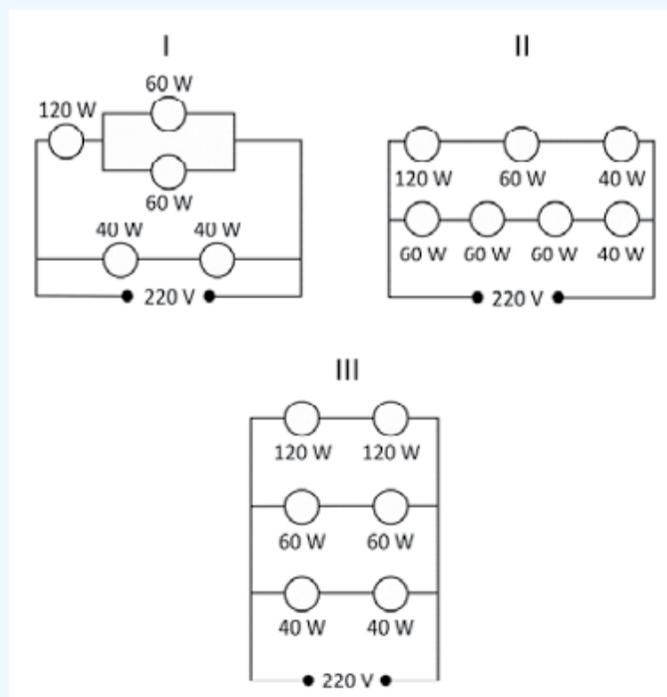
BUSHAW, D. et al. *Aplicações da matemática escolar*. São Paulo: Atual, 1997.

A expressão que traduz a resistência  $S$  dessa viga de madeira é:

- a)  $s = \frac{k \cdot b \cdot d^2}{x^2}$     b)  $s = \frac{k \cdot b \cdot d}{x^2}$     c)  $s = \frac{k \cdot b \cdot d^2}{x}$     d)  $s = \frac{k \cdot b^2 \cdot d}{x}$     e)  $s = \frac{k \cdot b \cdot 2d}{2x}$

### 16. (FUVEST - 2014)

Dispõe-se de várias lâmpadas incandescentes de diferentes potências, projetadas para serem utilizadas em 110 V de tensão. Elas foram acopladas, como nas figuras I, II e III abaixo, e ligadas em 220 V.



Em quais desses circuitos, as lâmpadas funcionarão como se estivessem individualmente ligadas a uma fonte de tensão de 110 V?

- a) Somente em I.
- b) Somente em II.
- c) Somente em III.
- d) Em I e III.
- e) Em II e III.

## 17. (ENEM - 2013)

Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de:

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas.

## 18. (UNICAMP - 2013)

Muitos carros possuem um sistema de segurança para os passageiros chamado airbag. Este sistema consiste em uma bolsa de plástico que é rapidamente inflada quando o carro sofre uma desaceleração brusca, interpondo-se entre o passageiro e o painel do veículo. Em uma colisão, a função do airbag é:

- a) aumentar o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- b) aumentar a variação de momento linear do passageiro durante a colisão, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- c) diminuir o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- d) diminuir o impulso recebido pelo passageiro devido ao choque, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.



## 19. (ENEM - 2014)

Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelhinho, considerando o módulo da velocidade constante.



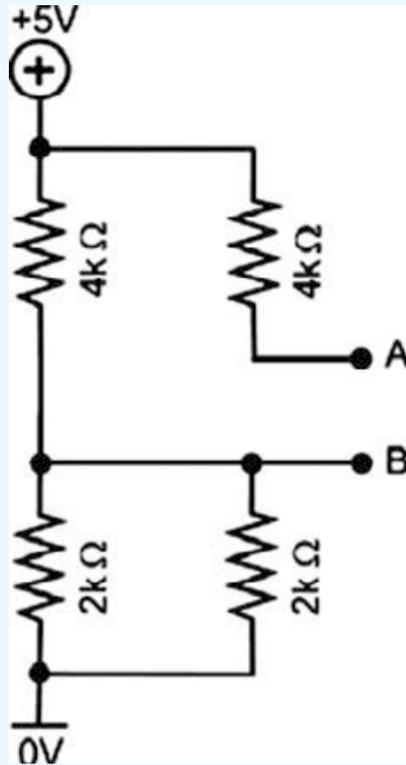
SOUSA, M. Cebolinha, n. 240, jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelhinho, no terceiro quadrinho, é:

- a) nulo.
- b) paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- c) paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- d) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- e) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

## 20. (FUVEST - 2013)

No circuito da figura abaixo, a diferença de potencial, em módulo, entre os pontos A e B é de:

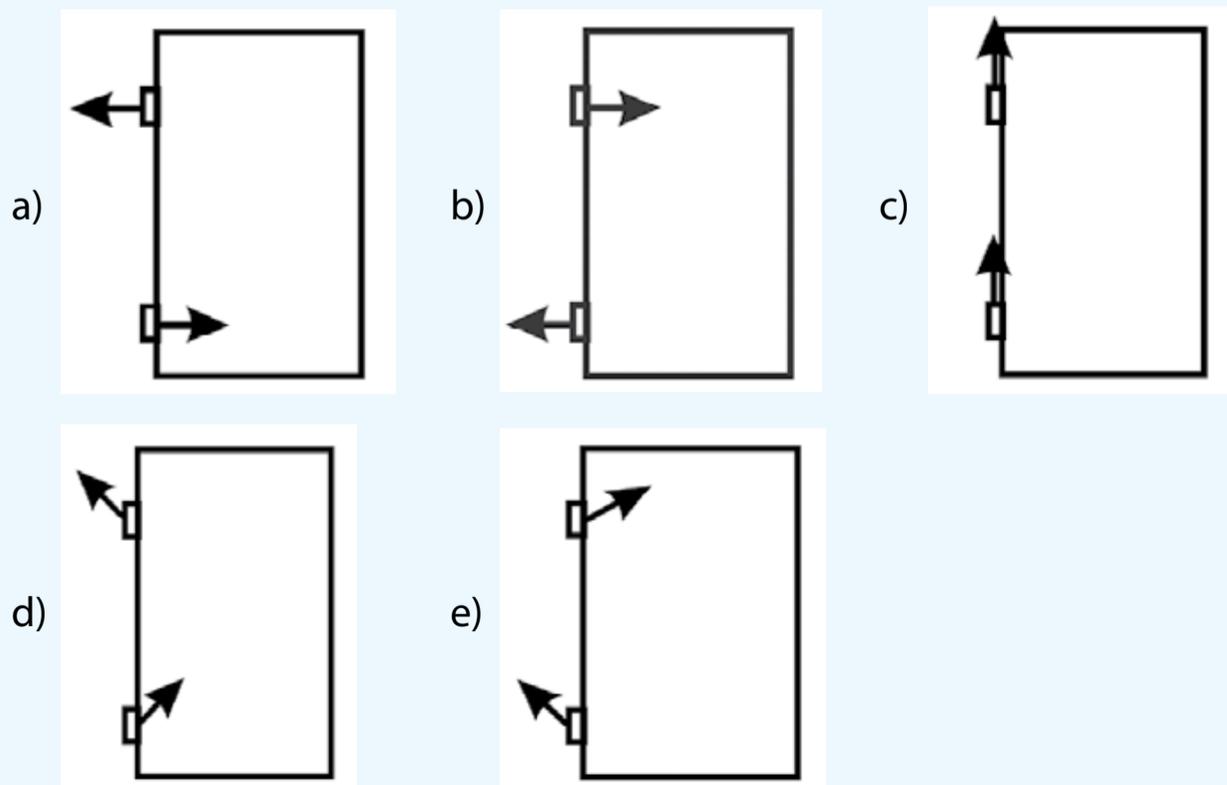


- a) 5 V      b) 4 V      c) 3 V      d) 1 V      e) 0 V

**21.** (ENEM - 2012)

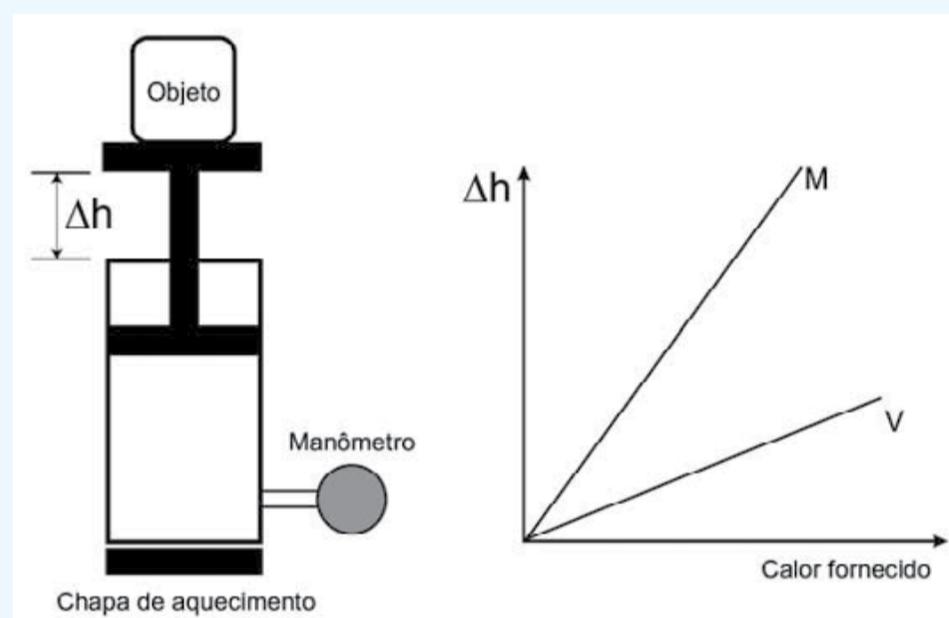
O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em:



## 22. (ENEM - 2014)

Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores  $\Delta h$ , como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar:

- a) maior pressão de vapor.
- b) menor massa molecular.
- c) maior compressibilidade.
- d) menor energia de ativação.
- e) menor capacidade calorífica.

## 23. (ENEM - 2012)

Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz:

- a) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.

- b) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- c) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- d) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- e) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

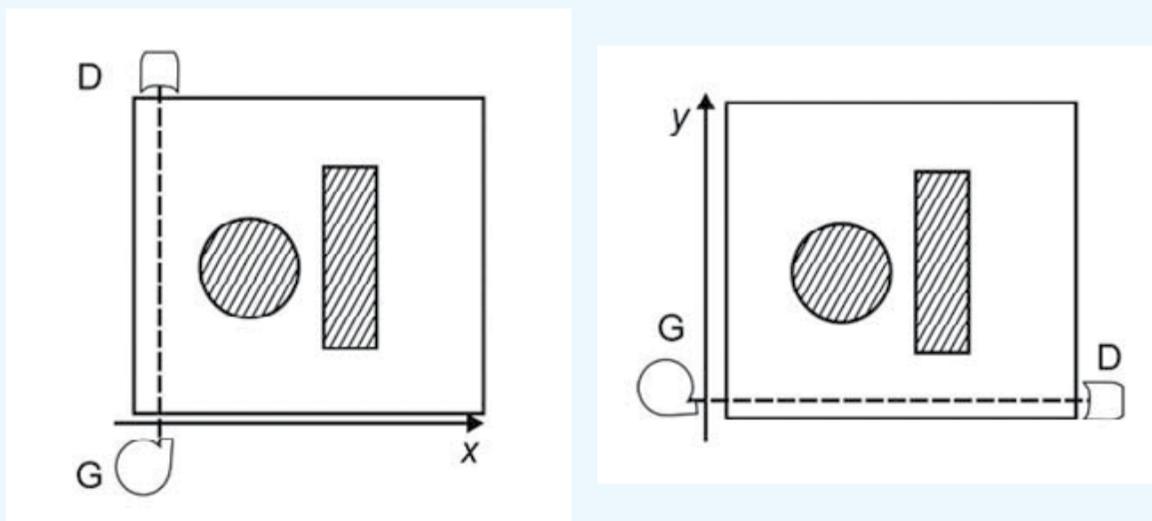
**24.** (MACKENZIE - 2012)

Dois automóveis realizam uma corrida em um circuito "oval". Observa-se que o automóvel A dá uma volta completa a cada intervalo de 1min20s, enquanto que o B realiza, nesse mesmo tempo, 90% de volta. Estando o carro A meia volta atrás do carro B, o tempo necessário para que o carro A alcance o B será de:

- a) 9min10s
- b) 8min50s
- c) 7min20s
- d) 7min50s
- e) 6min40s

**25.** (FUVEST - 2013)

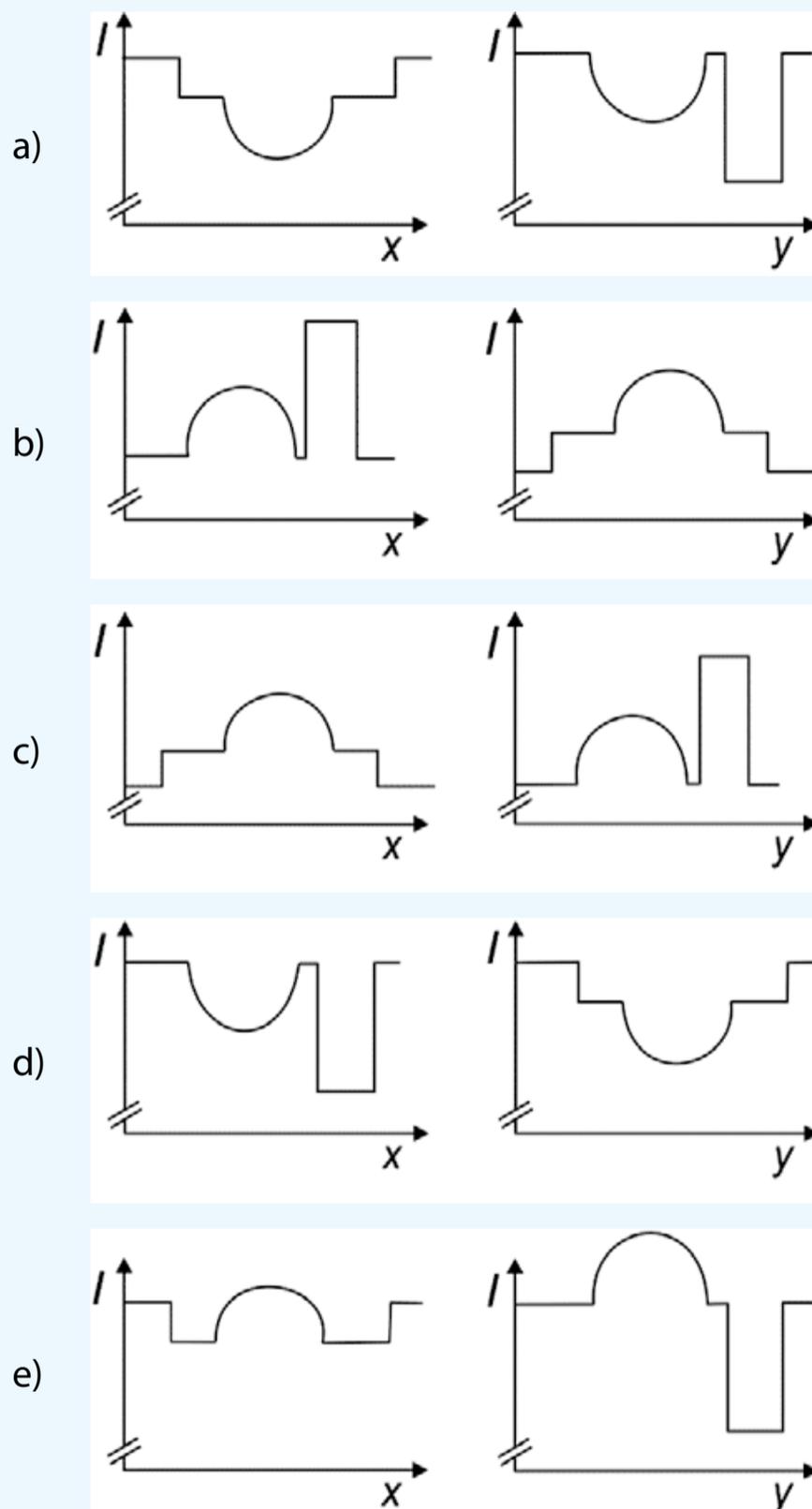
No experimento descrito a seguir, dois corpos, feitos de um mesmo material, de densidade uniforme, um cilíndrico e o outro com forma de paralelepípedo, são colocados dentro de uma caixa, como ilustra a figura a seguir (vista de cima).



Um feixe fino de raios X, com intensidade constante, produzido pelo gerador G, atravessa a caixa e atinge o detector D, colocado do outro lado. Gerador e detector estão acoplados e podem mover-se sobre um trilho. O conjunto Gerador-Detector é então lentamente deslocado ao

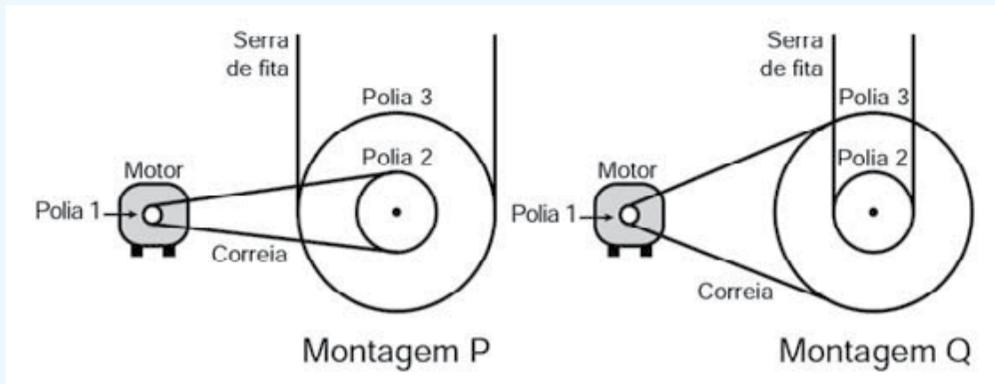


longo da direção  $x$ , registrando-se a intensidade da radiação no detector, em função de  $x$ . A seguir, o conjunto Gerador-Detector é reposicionado, e as medidas são repetidas ao longo da direção  $y$ . As intensidades  $I$  detectadas ao longo das direções  $x$  e  $y$  são mais bem representadas por:



## 26. (ENEM - 2013)

Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

## 27. (ENEM - 2014)

Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

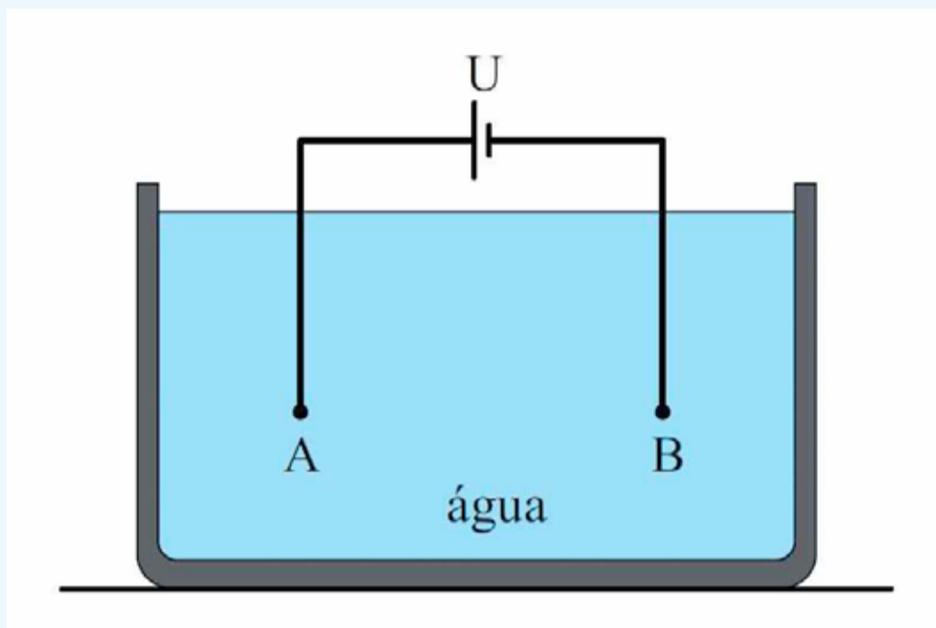
*YODER, J. G. Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).*

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a):

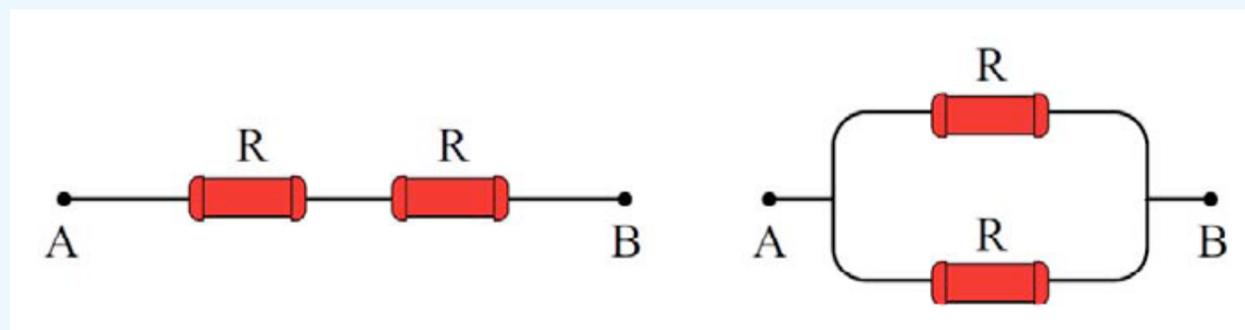
- comprimento da haste seja mantido constante.
- massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- material da haste possua alta condutividade térmica.
- amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

**28.** (VUNESP - 2013)

Determinada massa de água deve ser aquecida com o calor dissipado por uma associação de resistores ligada nos pontos A e B do esquema mostrado na figura.



Para isso, dois resistores ôhmicos de mesma resistência  $R$  podem ser associados e ligados aos pontos A e B. Uma ddp constante  $U$ , criada por um gerador ideal entre os pontos A e B, é a mesma para ambas as associações dos resistores, em série ou em paralelo.

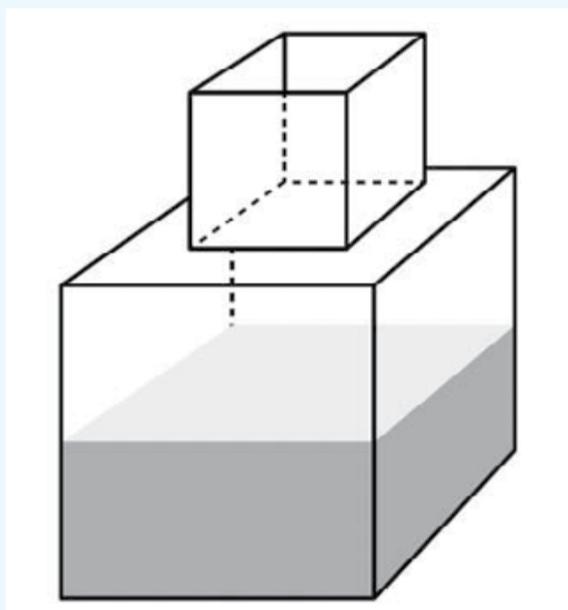


Considere que todo calor dissipado pelos resistores seja absorvido pela água e que, se os resistores forem associados em série, o aquecimento pretendido será conseguido em 1 minuto. Dessa forma, se for utilizada a associação em paralelo, o mesmo aquecimento será conseguido num intervalo de tempo, em segundos, igual a:

- a) 30.
- b) 20.
- c) 10.
- d) 45.
- e) 15.

## 29. (ENEM - 2014)

Um fazendeiro tem um depósito para armazenar leite formado por duas partes cúbicas que se comunicam, como indicado na figura. A aresta da parte cúbica de baixo tem medida igual ao dobro da medida da aresta da parte cúbica de cima. A torneira utilizada para encher o depósito tem vazão constante e levou 8 minutos para encher metade da parte de baixo.

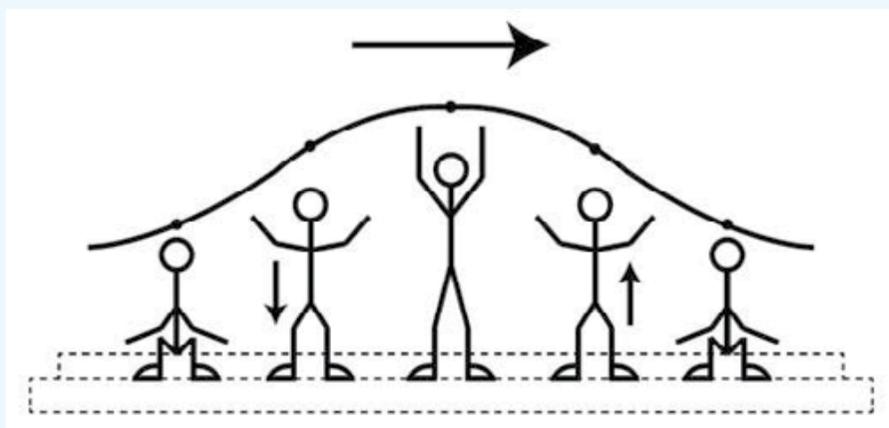


Quantos minutos essa torneira levará para encher completamente o restante do depósito?

- a) 8                      b) 10                      c) 16                      d) 18                      e) 24

## 30. (ENEM - 2013)

Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ola mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: [www.ufsm.br](http://www.ufsm.br). Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de:

- a) 0,3.
- b) 0,5.
- c) 1,0.
- d) 1,9.
- e) 3,7.

### 31. (MACKENZIE - 2012)

Um raio de luz monocromático que se propaga no ar (índice de refração = 1) atinge a superfície de separação com um meio homogêneo e transparente, sob determinado ângulo de incidência, diferente de  $0^\circ$ . Considerando os meios da tabela abaixo, aquele para o qual o raio luminoso tem o menor desvio é

Meio	Índice de refração
Água	1,33
Álcool etílico	1,66
Diamante	2,42
Glicerina	1,47
Vidro comum	1,52

- a) Água
- b) Álcool etílico
- c) Diamante
- d) Glicerina
- e) Vidro comum

### 32. (ENEM - 2013)

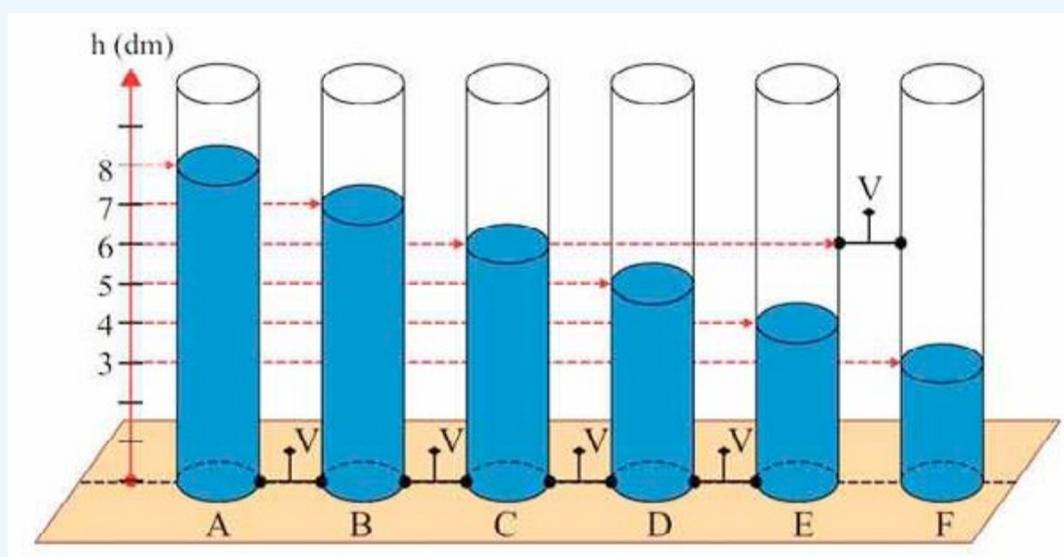
Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- a) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- b) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- c) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- e) Vertical e sentido para cima.

### 33. (VUNESP - 2013)

Seis reservatórios cilíndricos, superiormente abertos e idênticos (A, B, C, D, E e F) estão apoiados sobre uma superfície horizontal plana e ligados por válvulas (V) nas posições indicadas na figura.



Com as válvulas (V) fechadas, cada reservatório contém água até o nível (h) indicado na figura. Todas as válvulas são, então, abertas, o que permite a passagem livre da água entre os reservatórios, até que se estabeleça o equilíbrio hidrostático.

Nesta situação final, o nível da água, em dm, será igual a:

- a) 6,0 nos reservatórios de A a E e 3,0 no reservatório F.
- b) 5,5 nos reservatórios de A a E e 3,0 no reservatório F.
- c) 6,0 em todos os reservatórios.
- d) 5,5 em todos os reservatórios.
- e) 5,0 nos reservatórios de A a E e 3,0 no reservatório F.

### 34. (ENEM - 2013)

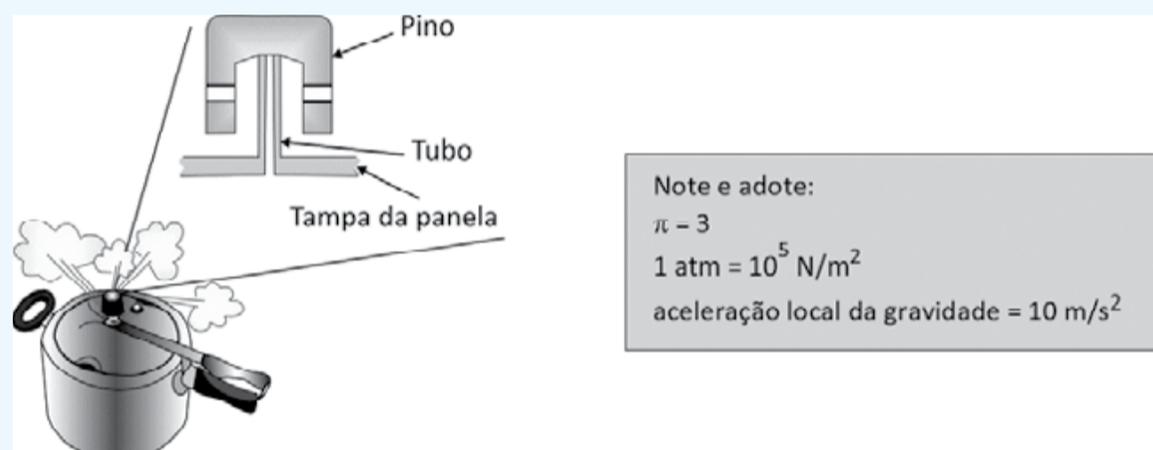
O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a):

- a) dobro do comprimento do fio.
- b) metade do comprimento do fio.
- c) metade da área da seção reta do fio.
- d) quádruplo da área da seção reta do fio.
- e) quarta parte da área da seção reta do fio.

### 35. (FUVEST - 2014)

Para impedir que a pressão interna de uma panela de pressão ultrapasse um certo valor, em sua tampa há um dispositivo formado por um pino acoplado a um tubo cilíndrico, como esquematizado na figura a seguir.



Enquanto a força resultante sobre o pino for dirigida para baixo, a panela está perfeitamente vedada. Considere o diâmetro interno do tubo cilíndrico igual a 4 mm e a massa do pino igual a 48 g. Na situação em que apenas a força gravitacional, a pressão atmosférica e a exercida pelos gases na panela atuam no pino, a pressão absoluta máxima no interior da panela é:

- a) 1,1 atm
- b) 1,2 atm
- c) 1,4 atm
- d) 1,8 atm
- e) 2,2 atm

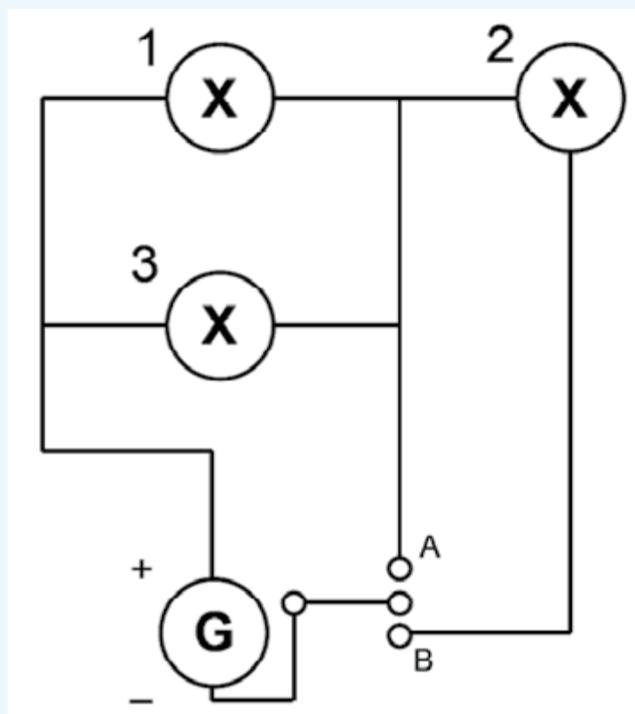
### 36. (UNICAMP - 2013)

O carro elétrico é uma alternativa aos veículos com motor a combustão interna. Qual é a autonomia de um carro elétrico que se desloca a 60 km/h, se a corrente elétrica empregada nesta velocidade é igual a 50 A e a carga máxima armazenada em suas baterias é  $q = 75 \text{ Ah}$ ?

- a) 40,0 km.
- b) 62,5 km.
- c) 90,0 km.
- d) 160,0 km.

**37.** (ENEM - 2014)

Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.

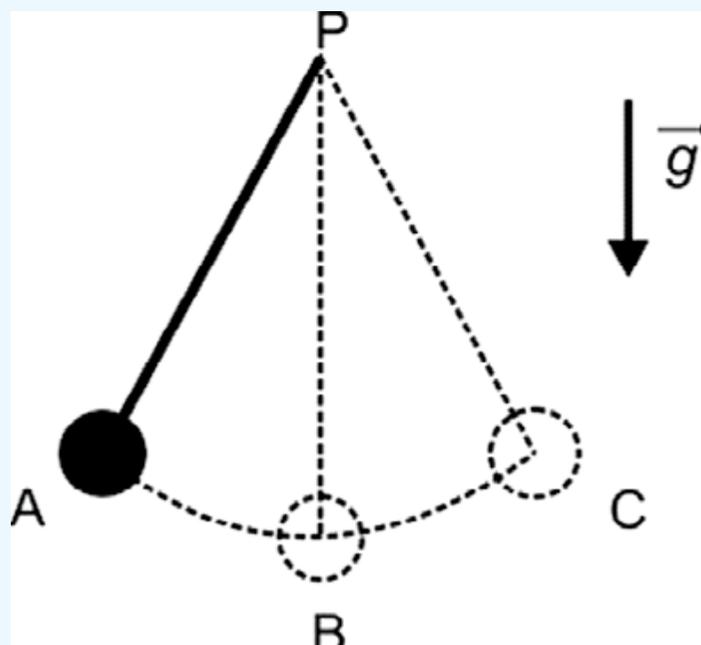


Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição:

- a) B, pois a corrente será maior nesse caso.
- b) B, pois a potência total será maior nesse caso.
- c) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- d) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- e) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

**38.** (FUVEST - 2013)

O pêndulo de um relógio é constituído por uma haste rígida com um disco de metal preso em uma de suas extremidades. O disco oscila entre as posições A e C, enquanto a outra extremidade da haste permanece imóvel no ponto P. A figura ao lado ilustra o sistema. A força resultante que atua no disco quando ele passa por B, com a haste na direção vertical, é:

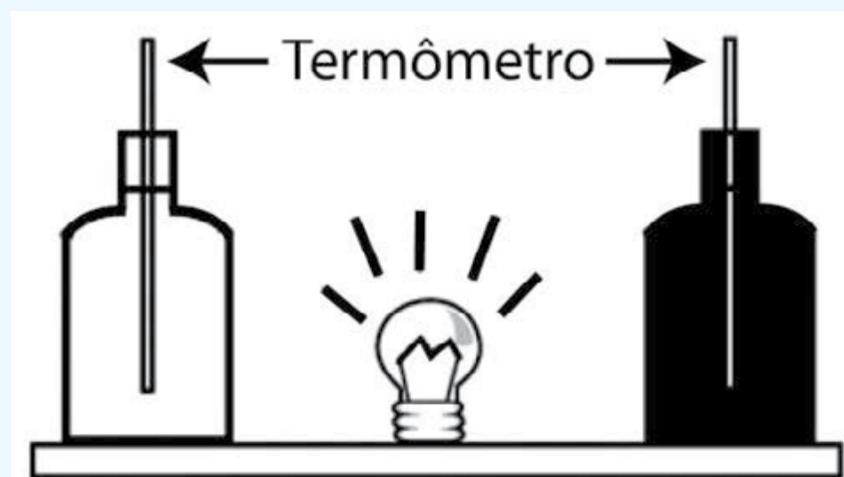


Note e adote:  $g$  é a aceleração local da gravidade.

- a) nula.
- b) vertical, com sentido para cima.
- c) vertical, com sentido para baixo.
- d) horizontal, com sentido para a direita.
- e) horizontal, com sentido para a esquerda.

### 39. (ENEM - 2013)

Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi:

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

**40.** (MACKENZIE - 2012)

Um avião, após deslocar-se 120 km para nordeste (NE), desloca-se 160 km para sudeste (SE). Sendo um quarto de hora, o tempo total dessa viagem, o módulo da velocidade vetorial média do avião, nesse tempo, foi de:

- a) 320 km/h
- b) 480 km/h
- c) 540 km/h
- d) 640 km/h
- e) 800 km/h

**41.** (FUVEST - 2014)

Um trabalhador de massa  $m$  está em pé, em repouso, sobre uma plataforma de massa  $M$ . O conjunto se move, sem atrito, sobre trilhos horizontais e retilíneos, com velocidade de módulo constante  $v$ . Num certo instante, o trabalhador começa a caminhar sobre a plataforma e permanece com velocidade de módulo  $v$ , em relação a ela, e com sentido oposto ao do movimento dela em relação aos trilhos. Nessa situação, o módulo da velocidade da plataforma em relação aos trilhos é:

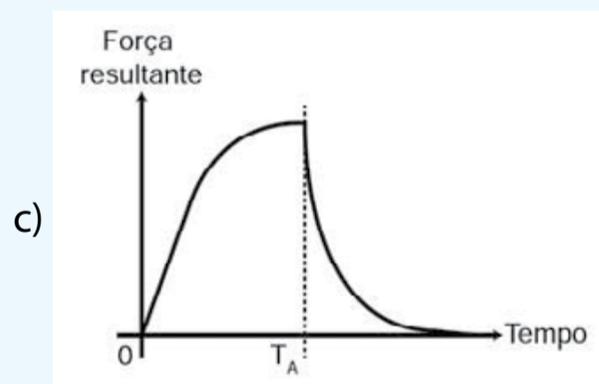
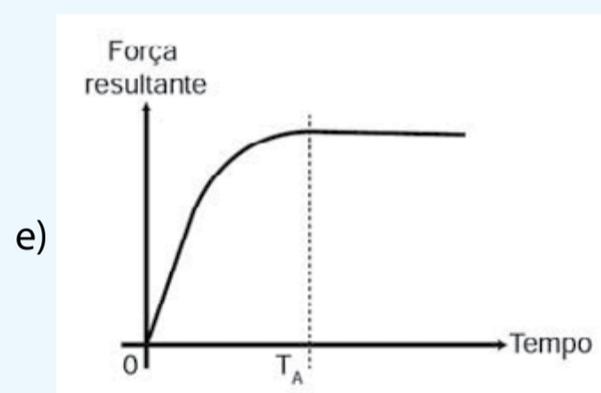
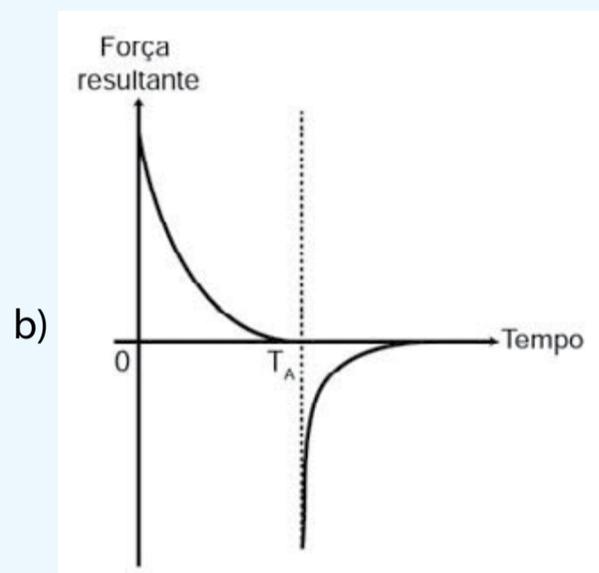
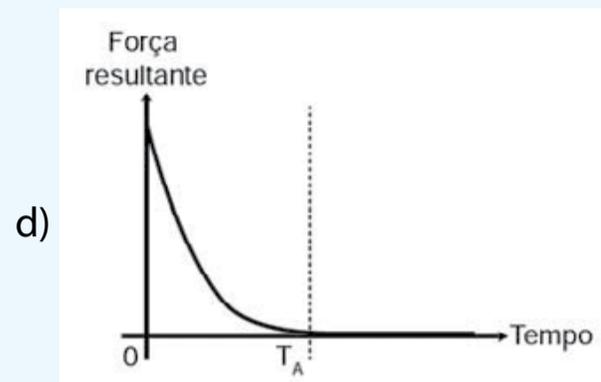
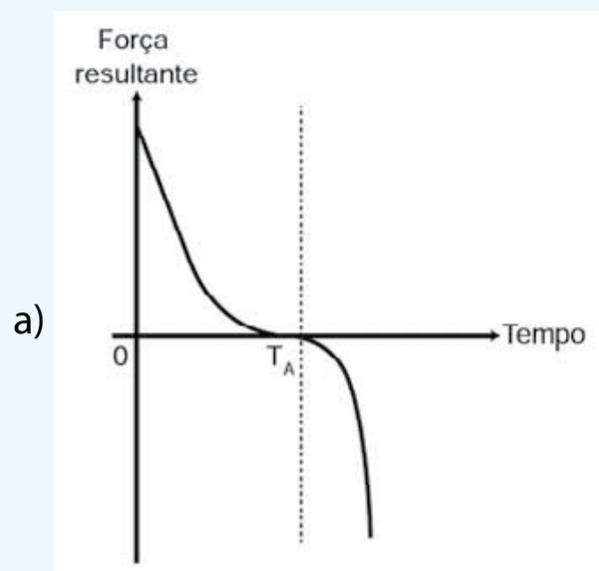
- a)  $(2m + M)v / (m + M)$
- b)  $(2m + M)v / M$
- c)  $(2m + M)v / m$
- d)  $(M - m)v / M$
- e)  $(m + M)v / (M - m)$

**42.** (ENEM - 2013)

Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante TA), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.



Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



### 43. (ENEM - 2011)

Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento.

Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



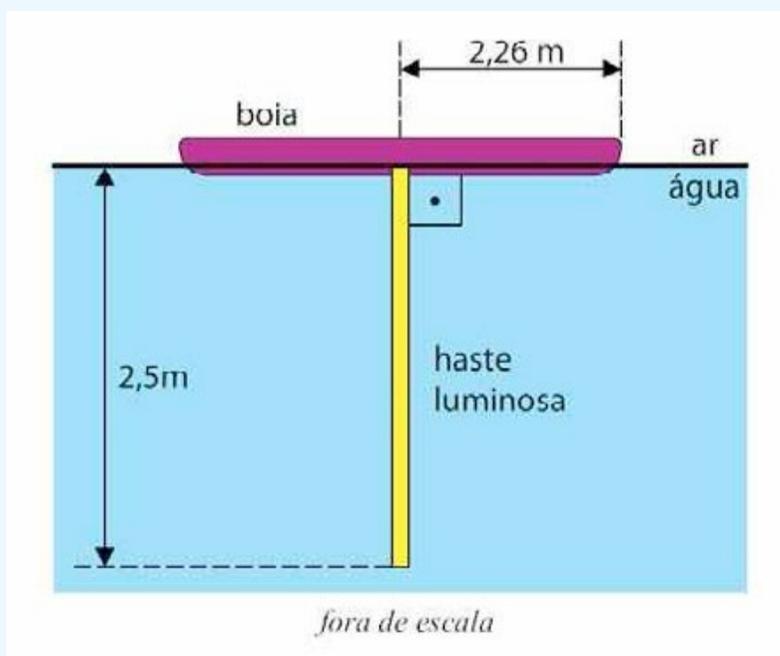
Faça você mesmo. Disponível em: <http://www.facavocemesmo.net>. Acesso em: 22 jul. 2010.

A característica de funcionamento que garante essa economia é devida:

- a) à altura do sifão de água.
- b) ao volume do tanque de água.
- c) à altura do nível de água no vaso.
- d) ao diâmetro do distribuidor de água.
- e) à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

#### 44. (VUNESP - 2013)

Uma haste luminosa de 2,5 m de comprimento está presa verticalmente a uma boia opaca circular de 2,26 m de raio, que flutua nas águas paradas e transparentes de uma piscina, como mostra a figura. Devido à presença da boia e ao fenômeno da reflexão total da luz, apenas uma parte da haste pode ser vista por observadores que estejam fora da água.

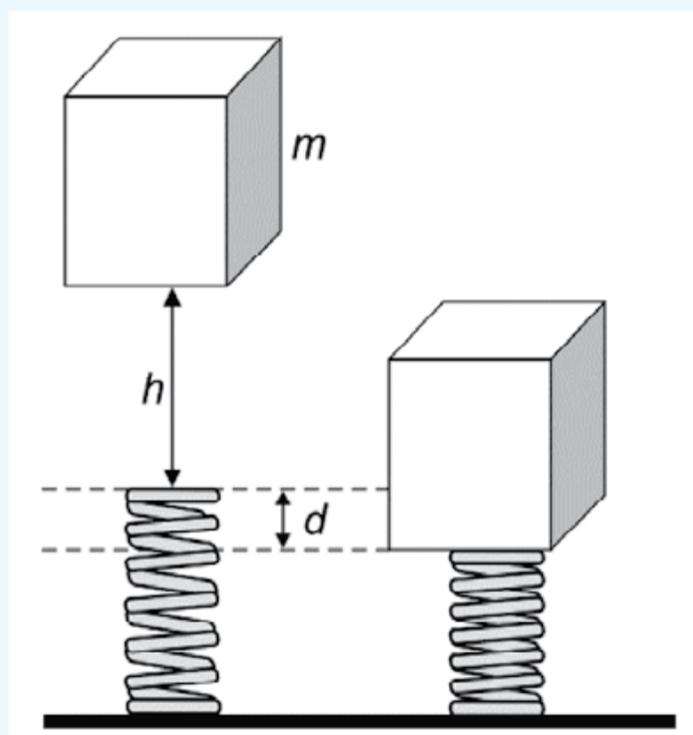


Considere que o índice de refração do ar seja 1,0, o da água da piscina  $4/3$ ,  $\sin 48,6^\circ = 0,75$  e  $\operatorname{tg} 48,6^\circ = 1,13$ . Um observador que esteja fora da água poderá ver, no máximo, uma porcentagem do comprimento da haste igual a:

- a) 70%.
- b) 60%.
- c) 50%.
- d) 20%.
- e) 40%.

**45.** (FUVEST - 2014)

No desenvolvimento do sistema amortecedor de queda de um elevador de massa  $m$ , o engenheiro projetista impõe que a mola deve se contrair de um valor máximo  $d$ , quando o elevador cai, a partir do repouso, de uma altura  $h$ , como ilustrado na figura a seguir.



Note e adote: forças dissipativas devem ser ignoradas; a aceleração local da gravidade é  $g$ .

Para que a exigência do projetista seja satisfeita, a mola a ser empregada deve ter constante elástica dada por:

- a)  $2 m g (h + d) / d^2$
- b)  $2 m g (h + d) / d^2$
- c)  $2 m g h / d^2$
- d)  $m g h / d$
- e)  $m g / d$

## 46. (ENEM - 2011)

Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

*CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).*

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a:

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

## 47. (ENEM - 2011)

O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.

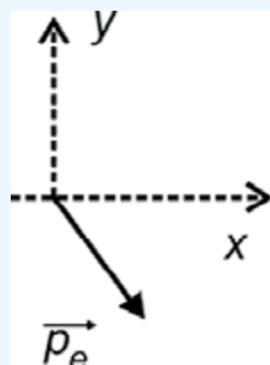
Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon:

- a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

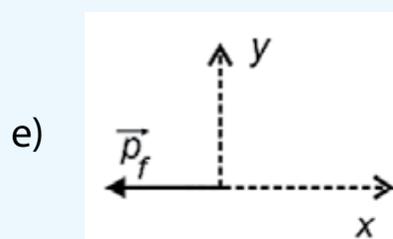
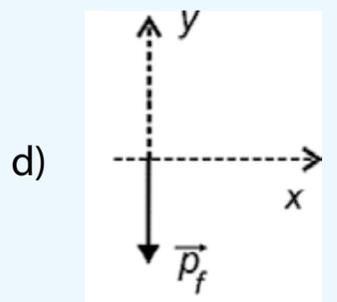
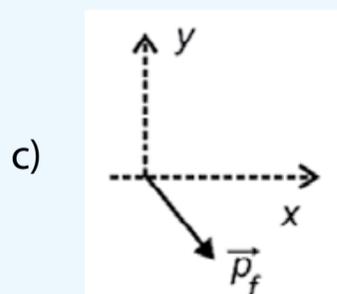
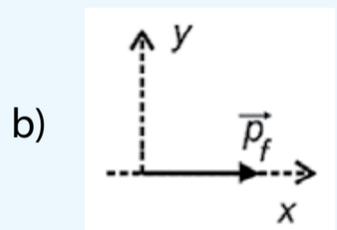
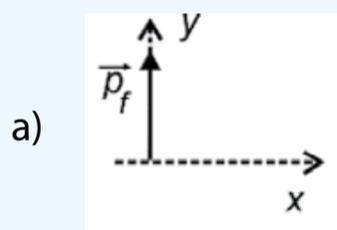


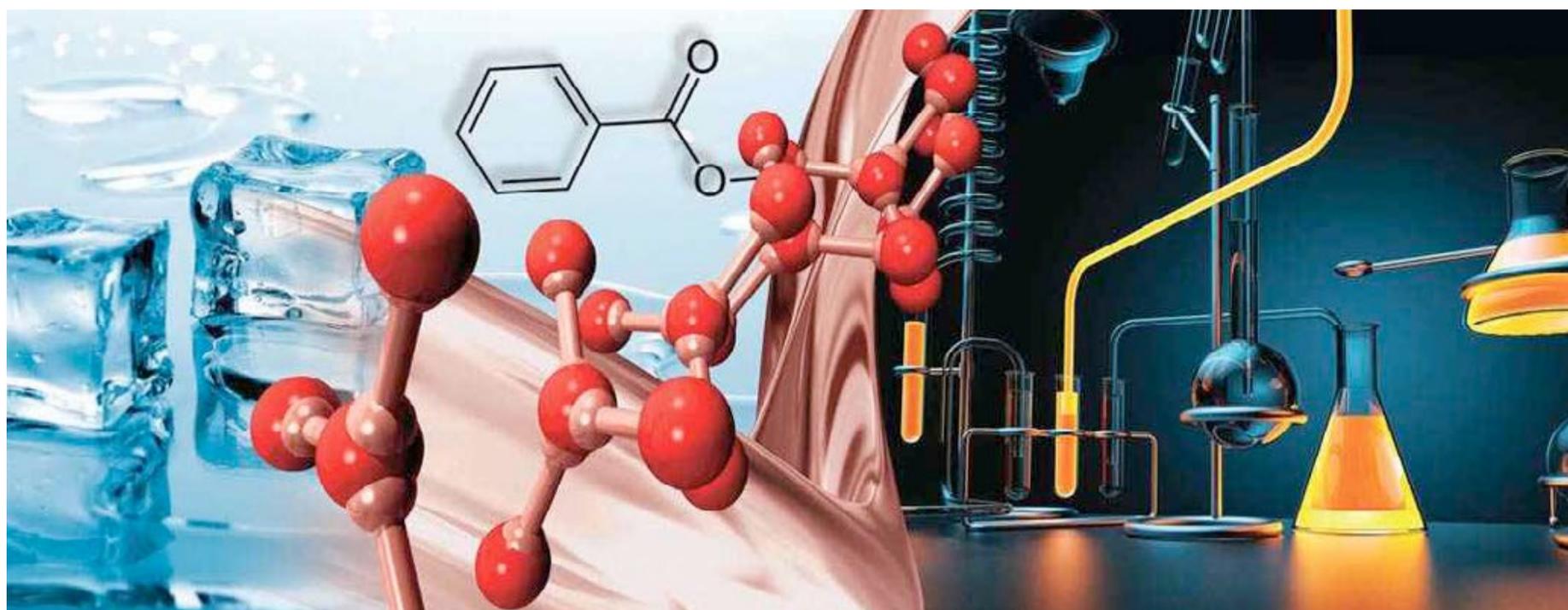
### 48. (FUVEST - 2013)

Um fóton, com quantidade de movimento na direção e sentido do eixo  $x$ , colide com um elétron em repouso. Depois da colisão, o elétron passa a se mover com quantidade de movimento  $p_e$ , no plano  $xy$ , como ilustra a figura abaixo.



Dos vetores  $p_f$  abaixo, o único que poderia representar a direção e sentido da quantidade de movimento do fóton, após a colisão, é:





# Química

***Ciência humana que estuda a matéria e suas transformações incluindo a energia envolvida***

A química é uma ciência que estuda as modificações e características dos elementos que encontramos na natureza e no dia a dia. Tudo o que existe no universo é formado por química. Nos alimentos, medicamentos, construções, nas plantas, no vestuário, nos combustíveis e até no nosso organismo existem diversas transformações químicas.

## Matéria e Substância

**Matéria:** é tudo o que tem massa e ocupa espaço; qualquer coisa que tenha existência física ou real; tudo que existe no universo manifesta-se como matéria ou energia. Pode ser líquida, sólida ou gasosa. Exemplos: madeira, ar, água, pedra.

**Substância:** possui uma composição característica, determinada e um conjunto definido de propriedades (qualidades).

**Substância simples:** formada por só um elemento químico. Exemplo: ouro (Au), zinco (Zn).

**Substância composta:** formada por vários elementos químicos. Exemplo: água (H<sub>2</sub>O), sal de cozinha (NaCl, cloreto de sódio).

Além do número de elementos químicos, as substâncias químicas podem ainda ser classificadas quanto ao tipo de ligação que as forma: iônicas, moleculares ou metálicas.

## Estados Físicos

Diferentes aspectos que são chamados de fases de agregação das substâncias, dependem da temperatura e pressão. Cada substância tem uma faixa de temperatura e pressão na qual ela mantém suas características mas muda de estado.



*O que mais cai é cálculo estequiométrico, termoquímica, química orgânica e suas funções orgânicas além de atomística. As questões, em sua maioria, são conceituais e cobram um mínimo de cálculo.*

**Fase gasosa:** as partículas da substância estão com maior energia cinética. Elas ficam muito distantes umas das outras. Movem-se com muita velocidade e colidem entre si. Os gases podem ser comprimidos pois existe muito espaço entre as partículas que os compõem. Já os líquidos e sólidos não podem ser comprimidos.

**Fase Líquida:** as partículas estão um pouco mais unidas em relação às partículas da fase gasosa. A energia cinética é intermediária entre a fase gasosa e a fase sólida. As partículas nos líquidos fluem umas sobre as outras e se movem.

**Fase Sólida:** as partículas que formam a substância possuem a menor energia cinética, permanecem praticamente imóveis, unidas por forças de atração mútuas e dispostas, em geral, de acordo com um arranjo geométrico definido.

Entre as mudanças de estado das substâncias podemos citar:

**Fusão:** do estado sólido para o líquido.

**Vaporização:** do estado líquido para o gasoso.

**Liquefação ou Condensação:** do estado gasoso para o líquido.

**Solidificação:** do estado líquido para o sólido.

**Sublimação:** do estado sólido para o gasoso e vice-versa.

## Composições

**Mistura:** são duas ou mais substâncias agrupadas, onde a composição é variável e suas propriedades também. Exemplos: leite, ar, água com açúcar, gasolina.

**Sistema:** é uma parte do universo que se deseja analisar. Exemplos: um tubo de ensaio com água, uma barra de ferro.

**Fases:** é o aspecto visual uniforme. As misturas podem conter uma ou mais fases. Homogênea: contém apenas uma

fase (sistemas monofásicos). Não conseguimos diferenciar as substâncias (soluções). Exemplo: água + álcool. Heterogênea: contém duas ou mais fases (sistemas polifásicos). Podem ser diferenciadas a olho nu ou pelo microscópio. Exemplo: água + óleo.

## Separação de Misturas

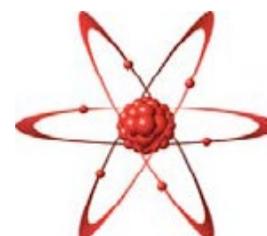
O tipo de separação depende do tipo de mistura. Alguns dos métodos são:

**Para sólidos e líquidos:** sedimentação (deixar a mistura em repouso até o sólido se depositar no fundo), decantação (remoção da parte líquida, virando cuidadosamente o recipiente), centrifugação (utilizando um centrifugador), filtração (filtro para reter o sólido e deixar passar o líquido) e evaporação (evaporar a parte líquida sobrando o sólido).

**Para misturas homogêneas:** fracionamento, baseado nas mudanças de estados físicos através da temperatura: destilação (destilador é um conjunto de vidrarias de laboratório que captam os diferentes pontos de ebulição das substâncias misturadas) e fusão (derrete-se a substância sólida até o seu ponto de fusão, separando-se das demais substâncias).

## Constituição da Matéria

**Átomo:** é uma partícula indivisível que forma qualquer tipo de matéria. Divide-se em núcleo e eletrosfera. Os prótons e nêutrons ficam no núcleo do átomo e os elétrons ficam na eletrosfera.



**Tamanho:** o átomo é medido em angstroms (Å). 1 angstrom =  $10^{-10}$  metros

**Camadas Eletrônicas:** na eletrosfera, os elétrons giram em torno do núcleo ocupando camadas eletrônicas (ou níveis de energia). Nas camadas, os elétrons se movem e, quando passam de uma camada para outra, absorvem energia (salta para uma camada mais externa) ou liberam energia (salta para uma camada mais interna). A energia emitida é em forma de luz chamada de *quantum* de energia ou *fóton*.

**Número Atômico (Z):** indica o número de elétrons e prótons do átomo. Cada átomo possui o seu próprio número atômico. Pode-se dizer que o número atômico é igual ao número de prótons do núcleo. Se o átomo for neutro, é igual ao número de elétrons também.

**Número de Massa (A):** é o peso do átomo. É a soma do número de prótons (Z) e de nêutrons (n) que existem num átomo.  $A = \text{prótons} + \text{nêutrons}$ . Encontramos estes valores na Tabela Periódica que informando o número atômico (Z) e o número de massa (A). Veja um exemplo:

11 <b>Na</b> Sódio 22.989770	Número Atômico (Z) = prótons
	Símbolo
	Nome
	Massa Atômica (A) $\approx$ 23 (u)

**Isótopos:** são átomos que possuem o mesmo número atômico (Z) e diferente número de massa (A). Exemplo: Hidrogênio (H).

1 H 1	1 H 2	1 H 3
Hidrogênio	deutério	trítio
Z = 1	Z = 1	Z = 1
A = 1	A = 2	A = 3

**Isóbaros:** são átomos que possuem o mesmo número de massa (A) e diferente número atômico (Z). Exemplo: Potássio (K) e Cálcio (Ca).

19 K 40	20 Ca 40
Potássio	Cálcio
Z = 19	Z = 20
A = 40	A = 40

**Isótonos:** são átomos que possuem o mesmo número de nêutrons e com diferentes números de prótons (Z) e de massa (A). São átomos que tem propriedades químicas e físicas diferentes.

17 Cl 37	20 Ca 40
Potássio	Cálcio
Z = 17	Z = 20
A = 37	A = 40

(A) - (Z) = nº de nêutrons

Cl:  $37(A) - 17(Z) = 20(n)$

Ca:  $40(A) - 20(Z) = 20(n)$

**Íon:** é um átomo que perde elétrons (positivo "+", doa elétrons) ou ganha elétrons (negativo "-", recebe elétrons). Não é mais um átomo neutro que possui número de prótons (p) igual ao número de elétrons (é):  $p = é$ . Portanto, íon:  $p \neq é$ . Um cátion doa elétrons e fica positivo. Um ânion ganha elétrons e fica negativo.

## Tabela Periódica

**Elemento Químico:** é o conjunto de todos os átomos com o mesmo número atômico (Z), representado por um símbolo que, em geral, deve ser a letra inicial do

seu nome sozinha ou aglutinada caso já exista. Outros derivam do latim como o Sódio (natrium): Na. A notação simples é feita colocando o símbolo do elemento no centro, o número atômico (Z) à esquerda e abaixo do símbolo e o número de massa (A) à esquerda ou direita acima do símbolo:  ${}^A_Z\text{Fe} \rightarrow {}^{56}_{26}\text{Fe}$ ,  ${}^A_Z\text{Au} \rightarrow {}^{197}_{79}\text{Au}$

**Tabela Periódica**

79  
**Au**  
OURO  
196.96655

Cada quadro da tabela fornece os dados referentes ao elemento químico: símbolo, massa atômica, número atômico, nome do elemento, elétrons nas camadas e se o elemento é radioativo. As filas horizontais são os períodos. Neles os elementos químicos estão dispostos na ordem crescente de seus números atômicos. O número da ordem do período indica o número de níveis energéticos ou camadas eletrônicas do elemento. As colunas verticais constituem as famílias ou grupos, nas quais os elementos estão reunidos segundo suas propriedades químicas: alcalinos, alcalinos terrosos, família do boro, família do carbono, família do nitrogênio, família dos calcogênios, família dos halogênios e gases nobres.

Os elementos químicos podem ser resumidos em três grupos: metais, não-metais e gases nobres. O hidrogênio (H) não se encaixa em nenhuma dessas

classificações porque possui características próprias. Normalmente os setores são representado pela diferenciação nas cores mas existem muitas tabelas com ênfases diferentes.

**Metais:** são elementos químicos sólidos à temperatura de 25°C e pressão de 1atm (menos o Hg, Mercúrio) com propriedades específicas como brilho, condutividade térmica e elétrica, maleabilidade e ductibilidade (podem ser reduzidos a fios). **Ligas metálicas** são misturas de dois ou mais metais para atingir determinadas aplicações como o bronze (cobre e estanho) e o latão (cobre e zinco). Exemplos: Ouro (Au), Prata (Ag) e Cobre (Cu).

**Não-metais:** são maus condutores de eletricidade,quasenãoapresentambrilho, não são maleáveis e nem dúcteis. Tendem a formar ânions (íons negativos). Exemplos: Carbono (C), Flúor (F) e Cloro (Cl).

**Gases nobres:** constituem cerca de 1% do ar. É muito difícil se conseguir compostos com estes gases. Raramente eles reagem porque são muito estáveis. Suas camadas exteriores estão completamente preenchidas de elétrons. Estão todos no grupo 18 da tabela periódica. Exemplos: Hélio (He), Argônio (Ar) e Radônio (Rn).

**Carbono:** é o elemento que tem sua massa padronizada (A =12). Uma unidade de massa atômica (u) é 1/12 da massa de um átomo de carbono (A=12). Isso equivale estabelecer o valor 12u como sendo a massa de um átomo de carbono. Quando medimos uma grandeza, comparamos com outra como referência. Para a química a comparação é sempre em relação à massa do Carbono. Quando se afirma que a massa de um elemento X é igual a 24u, significa que a sua massa é 24 vezes maior que a massa de 12u do átomo do carbono. Ou seja, o dobro.

## Estequiometria

É parte da Química que estuda as proporções dos elementos que se combinam ou que reagem.

Na natureza, quase todos os elementos são misturas dos seus isótopos com diferentes porcentagens em massa. Estas porcentagens são chamadas de abundâncias relativas. Observe a do Cloro:

Isótopo	Abundância Relativa	Massa Atômica
Cl35	75,4%	34,969 u
Cl37	24,6%	36,966 u

A massa atômica do Cloro que aparece na Tabela Periódica dos Elementos é a média ponderada destas massas. O cálculo é feito desta maneira:

$$\frac{(34,969 \cdot 75,4) + (36,966 \cdot 24,6)}{100} = 35,460\text{u}$$

**Massa Molecular (MM):** é a massa da molécula medida em unidades de massa atômica. Para cálculos estequiométricos, utiliza-se a unidade gramas (g) e é feito a partir das massas atômicas dos elementos e a soma dos seus átomos na molécula.

-  $\text{H}_2\text{O}$  (água): existe 1 átomo de O que é multiplicado pela sua massa atômica (16), resultando em 16. Existem 2 átomos de H que é multiplicado pela sua massa atômica (1), resultando em 2. Com os resultados somados (16 + 2) encontramos o valor da massa molecular, 18g ou 18u.

$$\text{O} = 1 \cdot 16 = 16$$

$$\text{H} = 2 \cdot 1 = 2$$

$$\text{MM} = 16 + 2 = 18\text{g ou } 18\text{u}$$

-  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (nitrato de cálcio):

$$\text{O} = 6 \cdot 16 = 96$$

$$\text{N} = 2 \cdot 14 = 28$$

$$\text{Ca} = 1 \cdot 40 = 40$$

$$\text{MM} = 96 + 28 + 40 = 164\text{g ou } 164\text{u}$$

**Fórmula Mínima:** é uma fórmula que fornece o número relativo entre os átomos da substância. Geralmente, são uma "simplificação matemática" da fórmula molecular. Veja a fórmula mínima de algumas substâncias e sua fórmula moleculares:

Substância	Fórmula Molecular	Fórmula Mínima
Água Oxigenada	$\text{H}_2\text{O}_2$	HO
Glicose	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{CH}_2\text{O}$
Ácido Sulfúrico	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{SO}_4$

A água oxigenada pode ser dividida por 2 formando a fórmula mínima acima. Na glicose, a fórmula molecular foi dividida por 6 e no ácido sulfúrico, não é possível dividir por um número inteiro, então a fórmula mínima fica igual à fórmula molecular.

**Composição Centesimal:** ou Análise Elementar, fornece o percentual dos átomos que compõe a substância. É a proporção em massa que existe na substância. Exemplo: A análise de 0,40g de um certo óxido de ferro revelou que ele possui 0,28g de ferro e 0,12g de oxigênio. Qual é a sua fórmula centesimal?

Por regra de três:

$$\begin{cases} 0,40\text{g de óxido} - 0,28\text{g de Fe} \\ 100\text{g de óxido} - x(\%) \text{ de Fe} \end{cases} \rightarrow 0,40 \cdot x = 0,28 \cdot 100 \rightarrow x = 70\% \text{ de Fe}$$

$$\begin{cases} 0,40\text{g de óxido} - 0,12 \text{ de Fe} \\ 100\text{g de óxido} - x(\%) \text{ de O} \end{cases} \rightarrow 0,40 \cdot x = 0,12 \cdot 100 \rightarrow x = 30\% \text{ de O}$$

**MOL:** significa quantidade em latim ( $6,02 \cdot 10^{23}$  átomos, moléculas ou íon) e é

usado pela química para referir-se à matéria microscópica, já que este número é muito grande. Pode determinar também massa (1 mol é igual a sua massa molecular em "g" da Tabela Periódica) e volume (1 mol é igual a 22,4 litros, nas condições normais de temperatura e pressão - CNTP). \*T=273K, P = 1atm

Para gases que não estão nas condições normais de temperatura e pressão - CNTP, utilizamos a fórmula do Gás Ideal ou Equação de Clapeyron:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

P = pressão do gás, em atm

V = volume do gás, em litro (L)

n = número de mols do gás, em mol

R=constantedeClapeyron=0,082atm.L/mol.K

T = temperatura do gás, em Kelvin (K)

Os cálculos estequiométricos relacionam grandezas e quantidades dos elementos químicos. Para transformar a unidade "grama" em "mol", podemos usar a regra de três. Exemplo: Quantas **gramas** existem em 2 mol de  $\text{CO}_2$ ?

$$\begin{cases} 1 \text{ mol de } \text{CO}_2 & - 44 \text{ g} \\ 2 \text{ mols de } \text{CO}_2 & - x(\text{g}) \end{cases}$$

$$\rightarrow 1 \cdot x = 2 \cdot 44 \quad \rightarrow x = 88\text{g}$$

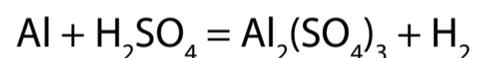
O mesmo cálculo estequiométrico pode ser feito com os outros conceitos de "mol" (mol/gramas, gramas/mol, moléculas/mol, mol/moléculas, mol/litros, litros/mol) envolvendo apenas a fórmula química, com a mesma resolução. Veja:

- Quantos mols há em 90g de  $\text{H}_2\text{O}$ ?
- Quantas moléculas de água há em 3 mol de  $\text{H}_2\text{O}$ ?
- Qual o volume ocupado por 4 mol do gás  $\text{Cl}_2$  nas CNTP?
- Quantos mols existem em 89,6L do gás  $\text{CO}_2$  nas CNTP?

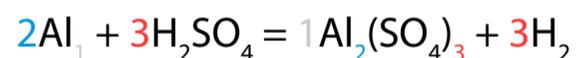
## Estequiometria da Equação

Os cálculos estequiométricos que envolvem uma reação química encontram as quantidades de certas substâncias a partir de dados de outras substâncias (proporções) que participam da mesma reação química. Deve-se levar em conta os coeficientes, que são chamados de coeficientes estequiométricos. Exemplo:

108g de alumínio reagem com o ácido sulfúrico, produzindo o sal e hidrogênio. Determine o balanceamento da equação e a massa do ácido sulfúrico necessária para reagir com o alumínio.



**1º passo:** acertar os coeficientes estequiométricos (fazer o balanceamento da equação). Balancear uma equação é igualar o número de átomos de cada elemento no 1º e no 2º lado da equação.



Assim temos em ambos os lados da equação (igualdade): **Al** (2.1), **H<sub>2</sub>** (3.2), **SO<sub>4</sub>** (3.1). Em termos químicos: 2 mol de Al reage com 3 mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reagindo com 1 mol de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  e 3 mol de  $\text{H}_2$ . Isso responde a 1ª pergunta.

**2º passo:** fazer contagem de mol de cada substância reagente (transformar o número de mol em gramas). Regra de três:

$$\begin{cases} 1 \text{ mol de Al} - 27\text{g} & x = 2 \cdot 27 \\ 1 \text{ mol de Al} - x(\text{g}) & = 54\text{g de Al} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{SO}_4 - 98\text{g} & x = 3 \cdot 98 \\ 3 \text{ mol de } \text{H}_2\text{SO}_4 - x(\text{g}) & = 294\text{g de } \text{H}_2\text{SO}_4 \end{cases}$$

**3º passo:** ler no enunciado o que se pede. O 1º passo já responde a 1ª pergunta, para a 2ª pergunta precisamos relacionar a massa de ácido com a massa de alumínio, por isso descobrimos no 2º passo a relação de mol e massa (g). Vamos relacionar as grandezas de massa com os dados fornecidos através da proporção (regra de três).

$$\begin{cases} 294\text{g de H}_2\text{SO}_4 - 54\text{g de Al} \\ x(\text{g})\text{ de H}_2\text{SO}_4 - 108\text{g de Al} \end{cases}$$

$$294 \cdot 108 = x \cdot 54$$

$$x = 31752 : 54$$

$$x = 588\text{g de H}_2\text{SO}_4$$

## Cálculo de Pureza

É feito para determinar a quantidade de impurezas nas substâncias. Exemplo:

Uma amostra de calcita, contendo 80% de carbonato de cálcio, sofre decomposição quando submetida a aquecimento, de acordo com a reação abaixo.



Qual massa de óxido de cálcio obtida a partir da queima de 800g de calcita?

$$\begin{cases} 100\text{g de calcita} - 80\text{g de CaCO}_3 \\ 800\text{g de calcita} - x(\text{g})\text{ de CaCO}_3 \end{cases}$$

$$\rightarrow 100 \cdot x = 800 \cdot 80$$

$$\rightarrow x = 64000 : 100$$

$$\rightarrow x = 640\text{g de CaCO}_3$$

Para o restante do cálculo, utilizamos somente o valor de  $\text{CaCO}_3$  puro, ou seja, 640g:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}$

$$\begin{cases} 100\text{g de CaCO}_3 - 56\text{g de CaO} \\ 640\text{g de CaCO}_3 - x(\text{g})\text{ de CaO} \end{cases}$$

$$100 \cdot x = 640 \cdot 56$$

$$x = 35840 : 100$$

$$x = 358,4\text{g de CaO}$$

## Cálculo de Rendimento

Nas reações químicas, pode acontecer perda de rendimento: a quantidade de produto ser inferior ao valor esperado. Quando o rendimento não foi total, o cálculo de rendimento é feito a partir da quantidade obtida de produto e a quantidade que "deveria" ser obtida. Exemplo:

Num processo de obtenção de ferro a partir do minério hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), considere a equação química não-balanceada:



Utilizando-se 480g do minério e admitindo-se um rendimento de 80% na reação, qual a quantidade de ferro produzida?

**1º passo:** balancear a equação.



Dados fornecidos:  $\text{MMFe}_2\text{O}_3 = 160\text{g/mol}$   
 $\text{MM Fe} = 56\text{g/mol}$

Obtidos:  $1\text{Fe}_2\text{O}_3 = 480\text{g}$

$2\text{Fe} = x(\text{m})$  80% de rendimento

**2º passo:** calcular o rendimento **total**.



$$\begin{cases} 160\text{g de Fe}_2\text{O}_3 - 112\text{g} \\ 480\text{g de Fe}_2\text{O}_3 - x(\text{g}) \end{cases}$$

$$\rightarrow 160 \cdot x = 480 \cdot 112$$

$$\rightarrow x = 53760 : 160$$

$$\rightarrow x = 336\text{g de Fe}$$

**3º Passo:** calcular o rendimento para 80%:

$$\begin{cases} 336\text{g de Fe} - 100\% \\ x(\text{g})\text{ de Fe} - 80\% \end{cases}$$

$$\rightarrow x \cdot 100 = 336 \cdot 80$$

$$\rightarrow x = 26880 : 100$$

$$\rightarrow x = 268,8\text{g de Fe}$$

## Cálculo do Reagente Limitante e Reagente em Excesso

Para garantir que a reação ocorra e para ocorrer mais rápido, é adicionado, geralmente, um excesso de reagente. Apenas um dos reagentes estará em excesso. O outro reagente será o limitante. Estes cálculos podem ser identificados quando o problema apresenta dois valores de reagentes. É necessário calcular qual destes reagentes é o limitante e qual deles é o que está em excesso. Depois de descobrir o reagente limitante e em excesso, utiliza-se apenas o limitante como base para os cálculos estequiométricos. Exemplo:

Zinco e enxofre reagem para formar sulfeto de zinco de acordo com a seguinte reação:



Reagiu 30g de zinco e 36g de enxofre. Qual é o reagente em excesso?

**1º passo:** balancear a equação.



Dados fornecidos: Zn = 30g  
S = 36g

**2º passo:** transformar a massa em gramas para mol:

$$\begin{cases} 1 \text{ mol de Zn} - 65,39\text{g} \\ x(\text{mol}) \text{ de Zn} - 30\text{g} \end{cases} \quad \begin{cases} 1 \text{ mol de S} - 32\text{g} \\ x(\text{mol}) \text{ de S} - 36\text{g} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} x \cdot 65,39 &= 1 \cdot 30 & x \cdot 32 &= 1 \cdot 36 \\ x &= 30 : 65,39 & x &= 36 : 32 \\ x &= 0,46 \text{ mol de Zn} & x &= 1,12 \text{ mol de S} \end{aligned}$$

1 mol de Zn reage com 1 mol de S produzindo 1 mol de ZnS. Então, 0,46mol de Zn reage com quantos mols de S?

$$\begin{cases} 1 \text{ mol de Zn} - 1 \text{ mol de S} \\ 0,46 \text{ mol Zn} - x \text{ mol de S} \end{cases}$$

$$\rightarrow x = 0,46 \text{ mol de S}$$

Então 1 mol de Zn precisa de 1 mol de S para reagir. Se temos 0,46mol de Zn, precisamos de 0,46mol de S, mas temos 1,12mol de S. Concluimos que o S está em excesso e, portanto o Zn é o reagente limitante.

## Ligações Químicas

São as forças de natureza elétrica que mantêm os átomos unidos. Toda ligação envolve o movimento de elétrons nas camadas mais externas dos átomos, mas nunca atinge o núcleo. Existem átomos estáveis (pouco reativos) e átomos que não podem ficar isolados (precisam se ligar a outros). Quando se unem, formam quase tudo o que conhecemos na natureza.

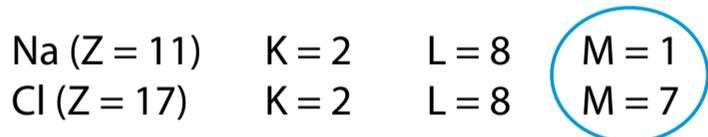
**Regra do Octeto:** os elementos químicos devem sempre conter 8 elétrons na última camada eletrônica (camada de valência). Na camada K pode haver no máximo 2 elétrons. Desta forma os átomos ficam estáveis, com a configuração idêntica à dos gases nobres. Observe a distribuição desses gases na tabela:

Camada	Hélio He	Neônio Ne	Argônio Ar	Criptônio Kr	Xenônio Xe	Radônio Rn
Z	2	10	18	36	54	86
K	2	2	2	2	2	2
L	-	8	8	8	8	8
M	-	-	8	18	18	18
N	-	-	-	8	18	32
O	-	-	-	-	8	18
P	-	-	-	-	-	8
Q	-	-	-	-	-	-

A estabilidade dos gases nobres deve-se ao fato de que possuem a última ca-

mada completa, com o número máximo de elétrons que essa camada pode conter.. Os átomos dos demais elementos químicos, para ficarem estáveis, devem adquirir, através das ligações químicas, eletrosferas iguais às dos gases nobres. Há três tipos de ligações químicas:

**Ligação Iônica:** perda ou ganho de elétrons. Acontece, geralmente, entre os metais e não-metais. Os metais tem de 1 a 3 elétrons na última camada, portanto, tendência a perder elétrons e formar cátions. Os não-metais tem de 5 a 7 elétrons na última camada, portanto, tendência a ganhar elétrons e formar ânions. Exemplo: Na e Cl



O Na quer doar 1 elétron, portanto Na<sup>+</sup>.  
(cátion)

O Cl quer receber 1 elétron, portanto Cl<sup>-</sup>.  
(ânion)

Para ficar com 8 elétrons na última camada (igual aos gases nobres) precisa de 1 elétron. Valência é a capacidade de cada átomo ganhar ou perder elétrons. Formam os compostos iônicos.



**Ligação Covalente:** compartilhamento de elétrons. Geralmente é feita entre não-metais e não metais, hidrogênio e não-metais e hidrogênio com hidrogênio. Os elétrons não são doados ou recebidos, pertencem ao mesmo tempo aos átomos envolvidos. Exemplo: O hidrogênio possui 1 elétron na sua camada de valência. Para ficar idêntico ao gás nobre Hélio (com 2 elétrons na última camada), precisa de mais 1 elétron. 2 átomos de hidrogênio compartilham seus elétrons para ficarem estáveis.

H (Z = 1)      K = 1



O traço representa o par de elétrons compartilhados (fórmula estrutural). A menor porção de uma substância resultante de ligação covalente é chamada de molécula. Na fórmula molecular é representada por H<sub>2</sub>. Conforme o número de elétrons que os átomos compartilham, eles podem ser mono, bi, tri ou tetravalentes. Observe a molécula da água:

H (Z = 1)      K = 1  
O (Z = 6)      K = 6



Fórmula de Lewis      Fórmula Estrutural

A água, no exemplo, faz duas ligações covalentes, formando a molécula H<sub>2</sub>O (fórmula molecular). O oxigênio tem 6 elétrons na última camada e precisa de 2 elétrons para ficar estável. O hidrogênio tem 1 elétron e precisa de mais 1 elétron para se estabilizar. O oxigênio precisou de 1 elétron de cada Hidrogênio.

**Ligação Metálica:** átomos neutros e cátions mergulhados numa "nuvem" de elétrons. Ligação entre metais e metais que formam as chamadas ligas metálicas. As ligas têm mais aplicação do que os metais puros. Na ligação entre átomos de um elemento metálico ocorre liberação parcial dos elétrons mais externos, com formação de cátions, que formam as células unitárias. Esses cátions têm suas cargas estabilizadas pelos elétrons que foram liberados e que ficam envolvendo a estrutura como uma nuvem eletrônica, dotados de movimento e chamados de elétrons livres.

A consideração de que a corrente elétrica é um fluxo de elétrons levou à criação da Teoria da Nuvem Eletrônica. Pode-se dizer que o metal seria um aglomerado de átomos neutros e cátions, mergulhados numa nuvem de elétrons livres. Esta nuvem de elétrons funcionaria como a ligação metálica, que mantém os átomos unidos. Exemplos: Bronze (Cobre + Estanho), usado em estátuas, sinos; Aço (Ferro + 0,1 a 0,8% de Carbono), usado em construção, pontes, fogões, geladeiras; Aço inoxidável (Ferro + 0,1 de Carbono + 18% de Cromo + 8% de Níquel), usado em vagões de metrô, fogões, pias e talheres; Latão (Cobre + Zinco), usado em armas e torneiras.

## Pressão de Vapor (Pv)

A velocidade de evaporação do líquido é igual à velocidade de condensação de seus vapores. Dizemos que há um equilíbrio dinâmico entre o líquido e seus vapores. Os vapores do líquido chegam ao estado de vapores saturados e que foi alcançada a pressão máxima de vapor do líquido (Pv): a pressão exercida por seus vapores quando estão em equilíbrio dinâmico com o líquido. Quanto maior a Pv mais volátil (mais evapora) é o líquido. Os fatores que influenciam na pressão de vapor são a temperatura, a natureza do líquido e a temperatura.

A pressão de vapor de uma substância depende apenas de sua natureza química e não da quantidade. Líquidos mais voláteis que a água, como éter comum, álcool etílico e acetona evaporam mais intensamente e possuem maior pressão de vapor. Há três tipos de vaporização:

**Evaporação:** mais lenta, acontece na superfície do líquido.

**Ebulição:** mais turbulenta, com for-

mação de bolhas, acontece no interior do líquido.

**Calefação:** passagem muito rápida do estado líquido para vapor.

Quando a pressão de vapor é igual a pressão atmosférica o líquido entra em ebulição. A pressão atmosférica varia de acordo com a altitude. Com o aumento da altitude, diminui a pressão atmosférica, diminuindo o ponto de ebulição, causando a diminuição da pressão de vapor. Locais onde tem menos pressão atmosférica, a água ferve mais rápido. Em lugares de grande altitude, as substâncias entram em ebulição a temperaturas mais baixas que ao nível do mar.

## Osmometria

A Osmose estuda a passagem espontânea de solvente de uma solução mais diluída para outra mais concentrada através de uma membrana semipermeável. Estuda a medição da pressão osmótica das soluções que devem ser do mesmo soluto, para igualar a concentração. Para a realização da osmose existem três tipos de membranas: permeáveis (deixam passar solvente e soluto como um pano de algodão fino), impermeáveis (não deixam passar solvente nem soluto) e as semipermeáveis (possuem ação seletiva quanto ao tipo de substância que pode atravessá-la, permite a passagem do solvente e impede a passagem do soluto como o papel vegetal, tripa de animal, membrana celular, papel celofane).

Pressão Osmótica (P) é a pressão que se deve aplicar à solução para não deixar o solvente atravessar a membrana semipermeável. Para o cálculo da pressão osmótica, usamos:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

P = pressão osmótica, em atm  
V = volume, em litro  
n = número de mol  
T = temperatura, em Kelvin (K)  
R = Constante Clapeyron, 0,082 atm.L/mol.K

Para as soluções iônicas usamos a expressão:  $P = M \cdot R \cdot T \cdot i$

M = molaridade, em mol/L  
i = fator de correção de Van't Hoff

Quanto às pressões osmóticas, as soluções podem ser classificadas comparando A e B com mesma temperatura como hipertônica ( $P_A > P_B$ ), isotônica ( $P_A = P_B$ ) e hipotônica ( $P_A < P_B$ ). Exemplo:

Calcule a pressão osmótica de uma solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), sendo que foram dissolvidas 34,2g desse soluto em 0,5L de solvente a 27°C.

Dado: MM = 342g/mol

**1º Passo** - Calculamos o número de mol em 34,2g de sacarose.

$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol de sacarose} - 342\text{g} \\ x \text{ mol de sacarose} - 34,2\text{g} \end{array} \right.$

$$x \cdot 342 = 1 \cdot 34,2$$

$$x = 34,2 : 342$$

$$x = 0,1 \text{ mol de sacarose}$$

**2º Passo** - Converter °C para °K

$$\rightarrow 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

**3º Passo** - Aplicamos a fórmula sem o fator de correção de Van't Hoff pois a sacarose é um composto molecular e não iônico.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot 0,5 = 0,1 \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$P = 4,92 \text{ atm}$$

## Equilíbrio químico

A maioria das reações químicas terminam quando acaba a quantidade de reagentes. Alguns processos não se completam. O fato disto ocorrer pode ser explicado pela reversibilidade da reação. Após formar os produtos, estes produtos voltam a formar os reagentes originais. Se isso não ocorrer, essas reações não chegarão ao final e atingirão um equilíbrio químico.

**Reação Reversível:** ocorre simultaneamente nos dois sentidos. Ao mesmo tempo, os reagentes se transformam em produtos e os produtos se transformam em reagentes.

**Equilíbrio Homogêneo:** todas as substâncias estão na mesma fase (estado físico). Normalmente ocorrem em sistemas gasosos e aquosos.

**Equilíbrio Heterogêneo:** as substâncias estão em fases diferentes. Normalmente, envolvem substâncias sólidas e líquidas.

**Constante de Equilíbrio (Kc):** constante de equilíbrio em função das concentrações. É dada pela divisão das concentrações dos produtos pela concentração dos reagentes da reação direta, elevados a expoentes iguais aos seus coeficientes estequiométricos da reação química. A fórmula é a Lei da ação das massas (Guldberg-Waage):  $K_c = \frac{(P)^p}{(R)^r}$

**Deslocamento do Equilíbrio:** é toda e qualquer alteração da velocidade da reação direta ou da reação inversa, causando modificações nas concentrações das substâncias e levando o sistema a um novo estado de equilíbrio químico. Durante as modificações, os valores de todas as concentrações são alteradas, porém o valor de Kc mantém-se o mesmo.

## Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH determina se uma solução é mais ácida ou mais básica. A determinação do pH é muito importante, por exemplo, em piscinas, num aquário, no solo, em um rio, no nosso organismo, etc. A escala do pH pode variar de 0 até 14, sendo que quanto menor o índice do pH de uma substância, mais ácida ela será. Pode ser resumida pela tabela:

Água Pura	pH = 7	pOH = 7
Solução ácida	pH < 7	pOH > 7
Solução básica	pH > 7	pOH < 7

Exemplo 1: Calcule o pH de uma solução 0,002 mol/L de HCl. Dado:  $\log 2 = 0,3$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log[\text{H}^+] \\ \text{pH} &= -\log[0,002] \\ \text{pH} &= 2,6 \end{aligned}$$

A concentração da solução é igual a concentração de íons  $\text{H}^+$ .

Exemplo 2: Calcule o pH de uma solução 0,1 mol/L de NaOH.

Observe que a mesma concentração da solução de NaOH é a mesma concentração de íons  $\text{OH}^-$ .  $[0,1 \text{ mol/L}] = [\text{OH}^-]$

Calcula-se primeiro o pOH:

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log[\text{OH}^-] \\ \text{pOH} &= -\log[0,1] \\ \text{pOH} &= 1 \end{aligned}$$

Agora, calculamos o pH:

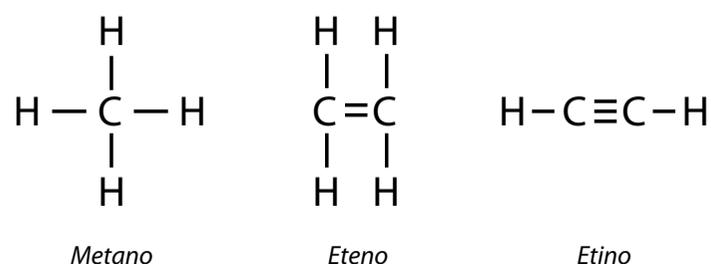
$$\begin{aligned} \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \\ \text{pH} + 1 &= 14 \\ \text{pH} &= 14 - 1 \\ \text{pH} &= 13 \end{aligned}$$

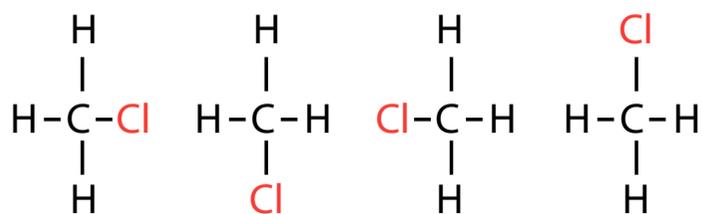
Na prática, o pH é medido pelo peagômetro. Um aparelho que mede a condutividade elétrica da solução e possui uma escala já graduada em valores de pH. É mergulhado dentro da solução fazendo a leitura. Outro indicador muito utilizado em laboratórios é o papel tornassol, que é um papel filtro impregnado com tornassol. Não mede um valor exato de pH, apenas mostra se a solução é ácida ou básica. Avermelhado: é ácida; azulado: é básica.

## Química Orgânica

É a parte da Química que estuda os compostos que contém carbono. A Química Inorgânica estuda os demais compostos, em geral minérios. Os compostos orgânicos são, na sua maioria, formados por átomos de C, H, O e N. Os compostos orgânicos existem em maior quantidade e é uma das áreas mais estudadas na indústria química. São compostos naturais orgânicos: o petróleo, o gás natural, o carvão mineral, etc. A partir destes é possível fabricar compostos orgânicos sintéticos: plásticos, corantes, náilon, poliéster, roupas, teflon, etc.

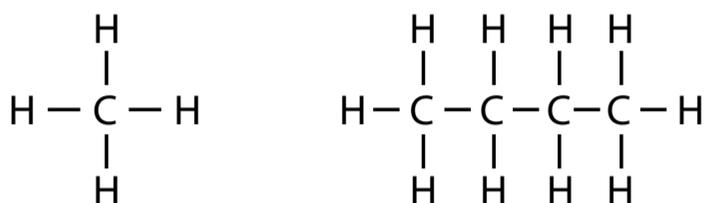
**Átomo de carbono:** possui massa atômica ( $A$ ) = 12 e número atômico ( $Z$ ) = 6. Ou seja, possui 6 elétrons, sendo 4 elétrons na última camada (camada de valência), portanto, tetravalente (1º Postulado de Kekulé). Pode fazer quatro ligações covalentes, formando moléculas para ficar estável e a posição do heteroátomo não difere os compostos (1º Postulado de Kekulé).





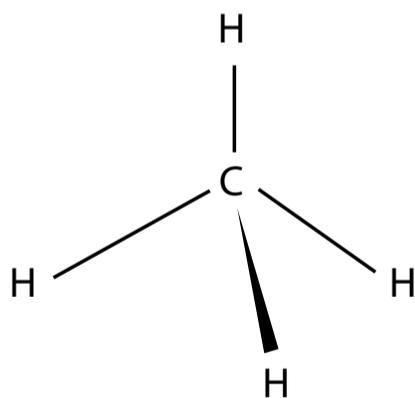
Clorofórmio ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ )

O 3º Postulado de Kekulé diz que os átomos de carbono agrupam-se entre si formando cadeias carbônicas.



Dois átomos de carbono podem se **ligar** através de 1 par eletrônico (ligação simples,  $\text{C} - \text{C}$ ) 2 pares eletrônicos (ligação dupla,  $\text{C} = \text{C}$ ) ou 3 pares eletrônicos (ligação tripla,  $\text{C} \equiv \text{C}$ ).

Já apresentamos anteriormente a Fórmula Eletrônica (pontos, Lewis), a Fórmula Estrutural (traços) e a Fórmula Molecular (átomos e suas quantidades). Existe ainda uma última fórmula, a Fórmula **Geométrica**: forma espacial da molécula em que mostra os ângulos e as suas ligações. Exemplo:  $\text{CH}_4$



## Cadeias Carbônicas

O átomo de carbono tem a propriedade de formar cadeias carbônicas. Elas são classificadas em aberta, fechada ou mista. Veja tabela que exemplifica tudo:

Cadeias Carbônicas						
Aberta, cíclica ou alifática	Fechada ou cíclica					
	Alicíclica	Aromática				
Disposição dos átomos	Normal	Ramificada	Normal	Ramificada	Mononuclear	Polinuclear
Ligação	Saturada	Insaturada	Saturada	Insaturada		Núcleo isolado
Natureza dos átomos	Homogênea	Heterogênea	Homocíclica	Heterocíclica		

**Cadeias Abertas (acíclicas ou alifáticas):** possuem duas pontas de cadeia. Podem ser **normal** (não possui radicais) ou **ramificada** (possui radicais). As ligações podem ser **saturada** (apenas ligações simples) ou **insaturada** (ligações duplas ou triplas). Quanto a formação dos átomos pode ser **homogênea** (só possui átomos de carbono) ou **heterogênea** (possui átomos diferente do carbono, "heteroátomo").

**Radicais orgânicos:** são conjunto de átomos ligados entre si que apresentam um ou mais elétrons livres em átomo de carbono. os mais comuns são formados por H e C.

**Cadeias Fechadas (cíclicas):** possuem átomos ligados formando um ciclo ou uma figura geométrica. Podem ser classificadas quanto à presença de **um anel benzênico** (aromática) ou **sem anel benzênico** (alícíclica). As alicíclicas obedecem as mesmas variações das cadeias abertas, já as aromáticas podem ser classificadas de acordo com o número de anéis: **mononuclear** (apenas um anel) ou **polinuclear** (vários anéis). As polinucleares podem ainda ser com **núcleo isolado** (anéis não possuem átomo de carbono em comum) ou **núcleo con-**

**densado** (anéis possuem átomos de carbono em comum).

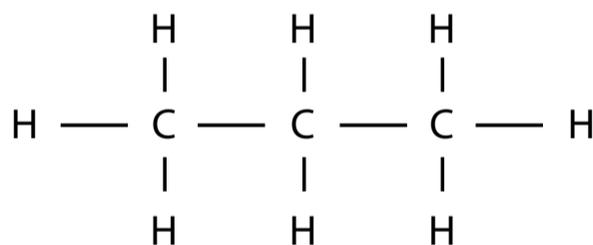
**Cadeias Mistas:** são abertas e também fechadas.

## Função Orgânica

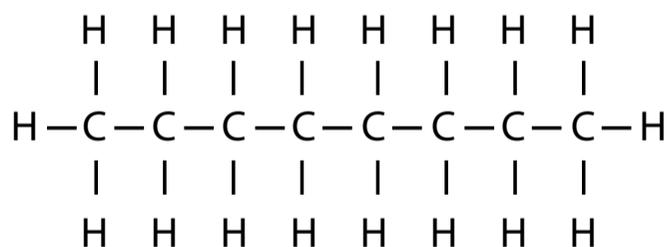
Devido ao elevado número de compostos orgânicos que existem, foi necessário agrupá-los em funções orgânicas de acordo com suas propriedades semelhantes.

**Hidrocarboneto:** é a função mais simples formada exclusivamente por hidrogênio e carbono com fórmula geral  $C_xH_y$ . Divide-se de acordo com a sua estrutura e tipo de ligações entre carbonos (alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalcenos, aromáticos).

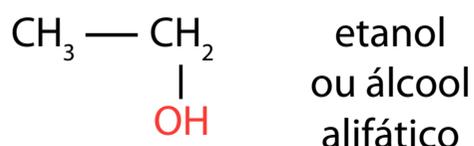
$C_3H_8$  (propano, está no gás de cozinha)



$C_8H_{18}$  (octano, gasolina)

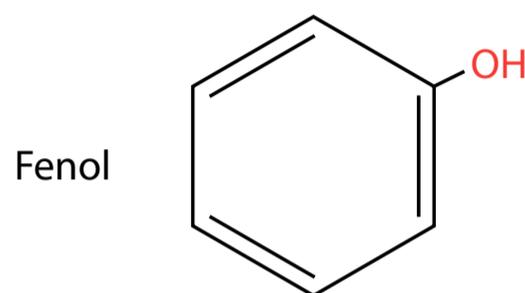


**Álcool:** contém um ou mais grupos oxidrila ou hidroxila (OH) ligado diretamente à átomos de carbono saturados.

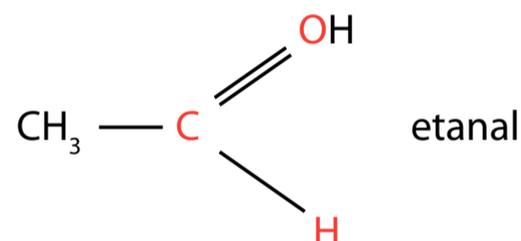


O etanol está presente nas bebidas alcoólicas. É tóxico e age no organismo como depressivo do sistema nervoso. Possui grande importância na indústria química (fabricação de perfumes, solventes, combustível).

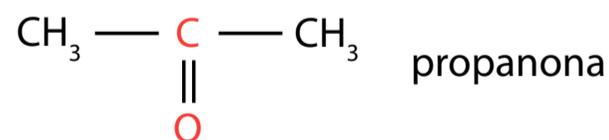
**Fenol:** contém uma ou mais hidroxilas (OH) ligadas diretamente a um anel aromático.



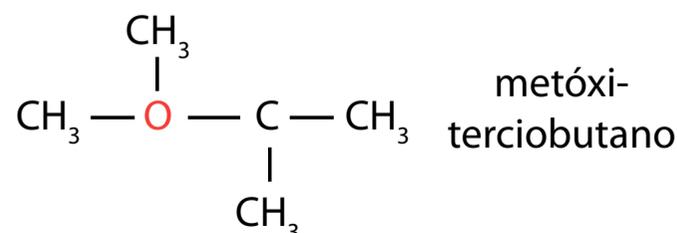
**Aldeído:** possui o grupo funcional (CHO) ligado à cadeia carbônica.



**Cetona:** possui o grupo funcional carbonila (CO).



**Éter:** a cadeia carbônica apresenta (O) entre dois carbonos. O oxigênio deve estar ligado diretamente a dois radicais orgânicos (alquila ou arila).





Sendo (A + B) reagentes (R) e (C + D), produtos (P), a variação  $\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$

$$\rightarrow \Delta H = H_P - H_R$$

## Unidade de calor

**Endotérmica:** absorvem calor (+)

**Exotérmica:** liberam calor (-)

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J (Joule)}$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal (calorias)}$$

**Entalpia de Formação (Calor de Reação):** é a energia da reação quando forma 1 mol de substância, a partir das substâncias químicas (elemento no seu estado padrão). As substâncias que participam da reação de formação devem ser simples. Devem informar o estado físico. Sua variação de entalpia de formação padrão é zero. Exemplos: C (grafite), O<sub>2</sub> (gasoso), N<sub>2</sub> (gasoso), H<sub>2</sub> (g), Na (sólido), S (s).

**Estado Padrão:** é a forma mais estável de uma substância a 25°C e a 1atm de pressão. São as substâncias simples.

**Entalpia de Combustão:** é o calor liberado na reação de combustão (sempre exotérmica) de 1 mol de uma substância em presença de gás oxigênio O<sub>2</sub>(gasoso). Combustão completa: mais quantidade de oxigênio. Forma gás carbônico e água. Combustão incompleta: menos quantidade de oxigênio. Produz menos quantidade de energia e forma mais resíduos como monóxido de carbono (CO) e água (H<sub>2</sub>O).

**Entalpia de Ligação:** durante as reações, as ligações químicas dos reagentes e produtos são alteradas. Podemos calcular a  $\Delta H$  pela análise desses novos arranjos. A entalpia de ligação é a variação de entalpia verificada na quebra de 1mol de uma determinada ligação química, sendo que todas as substâncias

estejam no estado gasoso, a 25° C e 1atm. Nos reagentes (sempre) são quebradas as ligações: reação endotérmica. Nos produtos (sempre) são formadas as ligações: exotérmica.

**Entalpia de Neutralização:** é realizada entre um ácido e uma base formando sal e água. É a variação de entalpia verificada na neutralização de 1mol de H<sup>+</sup> do ácido por 1mol de OH<sup>-</sup> da base, sendo todas as substâncias em diluição total ou infinita, a 25°C e 1atm. A reação é exotérmica.

**Entalpia de Dissolução:** é a variação de entalpia envolvida na dissolução de 1mol de determinada substância numa quantidade de água suficiente para que a solução obtida seja diluída. Quando um sólido é colocado em um copo com água acontece uma dissolução. Assim acontece a: 1 - quebra da ligação do sólido ( $\Delta H_1$ ), reação endotérmica e 2 - a interação do sólido com a água ( $\Delta H_2$ ), reação exotérmica.

## Lei de Hess

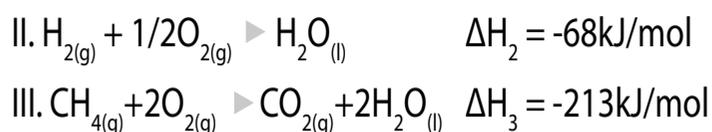
Ou "Lei da Soma dos Calores de Reação" estabelece que a variação de entalpia de uma reação química depende apenas dos estados inicial e final da reação.  $\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$ . Sendo uma forma de calcular a variação de entalpia através dos calores das reações intermediárias, pode ter infinitas variações de entalpia:  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \dots$

Exemplo: Calcule a variação de entalpia da seguinte reação pela Lei de Hess:



Dados fornecidos:

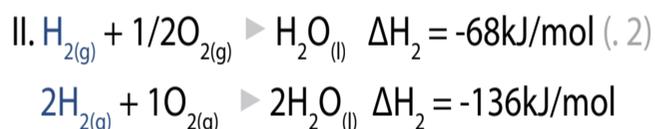




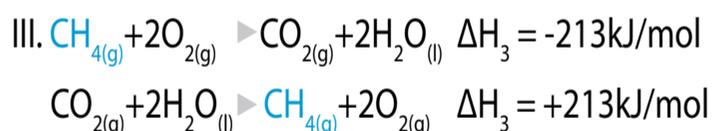
**1º passo:** escrever todas as equações intermediárias (dados) de acordo com a reação global. Se não estiverem de acordo, troca-se o sinal da  $\Delta H$ . Na equação "I", o que há em comum é o  $\text{C}_{(\text{grafite})}$ . Então ele deve ser escrito da mesma forma (como reagente e 1 mol).



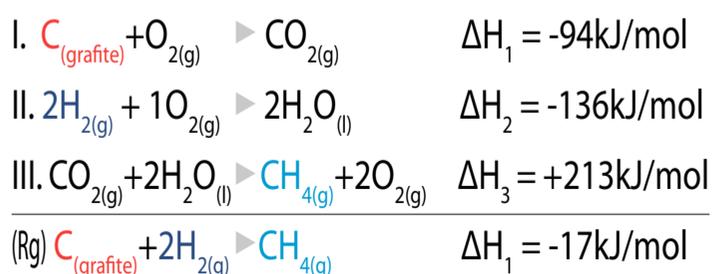
A equação "II" tem em comum com a reação global o  $\text{H}_{2(g)}$ . Nos dados, esta espécie química não está exatamente igual como na global. Deve-se multiplicar toda a equação por 2 (para ficar igual a  $2\text{H}_{2(g)}$ ), inclusive a  $\Delta H_2$ .



A equação "III" tem em comum com a reação global o  $\text{CH}_{4(g)}$ . Devemos inverter a posição desta equação e, portanto, trocar o sinal da  $\Delta H_3$ .



**2º passo:** fazer a somatória para montar a reação global (Rg) e somar os valores das  $\Delta H$  das equações intermediárias para achar a  $\Delta H$  da reação global.



Lei de Hess:  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$   
 $\Delta H = (-94) + (-136) + (213) = -17\text{kJ/mol}$

## Eletroquímica

Estuda as reações que produzem corrente elétrica através de reações chamadas de oxidação e redução. Também estuda as reações que ocorrem por intermédio do fornecimento de corrente elétrica, conhecidas como eletrólise. Exemplo: pilhas e baterias utilizadas em aparelhos eletrônicos, como celular, controle remoto, lanternas, filmadoras, calculadoras, brinquedos, computadores. A conversão de energia química em energia elétrica é um processo espontâneo, chamado de pilha (célula galvânica). Já a conversão de energia elétrica em energia química é um processo não-espontâneo, chamado de eletrólise.

### Número de oxidação (NOX)

Para entender a eletroquímica, é preciso saber calcular o número de oxidação das substâncias envolvidas em uma reação química. O NOX deve ser calculado respeitando alguns critérios.

**Substância Simples:** 0 (não há perda nem ganho de elétrons. Exemplos:  $\text{H}_2$  (NOX H = 0), Fe (NOX Fe = 0),  $\text{O}_3$  (NOX O = 0))

**Átomo como íon simples:** própria carga. Exemplos:  $\text{Na}^+$  (NOX Na = 1<sup>+</sup>),  $\text{S}_2^{2-}$  (NOX S = 2<sup>-</sup>),  $\text{H}^+$  (NOX H = 1<sup>+</sup>)

**Metais alcalinos à esquerda da fórmula:** 1<sup>+</sup>. Exemplos: NaCl (NOX Na = 1<sup>+</sup>), LiF (NOX Li = 1<sup>+</sup>),  $\text{K}_2\text{S}$  (NOX K = 1<sup>+</sup>)

**Metais alcalino-terrosos à esquerda da fórmula:** 2<sup>+</sup>. Exemplos: CaO (NOX Ca = 2<sup>+</sup>), MgS (NOX Mg = 2<sup>+</sup>),  $\text{SrCl}_2$  (NOX Sr = 2<sup>+</sup>)

**Halogênios:** 1<sup>-</sup>. Exemplos: NaCl (NOX Cl = 1<sup>-</sup>), KF (NOX F = 1<sup>-</sup>),  $\text{K}_2\text{Br}$  (NOX Br = 1<sup>-</sup>)

**Calcogênios:**  $2^-$ . Exemplos: CaO (NOX O =  $2^-$ ), ZnO (NOX O =  $2^-$ ), MgS (NOX S =  $2^-$ )

**Ag, Zn e Al:**  $1^+$ ,  $2^+$ ,  $3^+$ . Exemplos: AgCl (NOX Ag =  $1^+$ ), ZnS (NOX Zn =  $2^+$ ),  $Al_2S_3$  (NOX Al =  $3^+$ )

**Hidrogênio em composto:**  $1^+$ . Exemplo:  $H_2O$  (NOX H =  $1^+$ )

**Hidreto metálico (hidrogênio do lado direito da fórmula):**  $1^-$ . Exemplo: NaH (NOX H =  $1^-$ )

**Oxigênio em composto (regra dos calcogênios):**  $2^-$ . Exemplo:  $H_2O$  (NOX O =  $2^-$ )

**Oxigênio com flúor:**  $1^+$  e  $2^+$ . Exemplos:  $O_2F_2$  (NOX O =  $1^+$ ),  $OF_2$  (NOX O =  $2^+$ )

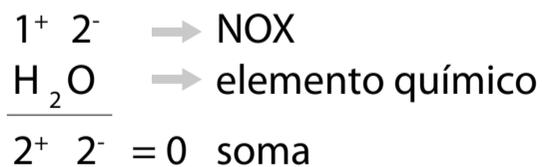
**Peróxidos (oxigênio + alcalino / alcalino terroso):**  $1^-$ . Exemplos:  $H_2O_2$  (NOX O =  $1^-$ ),  $Na_2O$  (NOX O =  $1^-$ )

**Superóxidos:**  $-$ . Exemplo:  $K_2O_4$  (NOX O =  $-$ )

## Cálculo de NOX

Para as substâncias com dois ou mais elementos químicos: a) soma do NOX de todos os átomos = zero; b) soma do NOX de todos os átomos em um íon composto = sua carga.

Exemplo: Para encontrar o NOX do H na água, sabendo apenas o NOX do O, coloque o NOX em cima da fórmula da água e abaixo a somatória.



Divide-se o número do somatório do H pelo número de átomos de H ( $2^+ : 2 = 1^+$ ). Multiplicamos o NOX pelo número de átomos de O ( $1 \cdot 2^- = 2^-$ ). Como a água está no seu estado neutro (não é um íon), o somatório de cargas é = 0. O H soma  $2^+$ , por este motivo.

**Oxirredução:** reação química que se caracteriza pela perda ou ganho (transferência) de elétrons. Ocorrem dois fenômenos: **oxidação**, há perda de elétrons, onde aumenta o NOX (Agente redutor) e **redução**, há ganho de elétrons, onde diminui o NOX (agente oxidante).

**Eletrólise:** reação não espontânea provocada pelo fornecimento de energia elétrica (gerador). É o inverso das pilhas. Para que a eletrólise ocorra deve haver: a) corrente elétrica contínua e voltagem suficiente para provocar a eletrólise; b) íons livres (por fusão ou dissolução).

**Eletrólise Ígnea:** onde não há presença de água. Metais iônicos são fundidos (derretidos). Ao se fundirem, eles se ionizam formando íons. A partir desses íons, é formada a corrente elétrica.

**Eletrólise Aquosa:** onde há a dissociação de um composto iônico em solução aquosa. O eletrodo deve ser inerte. É necessário considerar a reação de auto-ionização da água, onde produz íon  $H^+$  e íon  $OH^-$ . O composto iônico é dissolvido em água, ocorrendo a formação de íons livres, que produzirão a corrente elétrica. Deve ser montada as quatro reações (dissociação, ionização da água, reação do cátodo e reação do ânodo) para obter a "reação global" desta eletrólise.

Comparativo de Pilhas e Eletrólise		
	Polo +	Polo -
	Cátodo	Ânodo
Pilha de Daniell	Redução	Oxidação
	Aumenta a lâmina	Corrói a lâmina
	Dilui concentração	Aumenta concentração
	Ânodo	Cátodo
Eletrólise	Oxidação	Redução

## Leis da Eletrólise

São leis que relacionam as massas das substâncias produzidas nos eletrodos e as quantidades de energia gastas na eletrólise estabelecidas pelo físico-químico Michael Faraday.

**1ª Lei da Eletrólise (Lei de Faraday):** a massa da substância eletrolisada em qualquer dos elementos é diretamente proporcional à quantidade de carga elétrica que atravessa a solução:  $m = K_1 \cdot Q$

$m$  = massa da substância, em (g)

$k$  = constante de proporcionalidade (Faraday) =  $1/96500 = 1 \text{ Faraday} = 96500 \text{ (C)}$   
= carga de 1 mol ( $6,02 \cdot 10^{23}$ )

$Q$  = carga elétrica, em Coulomb (C)

**2ª Lei da Eletrólise:** empregando-se a mesma quantidade de carga elétrica ( $Q$ ), em diversos eletrólitos, a massa da substância eletrolisada, em qualquer dos eletrodos, é diretamente proporcional ao equivalente-grama da substância:  $m = k_2 \cdot E$

$E$  = equivalente-grama

Unindo as duas leis e aplicando ao estudo de Eletromagnetismo - Corrente Elétrica ( $Q = i \cdot t$ ), temos a seguinte expressão:

$$m = K \cdot E \cdot i \cdot t$$

$i$  = intensidade de corrente elétrica, em Coulomb por segundo = Ampère (A)

$t$  = tempo, em segundos (s)

Chegamos à Equação geral da eletrólise:

$$m = \frac{1}{96500} \cdot E \cdot Q \quad \text{ou} \quad m = \frac{1}{96500} \cdot E \cdot i \cdot t$$

## Radioatividade

Os átomos que se desintegram espontaneamente (manifestam radioatividade) são, principalmente, os de grande massa. O casal Pierre e Marie Curie, estudou a radioatividade dos sais de urânio. Verificaram que todos os sais de urânio tinham a propriedade de impressionar chapas fotográficas concluindo que o responsável pelas emissões era o urânio (U). conseguiram extrair e purificar o urânio a partir do minério pechblenda ( $U_3O$ ) e observaram que as impurezas eram mais radioativas do que o próprio urânio. Um dos novos elementos químicos era o Polônio (Po): 400 vezes mais radioativo do que o urânio. Outro elemento químico, o Rádium (Ra), era 900 vezes mais radioativo que o urânio e é luminescente (azulado) quando está no escuro e fluorescente com algumas substâncias como  $ZnS$ ,  $BaS$ , etc...

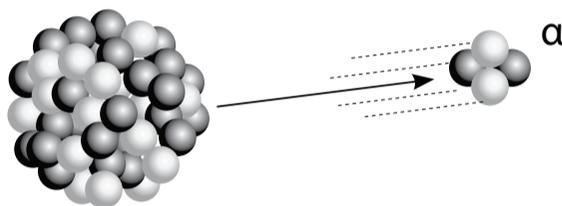
Os átomos dos elementos radioativos são muito instáveis. Por isso, a radioatividade se manifesta pela emissão de partículas do núcleo do átomo ou de radiação eletromagnética. Desintegração ou Decaimento Nuclear é o processo onde os núcleos instáveis emitem partículas e ondas eletromagnéticas para conseguir estabilidade. A estabilidade do núcleo atômico é determinada pelo número de massa ( $A$ ), quantidade de prótons mais nêutrons e só é rompida nos átomos com número de massa muito grande. A partir do polônio (Po,  $A=84$ ), todos os elementos têm instabilidade.

## Desintegração Radiativa

Quando ocorre a desintegração, os núcleos liberam radiação em forma de partículas alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e raios gama ( $\gamma$ ).

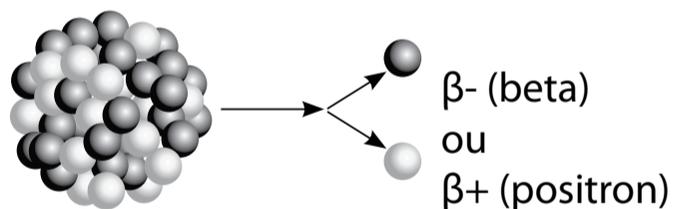
**Desintegração alfa:** emite partículas alfa ( $\alpha$ ), carregada positivamente com carga  $2^+$ . É formada por dois prótons e 2 nêutrons expelidos do núcleo.

**1ª Lei da Radioatividade (Lei de Soddy):** quando um núcleo emite uma partícula alfa ( $\alpha$ ), seu número atômico diminui duas unidades e seu número de massa diminui 4 unidades.

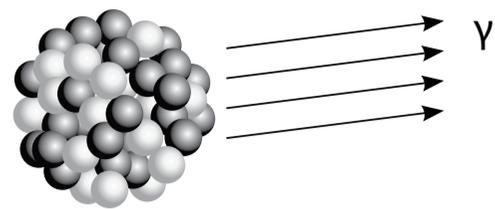


**Desintegração beta:** emite partícula beta ( $\beta$ ), formada por um elétron que é "atirado" em altíssima velocidade para fora do núcleo por estar instável.

**2ª Lei da Radioatividade (Lei de Soddy-Fajans-Russel):** quando um núcleo emite uma partícula beta ( $\beta$ ), seu número atômico aumenta uma unidade e seu número de massa não se altera.



**Desintegração gama:** as emissões gama ( $\gamma$ ) não são partículas. São ondas eletromagnéticas, assim como a luz ou ondas luminosas. Possui um poder de penetração maior que a alfa e beta. Conseguem atravessar até 20cm no aço e 5 cm no chumbo (Pb). Por este motivo, estas emissões são muito perigosas do ponto de vista fisiológico. Podem danificar tecidos vivos e até matar. A emissão gama ( $\gamma$ ) não altera nem o número atômico e nem o número de massa. O rádio ( $A=226$ ), por exemplo, se transforma em radônio ( $A=222$ ), emitindo radiação gama e também partículas alfa.



**Radioatividade:** é a propriedade que os núcleos atômicos instáveis possuem de emitir partículas e radiações eletromagnéticas para se transformarem em núcleos mais estáveis. O fenômeno é chamado de reação de desintegração radioativa, reação de transmutação ou reação de decaimento. A reação só acaba com a formação de átomos estáveis. O tempo varia muito.

## Efeitos da radioatividade

No ser humano, os efeitos dependem da quantidade e do tipo de radiação acumulada no organismo. A radioatividade é inofensiva para a vida humana em pequenas doses, mas em excesso, pode provocar lesões nos sistemas (nervoso, aparelho gastrointestinal, medula óssea, etc) e pode levar a morte (através de leucemia ou outro tipo de câncer).

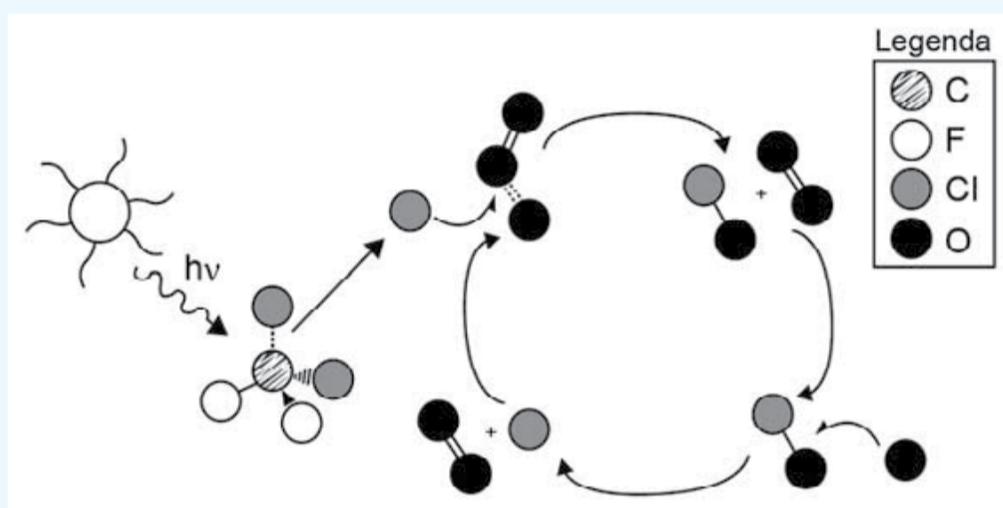
A radiação é impossível de ser percebida porque no momento do impacto não ocorre dor ou lesão visível. A radiação ataca as células do corpo alterando os átomos e sua estrutura. As ligações químicas podem ser alteradas, afetando o funcionamento das células. Isso provoca consequências biológicas no funcionamento do organismo com o tempo. Algumas percebidas a curto prazo, outras a longo prazo. Podem apresentar problemas nos descendentes (herdeiros genéticos, filhos, netos) de quem sofreu alguma alteração genética pela radioatividade.



# Questões

## 1. (ENEM - 2014)

A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio ( $O_3$ ) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da:

- clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radiculares.
- produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

## 2. (FUVEST - 2014)

A Gruta do Lago Azul (MS), uma caverna composta por um lago e várias salas, em que se encontram espeleotemas de origem carbonática (estalactites e estalagmites), é uma importante atração turística. O número de

visitantes, entretanto, é controlado, não ultrapassando 300 por dia. Um estudante, ao tentar explicar tal restrição, levantou as seguintes hipóteses:

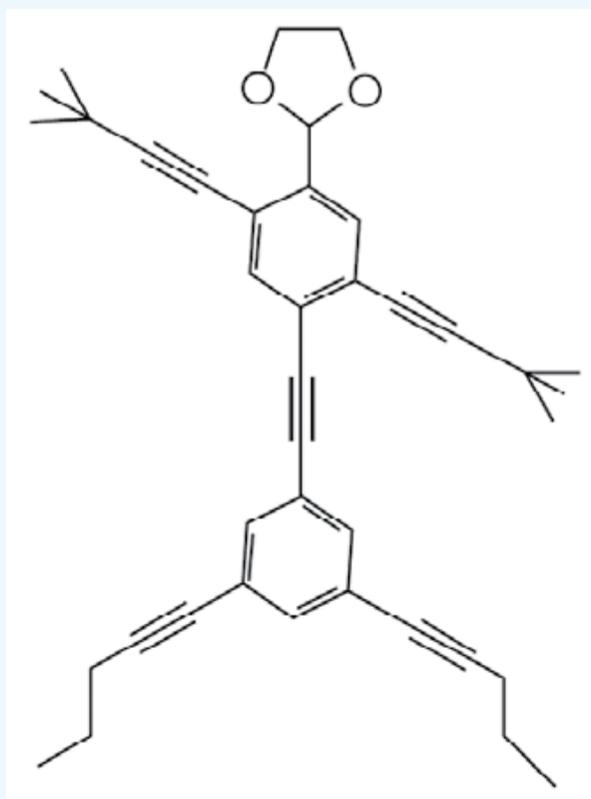
- I. Os detritos deixados indevidamente pelos visitantes se decompõem, liberando metano, que pode oxidar os espeleotemas.
- II. O aumento da concentração de gás carbônico que é liberado na respiração dos visitantes, e que interage com a água do ambiente, pode provocar a dissolução progressiva dos espeleotemas.
- III. A concentração de oxigênio no ar diminui nos períodos de visita, e essa diminuição seria compensada pela liberação de  $O_2$  pelos espeleotemas.

O controle do número de visitantes, do ponto de vista da Química, é explicado por:

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

### 3. (ENEM - 2013)

As moléculas de nanoputians lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



NanoKid

CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- a) Mãos.
- b) Cabeça.
- c) Tórax.
- d) Abdômen.
- e) Pés.

#### 4. (ENEM - 2012)

O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma “lenda urbana”, pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fica mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial padrão de redução de alguns metais:

Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Disponível em: [www.sucatas.com](http://www.sucatas.com). Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?

- a) Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
- b) Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
- c) Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
- d) Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
- e) Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.

## 5. (VUNESP - 2013)

A liofilização é um processo de desidratação de alimentos que, além de evitar que seus nutrientes saiam junto com a água, diminui bastante sua massa e seu volume, facilitando o armazenamento e o transporte. Alimentos liofilizados também têm seus prazos de validade aumentados, sem perder características como aroma e sabor.

cenoura liofilizada



([www.sublimar.com.br](http://www.sublimar.com.br))

kiwi liofilizado



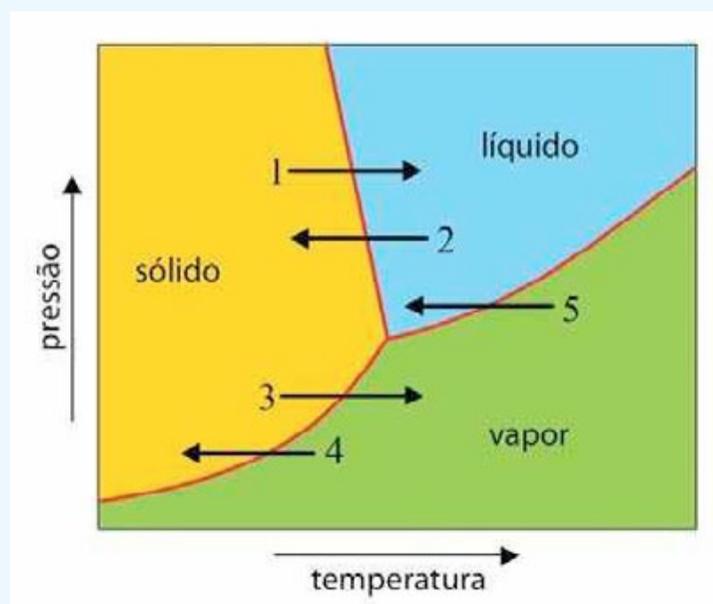
([www.brasilecola.com](http://www.brasilecola.com))

O processo de liofilização segue as seguintes etapas:

I. O alimento é resfriado até temperaturas abaixo de  $0^{\circ}\text{C}$ , para que a água contida nele seja solidificada.

II. Em câmaras especiais, sob baixíssima pressão (menores do que  $0,006\text{ atm}$ ), a temperatura do alimento é elevada, fazendo com que a água sólida seja sublimada. Dessa forma, a água sai do alimento sem romper suas estruturas moleculares, evitando perdas de proteínas e vitaminas.

O gráfico mostra parte do diagrama de fases da água e cinco processos de mudança de fase, representados pelas setas numeradas de 1 a 5.



A alternativa que melhor representa as etapas do processo de liofilização, na ordem descrita, é:

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

## 6. (ENEM - 2013)

Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água...

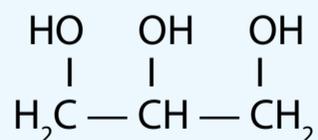
*SACKS, O. Tio Tungstênio: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.*

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

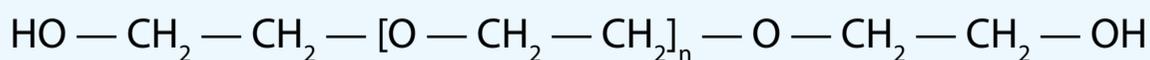
- a) obtenção de ouro a partir de pepitas.
- b) obtenção de calcário a partir de rochas.
- c) obtenção de alumínio a partir da bauxita.
- d) obtenção de ferro a partir de seus óxidos.
- e) obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

## 7. (ENEM - 2011)

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:

- a) ligações iônicas.
- b) forças de London.
- c) ligações covalentes.
- d) forças dipolo-dipolo.
- e) ligações de hidrogênio.

### **8.** (UNICAMP - 2013)

Uma prática de limpeza comum na cozinha consiste na remoção da gordura de panelas e utensílios como garfos, facas, etc. Na ação desengordurante, geralmente se usa um detergente ou um sabão. Esse tipo de limpeza resulta da ação química desses produtos, dado que suas moléculas possuem:

- a) uma parte com carga, que se liga à gordura, cujas moléculas são polares; e uma parte apolar, que se liga à água, cuja molécula é apolar.
- b) uma parte apolar, que se liga à gordura, cujas moléculas são apolares; e uma parte com carga, que se liga à água, cuja molécula é polar.
- c) uma parte apolar, que se liga à gordura, cujas moléculas são polares; e uma parte com carga, que se liga à água, cuja molécula é apolar.
- d) uma parte com carga, que se liga à gordura, cujas moléculas são apolares; e uma parte apolar, que se liga à água, cuja molécula é polar.

### **9.** (ENEM - 2011)

O etanol é considerado um biocombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.

*Revista Química Nova na Escola. no 28, 2008.*

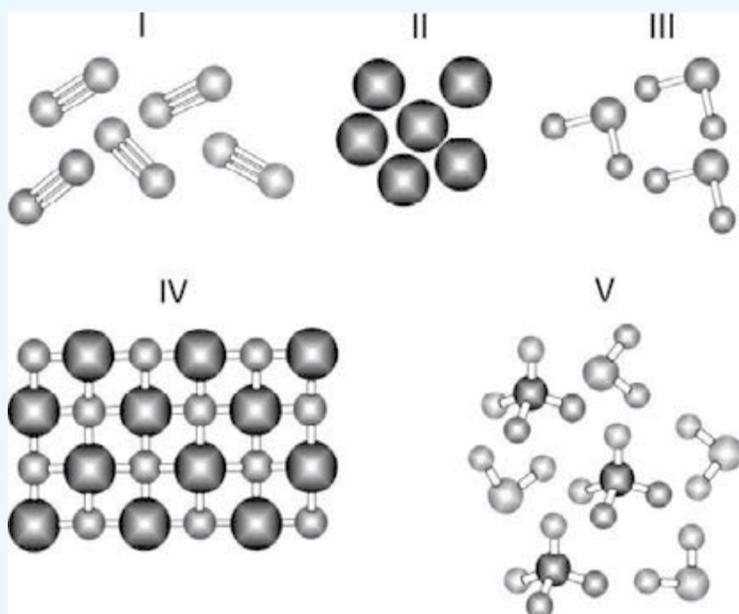
O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetar o meio ambiente, causando:

- a) o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.

- b) a eliminação de microrganismos existentes no solo responsáveis pelo processo de desnitrificação.
- c) a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  em água.
- d) a diminuição do pH do solo pela presença de  $\text{NH}_3$ , que reage com a água, formando o  $\text{NH}_4\text{OH}$  (aq).
- e) a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ .

### 10. (FUVEST - 2014)

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. (MACKENZIE - 2012)

Comemora-se, neste ano de 2011, o centenário do modelo atômico proposto pelo físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), prêmio Nobel da Química em 1908. Em 1911, Rutherford, bombardeou uma finíssima lâmina de ouro com partículas alfa, oriundas de uma amostra contendo o elemento químico polônio. De acordo com o seu experimento, Rutherford concluiu que:

- 
- a) o átomo é uma partícula maciça e indestrutível.  
b) existe, no centro do átomo, um núcleo pequeno, denso e negativamente carregado.  
c) os elétrons estão mergulhados em uma massa homogênea de carga positiva.  
d) a maioria das partículas alfa sofria um desvio ao atravessar a lâmina de ouro.  
e) existem, no átomo, mais espaços vazios do que preenchidos.

## 12. (ENEM - 2013)

Sabe-se que o aumento da concentração de gases como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

*ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).*

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- a) Evitando a rotação de culturas.  
b) Liberando o  $\text{CO}_2$  presente no solo.  
c) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.  
d) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.  
e) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

## 13. (VUNESP - 2013)

Em um laboratório de química, dois estudantes realizam um experimento com o objetivo de determinar a velocidade da reação apresentada a seguir.

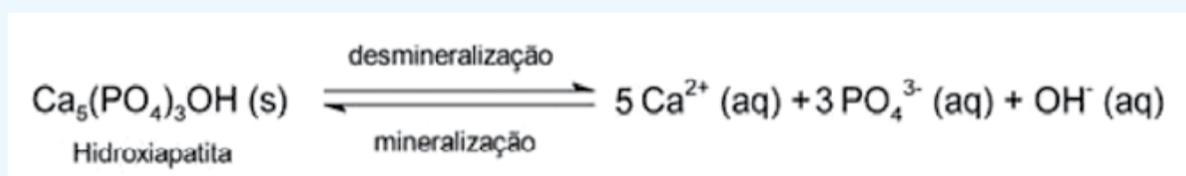


Sabendo que a reação ocorre em um sistema aberto, o parâmetro do meio reacional que deverá ser considerado para a determinação da velocidade dessa reação é:

- a) a diminuição da concentração de íons  $\text{Mg}^{2+}$ .  
b) o teor de umidade no interior do sistema.  
c) a diminuição da massa total do sistema.  
d) a variação da concentração de íons  $\text{Cl}^-$ .  
e) a elevação da pressão do sistema.

## 14. (ENEM - 2011)

Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. Sabe-se que o principal componente do esmalte do dente é um sal denominado hidroxiapatita. O refrigerante, pela presença da sacarose, faz crescer o pH do biofilme (placa bacteriana), provocando a desmineralização do esmalte dentário. Os mecanismos de defesa salivar levam de 20 a 30 minutos para normalizar o nível do pH, remineralizando o dente. A equação química seguinte representa esse processo:



GROISMAN, S. Impacto do refrigerante nos dentes é avaliado sem tirá-lo da dieta. Disponível em: <http://www.isaude.net>. Acesso em: 1 maio 2010 (adaptado).

Considerando que uma pessoa consuma refrigerantes diariamente, poderá ocorrer um processo de desmineralização dentária, devido ao aumento da concentração de:

- $\text{OH}^-$ , que reage com os íons  $\text{Ca}^{2+}$ , deslocando o equilíbrio para a direita.
- $\text{H}^+$ , que reage com as hidroxilas  $\text{OH}^-$ , deslocando o equilíbrio para a direita.
- $\text{OH}^-$ , que reage com os íons  $\text{Ca}^{2+}$ , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- $\text{H}^+$ , que reage com as hidroxilas  $\text{OH}^-$ , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- $\text{Ca}^{2+}$ , que reage com as hidroxilas  $\text{OH}^-$ , deslocando o equilíbrio para a esquerda.

## 15. (FUVEST - 2014)

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:

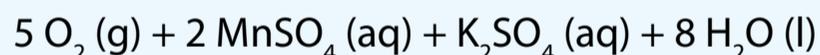
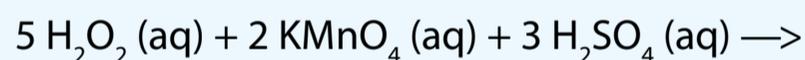
- 
- I. ter boa resistência a impactos, mas não poder ser levado diretamente ao fogo;
  - II. poder ser levado diretamente ao fogo, mas estar sujeito a corrosão;
  - III. apresentar pouca reatividade química, mas ter pouca resistência a impactos.

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.

### 16. (ENEM - 2011)

O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:



*ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. Introdução aos Cálculos da Química. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.*

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a:

- a)  $2,0 \times 10^0$  mol.
- b)  $2,0 \times 10^{-3}$  mol.
- c)  $8,0 \times 10^{-1}$  mol.
- d)  $8,0 \times 10^{-4}$  mol.
- e)  $5,0 \times 10^{-3}$  mol.

### 17. (ENEM - 2014)

A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm

em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.). *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é:

- a)  $C_{18}H_{36}$ .
- b)  $C_{17}H_{33}COONa$ .
- c)  $CH_3CH_2COONa$ .
- d)  $CH_3CH_2CH_2COOH$ .
- e)  $CH_3CH_2CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_3$ .

## 18. (UNICAMP - 2013)

Em junho de 2012 ocorreu na cidade do Rio de Janeiro a Conferência Rio+20. Os principais focos de discussão dessa conferência diziam respeito à sustentabilidade do planeta e à poluição da água e do ar. Em relação a esse último aspecto, sabemos que alguns gases são importantes para a vida no planeta. A preocupação com esses gases é justificada, pois, de um modo geral, pode-se afirmar que:

- a) o  $CH_4$  e o  $CO_2$  estão relacionados à radiação ultravioleta, o  $O_3$ , à chuva ácida e os  $NO_x$ , ao efeito estufa.
- b) o  $CH_4$  está relacionado à radiação ultravioleta, o  $O_3$  e o  $CO_2$ , ao efeito estufa e os  $NO_x$ , à chuva ácida.
- c) os  $NO_x$  estão relacionados ao efeito estufa, o  $CH_4$  e o  $CO_2$ , à radiação ultravioleta e o  $O_3$ , à chuva ácida.
- d) o  $O_3$  está relacionado à radiação ultravioleta, o  $CH_4$  e o  $CO_2$ , ao efeito estufa e os  $NO_x$ , à chuva ácida.

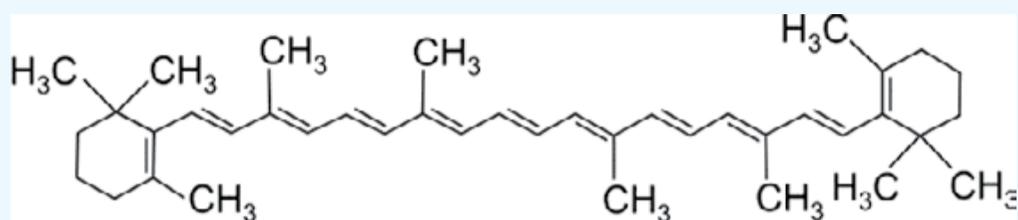
## 19. (FUVEST - 2013)

Admite-se que as cenouras sejam originárias da região do atual Afeganistão, tendo sido levadas para outras partes do mundo por viajantes ou invasores. Com base em relatos escritos, pode-se dizer que as cenouras devem ter sido levadas à Europa no século XII e, às Américas, no início do século XVII.

Em escritos anteriores ao século XVI, há referência apenas a cenouras de cor roxa, amarela ou vermelha. É possível que as cenouras de cor laranja sejam originárias dos Países Baixos, e que tenham sido desenvolvidas, inicialmente, à época do Príncipe de Orange (1533-1584).

No Brasil, são comuns apenas as cenouras laranja, cuja cor se deve à presença do pigmento betacaroteno, representado a seguir.





betacaroteno

Com base no descrito acima, e considerando corretas as hipóteses ali aventadas, é possível afirmar que as cenouras de coloração laranja:

- podem ter sido levadas à Europa pela Companhia das Índias Ocidentais e contêm um pigmento que é um polifenol insaturado.
- podem ter sido levadas à Europa por rotas comerciais norte-africanas e contêm um pigmento cuja molécula possui apenas duplas ligações cis.
- podem ter sido levadas à Europa pelos chineses e contêm um pigmento natural que é um poliéster saturado.
- podem ter sido trazidas ao Brasil pelos primeiros degredados e contêm um pigmento que é um polímero natural cujo monômero é o etileno.
- podem ter sido trazidas a Pernambuco durante a invasão holandesa e contêm um pigmento natural que é um hidrocarboneto insaturado.

## 20. (ENEM - 2011)

Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão ( $\Delta H_c^\circ$ ), definido como a energia liberada na queima completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu  $\Delta H_c^\circ$ .

Substância	Fórmula	$\Delta H_c^\circ$ (kJ/mol)
benzeno	$C_6H_6$ (l)	-3 268
etanol	$C_2H_5OH$ (l)	-1 368
glicose	$C_6H_{12}O_6$ (s)	-2 808
metano	$CH_4$ (g)	-890
octano	$C_8H_{18}$ (l)	-5 471

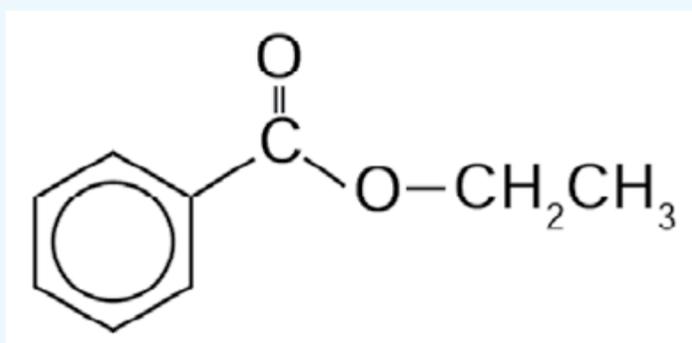
ATKINS, P. *Princípios de Química. Bookman, 2007 (adaptado).*

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- a) Benzeno.
- b) Metano.
- c) Glicose.
- d) Octano.
- e) Etanol.

## 21. (ENEM - 2012)

A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do  $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$ , cuja estrutura está mostrada a seguir.



O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente:

- a) ácido benzoico e etanol.
- b) ácido propanoico e hexanol.
- c) ácido fenilacético e metanol.
- d) ácido propiônico e cicloexanol.
- e) ácido acético e álcool benzílico.

## 22. (MACKENZIE - 2012)

A tabela contém os valores dos pontos de ebulição (P.E.) e a massa molar de alguns compostos orgânicos, todos sob a mesma pressão.

Composto	Nomenclatura	P.E. (°C)	Massa Molar (g/mol)
A	propano	- 42,0	44
B	metil-propano	- 12,0	58
C	dimetil-propano	9,5	72
D	n-butano	0,0	58
E	metil-butano	30,0	72
F	pentano	36,0	72

Observando a tabela, considere I, II, III e IV abaixo.

I. A  $-45^{\circ}\text{C}$  o composto A apresenta maior pressão de vapor em relação ao composto B.

II. Quanto maior a massa molar de um alcano não-ramificado, maior será o seu ponto de ebulição.

III. São isômeros de cadeia os compostos B, C e D.

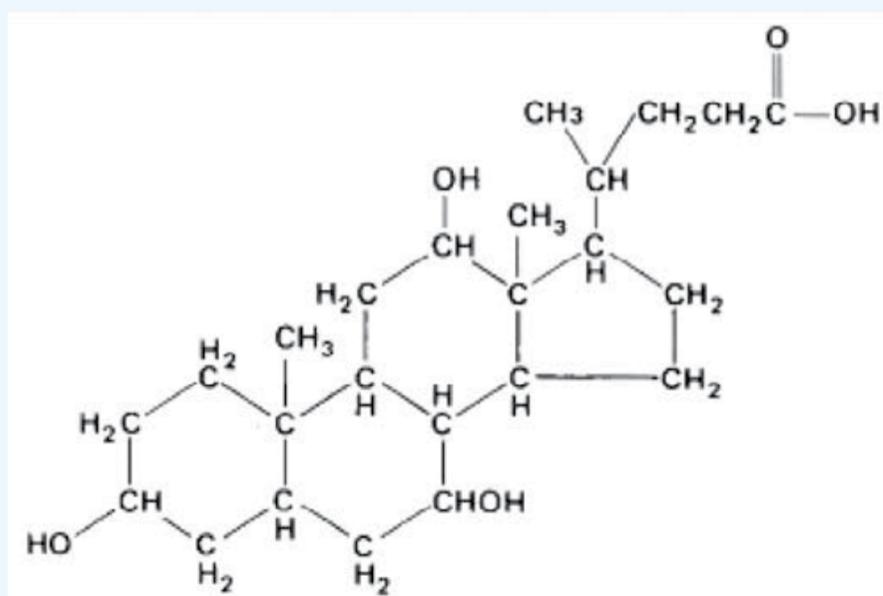
IV. A presença de ramificações diminui o ponto de ebulição dos compostos orgânicos que são isômeros de cadeia.

Estão corretas, somente:

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

### 23. (ENEM - 2011)

A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicocólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



UCKO, D. A. *Química para as Ciências da Saúde: uma Introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica*. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo:



óxido de cobre (II) presente na moeda, antes do processo de restauração, era:

- a) 2%
- b) 4%
- c) 8%
- d) 10%
- e) 16%

## 26. (UNICAMP - 2013)

Na década de 1970, a imprensa veiculava uma propaganda sobre um fertilizante que dizia: “contém N, P, K, mais enxofre.” Pode-se afirmar que o fertilizante em questão continha em sua formulação, respectivamente, os elementos químicos:

- a) nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, cujo símbolo é S.
- b) níquel, potássio, criptônio e enxofre, cujo símbolo é Ex.
- c) nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, cujo símbolo é Ex.
- d) níquel, potássio, cálcio e enxofre, cujo símbolo é S.

## 27. (ENEM - 2012)

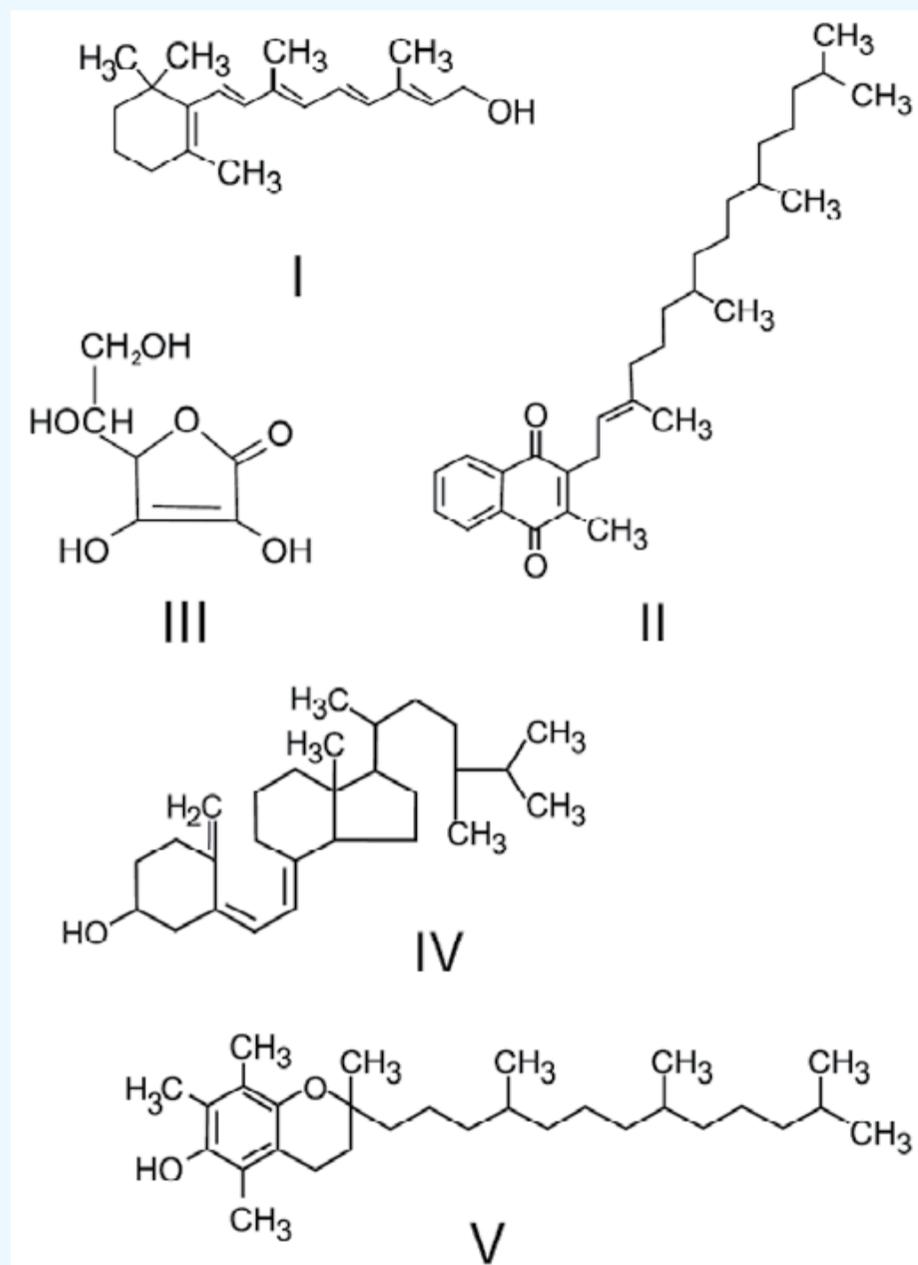
Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.

Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque:

- a) promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
- b) a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
- c) a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
- d) a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.
- e) o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

## 28. (ENEM - 2012)

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.



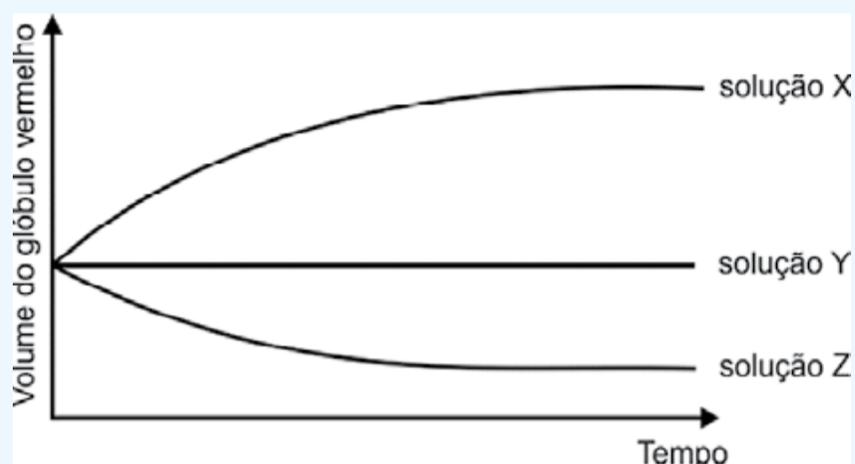
Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é:

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

## 29. (FUVEST - 2013)

A porcentagem em massa de sais no sangue é de aproximadamente 0,9%. Em um experimento, alguns glóbulos vermelhos de uma amostra

de sangue foram coletados e separados em três grupos. Foram preparadas três soluções, identificadas por X, Y e Z, cada qual com uma diferente concentração salina. A cada uma dessas soluções foi adicionado um grupo de glóbulos vermelhos. Para cada solução, acompanhou-se, ao longo do tempo, o volume de um glóbulo vermelho, como mostra o gráfico.

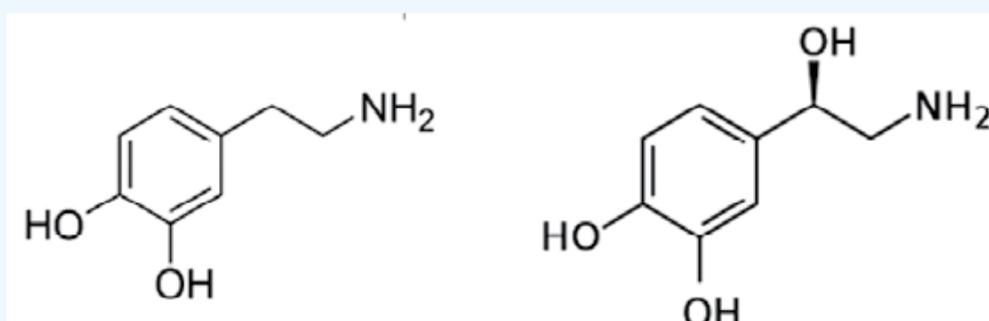


Com base nos resultados desse experimento, é correto afirmar que:

- a) a porcentagem em massa de sal, na solução Z, é menor do que 0,9%.
- b) a porcentagem em massa de sal é maior na solução Y do que na solução X.
- c) a solução Y e a água destilada são isotônicas.
- d) a solução X e o sangue são isotônicos.
- e) a adição de mais sal à solução Z fará com que ela e a solução X fiquem isotônicas.

### 30. (MACKENZIE - 2012)

Inquietude, dificuldade de concentração, notas baixas na escola, esquecimento. Esses são alguns sintomas do Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Alguns estudos sugerem que a doença esteja relacionada a alterações na região frontal do cérebro. Essas possíveis alterações estão diretamente relacionadas aos neurotransmissores, dopamina e noradrenalina, que passam informações entre os neurônios. Abaixo estão representadas as fórmulas estruturais desses dois neurotransmissores.



Dopamina

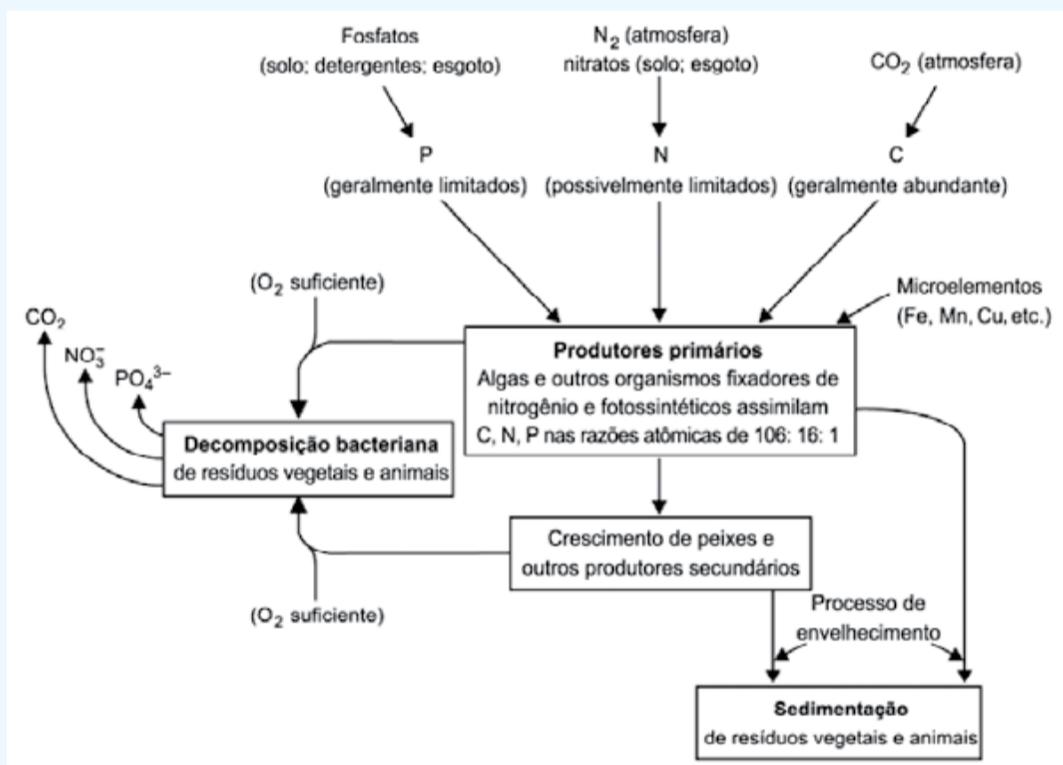
Noradrenalina

Observando as moléculas orgânicas dadas, é correto afirmar que ambas:

- a) apresentam átomos de carbono quiral.
- b) são capazes de formar ligações de hidrogênio intermoleculares.
- c) possuem as funções orgânicas álcool e amina primária.
- d) são isômeros de cadeia.
- e) possuem cadeia carbônica mista, saturada e heterogênea.

### 31. (ENEM - 2011)

A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limitrofe, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.



SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado).

A análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono (21,2 mol/L), nitrogênio (1,2 mol/L) e fósforo (0,2 mol/L). Nessas condições, o nutriente limitrofe é o:

- a) C
- b) N
- c) P
- d)  $\text{CO}_2$
- e)  $\text{PO}_4^{3-}$

### 32. (ENEM - 2013)

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.

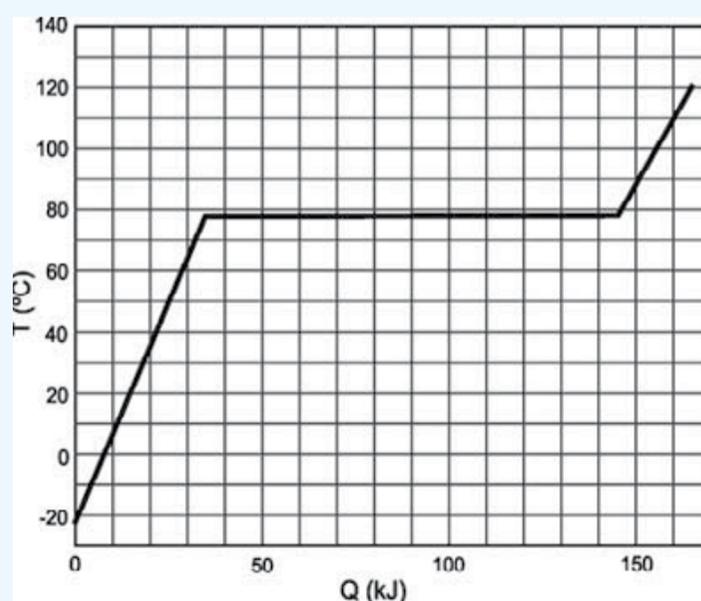
Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

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)  $4,8 \times 10^{25}$

### 33. (FUVEST - 2013)

Em um recipiente termicamente isolado e mantido a pressão constante, são colocados 138 g de etanol líquido. A seguir, o etanol é aquecido e sua temperatura  $T$  é medida como função da quantidade de calor  $Q$  a ele transferida.



Note e adote: Fórmula do etanol:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   
Massas molares: C(12 g/mol), H(1 g/mol), O(16 g/mol)

A partir do gráfico de  $T \times Q$ , apresentado na figura, pode-se determinar o

calor específico molar para o estado líquido e o calor latente molar de vaporização do etanol como sendo, respectivamente, próximos de:

- a) 0,12 kJ/(mol°C) e 36 kJ/mol.
- b) 0,12 kJ/(mol°C) e 48 kJ/mol.
- c) 0,21 kJ/(mol°C) e 36 kJ/mol.
- d) 0,21 kJ/(mol°C) e 48 kJ/mol.
- e) 0,35 kJ/(mol°C) e 110 kJ/mol.

### 34. (MACKENZIE - 2012)

O equilíbrio químico estabelecido a partir da decomposição do gás amônia, ocorrida em condições de temperatura e pressão adequadas, é representado pela equação química  $2 \text{NH}_3(\text{g}) \leftrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ . Considerando que, no início, foram adicionados 10 mol de gás amônia em um recipiente de 2 litros de volume e que, no equilíbrio, havia 5 mol desse mesmo gás, é correto afirmar que:

- a) ao ser estabelecido o equilíbrio, a concentração do gás  $\text{N}_2$  será de 1,25 mol/L.
- b) foram formados, até ser estabelecido o equilíbrio, 15 mol de  $\text{H}_2(\text{g})$ .
- c) a concentração do gás amônia no equilíbrio será de 5 mol/L.
- d) haverá, no equilíbrio, maior quantidade em mols de gás amônia do que do gás hidrogênio.
- e) a concentração do gás hidrogênio no equilíbrio é 2,5 mol/L.

### 35. (ENEM - 2012)

O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não contém CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:



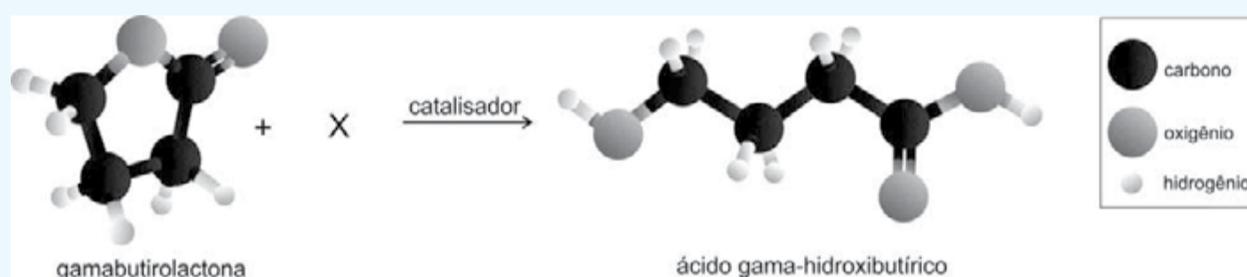
A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio ( $\text{O}_3$ ) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.



- a) CH<sub>4</sub>
- b) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
- c) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>
- d) C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>
- e) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

### 37. (FUVEST - 2013)

O ácido gama-hidroxi-butírico é utilizado no tratamento do alcoolismo. Esse ácido pode ser obtido a partir da gamabutirolactona, conforme a representação a seguir:



Assinale a alternativa que identifica corretamente X (de modo que a representação respeite a conservação da matéria) e o tipo de transformação que ocorre quando a gamabutirolactona é convertida no ácido gamahidroxi-butírico.

	X	Tipo de transformação
a)	CH <sub>3</sub> OH	esterificação
b)	H <sub>2</sub>	hidrogenação
c)	H <sub>2</sub> O	hidrólise
d)	luz	isomerização
e)	calor	decomposição

### 38. (ENEM - 2012)

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.

Disponível em: <http://boaspraticasfarmaceuticas.blogspot.com>. Acesso em: 27 fev. 2012.

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)  $4 \times 10^{-2}$ .
- d) 2,6.
- e) 823.

### 39. (FUVEST - 2013)

Um aluno estava analisando a Tabela Periódica e encontrou vários conjuntos de três elementos químicos que apresentavam propriedades semelhantes.

Assinale a alternativa na qual os conjuntos de três elementos ou substâncias elementares estão corretamente associados às propriedades indicadas no quadro abaixo.

	Números atômicos consecutivos	Reatividades semelhantes	Mesmo estado físico à temperatura ambiente
a)	Pt, Au, Hg	H <sub>2</sub> , He, Li	Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub>
b)	Cl, Br, I	O <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , Ne	Ne, Ar, Kr
c)	Li, Na, K	O <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , Ne	Pt, Au, Hg
d)	Ne, Ar, Kr	Mg, Ca, Sr	Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub>
e)	Pt, Au, Hg	Li, Na, K	Ne, Ar, Kr

### 40. (FUVEST - 2012)

Na obra *O poço do Visconde*, de Monteiro Lobato, há o seguinte diálogo entre o Visconde de Sabugosa e a boneca Emília:

- Senhora Emília, explique-me o que é hidrocarboneto.

A atrapalhadeira não se atrapalhou e respondeu:

- São misturinhas de uma coisa chamada hidrogênio com outra coisa chamada carbono. Os carocinhos de um se ligam aos carocinhos de outro.

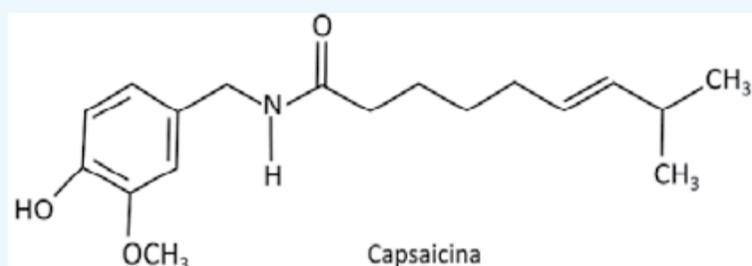
Nesse trecho, a personagem Emília usa o vocabulário informal que a caracteriza. Buscando-se uma terminologia mais adequada ao vocabulário utilizado em Química, devem-se substituir as expressões "misturinhas", "coisa" e "carocinhos", respectivamente, por:

- a) compostos, elemento, átomos.
- b) misturas, substância, moléculas.
- c) substâncias compostas, molécula, íons.
- d) misturas, substância, átomos.
- e) compostos, íon, moléculas.

#### 41. (FUVEST - 2014)

A ardência provocada pela pimenta dedo-de-moça é resultado da interação da substância capsaicina com receptores localizados na língua, desencadeando impulsos nervosos que se propagam até o cérebro, o qual interpreta esses impulsos na forma de sensação de ardência.

Esse tipo de pimenta tem, entre outros efeitos, o de estimular a sudorese no organismo humano.



Considere as seguintes afirmações:

I. Nas sinapses, a propagação dos impulsos nervosos, desencadeados pelo consumo dessa pimenta, se dá pela ação de neurotransmissores.

II. Ao consumir essa pimenta, uma pessoa pode sentir mais calor pois, para evaporar, o suor libera calor para o corpo.

III. A hidrólise ácida da ligação amídica da capsaicina produz um aminoácido que é transportado até o cérebro, provocando a sensação de ardência.

É correto apenas o que se afirma em:

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

#### 42. (FUVEST - 2012)

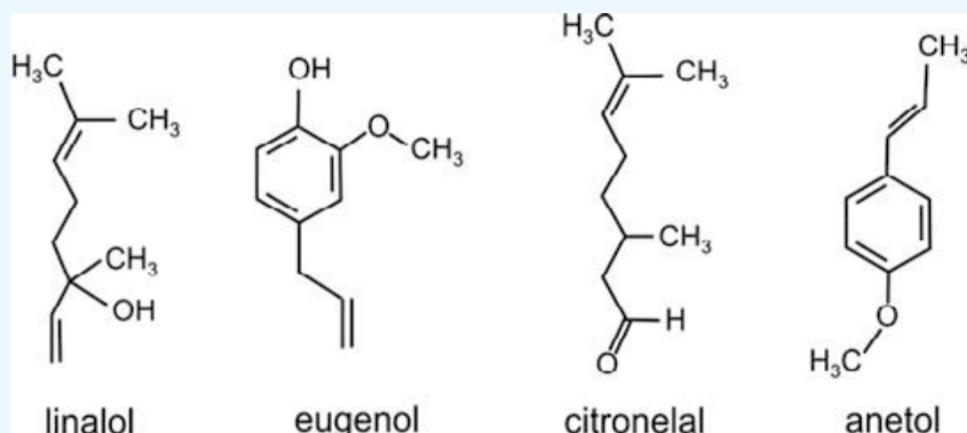
Observa-se que uma solução aquosa saturada de  $\text{HCl}$  libera uma substância gasosa. Uma estudante de química procurou representar, por meio de uma figura, os tipos de partículas que predominam nas fases



- d) 40,0
- e) 50,0

#### 44. (FUVEST - 2012)

As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



Dentre esses compostos, são isômeros:

- a) anetol e linalol.
- b) eugenol e linalol.
- c) citronelal e eugenol.
- d) linalol e citronelal.
- e) eugenol e anetol.

#### 45. (ENEM - 2014)

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

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

- a) cubo de batata em solução com pH = 9.
- b) pedaço de carne em solução com pH = 5.
- c) clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- d) porção de macarrão em solução com pH = 5.
- e) bolinha de manteiga em solução com pH = 9.



# Gabarito

## Física

<b>1.A</b>	<b>9.C</b>	<b>17.E</b>	<b>25.D</b>	<b>33.A</b>	<b>41.A</b>
<b>2.C</b>	<b>10.C</b>	<b>18.A</b>	<b>26.A</b>	<b>34.E</b>	<b>42.B</b>
<b>3.B</b>	<b>11.B</b>	<b>19.A</b>	<b>27.A</b>	<b>35.C</b>	<b>43.B</b>
<b>4.E</b>	<b>12.E</b>	<b>20.B</b>	<b>28.E</b>	<b>36.C</b>	<b>44.D</b>
<b>5.D</b>	<b>13.E</b>	<b>21.D</b>	<b>29.B</b>	<b>37.C</b>	<b>45.A</b>
<b>6.E</b>	<b>14.B</b>	<b>22.E</b>	<b>30.C</b>	<b>38.B</b>	<b>46.C</b>
<b>7.C</b>	<b>15.A</b>	<b>23.E</b>	<b>31.E</b>	<b>39.E</b>	<b>47.C</b>
<b>8.C</b>	<b>16.D</b>	<b>24.E</b>	<b>32.C</b>	<b>40.E</b>	<b>48.A</b>

## Química

<b>1.B</b>	<b>9.C</b>	<b>17.B</b>	<b>25.D</b>	<b>33.A</b>	<b>41.A</b>
<b>2.B</b>	<b>10.E</b>	<b>18.E</b>	<b>26.A</b>	<b>34.A</b>	<b>42.C</b>
<b>3.A</b>	<b>11.E</b>	<b>19.E</b>	<b>27.D</b>	<b>35.A</b>	<b>43.E</b>
<b>4.E</b>	<b>12.C</b>	<b>20.C</b>	<b>28.C</b>	<b>36.B</b>	<b>44.D</b>
<b>5.C</b>	<b>13.C</b>	<b>21.A</b>	<b>29.B</b>	<b>37.C</b>	<b>45.B</b>
<b>6.C</b>	<b>14.B</b>	<b>22.C</b>	<b>30.B</b>	<b>38.B</b>	
<b>7.E</b>	<b>15.E</b>	<b>23.A</b>	<b>31.B</b>	<b>39.E</b>	
<b>8.B</b>	<b>16.D</b>	<b>24.E</b>	<b>32.B</b>	<b>40.A</b>	

Anuncie nas  
revistas da

**EDICASE**  
/// publicações

A maior variedade em segmentos  
de revistas do Brasil!



# 100 páginas com o essencial do enem

Um intensivo completo de estudo

Uma coleção completa para você conquistar sua vaga na universidade! Os temas mais pedidos, teoria e questões anteriores para treinar e ficar por dentro de cada disciplina.

**Prepare-se bem e conquiste sua vaga!**



The image displays seven covers of ENEM study books, arranged in two rows. Each cover features the ENEM logo, the title of the subject, and a list of key topics and features. The books are:

- LÍNGUA PORTUGUESA**: Includes Resumo, Gramática, Interpretação, Linguagem, and Pratique com 61 questões recentes.
- GEOGRAFIA E HISTÓRIA**: Includes Resumo, Geografia, História Geral, História do Brasil, and Pratique com 65 questões recentes.
- MATEMÁTICA E BIOLOGIA**: Includes Resumos, Matemática, Ecologia, Vida Animal, and Pratique com 67 questões recentes.
- FÍSICA E QUÍMICA**: Includes Resumo, Química, Física, Eletricidade, and Pratique com 48 questões recentes.
- MODELOS DE REDAÇÃO**: Includes Tema, Critério, Manual, Passo, and Pratique com 38 redações recentes.
- SIMULADÃO COMPLETO**: Includes Resumos, Pontuação, Administração, Chutômetro, and Gabaritadas (180 questões reais).

Each cover also includes the text 'Professores ENEM Especialistas', 'Temas que mais caem nas provas!', and 'Um intensivo completo de estudo'.