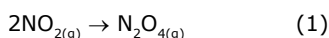


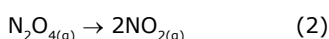
Constantes de Equilíbrio

CONSTANTE DE EQUILÍBRIO EM TERMOS DA CONCENTRAÇÃO EM MOL.L⁻¹ (K_c)

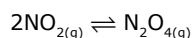
A obtenção de tetróxido de dinitrogênio, N₂O_{4(g)}, a partir de dióxido de nitrogênio, NO_{2(g)}, é um exemplo de processo reversível.



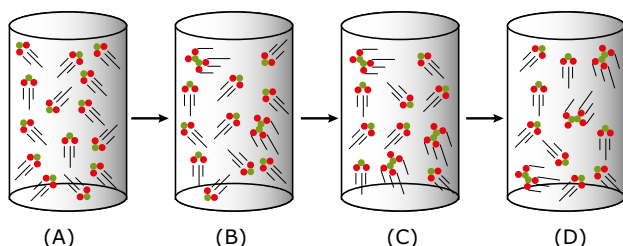
O produto formado também se converte em reagente.



Então, o processo pode ser escrito da seguinte forma:



Em um experimento, um estudante introduziu em um cilindro de paredes rígidas NO₂ puro. A reação ocorreu, e o sistema evoluiu para uma mistura de NO₂ e N₂O₄, com as concentrações dessas substâncias permanecendo constantes.



Visão microscópica de um sistema que evolui de NO₂ puro para uma mistura de NO₂ em equilíbrio com N₂O₄. (A) Sistema inicial constituído por NO₂ puro. (B) O sistema em um instante antes de entrar em equilíbrio. (C) O sistema alcança o equilíbrio neste instante. (D) Em qualquer tempo, após o instante em que o sistema atinge o equilíbrio, as concentrações dos componentes do sistema são as mesmas em relação ao momento em que o sistema alcançou o equilíbrio, e permanecerá assim eternamente se não for perturbado por algum fator externo.

Considerando que (1) e (2) são reações elementares, e chamando de v₁ a velocidade da reação direta e de v₂ a velocidade da reação inversa, pode-se escrever a lei de velocidade para as duas reações.

$$v_1 = k_1 \cdot [\text{NO}_2]^2 \text{ e } v_2 = k_2 \cdot [\text{N}_2\text{O}_4]$$

No início do processo, a velocidade da reação direta, v₁, é máxima, pois a concentração de NO₂ também é máxima.

No entanto, essa velocidade vai diminuindo com a redução na concentração do reagente. Já a velocidade da reação inversa, v₂, é nula no início, quando a concentração de N₂O₄ também é igual a zero, e aumenta até que as duas velocidades, direta e inversa, se igualem no equilíbrio.

Assim, no equilíbrio, v₁ = v₂.

Então,

$$k_1 \cdot [\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2 = k_2 \cdot [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}}{[\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2}$$

A razão entre as constantes de velocidade k₁ e k₂ pode ser chamada de constante de equilíbrio e é representada por K_c ou simplesmente K.

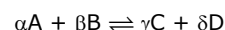
$$\frac{k_1}{k_2} = K_c$$

A expressão da constante de equilíbrio para o processo descrito é

$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}}{[\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2}$$

Nessa expressão, [N₂O₄]_{eq} e [NO₂]_{eq} são as concentrações em mol.L⁻¹ medidas quando o estado de equilíbrio é alcançado. A partir desse ponto, o índice de equilíbrio, indicando concentrações de equilíbrio, será omitido.

Para uma equação genérica



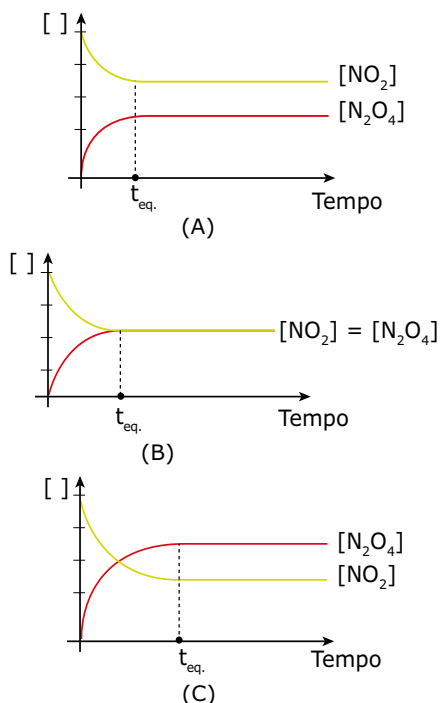
em que todos os participantes estão em equilíbrio na mesma fase (equilíbrio homogêneo), pode-se expressar K_c como

$$K_c = \frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta}$$

O valor numérico da constante de equilíbrio depende de dois fatores apenas: da temperatura e dos coeficientes estequiométricos utilizados para expressá-la. Por isso, é comum o cálculo da constante de equilíbrio com os menores coeficientes inteiros possíveis.

As velocidades de reação direta e inversa se igualam no equilíbrio, mas isso não determina que as concentrações das substâncias participantes tenham de se igualar.

Ainda em relação à reação de obtenção de tetróxido de dinitrogênio, N₂O₄, é possível encontrar diversas condições de equilíbrio, dependendo da temperatura, como mostrado a seguir:

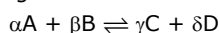


Gráficos de concentração em mol.L⁻¹ em função do tempo para a reação $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ em três condições diferentes. (A) A concentração de reagente é maior do que a de produto. (B) As concentrações de reagentes e de produtos são iguais. (C) O equilíbrio foi alcançado com concentração de produtos maior do que a de reagentes.

CONSTANTE DE EQUILÍBRIO EM TERMOS DA PRESSÃO PARCIAL (K_p)



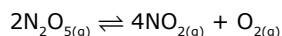
Para uma equação genérica



em que todos os participantes estão no estado gasoso, pode-se expressar K_p como

$$K_p = \frac{(p_C)^\gamma \cdot (p_D)^\delta}{(p_A)^\alpha \cdot (p_B)^\beta}$$

Para o equilíbrio representado pela equação

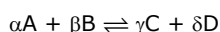


$$\text{tem-se } K_p = \frac{(p_{\text{NO}_2})^4 \cdot p_{\text{O}_2}}{(p_{\text{N}_2\text{O}_5})^2}$$

O K_p só deve ser empregado no caso de equilíbrios que tenham participantes gasosos.

Relação entre K_p e K_c

Para a mesma equação genérica considerada anteriormente,



$$\text{tem-se } K_c = \frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta} \text{ e } K_p = \frac{(p_C)^\gamma \cdot (p_D)^\delta}{(p_A)^\alpha \cdot (p_B)^\beta}$$

Considerando o comportamento ideal dos gases, a pressão parcial dos participantes do equilíbrio pode ser relacionada com a concentração em mol.L⁻¹ da seguinte maneira:

$$p_A = [A]RT \quad p_B = [B]RT \quad p_C = [C]RT \quad p_D = [D]RT$$

Dessa forma, é possível substituir as pressões parciais na expressão de K_p.

$$K_p = \frac{([C]RT)^\gamma \cdot ([D]RT)^\delta}{([A]RT)^\alpha \cdot ([B]RT)^\beta}$$

Reorganizando a mesma expressão,

$$K_p = \frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta} \cdot \frac{(RT)^{(\gamma+\delta)}}{(RT)^{(\alpha+\beta)}} \text{ ou}$$

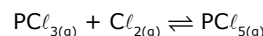
$$K_p = \frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta} \cdot (RT)^{(\gamma+\delta)-(\alpha+\beta)}$$

pode-se chamar a expressão $(\gamma + \delta) - (\alpha + \beta)$ de Δn ou de variação dos coeficientes estequiométricos, e $\frac{[C]^\gamma \cdot [D]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta}$ é igual à constante de equilíbrio em termos das concentrações, K_c.

Assim, pode-se escrever a relação genérica entre K_p e K_c da seguinte maneira:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

Por exemplo, para a reação



$$\Delta n = 1 - (1 + 1) = -1$$

$$\text{Assim, } K_p = K_c \cdot (RT)^{-1}, \text{ ou seja, } K_p = \frac{K_c}{RT}$$

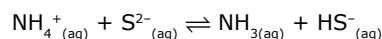
Dessa maneira, conclui-se, ainda para esta última reação, que K_p < K_c.

CONSTANTE DE EQUILÍBRIO EM SOLUÇÕES LÍQUIDAS



Outros casos de equilíbrios homogêneos muito importantes são aqueles que se estabelecem em solução, principalmente em solução aquosa. Muitas reações biologicamente importantes se dão em solução aquosa, por exemplo, no plasma sanguíneo ou no meio intracelular.

Exemplo: Observe a reação equacionada a seguir, que ocorre em solução aquosa.

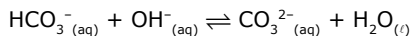


Todas as substâncias envolvidas estão na mesma fase, ou seja, é um equilíbrio homogêneo, e a forma de expressar a constante desse equilíbrio é muito parecida com aquelas vistas anteriormente e que se passam em fase gasosa.

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{S}^{2-}]}$$

Porém, quando um participante do equilíbrio é o solvente em que ocorre o processo, a concentração desse solvente é praticamente constante durante a transformação e não deve aparecer na expressão da constante de equilíbrio.

Considerando a reação a seguir, que também ocorre em solução aquosa,



a constante de equilíbrio pode ser escrita inicialmente da seguinte forma:

$$K_c' = \frac{[\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}$$

Considerando-se que a concentração de água é constante no decorrer do processo e no equilíbrio,

$$[\text{H}_2\text{O}] = C \therefore K_c'/C = \frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}$$

A razão entre as duas constantes pode ser entendida como uma nova constante de equilíbrio chamada de K_c , apenas.

$$K_c = K_c'/C$$

Assim, a concentração de água, $[\text{H}_2\text{O}]$, desaparece da expressão da constante de equilíbrio.

$$K_c = \frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}$$

No equilíbrio estabelecido em uma solução líquida qualquer, aquosa ou não, se o solvente participa da reação química e está em largo excesso frente aos outros participantes, a concentração dele não deve aparecer na expressão da constante de equilíbrio.

É importante ressaltar que, em um equilíbrio estabelecido em solução líquida, o solvente está sendo consumido ou formado.

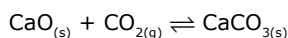
CONSTANTE DE EQUILÍBRIO EM SISTEMAS HETEROGÊNEOS

Todos os equilíbrios estudados até o momento – no estado gasoso ou em solução – eram equilíbrios homogêneos. Serão estudados, a partir de agora, os equilíbrios heterogêneos, ou seja, aqueles em que seus participantes estão em diferentes fases ou estados físicos.

Equilíbrio heterogêneo sólido-gasoso e líquido-gasoso

Nos equilíbrios gasosos, se houver algum participante líquido ou, principalmente, sólido, ele não deve aparecer na expressão da constante de equilíbrio, pois a sua concentração também se mantém constante durante as reações.

Exemplo: Observe o equilíbrio gasoso heterogêneo representado pela equação química



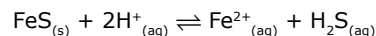
As expressões de K_c e K_p são mostradas a seguir:

$$K_c = \frac{1}{[\text{CO}_2]} \text{ e } K_p = \frac{1}{P_{\text{CO}_2}}$$

Nessas expressões, não aparecem as concentrações dos participantes sólidos CaO e CaCO_3 .

Equilíbrio heterogêneo sólido-solução

A dissolução de sulfeto de ferro (II), $\text{FeS}_{(\text{s})}$, em solução diluída de ácido clorídrico, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, pode ser representada simplificada pela equação a seguir:



A expressão de K_c para esse equilíbrio não considera a concentração do FeS sólido, pois esta é constante.

$$K_c = \frac{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]}{[\text{H}^+]^2}$$

CONTEÚDO NO
Bernoulli Play

Para ver com mais detalhes os ajustes na constante de equilíbrio para processos com mais de uma reação, acesse o QR Code.



GRAU DE EQUILÍBRIO OU RENDIMENTO (α)

Chamando-se de n_0 a quantidade inicial de um reagente e de n_{eq} a quantidade do mesmo reagente presente no equilíbrio, ou seja, sem reagir, o grau de equilíbrio é a razão entre a quantidade de um reagente que realmente reagiu ($n_0 - n_{\text{eq}}$) e a sua quantidade inicial (n_0).

$$\alpha = \frac{n_0 - n_{\text{eq}}}{n_0}$$

O grau de equilíbrio pode aparecer também na forma percentual.

$$\alpha\% = \frac{n_0 - n_{\text{eq}}}{n_0} \cdot 100$$

Quando se fala que o grau de equilíbrio é, por exemplo, 0,4, significa que 40% de reagente foi convertido em produto.

A dissociação do $\text{PCl}_{5(\text{g})}$ é representada pela seguinte equação de equilíbrio:



Com uma concentração inicial de $4,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de PCl_5 e sabendo-se que o grau de equilíbrio em certa temperatura é igual a 80% ou 0,8, deseja-se calcular a constante de equilíbrio nessa mesma temperatura. Nesse caso, o mais adequado é montar uma **tabela de equilíbrio químico**.

Uma tabela desse tipo pode ser montada da seguinte forma, observando-se os coeficientes estequiométricos:

	$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$		
Quantidade ou concentração inicial	n	0	0
Consumido / Formado	αn	αn	αn
Quantidade ou concentração no equilíbrio	$(n - \alpha n)$	αn	αn

Substituindo as incógnitas n (quantidade inicial de reagente) e α (grau de equilíbrio) por seus valores numéricos:

	$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$		
Quantidade ou concentração inicial	$4,0 \cdot 10^{-1}$	0	0
Consumido / Formado	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$
Quantidade ou concentração no equilíbrio	$0,8 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$

Calcula-se, então, a constante de equilíbrio:

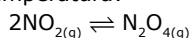
$$K_c = \frac{[PCl_3] \cdot [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{(3,2 \cdot 10^{-1}) \cdot (3,2 \cdot 10^{-1})}{0,8 \cdot 10^{-1}} = 1,28$$

QUOCIENTE REACIONAL (Q)

É preciso encontrar uma maneira de prever se uma mistura reacional qualquer está ou não em equilíbrio químico. No caso de não haver equilíbrio, deseja-se saber a direção da reação, ou seja, se os reagentes têm tendência a formar mais produtos, ou se os produtos tendem a se transformar em reagentes. O quociente reacional permite fazer essas previsões.

A expressão que define o quociente reacional é a mesma utilizada para a constante de equilíbrio, com a diferença de que, na primeira, as concentrações empregadas não são necessariamente as de equilíbrio. São empregadas as concentrações de um sistema químico arbitrário e, muitas vezes, não se sabe se o sistema está ou não em equilíbrio químico.

Utilizando-se novamente, como exemplo, o seguinte equilíbrio em certa temperatura:



Seu quociente reacional pode ser expresso como

$$Q = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

Na expressão anterior, $[N_2O_4]$ e $[NO_2]$ não são, necessariamente, concentrações de equilíbrio. Ao conhecer a constante de equilíbrio, na referida temperatura, e comparar o quociente reacional com ela, tem-se condições de saber se a reação deve avançar no sentido direto, inverso ou se o equilíbrio já foi estabelecido.

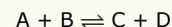
Relação entre Q e K_c

- Se $Q < K_c$, o sistema não está em equilíbrio, e parte dos reagentes deve ser convertida em produtos, ou seja, a reação tem de avançar no sentido direto para estabelecer o equilíbrio.
- Se $Q = K_c$, o sistema está em equilíbrio.
- Se $Q > K_c$, o sistema não está em equilíbrio, e parte dos produtos deve ser convertida em reagentes, ou seja, a reação tem de avançar no sentido inverso para o equilíbrio ser alcançado.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UEG-GO-2020) Considere que na reação química hipotética representada a seguir um mol de um composto A seja misturado com um mol de um composto B e, transcorrido certo tempo, estabeleça-se o equilíbrio químico, momento em que se verifica que existem 2/5 de mol de A.



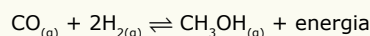
O valor numérico da constante de equilíbrio, K_c , será igual a

- A) 2,50. C) 2,25. E) 8,30.
B) 3,25. D) 5,70.

02.
EFZU



- (Unicid-SP) O metanol, CH_3OH é utilizado como solvente, anticongelante, material de partida para outros produtos químicos e também na produção de biodiesel. Considere a seguinte reação:



Disponível em: <http://qnint.s bq.org.br> (Adaptação).

- A) Escreva a expressão que representa a constante de equilíbrio (K_c) dessa reação e calcule o seu valor para um sistema em que, nas condições de equilíbrio as concentrações de metanol, monóxido de carbono e hidrogênio sejam $0,145 \text{ mol.L}^{-1}$, 1 mol.L^{-1} e $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, respectivamente.
- B) Considerando o princípio de Le Châtelier, o que acontece no sistema em equilíbrio quando a pressão é aumentada? Justifique sua resposta.

03.
4OWN



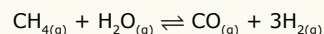
- (UECE) O tetróxido de dinitrogênio gasoso, utilizado como propelente de foguetes, dissocia-se em dióxido de nitrogênio, um gás irritante para os pulmões, que diminui a resistência às infecções respiratórias. Considerando que no equilíbrio a 60°C , a pressão parcial do tetróxido de dinitrogênio é $1,4 \text{ atm}$ e a pressão parcial do dióxido de nitrogênio é $1,8 \text{ atm}$, a constante de equilíbrio K_p será, em termos aproximados,

- A) 1,09 atm. C) 2,09 atm.
B) 1,67 atm. D) 2,31 atm.

04.
Q6KP



- (Unesp) O hidrogênio pode ser obtido do metano, de acordo com a equação química em equilíbrio

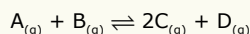


A constante de equilíbrio dessa reação é igual a $0,20$ a 900 K . Em uma mistura dos gases em equilíbrio a 900 K , as pressões parciais de $CH_{4(g)}$ e de $H_2O_{(g)}$ são ambas iguais a $0,40 \text{ atm}$ e a pressão parcial de $H_{2(g)}$ é de $0,30 \text{ atm}$.

- A) Escreva a expressão da constante de equilíbrio.
B) Calcule a pressão parcial de $CO_{(g)}$ no equilíbrio.

05.
UMFD

(PUC-SP) Considere o equilíbrio químico a seguir:

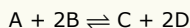


Em um recipiente de 1 litro, foram misturados 0,5 mol de A e 0,5 mol de B. Depois de algum tempo, o sistema atingiu o equilíbrio, e o número de mol de C foi 0,5. O valor da constante de equilíbrio é

- A) 0,125. C) 0,5.
B) 0,25. D) 1.

 06.
ULZ6

(PUC Minas) Considere o equilíbrio químico a seguir e as seguintes concentrações iniciais:



[A] / mol.L ⁻¹	[B] / mol.L ⁻¹	[C] / mol.L ⁻¹	[D] / mol.L ⁻¹
1	1	0	0

A 25 °C, para 1 litro de reagente, o equilíbrio foi atingido quando 0,5 mol do reagente B foi consumido. Assinale o valor da constante de equilíbrio da reação.

- A) 3 B) 4 C) 1/4 D) 1/3

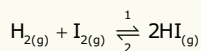
07.

(UEG-GO) Considere um recipiente fechado contendo 1,2 mol de uma espécie química AB_(g), a certa temperatura. Depois de certo tempo, verificou-se que AB_(g) foi decomposto em A_{2(g)} e B_{2(g)} até atingir o equilíbrio químico, em que se constatou a presença de 0,45 mol de B_{2(g)}. O grau de dissociação, em porcentagem, de AB_(g) nas condições apresentadas é igual a

- A) 25. B) 50. C) 75. D) 90.

 08.
6ERR

(PUC-SP) A reação



tem constante de equilíbrio $K_p = 55,3$ a 700 K. Em certo sistema reagente a 700 K, verificou-se que as pressões parciais de HI, H₂ e I₂ são 0,70 atm, 0,02 atm e 0,02 atm, respectivamente. Calculou-se o produto-quociente das pressões, isto é

$$Q_p = \frac{(P_{HI})^2}{P_{H_2} \cdot P_{I_2}}$$

Da análise dos dados e de considerações teóricas sobre equilíbrio, pode-se afirmar

- A) que o sistema anterior encontra-se em equilíbrio.
B) que o sistema está se transformando no sentido 2, pois $Q_p > K_p$.
C) que o sistema está se transformando no sentido 1, pois $Q_p > K_p$.
D) que o valor de Q_p não pode ser considerado indicador do estado do sistema reagente.
E) que o sentido da transformação depende primordialmente do catalisador usado.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

 RESOLUÇÕES NO
Bernoulli Play

 01.
H05R

(UNIFICADO-RJ) No equilíbrio químico, o deslocamento provoca um aumento do rendimento da reação e tem grande importância, principalmente para a indústria, pois, quanto maior a produção em curto tempo com a diminuição dos custos, melhor será o processo. Os fatores externos que podem deslocar o equilíbrio químico são: concentração, pressão e temperatura. Seja uma mistura de N₂, H₂ e NH₃ em equilíbrio (síntese da amônia). Nesse momento, as concentrações do N₂ e H₂ são:

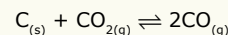
$$[N_2] = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{e} \quad [H_2] = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

Considere o valor da constante de equilíbrio a 298 K como $6,125 \cdot 10^4$. O valor da concentração da amônia, nessas condições, em mol/L, é:

- A) $4 \cdot 10^{-12}$
B) $5 \cdot 10^{12}$
C) $6 \cdot 10^{-32}$
D) $7 \cdot 10^{-16}$
E) $8 \cdot 10^{-14}$

 02.
KKNQ

(UFTM-MG) O gás carbônico, quando em contato com carbono e em condições experimentais adequadas, é convertido em monóxido de carbono.



Na tabela, são apresentadas as concentrações dos gases, sob pressão de 1,0 atm, a várias temperaturas, no sistema em equilíbrio.

Temperatura (°C)	[CO ₂] mol.L ⁻¹	[CO] mol.L ⁻¹
850	0,62	9,48
950	0,13	9,87
1 050	0,04	9,96

Pode-se afirmar que o valor da constante de equilíbrio (K_c) a 950 °C e a classificação da reação no sentido de formação de CO são, respectivamente,

- A) $1,3 \cdot 10^{-3}$ e endotérmica.
B) $1,3 \cdot 10^{-2}$ e exotérmica.
C) 76 e exotérmica.
D) $7,5 \cdot 10^2$ e endotérmica.
E) $7,5 \cdot 10^2$ e exotérmica.

03. (UEMA) Uma determinada indústria realiza ensaios, visando ao controle da emissão de óxido nítrico e de dióxido de nitrogênio, produzidos dentre outras fontes, por motores de carros e fornalhas industriais. Em um dado teste, observou-se que, em condições estabelecidas de temperatura e pressão, num recipiente de 500 mL, encontraram-se em equilíbrio, 1,5 g de óxido nítrico, 3,2 g de oxigênio e 2,3 g de dióxido de nitrogênio.

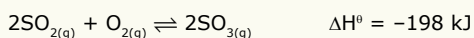
Esse equilíbrio é necessário para a indústria estabelecer limites para seu controle particular de emissão de gases. Nesse caso específico, a constante de equilíbrio (K_c) para o processo $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ é

- A) 5,0.
- B) 2,0.
- C) 0,5.
- D) 0,2.
- E) 0,02.

04. (UECE-2019) A uma determinada temperatura, encontram-se, em equilíbrio, x mols de pentacloreto de fósforo, 1 mol de tricloreto de fósforo e 1 mol de cloro, em um recipiente fechado de 10 litros. Sabendo-se que, na temperatura indicada, a constante de equilíbrio do sistema é 0,02, a quantidade de mols de pentacloreto de fósforo é

- A) 5.
- B) 3.
- C) 4.
- D) 2.

05. (Albert Einstein) O trióxido de enxofre (SO_3) é obtido a partir da reação do dióxido de enxofre (SO_2) com o gás oxigênio (O_2), representada pelo equilíbrio a seguir:



A constante de equilíbrio, K_c , para esse processo a 1 000 °C é igual a 280. A respeito dessa reação, foram feitas as seguintes afirmações:

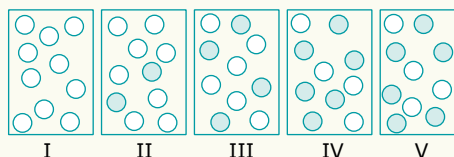
- I. A constante de equilíbrio da síntese do SO_3 a 200 °C deve ser menor que 280.
- II. Se na condição de equilíbrio a 1 000°C a concentração de O_2 é de 0,1 mol.L⁻¹ e a concentração de SO_2 é de 0,01 mol.L⁻¹, então a concentração de SO_3 é de 2,8 mol.L⁻¹.
- III. Se, atingida a condição de equilíbrio, o volume do recipiente for reduzido sem alteração na temperatura, não haverá alteração no valor da constante de equilíbrio, mas haverá aumento no rendimento de formação do SO_3 .
- IV. Essa é uma reação de oxirredução, em que o dióxido de enxofre é o agente redutor.

Estão corretas apenas as afirmações

- A) II e IV.
- B) I e III.
- C) I e IV.
- D) III e IV.

06. (CMMG-2020) A figura a seguir ilustra uma reação hipotética de $\text{A}_{(g)} \rightarrow \text{B}_{(g)}$, $\Delta H > 0$. Na figura, as bolinhas em I correspondem ao reagente A e a sequência da esquerda para a direita indica o sistema à medida que o tempo passa.

Sendo os processos elementares com constantes de velocidade $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ para a reação direta e $1,5 \cdot 10^{-1} \text{ s}^{-1}$ para a reação inversa, assinale a alternativa correta.



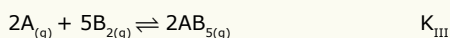
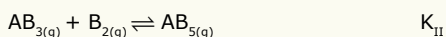
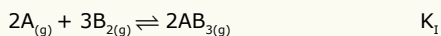
BROWN, LeMay; BURSTEN. *Química Central*. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005. p. 558 (Adaptação).

- A) O valor da constante de equilíbrio para a reação $\text{A}_{(g)} \rightarrow \text{B}_{(g)}$ é $2,8 \cdot 10^{-4}$.
- B) A temperatura, ao ser aumentada, diminui o número de bolas escuras.
- C) A pressão parcial de A, no equilíbrio, é igual à pressão parcial de B.
- D) O sistema $\text{A}_{(g)} \rightarrow \text{B}_{(g)}$ atinge um estado de equilíbrio químico em IV.

07. (PUC Minas) Considere uma reação endotérmica, em equilíbrio, na qual reagentes e produtos estão no estado gasoso. É correto afirmar que a constante de equilíbrio aumentará se

- A) a temperatura for aumentada.
- B) a temperatura for diminuída.
- C) um catalisador for adicionado.
- D) uma parte dos produtos for retirada.

08. (Acafe-SC) Considere os seguintes equilíbrios químicos hipotéticos e suas respectivas constantes de equilíbrio (K) sob temperatura de 400 K.

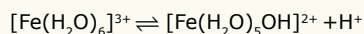


Assinale a alternativa que melhor representa o valor de K_{III} .

- A) $K_{III} = 2 \cdot K_I \cdot K_{II}$
- B) $K_{III} = 2 \cdot K_I + K_{II}$
- C) $K_{III} = K_I \cdot (K_{II})^2$
- D) $K_{III} = (K_I)^2 + K_{II}$

09.
ON12

(FGV) Estudos ambientais revelaram que o ferro é um dos metais presentes em maior quantidade na atmosfera, apresentando-se na forma do íon de ferro 3+ hidratado, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. O íon de ferro na atmosfera se hidrolisa de acordo com a equação



QUÍMICA NOVA. v. 25, n. 2, 2002 (Adaptação).

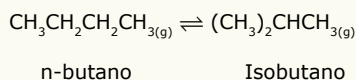
Um experimento em laboratório envolvendo a hidrólise de íons de ferro em condições atmosféricas foi realizado em um reator de capacidade de 1,0 L. Foi adicionado inicialmente 1,0 mol de $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ e, após a reação atingir o equilíbrio, havia sido formado 0,05 mol de íons H^+ . A constante de equilíbrio dessa reação nas condições do experimento tem valor aproximado igual a:

- A) $2,5 \cdot 10^{-1}$
 B) $2,5 \cdot 10^{-3}$
 C) $2,5 \cdot 10^{-4}$
 D) $5,0 \cdot 10^{-2}$
 E) $5,0 \cdot 10^{-3}$

10.
LIQY

(FUVEST-SP) A isomerização catalítica de parafinas de cadeia não ramificada, produzindo seus isômeros ramificados, é um processo importante na indústria petroquímica.

A uma determinada temperatura e pressão, na presença de um catalisador, o equilíbrio



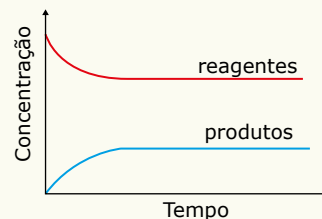
é atingido após certo tempo, sendo a constante de equilíbrio igual a 2,5. Nesse processo, partindo exclusivamente de 70,0 g de n-butano, ao se atingir a situação de equilíbrio, x gramas de n-butano terão sido convertidos em isobutano. O valor de x é

- A) 10,0.
 B) 20,0.
 C) 25,0.
 D) 40,0.
 E) 50,0.

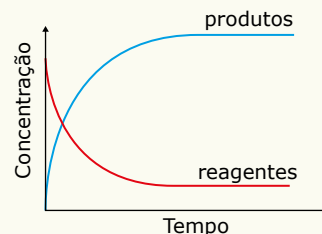
11.
7B7P

(FASM-SP) Analise os gráficos dos sistemas 1 e 2.

Sistema 1



Sistema 2

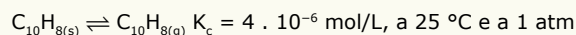


Os gráficos mostram a variação da concentração de reagentes e de produtos em dois sistemas, em que ocorrem, respectivamente, as reações genéricas $\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$ e $\text{X} \rightleftharpoons \text{Y}$, até que ambos entrem em equilíbrio dinâmico.

- A) Considerando que ambos os equilíbrios ocorrem na mesma temperatura, determine qual das reações apresenta a maior constante de equilíbrio. Justifique sua resposta.
- B) Considere que, em um recipiente de 5 litros, foi adicionado 0,3 mol da substância A. Calcule a concentração da substância B no sistema em equilíbrio e a constante de equilíbrio para o sistema 1, sabendo que apenas 20% de A se converteu em B.

12.
K8D2

(UERJ-2020) Na naftalina, produto comercial utilizado para repelir traças e baratas de residências, existe uma grande quantidade da substância naftaleno, que muda de estado físico, estabelecendo o equilíbrio representado a seguir

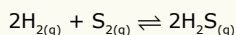


Considere a apresentação da naftalina, comumente vendida em mercados, sob a forma de pequenas esferas, cada uma com massa de 256 mg.

Nomeie a mudança de estado físico que ocorre com o naftaleno e represente sua fórmula estrutural.

Em seguida, calcule o número de esferas de naftalina necessárias para atingir o equilíbrio químico no interior de um armário com 2 m^3 de volume.

13. (UESB-BA)

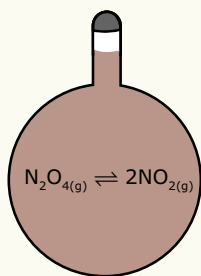


Em um recipiente fechado de 45,0 L, a 700 °C, estão em equilíbrio químico 6,85 g de hidrogênio, $\text{H}_{2(g)}$, $4,6 \cdot 10^{-3}$ g de enxofre, $\text{S}_{2(g)}$, e 142,8 g de sulfeto de hidrogênio, $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$, de acordo com o sistema representado pela equação química.

Considerando-se essas informações, é correto afirmar:

- A) A concentração de sulfeto de hidrogênio, no equilíbrio químico é igual, aproximadamente, a 3,0 mol/L⁻¹.
- B) O valor da constante de equilíbrio, K_{eq} , desse sistema é igual a $4,0 \cdot 10^5$ mol/L⁻¹.
- C) A adição de hidrogênio ao sistema reduz a concentração de sulfeto de hidrogênio no equilíbrio químico.
- D) A diminuição da pressão total do sistema implica aumento das pressões parciais de $\text{H}_{2(g)}$ e de $\text{S}_{2(g)}$.
- E) As constantes de equilíbrio, K_{eq} e K_p , possuem valores numéricos iguais.

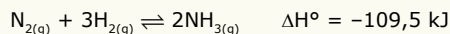
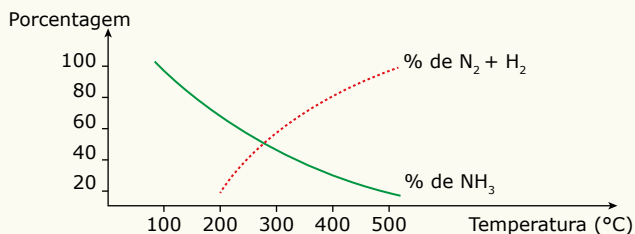
14. (UEG-GO) O N_2O_4 é um gás incolor e pode transformar-se no gás castanho NO_2 , de acordo com o equilíbrio apresentado na figura a seguir:



Considere que 4,0 mol do gás incolor e 2,0 mol do gás castanho foram misturados em um recipiente fechado de 1,0 L de capacidade, à temperatura de 227 °C. Admita ainda que, a essa temperatura, a constante de equilíbrio, em termos das concentrações, vale 40. Com base nas informações do texto e da figura, e considerando $\sqrt{3} = 1,73$, faça o que se pede.

- A) Explique, por meio de cálculos, se haverá diminuição ou aumento na concentração de NO_2 até que o equilíbrio seja estabelecido.
- B) Determine as concentrações de N_2O_4 e NO_2 no estado de equilíbrio.

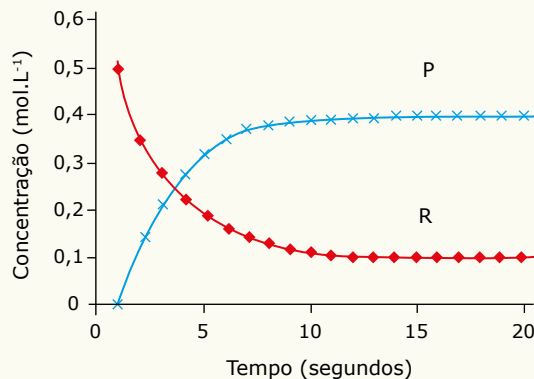
15. (UEFS-BA)



O gráfico mostra a variação do rendimento de amônia com a variação da temperatura de acordo com o sistema em equilíbrio químico, a 100,0 atm, representado pela equação termoquímica. Uma análise desse gráfico e do sistema em equilíbrio químico representado pela equação termoquímica permite afirmar:

- A) A variação de temperatura do sistema em equilíbrio implica variação do valor das constantes de equilíbrio K_{eq} e K_p .
- B) O aumento da temperatura do sistema em equilíbrio químico não causa alteração no rendimento de amônia.
- C) O ponto de interseção entre as curvas corresponde ao valor da constante de equilíbrio igual à unidade.
- D) A adição de catalisador ao sistema em equilíbrio provoca alteração no rendimento de amônia.
- E) A 100 °C, a porcentagem de $\text{N}_{2(g)}$ e de $\text{H}_{2(g)}$ é aproximadamente 100%.

16. (PUC Rio) O gráfico seguinte mostra o caminho da reação de conversão de um reagente (R) em um produto (P), tendo r e p como coeficientes estequiométricos. A cinética da reação é de primeira ordem.

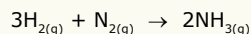


A partir das informações do gráfico é certo que

- A) a reação é completa.
- B) o valor da constante de equilíbrio é 4.
- C) o equilíbrio reacional é alcançado somente a partir de 15 s.
- D) a velocidade da reação é maior em 10 s do que em 5 s.
- E) a reação tem os coeficientes r e p iguais a 2 e 1, respectivamente.



17. (UEL-PR) A produção mundial de amônia é feita praticamente por meio da reação entre os gases N_2 e H_2 , pelo processo denominado Haber-Bosch, conforme a reação:



Para a produção de $NH_{3(g)}$, foram misturados 5,00 L de nitrogênio líquido e 5,00 L de hidrogênio líquido em um reator catalítico de volume igual a 70,0 L, o qual foi aquecido à temperatura de 477 °C.

As concentrações de $N_{2(g)}$, $H_{2(g)}$ e $NH_{3(g)}$ no equilíbrio são 1,72 mol.L⁻¹, 1,51 mol.L⁻¹ e 0,67 mol.L⁻¹, respectivamente.

Com base nos conhecimentos sobre equilíbrio químico, considere as afirmativas a seguir:

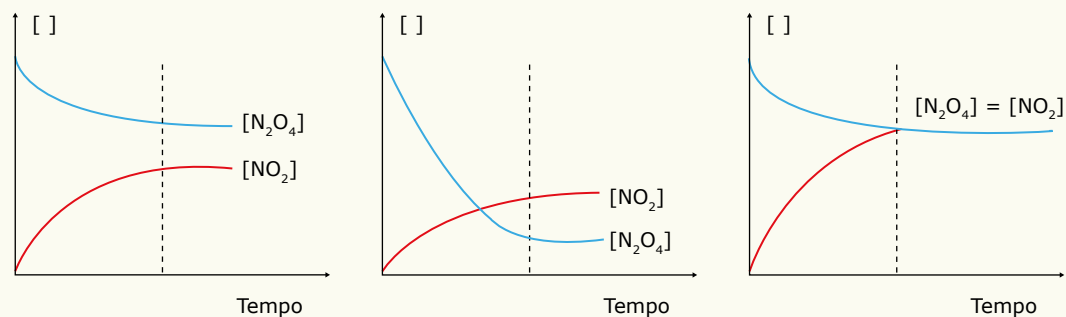
Dado: A constante de equilíbrio (K_c) da reação à temperatura de 25 °C e pressão de 1,0 atm é igual a $5,00 \cdot 10^8$.

- I. A constante de equilíbrio da reação, nas condições dadas pelo enunciado, é 0,08.
- II. Um aumento na pressão do sistema faz com que as moléculas dos gases se aproximem.
- III. A elevação da pressão aumenta a quantidade relativa de amônia no equilíbrio.
- IV. À temperatura de 25 °C e pressão de 1,0 atm, a posição de equilíbrio favorece a decomposição da amônia.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- B) Somente as afirmativas II e III são corretas.
- C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- E) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.

18. (Uncisal)



MILAGRES, V. S. O.; JUSTI, R. S.
Química Nova na Escola, n. 13, 2001 (Adaptação).

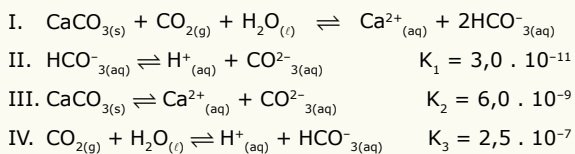
O dióxido de nitrogênio é um dos gases responsáveis pela chuva ácida. A figura mostra o equilíbrio químico entre duas espécies químicas no estado gasoso, no caso, o dióxido de nitrogênio e o tetróxido de nitrogênio à temperatura constante. No eixo da abscissa temos as concentrações e no eixo da ordenada o tempo. O tetróxido de nitrogênio é um dímero do dióxido de nitrogênio, assim, podemos dizer que essa conversão envolve a dimerização do dióxido de nitrogênio.

De acordo com a figura e as informações do texto, infere-se que

- A) observando a figura, no tempo $t = 0$, a velocidade da reação direta é menor do que na reação inversa.
- B) o somatório dos coeficientes da reação balanceada para conversão de dióxido de nitrogênio em tetróxido é igual a 4.
- C) a relação entre K_p e K_c é escrita como $K_p = K_c \cdot RT$, onde R é a constante dos gases ideais e T temperatura absoluta.
- D) de acordo com os gráficos apresentados na figura, à medida que a concentração de tetróxido aumenta, maior quantidade dióxido é formado.
- E) o equilíbrio químico é alcançado após todo o dióxido de nitrogênio ser convertido no dímero tetróxido de nitrogênio.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Vários ácidos são utilizados em indústrias que descartam seus efluentes nos corpos-d'água, como rios e lagos, podendo afetar o equilíbrio ambiental. Para neutralizar a acidez, o sal carbonato de cálcio pode ser adicionado ao efluente, em quantidades apropriadas, pois produz bicarbonato, que neutraliza a água. As equações envolvidas no processo são apresentadas:

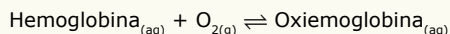


Com base nos valores das constantes de equilíbrio das reações II, III e IV a 25 °C, qual é o valor numérico da constante de equilíbrio da reação I?

- A) $4,5 \cdot 10^{-26}$ D) $0,2 \cdot 10^5$
 B) $5,0 \cdot 10^{-5}$ E) $2,2 \cdot 10^{26}$
 C) $0,8 \cdot 10^{-9}$

02. Jogadores de futebol e alpinistas necessitam de um período de aclimação, a fim de se minimizarem os efeitos das grandes altitudes. Nesse tipo de situação, o ar é rarefeito e a baixa quantidade de oxigênio acarreta alguns desconfortos físicos, tais como dores de cabeça, fadiga, náuseas e, em casos mais graves, o indivíduo pode entrar no estado de coma, o que pode levá-lo ao óbito.

A hemoglobina é a responsável pelo transporte de oxigênio inalado para as células de nosso organismo na forma de oxiemoglobina. Esse processo é representado pela equação não balanceada:



Durante o período de aclimação, o organismo aumenta a taxa de produção de hemoglobina, restabelecendo os níveis de oxigenação nas células e

- A) ocorre o aumento da constante de equilíbrio da reação de síntese da oxiemoglobina.
 B) a constante de equilíbrio da reação de síntese da oxiemoglobina não se altera.
 C) ocorre a diminuição da constante de equilíbrio da reação de síntese da oxiemoglobina.
 D) ocorre um aumento da pressão parcial do $\text{O}_{2(g)}$ e da concentração de oxiemoglobina.
 E) ocorre uma diminuição da pressão parcial do $\text{O}_{2(g)}$ e da concentração de oxiemoglobina.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

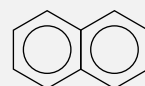
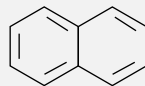
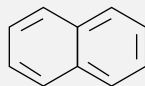
Acertei _____ Errei _____

01. C
 02.
 A) $K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = 14,5$
 B) Desloca no sentido de formação dos produtos.
 03. D
 04.
 A) $K_p = p_{\text{CO}} \cdot (p_{\text{H}_2})^3 / (p_{\text{CH}_4} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}})$
 B) $p_{\text{CO}} = 1,185 \text{ atm}$
 05. D 06. D 07. C 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. D 06. D
 02. D 07. A
 03. A 08. C
 04. A 09. B
 05. D 10. E
 11.
 A) O sistema 2. B) $K_1 = 0,25$.
 12.
 Mudança de estado: sublimação.
 Uma das seguintes fórmulas estruturais:



$$K_c = [\text{C}_{10}\text{H}_8] \cdot 4 \cdot 10^{-6} = [\text{C}_{10}\text{H}_8] \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \frac{1 \text{ L}}{y \cdot 2000 \text{ L}}$$

$$y = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{128 \text{ g}}$$

$$8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot z$$

$$z = 1,024 \text{ g}$$

$$1 \text{ esfera} \cdot 0,256 \text{ g}$$

$$w = 1,024 \text{ g}$$

$$w = 4 \text{ esferas}$$

13. D
 14.
 A) Haverá aumento, pois o $Q_p < K_p$; logo, o equilíbrio se desloca para a direita.
 B) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 1,35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $[\text{NO}_2] = 7,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 15. A 16. B 17. D 18. C

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. B
 02. B

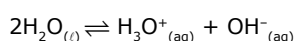


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

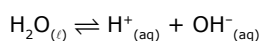
Equilíbrio Iônico

AUTOIONIZAÇÃO DA ÁGUA

A água pura autoioniza-se segundo a seguinte equação:



Ou, de maneira simplificada,



Como essa é uma reação reversível, ela atinge o estado de equilíbrio, que pode ser representado por uma constante em termos de concentração (K_c).

Assim,

$$K_c = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Como a $[\text{H}_2\text{O}]$ é constante,

$$K_w = K_c \cdot [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

K_w recebe o nome de constante de autoionização da água ou produto iônico da água. Como a água é um eletrólito muito fraco, o valor de K_w é muito baixo e apenas varia com a temperatura.

Temperatura / °C	K_w
0	$0,11 \cdot 10^{-14}$
25	$1,01 \cdot 10^{-14}$
40	$3,02 \cdot 10^{-14}$
80	$23,4 \cdot 10^{-14}$
100	$51,3 \cdot 10^{-14}$

Para o equilíbrio iônico da água, normalmente se trabalha com as condições padrão, 25 °C e 1 atm de pressão.

Sendo assim, para uma amostra de água pura a 25 °C, tem-se:

$K_w(25\text{ °C}) \cong 1 \cdot 10^{-14}$ e $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$, pois a amostra é neutra.

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

$$1 \cdot 10^{-14} = [\text{H}^+]^2$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

Porém, se a água não for pura, o soluto pode ou não alterar as concentrações hidrogeniônicas, $[\text{H}^+]$, ou as concentrações hidroxiliônicas, $[\text{OH}^-]$. Caso isso venha a ocorrer, ter-se-á:

- **Solução ácida**

A concentração de H^+ aumenta em função da dissolução de um soluto em água.

$$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

- **Solução básica**

A concentração de OH^- aumenta em função da dissolução de um soluto em água.

$$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

Para revelar a acidez ou a basicidade de uma solução, pode-se criar uma escala em função de $[\text{H}^+]$ e $[\text{OH}^-]$. Veja o quadro a seguir que relaciona essas concentrações na temperatura de 25 °C.

$[\text{H}^+] / \text{mol.L}^{-1}$	$[\text{OH}^-] / \text{mol.L}^{-1}$
1	10^{-14}
10^{-1}	10^{-13}
10^{-2}	10^{-12}
10^{-3}	10^{-11}
10^{-4}	10^{-10}
10^{-5}	10^{-9}
10^{-6}	10^{-8}
10^{-7}	10^{-7}
10^{-8}	10^{-6}
10^{-9}	10^{-5}
10^{-10}	10^{-4}
10^{-11}	10^{-3}
10^{-12}	10^{-2}
10^{-13}	10^{-1}
10^{-14}	1

Observe que, para qualquer solução a 25 °C, o K_w é sempre $1 \cdot 10^{-14}$.

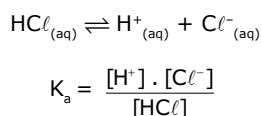
EQUILÍBRIO IÔNICO EM MEIOS ÁCIDOS E BÁSICOS

O equilíbrio iônico da água permite determinar a acidez ou a basicidade de um meio pela simples medição da concentração dos íons H^+ e OH^- . Dessa forma, podem-se definir as constantes de equilíbrio para as reações reversíveis estabelecidas quando um ácido ou uma base são dissolvidos na água.

Equilíbrio iônico em meios ácidos

Um ácido, ao ser dissolvido em água, sofre ionização. Esse processo é reversível e a constante de equilíbrio definida para ele é denominada constante de ionização ou constante de acidez (K_a).

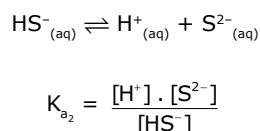
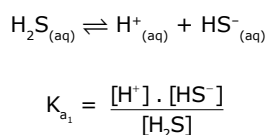
Exemplo:



Quanto mais forte é um ácido, maior é o seu grau de ionização (α) e maior é o número de íons H^+ encontrados em equilíbrio. Assim, o valor do K_a indica a força relativa dos ácidos: ácido com alto valor de K_a é um ácido forte, e ácido com baixo valor de K_a é um ácido fraco.

Na realidade, os valores de K_a para ácidos muito fortes não são calculados, uma vez que a quantidade de ácido na forma não ionizada é praticamente nula. Portanto, para esse tipo de ácido, define-se o valor de K_a como sendo infinito (∞).

Nos poliácidos, a ionização ocorre em etapas. Cada uma dessas etapas possui um K_a , ou seja, o número de hidrogênios ionizáveis do ácido indica o número de etapas e também a quantidade de K_a .



Nos poliácidos, verifica-se experimentalmente que

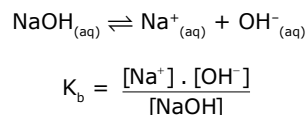
$$K_{a_1} > K_{a_2} > K_{a_3} > \dots$$

Nos poliácidos fracos, pode-se considerar desprezível a $[H^+]$ produzida na 2ª, 3ª, ... etapas da ionização do ácido.

Equilíbrio iônico em meios básicos

Uma base, ao ser dissolvida em água, sofre dissociação. Esse processo é reversível e a constante de equilíbrio definida para ele é denominada constante de dissociação ou constante de basicidade (K_b).

Exemplo:



Todas as observações feitas para os equilíbrios em meios ácidos são válidas para os equilíbrios em meios básicos.

Lei da Diluição de Ostwald

A manipulação matemática das constantes de acidez e de basicidade para monoácidos e para monobases leva à equação da Lei da Diluição de Ostwald.

Para eletrólitos moderados:

$$K = \frac{C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

Para eletrólitos fracos, α é pequeno, portanto, $1 - \alpha \cong 1$:

$$K = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot \alpha^2$$

Pela análise dessas expressões, pode-se concluir que,

- quanto mais diluída for a solução, maior será a extensão de sua ionização ou dissociação;
- quanto maior for o grau de ionização ou de dissociação, mantendo-se constante a concentração molar da solução, maior será a força do eletrólito.

pH E pOH

Devido aos baixos valores de K_w , $[H^+]$ e $[OH^-]$, Sørensen propôs representar a concentração dos íons H^+ e OH^- pelo uso do logaritmo. A esse logaritmo negativo, na base 10, foi dado o nome de potencial, sendo representado por **p**.

$$p = -\log \text{ ou } p = \frac{1}{\log}$$

Já a concentração de íons H^+ e OH^- , em solução, será expressa em termos de potenciais.

$$pH = -\log [H^+] \Rightarrow \text{potencial hidrogeniônico}$$

$$pOH = -\log [OH^-] \Rightarrow \text{potencial hidroxiliônico}$$

ESCALA DE pH A 25 °C

Para toda solução aquosa, a 25 °C, tem-se:

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$1 \cdot 10^{-14} = [H^+] \cdot [OH^-]$$

Logaritmando e multiplicando por -1 os dois membros da igualdade, tem-se:

$$-\log(1 \cdot 10^{-14}) = -\log([H^+] \cdot [OH^-])$$

$$14 = -\log[H^+] - \log[OH^-]$$

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

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

Uma nova análise deve ser feita para as soluções, bem como uma nova escala para representar a acidez ou a basicidade delas.

- **Solução neutra:** $[H^+] = [OH^-]$

$$\text{pH} = \text{pOH} = 7$$

- **Solução ácida:** $[H^+] > [OH^-]$

$$\text{pH} < \text{pOH}$$

$$\text{pH} < 7$$

- **Solução básica:** $[H^+] < [OH^-]$

$$\text{pH} > \text{pOH}$$

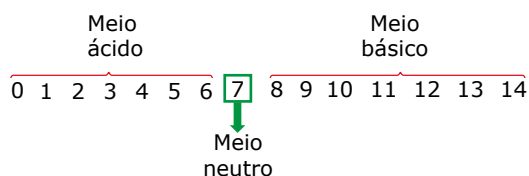
$$\text{pH} > 7$$

OBSERVAÇÕES

1. O pH é definido somente para concentrações em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
2. O pH é uma grandeza adimensional.
3. Para as soluções, a concentração dos íons H^+ e OH^- é calculada pelas expressões

$$[H^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ e } [OH^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

Sendo assim, a escala de pH, a 25 °C, é dada por



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UPF-RS) Para os ácidos listados a seguir foram preparadas soluções aquosas de mesmo volume e concentração.

I. Ácido cloroso (HClO_2)	$K_a = 1,1 \cdot 10^{-2}$
II. Ácido fluorídrico (HF)	$K_a = 6,7 \cdot 10^{-4}$
III. Ácido hipocloroso (HClO)	$K_a = 3,2 \cdot 10^{-8}$
IV. Ácido cianídrico (HCN)	$K_a = 4,0 \cdot 10^{-10}$

Considerando as constantes de ionização (K_a), a concentração do íon H_3O^+ é

- A) menor na solução do ácido I.
- B) maior na solução do ácido I.
- C) igual nas soluções dos ácidos III e IV.
- D) igual nas soluções dos ácidos I, II, III e IV.
- E) maior na solução do ácido IV.



- 02.** (UFES) Considere os ácidos orgânicos e suas respectivas constantes de dissociação (K_a), apresentados na tabela a seguir, para fazer o que se pede.

Ácido	K_a
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	$1,48 \cdot 10^{-5}$
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$1,80 \cdot 10^{-3}$
$\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{COOH}$	$5,00 \cdot 10^{-2}$
CH_3COOH	$1,80 \cdot 10^{-5}$
HCOOH	$2,10 \cdot 10^{-4}$

Dado: $\log_{10} 3 = 0,47$.

- A) Dê a nomenclatura oficial do ácido mais forte e do ácido mais fraco.
- B) Calcule o grau de dissociação e o pH de uma solução de ácido acético a 0,50 mol/L.



- 03.** (Unesp) O ácido benzoico e seus derivados são largamente utilizados na conservação de alimentos. Destinam-se a inibir o crescimento de fungos e leveduras, sendo também eficientes contra uma grande gama de bactérias. Considere uma formulação comercial de ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$) em água, de concentração molar 0,01 M, 7% ionizada.

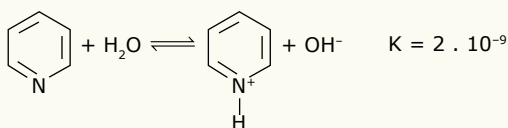
Escreva a equação de ionização do ácido benzoico em água e a expressão da constante de equilíbrio (K_a) desse ácido. Qual a concentração de H^+ no equilíbrio?

04. (EsPCEX-SP-2021) Em um experimento laboratorial, misturou-se 25 mL de uma solução aquosa de ácido clorídrico com concentração $0,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ com 25 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio com concentração $0,6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Acerca do experimento, são feitas as seguintes afirmativas:

- I. Trata-se de uma reação de neutralização.
- II. A substância de caráter alcalino (básico) está em excesso estequiométrico.
- III. A solução resultante após a reação possui caráter ácido.
- IV. Após a reação, o pH da solução resultante possui valor igual a 2.

Das afirmativas feitas, estão corretas apenas

- A) I, II e IV.
 - B) I e III.
 - C) II e III.
 - D) II e IV.
 - E) I, III e IV.
05. (FCMSC-SP-2021) A piridina ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) é uma substância empregada na síntese de fármacos. Sua interação com a água ocorre de acordo com o equilíbrio representado na equação:



A concentração de íons OH^- e o pH de uma solução aquosa de piridina $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ são

- A) $1 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$ e 9.
- B) $1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ e 9.
- C) $1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ e 2.
- D) $1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ e 5.
- E) $1 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$ e 5.

06. (UFRGS-RS) A água mineral com gás pode ser fabricada pela introdução de gás carbônico na água, sob pressão de aproximadamente 4 atm.

Sobre esse processo, considere as afirmações a seguir.

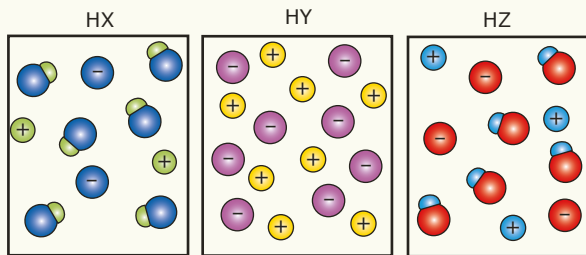
- I. Quando o gás carbônico é introduzido na água mineral, provoca a diminuição na basicidade do sistema.
- II. Quando a garrafa é aberta, parte do gás carbônico se perde e o pH da água mineral fica mais baixo.
- III. Como o gás carbônico é introduzido na forma gasosa, não ocorre interferência na acidez da água mineral.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas III.
- C) Apenas I e II.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



07. (UCS-RS) Nas figuras a seguir estão representadas as soluções aquosas de três hidrácidos (designados por HX, HY e HZ, respectivamente) com apenas um hidrogênio ionizável, a 25°C . Essas soluções foram preparadas, de tal modo que as concentrações molares finais de HX, HY e HZ fossem iguais. Por questões de clareza, as moléculas de água não foram representadas nessas figuras.

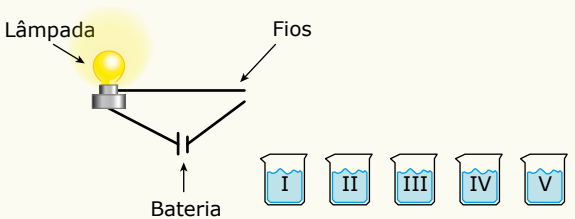


BROWN, Theodore L.; LEMAY JR., H. Eugene; BURSTEN, Bruce E.; BURDGE, Julia R. *Química, a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 111 (Adaptação).

Com base nas informações apresentadas, assinale a alternativa correta.

- A) A solução que contém o ácido HY é aquela que apresenta o menor valor de pH.
- B) O ácido mais fraco é HZ, uma vez que em meio aquoso o número de moléculas dissociadas é igual ao de moléculas não dissociadas.
- C) O ácido HX é aquele que apresenta o maior grau de ionização, uma vez que o número de moléculas não dissociadas é maior do que o de moléculas dissociadas.
- D) A solução que contém o ácido HZ é aquela que conduz melhor a eletricidade, seguida das que contém os ácidos HX e HY.
- E) O ácido mais forte é HX, uma vez que em meio aquoso o número de moléculas dissociadas é menor do que o de moléculas não dissociadas.

08. (UFG-GO) Observe o sistema esquematizado a seguir, utilizado para testar a condutividade elétrica de várias soluções ácidas. Nesse sistema, as soluções funcionam como chave do circuito elétrico.



Sabe-se que, no caso dos ácidos, quanto maior o grau de ionização, maior a intensidade da luz emitida pela lâmpada. Ao se realizar o teste de condutividade com as cinco soluções de mesma concentração, preparadas com ácidos (I, II, III, IV e V), observaram-se diferentes intensidades luminosas, ao se mergulhar os fios nas soluções. Considere os seguintes valores de pK_a para os ácidos.

Ácido	pK_a
I	9,2
II	8,6
III	4,8
IV	3,2
V	0,5

Analisando-se os dados de pK_a , conclui-se que a maior luminosidade foi observada quando os fios foram colocados na solução do ácido

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

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UFRN) O pH é um dos parâmetros da qualidade da água doce para consumo. Os valores dos parâmetros da qualidade da água para consumo são regulados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), entre outros órgãos reguladores. Na Resolução nº 357/2005 do Conama, em relação ao pH para águas doces, definem-se valores aceitos, como os apresentados no quadro a seguir.

Classe de água doce	Usos principais	pH
1	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, e à proteção de comunidades aquáticas.	6 a 9
2	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção de comunidades aquáticas e à recreação de contato primário, entre outras.	6 a 9
3	Destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado.	6 a 9

Em um laboratório de análise de águas, obtêm-se os seguintes valores de $[H_3O^+]$ para quatro amostras de águas, identificadas como IAD, IIAD, IIIAD e IVAD.

Amostra	$[H_3O^+]$ em mol/L
IAD	10^{-4}
IIAD	10^{-5}
IIIAD	10^{-7}
IVAD	10^{-10}

Em relação à qualidade da água, a amostra adequada para consumo humano é a

- A) IIIAD. C) IVAD.
B) IIAD. D) IAD.

02.
ZVTZ



(UFJF-MG) É recomendado que a água mineral, para ser ingerida, deve ser neutra ou alcalina. Foram feitas medidas de pH de três amostras de água mineral, e os resultados estão apresentados no quadro a seguir.

Amostra	A	B	C
pH	6	7	8

Analisando esses resultados, é correto afirmar:

- A) Todas as águas minerais analisadas são recomendadas para ingestão.
B) As concentrações de íons H^+ e OH^- são iguais na amostra C.
C) A amostra A é dez vezes mais ácida do que a amostra B.
D) A concentração de íons OH^- é maior na amostra A.
E) A concentração de íons H^+ na amostra B é 10^7 mol L^{-1} .

03.

(Albert Einstein–2023) O pH do suco de maçã varia de 2,9 a 3,3 e o pH do suco de cenoura varia de 4,9 a 5,3. A partir dessas informações, afirma-se que o suco de maçã, em relação ao suco de cenoura, é, em média,

- A) 1 000 vezes mais ácido.
B) 100 vezes mais ácido.
C) 10 vezes mais ácido.
D) 100 vezes mais alcalino.
E) 1 000 vezes mais alcalino.

04.

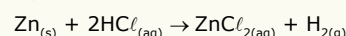
(FAMERP-SP–2021) A mistura de 100 mL de uma solução de HCl , de concentração $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$, com 400 mL de uma solução de $NaOH$, de concentração $6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$, gera uma solução de caráter

- A) ácido, com $pH = 3$. D) ácido, com $pH = 2$.
B) básico, com $pH = 10$. E) neutro, com $pH = 7$.
C) básico, com $pH = 11$.

05.
XOH9



(UEA-AM) Uma forma de produzir rapidamente hidrogênio gasoso em laboratório é pela reação entre zinco metálico em pó com ácido clorídrico, HCl , de concentração 1,0 mol/L:



Considerando que o ácido clorídrico esteja 100% ionizado e que a solução encontra-se a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, é correto afirmar que o pH da solução de ácido clorídrico citada no texto é

- A) 0. C) 3. E) 14.
B) 1. D) 13.

06.
54M5



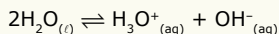
(UEG-GO) Uma solução de hidróxido de potássio foi preparada pela dissolução de 0,056 g de KOH em água destilada, obtendo-se 100 mL dessa mistura homogênea.

Dado: $M(KOH) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$.

De acordo com as informações apresentadas, verifica-se que essa solução apresenta:

- A) $pH = 2$ C) $pH = 10$ E) $pH > 13$
B) $pH < 7$ D) $pH = 12$

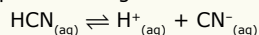
07. (ESCS-DF) Atualmente, há grande preocupação com a intensificação da liberação de gases poluentes para a atmosfera causada pela crescente circulação de pessoas e mercadorias. Além de afetar o ciclo de carbono, devido a liberação de CO₂, a queima de combustíveis fósseis também libera gases responsáveis pelo fenômeno da chuva ácida. Considere que o equilíbrio de autoionização da água (K_w), conforme representado a seguir, seja igual a 1,0 · 10⁻¹⁴ a 25 °C.



Considere, ainda, que uma amostra de chuva ácida com pH igual a 4,0 apresente comportamento de uma solução ideal. Nessa situação, para essa amostra, a 25 °C,

- A) [H₃O⁺] < 1,0 · 10⁻⁷ C) K_w > 1,0 · 10⁻¹⁴
 B) pOH > pH D) [OH⁻] = 1,0 · 10⁻⁷

08. (UERJ) A ionização do ácido cianídrico é representada pela equação química a seguir:



Um experimento sobre esse equilíbrio químico, realizado a temperatura constante, analisou quatro parâmetros, apresentados na tabela:

Parâmetro	Símbolo
grau de ionização	α
constante de equilíbrio	K _a
potencial hidrogeniônico	pH
concentração de HCN	[HCN]

Ao ser estabelecido o equilíbrio químico da ionização, foi adicionada certa quantidade de NaCN_(s).

Após a dissolução e dissociação completa desse composto, houve deslocamento do equilíbrio de ionização.

O parâmetro que sofreu redução, após a adição do composto, é representado pelo seguinte símbolo:

- A) α C) pH
 B) K_a D) [HCN]

09. (FGV-SP) A constante de ionização do ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C, é igual a 8,0 · 10⁻⁵. A dissolução de um comprimido de ácido ascórbico em um copo de água resulta em uma solução contendo 0,0125 mol.L⁻¹ desse ácido.

O pH dessa solução será igual a

- A) 2. C) 4. E) 6.
 B) 3. D) 5.

10. (Mackenzie-SP) Determine, respectivamente, o pH e a constante de ionização de uma solução aquosa de um ácido monocarboxílico 0,01 M a 25 °C, que está 20% ionizado, após ter sido atingido o equilíbrio.

Dado: log 2 = 0,3.

- A) 3,3 e 5 · 10⁻⁴ D) 2,7 e 5 · 10⁻⁴
 B) 2,7 e 2 · 10⁻³ E) 3,3 e 2 · 10⁻³
 C) 1,7 e 5 · 10⁻⁴

11. (UFPE) O ácido láctico apresenta pK_a = 3,82. Qual o valor aproximado do pH de uma solução de ácido láctico 0,1 mol.L⁻¹ em água? Determine o inteiro mais próximo de sua resposta após multiplicá-la por 10 (dez).

12. (CMMG) Sabendo-se que, na temperatura normal do corpo humano, que é de 36 °C, o produto iônico da água (K_w) é de 2,4 · 10⁻¹⁴ e que o pH normal do sangue arterial é, aproximadamente, de 7,4 foram feitas algumas afirmativas:

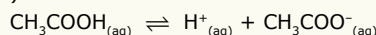
Dados: 2 = 0,30; 4 = 0,60; 6 = 0,78. A autoionização da água é endotérmica.

- I. A concentração dos íons hidrônio, [H⁺], em mol/L, é de 4,0 · 10⁻⁸.
 II. O pOH normal do sangue arterial é de 6,6 na temperatura 36 °C.
 III. Chuva ácida, com pH = 5,4, terá uma acidez duas vezes maior do que o sangue normal.
 IV. O sangue de um indivíduo com febre será neutro se o pH for 7.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s)

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

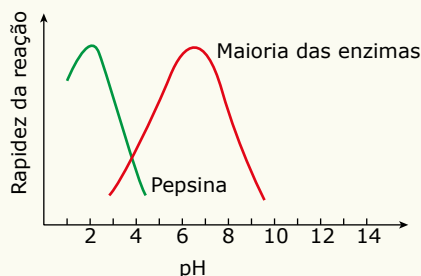
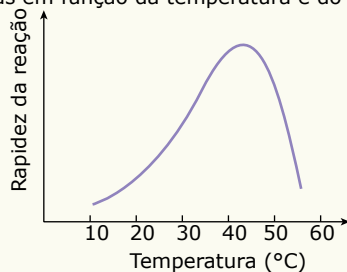
13. (UEFS-BA)



Dos sistemas em equilíbrio químico iônico em solução aquosa, um dos mais importantes é o que ocorre na ionização de ácidos e de bases, como o representado pela equação química, em que o ácido acético, em solução aquosa 0,1 mol.L⁻¹, está 1,0% ionizado, a determinada temperatura. Considerando-se essas informações, é correto afirmar:

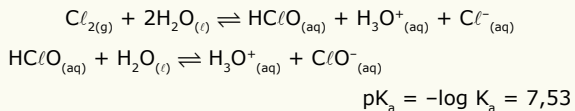
- A) O pH da solução de ácido acético é igual a 3.
 B) A concentração de H⁺_(aq) no equilíbrio químico é 1,0 · 10⁻² mol.L⁻¹.
 C) A concentração de íons acetato no equilíbrio químico é 0,1 mol.L⁻¹.
 D) O valor numérico da constante de ionização, K_a, para a solução de ácido acético é 1,8 · 10⁻⁵.
 E) A temperatura da solução aquosa de ácido acético não interfere no valor da constante de equilíbrio, K_a.

14. (Unesp) Os gráficos ilustram a atividade catalítica de enzimas em função da temperatura e do pH.



Disponível em: <http://docentes.esalq.usp.br> (Adaptação).

03. (Enem) Uma das etapas do tratamento da água é a desinfecção, sendo a cloração o método mais empregado. Esse método consiste na dissolução do gás cloro numa solução sob pressão e sua aplicação na água a ser desinfetada. As equações das reações químicas envolvidas são:



A ação desinfetante é controlada pelo ácido hipocloroso, que possui um potencial de desinfecção cerca de 80 vezes superior ao ânion hipoclorito. O pH do meio é importante, porque influencia na extensão com que o ácido hipocloroso se ioniza.

Para que a desinfecção seja mais efetiva, o pH da água a ser tratada deve estar mais próximo de

- A) 0. C) 7. E) 14.
 B) 5. D) 9.

04. (Enem) Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases.

Na tabela, são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)
Suco de limão	10^{-2}
Leite	10^{-6}
Vinagre	10^{-3}
Álcool	10^{-8}
Sabão	10^{-12}
Carbonato de sódio / barrilha	10^{-12}

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- A) Álcool ou sabão.
 B) Suco de limão ou álcool.
 C) Suco de limão ou vinagre.
 D) Suco de limão, leite ou sabão.
 E) Sabão ou carbonato de sódio / barrilha.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. B
 02.
 A) Ácido mais forte:
 Cl_2CHCOOH
 Ácido dicloroetanoico
 Ácido mais fraco:
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
 Ácido butanoico
 B) $\alpha = 6 \cdot 10^{-3}$; pH = 2,52
 03. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ou
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^- + \text{H}^+$

$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]}$$

Como o ácido é monoprótico, temos:

$$[\text{H}^+] = 7,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

04. B 06. A 08. E
 05. B 07. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. A 05. A 09. B 13. A
 02. C 06. D 10. D 14. C
 03. B 07. B 11. 24
 04. C 08. A 12. A
 15.
 A) 0,08% de ácido ascórbico (m/V)
 $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ de ácido ascórbico.
 B) O pH da limonada preparada é igual a 3.
 16. B

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. C 02. D 03. B 04. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

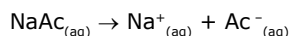
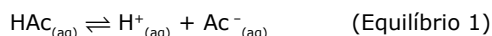
Solução-Tampão e Hidrólise Salina

SOLUÇÃO-TAMPÃO

Solução-tampão é aquela que apresenta pH praticamente constante, mesmo com a adição de pequena quantidade de um ácido ou de uma base forte. Os sistemas-tampão são de grande importância biológica. Por exemplo, o sangue mantido a um pH ao redor de 7,4 é uma mistura tamponada, e uma variação de aproximadamente 0,4 ou mais unidades de pH, geralmente, resulta em morte. Analgésicos, antiácidos, refrigerantes e aquários são sistemas que também utilizam-se do mecanismo do tampão, para manter o pH do meio praticamente constante. O funcionamento de um sistema-tampão pode ser entendido baseando-se no Princípio de Le Châtelier em equilíbrios ácido-base. As soluções-tampão, em geral, são soluções formadas por um ácido fraco e o seu sal correspondente, ou por uma base fraca e o seu sal correspondente.

Exemplos: Ácido acético e acetato de sódio, ácido carbônico e bicarbonato de sódio, hidróxido de amônio e cloreto de amônio, ácido benzoico e benzoato de sódio, etc.

Suponha um sistema tamponado constituído de ácido acético (HAc) e acetato de sódio (NaAc), representado pelas seguintes equações:



Se ao sistema for adicionada uma pequena quantidade de um ácido qualquer, o equilíbrio 1 reage se deslocando para a esquerda, no sentido de consumir parte do ácido adicionado, mantendo a concentração de H^+ praticamente constante. Consequentemente, o pH sofre uma mínima variação. O sal da mistura tamponada possui o íon comum que garante, até certo ponto, o consumo dos íons H^+ adicionados.

Se, por outro lado, for adicionada pequena quantidade de uma base, esta será consumida em uma reação de neutralização, reagindo com os íons H^+ do equilíbrio 1. O equilíbrio 1 então reage, deslocando-se para a direita, repondo parte da concentração de H^+ consumida, e o pH sofre apenas uma pequena variação.

Para os tampões básicos, a linha de raciocínio é a mesma, ou seja, o mecanismo também é explicado pelo deslocamento de equilíbrio e pela aplicação do Princípio de Le Châtelier.

Fórmula de Henderson-Hasselbach para o cálculo do pH de um tampão

$$\text{Tampão ácido: } \text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{sal}]}{[\text{ácido}]}\right)$$

$$\text{Tampão básico: } \text{pOH} = \text{pK}_b + \log\left(\frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]}\right)$$

Em que [sal] é a concentração em mol.L^{-1} do sal, [ácido] a concentração em mol.L^{-1} do ácido e [base] a concentração em mol.L^{-1} da base.

Geralmente, no preparo dessas soluções, iguala-se a concentração do ácido com a do sal, ou a concentração da base com a do sal correspondente. Dessa forma, a equação pode ser simplificada:

$$\text{Tampão ácido: } \text{pH} \cong \text{pK}_a$$

$$\text{Tampão básico: } \text{pOH} \cong \text{pK}_b$$

HIDRÓLISE SALINA

Pode-se provocar um desvio no equilíbrio da ionização da água pela adição dos íons hidrogênio ou dos íons hidróxido na forma de um ácido ou de uma base, respectivamente, ou pela adição de uma substância capaz de reagir com a água para alterar as concentrações relativas dos íons H^+ e OH^- na solução resultante.

Uma substância dessa natureza pode ser um íon produzido pela dissociação de um sal. A reação entre a água e os íons de um sal denomina-se hidrólise salina.

Hidrólise é uma reação química entre uma espécie química qualquer e a água.

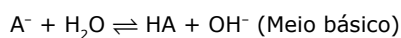
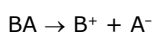
O termo hidrólise é uma lembrança das antigas definições de ácidos e de bases. Durante anos, a palavra hidrólise tem sido utilizada para significar o contrário de neutralização. Com o crescente uso da definição de ácido-base de Brønsted-Lowry, essa palavra foi perdendo o significado e hoje é associada às reações entre íons doadores ou receptores de prótons com a água.

Sais que produzem ânions aceptores de prótons (protofílicos)

Esses ânions, de acordo com as interpretações de Brønsted-Lowry, definem-se como bases. Como consequência da aceitação de prótons por parte dos ânions, há uma diminuição na concentração de íons H^+ da solução, que a torna básica. Esse tipo de hidrólise ocorre, geralmente, entre sais derivados de um ácido fraco e de uma base forte. Isso ocorre porque o ânion derivado de um ácido fraco é uma base conjugada forte e, por isso, reage com a água.

Exemplos: NaAc, KCN, Na_2S , $NaNO_2$, Na_2CO_3 , etc.

Generalizando, observe um sal BA, derivado de um ácido fraco (HA) e uma base forte (BOH):



Constante de hidrólise:

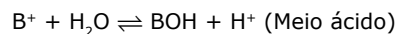
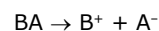
$$K_h = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} \text{ ou } K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

Sais que produzem cátions doadores de prótons (protogênicos)

Esses cátions são considerados ácidos, de acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, pois, na hidrólise, liberam prótons, tornando a solução mais ácida. Esse tipo de hidrólise ocorre, geralmente, entre sais derivados de uma base fraca e um ácido forte (originando um ácido conjugado forte), também podendo acontecer com cátions hidratados, como os íons alumínio e ferro.

Exemplos: NH_4Cl , NH_4NO_3 , etc.

Generalizando, observe um sal BA, derivado de um ácido forte (HA) e uma base fraca (BOH):



Constante de hidrólise:

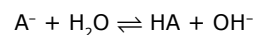
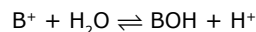
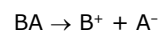
$$K_h = \frac{[BOH] \cdot [H^+]}{[B^+]} \text{ ou } K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

Sais que produzem cátions que são ácidos e ânions que são bases (anfipróticos)

Como o cátion é um doador de prótons e o ânion um receptor de prótons, pois são íons fortes derivados de eletrólitos fracos, uma solução de um sal desse tipo será ácida ou básica, dependendo das forças relativas do cátion como ácido e do ânion como base. Esse tipo de hidrólise ocorre, geralmente, entre sais derivados de um ácido fraco e de uma base fraca.

Exemplos: NH_4Ac , NH_4CN , etc.

Generalizando, suponha um sal BA, derivado de um ácido fraco (HA) e uma base fraca (BOH):



Constante de hidrólise:

$$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$$

Sais que produzem íons apróticos não sofrem hidrólise

Esses íons, cátions e ânions são conjugados fracos, pois são derivados de eletrólitos fortes. Por conseguinte, não reagem com a água, não deslocam o equilíbrio e não alteram as concentrações de H^+ e OH^- no dissolvente H_2O . Por isso, produzem um meio neutro.

Exemplos: $NaCl$, KNO_3 , $KClO_4$, etc.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UFMG) Considere as seguintes experiências:
- 01. 23TR**
- I. O pH de um litro de sangue ($\cong 7,5$) sofre apenas pequena alteração quando 0,01 mol de $\text{NaOH}_{(s)}$.
- II. O pH de um litro de água pura passa de 7 para 12, pela dissolução de 0,01 mol de $\text{NaOH}_{(s)}$.
- A alternativa que apresenta a explicação para a diferença de comportamento entre o sangue humano e a água pura é:
- A) As soluções fracamente ácidas resistem a variações de pH.
- B) As soluções fracamente básicas resistem a variações de pH.
- C) O $\text{NaOH}_{(s)}$ é insolúvel no sangue humano.
- D) O sangue e uma solução $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de NaOH têm o mesmo pH.
- E) O sangue humano é uma solução tamponada.
- 02.** (UPE-2022) O ácido carbônico (H_2CO_3) é um ácido fraco, portanto, possui mínima dissociação quando comparado com outros ácidos inorgânicos. Ele se torna importante para algumas funções do corpo humano, em especial no sistema constituído junto ao íon bicarbonato (HCO_3^-), formando um par ácido e base de Brønsted-Lowry, responsável pela característica tamponante do sangue. Sobre isso, é correto afirmar que, quando uma pequena quantidade de
- A) base é adicionada ao sangue, ela reage com o bicarbonato do sistema tamponante, produzindo um sal e CO_2 , que é eliminado pelos pulmões.
- B) ácido é adicionada ao sangue, ele reage em dupla troca com o ácido carbônico, produzindo mais íons bicarbonato, eliminados pelos rins na urina.
- C) ácido é adicionada ao sangue, ele desloca o equilíbrio de dissociação do ácido carbônico, produzindo novos cátions, que diminuem a variação de pH.
- D) base é adicionada ao sangue, ela desloca o equilíbrio de dissociação do ácido carbônico, produzindo novos cátions, que diminuem a variação de pH.
- E) ácido é adicionada ao sangue, o bicarbonato do sistema tamponante reage com ele e produz um sal, enquanto o ácido carbônico se dissocia em água e em CO_2 , sendo o gás eliminado pelos pulmões.

03. L.319
O sangue é tamponado principalmente pelo sistema $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ ($K_a = 4,2 \cdot 10^{-7}$). O pH normal do sangue é 7,40. Qual é a razão $[\text{H}_2\text{CO}_3]/[\text{HCO}_3^-]$?

- A) 1 000 C) 10 E) 0,1
B) 100 D) 1

04. HNH9
(UNITAU-SP) Soluções-tampões são normalmente constituídas de um ácido fraco e o sal do ácido fraco ou de uma base fraca e o sal da base conjugada. Esse tipo de composição faz com que as soluções resistam a grandes mudanças de pH. O tampão acetato é muito utilizado em estudos de química biológica, sendo constituído normalmente de uma mistura de ácido acético e acetato de sódio. Considerando uma solução na qual as concentrações ácido acético e acetato de sódio são idênticas, bem como o pK_a 4,74 desse tampão, podemos afirmar que o pH da solução estará entre

- A) 2 e 3. C) 4 e 5. E) 6 e 7.
B) 3 e 4. D) 5 e 6.

05. VSIF
(UERJ) Um laboratório realiza a análise de células utilizando uma solução fisiológica salina com pH neutro. O laboratório dispõe de apenas quatro substâncias que poderiam ser usadas no preparo dessa solução: HCl , NaCl , NaOH e NaHCO_3 .

Dentre elas, a que deve ser escolhida para uso na análise está indicada em:

- A) HCl C) NaOH
B) NaCl D) NaHCO_3

06. (FAMERP-SP-2021) Amostras das substâncias cloreto de potássio (KCl), cloreto de amônio (NH_4Cl), clorofórmio (CHCl_3) e sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) foram colocadas, separadamente e não necessariamente nessa ordem, em quatro tubos de ensaio contendo água, identificados de 1 a 4. Cada sistema formado foi submetido a testes de condutividade elétrica e pH. Os resultados foram reunidos na tabela a seguir.

Tubo	Classificação do sistema	O sistema é condutor de corrente elétrica?	pH
1	homogêneo	sim	4,5
2	heterogêneo	não	-
3	homogêneo	sim	7,0
4	homogêneo	não	7,0

As substâncias adicionadas aos tubos 1, 2, 3 e 4 foram, respectivamente,

- A) NH_4Cl , CHCl_3 , KCl , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.
B) KCl , NH_4Cl , CHCl_3 , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.
C) KCl , CHCl_3 , NH_4Cl , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.
D) NH_4Cl , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, KCl , CHCl_3 .
E) NH_4Cl , KCl , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, CHCl_3 .

- 07.** (UPE) Em um aquário onde a água apresentava pH igual a 6,0, foram colocados peixes ornamentais procedentes de um rio cuja água tinha pH um pouco acima de 7,0. Em razão disso, foi necessário realizar uma correção do pH dessa água. Entre as substâncias a seguir, qual é a mais indicada para tornar o pH da água desse aquário mais próximo do existente em seu ambiente natural?
- A) KBr C) NH_4Cl E) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 B) NaCl D) Na_2CO_3

- 08.** REOC (Uncisal) O uso de água sanitária é muito comum no nosso cotidiano e seu princípio ativo está baseado nas propriedades oxidantes do ânion do ácido hipocloroso, que é um ácido fraco. O hipoclorito de sódio é obtido pela eletrólise de uma solução de cloreto de sódio, onde são produzidos também gás hidrogênio e gás cloro.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. v. 30, p. 66-69, 2008.

Com respeito à água sanitária e com base nas informações apresentadas, que alternativa traduz a condição real quanto ao seu pH e do meio em que se forma?

- A) A água sanitária exibe diversas faixas de pH, podendo variar desde ácido, neutro ou básico, dependendo de como ela foi obtida.
 B) No processo de obtenção da água sanitária, o meio na qual ela se forma estará ácido devido à formação de gás cloro e hidrogênio.
 C) A água sanitária, além de ser oxidante, também possui características ácidas, visto que seu princípio ativo é derivado de um ácido.
 D) A água sanitária apresenta propriedades oxidantes e seu pH deve ser neutro, visto que em solução aquosa o meio é neutro, não variando.
 E) A água sanitária apresenta propriedades básicas porque a hidrólise prevalece e como resultado teremos uma solução com pH acima de 7,0.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

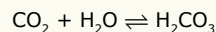


- 01.** (FCM-PB) Soluções-tampões são bastante utilizadas em laboratórios de química, de bioquímica e de alimentos, por evitar grandes alterações do pH do meio reacional. Num laboratório, um estudante encontrou na prateleira soluções aquosas de: NaNO_3 , NH_4NO_3 , NaCl , NaOH , HNO_3 , NH_4OH . Quais soluções ao serem misturadas, em proporção estequiométrica, podem formar uma solução-tampão?
- A) NaNO_3 e HNO_3
 B) NH_4NO_3 e NH_4OH
 C) NaCl e NaOH
 D) NaOH e NaNO_3
 E) NaCl e HNO_3

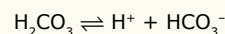


- 02.** 9FCC (UEG-GO) O sangue humano é considerado um tecido complexo, e a sua capacidade tamponante depende de dois equilíbrios, como descrito a seguir:

Equilíbrio 1



Equilíbrio 2



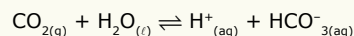
Sobre o sangue e o seu sistema tamponado, é correto afirmar:

- A) Distúrbios no sistema tamponante do sangue levam às condições de acidose com um pH alto e de alcalose com um pH baixo, deslocando o H_2CO_3 .
 B) As hemácias, produzidas na medula óssea, são células especializadas no transporte de gás carbônico e, quando o CO_2 perde água, o ácido carbônico é formado.
 C) Quando o pH do sangue cai, devido à produção metabólica de H^+ , o equilíbrio entre o bicarbonato e o ácido carbônico desloca-se mais em direção ao ácido carbônico.
 D) O sangue é um tecido constituído de plaquetas que participam ativamente da defesa do organismo e, quando o pH aumenta, maior quantidade de H^+ é formado.



- 03.** JJ67 (PUC RS) Considere as informações contidas no texto a seguir:

Para que o corpo humano funcione de maneira satisfatória, o pH do plasma sanguíneo deve ser mantido em um intervalo de 7,35 a 7,45. O gás carbônico produzido pelo metabolismo do corpo humano participa de um equilíbrio químico que pode ser representado, de forma simplificada, como:



Quando, por problemas respiratórios, a eliminação de gás carbônico pela expiração de uma pessoa é insuficiente, a concentração de CO_2 no sangue aumenta, ocorrendo um deslocamento do equilíbrio químico. Os sintomas deste distúrbio são desorientação, irritabilidade e coma. Em casos extremos, pode ocorrer morte por parada cardiorrespiratória. O tratamento consiste na administração de uma solução salina intravenosa para correção do pH.

Pela análise do texto, é correto afirmar que

- A) pessoas com asma, pneumonia ou enfisema pulmonar apresentam um aumento do pH do sangue devido ao deslocamento do equilíbrio para a direita.
 B) o tratamento pode ser a administração intravenosa de uma solução aquosa de bicarbonato de sódio.
 C) a diminuição do pH do sangue é decorrente do deslocamento do equilíbrio para a esquerda.
 D) o tratamento pode ser a administração intravenosa de uma solução aquosa de cloreto de amônio.
 E) o tratamento pode ser a administração intravenosa de uma solução aquosa de cloreto de sódio.

- 04.** (UEL-PR) As soluções-tampão desempenham um papel importante em muitos processos químicos e biológicos. Por exemplo, o plasma sanguíneo é uma solução-tampão eficiente em um meio no qual uma variação maior que 0,2 unidade de pH pode ocasionar a morte.

Considere as afirmativas a seguir:

- I. A dissolução do ácido em água para a preparação de uma solução-tampão apresenta constante de ionização igual a 1.
 - II. Um exemplo de solução-tampão é aquela que contém uma base fraca e um sal derivado dessa base fraca.
 - III. Adicionando-se quantidades molares semelhantes de ácido acético e de acetato de sódio à água, obtém-se uma solução-tampão.
 - IV. A solução-tampão resiste a variações de pH, quando se adicionam pequenas quantidades de um ácido ou de uma base.
- Assinale a alternativa correta.
- A) Somente as afirmativas I e II são corretas.
 - B) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
 - C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
 - D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
 - E) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.



- 05.** (UERJ) Soluções-tampão são sistemas nos quais ocorrem variações desprezíveis de pH, quando recebem a adição de pequenas quantidades de ácidos ou de bases.

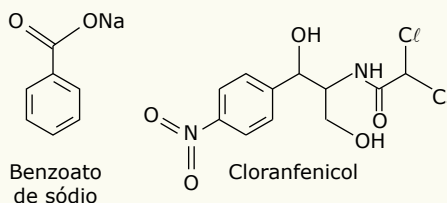
Considere estes compostos para o preparo de uma solução-tampão:

- HCl
- NaCl
- NH_4Cl
- NaOH
- NH_4OH

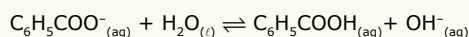
Indique, dentre os compostos disponíveis, os dois escolhidos para o preparo da solução-tampão.

Considere, agora, a adição de uma solução aquosa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, completamente dissociado, na concentração de $0,005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ a 25°C , à solução-tampão preparada. Calcule o pH inicial da solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e apresente a equação química que demonstra não haver aumento do pH da solução-tampão com a adição da solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

- 06.** (USCS-SP) A adição de conservantes em alimentos é uma prática comum para aumentar seus prazos de validade. Dentre os conservantes mais utilizados, encontram-se o benzoato de sódio (inibidor de enzimas digestivas) e o cloranfenicol (ação antibiótica). Suas fórmulas estruturais estão representadas na figura.



O íon benzoato sofre hidrólise conforme a reação equacionada a seguir, formando o ácido benzoico, que também possui propriedades conservantes, mas é menos solúvel em água.



- A) Quantos carbonos assimétricos existem em uma molécula de cloranfenicol? Quantos carbonos primários existem em uma molécula de cloranfenicol?
- B) Escreva a equação que representa a constante de hidrólise do íon benzoato. Considerando um alimento que contenha o íon benzoato como conservante, explique se o aumento do pH desse alimento favorece ou prejudica sua conservação.



07. (Uniube-MG) A hidrólise salina é um processo no qual o(s) íon(s) do sal formado(s) pela neutralização entre ácido e base pode(m) reagir com a água do meio deixando a solução ácida, básica ou mantendo-a neutra. Um grupo de alunos misturou uma solução de hidróxido de amônio com uma de ácido cianídrico, ambas de mesma concentração, e fez as seguintes afirmações:

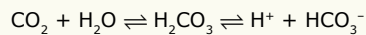
Dados: HCN ($K_a = 4,9 \cdot 10^{-10}$); NH_4OH ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

- I. A hidrólise ocorre com o íon NH_4^+ , deixando o meio básico.
- II. A reação envolvida seria $\text{CN}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{HCN}_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$, pois a base é mais forte.
- III. O sal formado será neutro, pois o ácido e a base são fracos.

É(são) verdadeira(s) a(s) afirmação(ões) contida(s) em

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

08. (OBQ) O sangue humano é um líquido ligeiramente básico, tamponado por processos metabólicos que mantêm o pH entre 7,35-7,45. Para controlar o pH do sangue, o corpo usa inicialmente o sistema ácido carbônico / bicarbonato, conforme mostrado a seguir:



Se o pH sobe acima da faixa normal, a condição é chamada de alcalose, cujo valor limite de sobrevivência por tempo reduzido é 7,8. Quando o pH do sangue está abaixo da faixa normal, a condição é chamada de acidose e o valor limite de sobrevivência por tempo reduzido é 7,0.

Sobre esse sistema-tampão são feitas as seguintes afirmações:

- I. Respirando mais rápido e profundamente, aumentamos a quantidade de CO_2 exalado e, assim, a concentração de ácido carbônico no sangue decresce, favorecendo a alcalose.
- II. A inalação excessiva de fumaça aumenta a concentração de CO_2 no sangue, favorecendo a acidose.
- III. O aumento da concentração dos íons bicarbonato no sangue provoca um aumento de pH, favorecendo a alcalose.
- IV. A liberação excessiva de ácido láctico durante a realização de exercícios físicos pesados provoca um aumento da concentração hidrogeniônica no sangue, favorecendo a acidose.

Estão corretas

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| A) Todas as alternativas. | C) Somente II, III e IV. | E) Somente I e IV. |
| B) Somente I, II e III. | D) Somente II e III. | |

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) O manejo adequado do solo possibilita a manutenção de sua fertilidade à medida que as trocas de nutrientes entre matéria orgânica, água, solo e o ar são mantidas para garantir a produção. Algumas espécies iônicas de alumínio são tóxicas, não só para a planta, mas para muitos organismos como as bactérias responsáveis pelas transformações no ciclo do nitrogênio. O alumínio danifica as membranas das células das raízes e restringe a expansão de suas paredes, com isso, a planta não cresce adequadamente. Para promover benefícios para a produção agrícola, é recomendada a remediação do solo utilizando calcário (CaCO_3).

BRADY N. C.; WEIL, R. R. *Elementos de natureza e propriedades dos solos*.
Porto Alegre: Bookman, 2013 (Adaptação).

Essa remediação promove no solo o(a)

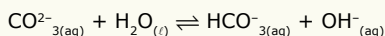
- A) diminuição do pH, deixando-o fértil.
- B) solubilização do alumínio, ocorrendo sua lixiviação pela chuva.
- C) interação do íon cálcio com o íon alumínio, produzindo uma liga metálica.
- D) reação do carbonato de cálcio com os íons alumínio, formando alumínio metálico.
- E) aumento da sua alcalinidade, tornando os íons alumínio menos disponíveis.

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

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

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

03. (Enem) O pH do solo pode variar em uma faixa significativa devido a várias causas. Por exemplo, o solo de áreas com chuvas escassas, mas com concentrações elevadas do sal solúvel carbonato de sódio (Na_2CO_3), torna-se básico devido à relação de hidrólise do íon carbonato, segundo o equilíbrio



Esses tipos de solos são alcalinos demais para fins agrícolas e devem ser remediados pela utilização de aditivos químicos.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. São Paulo: Artmed, 1995 (Adaptação).

Suponha que, para remediar uma amostra desse tipo de solo, um técnico tenha utilizado como aditivo a cal virgem (CaO). Nesse caso, a remediação

- A) foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da elevação de pH do meio.
 B) foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da redução de pH do meio.
 C) não foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da redução de pH do meio.
 D) não foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da elevação do pH do meio.
 E) não foi realizada, pois o caráter neutro da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da manutenção de pH do meio.

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

SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL, ano 7, n. 79, 2008 (Adaptação).

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

- A) inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
 B) inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
 C) aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
 D) aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
 E) neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

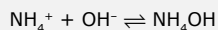
- 01. E
- 02. D
- 03. E
- 04. C
- 05. B
- 06. A
- 07. D
- 08. E

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. C
- 03. B
- 04. E
- 05. NH_4OH e NH_4Cl

pH = 12



06.

- A) Há dois carbonos assimétricos e três carbonos primários.
- B)

$$K_n = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] \times [\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}$$

Favorece a conservação, uma vez que aumentar o pH significa aumentar a concentração de íons OH^- . Dessa forma, o equilíbrio será deslocado para o sentido de formação do íon benzoato.

- 07. B
- 08. A

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. D
- 03. D
- 04. A



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

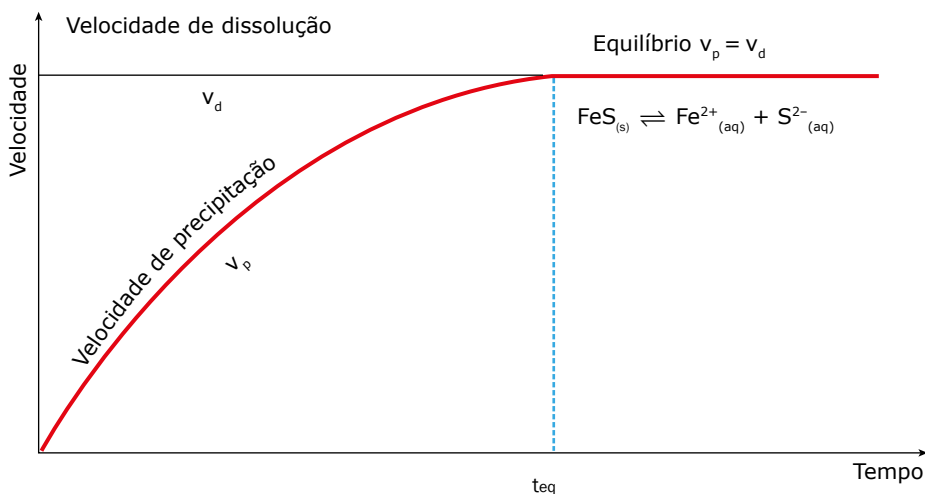
Equilíbrio de Solubilidade

A dissolução de sólidos, como o cloreto de sódio ou a sacarose, em líquidos, como a água, é uma experiência comum no nosso dia a dia. Entretanto, a dissolução dessas substâncias apresenta um limite. Depois de adicionada certa quantidade de sólido, por mais que se agite o sistema, não se observa mais dissolução. Nesse caso, a quantidade considerada de água dissolveu o máximo possível de sólido. É comum dizer, nesse caso, que a solução ficou saturada e o sólido que ficou no fundo do recipiente é o corpo de chão, corpo de fundo ou precipitado.

O EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE



Considere um sólido que apresenta pequena solubilidade em água: o sulfeto de ferro (II), FeS. Imagine que uma quantidade considerável de FeS seja colocada em água. Inicialmente, ocorre o processo de dissolução, as moléculas de água colidem com a superfície do retículo cristalino e arrancam alguns íons. Outros íons retornam da solução para a rede cristalina, isto é, ocorre o processo de cristalização ou precipitação. Depois de certo tempo, as velocidades de dissolução e de precipitação se igualam dando origem a uma solução saturada em equilíbrio com o corpo de chão. O diagrama a seguir mostra a evolução das taxas de dissolução e de precipitação.



A velocidade de dissolução depende da área superficial e da concentração do sólido, que são praticamente constantes. Como $v_d = k \cdot [FeS]$, tem-se que $v_d = k_1$. Já a velocidade de precipitação depende da área superficial do sólido e da concentração dos íons presentes na solução. Desse modo, $v_p = k_2 \cdot [Fe^{2+}] \cdot [S^{2-}]$.

SOLUBILIDADE (OU COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE)



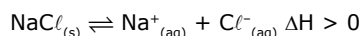
Solubilidade é a quantidade de um determinado soluto que, a uma dada temperatura, satura certa quantidade do solvente. Pode ser expressa em gramas do soluto por 100 gramas do solvente.

Influência da temperatura na solubilidade de um sólido

Sólidos de dissolução endotérmica ($\Delta H_{\text{diss.}} > 0$)

Esse é o caso da maioria dos sólidos, pois a energia necessária para desfazer a rede cristalina (entalpia de rede) é quase sempre maior que aquela liberada na formação de interações soluto-solvente (entalpia de solvatação).

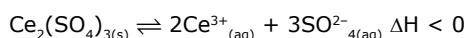
Considere o seguinte equilíbrio:



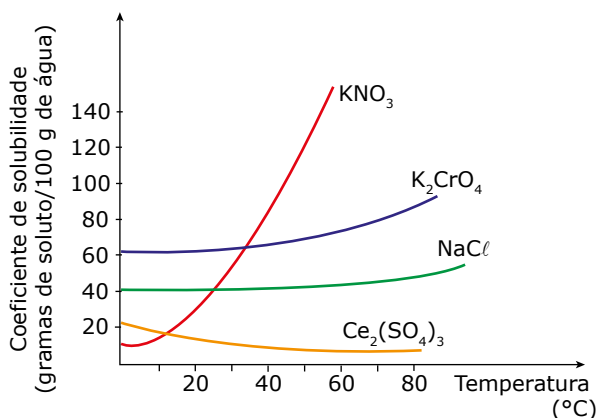
O aumento da temperatura faz o equilíbrio deslocar-se no sentido direto, ou seja, aumenta a solubilidade.

Sólidos de dissolução exotérmica ($\Delta H_{\text{diss.}} < 0$)

Alguns sólidos, como o $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$, possuem dissolução exotérmica. Assim, o equilíbrio de dissolução dessa substância pode ser representado desta forma:



O aumento de temperatura sobre esse equilíbrio desloca-o no sentido inverso, ou seja, favorece a cristalização. Esse tipo de sólido é mais solúvel a temperaturas mais baixas.

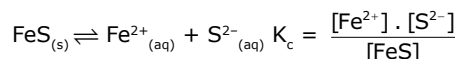


Nesse gráfico, é mostrado como varia a solubilidade de quatro substâncias com variações de temperatura. A maioria delas possui inclinação positiva, o que revela que os solutos possuem dissolução endotérmica, pois há aumento da solubilidade com o aumento da temperatura. Apenas um dos solutos possui inclinação negativa, o qual tem dissolução exotérmica e sua solubilidade diminui com o aumento de temperatura.

PRODUTO DE SOLUBILIDADE (K_{ps})



O equilíbrio de solubilidade do sulfeto de ferro (II) é um equilíbrio heterogêneo. Como todo equilíbrio, ele obedece à lei da ação das massas, que, nesse caso, deve ser aplicada à fase aquosa. Dessa forma, tem-se:



Assim, tem-se:

$$K_c \cdot [\text{FeS}] = [\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{S}^{2-}]$$

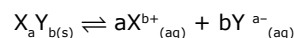
Enquanto existir corpo de chão, a concentração do sólido será constante. Assim, o produto $K_c \cdot [\text{FeS}]$ é também constante, sendo denominado produto de solubilidade, e é representado por K_{ps} . Para o equilíbrio anteriormente citado, tem-se:

$$K_{ps} = [\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{S}^{2-}] = 5 \cdot 10^{-18}$$

O valor de K_{ps} é constante em uma dada temperatura, como no caso das outras constantes de equilíbrio. A tabela a seguir mostra algumas expressões de K_{ps} juntamente com os respectivos valores das constantes de equilíbrio na temperatura de 25 °C para algumas substâncias iônicas.

Substância	K_{ps}	Valor a 25 °C
PbCl_2	$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$	$4,0 \cdot 10^{-6}$
AgCl	$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$	$1,7 \cdot 10^{-10}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$[\text{Ca}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2$	$2,0 \cdot 10^{-29}$

Para a equação genérica



Tem-se a seguinte expressão de K_{ps} :

$$K_{ps} = [\text{X}^{b+}]^a \cdot [\text{Y}^{a-}]^b$$

De forma geral, valores muito pequenos de K_{ps} revelam que a solubilidade é muito baixa. Os valores de K_{ps} só permanecem constantes em soluções saturadas de eletrólitos de solubilidade baixa. Essas soluções contêm poucos íons e possuem caráter de solução ideal, o que é indispensável para a perfeita obediência à lei da ação das massas.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFES) Na dissolução parcial do cromato de prata (Ag_2CrO_4) em água, o produto de solubilidade (K_{ps}) pode ser expresso por:

- A) $\frac{[\text{Ag}_2\text{CrO}_4]}{[\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]} = K_{ps}$
 B) $\frac{[\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]}{[\text{Ag}_2\text{CrO}_4]} = K_{ps}$
 C) $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = K_{ps}$
 D) $[\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = K_{ps}$
 E) $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]^2 = K_{ps}$

Instrução: Utilize-se dos dados da tabela a seguir para responder às questões **02** e **03**.

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

HARRIS, Daniel C. *Análise química quantitativa*. 2001 (Adaptação).

02. (FAMERP-SP) Uma das substâncias da tabela é muito utilizada como meio de contraste em exames radiológicos, pois funciona como um marcador tecidual que permite verificar a integridade da mucosa de todo o trato gastrointestinal, delineando cada segmento. Uma característica necessária ao meio de contraste é que seja o mais insolúvel possível, para evitar que seja absorvido pelos tecidos, tornando-o um marcador seguro, que não será metabolizado no organismo e, portanto, excretado na sua forma intacta.

Disponível em: <http://qnint.s bq.org.br> (Adaptação).

Dentre as substâncias da tabela, aquela que atende às características necessárias para o uso seguro como meio de contraste em exames radiológicos é a substância

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

03. (FAMERP-SP) Uma solução saturada de carbonato de cálcio tem concentração de íons cálcio, em mol/L, próximo a:

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



(UFPA-MG) Os sais de bário podem ser administrados em pacientes submetidos a exames de raios X, no diagnóstico de problemas no sistema digestório, aumentando o contraste. Se o equilíbrio químico homogêneo ocorrer no preparo de uma solução de sulfato de bário ($K_{ps} = 1,0 \cdot 10^{-10}$), é correto afirmar:

- A) Se $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] < K_{ps}$, então a solução é saturada.
 B) Se $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}$, então a solução é insaturada.
 C) Se $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] > K_{ps}$, então a solução é insaturada.
 D) Se $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] > K_{ps}$, então a solução é supersaturada.

05. (FUVEST-SP) Em determinada temperatura, a solubilidade do sulfato de prata em água é $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Qual o valor do produto de solubilidade (K_{ps}) desse sal, à mesma temperatura?

06. (UNIFESP-2023) De acordo com a Resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o valor máximo (VM) da concentração de íons bário em efluentes é de 5,0 mg/L. Um meio de remover íons Ba^{2+} desses efluentes é precipitá-los sob a forma de sulfato de bário (BaSO_4), cujo produto de solubilidade (K_{ps}) a 25 °C é igual a $1 \cdot 10^{-10}$.

- A) Expresse o VM da concentração de íons bário em g/L e em mol/L.
 B) Escreva a expressão da constante do produto de solubilidade do sulfato de bário e calcule a concentração, em mol/L, de íons de bário em uma solução aquosa saturada de sulfato de bário.



(UFPE) Uma solução aquosa contém 10^{-4} mol/L de íons Pb^{2+} .

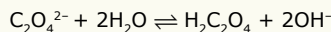
Sabendo que o K_{ps} do sulfato de chumbo é $1,6 \cdot 10^{-8}$, a adição de 2 mols de sulfato de sódio a 10 litros da solução anterior resulta em uma concentração de Pb^{2+} igual a $\beta \cdot 10^{-9}$. Calcule β .



(FMP-RJ) Considere o texto a seguir para responder à questão.

Grande parte dos pacientes com hiperparatireoidismo brando exibe poucos sinais de doença óssea e raras anormalidades inespecíficas, em consequência da elevação do nível do cálcio, mas apresenta tendência extrema à formação de cálculos renais. Isso se deve ao fato de que o excesso de cálcio e fosfato absorvidos pelos intestinos ou mobilizados dos ossos no hiperparatireoidismo será finalmente excretado pelos rins, ocasionando aumento proporcional nas concentrações dessas substâncias na urina. Em decorrência disso, os cristais de oxalato tendem a se precipitar nos rins, dando origem a cálculos com essa composição.

- A) O produto de solubilidade do oxalato de cálcio (CaC_2O_4) a 25°C é $2,6 \cdot 10^{-9}$. Determine a concentração de íons $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ eliminados pela urina, sabendo-se que a concentração dos íons cálcio presente no exame EAS (Elementos Anormais e Sedimentos) é de $4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ e que, nesse caso, a urina apresenta uma solução saturada de oxalato de cálcio.
- B) A reação de hidrólise do oxalato de cálcio está representada a seguir.



Se um paciente tem uma dieta rica em alimentos cítricos como, por exemplo, brócolis, repolho, fígado, couve-flor, couve, espinafre, tomate, etc., bem como rica em frutas como limão, morango, acerola e laranja dificultará a formação dos cristais de oxalato encontrados na urina.

Justifique essa dieta como tratamento alimentar com base no Princípio de Le Châtelier.

03. (FUVEST-SP-2022) Cálculos renais, conhecidos popularmente por “pedras nos rins”, consistem principalmente em oxalato de cálcio, CaC_2O_4 , espécie cuja constante de solubilidade (K_{ps}) é de aproximadamente $2 \cdot 10^{-9}$. Os íons oxalato, presentes em muitos vegetais, reagem com os íons cálcio para formar oxalato de cálcio, que pode gradualmente se acumular nos rins. Supondo que a concentração de íons cálcio no plasma sanguíneo seja de cerca de $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$, qual seria a concentração mínima, em mol/L, de íons oxalato para que CaC_2O_4 precipitasse?

- A) $4 \cdot 10^{-13}$
 B) $10 \cdot 10^{-12}$
 C) $4 \cdot 10^{-7}$
 D) $2,5 \cdot 10^{-6}$
 E) $1 \cdot 10^{-5}$

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

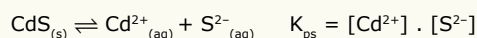
Dado: $K_{ps} = 4,9 \cdot 10^{-9}$ a 25°C .

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

05. (UFRN) Uma das formas de se analisar e tratar uma amostra de água contaminada com metais tóxicos como Cd(II) e Hg(II) é acrescentar à amostra sulfeto de sódio em solução aquosa ($\text{Na}_2\text{S}_{(aq)}$), uma vez que os sulfetos desses metais podem se precipitar e serem facilmente removidos por filtração.

Considerando os dados a seguir:

Sal	Constantes do produto de solubilidade K_{ps} (mol/L) ² 25 °C
CdS	$1,0 \cdot 10^{-28}$
HgS	$1,6 \cdot 10^{-54}$



- A) Explique, baseado nos valores de K_{ps} , qual sal precipitará primeiro ao se adicionar o sulfeto de sódio à amostra de água contaminada.
 B) Suponha que a concentração de Cd^{2+} na amostra é de $4,4 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$. Calcule o valor da concentração de S^{2-} a partir da qual se inicia a precipitação de $\text{CdS}_{(s)}$.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UECE) O sulfeto de cádmio é um sólido amarelo e semicondutor, cuja condutividade aumenta quando se incide luz sobre o material. É utilizado como pigmento para a fabricação de tintas e a construção de foto resistores (em detectores de luz). Considerando o K_{ps} do sulfeto de cádmio a 18°C igual a $4 \cdot 10^{-30}$, a solubilidade do sulfeto de cádmio àquela temperatura, com $\alpha = 100\%$, será
- A) $3,75 \cdot 10^{-13} \text{ g/L}$. C) $1,83 \cdot 10^{-13} \text{ g/L}$.
 B) $2,89 \cdot 10^{-13} \text{ g/L}$. D) $3,89 \cdot 10^{-13} \text{ g/L}$.

02. (UFRGS-RS) O equilíbrio de solubilidade do cloreto de prata é expresso pela reação $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$, cuja constante de equilíbrio tem o valor $1,7 \cdot 10^{-10}$.

Sobre esse equilíbrio, é correto afirmar que

- A) uma solução em que $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ será uma solução supersaturada.
 B) a adição de cloreto de prata sólido a uma solução saturada de AgCl irá aumentar a concentração de cátions prata.
 C) a adição de cloreto de sódio a uma solução saturada de AgCl irá diminuir a concentração de cátions prata.
 D) a adição de nitrato de prata a uma solução supersaturada de AgCl irá diminuir a quantidade de AgCl precipitado.
 E) a mistura de um dado volume de uma solução em que $[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, com um volume igual de uma solução em que $[\text{Cl}^-] = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, irá produzir precipitação de AgCl .

06.
8CT3


(UFF-RJ) A escassez de água no mundo é agravada pela ausência de usos sustentáveis dos recursos naturais e pela má utilização desses recursos. A desigualdade no acesso à água está relacionada a desigualdades sociais. Controlar o uso da água significa deter poder. Em regiões onde a situação de falta d'água já atinge índices críticos, como no continente africano, a média de consumo por pessoa/dia é de 10 a 15 litros, já em Nova Iorque, um cidadão gasta cerca de 2 000 litros/dia. A água é considerada potável quando é inofensiva à saúde do homem e adequada aos usos domésticos. A água potável apresenta pH em torno de 6,5 a 8,5 e $[Cl^-]$ cerca de 250 mg/L.

Assim, quando 25,0 mL de solução de NaCl 0,10 M reagem com 5,0 mL de uma solução padrão de $AgNO_3$ 0,20 M (K_{ps} do $AgCl = 1,0 \cdot 10^{-10}$), pode-se afirmar que

- A) $[Ag^+]$ é igual $[Cl^-]$ na solução resultante.
- B) $[Cl^-]$ na solução indica que esse índice está acima do valor de referência.
- C) $[Ag^+]$ é igual $2,0 \cdot 10^{-9}$ M e $[Cl^-]$ está abaixo do valor de referência.
- D) $[Cl^-]$ é igual $5,0 \cdot 10^{-2}$ M e $[Ag^+]$ é $1,0 \cdot 10^{-5}$ M.
- E) $[Cl^-]$ é igual $2,0 \cdot 10^{-9}$ M e $[Ag^+]$ é igual a $1,35 \cdot 10^{-5}$ M.

07.
D7GR

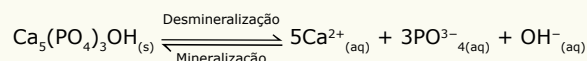

(UPE) O K_{ps} do sal "AB" é igual a $4,0 \cdot 10^{-8}$. A adição de um sal, AC, a 1 L da solução saturada do sal "AB", reduz sua solubilidade para $2,0 \cdot 10^{-6}$ mol/L. A massa do sal "AC" adicionada que produziu essa redução de solubilidade do sal "AB" é igual a

Dado: $M(AC) = 100,0$ g/mol.

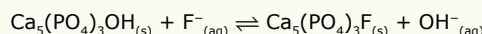
- A) 1,980 g.
- B) 0,243 g.
- C) 2,125 g.
- D) 19,800 g.
- E) 0,198 g.

SEÇÃO ENEM

01. Um dos problemas desenvolvidos pelo consumo continuado do cigarro é a formação de uma camada amarelada nos dentes. Além desse problema, a fumaça do cigarro acidifica o meio bucal, promovendo a desmineralização da camada de esmalte que protege a dentição, a qual é constituída, basicamente, do mineral hidroxiapatita, de fórmula $Ca_5(PO_4)_3OH$. A equação que representa o processo de desmineralização é:



A desmineralização expõe o dente à cárie, pois corrói o esmalte protetor. Uma maneira de se evitar as cáries é escovar constantemente os dentes com cremes dentais que possuam, em sua constituição, flúor. O flúor encontrado nos cremes dentais e nas águas tratadas dos grandes centros urbanos se encontra na forma de íons fluoreto, que, na presença da hidroxiapatita, estabelecem um equilíbrio de troca iônica, formando a fluorapatita.



A fluorapatita é mais resistente ao processo de desmineralização, diminuindo a incidência de cárie bucal, pois apresenta

- A) mesmo valor de K_{ps} do que a hidroxiapatita, mas menor solubilidade do que este mineral.
- B) maior valor de K_{ps} e menor solubilidade do que a hidroxiapatita.
- C) rede cristalina menos estável do que a hidroxiapatita.
- D) rede cristalina mais estável do que a hidroxiapatita.
- E) menor valor de K_{ps} e menor solubilidade do que a hidroxiapatita

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. D
02. A
03. E
04. D
05. $K_{ps} = 3,2 \cdot 10^{-5}$
- 06.
- A) $C = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{g de Ba}^{2+}$
 $[\text{Ba}^{2+}] = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{mol/L}$
- B) $\text{BaSO}_{4(s)} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$
 $K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}] \times [\text{SO}_4^{2-}]$
 $[\text{Ba}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-5} \text{mol/L}$
07. $\beta = 80$
- 08.
- A) $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 6,5 \cdot 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$.
- B) O aumento da concentração de íons H^+ desloca o equilíbrio no sentido de formação do ácido oxálico.

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. B
02. C
03. C
- 04.
- A) $S(\text{CaCO}_3) = 7 \cdot 10^{-3} \text{g.L}^{-1}$.
- B) Com a adição de Na_2CO_3 , a solubilidade diminui em função do efeito do íon comum.
- 05.
- A) O HgS precipitará primeiro, pois o menor valor de K_{ps} indica que é menos solúvel.
- B) $[\text{S}^{2-}] = 2,3 \cdot 10^{-21} \text{mol.L}^{-1}$
06. B
07. A

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. E



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Pilhas

No mundo moderno, as aplicações da energia elétrica são as mais variadas possíveis. Como obter energia elétrica sem ser por meio de usinas hidrelétricas, termelétricas ou nucleares? A resposta é simples. Por meio de reações de oxirredução que, a partir da transferência de elétrons, produzem corrente elétrica.

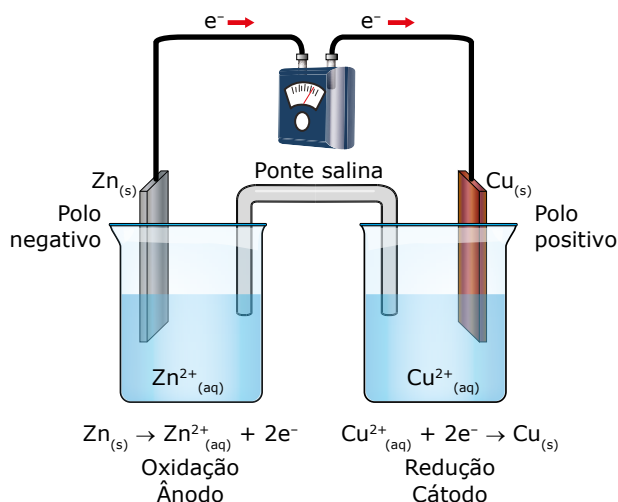
Os dispositivos que convertem energia química em energia elétrica, a partir de reações espontâneas de oxirredução, são denominados pilhas.

O nome pilha foi originado a partir da construção do primeiro dispositivo. Alessandro Volta construiu tal dispositivo empilhando placas de cobre e zinco separadas por pedaços de tecido embebidos com solução de ácido sulfúrico. A esse "empilhamento", que gerava corrente elétrica, foi dado o nome de pilha.

PILHA DE DANIELL

A partir do experimento de Volta, J. F. Daniell idealizou um sistema formado por dois eletrodos, um de cobre e outro de zinco, ligados por um fio condutor e mergulhados em soluções aquosas (1 mol.L^{-1}) que contêm os seus respectivos íons. As soluções mais utilizadas são CuSO_4 e ZnSO_4 .

Veja o esquema que representa a pilha de Daniell:



Pilha de Daniell

Nesse vídeo, você poderá ver como é o funcionamento da pilha de Daniell. Observe cada reação e o funcionamento de cada dispositivo presente no experimento ilustrado. Bons estudos!



Os eletrodos de uma pilha são chamados de polos e recebem os nomes de cátodo (eletrodo em que ocorre o processo de redução) e ânodo (eletrodo em que ocorre o processo de oxidação).

Em uma pilha, tem-se:

Cátodo \Rightarrow Polo positivo (+) \Rightarrow ocorre redução
 Ânodo \Rightarrow Polo negativo (-) \Rightarrow ocorre oxidação

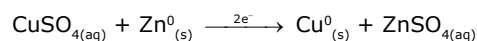
As duas soluções são separadas por uma ponte salina, e ao fio externo é ligado um galvanômetro, capaz de registrar a d.d.p. e a intensidade de corrente do sistema.

A ponte salina é um tubo de vidro em formato de "U" que contém uma gelatina saturada com um sal, KCl , por exemplo. As extremidades do tubo são fechadas por um material poroso, como algodão. Pela ponte salina tem-se, ao mesmo tempo, a migração dos cátions e dos ânions em excesso, além dos íons do sal K^+ e Cl^- . A pilha terá, assim, seu funcionamento prolongado. A ponte salina pode ser substituída por uma placa de porcelana porosa que permite o trânsito de íons.

Após algum tempo, verificam-se algumas alterações no sistema:

1. O eletrodo de cobre começa a aumentar sua massa.
2. O eletrodo de zinco começa a ser corroído.
3. O galvanômetro registra uma d.d.p. de 1,1 V.
4. A solução de cobre começa a diminuir a sua concentração em Cu^{2+} .
5. A solução de zinco começa a aumentar a sua concentração em Zn^{2+} .

Essas alterações estão associadas à reação existente entre o cobre e o zinco:



Essa reação pode ser explicada pelo potencial padrão de redução dos dois elementos:

Semirreação	E°_{red}
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0_{(s)}$	+0,34 V
$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}^0_{(s)}$	-0,76 V

O cobre tem o maior potencial de redução, logo, sofrerá redução, ganhando elétrons do zinco. O zinco tem o menor potencial de redução e sofre oxidação, perdendo elétrons para o cobre.

Para se obter as equações iônicas que ocorrem na pilha, é necessário sempre manter a semirreação do elemento de maior E°_{red} , inverter a semirreação do elemento de menor E°_{red} e depois somá-las.



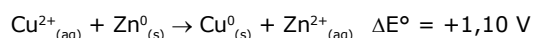
Reação catódica:



Reação anódica:



Equação global:



Nessa pilha, há a transferência de 2e^- de cada átomo de zinco para cada íon Cu^{2+} .

OBSERVAÇÕES

1. Quando se inverte uma equação, troca-se o sinal do potencial do eletrodo.
2. A soma dos potenciais após a inversão do menor E°_{red} corresponde à d.d.p. ou ao ΔE° da pilha. Ainda pode ser calculado o ΔE° pela expressão:

$$\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{red}}(\text{maior}) - E^\circ_{\text{red}}(\text{menor})$$

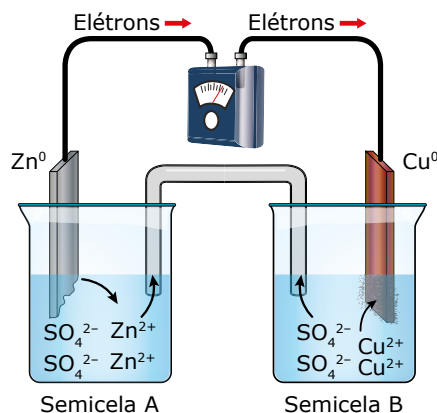
Com base na equação global, serão explicadas as alterações verificadas na pilha em funcionamento.

1. O eletrodo de cobre começa a aumentar de volume, pois o Cu^{2+} que está em solução recebe 2e^- perdidos pelo zinco e se transforma em Cu^0 , que fica aderido ao eletrodo. A partir do que foi dito, observa-se que a quantidade de Cu^{2+} em solução irá diminuir, tornando-a diluída.
2. O eletrodo de zinco sofre corrosão, ou seja, há diminuição de seu volume, porque o Zn^0 perde 2e^- e se transforma em Zn^{2+} , caindo em solução e deixando o espaço que ocupava no eletrodo vazio. Assim, a quantidade de Zn^{2+} em solução irá aumentar, fazendo com que essa solução se torne mais concentrada.

Esse sistema não poderia gerar corrente elétrica se o circuito não estivesse fechado. Isso ocorre porque, no circuito externo (fio condutor), há o fluxo de elétrons do eletrodo de zinco para o eletrodo de cobre e, no circuito interno (soluções eletrolíticas separadas pela placa de porcelana porosa ou ponte salina), há o fluxo iônico pelos poros da porcelana porosa ou pela ponte salina: cátions em direção ao cátodo e ânions em direção ao ânodo.

As soluções de ambos os eletrodos começam a ter excesso de íons positivos Zn^{2+} no ânodo e de íons negativos SO_4^{2-} no cátodo, pois os íons Cu^{2+} estão se descarregando. O sistema só estará fechado se houver eletroneutralidade das soluções; logo, os íons Zn^{2+} transitam para o cátodo (anulando a falta de cátions), e os íons SO_4^{2-} transitam para o ânodo.

Veja o esquema da pilha em funcionamento:

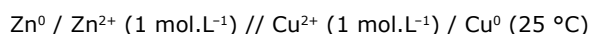


Semicela A ⇒ ânodo ⇒ eletrodo de Zn^0 e solução de Zn^{2+} .
 Semicela B ⇒ cátodo ⇒ eletrodo de Cu^0 e solução de Cu^{2+} .

Normalmente, a notação química da pilha é feita pela representação:

Redutor / Cátion do redutor e sua concentração // Cátion do oxidante e sua concentração / Oxidante (temperatura)

Para a pilha de Daniell, tem-se:



OUTRAS PILHAS COM ELETRODOS METAL / ÍON EM SOLUÇÃO

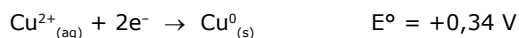


Pode-se montar outras pilhas com eletrodos metálicos que não sejam Cu^0 e Zn^0 . A montagem e os processos que ocorrem nesses sistemas são idênticos aos mostrados na pilha de Daniell. Por exemplo: pilha entre cobre e alumínio.

Determinação do cátodo e do ânodo:



Menor $E^\circ_{\text{red}} \Rightarrow$ ânodo \Rightarrow inverte a equação



Maior $E^\circ_{\text{red}} \Rightarrow$ cátodo \Rightarrow mantém a equação

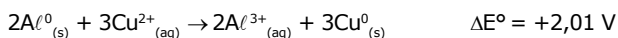
Reação catódica:



Reação anódica:

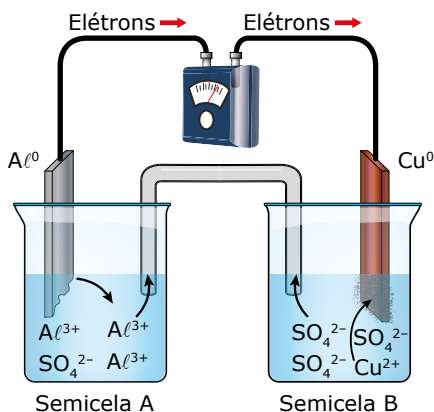


Reação global:



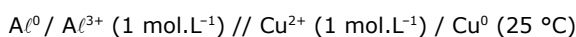
OBSERVAÇÕES

1. Multiplica-se a equação anódica por 2 e a equação catódica por 3, para que o número de elétrons perdidos seja igual ao número de elétrons recebidos no processo. Apesar disso, o E° permanece constante, pois não depende do número total de elétrons, mas sim do número de elétrons para um único íon, o que não foi alterado.
2. Essa pilha possui maior rendimento do que a pilha de Daniell, 2,01 V.



Estabelecimento de equilíbrio durante o funcionamento da pilha entre cobre e alumínio.

Representação:



CARGA E DESCARGA EM UMA PILHA

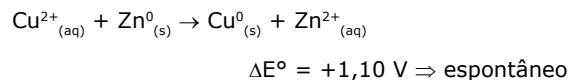
Com o passar do tempo, há um desgaste do ânodo da pilha, o que significa que ela está se descarregando.

Quando as reações da pilha são reversíveis, pode-se recarregá-la. Isso é feito ligando-se um gerador ao circuito externo, com d.d.p. superior à da pilha.

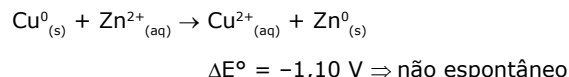
O gerador "força" os elétrons a retornarem ao ânodo, logo o processo é não espontâneo ($\Delta E^\circ < 0$).

Para a pilha de Daniell, tem-se:

A. Descarga:



B. Carga:

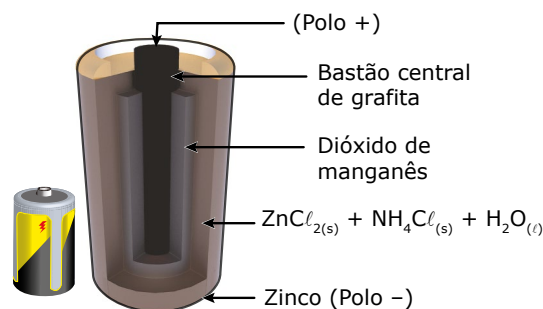


À medida que a pilha é carregada, a lâmina de zinco recompõe-se, enquanto a de cobre diminui, até voltarem ao normal.

PILHA SECA

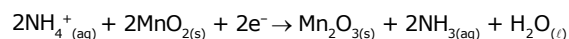
Pilha seca é uma pilha cujas reações são irreversíveis, ou seja, não pode ser recarregada. Quando ocorre uma transformação total dos reagentes, a pilha para de funcionar.

A sua constituição é mostrada no esquema a seguir:

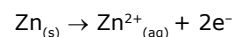


O sistema é formado por uma série de reações muito complexas, porém as mais importantes e que mais contribuem para d.d.p. são:

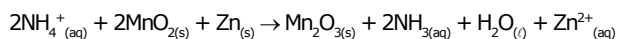
Reação catódica:



Reação anódica:



Reação global:



Na verdade, essas pilhas não são totalmente secas, pois, em seu interior, sempre se obtém a pasta NH_3 e H_2O . Só será obtido um rendimento máximo intercalando-se intervalos de uso e "repouso", o que favorece a dissolução de $\text{NH}_{3(g)}$ em água, diminuindo a resistência interna da pilha. Não agindo dessa forma, pode-se verificar, em alguns casos, vazamentos na pilha. Para evitá-los, deve-se retirá-la no período de "repouso".

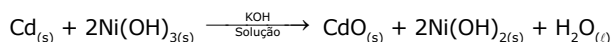
PILHAS ALCALINAS

São pilhas semelhantes às secas, alterando somente a substância que está impregnada na pasta externa, que, no caso da pilha alcalina, é o KOH e não NH_4Cl .

As pilhas alcalinas apresentam rendimento muito superior ao das pilhas secas comuns.

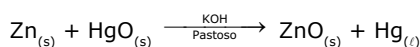
A pilha alcalina mais comum é a de níquel-cádmio. Essas pilhas podem ser recarregadas até 4 000 vezes.

A reação que ocorre é



Outra pilha alcalina muito utilizada é a pilha de mercúrio-zinco que, normalmente, é produzida em pequeno tamanho e utilizada em relógios digitais, aparelhos para surdez, etc.

Ela funciona segundo a reação

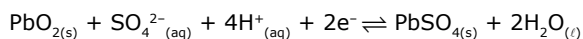


BATERIA DE AUTOMÓVEL OU ACUMULADOR DE CHUMBO

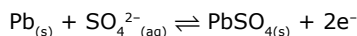
A bateria de automóvel é uma associação de pilhas em série. Normalmente, são associadas 6 pilhas de 2 V, logo a bateria fornecerá 12 V.

As reações que ocorrem durante o processo são:

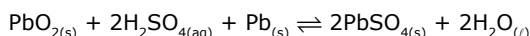
Reação catódica:



Reação anódica:



Reação global:



OBSERVAÇÕES

1. Pb , PbO_2 e PbSO_4 são sólidos e o ΔE° do acumulador depende da concentração de H_2SO_4 . Assim, é sempre bom manter constante o volume de água.
2. O ácido sulfúrico não deve ser substituído por outro ácido, senão o sal formado seria solúvel, além do fato de que outro ácido poderia corroer as placas.
3. O ácido sulfúrico vai sendo consumido e é por isso que, na prática, testa-se a carga da bateria medindo-se a densidade do ácido.

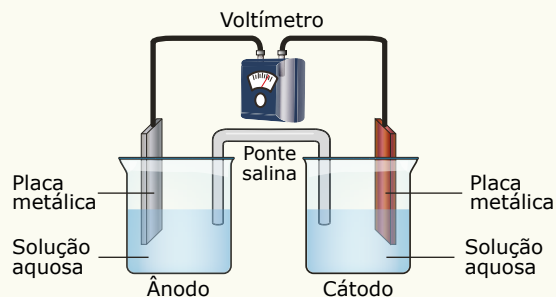
Essas reações são reversíveis. Em um automóvel, o alternador ou dínamo é o responsável pela recarga contínua da bateria, o que prolonga muito a sua vida útil.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

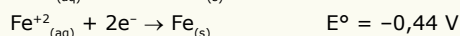
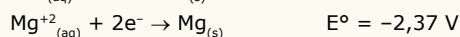
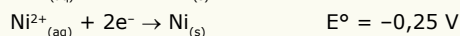
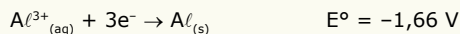


01.
Z7RC

(UEMG) Pilhas são dispositivos que produzem corrente elétrica, explorando as diferentes capacidades das espécies de perderem ou de ganharem elétrons. A figura seguinte mostra a montagem de uma dessas pilhas:



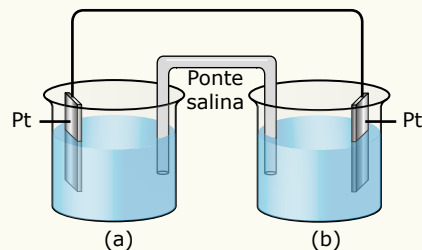
A seguir, estão representadas algumas semirreações e seus respectivos potenciais de redução, a 25 °C:



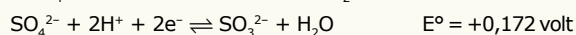
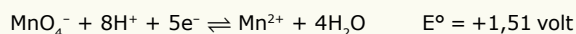
A pilha de maior diferença de potencial (ddp) pode ser constituída no ânodo e no cátodo, respectivamente, pelos eletrodos de

- A) alumínio e magnésio. C) alumínio e ferro.
B) magnésio e níquel. D) ferro e níquel.

02. (UFV-MG) Considere a cela eletroquímica a seguir, formada pelas semicelas (a) e (b) interligadas por uma ponte salina e eletrodos inertes de platina. A semicela (a) contém solução de Na_2SO_3 1,0 mol.L⁻¹, enquanto a semicela (b) contém solução de KMnO_4 1,0 mol.L⁻¹ em H_2SO_4 1,0 mol.L⁻¹.



As semirreações e os respectivos potenciais de eletrodo são:

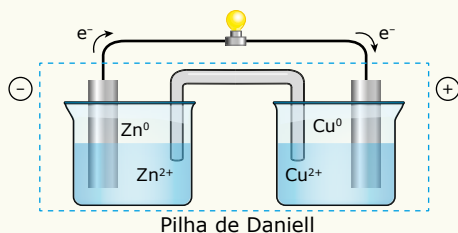


Assinale a afirmativa correta.

- A) Os elétrons são transportados pela ponte salina.
B) No eletrodo da semicela (a), ocorre redução do íon SO_4^{2-} .
C) O fluxo de elétrons parte da semicela (b) em direção à semicela (a).
D) Na reação global, o íon MnO_4^- reage com o íon SO_3^{2-} formando Mn^{2+} e SO_4^{2-} .

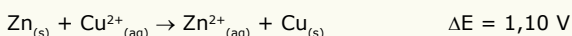


03. (PUC-SP)
Dado: Todas as soluções aquosas citadas apresentam concentração 1 mol.L⁻¹ do respectivo cátion metálico. A figura a seguir apresenta esquema da pilha de Daniell:

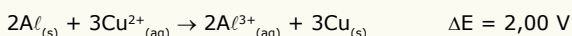


Pilha de Daniell
 Disponível em: <http://quimicasemsegredos.com/eletroquimica-pilhas.php>.

Nessa representação o par Zn/Zn²⁺ é o ânodo da pilha, enquanto que o par Cu²⁺/Cu é o cátodo. A reação global é representada por:



Ao substituímos a célula contendo o par Zn/Zn²⁺ por Al/Al³⁺, teremos a equação



Uma pilha utilizando as células Al/Al³⁺ e Zn/Zn²⁺ é melhor descrita por:

	Ânodo	Cátodo	ΔE(V)
A)	Zn / Zn ²⁺	Al ³⁺ / Al	3,10
B)	Zn / Zn ²⁺	Al ³⁺ / Al	0,90
C)	Al / Al ³⁺	Zn ²⁺ / Zn	3,10
D)	Al / Al ³⁺	Zn ²⁺ / Zn	1,55
E)	Al / Al ³⁺	Zn ²⁺ / Zn	0,90

04. (EBMSP-2022)

Semirreações	Potenciais-padrão de redução, E°
Li ⁺ + e ⁻ ⇌ Li	-3,04 V
I ₂ + 2e ⁻ ⇌ 2I ⁻	+0,54 V

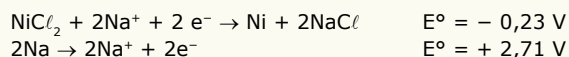
As fontes de energia portáteis, como as pilhas e as baterias, além de serem utilizadas em dispositivos eletrônicos do dia a dia, a exemplo de celulares, relógios e computadores, permitem o funcionamento de aparelhos auditivos e de marcapassos cardíacos. A pilha de lítio-iodo, por exemplo, utilizada nos marcapassos, por ser leve, segura e ter boa durabilidade, funciona de acordo com a reação química representada, de forma simplificada, por 2Li + I₂ → 2LiI.

Com base na análise das informações do texto e dos dados da tabela, associada aos conhecimentos sobre Eletroquímica, é correto afirmar:

- A diferença potencial fornecida pela pilha de lítio-iodo é de, aproximadamente, 5,5 V.
- A semirreação de oxidação do lítio é representada por 2Li → 2Li⁺ + 2e⁻ e ocorre no ânodo da pilha lítio-iodo.
- A transferência de elétrons na reação química da pilha ocorre do iodo molecular para o lítio metálico.
- O iodo molecular, I₂, tende a perder elétrons para o íon lítio, Li⁺, por ter maior potencial de redução.
- O cátodo da pilha é o eletrodo em que há formação do iodo sólido, I₂, a partir do íon iodeto.



05. (UERJ-2020) A bateria de sal fundido, que vem sendo utilizada em carros elétricos, recebe esse nome por empregar sais fundidos a elevadas temperaturas. Nesse tipo de bateria, é necessário que ocorram as seguintes semirreações:

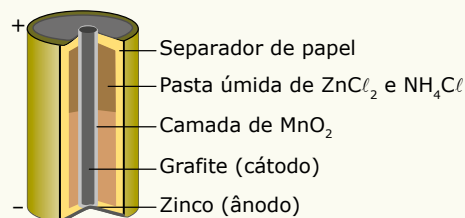


Nomeie o sal formado nesse processo e sua ligação interatômica.

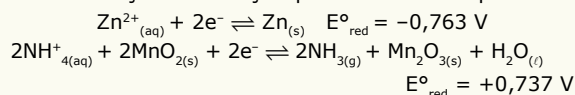
Apresente, também, a reação global da bateria e determine sua diferença de potencial no estado-padrão, em volts.



06. (UFJF-MG) A pilha comum, encontrada à venda em vários estabelecimentos comerciais, pode ser representada pela figura a seguir:



As semirreações de redução que ocorrem nessa pilha são:

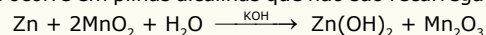


Com base nas informações dadas, responda aos itens a seguir:

- Baseado no seu conhecimento de eletroquímica, quando essa pilha cessará seu funcionamento?
- A partir das semirreações dadas anteriormente, escreva a equação química global dessa pilha e indique qual é a espécie que sofrerá oxidação e qual é a espécie que sofrerá redução.
- Calcule o ΔE° da pilha.
- Observando a equação química global que você escreveu no item B, e supondo que esse sistema esteja em equilíbrio químico, explique, baseado no princípio de Le Châtelier, o que acontecerá ao equilíbrio se a concentração de amônia for aumentada.



07. (UFJF-MG) A equação a seguir representa a reação química que ocorre em pilhas alcalinas que não são recarregáveis.



Considere as afirmativas:

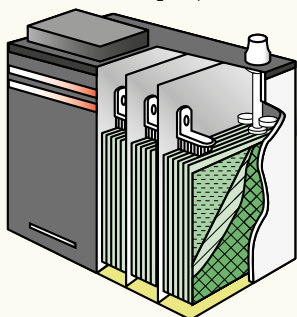
- O Zn é o agente redutor e, portanto, é oxidado no processo.
- O MnO₂ sofre redução para formar Mn₂O₃.
- O KOH é o agente oxidante e a água é oxidada, originando íons OH⁻.
- Essa pilha é chamada de alcalina, pois a reação ocorre em meio básico.
- A pilha alcalina é um dispositivo que produz corrente elétrica.

Pode-se afirmar que

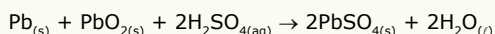
- I, III, IV e V estão corretas.
- apenas IV está correta.
- I, II, IV e V estão corretas.
- apenas III está correta.
- todas estão corretas.



(Unifor-CE) Uma bateria chumbo-ácido é, basicamente, constituída de grades de chumbo preenchidas com chumbo esponjoso e de placas de chumbo preenchidas com óxido de chumbo (IV), PbO_2 , em uma solução aquosa de ácido sulfúrico, H_2SO_4 .



A reação global que ocorre durante o processo de descarga de uma bateria chumbo-ácido pode ser descrita como



Considerando-se estas informações, é correto afirmar que

- A) a densidade da solução de ácido sulfúrico diminui no processo de recarga da bateria.
- B) o óxido de chumbo (IV), PbO_2 , sofre oxidação no processo de descarga da bateria.
- C) o pH da solução da bateria diminui durante o processo de descarga.
- D) no processo de recarga os elétrons migram do eletrodo que contém PbO_2 para o eletrodo que contém Pb esponjoso.
- E) a concentração do eletrólito aumenta no processo de descarga da bateria.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (EsPCEX-SP-2021) "Em 1836, o químico inglês John Frederic Daniell construiu uma pilha usando metais e soluções aquosas de sais. A pilha funcionava a partir de dois eletrodos interligados. O eletrodo é, geralmente, um sistema constituído por um metal imerso em uma solução aquosa de um sal formado pelos cátions desse metal."

FONSECA, Martha Reis Marques. *Química*. São Paulo: Editora FTD, 2007. v. 2: Físico-Química. p. 276 (Adaptação).

Considere a representação da notação química da pilha de Daniell (usando eletrodos de cobre e zinco), de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC):



Dados os potenciais-padrão de redução $E^0_{Zn} = -0,76 \text{ V}$ e $E^0_{Cu} = +0,34 \text{ V}$, e considerando o funcionamento da referida pilha em condições-padrão, afirma-se que

- I. no eletrodo de cobre dessa pilha ocorre a corrosão da placa metálica de cobre.
- II. a diferença de potencial (d.d.p.) teórica dessa pilha é de $+1,10 \text{ V}$.

III. nessa pilha os elétrons fluem no circuito externo, do eletrodo de zinco para o eletrodo de cobre.

IV. o símbolo de duas barras paralelas (||) representa a ponte salina (ou uma membrana porosa), cuja finalidade é manter as duas semicelas eletricamente neutras, por meio da migração de íons (corrente iônica).

V. a equação da reação global dessa pilha é $Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$.

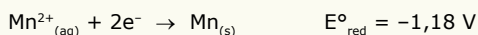
Das afirmativas feitas, estão corretas apenas

- A) I, II e IV. C) II, IV e V. E) III, IV e V.
- B) I, III e V. D) II, III e IV.

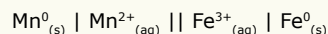


(UEM-PR) Considere uma pilha formada por eletrodos de manganês e de ferro imersos em soluções aquosas, respectivamente de sais de Mn^{2+} e Fe^{3+} (1 mol/litro a $25^\circ C$, usando uma ponte salina), e assinale o que for correto.

Dados:



- 01. A força eletromotriz da pilha é $-1,04 \text{ V}$.
- 02. O ânodo da pilha é o manganês.
- 04. No eletrodo de ferro ocorre uma semirreação de redução.
- 08. A pilha pode ser representada por:



16. A reação global de funcionamento da pilha é uma reação reversível e, portanto, ao atingir o equilíbrio, a voltagem da pilha será igual a zero.

Soma ()



(UEPG-PR) Com base nas semirreações representadas no sentido da oxidação e seus respectivos potenciais padrão, a $25^\circ C$ e 1 atm, assinale o que for correto.

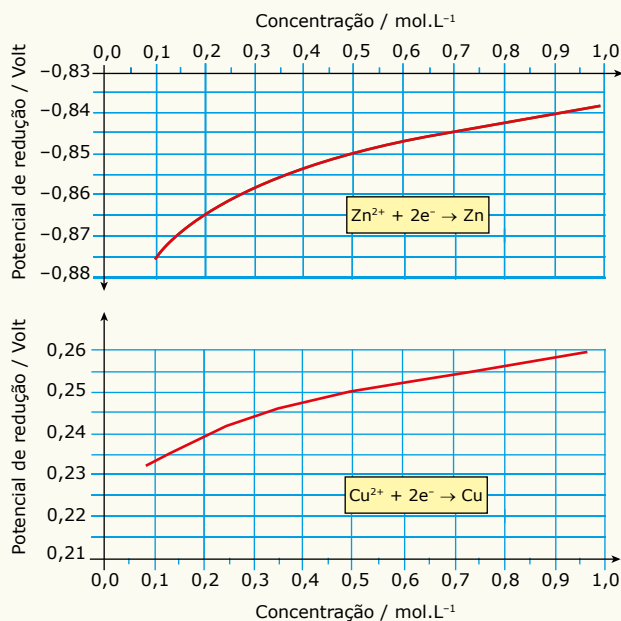
$Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$	$E = -0,80 \text{ V}$
$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$	$E = -0,34 \text{ V}$
$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$	$E = +0,40 \text{ V}$
$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	$E = +0,44 \text{ V}$
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$E = +0,76 \text{ V}$

- 01. Entre as espécies apresentadas, Zn tem maior tendência em doar elétrons.
- 02. A d.d.p. gerada na pilha $Cd / Cd^{2+} // Ag^+ / Ag$ é maior do que na pilha $Fe / Fe^{2+} // Ag^+ / Ag$.
- 04. Entre as espécies apresentadas, Cd é o pior agente redutor.
- 08. A pilha $Zn / Zn^{2+} // Ag^+ / Ag$ tem ddp igual a $1,56 \text{ V}$.
- 16. Na pilha formada por eletrodos de cobre e ferro, o eletrodo de cobre será oxidado.

Soma ()

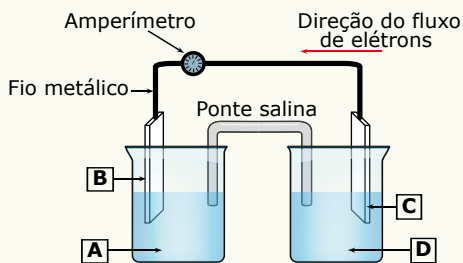
04. EPHJ

(UFMG) Estes gráficos apresentam os potenciais de redução do zinco e do cobre, medidos em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio, em função das concentrações dos íons metálicos presentes nas soluções:



Uma pilha eletroquímica foi montada com placas de cobre e zinco e soluções aquosas dos respectivos sulfatos.

1. Considerando as informações contidas nos gráficos, escreva a equação balanceada da reação espontânea dessa pilha.
2. Neste desenho, estão representados a pilha e o fluxo de elétrons - da direita para a esquerda - no fio metálico:

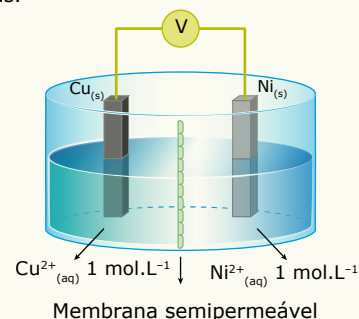


Considerando as informações contidas nesse desenho, identifique, no quadro, os metais e as soluções constituintes da pilha, indicados com as letras A, B, C e D.

3. Utilizando dados dos gráficos, calcule a força eletromotriz medida nessa pilha, caso as duas soluções tenham concentração igual a 0,5 mol.L⁻¹.
4. Uma segunda pilha foi montada usando-se uma solução de CuSO_{4(aq)} de concentração mais alta que 0,5 mol.L⁻¹, e uma solução de ZnSO_{4(aq)} de concentração mais baixa que 0,5 mol.L⁻¹. Indique se a força eletromotriz dessa nova pilha é **menor**, **igual** ou **maior** que aquela calculada no item 3 desta questão.

05. D3K6

(Uesp) Um estudante montou a célula eletroquímica ilustrada na figura, com eletrodos de Cu_(s) e Ni_(s) de massas conhecidas.

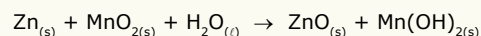


A 25 °C e 1 atm, quando as duas semicélulas foram ligadas entre si, a célula completa funcionou como uma célula galvânica com ΔE = 0,59 V. A reação prosseguiu durante a noite e, no dia seguinte, os eletrodos foram pesados. O eletrodo de níquel estava mais leve e o eletrodo de cobre mais pesado, em relação às suas massas iniciais.

Considerando $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$ e $E^{\circ}_{red} = +0,34 V$, escreva a equação da reação espontânea que ocorre na pilha representada na figura e calcule o potencial de redução da semicélula de Ni²⁺/ Ni. Defina qual eletrodo é o cátodo e qual eletrodo é o ânodo.

06.

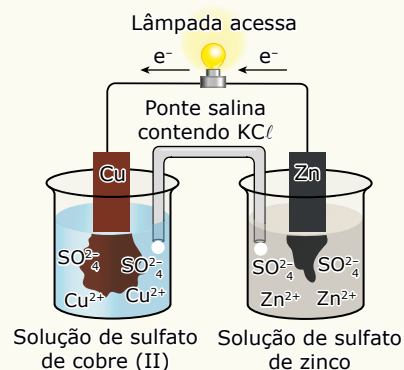
(UDESC) Uma importante aplicação das células galvânicas é seu uso nas fontes portáteis de energia a que chamamos de baterias. Considerando a reação espontânea de uma bateria alcalina descrita a seguir, é correto afirmar:



- A) Zinco metálico é o agente redutor, pois sofreu redução no ânodo, perdendo dois elétrons.
- B) O óxido de manganês sofre oxidação no cátodo, ao ganhar dois elétrons.
- C) O óxido de manganês sofre redução no ânodo, ao ganhar dois elétrons.
- D) Zinco metálico é o agente redutor, pois sofreu oxidação no cátodo, perdendo dois elétrons.
- E) Zinco metálico é o agente redutor, pois sofreu oxidação no ânodo, perdendo dois elétrons.

07. RW8M

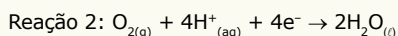
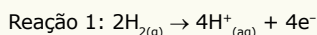
(CUSC-SP-2020) Observe o esquema da montagem da pilha de Daniell.



- A) Escreva a fórmula química da substância sulfato de zinco. Sabendo que a placa de cobre apresentava massa de 5,08 g antes de ser introduzida na solução, calcule o valor, em mol, correspondente a essa massa de cobre.
- B) Sabendo que a lâmpada imediatamente se apaga quando a ponte salina é retirada da montagem da pilha de Daniell, explique qual é a função da ponte salina. De acordo com a pilha esquematizada, explique por que o zinco apresenta menor potencial de redução.



(UECE) A primeira bateria a gás do mundo, conhecida hoje como célula a combustível, foi inventada por sir William Robert Grove (1811-1896) que àquela época já se preocupava com as emissões de gases poluentes causadas pelo uso de combustíveis fósseis. O combustível básico da maioria das células a combustível é o hidrogênio, que reage com o oxigênio e produz água, eletricidade e calor, de acordo com as reações simplificadas a seguir representadas.



Sobre células a combustível, marque a afirmação verdadeira.

- A) A reação líquida da célula é o oposto da eletrólise.
- B) A reação 1 é uma oxidação e ocorre no cátodo da célula.
- C) A célula a combustível produz somente corrente alternada.
- D) A célula a combustível é um conversor de energia termoiónica.



(UPE) As proposições a seguir se referem à eletroquímica. Analise-as.

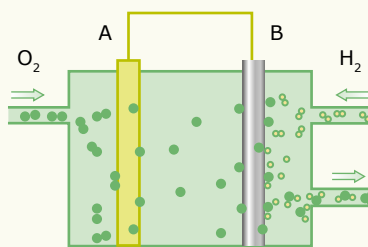
- I. A ponte salina é um tubo que contém um isolante gelatinoso que impede a passagem de elétrons através das duas soluções da pilha, evitando a descarga rápida.
- II. Ânodo e cátodo são eletrodos de uma pilha onde ocorrem, respectivamente, as reações de oxidação e redução.
- III. As notações $\text{H}^+_{(\text{aq})} / \text{H}_{2(\text{g})} / \text{Pt}$ e $\text{Pt} / \text{H}_{2(\text{g})} / \text{H}^+_{(\text{aq})}$ referem-se ao eletrodo de hidrogênio escrito como ânodo e cátodo, respectivamente.
- IV. Na descarga de uma bateria de chumbo (bateria de automóvel), forma-se o sulfato de chumbo e, na carga entre outras substâncias, forma-se o PbO_2 .
- V. Comparando-se a pilha seca alcalina com a pilha de Leclanché, verifica-se que o cloreto de amônio encontrado na pilha de Leclanché é substituído pelo KOH na pilha seca alcalina.

São verdadeiras

- A) I, III e IV. D) III, IV e V.
- B) II, III e IV. E) II, IV e V.
- C) I, II e III.



(Unicamp-SP) Uma proposta para obter energia limpa é a utilização de dispositivos eletroquímicos que não gerem produtos poluentes, e que utilizem materiais disponíveis em grande quantidade ou renováveis. O esquema a seguir mostra, parcialmente, um dispositivo que pode ser utilizado com essa finalidade.

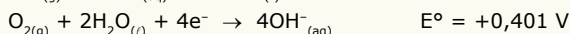
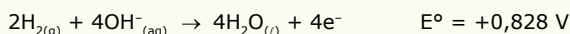


Nesse esquema, os círculos podem representar átomos, moléculas ou íons. De acordo com essas informações e o conhecimento de eletroquímica, pode-se afirmar que nesse dispositivo a corrente elétrica flui de

- A) A para B, e o círculo ● representa o íon O^{2-} .
- B) B para A, e o círculo ● representa o íon O^{2+} .
- C) B para A, e o círculo ● representa o íon O^{2-} .
- D) A para B, e o círculo ● representa o íon O^{2+} .



(Unifor-CE) Veículos como o Mercedes Benz F-cell, modelo 2011, são veículos elétricos alimentados por células de combustível, que apresentam um rendimento energético (74 km por kg de hidrogênio) superior aos veículos convencionais, ao mesmo tempo contribuindo para minimizar as emissões causadoras do efeito estufa. Várias tecnologias de células de combustível estão em desenvolvimento. Uma delas emprega eletrodos de grafite poroso contendo catalisadores específicos, imersos em um eletrólito que contém hidróxido de potássio aquoso. O hidrogênio é armazenado em tanques e o oxigênio é capturado do ar atmosférico. Nesta célula ocorrem as seguintes semirreações:



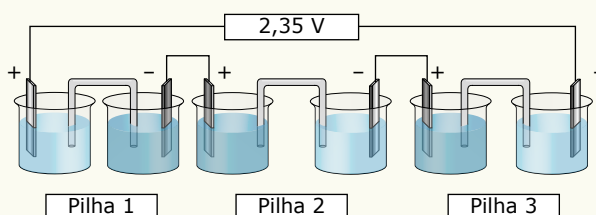
Sobre as células aqui descritas, podemos afirmar que

- A) os elétrons fluem sempre do cátodo para o ânodo através do circuito externo.
- B) a força eletromotriz da célula é igual a 1,229 V durante todo o funcionamento da célula.
- C) a concentração do eletrólito decai ao longo do funcionamento da célula.
- D) a célula gera uma tensão de 0,424 V por mol de hidrogênio consumido.
- E) a semirreação $2\text{H}_{2(\text{g})} + 4\text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 4\text{e}^-$, ocorre no cátodo e a semirreação $\text{O}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ocorre no ânodo.

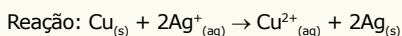


(PUC Rio) Aparelhos, como rádios portáteis, alimentados com pilha só funcionam porque as pilhas são geradoras de eletricidade, e o uso de mais de uma pilha, em série, resulta na soma de suas voltagens.

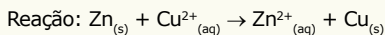
Considere as três pilhas a seguir, ligadas em série.



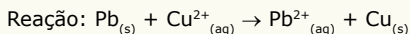
Pilha 1: meia pilha de Ag / Ag⁺ unida a meia pilha Cu / Cu²⁺.



Pilha 2: meia pilha de Cu / Cu²⁺ unida a meia pilha de Zn / Zn²⁺.



Pilha 3: meia pilha de Cu / Cu²⁺ unida a meia pilha de Pb / Pb²⁺.



Quem fez o experimento mostrado na figura, mediu a diferença de potencial das três pilhas ligadas em série e o valor acusado no voltímetro foi 2,35 V. Antes, foram medidas as diferenças de potenciais da pilha 1 e da pilha 2, tendo-se encontrado os valores 0,54 V e 1,16 V, respectivamente. Esqueceu-se de medir a diferença de potencial gerado na pilha 3. Com esses dados, é correto afirmar que, nesse experimento, o valor que mais se aproxima da diferença de potencial da pilha 3 é

- A) 0,64 V. C) 1,43 V. E) 1,82 V.
 B) 0,98 V. D) 1,70 V.

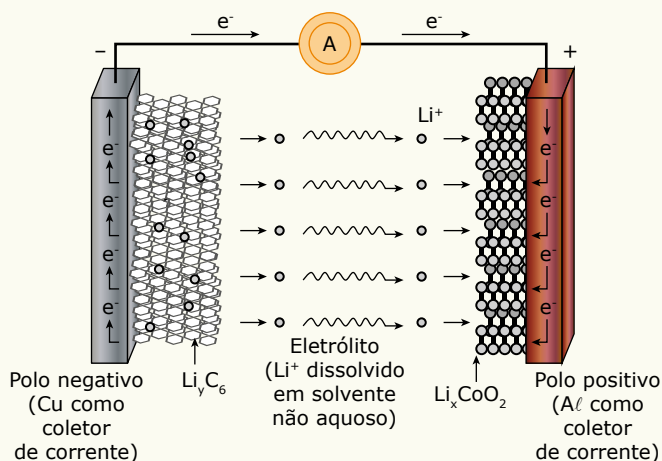


13. (Unicamp-SP) Atualmente há um número cada vez maior de equipamentos elétricos portáteis e isto tem levado a grandes esforços no desenvolvimento de baterias com maior capacidade de carga, menor volume, menor peso, maior quantidade de ciclos e menor tempo de recarga, entre outras qualidades.

Desenvolveu-se, recentemente, uma bateria com uma grande capacidade de carga e número de ciclos, além de rapidez de recarga. Simplificadamente, no funcionamento dessa bateria ocorre uma deposição de lítio metálico num eletrodo de estanho e carbono (Sn / C), enquanto num eletrodo de carbono e sulfeto de lítio (Li₂S / C) liberam-se o íon lítio e o enxofre elementar. Considerando essas informações, pode-se afirmar que no funcionamento da bateria ocorre

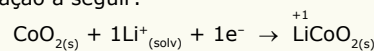
- A) uma reação de redução no eletrodo de Sn / C e uma reação de oxidação no eletrodo Li₂S / C, e essas reações não se invertem no seu processo de recarga.
 B) uma reação de oxidação no eletrodo de Sn / C e uma reação de redução no eletrodo Li₂S / C, e essas reações se invertem no seu processo de recarga.
 C) uma reação de oxidação no eletrodo de Sn / C e uma reação de redução no eletrodo Li₂S / C, e essas reações não se invertem no seu processo de recarga.
 D) uma reação de redução no eletrodo de Sn / C e uma reação de oxidação no eletrodo Li₂S / C, e essas reações se invertem no seu processo de recarga.

14. (UEL-PR) Baterias de íon-lítio empregam o lítio na forma iônica, que está presente no eletrólito pela dissolução de sais de lítio em solventes não aquosos. Durante o processo de descarga da bateria, os íons lítio deslocam-se do interior da estrutura que compõe o ânodo (grafite) até a estrutura que compõe o cátodo (CoO₂), enquanto os elétrons se movem através do circuito externo.



Circuito externo.

Neste processo, o cobalto sofre uma alteração representada pela equação a seguir:

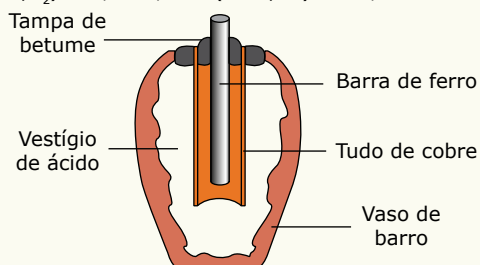


Com base no enunciado, assinale a alternativa correta.

- A) Durante a descarga, o número de oxidação do cobalto aumenta.
 B) O cobalto recebe elétrons, para haver a recarga da bateria.
 C) No cátodo, o cobalto é reduzido durante a descarga.
 D) O íon de lítio se desloca para o cátodo, durante a descarga, devido à atração magnética.
 E) O solvente utilizado entre os polos deve ser um líquido orgânico apolar.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm König, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução: (Fe²⁺|Fe) = -0,44 V; E°(H⁺|H₂) = 0,00 V; e E°(Cu²⁺|Cu) = +0,34 V.



AS PILHAS de Bagdá e a acupuntura. Disponível em: <http://jornalgnn.com.br>. Acesso em: 14 dez. 2017 (Adaptação).

Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- A) A tampa de betume D) O tubo de cobre
 B) O vestígio de ácido E) O vaso de barro
 C) A barra de ferro

02. (Enem)

Texto I

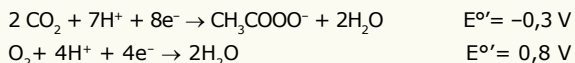
Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais.

Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO, S. *Preparação e caracterização de bioânodos para biocélula a combustível etanol/O2*. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (Adaptação).

Texto II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E°) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. *Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications*. Woodhead Publishing Series in Energy, n. 88, 2016 (Adaptação).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V?

- A) 3 C) 6 E) 15
 B) 4 D) 9

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

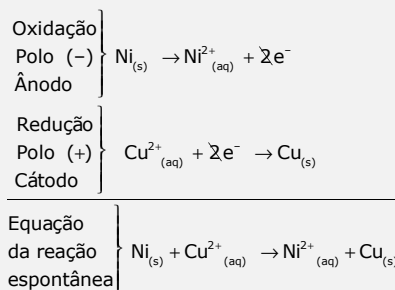
Acertei _____ Errei _____

01. B 02. D 03. E 04. B
05.
 Sal: cloreto de sódio.
 Ligação: iônica.
 $\text{NiCl}_2 + 2\text{Na} \rightarrow \text{Ni} + 2\text{NaCl}$
 $\Delta E^\circ = -0,23 + 2,71 = 2,48 \text{ V}$
06.
 A) Quando forem totalmente consumidas as espécies químicas $\text{Zn}_{(s)}$, $\text{NH}_4^+_{(aq)}$ e $\text{MnO}_{2(s)}$ ou o sistema entrar em equilíbrio químico.
 B) $\text{Zn}_{(s)} + 2\text{NH}_4^+_{(aq)} + 2\text{MnO}_{2(s)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NH}_{3(g)} + \text{Mn}_2\text{O}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 Oxidação: $\text{Zn}_{(s)}$
 Redução: $\text{MnO}_{2(s)}$
 C) $\Delta E^\circ = 1,5 \text{ V}$
 D) Deslocará a reação no sentido de formar mais reagentes.
07. C 08. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. D
 02. Soma = 30
 03. Soma = 09
 04. 1. $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$
 2. A: $\text{CuSO}_{4(aq)}$
 B: $\text{Cu}_{(s)}$
 C: $\text{Zn}_{(s)}$
 D: $\text{ZnSO}_{4(aq)}$
 3. $\Delta E = 1,10 \text{ V}$
 4. Maior
 05. Como o eletrodo de níquel ficou mais leve após o funcionamento da pilha, podemos concluir que o $\text{Ni}_{(s)}$ sofre oxidação. Logo:



$$\Delta E^\circ = E_{\text{red}}(\text{maior}) - E_{\text{red}}(\text{menor})$$

$$\Delta E^\circ = E_{\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}} - E_{\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}}$$

$$0,59 \text{ V} = 0,34 \text{ V} - E_{\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}}$$

$$E_{\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}} = -0,25 \text{ V}$$

06. E
 07.
 A) A fórmula química do sulfato de zinco é ZnSO_4 .
 $n = 0,08 \text{ mol}$ de cobre.
 B) A ponte salina tem o objetivo de permitir a migração de íons de uma solução à outra, contribuindo para o equilíbrio iônico entre as soluções. De acordo com os potenciais de redução, o zinco possui menor potencial, logo ele vai oxidar, e, consequentemente, o cobre vai reduzir. Devido a isso, é possível observar visualmente que a placa de zinco perde massa, pois está gerando íons Zn^{2+} para a solução (oxidação), e a placa de cobre ganha massa por causa da deposição de Cu na superfície (redução).
08. A 10. A 12. A 14. C
 09. E 11. B 13. D

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. D 02. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Eletrólises e Leis de Faraday

Eletrólises são fenômenos inversos aos que ocorrem nas pilhas, ou seja, a energia elétrica é convertida em energia química.

Eletrólise: Reação eletroquímica não espontânea promovida pelo consumo de energia elétrica ($\Delta E^\circ < 0$).

A eletrólise de sais, de ácidos e de bases tem como característica principal a descarga de íons, tornando-os neutros. Os cátions se descarregam em um eletrodo denominado cátodo. Os ânions se descarregam em um eletrodo denominado ânodo.

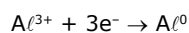
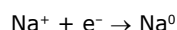
Cátodo \Rightarrow polo negativo (-) \Rightarrow ocorre redução.
 Ânodo \Rightarrow polo positivo (+) \Rightarrow ocorre oxidação.

Os eletrodos em uma eletrólise podem ser inertes, quando não participam da reação, ou ativos, quando participam da reação. Os eletrodos inertes mais utilizados são os de carbono grafite e platina.

Na superfície de um eletrodo,

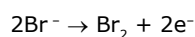
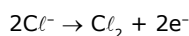
- um cátion metálico se reduz na forma metálica.

Exemplos:



- um ânion simples se oxida na forma de uma molécula diatômica.

Exemplos:

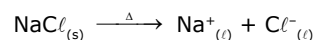


A eletrólise é um processo não espontâneo, no qual o cátion recebe seus elétrons de volta e o ânion doa os elétrons recebidos. Assim, a passagem de um estado de maior estabilidade para um de menor estabilidade é forçada.

TIPOS DE ELETRÓLISE

Eletrólise ígnea

É o tipo de eletrólise em que os íons são obtidos a partir da fusão do eletrólito sólido, ou seja, o aquecimento do eletrólito promove sua dissociação em íons.



Uma fonte externa geradora de corrente elétrica promove a reação de oxidação e a de redução dos íons produzidos na dissociação.

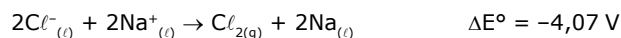
Semirreação de oxidação



Semirreação de redução

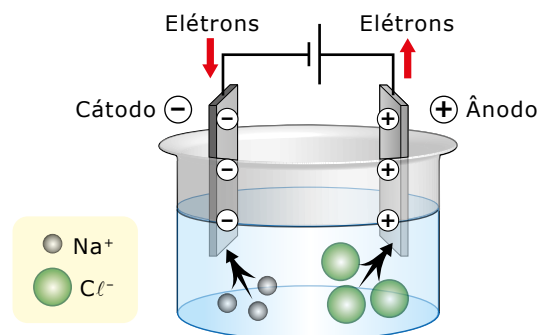


Reação global



Observe que o $\Delta E^\circ < 0$, isto é, o gerador deverá produzir uma tensão maior do que 4,07 V para que essa reação ocorra.

Esquema



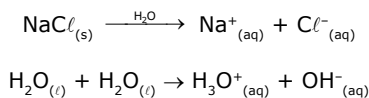
O cloro gasoso vai borbulhar na fase líquida e deverá ser recolhido com a ajuda de um tubo de vidro adaptado ao sistema.

Em alguns casos, a eletrólise ígnea é dificultada, na prática, devido ao alto ponto de fusão do eletrólito. Um exemplo disso é o Al_2O_3 , cuja temperatura de fusão é igual a 2 060 °C. Esse composto necessita de um fundente para permitir que a eletrólise ocorra em temperatura mais baixa. O fundente mais utilizado, nesse caso específico, é a criolita, Na_3AlF_6 , que, misturada ao Al_2O_3 , funde a aproximadamente 1 000 °C.

Eletrólise aquosa

Quando a dissociação do eletrólito é promovida pela água, tem-se a eletrólise aquosa. Em uma eletrólise aquosa, os íons podem ser obtidos da autoionização da água ou do eletrólito, o que gera uma competição.

Exemplo: Cloreto de sódio



Porém, apenas um dos cátions e apenas um dos ânions vão se descarregar nos eletrodos.

Os metais menos reativos são os que necessitam de menor d.d.p. para se descarregarem. Logo, são os primeiros a se descarregarem, vencendo a competição. A mesma análise pode ser estendida aos ânions.

- A ordem crescente de tendência à descarga dos cátions é: cátions da família IA (1) e IIA (2), Al^{3+} , H^+ (H_3O^+), os demais cátions.

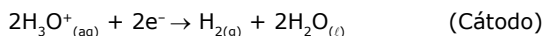
Observe que o cátion da água só descarrega primeiro (vence a competição) quando os cátions são das famílias IA (1), IIA (2) ou quando é o Al^{3+} .

- A ordem crescente de tendência à descarga dos ânions é: oxigenados e F^- , OH^- , não oxigenados e HSO_4^- .

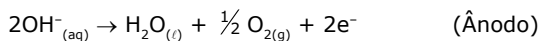
Observe que o ânion da água só descarrega primeiro (vence a competição) quando os ânions são oxigenados (exceto o HSO_4^-) ou quando é o fluoreto.

Quando os íons da água descarregam primeiro do que os íons do eletrólito, as reações que ocorrem são

Semirreação de redução



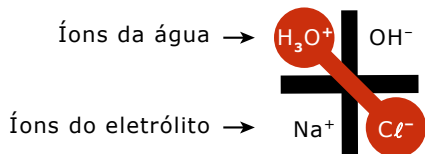
Semirreação de oxidação



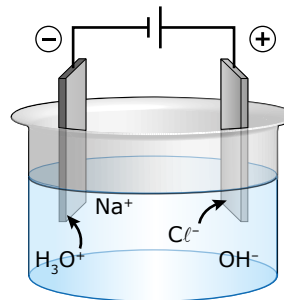
Exemplo 1

Eletrólise aquosa do cloreto de sódio (NaCl)

Íons em solução:



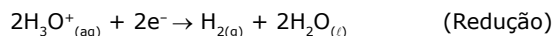
Nessa eletrólise, o H_3O^+ vence a competição, pois descarrega preferencialmente no cátodo, da mesma forma que o Cl^- vence a competição e se descarrega no ânodo.



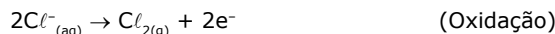
Os eletrodos utilizados são inertes.

O resíduo dessa reação é o NaOH . Assim, a eletrólise aquosa do NaCl consiste no processo industrial de produção da soda cáustica.

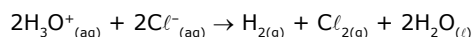
Reação catódica



Reação anódica



Reação global



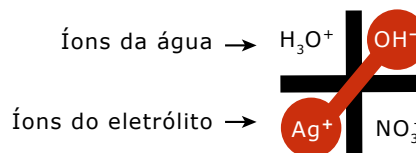
OBSERVAÇÕES

- Como o resíduo do processo eletrolítico é uma base, com o passar do tempo, o pH da solução aumenta.
- Os gases são coletados em tubos especiais.
- O gás cloro é de cor esverdeada e muito utilizado como bactericida.

Exemplo 2

Eletrólise aquosa do nitrato de prata (AgNO_3)

Íons em solução:

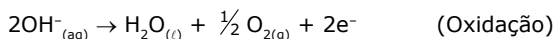


Vão descarregar preferencialmente os íons Ag^+ e OH^- . Já os íons H_3O^+ e NO_3^- permanecem na cuba eletrolítica, constituindo o processo de obtenção do ácido nítrico.

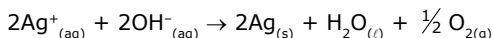
Reação catódica



Reação anódica



Reação global



OBSERVAÇÃO

Como o resíduo do processo eletrolítico é um ácido, com o passar do tempo o pH da solução diminui.

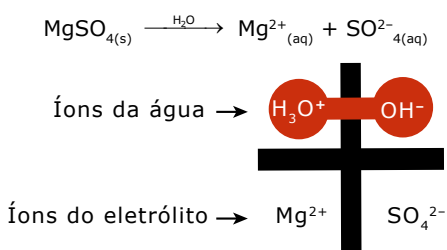
Exemplo 3

Eletrólise da água (H₂O)

A água pura, ao ionizar-se, produz pequena quantidade de íons H₃O⁺ e OH⁻, o que é insuficiente para a condução considerável de corrente elétrica. Logo, a eletrólise da água pura é dificultada. É por isso que esta só é realizada em soluções de eletrólitos fortes, que dão origem a grande número de íons, os quais possibilitam a descarga dos íons H₃O⁺ e OH⁻.

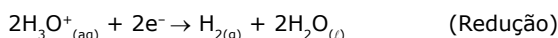
Exemplos: H₂SO₄, NaOH, MgSO₄, etc.

Dissociação do MgSO₄:

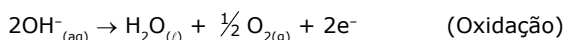


Os íons da água se descarregam antes dos íons do eletrólito.

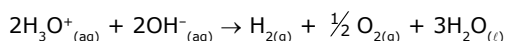
Reação catódica



Reação anódica

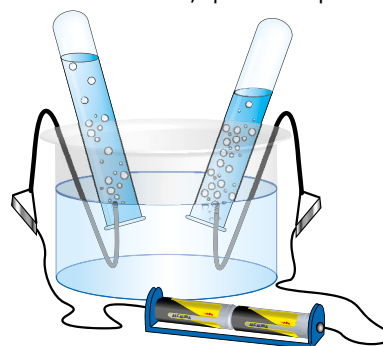


Reação global



Pela equação geral, observa-se que a quantidade produzida, em mols, de gás hidrogênio é o dobro da quantidade de gás oxigênio.

Portanto, de acordo com a figura a seguir, o gás H₂ está sendo produzido no tubo da direita, que corresponde ao cátodo.



Eletrólise do NaCl

Assista ao vídeo e atente para as reações que ocorrem, em nível atômico, em cada um dos eletrodos e também para o sentido do fluxo de elétrons. Boa atividade!



49DC

LEIS DE FARADAY 

O estudo quantitativo das massas depositadas nos eletrodos ativos, das massas de substâncias formadas ou de substâncias decompostas em uma eletrólise ou em uma pilha é dado pelas Leis de Faraday.

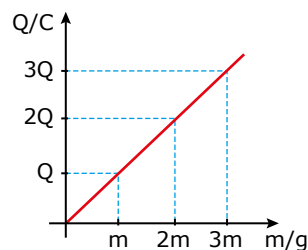
As Leis de Faraday são exclusivamente experimentais, as quais relacionam a quantidade de eletricidade que percorre o sistema com as massas e os volumes das substâncias obtidas nos eletrodos.

1ª Lei de Faraday

A massa de uma dada substância obtida nos eletrodos, em um processo eletroquímico, é diretamente proporcional à quantidade de carga que percorre o sistema.

Essa lei foi obtida, experimentalmente, fornecendo-se aos sistemas diversos valores de quantidade de carga elétrica e medindo-se as massas obtidas ou decompostas.

Graficamente, tem-se:



Matematicamente, $m \propto Q$.

Para transformar a proporcionalidade em igualdade, deve-se acrescentar uma constante multiplicativa.

$$m = k_1 \cdot Q$$

Como

$$k_1 = \frac{m}{Q}$$

$\frac{m}{Q}$ é constante.

Logo, o estado inicial é igual ao estado final.

$$\frac{m_i}{Q_i} = \frac{m_f}{Q_f}$$

OBSERVAÇÃO

A grandeza física quantitativa de carga elétrica (Q) pode ser expressa a partir da definição de intensidade de corrente elétrica (i).

Intensidade de corrente é a quantidade de carga que passa, em uma unidade de tempo, por uma secção transversal reta de um condutor.

$$i = \frac{Q}{t} \therefore Q = i \cdot t$$

Unidades

i ⇒ Ampere (A)

Q ⇒ Coulomb (C)

t ⇒ Segundos (s)

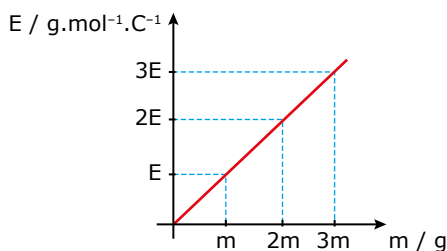
2ª Lei de Faraday

A massa obtida ou decomposta de uma dada substância nos eletrodos, em um processo eletroquímico, mantendo-se a carga do sistema constante, é diretamente proporcional à massa molar por carga dessa substância.

Isso pôde ser constatado devido ao fato de que substâncias diferentes, submetidas à mesma quantidade de carga (Q), produzem massas diferentes.

Experimentalmente, faz-se a eletrólise de duas substâncias diferentes, em cubas distintas, ligadas em série, para que a carga de ambas seja igual.

Graficamente, tem-se:



Matematicamente,

$$m \propto E$$

$$m = k_2 \cdot E$$

$$k_2 = \frac{m}{E}$$

$\frac{m}{E}$ é constante

Então,

$$\frac{m_i}{E_i} = \frac{m_f}{E_f}$$

OBSERVAÇÃO

$E = M/\text{carga} \Rightarrow$ massa molar por unidade de carga da espécie química.

EQUAÇÃO GERAL DA ELETRÓLISE



Experimentalmente, verificou-se que 96 500 C ou 1 F (um Faraday) é a carga necessária para transformar a massa molar por unidade de carga (E) de qualquer substância em um processo eletroquímico.

Como,

$$96\ 500\ C \text{ — } 1\ E$$

$$Q \text{ — } m$$

logo,

$$m \cdot 96\ 500 = E \cdot Q$$

$$m = \frac{Q \cdot E}{96\ 500}$$

Como $Q = i \cdot t$,

$$m = \frac{i \cdot t \cdot E}{96\ 500}$$

OBSERVAÇÕES

1. 1 F é a carga transportada por um mol de elétrons ($6,02 \cdot 10^{23} e^-$) capaz de descarregar 1 E de qualquer substância em uma eletrólise.
2. As Leis de Faraday podem ser aplicadas às pilhas para determinar as massas que se depositam no cátodo ou a massa corroída no ânodo.
3. Como a eletrólise é uma reação química, ela pode ter rendimento inferior a 100%. Caso o rendimento seja fornecido em um problema, deve-se corrigir os cálculos com uma regra de 3 simples.

Exemplo:

A massa obtida para o rendimento 100% é 20 g; como a eletrólise se processa com 70% de rendimento, tem-se:

$$20\ g \text{ — } 100\%$$

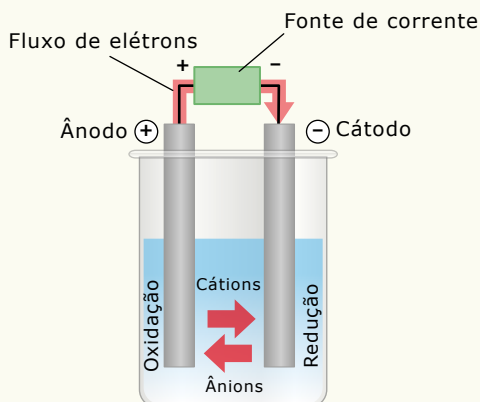
$$x \text{ — } 70\%$$

$$x = 14\ g$$

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (Unimontes-MG) O magnésio metálico é obtido comercialmente por meio de um processo eletrolítico, utilizando apenas cloreto de magnésio fundido ($MgCl_2$). Uma corrente externa é fornecida para que se estabeleça a oxidação em um eletrodo e a redução no outro, como mostra o esquema geral a seguir:



Sobre esse processo, pode-se afirmar que

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

- 02.** (UFU-MG) A eletrólise é um processo que separa, na cela eletrolítica, os elementos químicos de uma substância, por meio do uso da eletricidade. Esse processo é um fenômeno físico-químico de reação de oxirredução não espontânea. Uma importante aplicação industrial da eletrólise é a obtenção de sódio metálico, com eletrodos inertes, a partir de cloreto de sódio fundido.

A respeito desse processo industrial, é correto afirmar que, além da obtenção do sódio metálico, também se observa a formação

- A) de hidróxido de sódio fundido, basicando o meio, e de moléculas de gás cloro e de gás hidrogênio, respectivamente, no ânodo e no cátodo da cela eletrolítica.
 B) tanto de moléculas de gás cloro como de gás hidrogênio, respectivamente, no ânodo e no cátodo da cela eletrolítica.
 C) de moléculas de gás cloro no ânodo da cela eletrolítica.
 D) de moléculas de gás hidrogênio no cátodo da cela eletrolítica.

- 03.** (EsPCEX-SP-2022) Um experimento bastante utilizado por professores e alunos nas aulas de eletroquímica consiste em realizar a eletrólise de uma solução aquosa salina com uma pequena quantidade de azul de bromotimol. O azul de bromotimol atua como um indicador ácido-base da solução, conferindo a ela a coloração amarela em meio ácido, verde em meio neutro, e azul em meio básico (alcalino). Considere a eletrólise de uma solução aquosa de sulfato de sódio, contendo azul de bromotimol em concentração suficiente para visualização das três cores citadas, em uma cuba eletrolítica adequada e equipada com eletrodos metálicos inertes.

Indique a alternativa que apresenta, correta e respectivamente, as colorações que serão observadas na solução antes do início da eletrólise e durante a eletrólise ao redor do ânodo e do cátodo.

Dados: Semirreações de redução e respectivos potenciais-padrão.

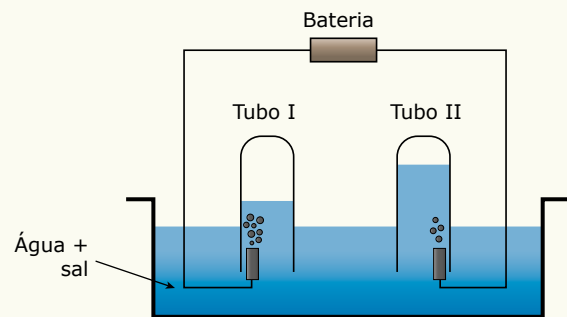
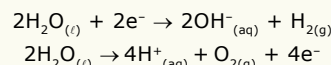
$Na^+_{(aq)} + 1e^- \rightarrow Na_{(s)}$	$E^0 = -2,71 \text{ V}$
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	$E^0 = 0,00 \text{ V}$
$2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^- \rightarrow 4OH^-_{(aq)}$	$E^0 = +0,40 \text{ V}$
$S_2O_8^{2-}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}_{(aq)}$	$E^0 = +2,05 \text{ V}$

- A) verde – amarela – azul
 B) verde – azul – amarela
 C) amarela – amarela – azul
 D) amarela – azul – amarela
 E) verde – verde – azul

- 04.** (UFU-MG) Observe o esquema a seguir, representativo da eletrólise da água, que é um processo eletroquímico com larga aplicação industrial.



As semirreações que ocorrem nos eletrodos são:



Pede-se:

- A) Quais são os gases formados nos tubos I e II?
 B) Identifique qual polo da bateria está conectado no tubo II. Justifique sua resposta.
 C) Explique por que o tubo II tem maior massa que o tubo I.



05. (Unicamp-SP) Ao contrário do que muitos pensam, a medalha de ouro da Olimpíada de Beijing é feita de prata, sendo apenas recoberta com uma fina camada de ouro obtida por deposição eletrolítica. Na eletrólise, a medalha cunhada em prata atua como o eletrodo em que o ouro se deposita. A solução eletrolítica é constituída de um sal de ouro (III). A quantidade de ouro depositada em cada medalha é de 6,0 gramas.

- A) Supondo que o processo de eletrólise tenha sido conduzido em uma solução aquosa de ouro (III) contendo excesso de íons cloreto em meio ácido, equacione a reação total do processo eletroquímico. Considere que no ânodo forma-se o gás cloro.
- B) Supondo que tenha sido utilizada uma corrente elétrica constante de 2,5 amperes no processo eletrolítico, quanto tempo (em minutos) foi gasto para se fazer a deposição do ouro em uma medalha? Mostre os cálculos.

Dados:

- constante de Faraday = 96 500 coulomb.mol⁻¹;
- 1 ampere = 1 coulomb.s⁻¹.



06. (Unifor-CE) O desfibrilador é um equipamento eletrônico cuja função é reverter um quadro de fibrilação auricular ou ventricular, o qual transfere uma corrente elétrica para o paciente. Levando em conta que um socorrista tenha calibrado seu desfibrilador para transferir uma corrente elétrica de 150,00 mA, quantos elétrons de condução atravessariam o peito de um paciente sendo socorrido, se a corrente durasse 2,00 minutos?

- A) 2,20 . 10¹⁰
- B) 1,12 . 10²⁰
- C) 1,00 . 10²⁵
- D) 2,15 . 10³⁰
- E) 3,32 . 10³⁰



07. (FMP-RJ) A galvanoplastia é uma técnica que permite dar um revestimento metálico a uma peça, colocando tal metal como polo negativo de um circuito de eletrólise. Esse processo tem como principal objetivo proteger a peça metálica contra a corrosão. Vários metais são usados nesse processo, como, por exemplo, o níquel, o cromo, a prata e o ouro. O ouro, por ser o metal menos reativo, permanece intacto por muito tempo. Deseja-se dourar um anel de alumínio e, portanto, os polos são mergulhados em uma solução de nitrato de ouro III [Au(NO₃)₃]. Ao final do processo da eletrólise, as substâncias formadas no cátodo e no ânodo são, respectivamente:

- A) H₂ e NO₃
- B) N₂ e Au
- C) Au e O₂
- D) Au e NO₂
- E) O₂ e H₂



08. (UERJ) Para cromar uma chave, foi necessário montar uma célula eletrolítica contendo uma solução aquosa de íon de cromo (Cr²⁺) e passar pela célula uma corrente elétrica de 15,2 A. Para que seja depositada na chave uma camada de cromo de massa igual a 0,52 grama, o tempo, em minutos, gasto foi de, aproximadamente, (Considere a massa atômica do Cr = 52 g/mol.)

- A) 1.
- B) 2.
- C) 63.
- D) 127.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UFU-MG) As medalhas olímpicas não são de ouro, prata ou bronze maciços, mas sim peças de metal submetidas a processos de galvanoplastia que lhes conferem as aparências características, graças ao revestimento com metais nobres.

Sobre o processo de galvanoplastia, assinale a alternativa correta.

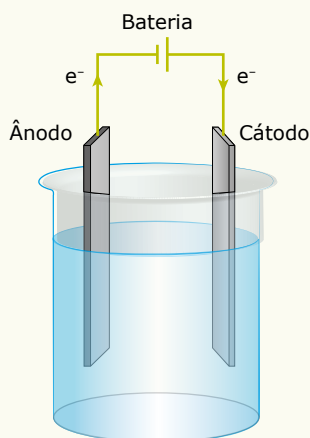
- A) O processo é espontâneo e gera energia elétrica no revestimento das peças metálicas.
- B) Consiste em revestir a superfície de uma peça metálica com uma fina camada de outro metal, por meio de eletrólise aquosa de seu sal.
- C) É um fenômeno físico, pois, no revestimento da peça metálica, ocorrem fenômenos que alteram a estrutura do material.
- D) A peça submetida ao revestimento metálico atuará como ânodo e será o eletrodo de sinal positivo.

02. (Unit-SE-2021) A eletrólise é um processo em que se passa uma corrente elétrica sobre uma substância e, por meio de reações de oxirredução, o composto decompõe-se. Se a substância estiver em solução aquosa, tem-se uma eletrólise em meio aquoso. Uma das eletrólises de maior importância comercial é a do cloreto de sódio (NaCl).

As reações que ocorrem no cátodo e no ânodo, na eletrólise aquosa do cloreto de sódio, estão representadas corretamente em:

- A) Cátodo: 2H⁺_(aq) + 2e⁻ → H_{2(g)}
 Ânodo: 2Cl⁻_(aq) → Cl_{2(g)} + 2e⁻
- B) Cátodo: 2Cl⁻_(aq) → Cl_{2(g)} + 2e⁻
 Ânodo: 2H⁺_(aq) + 2e⁻ → H_{2(g)}
- C) Cátodo: Na⁺_(aq) + e⁻ → Na_(s)
 Ânodo: 2OH⁻_(aq) → H_{2O(l)} + 1/2O_{2(g)} + 2e⁻
- D) Cátodo: 2OH⁻_(aq) → H_{2O(l)} + 1/2O_{2(g)} + 2e⁻
 Ânodo: Na⁺_(aq) + e⁻ → Na_(s)
- E) Cátodo: 2H⁺_(aq) + 2e⁻ → H_{2(g)}
 Ânodo: 2Cl⁻_(aq) → Cl_{2(g)} + 2e⁻ + H_{2(g)}

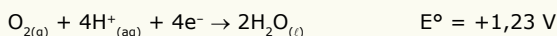
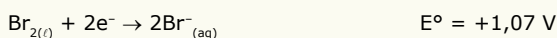
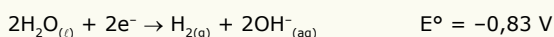
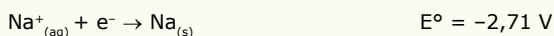
03. (Unifor-CE) Em um copo de vidro contendo uma solução aquosa de brometo de sódio, $\text{NaBr}_{(\text{aq})}$, são introduzidos dois eletrodos inertes de grafite, que são conectados a uma bateria.



Iniciando o processo, pode-se observar:

- Em um dos eletrodos, ocorre uma rápida formação de bolhas de um gás.
- No outro eletrodo, simultaneamente, ocorre o aparecimento de uma coloração amarela que, progressivamente, vai escurecendo, até atingir um tom alaranjado.

A seguir, são apresentados os valores de potenciais de redução associados a possíveis espécies presentes.



Sabendo-se que a coloração amarelo-laranja observada em um dos eletrodos indica a presença de $\text{Br}_{2(\text{aq})}$, podemos afirmar que

- na eletrólise ocorrida, o elemento bromo sofre oxidação na superfície do cátodo.
 - na eletrólise ocorrida, a formação de gás na superfície do ânodo resulta da redução da água.
 - o surgimento da cor amarelo-laranja ocorre na superfície do cátodo.
 - há uma diminuição progressiva do pH na eletrólise ocorrida.
 - pode-se obter um produto secundário, NaOH, ao fim da eletrólise ocorrida.
04. (CUSC-SP-2020) Para a produção de sódio metálico pelo processo de eletrólise ígnea, utiliza-se o cloreto de sódio como matéria-prima devido à sua abundância na natureza. Nesse processo, o cloreto de sódio é submetido a altas temperaturas, fundindo-se completamente.

- Explique a transformação de estado físico ocorrida com o cloreto de sódio no processo de eletrólise ígnea. Conceitualmente, por que o cloreto de sódio é considerado um sal?

- Considere que 96 500 C seja a carga elétrica relativa a 1 mol de elétrons, que a eletrólise ígnea do cloreto de sódio ocorra com deposição de sódio metálico no cátodo ($2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}$) e que o processo se dê sob corrente elétrica de 6 A. Calcule a massa de metal, em gramas, depositada após 2 horas.

05.
311L

- (UFF-RJ) Uma eletrólise ígnea de ZnCl_2 se processa a 17 °C e pressão de 1 atm. Sabendo-se que uma corrente de 5 A passa pela célula durante 10 h, pede-se o volume em litros de cloro que é produzido nas condições do problema.

Dado: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

06.
47SS

- (CMMG) No recobrimento protetor de uma lâmina, electrodepositaram-se 2,0 g de cádmio usando-se uma solução aquosa de sulfato de cádmio (CdSO_4) e o tempo de 1,0 minuto.

- Calcule a intensidade da corrente empregada, bem como o volume do gás produzido (O_2), nas condições padrão, admitindo-se que não houve perdas.

Dado: $1 \text{ F} = 96 500 \text{ C}$.

- Dê as equações dos fenômenos eletroquímicos ocorridos.

07.
WAHU

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

Dados:

- $\text{Au} = 197 \text{ g/mol}$;
- constante de Faraday = 96 500 C/mol.

O resultado obtido foi

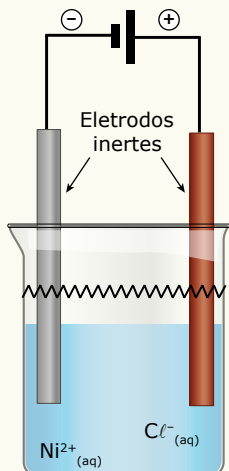
- 0,197 gramas de Au.
- 1,97 gramas de Au.
- 3,28 gramas de Au.
- 197 gramas de Au.
- 591 gramas de Au.

08. (UFG-GO) Em metalurgia, um dos processos de purificação de metais é a eletrodeposição. Esse processo é representado pelo esquema a seguir, no qual dois eletrodos inertes são colocados em um recipiente que contém solução aquosa de NiCl_2 .



Dados:

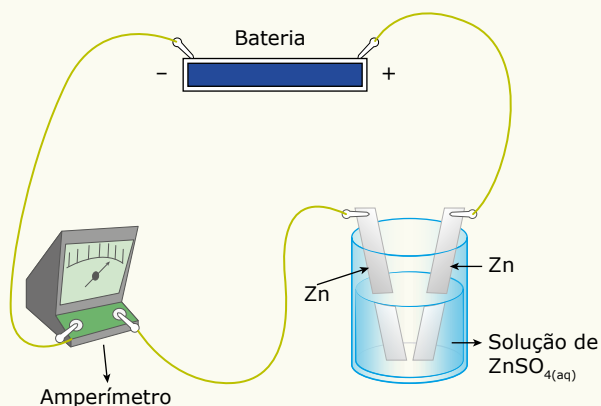
- constante de Faraday: 96 500 C/mol;
- massa molar do Ni: 59 g/mol.



Baseando-se no esquema apresentado,

- escreva as semirreações, que ocorrem no cátodo e no ânodo, e calcule a corrente elétrica necessária para depositar 30 g de $\text{Ni}_{(s)}$ em um dos eletrodos durante um período de uma hora.
- calcule a massa de NiCl_2 , com excesso de 50%, necessária para garantir a eletrodeposição de 30 g de $\text{Ni}_{(s)}$.

09. (FUVEST-SP) A determinação da carga do elétron pode ser feita por método eletroquímico, utilizando a aparelhagem representada na figura a seguir:



Dois placas de zinco são mergulhadas em uma solução aquosa de sulfato de zinco (ZnSO_4). Uma das placas é conectada ao polo positivo de uma bateria. A corrente que flui pelo circuito é medida por um amperímetro inserido entre a outra placa de Zn e o polo negativo da bateria.

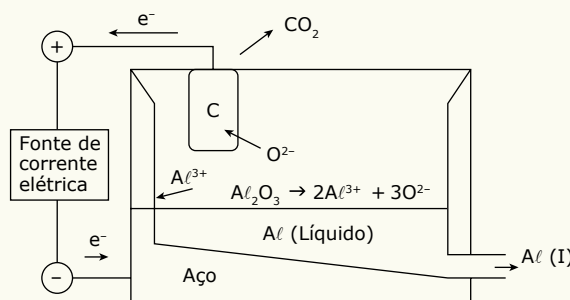
A massa das placas é medida antes e depois da passagem de corrente elétrica por determinado tempo. Em um experimento utilizando essa aparelhagem, observou-se que a massa da placa, conectada ao polo positivo da bateria, diminuiu de 0,0327 g. Este foi, também, o aumento de massa da placa conectada ao polo negativo.

- Descreva o que aconteceu na placa em que houve perda de massa e também o que aconteceu na placa em que houve ganho de massa.
- Calcule a quantidade de matéria de elétrons (em mol) envolvida na variação de massa que ocorreu em uma das placas do experimento descrito.
- Nesse experimento, fluiu pelo circuito uma corrente de 0,050 A durante 1 920 s. Utilizando esses resultados experimentais, calcule a carga de um elétron.

Dados:

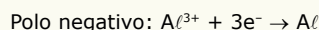
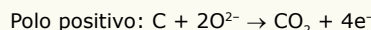
- massa molar do Zn = 65,4 g.mol⁻¹;
- constante de Avogadro = 6,0 . 10²³ mol⁻¹.

10. (FGV-RJ) O Brasil é o sexto principal país produtor de alumínio. Sua produção é feita a partir da bauxita, mineral que apresenta o óxido Al_2O_3 . Após o processamento químico da bauxita, o óxido é transferido para uma cuba eletrolítica, na qual o alumínio é obtido por processo de eletrólise ígnea. Os eletrodos da cuba eletrolítica são as suas paredes de aço, polo negativo, e barras de carbono, polo positivo.



O processo ocorre em alta temperatura, de forma que o óxido se funde e seus íons se dissociam. O alumínio metálico é formado e escoado na forma líquida.

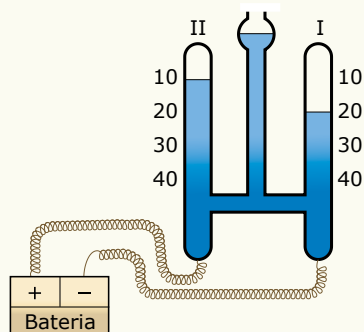
As semirreações que ocorrem na cuba eletrolítica são:



A quantidade, em mols, de CO_2 que se forma para cada um mol de Al e o polo negativo da cuba eletrolítica são respectivamente

- 4/3 e ânodo, onde ocorre a redução.
- 3/4 e ânodo, onde ocorre a oxidação.
- 4/3 e cátodo, onde ocorre a redução.
- 3/4 e cátodo, onde ocorre a redução.
- 3/4 e cátodo, onde ocorre a oxidação

11. (UFMG) Fez-se a eletrólise da água acidulada com H_2SO_4 em um voltâmetro, como indica a figura a seguir. Após interromper o circuito, o tubo I continha 20 mL de gás, e o tubo II continha 10 mL de gás.

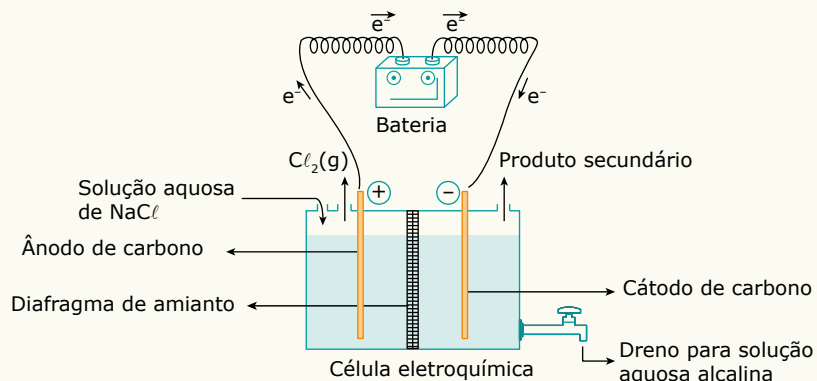


Assinale a afirmação errada.

- A) O tubo I contém hidrogênio e algum vapor de água.
 B) O número de mols de hidrogênio formado é o dobro do de oxigênio.
 C) A massa de ácido sulfúrico diminui durante a eletrólise.
 D) A eletrólise também ocorreria se a solução contivesse nitrato de sódio ao invés de H_2SO_4 .
 E) As pressões dos gases nos tubos I e II são iguais.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A eletrólise é um processo não espontâneo de grande importância para a indústria química. Uma de suas aplicações é a obtenção do gás cloro e do hidróxido de sódio, a partir de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Nesse procedimento, utiliza-se uma célula eletroquímica, como ilustrado.



SHREVE, R. N.; BRINK Jr., J. A. *Indústrias de processos químicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997 (Adaptação).

No processo eletrólito ilustrado, o produto secundário obtido é o

- A) vapor de água.
 B) oxigênio molecular.
 C) hipoclorito de sódio.
 D) hidrogênio molecular.
 E) cloreto de hidrogênio.
02. (Enem) A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de $1\ 000\ ^\circ\text{C}$. Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.
- A etapa de obtenção do alumínio ocorre no
- A) ânodo, com formação de gás carbônico.
 B) cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
 C) cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
 D) ânodo com depósito de alumínio nas barras de grafita.
 E) cátodo, com fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

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

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

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

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

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. A
- 04.
 - A) Tubo I: H₂; tubo II: O₂
 - B) Polo positivo (+). Ocorre a oxidação da água, formando O₂.
 - C) No tubo II, tem-se a metade da quantidade de moléculas, comparando-se com o tubo I. No entanto, a massa molar do gás no tubo II (O₂) é maior do que no tubo I (H₂), ou seja, a massa molar do O₂ (32 g.mol⁻¹) é 16 vezes maior do que a massa molar do H₂ (2 g.mol⁻¹), o que confere maior massa ao tubo II.
- 05.
 - A) Au³⁺_(aq) + 3Cl⁻_(aq) → Au_(s) + 3/2 Cl_{2(g)}
 - B) 197 g de Au — n
 - 6 g de Au — n
 - 2,5 C — 1 s
 - 8 817 C — t
 - n = 8 817 C
 - tempo = 3 527 s = 58,8 min
- 06. B
- 07. C
- 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. A
- 03. E
- 04.
 - A) A transformação do estado físico do NaCl (sólido – líquido) é a primeira etapa para o processo da eletrólise ígnea desse sal. Assim, o sal é submetido a altas temperaturas de maneira a quebrar as suas ligações iônicas e formar os íons Na⁺ e Cl⁻.
 - B) A massa produzida de sódio metálico é 10,3 g.
- 05. V(Cl₂) = 22,2 L
- 06.
 - A) i = 57,24 A; V = 0,2 L
 - B) Reação catódica: Cd²⁺_(aq) + 2e⁻ → Cd_(s)
 Reação anódica: 2OH⁻_(aq) → H₂O_(l) + 1/2 O_{2(g)} + 2e⁻

 Reação global: Cd²⁺_(aq) + 2OH⁻_(aq) → Cd_(s) + H₂O_(l) + 1/2 O_{2(g)}
- 07. D
- 08.
 - A) Cátodo: Ni²⁺_(aq) + 2e⁻ → Ni_(s)
 Ânodo: 2Cl⁻_(aq) → Cl_{2(g)} + 2e⁻
 i = 26,8 A
 - B) Para ter um excesso de 50%, a massa de NiCl₂ presente no recipiente deve ser igual a 99 gramas.
- 09.
 - A) No recipiente com eletrodos de zinco, ocorre uma reação de oxirredução não espontânea devido ao fornecimento de energia elétrica pela bateria.
 A placa de zinco ligada ao polo positivo funciona como ânodo; há oxidação do zinco metálico, que leva à diminuição da massa do eletrodo.

$$\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$
 Na placa de zinco ligada ao polo negativo, haverá redução de íons zinco provenientes da solução.

$$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Zn}_{(s)}$$
 Essa placa de zinco sofre aumento de massa de mesmo valor ao da diminuição da placa que sofreu oxidação.
 - B) n = 0,001 mol de e⁻
 - C) Q = 1,6 . 10⁻¹⁹ C
- 10. D
- 11. C

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. E
- 03. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Propriedades Coligativas

As propriedades coligativas correspondem a alterações nas propriedades de um solvente (líquido puro) devido à adição de um soluto não volátil.

As propriedades coligativas não dependem da natureza do soluto, molecular ou iônico, mas sim da quantidade de partículas dispersas no solvente após a sua dissolução. Por isso, serão estudadas as propriedades de soluções ideais, cujas interações intermoleculares soluto-soluto, solvente-solvente e soluto-solvente são iguais. É certo que esses sistemas não existem, contudo, soluções com concentrações inferiores a $1 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ apresentam comportamento próximo ao ideal.

São propriedades coligativas a tonoscopia, a ebulioscopia, a crioscopia e a osmose.

CONCEITOS BÁSICOS

Pressão Máxima de Vapor (P.M.V.)

Em aulas práticas de imunologia, quando é necessário anestésiar um rato para realizar um transplante de pele, utiliza-se um algodão embebido em éter sulfúrico, que é um excelente anestésico. Sendo o éter sulfúrico um líquido muito volátil, ao se colocar o algodão próximo ao focinho do animal, este logo estará anestesiado, respirando os vapores do éter.

Ao contrário do éter, o óleo de cozinha e os óleos lubrificantes são líquidos pouco voláteis. Os óleos lubrificantes, por exemplo, conseguem resfriar o motor dos veículos (além de lubrificá-los), permanecendo líquidos mesmo sob altas temperaturas.

Pode-se analisar a volatilidade dos líquidos desde que se saiba sua massa molar, suas forças intermoleculares e seu tipo de cadeia carbônica (em compostos orgânicos).

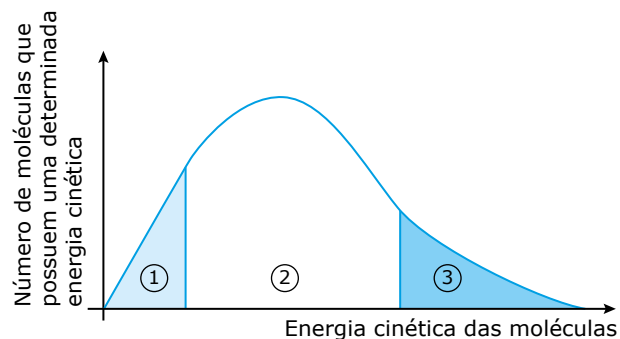
Se as forças intermoleculares são muito intensas, como é o caso das ligações de hidrogênio, a substância é pouco volátil, quando comparada com outras substâncias de massas molares próximas e de forças intermoleculares menos intensas.

Exemplos: água e glicerina.

Já em relação ao éter sulfúrico, formado por moléculas fracamente polares, suas forças intermoleculares são do tipo dipolo-dipolo (mais fracas que as ligações de hidrogênio), o que justifica a elevada volatilidade dessa substância.

Ao se comparar líquidos diferentes, a uma mesma temperatura, observam-se diferentes volatilidades.

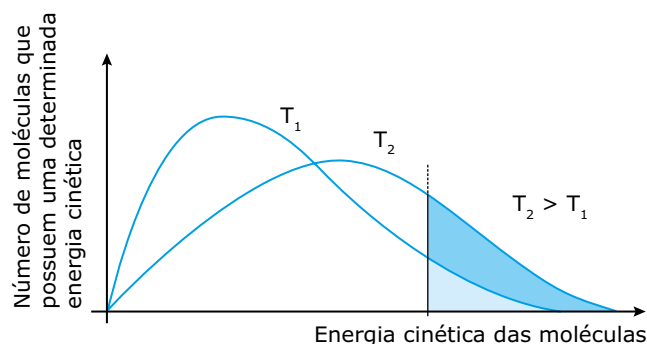
Um líquido é formado por moléculas espalhadas por toda a sua extensão. A distribuição de energia cinética entre essas moléculas encontra-se no gráfico a seguir:



- 1 ⇒ Fração de moléculas com energia baixa
- 2 ⇒ Fração de moléculas com energia mediana
- 3 ⇒ Fração de moléculas com energia alta

A área abaixo da curva indica a fração de moléculas com determinada quantidade de energia. Observe que a maioria das moléculas do líquido possui energia mediana, uma pequena parte possui energia baixa e outra pequena parte possui energia alta.

Essa distribuição de energia é alterada pela variação da temperatura. Quanto maior for a temperatura, maior será o número de moléculas que possuem alta energia. Observe o gráfico a seguir:



Espontaneamente, as moléculas do líquido que se encontram na sua superfície e que possuem alta quantidade de energia saem do estado líquido e passam para o estado de vapor (vaporização).

A pressão de vapor de um líquido corresponde à pressão exercida pelo vapor (formado a partir do líquido) sobre sua superfície.

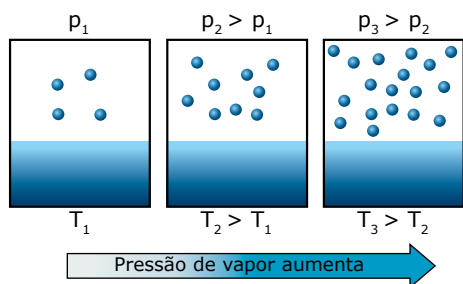
Quando o sistema é fechado, essas moléculas se chocam contra as paredes do recipiente e também contra a superfície do líquido, exercendo sobre elas determinada pressão, denominada pressão de vapor. Porém, algumas dessas moléculas voltam para o estado líquido (condensação).



Com o passar do tempo, o número de moléculas no estado de vapor aumenta até que seja estabelecido um equilíbrio dinâmico entre os processos de vaporização e de condensação (a velocidade de vaporização é igual à velocidade de condensação). Nesse ponto, a pressão que o vapor exerce sobre as paredes do recipiente que o contém e sobre a superfície do líquido não se altera. Essa é a maior pressão que as moléculas do vapor podem exercer, em uma dada temperatura, a qual é denominada pressão máxima de vapor, P.M.V.

P.M.V. é a pressão exercida pelas moléculas do vapor de determinado líquido, a uma dada temperatura, no estado de equilíbrio entre a vaporização e a condensação.

A P.M.V. depende da temperatura em que se encontra o líquido. Logo, quanto maior for a temperatura, maior será a P.M.V.



Quando se aquece um líquido, suas moléculas apresentam aumento na energia cinética média, o que favorece a vaporização, aumentando a pressão de vapor.

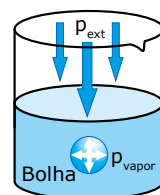
Ebulição de um líquido

Um líquido entra em ebulição quando seus vapores conseguem vencer a pressão da massa de ar sobre o líquido, ou seja, quando conseguem vencer a pressão atmosférica (p_{atm}).

$$P.M.V. = p_{atm}$$

Quanto maior for a pressão ambiente, maior terá de ser a P.M.V. para que o líquido entre em ebulição. Em outras palavras, maior deverá ser a temperatura necessária para igualar a P.M.V. à p_{atm} .

Observe o esquema a seguir sobre a ebulição da água.



Quando a pressão atmosférica (externa) é igual a 1 atm, a temperatura de ebulição medida é a temperatura normal de ebulição do líquido. Por exemplo, a temperatura normal de ebulição da água é 100 °C, porque a água pura ferve nessa temperatura somente quando a pressão atmosférica é igual a 1 atm.

Em uma panela de pressão, a maior parte do vapor formado pela vaporização fica retida em seu interior, resultando em aumento da pressão sobre a superfície do líquido, o que faz com que a água entre em ebulição a uma temperatura acima de 100 °C. Quanto maior for a temperatura da água durante a ebulição, mais rapidamente os alimentos serão cozidos.

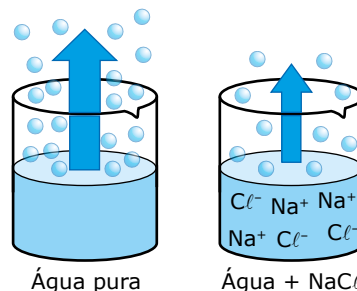
O aumento da pressão explica o porquê de um ovo ser cozido mais rapidamente no Rio de Janeiro do que em Brasília, visto que a pressão atmosférica em Brasília é menor do que 1 atm. Assim, em La Paz (Bolívia), cidade de elevada altitude, a pressão atmosférica é bem menor do que 1 atm. Por isso, a cocção de alimentos, nessa cidade, é muito mais lenta do que em Santos, por exemplo.

TONOSCOPIA

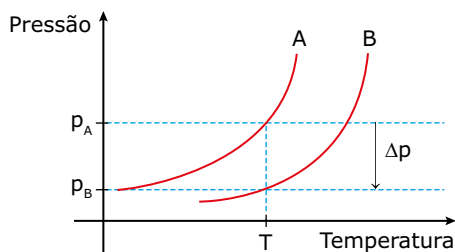
Quando se adiciona um soluto não volátil a um solvente puro, à temperatura constante, observa-se um fato interessante: ocorre a diminuição da quantidade de vapor formado.

No sistema formado, existem interações entre as partículas do soluto e as espécies químicas do solvente. Contudo, essas interações não são os principais fatores que justificam a diminuição da quantidade de vapor formado. Ao se formar uma solução, ocorre o aumento do grau de desordem do sistema, ou seja, da entropia e, conseqüentemente, a diminuição da energia livre, aumentando, assim, a estabilidade do sistema.

Portanto, a quantidade de vapor formado depende da quantidade de soluto dissolvido.



Ao se comparar a pressão de vapor do solvente puro com a de um solvente em solução, verifica-se que a P.M.V. do solvente puro é maior, pois não existem partículas de soluto dissolvidas (ver gráfico).



A ⇒ Solvente puro

B ⇒ Solução

Ao abaixamento da pressão de vapor do solvente, devido à adição de um soluto não volátil, dá-se o nome de efeito tonoscópico.

EBULIOSCOPIA

A presença de um soluto não volátil em uma solução dificulta a ebulição do solvente.

Por exemplo, quando se dissolve etilenoglicol na água do radiador de um veículo, verifica-se que a água continua líquida, mesmo em temperaturas acima de 100 °C. Isso é importante porque a água continua a refrigerar o motor sem entrar em ebulição.

Pode-se explicar esse aumento na temperatura de ebulição da água observando que o aumento das partículas do soluto em solução diminui a quantidade de vapor produzido pelo solvente, diminuindo a P.M.V. Logo, as moléculas do solvente necessitarão de mais energia para escaparem da fase líquida, a fim de que a P.M.V. se iguale à pressão ambiente.

Ao aumento da temperatura de ebulição do solvente, devido à adição de um soluto não volátil, dá-se o nome de efeito ebullioscópico.

CRIOSCOPIA

A dissolução de um soluto não volátil também dificulta o congelamento do solvente em uma solução.

Ao se dissolver um soluto não volátil em um solvente, ocorre a diminuição da temperatura de congelamento devido ao aumento da estabilidade do sistema em função do aumento da entropia. Dessa forma, é necessário retirar mais energia térmica para promover o congelamento da solução.

O etilenoglicol citado anteriormente também é adicionado em motores de veículos em países de clima frio para evitar o congelamento da água. No processo de congelamento, a água sofre expansão, o que aumentaria a pressão nas paredes do motor e poderia levá-lo a rachar.

Mesmo que a temperatura ambiente atinja -60 °C, a água permanece no estado líquido, dependendo da quantidade de soluto dissolvido.

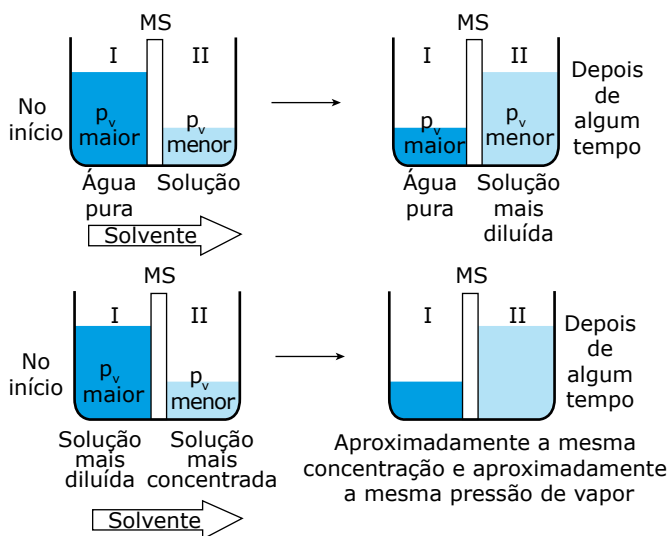
Em países de clima frio, para evitar que a água congele e forme uma camada muito lisa sobre o asfalto, é colocado sal comum para abaixar a temperatura de congelamento da água.

À diminuição da temperatura de congelamento do solvente, devido à adição de um soluto não volátil, dá-se o nome de efeito crioscópico.

OSMOSE

Quando uma substância solúvel, como o cloreto de sódio, é adicionada à água, ela espalha-se uniformemente. Esse processo é denominado difusão. Da mesma forma, quando uma solução é colocada em contato com o respectivo solvente, observa-se uma difusão entre ambos, tendendo à homogeneização do sistema, ou seja, as concentrações tendem a se igualar.

A osmose é um tipo especial de difusão que ocorre através de uma membrana semipermeável* (MS). Observe o exemplo a seguir:



O processo osmótico só ocorre devido a uma diferença de concentração entre os dois meios, denominada gradiente de concentração. Quanto maior for esse gradiente, mais intensa será a osmose. O fluxo de solvente em um processo osmótico se dá do meio de menor concentração de soluto (meio hipotônico) para o meio de maior concentração de soluto (meio hipertônico), buscando igualar essas concentrações (meio isotônico). O deslocamento do solvente através da membrana semipermeável é, na realidade, o deslocamento resultante, pois o solvente é deslocado para os dois meios, porém com maior intensidade do meio hipotônico para o meio hipertônico.

A igualdade das concentrações só é obtida quando se estabelece equilíbrio dinâmico entre a quantidade de solvente que entra e a que sai de determinado meio. Nesse ponto, a osmose cessa.



Osmose

Esse vídeo o ajudará a compreender como ocorre o fenômeno da osmose em nível atômico e a dinâmica do fluxo de solvente por meio da membrana semipermeável. Boa atividade!



RHJZ

* Membrana que permite a passagem do solvente e detém o soluto quando atravessada por uma solução.

Pressão osmótica

Para impedir a passagem de solvente através da membrana semipermeável, é necessário aplicar uma pressão externa na superfície da solução para anular tal passagem.

Caso a pressão aplicada anule a ação do gradiente de concentração (anule a osmose), essa pressão será chamada de pressão osmótica.

A pressão osmótica de uma solução é numericamente igual à pressão exercida sobre a superfície da solução a fim de se anular o deslocamento do solvente através da membrana semipermeável.

Experimentalmente, verificou-se que a pressão osmótica de uma solução é numericamente igual à pressão de um gás ideal, a qual é dada pela equação de Van't Hoff:

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

Em que:

- $\pi \Rightarrow$ Pressão osmótica da solução
- $V \Rightarrow$ Volume da solução
- $n \Rightarrow$ Quantidade de matéria do soluto dissolvido na solução
- $R \Rightarrow$ Constante universal dos gases
- $T \Rightarrow$ Temperatura em que se encontra a solução em Kelvin

Manipulando-se matematicamente essa equação, tem-se:

$$\pi = \frac{n}{V} \cdot R \cdot T$$

$$\pi = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot R \cdot T$$

A análise dessa equação revela que apenas dois fatores interferem diretamente na pressão osmótica de uma solução: a concentração, em mol.L^{-1} , e a temperatura.

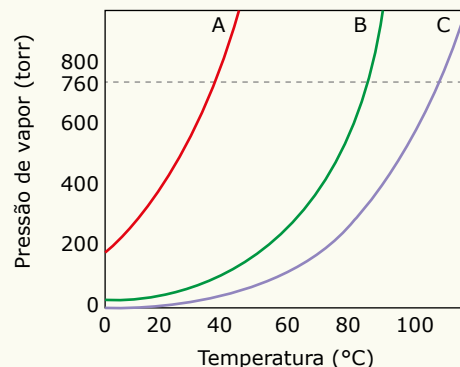
A medição da pressão osmótica possui uma aplicação experimental muito importante: a determinação de massas molares dos solutos, principalmente proteínas e polímeros.

Quando se aplica, sobre a superfície da solução, uma pressão superior à pressão osmótica, tem-se a inversão do fluxo do solvente, que passa agora a transitar do meio hipertônico para o meio hipotônico. Esse processo é denominado **osmose reversa** e é aplicado na Arábia Saudita para obtenção de água potável a partir da água salobra (dessalinização).

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (Unifor-CE) A figura a seguir apresenta as curvas de pressão de vapor de três líquidos puros: A, B e C.



Analise as seguintes informações:

- I. O líquido B é o mais volátil à temperatura ambiente e a uma pressão atmosférica de 760 mmHg.
 - II. As forças intermoleculares no líquido A são menores que nos demais.
 - III. O ponto de ebulição normal do líquido C é menor que o do líquido A.
 - IV. Quando se adiciona um soluto não volátil ao líquido A, observa-se um aumento de seu ponto de ebulição.
- Está correto apenas o que se afirma em
- | | |
|-------------------------|---------------------|
| A) I, II e III, apenas. | D) II e IV, apenas. |
| B) I, III e IV, apenas. | E) III e IV. |
| C) II, III, apenas. | |

02.
2553



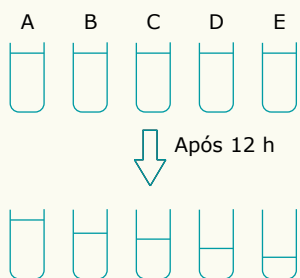
(UFAM) Ponto de ebulição é a temperatura em que uma substância líquida passa para o estado gasoso, a determinada pressão. O ponto de ebulição da substância etanol é de 78 °C. Se o ponto de ebulição do etanol fosse medido no topo do Pico da Neblina, como seus 2 994 metros de altura, ele permaneceria igual, maior ou menor?

- A) Menor, devido a pressão atmosférica exercer uma força menor, facilitando a passagem das moléculas do álcool para o estado gasoso.
- B) Maior, devido às interações intermoleculares mais intensas, dificultando a passagem das moléculas do álcool para o estado gasoso.
- C) Igual, devido a energia fornecida ser a mesma e não haver alterações na energia cinética necessária para a passagem das moléculas do álcool para o estado gasoso.
- D) Menor, devido à diminuição da vibração nas ligações intermoleculares causadas pela diminuição da pressão atmosférica, facilitando a passagem das moléculas do álcool para o estado gasoso.
- E) Maior, devido a energia potencial ser maior que a energia cinética causada pela mudança da pressão atmosférica, dificultando a passagem das moléculas do álcool para o estado gasoso.

03. (UPE/SSA–2021) Considere cinco recipientes idênticos, graduados e sem tampas, contendo 200 mL de amostras aquosas, como segue:

- I. Água pura;
- II. Solução 0,1 M de Na_3PO_4 ;
- III. Solução 0,1 M de NaCl ;
- IV. Solução 0,1 M de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$); e
- V. Solução mista 0,1 M de NaCl e 0,1 M de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

A figura a seguir apresenta a variação de volume nos frascos após 12 horas mantidos abertos em temperatura de 27 °C. Cada frasco foi identificado com as letras de A a E.



Assinale a alternativa com a identificação do frasco que contém a solução de fosfato de sódio, Na_3PO_4 .

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E

04. (Unimontes-MG) A temperatura de ebulição da água, a 760 mmHg (T.E.), é 100 °C, e algumas de suas soluções apresentam valores de T.E. mostrados na tabela a seguir:

Soluções	Concentração / mol.L ⁻¹	T.E. / °C
Sacarose	0,1	100,05
Sacarose	0,5	100,25
NaCl	0,1	100,1
NaCl	0,5	100,5

- A análise dos dados da tabela revela que
- A) o aumento da temperatura de ebulição depende da natureza química do soluto.
 - B) o número de partículas em solução não influencia na temperatura de ebulição.
 - C) as moléculas de água em solução passam mais facilmente para o estado gasoso.
 - D) o valor de $\Delta T.E.$ é maior nas soluções de substâncias contendo ligações covalentes.

05. (UFLA-MG) A distribuição da água no Planeta Terra está descrita na tabela.



Distribuição	%
Água doce acessível	0,8
Calotas polares e geleiras	1,7
Água salgada	97,5

Uma maneira de aumentar a oferta de água potável é fazer a remoção dos sais da água salgada. A destilação, o congelamento e a osmose reversa são processos de dessalinização. Assinale a alternativa que completa corretamente a frase: É possível separar o sal da água pelo processo de congelamento porque

- A) em temperaturas próximas a zero grau, a densidade da água na forma líquida é menor que na forma sólida.
- B) em temperaturas próximas a zero grau, as ligações de hidrogênio entre o sal e a água são rompidas.
- C) os gases presentes na água se soltam, deslocando os sais para a superfície.
- D) a água pura congela a uma temperatura maior que a da mistura.

06. (PUC RS) Analise o texto e as afirmativas que seguem.

Uma forma de gelar bebidas rapidamente consiste em preparar um recipiente com gelo e água e adicionar sal grosso ou álcool. A mistura assim produzida é denominada mistura refrigerante, pois atinge temperaturas abaixo de 0 °C e proporciona um excelente meio de gelar as latas e garrafas colocadas dentro dele.

Sobre esse processo, afirma-se:

- I. Uma mistura de gelo, água e açúcar pode ser usada como mistura refrigerante.
- II. A temperatura de congelamento de uma mistura de gelo, água e areia é de cerca de 0 °C.
- III. Uma mistura de gelo, água e álcool tem duas fases e três componentes.
- IV. A adição de sal grosso ao gelo com água proporciona temperaturas mais baixas do que a adição de sal fino na mesma quantidade.

De acordo com as informações anteriores, são corretas apenas as afirmativas

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) II e IV.
- E) III e IV.

07. (PUC RS) Tanto distúrbios intestinais graves quanto a disputa em uma maratona podem levar a perdas importantes de água e eletrólitos pelo organismo. Considerando que essas situações exigem a reposição cuidadosa de substâncias, um dos modos de fazê-lo é por meio da ingestão de soluções isotônicas.

Essas soluções

- A) contêm concentração molar de cloreto de sódio igual àquela encontrada no sangue.
- B) contêm massa de cloreto de sódio igual à massa de sacarose em dado volume.
- C) têm solvente com capacidade igual à do sangue para passar por uma membrana semipermeável.
- D) apresentam pressão osmótica igual à pressão atmosférica.
- E) apresentam pressão osmótica igual à da água.

08.
AVOC

(Unifor-CE) A osmose é a passagem espontânea de um solvente por uma membrana semipermeável, indo de uma solução menos concentrada para uma solução mais concentrada. E a pressão osmótica é a pressão externa que deve ser aplicada a uma solução mais concentrada para evitar a diluição (osmose).

Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/pressao-osmotica.htm> (Adaptação).

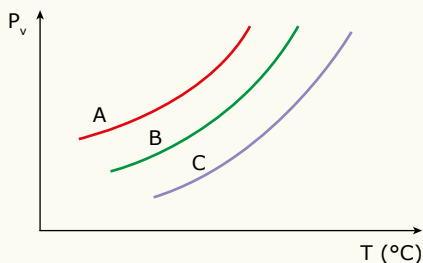
Qual das soluções a seguir deve apresentar maior pressão osmótica?

- A) 0,050 M de ácido clorídrico.
- B) 0,050 M de glicose.
- C) 0,050 M de nitrato de magnésio.
- D) 0,050 M de cloreto de sódio.
- E) 0,050 M de nitrato de potássio.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UEG-GO)

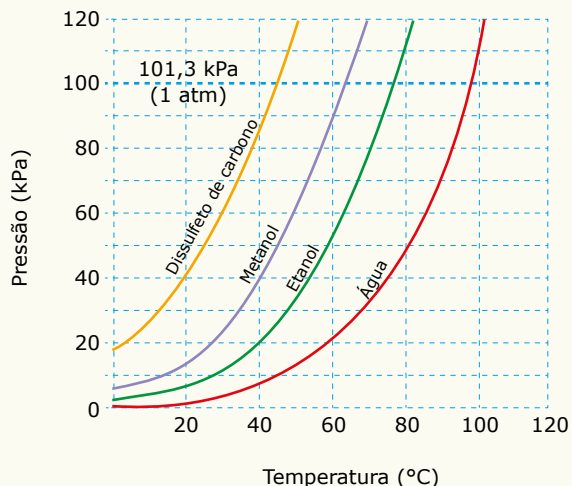


Análise da figura anterior, que representa o gráfico da pressão de vapor *versus* a temperatura para três líquidos puros hipotéticos, permite concluir que

- A) a adição de NaCl aos líquidos diminui as suas temperaturas de ebulição.
- B) na mesma temperatura, o líquido B apresenta maior pressão de vapor.
- C) o líquido C apresenta a menor temperatura de ebulição.
- D) o líquido A é o mais volátil.

02.
9WSV

(Albert Einstein-SP) O gráfico a seguir representa a pressão de vapor de quatro solventes em função da temperatura.



Ao analisar o gráfico foram feitas as seguintes observações:

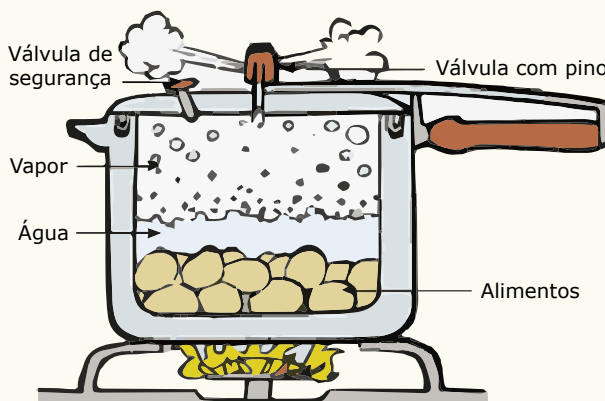
- I. Apesar de metanol e etanol apresentarem ligações de hidrogênio entre suas moléculas, o etanol tem maior temperatura de ebulição, pois sua massa molecular é maior do que a do metanol.
- II. É possível ferver a água a 60 °C caso essa substância esteja submetida a uma pressão de 20 kPa.
- III. Pode-se encontrar o dissulfeto de carbono no estado líquido a 50 °C caso esteja submetido a uma pressão de 120 kPa.

Pode-se afirmar que

- A) somente as afirmações I e II estão corretas.
- B) somente as afirmações I e III estão corretas.
- C) somente as afirmações II e III estão corretas.
- D) todas as afirmações estão corretas.

03.
OBSB

(UEMA) A pressão máxima absoluta de operação de uma panela de pressão, por motivos de segurança, é cerca de 2 atm. Com essa pressão, os alimentos cozinham mais rapidamente.



Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/creg/?area=questions&id=46>.

Para esse cozimento acontecer de forma mais rápida do que o cozimento em outros tipos de panelas, pode-se afirmar que

- A) a pressão sobre o líquido permanece inalterada.
- B) a pressão exercida na parede da panela de pressão permanece inalterada.
- C) o aumento da pressão comprime os vapores existentes na panela.
- D) a temperatura de ebulição da água permanece em 100 °C.
- E) o aumento da pressão faz aumentar a temperatura de ebulição da água.

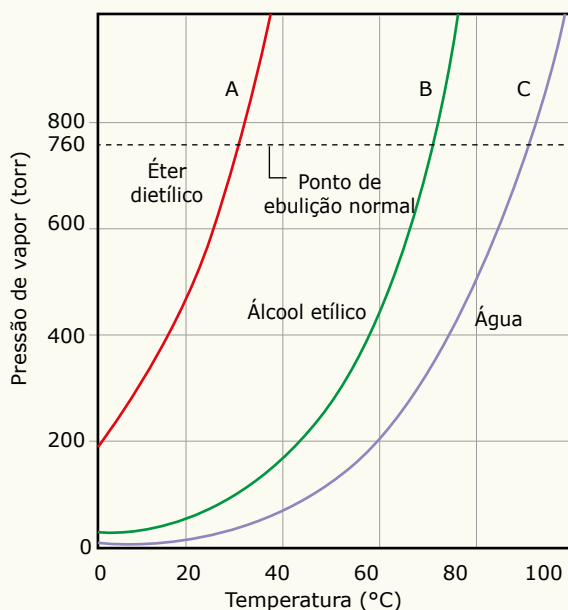
04. (OBC) Analise as soluções aquosas discriminadas a seguir:

- I. $C_{12}H_{22}O_{11}$ 0,040 mol/L
- II. $AgNO_3$ 0,025 mol/L
- III. Na_2CO_3 0,020 mol/L
- IV. $MgCl_2$ 0,010 mol/L

Qual das afirmações seguintes é correta, considerando que as espécies iônicas estão 100% ionizadas?

- A) O ponto de congelamento da solução IV é o mais alto de todas as soluções anteriores.
- B) A pressão de vapor da solução III é mais alta que a pressão de vapor da solução IV.
- C) A pressão osmótica da solução II é maior do que a pressão osmótica da solução III.
- D) A solução I tem ponto de ebulição mais elevado do que o ponto de ebulição da solução II.
- E) O ponto de ebulição da solução I é o mais baixo de todas as soluções anteriores.

05. (Unimontes-MG) A pressão de vapor de três líquidos é mostrada como função da temperatura, na figura a seguir:



Utilizando-se da figura, pode-se estimar o ponto de ebulição dessas substâncias. Sob uma pressão externa de 0,80 atm, é correto afirmar que

- A) o álcool etílico e a água entrarão em ebulição a uma mesma temperatura.
- B) a água entrará em ebulição a uma temperatura inferior à temperatura ambiente.
- C) a água terá seu ponto de ebulição normal, se a pressão acima do líquido diminuir.
- D) o éter dietílico entrará em ebulição a uma temperatura próxima à temperatura ambiente.

06. (CMMG) A água doce dos rios evapora-se mais facilmente do que a água salgada do mar. A água dos mares evapora-se com mais dificuldade, fundamentalmente, porque ela tem maior

- A) quantidade de sais dissolvidos.
- B) temperatura de ebulição.
- C) pressão osmótica.
- D) pressão de vapor.

07. (Mackenzie-SP) Ao investigar as propriedades coligativas das soluções, um estudante promoveu o congelamento e a ebulição de três soluções aquosas de solutos não voláteis (A, B e C), ao nível do mar. O resultado obtido foi registrado na tabela a seguir.

Solução	Ponto de congelamento (°C)	Ponto de ebulição (°C)
A	-1,5	101,5
B	-3,0	103,0
C	-4,5	104,5

Após a análise dos resultados obtidos, o estudante fez as seguintes afirmações:

- I. A solução A é aquela que, dentre as soluções analisadas, apresenta maior concentração em mol.L⁻¹.
- II. A solução B é aquela que, dentre as soluções analisadas, apresenta menor pressão de vapor.
- III. A solução C é aquela que, dentre as soluções analisadas, apresenta menor volatilidade.

De acordo com os dados fornecidos e com seus conhecimentos, pode-se dizer que apenas

- A) a afirmação I está correta.
- B) a afirmação II está correta.
- C) a afirmação III está correta.
- D) as afirmações I e II estão corretas.
- E) as afirmações II e III estão corretas.

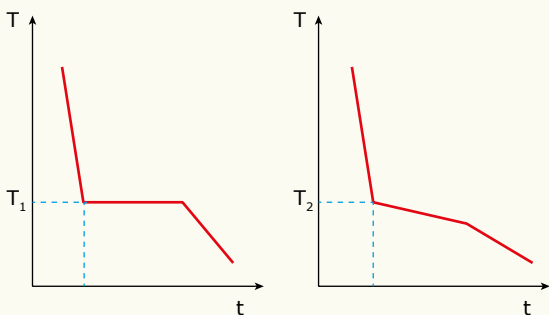


08. (FGV-SP) Considerando a água pura, uma solução aquosa de glicose de concentração igual a $3,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ e uma solução aquosa de CaCl_2 de concentração igual a $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, assinale a alternativa que apresenta a ordem correta para as temperaturas de ebulição (T_e) desses líquidos.

- A) $T_e \text{ água} > T_e \text{ da solução contendo glicose} > T_e \text{ da solução contendo } \text{CaCl}_2$.
- B) $T_e \text{ água} < T_e \text{ da solução contendo glicose} < T_e \text{ da solução contendo } \text{CaCl}_2$.
- C) $T_e \text{ água} = T_e \text{ da solução contendo glicose} = T_e \text{ da solução contendo } \text{CaCl}_2$.
- D) $T_e \text{ água} < T_e \text{ da solução contendo glicose} = T_e \text{ da solução contendo } \text{CaCl}_2$.
- E) $T_e \text{ água} > T_e \text{ da solução contendo glicose} = T_e \text{ da solução contendo } \text{CaCl}_2$.



09. (UFRGS-RS) As figuras a seguir representam a variação da temperatura, em função do tempo, no resfriamento de água líquida e de uma solução aquosa de sal.



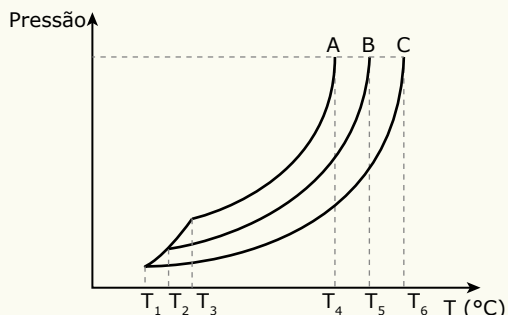
Considere as seguintes afirmações a respeito das figuras.

- I. A curva da direita representa o sistema de água e sal.
- II. $T_1 = T_2$.
- III. T_2 é inferior a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e III.
- E) I, II e III.

10. (CMMG) Considere o gráfico para um solvente puro e duas soluções de mesmo soluto e de concentrações diferentes.



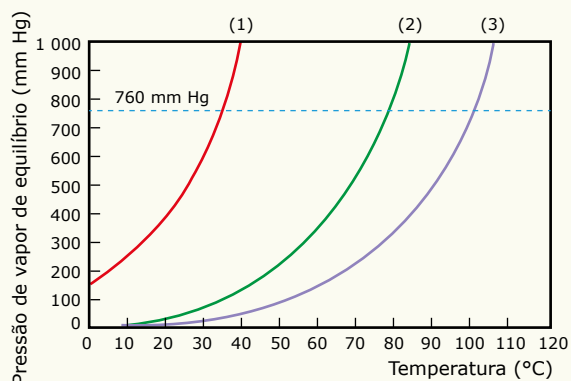
A afirmativa incorreta é:

- A) A curva A indica a curva do solvente.
- B) A curva C representa a curva da solução mais diluída.
- C) As interações intermoleculares são mais fracas na curva A.
- D) T_1 indica temperatura de congelamento da solução mais concentrada.

11. (CMMG) João, realizando seus experimentos, pegou dois frascos abertos. Um contendo água pura líquida (frasco A), e o outro contendo o mesmo volume de uma solução aquosa concentrada em sacarose (frasco B). São colocados em um recipiente que, a seguir, é devidamente fechado. É correto afirmar, então, que, decorrido um longo período de tempo, os volumes dos líquidos nos frascos A e B:

- A) O volume do líquido no frasco A diminui, enquanto que o do frasco B aumenta.
- B) O volume do líquido no frasco A aumenta, enquanto que o do frasco B diminui.
- C) Os volumes dos líquidos nos frascos A e B não apresentam alterações visíveis.
- D) O volume do líquido no frasco A diminui, enquanto que o do frasco B permanece o mesmo.

12. (UCS-RS) Se um líquido for aquecido a uma temperatura suficientemente elevada, a tendência ao escape de suas moléculas torna-se tão grande que ocorre a ebulição. Em outras palavras, "um líquido entra em ebulição quando a pressão máxima de seus vapores torna-se igual à pressão externa – que, no caso de um recipiente aberto, é a pressão atmosférica local". No gráfico a seguir encontram-se representadas as curvas de pressão de vapor de equilíbrio para três líquidos puros distintos (aqui designados por (1), (2) e (3), respectivamente), em função da temperatura.



RUSSELL, John B. *Química Geral*. 2. ed. 1994. p. 460, v. 1 (Adaptação).

Considerando que os três líquidos tenham sido aquecidos até a ebulição, em um mesmo local e ao nível do mar, assinale a alternativa correta.

- A) A pressão de vapor de equilíbrio do líquido (1) é menor do que a dos líquidos (2) e (3), a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- B) A $30 \text{ }^\circ\text{C}$, o líquido (1) é o menos volátil de todos.
- C) O menor ponto de ebulição está associado ao líquido (2).
- D) As forças intermoleculares que ocorrem no líquido (3) são mais fortes do que àquelas nos líquidos (1) e (2).
- E) Os líquidos (1), (2) e (3) apresentam pontos de ebulição idênticos.

13. BZXD

(UEDESC) A pressão de vapor de um solvente líquido diminui devido à presença de um soluto não volátil (efeito tonoscópico), afetando a temperatura de fusão (efeito crioscópico) e a temperatura de vaporização do solvente (efeito ebulioscópico). Faz-se uso destes fenômenos, por exemplo, nos anticongelantes utilizados nos radiadores de automóveis e nos sais empregados para fundir gelo em regiões onde há ocorrência de neve. Os líquidos A, B, C e D, listados a seguir, estão a 1 atm e a 25 °C e apresentam, respectivamente, pressões de vapor P_A , P_B , P_C e P_D .

Líquido A: 100 mL de solução 0,01 mol/L de NaCl em água.

Líquido B: 100 mL de água.

Líquido C: 100 mL de solução 0,01 mol/L de glicose em água.

Líquido D: 50 mL de água.

Assinale a alternativa correta com relação à pressão de vapor dos líquidos A, B, C e D.

- A) $P_D > P_B > P_C > P_A$ D) $P_D > P_B > P_A = P_C$
 B) $P_A > P_C > P_B > P_D$ E) $P_D > P_A = P_C > P_B$
 C) $P_A = P_C > P_D > P_B$

14. (UFRN)

Sorvete em cinco minutos

Uma receita rápida, prática e que parece mágica para o preparo de um sorvete de morango recomenda o seguinte procedimento:

Despeje o leite, o açúcar e a essência de morango num saco de plástico de 0,5 litro e certifique-se de que ele fique bem fechado. Coloque 16 cubos de gelo e 6 colheres de sopa de sal comum (NaCl) num outro saco plástico de 1 litro. Insira o saco de 0,5 litro dentro do saco de 1 litro e feche muito bem. Agite as bolsas de plástico por 5 minutos e, após esse tempo, remova o saco de 0,5 litro de dentro do outro. Em seguida, corte um dos bicos inferiores do saco de 0,5 litro e despeje o sorvete no recipiente de sua preferência.

O que parece mágica, ou seja, o congelamento do sorvete a uma temperatura (-20 °C) mais baixa que 0 °C, pela solução aquosa de NaCl, é explicado pela propriedade coligativa de diminuição da temperatura de início de solidificação.

Outro soluto que pode produzir a mesma diminuição da temperatura que o NaCl é

- A) cloreto de potássio (KCl).
 B) cloreto de cálcio (CaCl₂).
 C) glicose (C₆H₁₂O₆).
 D) glicerina (C₃H₈O₃).

15. NGK8

(UEDESC) O sal é jogado nas ruas e calçadas para derreter a neve em países com inverno rigoroso, pois a temperatura de fusão do gelo diminui, liquefazendo-se em temperaturas mais baixas. Diferentes substâncias químicas podem ser utilizadas para diminuir a temperatura de fusão do gelo.

Considere as substâncias e respectivas quantidades a seguir:

- I. 1 kg de CaCl₂
 II. 1 kg de NaCl
 III. 1 kg de sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁)

Assinale a alternativa correta das substâncias anteriores, em relação à temperatura de fusão do gelo.

- A) NaCl causa a maior diminuição da temperatura de fusão do gelo.
 B) Sacarose causa a maior diminuição da temperatura de fusão do gelo.
 C) CaCl₂ causa a maior diminuição da temperatura de fusão do gelo.
 D) CaCl₂ e NaCl diminuem igualmente a temperatura de fusão do gelo, pois ambos são sais solúveis de cloreto.
 E) NaCl causa a menor diminuição da temperatura de fusão do gelo.

16. SZUA

(UERJ) Um estudante de química, realizando um experimento em laboratório, colocou dois copos iguais e nas mesmas condições de temperatura e pressão, dentro de uma tampa transparente. No copo 1 continha apenas água e, no copo 2, uma solução de 0,3 mol/L de cloreto de sódio.



Com relação ao experimento, é correto afirmar que o estudante chegou à seguinte conclusão:

- A) O ponto de ebulição nos dois copos é igual.
 B) A pressão de vapor no copo 1 é menor que a do copo 2.
 C) A solução presente no copo 2 congela mais rápido que a do copo 1.
 D) Com o decorrer do tempo, o volume do copo 1 diminui e o do copo 2 aumenta.

17. LULE

(FUVEST-SP) A adição de um soluto à água altera a temperatura de ebulição desse solvente. Para quantificar essa variação em função da concentração e da natureza do soluto, foram feitos experimentos, cujos resultados são apresentados a seguir. Analisando a tabela, observa-se que a variação de temperatura de ebulição é função da concentração de moléculas ou íons de soluto dispersos na solução.

Volume de água (L)	Soluto	Quantidade de matéria de soluto (mol)	Temperatura de ebulição (°C)
1	-	-	100,00
1	NaCl	0,5	100,50
1	NaCl	1,0	101,00
1	Sacarose	0,5	100,25
1	CaCl ₂	0,5	100,75

Dois novos experimentos foram realizados, adicionando se 1,0 mol de Na_2SO_4 a 1 L de água (experimento A) e 1,0 mol de glicose a 0,5 L de água (experimento B). Considere que os resultados desses novos experimentos tenham sido consistentes com os experimentos descritos na tabela. Assim sendo, as temperaturas de ebulição da água, em $^{\circ}\text{C}$, nas soluções dos experimentos A e B, foram, respectivamente, de

- A) 100,25 e 100,25. D) 101,50 e 101,00.
 B) 100,75 e 100,25. E) 101,50 e 100,50.
 C) 100,75 e 100,50.

- 18.** (IFRS-2020) As folhas de uma salada temperada depois de certo tempo murcharam. Este fato ocorre porque, ao temperar a salada com sal, estamos submetendo as células das verduras a um meio _____. Assim, as células perdem água para o meio, através de um processo denominado de _____.

As palavras que completam corretamente as lacunas na ordem em que aparecem no parágrafo anterior são

- A) hipotônico – osmose.
 B) hipertônico – osmose.
 C) hipertônico – difusão facilitada.
 D) hipotônico – difusão facilitada.
 E) isotônico – transporte ativo.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem) Alguns tipos de dessalinizadores usam o processo de osmose reversa para obtenção de água potável a partir da água salgada. Nesse método, utiliza-se um recipiente contendo dois compartimentos separados por uma membrana semipermeável: em um deles coloca-se água salgada e no outro recolhe-se a água potável. A aplicação de pressão mecânica no sistema faz a água fluir de um compartimento para o outro. O movimento das moléculas de água através da membrana é controlado pela pressão osmótica e pela pressão mecânica aplicada. Para que ocorra esse processo é necessário que as resultantes das pressões osmóticas e mecânica apresentem
- A) mesmo sentido e mesma intensidade.
 B) sentidos opostos e mesma intensidade.
 C) sentidos opostos e maior intensidade da pressão osmótica.
 D) mesmo sentido e maior intensidade da pressão osmótica.
 E) sentidos opostos e maior intensidade da pressão mecânica.

- 02.** (Enem) A cal (óxido de cálcio, CaO), cuja suspensão em água é muito usada como uma tinta de baixo custo, dá uma tonalidade branca aos troncos de árvores. Essa é uma prática muito comum em praças públicas e locais privados, geralmente usada para combater a proliferação de parasitas. Essa aplicação, também chamada de caiação, gera um problema: elimina microrganismos benéficos para a árvore.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>.
 Acesso em: 1 abr. 2010
 (Adaptação).

A destruição do microambiente, no tronco de árvores pintadas com cal, é devida ao processo de

- A) difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
 B) osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de micro-organismos.
 C) oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
 D) aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
 E) vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.

- 03.** (Enem) A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H. L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz*: salinização de solos em cultivos de arroz.

Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>.
 Acesso em: 25 jun. 2010 (Adaptação).

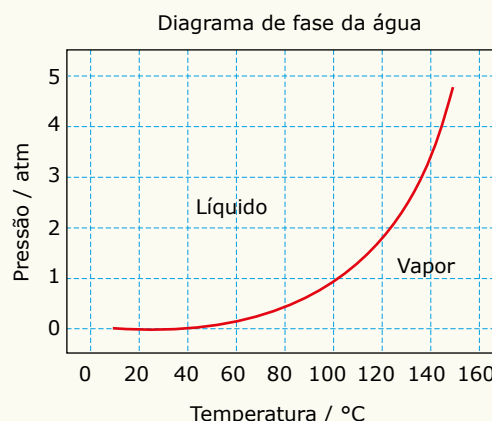
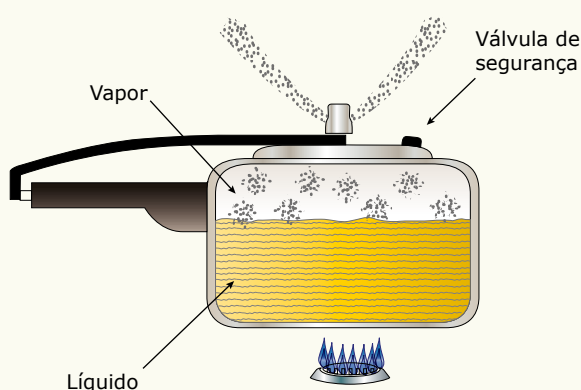
A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- A) aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
 B) aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.

- C) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- D) aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- E) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

- 04.** (Enem) Em nosso planeta, a quantidade de água está estimada em $1,36 \cdot 10^6$ trilhões de toneladas. Desse total, calcula-se que cerca de 95% são de água salgada e dos 5% restantes, quase a metade, está retida nos polos e geleiras. O uso de água do mar para obtenção de água potável ainda não é realidade em larga escala. Isso porque, entre outras razões,
- A) o custo dos processos tecnológicos de dessalinização é muito alto.
 - B) não se sabe como separar adequadamente os sais nela dissolvidos.
 - C) comprometeria muito a vida aquática dos oceanos.
 - D) a água do mar possui materiais irremovíveis.
 - E) a água salgada do mar tem temperatura de ebulição alta.

- 05.** (Enem) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa. O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir:



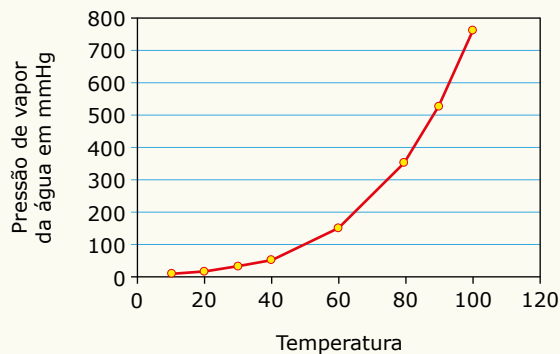
A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos, e isso se deve à

- A) pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
 - B) temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
 - C) quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
 - D) quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
 - E) espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.
- 06.** (Enem) Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão, logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento
- A) não será alterado, pois a temperatura não varia.
 - B) será maior, porque a panela esfria.
 - C) será maior, pois a evaporação diminui.
 - D) será maior, pois a pressão diminui.
 - E) será menor, pois diminui a perda de água.

Observação: Considerando que, no interior da panela de pressão, a fase líquida se comporta como um sistema puro.

07. (Enem) A tabela a seguir registra a pressão atmosférica em diferentes altitudes, e o gráfico relaciona a pressão de vapor da água em função da temperatura.

Altitude (km)	Pressão atmosférica (mmHg)
0	760
1	600
2	480
4	300
6	170
8	120
10	100



Natal (RN)	nível do mar
Campos do Jordão (SP)	altitude 1 628 m
Pico da Neblina (RR)	altitude 3 014 m

A temperatura de ebulição será

- A) maior em Campos do Jordão.
- B) menor em Natal.
- C) menor no Pico da Neblina.
- D) igual em Campos do Jordão e Natal.
- E) não dependerá da altitude.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Aprendizagem

- 01. D
- 02. A
- 03. A
- 04. A
- 05. D
- 06. A

Propostos

- 01. D
- 02. D
- 03. E
- 04. A
- 05. D
- 06. A
- 07. C
- 08. D
- 09. D
- 10. B
- 11. A
- 12. D
- 13. A
- 14. A
- 15. A

Seção Enem

- 01. E
- 02. B
- 03. A
- 04. A
- 05. B
- 06. A

Meu aproveitamento

Acertei _____ Errei _____

- 07. C
- 08. C

Acertei _____ Errei _____

- 16. D
- 17. D
- 18. B

Acertei _____ Errei _____

- 07. C

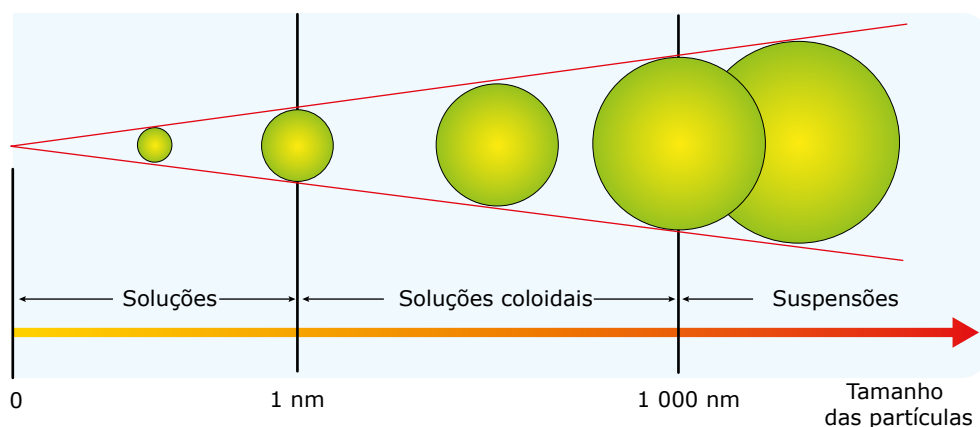


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Coloides

DEFINIÇÃO

Soluções ou dispersões coloidais são misturas heterogêneas em que as partículas dispersas apresentam diâmetro médio entre 1 e 1 000 nm.



Comparativo entre o diâmetro médio das partículas que formam os diferentes tipos de misturas ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Em uma solução coloidal, a massa molar das partículas dispersas varia entre 10 000 e 100 000 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, ou seja, essas partículas são macropartículas.

São exemplos de soluções coloidais a maionese, o leite, a manteiga, a fumaça, a espuma de barbear, o leite de magnésia, o creme *chantilly*, a neblina, os aerossóis, as tintas, etc.

COMPONENTES DE UMA SOLUÇÃO COLOIDAL

Fase dispersa

Em uma solução coloidal, a fase dispersa se encontra em menor quantidade e finamente dividida. A fase dispersa é equivalente ao soluto de uma solução verdadeira.

Fase dispersante

Em uma solução coloidal, a fase dispersante é uma fase contínua que se encontra em maior quantidade. A fase dispersante é equivalente ao solvente de uma solução verdadeira.

CARACTERÍSTICAS DAS SOLUÇÕES COLOIDAIS

As principais características das soluções coloidais constam no quadro a seguir, que permitirá a diferenciação entre os três tipos de misturas.

	Soluções verdadeiras	Soluções coloidais	Suspensões
Tamanho médio das partículas do disperso	Até 1 nm	Entre 1 nm e 1 000 nm	Acima de 1 000 nm
Tipo de sistema	Homogêneo (as partículas dispersas são menores que os comprimentos de onda da luz visível e, portanto, não há como diferenciá-las das partículas do dispersante).	Heterogêneo (as partículas dispersas são maiores que os comprimentos de onda da luz visível, sendo possível diferenciá-las das partículas do dispersante por meio de um ultramicroscópio).	Heterogêneo (as partículas dispersas são muito maiores que os comprimentos de onda da luz visível, sendo possível diferenciá-las das partículas do dispersante por meio de microscópio comum e, em alguns casos, a olho nu).
Natureza das partículas	Átomos, moléculas e íons	Aglomerados de átomos, moléculas e íons ou macromoléculas e macroíons	Grandes aglomerados de átomos, moléculas e íons
Condutividade elétrica	Quando as partículas do disperso são moléculas ou átomos que não sofrem ionização, o sistema não conduz corrente elétrica. Quando as partículas do disperso são moléculas que sofrem ionização ou íons solvatados, o sistema conduz corrente elétrica.	As partículas do disperso são moléculas grandes ionizadas ou íons grandes solvatados. Essas partículas apresentam cargas de mesmo sinal e, portanto, sob a ação de um campo elétrico, todas elas se dirigem para o mesmo polo.	O número de partículas dispersas que apresentam carga elétrica é muito pequeno e, portanto, não haverá condução de corrente elétrica.
Movimento browniano das partículas dispersas	Existente, mas não visível.	Existente e visível ao ultramicroscópio ou ao microscópio comum.	Existente em cada fase líquida ou gasosa do sistema.
Efeito Tyndall	Não observado	Observado	—
Sedimentação das partículas do disperso	Não há sedimentação, pois o sistema é homogêneo.	Com o uso de ultracentrífugas, há sedimentação, pois o sistema é heterogêneo.	Há sedimentação por gravidade devido às grandes massas das partículas do disperso.
Separação das partículas do disperso e do dispersante por filtração	Não é possível, pois as partículas do disperso e do dispersante são menores do que o tamanho médio dos poros do filtro.	Com o uso de ultrafiltros, as menores partículas do sistema (dispersante) atravessam os poros do filtro, enquanto as maiores partículas do sistema (disperso) ficam retidas.	Por serem muito maiores que as partículas do dispersante, as partículas do disperso podem ser retidas pela filtração comum.

Como podemos perceber, as propriedades das soluções coloidais são intermediárias com características entre as propriedades das soluções verdadeiras e as propriedades das suspensões.



Dispersões

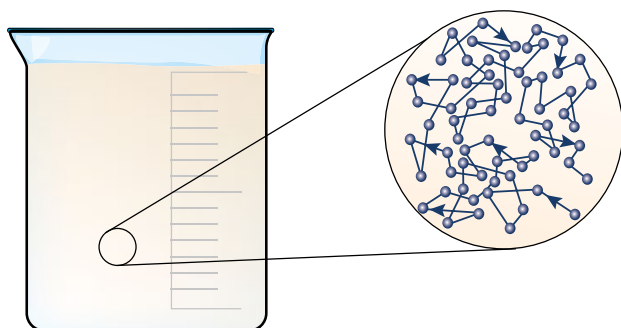
Nesses vídeos, você poderá observar as propriedades das dispersões e as características das partículas que compõem esses sistemas. Bons estudos!

4WPH

CSIM

Movimento browniano

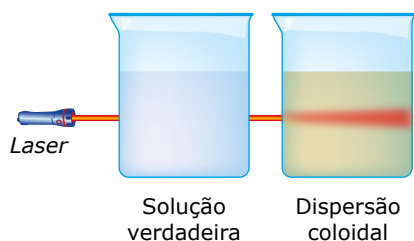
Quando uma solução coloidal, iluminada lateralmente, é observada utilizando um ultramicroscópio eletrônico, verifica-se que vários pontos luminosos se movimentam rapidamente em zigue-zague. Esse movimento é desordenado e ininterrupto e se origina a partir dos constantes choques das partículas do disperso com as partículas do dispersante.



Representação esquemática do movimento browniano em uma solução coloidal.

Efeito Tyndall

As partículas dispersas em uma solução coloidal são suficientemente grandes para dispersar um feixe de luz, o que denominamos efeito Tyndall. É por esse motivo que a maioria das soluções coloidais concentradas é opaca.



O sistema da esquerda corresponde a uma solução verdadeira, e o sistema da direita, a uma solução coloidal. Percebe-se o caminho percorrido pelo feixe de luz apenas na solução coloidal, pois as partículas que formam essas soluções são grandes o suficiente para dispersarem a luz. As partículas do soluto em soluções verdadeiras são muito pequenas e não dispersam a luz.

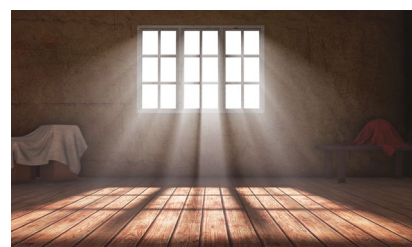


Istockphoto

Os comprimentos de onda da luz solar são desviados pelas partículas sólidas dispersas no ar, que produzem um pôr-do-Sol vermelho-alaranjado.



Istockphoto



Istockphoto

O efeito Tyndall faz com que seja possível visualizar o feixe de luz passando pela cobertura de uma floresta e pelo interior de um ambiente mais escuro.

CLASSIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES COLOIDAIS



Quanto à natureza das partículas dispersas

Solução coloidal iônica

A solução coloidal iônica é formada por íons de elevada massa molar. Essas soluções são formadas por moléculas grandes que sofrem ionização durante o seu processo de preparação.

Exemplo:

Proteínas (disperso) + Água (dispersante)

Solução coloidal molecular

A solução coloidal molecular é formada por moléculas de elevada massa molar que não sofrem ionização durante o processo de preparação da solução.

Exemplo:

Amido $(C_6H_{10}O_5)_n$ (disperso) + Água (dispersante)

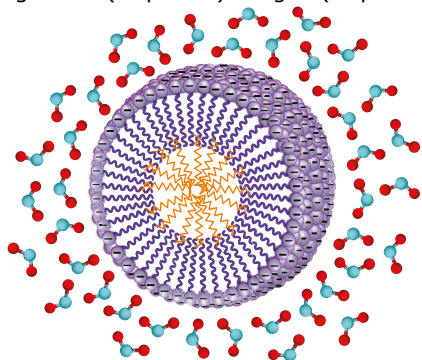
Solução coloidal micelar

É a solução coloidal formada por micelas. As micelas são agregados de moléculas, íons ou átomos. As partículas formadoras das micelas, geralmente, estão orientadas tridimensionalmente, formando uma esfera compacta.

Exemplos:

Enxofre (S₈) (disperso) + Água (dispersante)

Sabão e gordura (dispersos) + Água (dispersante)



Legenda

Unidade estrutural do sabão



Molécula de gordura



Molécula de água



Quanto ao estado físico dos componentes

Disperso	Dispersante	Denominação	Exemplo
Gás	Líquido	Espuma líquida	<ul style="list-style-type: none"> • Colarinho de chope • Creme de barbear • Creme <i>chantilly</i>
Líquido	Líquido	Emulsão	<ul style="list-style-type: none"> • Leite • Maionese • Detergente líquido disperso em água
Sólido	Gás	Aerossol sólido, caso o gás seja o ar	<ul style="list-style-type: none"> • Fumaça
Gás	Sólido	Espuma sólida	<ul style="list-style-type: none"> • Maria-mole • <i>Marshmallow</i> • Isopor
Sólido	Sólido	Sol sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Rubi • Safira
Sólido	Líquido	Sol líquido; caso o líquido seja a água, denominamos hidrossol	<ul style="list-style-type: none"> • Gelatina • Tintas • Cola do tipo goma arábica
Líquido	Sólido	Gel	<ul style="list-style-type: none"> • Geleia • Manteiga
Líquido	Gás	Aerossol líquido, caso o gás seja o ar	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Spray</i> de perfume, tinta, etc. • Nuvem • Neblina

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (Cesgranrio) Nas dispersões, soluções e suspensões, uma ou mais substâncias estão disseminadas em outra. Sobre as dispersões, soluções e suspensões, considere as afirmativas a seguir.
- Nas soluções verdadeiras, disperso e dispersante formam um sistema homogêneo.
 - Nas dispersões coloidais, disperso e dispersante formam uma mistura homogênea.
 - Nas suspensões, não é possível ver o disperso a olho nu.
- É correto apenas o que se afirma em
- I.
 - II.
 - III.
 - I e II.
 - I e III.
- 02.** (UNIFICADO-RJ) O colágeno é a proteína mais abundante no corpo humano, fazendo parte da composição de órgãos e tecidos de sustentação. Apesar de não ser comestível, seu aquecimento em água produz uma mistura de outras proteínas comestíveis, denominadas gelatinas. Essas proteínas possuem diâmetros médios entre 1,0 nm e 1 000 nm e, quando em solução aquosa, formam sistemas caracterizados como
- soluções verdadeiras.
 - dispersantes.
 - coagulantes.
 - homogêneos.
 - coloides.
- 03.** (OMQ-2019) Em uma solução, o diâmetro máximo das partículas de soluto é de aproximadamente 1 nm. Se o diâmetro das partículas de soluto exceder esse tamanho, então não se tem uma solução verdadeira – tem-se um coloide. Em um coloide, o diâmetro das partículas de soluto varia entre 1 a 1 000 nm. Considerando as características inerentes aos sistemas coloidais, marque a alternativa incorreta:
- Espalham a luz.
 - Formam dispersões estáveis.
 - Formam fases separadas que se excluem.
 - Podem existir em várias fases.
- 04.** (Cesgranrio) Em análise gravimétrica direta, o produto sólido deve ser bem formado para permitir a sua separação quantitativa da fase líquida e posterior medição da massa. No entanto, dependendo das condições do experimento, pode haver formação de suspensão coloidal.

Na análise gravimétrica,

- A) a formação de coloides pode ser identificada pelo espalhamento da luz (efeito Tyndall) que ocorre ao se passar um feixe de luz através da mistura reacional.
- B) a dispersão e estabilização dos coloides em meio aquoso não tem um caráter eletrostático.
- C) a perda de parte do material coloidal na filtração provoca erro sistemático positivo no resultado.
- D) os coloides são formados quando a taxa de aglomeração é muito maior que a taxa de nucleação do precipitado.
- E) os materiais coloidais ficam totalmente retidos nos meios filtrantes, como papel filtro e membranas.

05.
7MN7



(FUVEST-SP) Azeite e vinagre, quando misturados, separam-se logo em duas camadas. Porém, adicionando-se gema de ovo e agitando-se a mistura, obtém-se a maionese, que é uma dispersão coloidal. Nesse caso, a gema do ovo atua como um agente

- A) emulsificador.
- B) hidrolisante.
- C) oxidante.
- D) redutor.
- E) catalisador.

06. (UFES) Quando se dispersam em água, moléculas ou íons que têm em sua estrutura extremidades hidrofóbicas e hidrofílicas a partir de uma determinada concentração, há agregação e formação de partículas coloidais, denominadas micelas. Tal propriedade é típica de moléculas de

- A) lipídio.
- B) aminoácido.
- C) hidrocarboneto alifático.
- D) sabão.
- E) hidrogênio.

07. (UECE) Alguns medicamentos apresentam, em seus rótulos, a expressão "Agite antes de usar". Tal recomendação se faz necessária porque o conteúdo do frasco é uma dispersão classificada como

- A) gel.
- B) aerossol.
- C) solução.
- D) suspensão.

08.
M9H4



(UEM-PR) Assinale a alternativa correta.

- A) Nevoeiro, xampu e leite são exemplos de substâncias no estado coloidal, classificadas como aerossóis.
- B) Leite, maionese e pedra-pomes são exemplos de substâncias no estado coloidal, classificadas como emulsões.
- C) Geleia, xampu e chantilly são exemplos de substâncias no estado coloidal, classificadas como espumas.
- D) Gelatina, queijo e geleia são exemplos de substâncias no estado coloidal, classificadas como géis.
- E) Ligas metálicas, fumaça e asfalto são exemplos de substâncias no estado coloidal, classificadas como sóis.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UFRGS-RS) Na gastronomia, empregam-se diversos conhecimentos provindos de diferentes áreas da química. Considere os conhecimentos químicos listados no bloco superior a seguir e os processos relacionados à produção e conservação de alimentos, listados no bloco inferior.

Associe adequadamente o bloco inferior ao superior.

- 1 – Propriedades coligativas
- 2 – Coloides
- 3 – Emulsões
- 4 – Reversibilidade de reações
- () Produção de charque
- () Preparo de gelatina
- () Preparo de maionese

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- A) 1, 2 e 3.
- B) 1, 2 e 4.
- C) 2, 3 e 4.
- D) 2, 1 e 3.
- E) 3, 4 e 2.

02. (ITA-SP) Considere os sistemas apresentados a seguir:

- I. Creme de leite
- II. Maionese comercial
- III. Óleo de soja
- IV. Gasolina
- V. Poliestireno expandido

Destes, são classificados como sistemas coloidais

- A) apenas I e II.
- B) apenas I, II e III.
- C) apenas II e V.
- D) apenas I, II e V.
- E) apenas III e IV.

03. (CUSC-SP) Podemos definir coloides como misturas heterogêneas constituídas de pelo menos duas fases distintas: a dispersa (descontínua) e a dispersante (contínua). Espumas são exemplos de coloides. Considerando as espumas do sabão e a do travesseiro, assinale a alternativa correta.

- A) Nos dois casos a fase dispersa é líquida.
- B) Nos dois casos a fase dispersa é gasosa.
- C) Nos dois casos a fase dispersante é gasosa.
- D) Nos dois casos a fase dispersante é líquida.
- E) A espuma do travesseiro não é um coloide.

04. (Kes98) (Cesgranrio) Dispersões coloidais são sistema nos quais um ou mais componentes apresentam, pelo menos, uma de suas dimensões dentro do intervalo de 1 a 100 nanômetros, sendo sistemas heterogêneos compostos por um meio dispersante e um meio disperso. Outra propriedade dos coloides é que não se sedimentam, nem podem ser filtrados por filtração comum e dispersam fortemente a luz, pois as partículas dispersas tem tamanhos semelhantes ao comprimento de onda da luz visível.

Não é uma dispersão coloidal a(o)

- A) solução saturada de acetato de cálcio e etanol.
- B) fumaça emitida na queima da madeira.
- C) poliestireno expandido.
- D) óleo de soja.
- E) tiosulfato de sódio em solução de ácido clorídrico.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A obtenção de sistemas coloidais estáveis depende das interações entre as partículas dispersas e o meio onde se encontram. Em um sistema coloidal aquoso, cujas partículas são hidrofílicas, a adição de um solvente orgânico miscível em água, como etanol, desestabiliza o coloide, podendo ocorrer a agregação das partículas preliminarmente dispersas.

A desestabilização provocada pelo etanol ocorre porque

- A) a polaridade da água no sistema coloidal é reduzida.
- B) as cargas superficiais das partículas coloidais são diminuídas.
- C) as camadas de solvatação de água nas partículas são diminuídas.
- D) o processo de miscibilidade da água e do solvente libera calor para o meio.
- E) a intensidade dos movimentos brownianos das partículas coloidais é reduzida.

02. (Enem) O efeito Tyndall é um efeito óptico de turbidez provocado pelas partículas de uma dispersão coloidal. Foi observado pela primeira vez por Michael Faraday em 1857 e, posteriormente, investigado pelo físico inglês John Tyndall. Esse efeito é o que torna possível, por exemplo, observar as partículas de poeira suspensas no ar por meio de uma réstia de luz, observar gotículas de água que formam a neblina por meio do farol do carro ou, ainda, observar um feixe luminoso de uma lanterna por meio de um recipiente de gelatina.

REIS, M. *Completamente química: físico-química*. São Paulo: FTD, 2001 (Adaptação).

Ao passar por um meio contendo partículas dispersas, um feixe de luz sofre o efeito Tyndall devido

- A) à absorção do feixe de luz por esse meio.
- B) à interferência do feixe de luz nesse meio.
- C) à transmissão do feixe de luz nesse meio.
- D) à polarização do feixe de luz por esse meio.
- E) ao espalhamento do feixe nesse meio.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. E
- 03. C
- 04. A
- 05. A
- 06. D
- 07. D
- 08. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. D
- 03. B
- 04. D

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. E



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Biomoléculas: Carboidratos e Proteínas

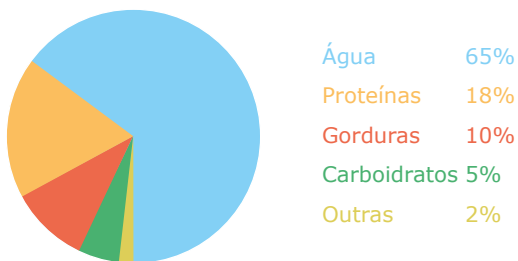
A Bioquímica é a parte da Química que estuda a base molecular da vida. Esse estudo tem como objetivo descobrir como milhares de biomoléculas diferentes interagem entre si para conferir aos organismos vivos as notáveis propriedades que lhes são características.

Neste módulo, serão apresentadas as biomoléculas, compostos químicos sintetizados por seres vivos e que participam de sua estrutura e funcionamento. Para tanto, o assunto será dividido em quatro tópicos:

- Carboidratos
- Aminoácidos e proteínas
- Ácidos nucleicos
- Lipídios

No entanto, é necessário iniciar esse estudo ressaltando a importância da água, uma vez que os organismos vivos são absolutamente dependentes dessa substância para sua sobrevivência. Mesmo não sendo uma substância orgânica, nos seres humanos, por exemplo, cerca de 65% da massa é constituída de água, visto que esse percentual varia com o metabolismo e com a idade.

A água é formada por moléculas fortemente polares, as quais interagem por meio de ligações de hidrogênio e cujo ângulo de ligação, HOH, é de 104,5° na fase líquida. Nos seres vivos, a água serve de meio para que muitas substâncias químicas presentes nas células se dissolvam. Além disso, a capacidade de ionizar-se permite a participação da água em reações ácido-base fundamentais para as funções das proteínas, ácidos nucleicos, entre outros.

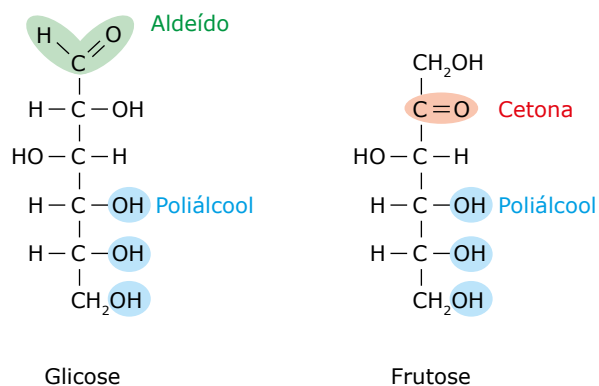


Disponível em: <http://www.ck.com.br/materias/78-bioeletricidade.html>. Acesso em: 30 maio 2011.

CARBOIDRATOS

Carboidratos, glicídeos ou sacarídeos são as biomoléculas mais abundantes na Terra. Suas funções são as mais variadas, incluindo reserva energética animal (glicogênio) e vegetal (amido); composição de parede celular (celulose); esqueleto estrutural de DNA e RNA (pentoses); entre outras.

Os carboidratos constituem a principal fonte de energia de uma dieta humana. Trata-se de aldoses (aldeídos) ou cetoses (cetonas) poli-hidroxiladas, ou compostos que, por hidrólise, formam essas substâncias.



Os sacarídeos são classificados de acordo com o número de unidades monoméricas que os constituem.

- **Monossacarídeos:** São as unidades básicas da estrutura e apresentam fórmula geral $(\text{CH}_2\text{O})_n$, sendo que n varia de 3 a 9.
- **Oligossacarídeos:** São polímeros com 2 a 20 monossacarídeos.
- **Polissacarídeos:** São polímeros com 20 ou mais monossacarídeos.

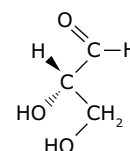
Monossacarídeos

Os monossacarídeos são compostos sólidos, muito solúveis em água. Os mais simples conhecidos são as trioses, ou seja, aqueles formados por 3 átomos de carbono.



Di-hidroxiacetona (cetose)

D-gliceraldeído (aldose)



L-gliceraldeído (aldose)

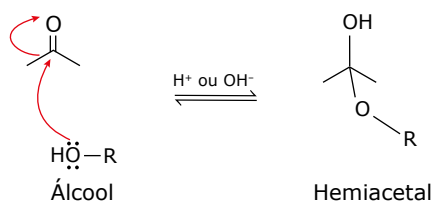
As duas aldoses representadas anteriormente diferem entre si pela orientação espacial dos grupos ligados ao carbono dois; portanto, constituem um par de enantiômeros.

Os símbolos D e L referem-se à configuração absoluta do carbono assimétrico mais distante do grupamento carbonila. Dessa forma, quando a hidroxila ligada a esse carbono assimétrico estiver para a direita, o isômero será D; quando estiver para a esquerda, será L. Em organismos vivos, observa-se que a configuração D é mais abundante.

As tetroses, pentoses, hexoses e heptoses são sacarídeos, contendo, respectivamente, 4, 5, 6 e 7 átomos de carbono. Nestes, há mais de um carbono assimétrico, de forma que eles podem existir como diastereoisômeros, ou seja, isômeros que não são imagens especulares.

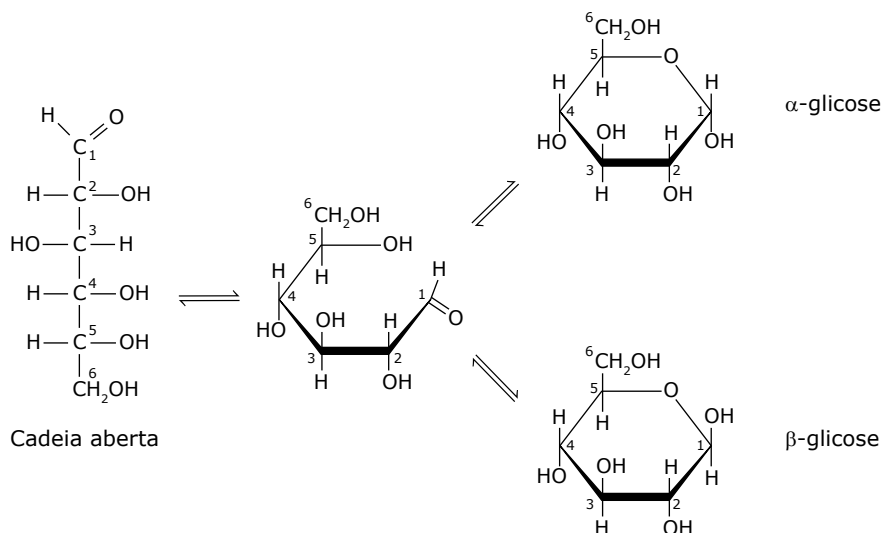
Tetrose	Pentose		Hexose		
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{D-eritrose} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{D-ribulose} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{D-ribose} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{D-frutose} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{D-glicose} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{D-galactose} \end{array}$

Os monossacarídeos de 5 ou 6 carbonos, quando em solução, predominam na forma cíclica. Isso ocorre porque, em geral, um grupo carbonila (aldeído ou cetona) pode reagir com um álcool, formando um hemiacetal.

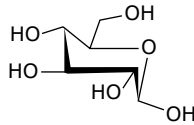


Nas pentoses e hexoses, que apresentam tanto o grupo carbonila como a hidroxila, ocorre uma reação intramolecular.

Ciclização da D-glicose

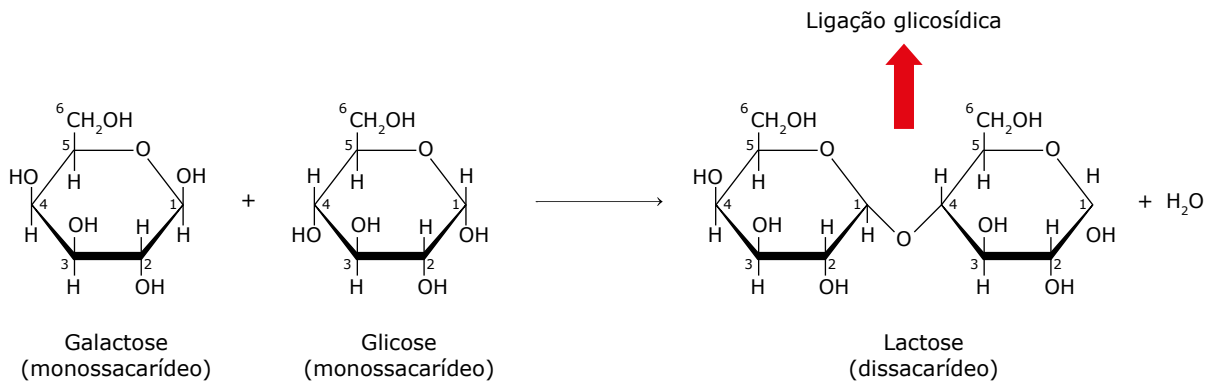


Observe que, na ciclização, um novo centro assimétrico é criado em torno do carbono 1 da forma aberta. Isso leva à formação de 2 isômeros: α -glicose e β -glicose. Uma mistura em equilíbrio da glicose, em condições ambiente, contém, aproximadamente, 1/3 da forma α e 2/3 da forma β . O percentual encontrado na forma aberta não atinge 1%. Lembre-se de que anéis hexagonais não são planos, e a forma mais estável para compostos que formam ciclos de 6 átomos ligados por ligações covalentes simples é a cadeira.



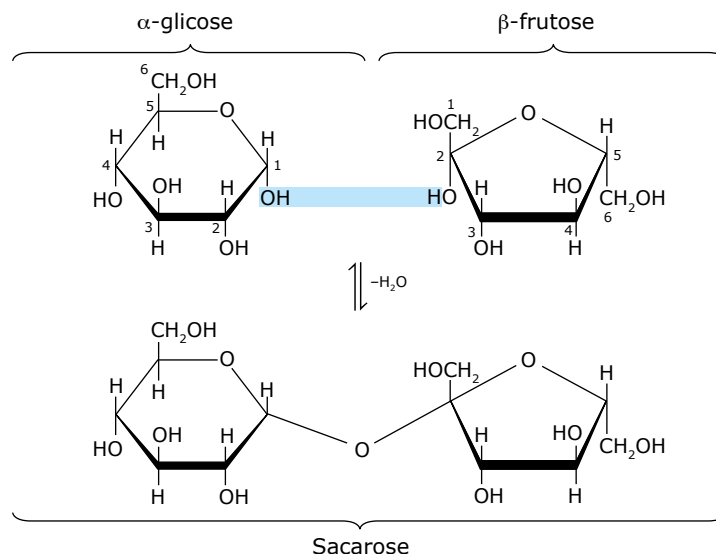
Dissacarídeos

Um dissacarídeo é formado quando dois monossacarídeos se ligam, formando uma ligação glicosídica.



Os dissacarídeos também são sólidos muito solúveis em água e pouco solúveis em solventes orgânicos. Os três dissacarídeos mais abundantes são sacarose, lactose e maltose. A lactose, constituída de uma molécula de glicose ligada a uma de galactose, é o açúcar presente no leite dos mamíferos, o qual não apresenta sabor adocicado. Já a maltose é constituída pela ligação de duas moléculas de glicose.

A sacarose é o açúcar da cana ou da beterraba. Trata-se de um sólido branco e cristalino, muito solúvel em água, formado pela ligação glicosídica entre uma α -glicose e uma β -frutose. No Brasil, é obtido a partir da cana-de-açúcar e, devido ao seu sabor adocicado, é usado para adoçar bebidas e alimentos.

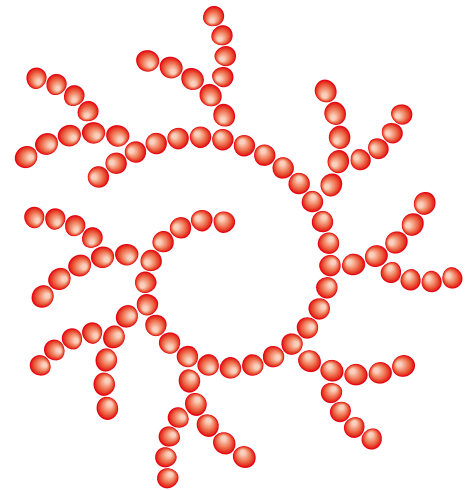
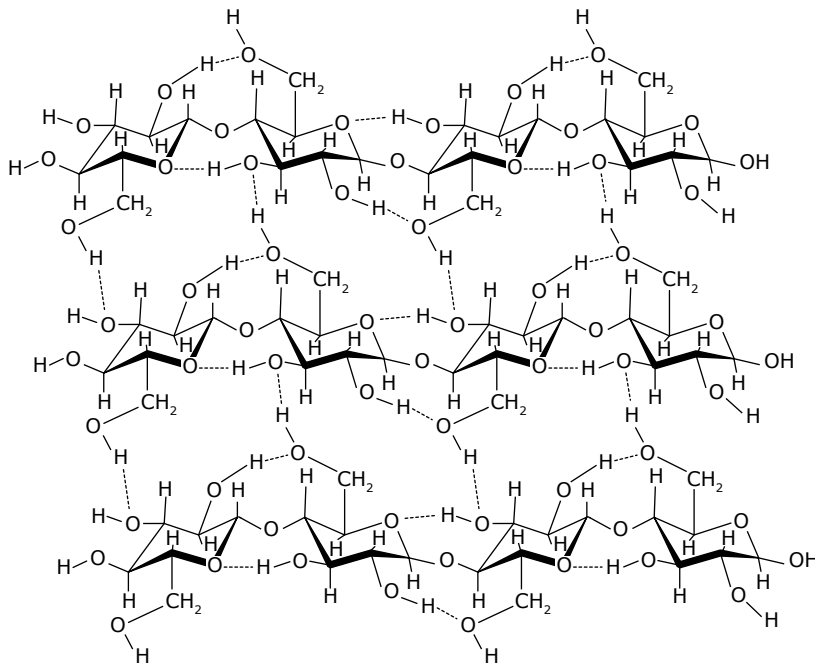


Polissacarídeos

Os polissacarídeos são formados por 20 ou mais monossacarídeos iguais ou não. Ao contrário dos monossacarídeos e dos dissacarídeos, não são muito solúveis em água, embora sejam capazes de interagir com ela.

Entre os polissacarídeos, destacam-se o glicogênio, o amido e a celulose. O glicogênio e o amido constituem as reservas energéticas animal e vegetal, respectivamente. Já a celulose é o componente estrutural de diversos vegetais.

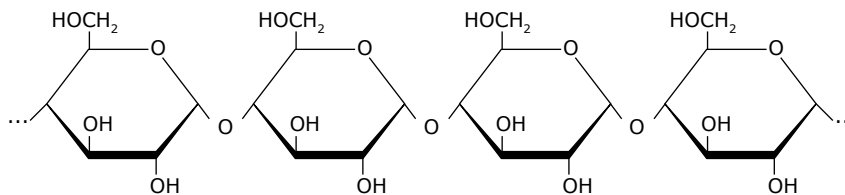
O glicogênio encontra-se no fígado e nos músculos esqueléticos. Trata-se de uma longa cadeia polimérica ramificada formada por α -D-glicose.



Glicogênio

A presença do grande número de ramificações permite que as unidades (glicose) sejam mais facilmente mobilizáveis, além de diminuir a pressão osmótica nos organismos animais.

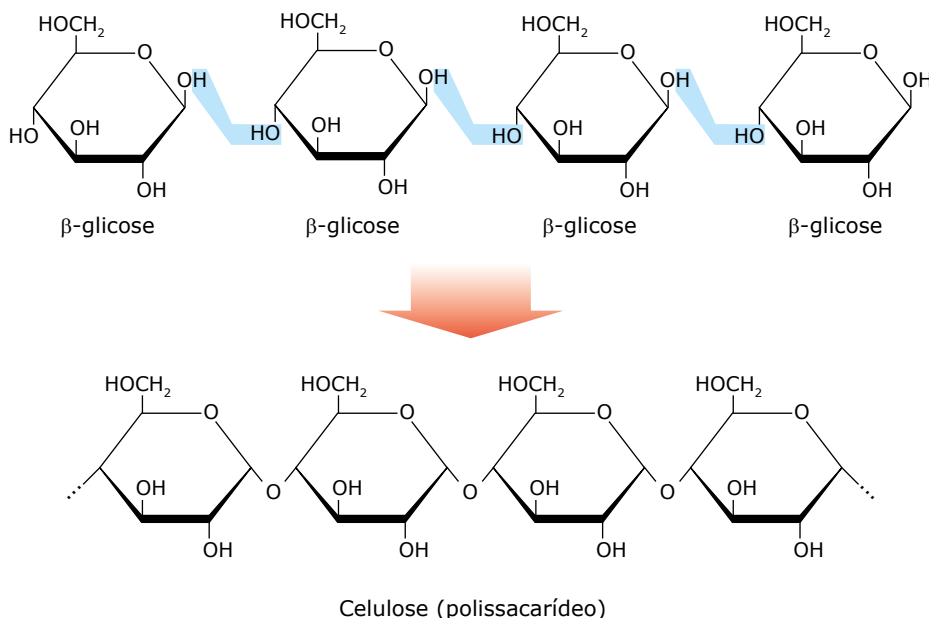
O amido também é um polímero da α -D-glicose, no entanto, a cadeia polimérica dessa substância pode ser ramificada (amilopectina) ou sem ramificações (amilose).



Amido (polissacarídeo)

A celulose é um polímero não ramificado formado pela β -D-glicose. Seu papel não é energético, e sim estrutural. Estima-se que 50% da matéria orgânica corresponda à celulose. A conformação β da glicose permite a formação de cadeias retilíneas muito longas, o que gera uma hélice oca, excelente para a constituição de fibras.

Os mamíferos não possuem celulasas, enzimas responsáveis pela degradação da celulose. Na alimentação humana, a celulose está relacionada às fibras que se agregam ao bolo fecal, facilitando sua movimentação ao longo do intestino, o que explica a importância da ingestão de folhas, como alface, couve, entre outras.



Formação de carboidratos

Assista ao vídeo "Formação de carboidratos" para saber mais sobre essas biomoléculas, suas unidades mais simples e as reações de formação dos polissacarídeos. Bons estudos!

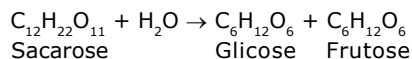


SX9I

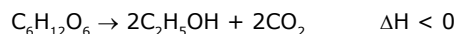
Fermentação

Os carboidratos podem sofrer diversas reações químicas. Um exemplo que merece destaque é o da fermentação, que permite a obtenção de energia a partir das moléculas de glicose. Essa reação é utilizada na fabricação de bebidas, de pães, entre outros.

No Brasil, o etanol ou álcool etílico é obtido pela fermentação da cana-de-açúcar. A primeira fase do processo consiste na hidrólise da sacarose.



Em seguida, micro-organismos convertem monossacarídeos em etanol.

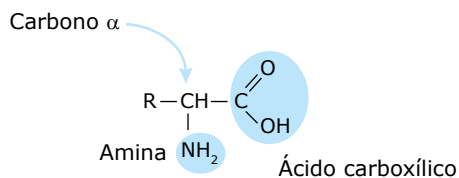


O álcool obtido se encontra misturado com diversas outras substâncias, sendo, então, necessária a destilação fracionada para obtê-lo com maior grau de pureza. A mistura entre o álcool e a água (96% de etanol e 4% de água), obtida após a destilação, é azeotrópica. Caso seja necessária a obtenção de álcool anidro, devemos reagir o azeótropo com óxido de cálcio. Este reage com a água, formando hidróxido de cálcio, insolúvel em etanol.

AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS

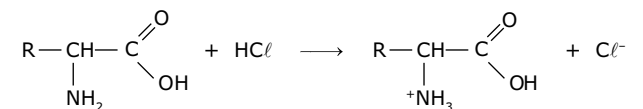
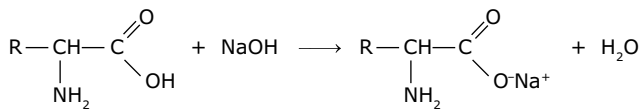
Aminoácidos

Aminoácidos são compostos orgânicos de função mista – amina e ácido carboxílico. Mais de 300 aminoácidos diferentes já foram encontrados na natureza, porém, somente 20 são comumente encontrados nos organismos dos mamíferos. Neles, o grupamento amino se encontra em um carbono vizinho ao grupo carboxila, sendo denominado, então, α-aminoácido.

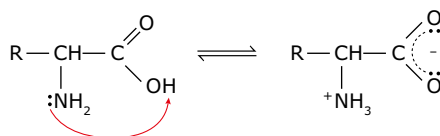


Os aminoácidos diferem entre si pela cadeia lateral, denominada R. Todos, exceto a glicina, na qual a cadeia lateral é formada por apenas um átomo de hidrogênio, apresentam o carbono α assimétrico, sendo, naturalmente, levógiros.

O grupamento amina apresenta caráter básico, enquanto o grupamento carboxila, caráter ácido. Dessa forma, os aminoácidos apresentam caráter anfótero.



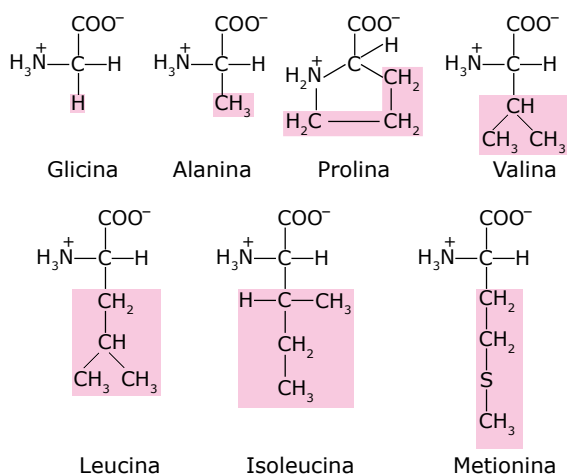
E também podem se autoionizar em



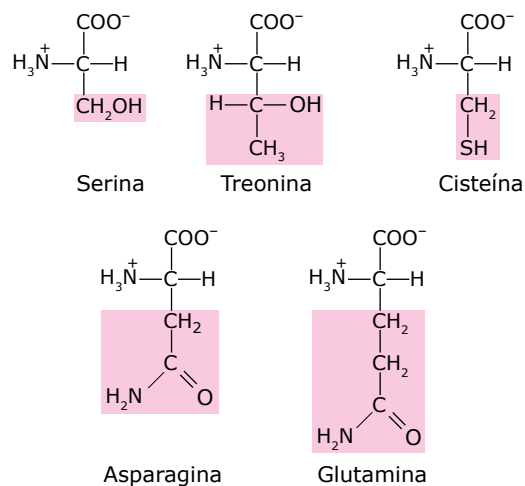
O pK_a da carboxila α varia entre 1,8 e 2,5, enquanto o do grupamento amina, entre 8,7 e 10,7. Em pH fisiológico (7,4), a amina α encontra-se protonada, enquanto a carboxila encontra-se desprotonada. Como consequência, ocorre a separação de cargas da molécula, o que caracteriza uma espécie dipolar (efeito zwitteriônico).

As cadeias laterais dos aminoácidos também são de suma importância, afinal, elas podem interagir entre si e com a água. Alguns aminoácidos, tais como a leucina ou a fenilalanina, apresentam cadeias laterais apolares. Outros, como a serina ou cisteína, já apresentam cadeias laterais polares. Há também aminoácidos que apresentam comportamento básico, como a lisina, ou ácido, como o aspartato. A seguir, é mostrada a estrutura dos 20 aminoácidos presentes no organismo dos mamíferos.

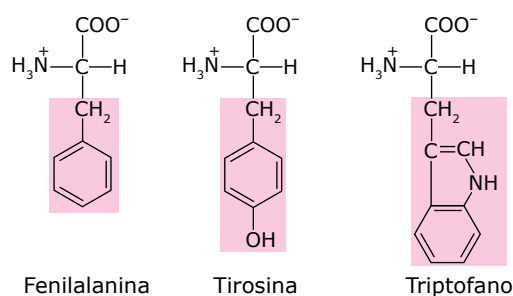
Grupos R não polares e alifáticos



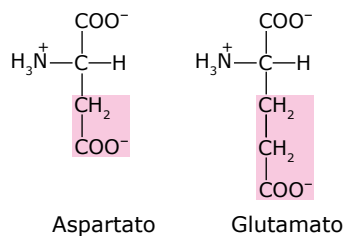
Grupos R não carregados, mas polares



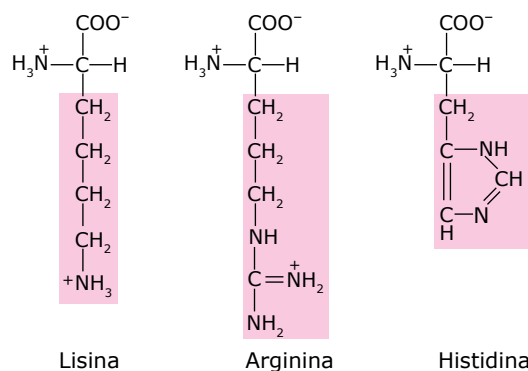
Grupos R aromáticos



Grupos R carregados negativamente



Grupos R carregados positivamente



Mas por que falar dos aminoácidos? Qual a importância deles nos organismos vivos?

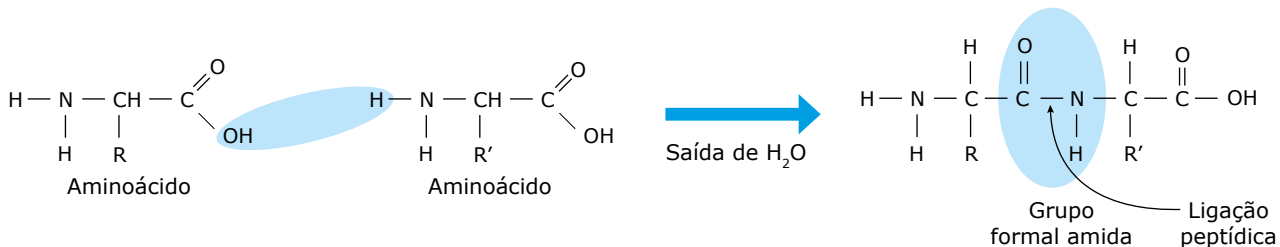
A resposta é muito simples. Eles são os formadores das proteínas.

Proteínas

A palavra proteína deriva do grego *proteios*, que significa primeiro ou primário. Trata-se de polímeros de aminoácidos com amplas funções biológicas, por exemplo:

- são catalisadores bioquímicos (amilase);
- fazem o transporte de substâncias até as células (hemoglobina);
- apoiam a estrutura das células (colágeno);
- auxiliam a produção hormonal (insulina);
- exercem função protetora (protrombina).

Na formação das proteínas, ocorre a condensação da carboxila α de um aminoácido com a amina α de outro.



Observe que ocorre a formação de uma ligação covalente, denominada ligação peptídica, com formação de uma amida secundária. Nessa nova estrutura, os grupamentos carboxila e amina das extremidades opostas são denominados, respectivamente, carboxila terminal e amina terminal. Esses grupamentos ainda podem ser protonados ou desprotonados, conforme o pH do meio.

Quando apenas dois aminoácidos se ligam, fala-se que ocorreu a formação de um dipeptídeo. Nas proteínas, tem-se um polipeptídeo.



Formação de proteínas

Nesse vídeo, você poderá ver como é o mecanismo de reação da formação de uma proteína e a sua estrutura tridimensional, resultante das interações intermoleculares entre os aminoácidos. Bons estudos!



KE6R

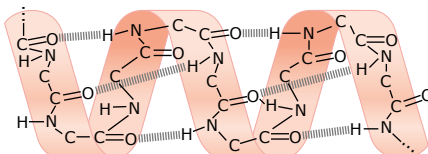
Estrutura das proteínas

A sequência dos aminoácidos em uma proteína é denominada estrutura primária. É a partir dela que o organismo extrai as informações necessárias para gerar uma macromolécula proteica.



Pequeno fragmento da estrutura primária de uma proteína.

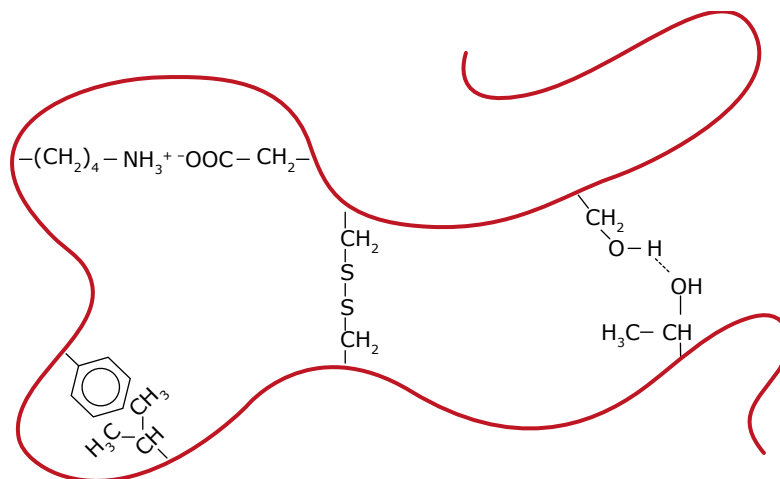
O esqueleto de uma proteína assume um arranjo regular denominado estrutura secundária. A estrutura mais comum é a alfa-hélice, que consiste em uma estrutura espiral na qual os hidrogênios dos carbonos α , assim como o grupamento R, estão fora do plano que contém o grupamento amida da ligação peptídica.



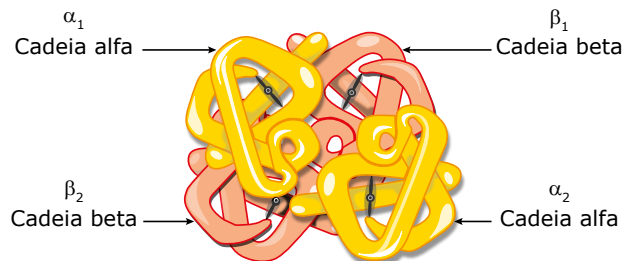
Alfa-hélice

Observe que a estrutura é mantida por várias ligações de hidrogênio entre o oxigênio da carbonila e o hidrogênio da amida.

As cadeias laterais em uma proteína também podem interagir entre si. O arranjo tridimensional proveniente de tais interações é denominado estrutura terciária de uma proteína. Nele, os grupamentos apolares, denominados hidrofóbicos, orientam-se para o interior da proteína, enquanto os grupamentos polares ionizados ou não, denominados hidrofílicos, orientam-se para fora da estrutura global. Observe que é a estrutura primária que determina a terciária.



Muitas proteínas são formadas exclusivamente por uma cadeia polipeptídica. Tais proteínas são denominadas monoméricas. Várias outras são constituídas de duas ou mais cadeias polipeptídicas iguais ou não, interagindo por meio de ligações não covalentes. O arranjo resultante é denominado estrutura quaternária de uma proteína. Nesta, cada uma das subunidades pode funcionar independentemente ou cooperativamente, como ocorre com a hemoglobina.



Esquema mostrando a estrutura quaternária da hemoglobina humana.

Desnaturação e caracterização das proteínas

Ao submeter uma proteína ao aquecimento, aos solventes orgânicos, à agitação mecânica, entre outros, as interações existentes em sua estrutura tridimensional são, pelo menos em parte, rompidas. Fala-se, então, que ocorreu a desnaturação proteica, que culmina na perda da atividade de tal proteína.

Se o objetivo for a identificação dos aminoácidos que compõem a proteína, deve-se fazer a clivagem ácida. Esta consiste na ruptura das ligações peptídicas, liberando os aminoácidos individuais, que serão separados em uma coluna cromatográfica e posteriormente identificados.

Ação enzimática das proteínas

As reações biológicas seriam excessivamente lentas na ausência de enzimas, mas, na presença destas, a velocidade das reações pode aumentar em até 10^6 vezes.

As enzimas são altamente específicas e catalisam processos biológicos graças a sítios ativos que permitem a formação de complexos ativados menos energéticos.

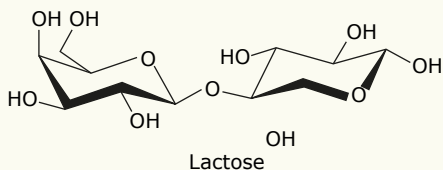


Como a forma tridimensional de uma enzima, isto é, seu sítio ativo, é mantida por interações relativamente fracas, o aquecimento não é desejável, o que justifica o grande perigo de febres muito altas. O pH também influencia sensivelmente a atuação de uma enzima. Anteriormente, mostramos que a cadeia lateral de um aminoácido pode apresentar grupamentos ácidos e / ou básicos. Assim, conforme o pH do meio tais grupos podem estar protonados ou desprotonados, de forma que haverá alterações na estrutura tridimensional e, portanto, na ação enzimática.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (PUC RS) Analise a fórmula e o texto a seguir, que contém lacunas.

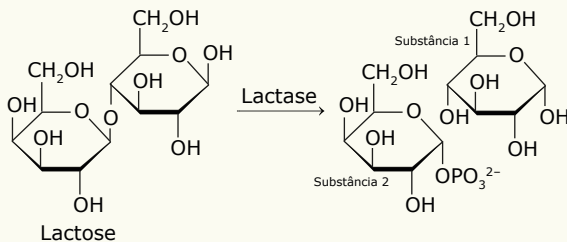


A lactose é um _____ encontrado em diversos tipos de leite e, junto com as gorduras, é uma das fontes de energia para filhotes de mamíferos. A estrutura dessa molécula apresenta numerosos grupos funcionais característicos dos _____, que conferem a ela boa solubilidade em água. A digestão da lactose exige uma enzima específica, a lactase, que normalmente os filhotes de mamíferos possuem, mas não os adultos. A lactase é uma proteína que age como _____, acelerando a reação de quebra da molécula da lactose. A falta dessa enzima no organismo origina a intolerância à lactose, que acomete parte da população.

Assinale a alternativa com as palavras que preenchem corretamente as lacunas.

- A) carboidrato – álcoois – catalisador
- B) carboidrato – fenóis – regulador de pH
- C) carboidrato – ésteres – aminoácido
- D) ácido graxo – álcoois – inibidor de reação
- E) ácido graxo – fenóis – solvente

02. (FAMERP-SP-2019) A remoção da lactose de leite e derivados, necessária para que pessoas com intolerância a essa substância possam consumir esses produtos, é feita pela adição da enzima lactase no leite, que quebra a molécula de lactose, formando duas moléculas menores, conforme a equação:



As substâncias 1 e 2 produzidas na quebra da lactose pertencem ao grupo de moléculas conhecidas como

- A) glicérides.
- B) lipídios.
- C) polímeros.
- D) aminoácidos.
- E) glicídios.

03. (UEPG-PR) Com relação aos glicídios, assinale o que for correto.

- 01. A celulose é um glicídio formado por moléculas de glicose e frutose.
- 02. São compostos de função mista do tipo poliálcool-aldeído ou poliálcool-cetona.

04. Também podem ser denominados de hidratos de carbono, pois muitos desses compostos obedecem à fórmula geral $C_x(H_2O)_y$.

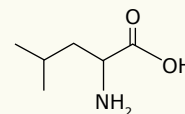
08. A sacarose e o amido são exemplos de glicídios naturais.

Soma ()

04. (UFG-GO) Os aminoácidos são substâncias de caráter anfótero devido à presença de grupos $-NH_2$ e $-COOH$. Quando dois aminoácidos reagem entre si, ocorre a formação de um dipeptídeo com eliminação de água. Desse modo, o grupo funcional presente na ligação peptídica é

- A) um fenol.
- B) uma amida.
- C) um éster.
- D) uma amina.
- E) um ácido carboxílico.

05. (Uncisal) Os aminoácidos constituem as unidades básicas para formação de diferentes proteínas. A estrutura geral dos aminoácidos envolve um grupo amina e um grupo carboxila, ambos ligados ao carbono alfa. Para exemplificar, a seguir é apresentada a estrutura do aminoácido leucina.



Qual a classificação da leucina quanto ao seu comportamento ácido-base em solução?

- A) Anfiprótico
- B) Óxido
- C) Ácido
- D) Base
- E) Sal

06. (EBMSP-2023) Um projeto de pesquisa da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública tem como objetivo testar a hipótese de que o uso contínuo de contraceptivo injetável (C) altera os níveis de proteína C reativa e lipoproteína de baixa densidade – oxidada de mulheres aparentemente saudáveis.

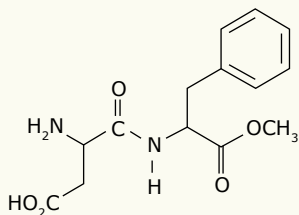
MUNIZ, D. L.; SANTOS, P. A.; BARBOSA, J. S.; LEITE, J. M.; PETTO J. Protocolo de estudo para comparar a influência do uso de contraceptivo injetável nos níveis de proteína C reativa e lipoproteína de baixa densidade oxidada, *J Evid-Based Healthc*, 2022.

Com relação à estrutura e às propriedades das proteínas e considerando que a medroxiprogesterona, $C_{22}H_{32}O_3$, é uma substância química utilizada na produção de contraceptivos hormonais, é correto afirmar:

- A) A fórmula mínima da medroxiprogesterona é formada por 11 átomos de carbono e 16 átomos de hidrogênio.
- B) A oxidação de uma proteína implica o recebimento de elétrons por átomos de carbono presentes na molécula deste composto.
- C) A hidrólise de uma proteína leva à formação de compostos químicos das classes funcionais dos aldeídos e das cetonas.
- D) As proteínas são estruturas poliméricas obtidas a partir da interação entre o nitrogênio do grupo amida e a hidroxila da carboxila.
- E) As ligações peptídicas das proteínas são formadas entre o nitrogênio originário do grupo amina e o carbono do grupo carbonila.



07. (UFRGS-RS) Observe a seguir a estrutura do aspartame, um composto usado como adoçante.



Aspartame

Considere as seguintes afirmações sobre esse composto.

- I. Por ser um adoçante, o aspartame é considerado um glicídio.
- II. Por possuir ligação peptídica, o aspartame pode ser classificado como proteína.
- III. Um dos aminoácidos que origina o aspartame apresenta fórmula $\text{HO}_2\text{CCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CO}_2\text{H}$.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) Apenas I e III.

08. (UERJ) Na presença de certos solventes, as proteínas sofrem alterações tanto em sua estrutura espacial quanto em suas propriedades biológicas. No entanto, com a remoção do solvente, voltam a assumir sua conformação e propriedades originais.

Essas características mostram que a conformação espacial das proteínas depende do seguinte tipo de estrutura de suas moléculas:

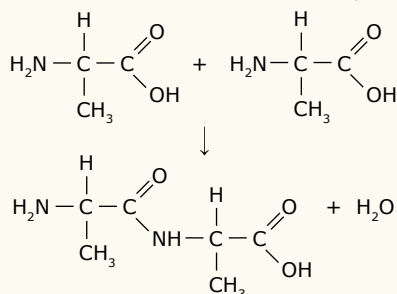
- A) Primária
- B) Secundária
- C) Terciária
- D) Quaternária

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Mackenzie-SP) O pesquisador Roger D. Kornberg, da Universidade de Stanford, na Califórnia (EUA), conquistou o prêmio Nobel de Química 2006 por seus estudos sobre como a informação armazenada nos genes é copiada e transferida para a região das células em que as proteínas são produzidas. Segundo informa o próprio site do prêmio, Kornberg foi o primeiro a esquematizar o funcionamento desse processo molecular em organismos eucariotes.

FOLHA DE S.PAULO, 4 out. 2006.



As proteínas são polímeros naturais formados por uma série de aminoácidos unidos por intermédio de uma ligação química que ocorre entre o grupo carboxila de um aminoácido e o grupo amino de outro. Considerando o processo equacionado anteriormente, a reação de polimerização e o nome da ligação química que ocorre entre esses aminoácidos são, respectivamente,

- A) reação de adição e ligação peptídica.
- B) reação de condensação e ligação amina.
- C) reação de adição e ligação amina.
- D) reação de adição e ligação amida.
- E) reação de condensação e ligação peptídica.

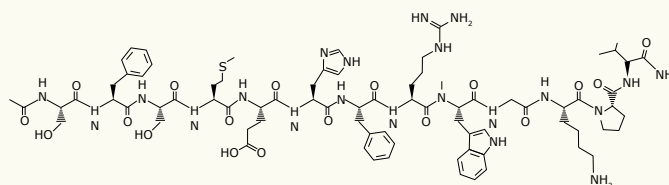
02. (PUC-Campinas-SP) O glúten é formado pelas proteínas gliadina e glutenina, que se encontram naturalmente na semente de muitos cereais, como trigo, cevada, centeio e aveia. A formação das proteínas depende da união dos aminoácidos por meio de ligações do tipo

- A) glicosídicas.
- B) peptídicas.
- C) fenólicas.
- D) aromáticas.
- E) lipídicas.

03. (UEA-AM) As proteínas são polímeros naturais resultantes da união de moléculas de _____, por meio de ligações _____. A cada dois monômeros que se unem, há eliminação de uma molécula de _____. Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do texto.

- A) aminoácidos – peptídicas – água
- B) aminoácidos – peptídicas – gás carbônico
- C) aminoácidos – iônicas – água
- D) glicose – covalentes – água
- E) glicose – iônicas – gás carbônico

04. (UFGD-MG-2022) A afamelanotide (Scenesse™) é um peptídeo sintético aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) em 2019, sendo usado por pessoas portadoras da protoporfíria eritropoiética para prevenir danos na pele por exposição ao Sol.



Afamelanotide (Scenesse™)

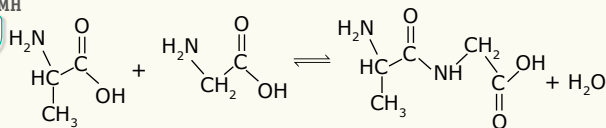
Disponível em: <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-treatment-increase-pain-free-light-exposure-patients-rare-disorder>. Acesso em: 25 out. 2021.

Com base na estrutura molecular do afamelanotide (Scenesse™), qual a quantidade correta de aminoácidos que a compõe?

- A) 10 aminoácidos.
- B) 11 aminoácidos.
- C) 12 aminoácidos.
- D) 13 aminoácidos.
- E) 14 aminoácidos.

05. (Unit-SE-2019)

PLMH



Alanina

Glicina

Dipeptídeo alanilglicina

A equação em destaque representa a formação do dipeptídeo Alanilglicina. As proteínas, comumente denominadas polímeros de aminoácidos, desempenham um papel fundamental em quase todos os sistemas biológicos. Haja vista a variedade de funções exercidas por esses polímeros naturais, a composição química e a estrutura de seus constituintes são fundamentais para tal. O primeiro passo para a síntese de uma proteína é a reação entre dois aminoácidos, que são ligados por meio de uma ligação simples C-N denominada ligação peptídica, para formação de um dipeptídeo. Sobre a reação e o dipeptídeo em questão, analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F as falsas.

- () No dipeptídeo, estão presentes os grupos funcionais das aminas, amidas e ácidos carboxílicos.
- () As cadeias dos aminoácidos e do dipeptídeo são aberta, heterogênea e saturada.
- () As proteínas são formadas pela reação de condensação de aminoácidos.
- () Em uma reação ácido-base em meio biológico, os aminoácidos podem atuar apenas como ácidos de Brønsted-Lowry.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a:

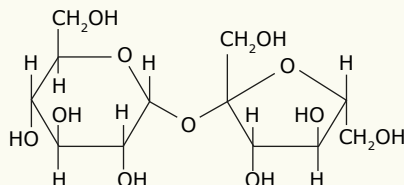
- A) V F F V C) V F V F E) F V V F
 B) V V F F D) F V F V

06.

RGHL



(UCS-RS) Uma pesquisa, divulgada em agosto deste ano pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelou que aproximadamente um terço das crianças brasileiras com menos de 2 anos toma refrigerante ou suco artificial. De acordo com a Sociedade Brasileira de Pediatria, os refrigerantes e os sucos artificiais são ricos em açúcares e contraindicados para crianças nessa faixa etária. Atualmente, a obesidade infantil é um problema mundial e o Brasil não foge à regra. O consumo em excesso dessas bebidas pode levar ao diabetes na adolescência e na fase adulta. Uma das principais substâncias químicas encontradas nessas bebidas é a sacarose, cuja estrutura química encontra-se representada a seguir.



Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/08/1671619-quase-13-das-criancascommenos-de-2-anos-bebem-refrigerante-aponta-ibge.shtml>. Acesso em: 20 ago. 15 (Adaptação).

Em relação à sacarose, considere as proposições a seguir.

- I. É um açúcar redutor, de fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$, que não pode ser hidrolisado por soluções ácidas diluídas.

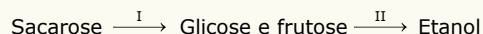
II. É solúvel em água, devido ao rompimento da ligação entre as unidades de glicose e frutose.

III. É um dissacarídeo, de caráter polar, e que apresenta na sua estrutura apenas átomos de carbono hibridizados na forma sp^3 .

Das proposições anteriores,

- A) apenas I está correta.
- B) apenas II está correta.
- C) apenas III está correta.
- D) apenas I e II estão corretas.
- E) apenas II e III estão corretas.

07. (UEPG-PR) O esquema a seguir representa uma possível forma de se obter etanol. Com relação a esse processo, assinale o que for correto.



- 01. A celulose não pode ser utilizada como fonte de etanol.
 - 02. A transformação II representa uma fermentação.
 - 04. A transformação II só ocorre em presença de oxigênio (O_2).
 - 08. A transformação I representa uma reação de hidrólise.
- Soma ()

08. (UECE) O pão nosso de cada dia surgiu na Mesopotâmia há cerca de seis mil anos. Na sua composição atual ele contém farinha de trigo e fermento que garantem a presença de carboidratos, proteínas, minerais diversos, ferro, etc. Considerando os seus conhecimentos de química, marque a afirmação verdadeira.

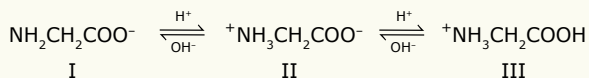
- A) Pentoses são carboidratos polissacarídeos, de 5 carbonos, que entram na composição química dos ácidos nucleicos.
- B) As proteínas sofrem desnaturação ocorrendo o rompimento de ligações da cadeia polipeptídica, perdendo-se a sequência de aminoácidos que a caracterizam.
- C) Os carboidratos formam uma classe de compostos orgânicos que incluem açúcares, amido e celulose.
- D) A desnaturação é um processo, geralmente irreversível, que consiste na transformação de uma proteína em lipídios e gliceróis.

09. (CMMG) As proteínas, formadas pela união de aminoácidos, são componentes químicos fundamentais na fisiologia e na estrutura celular dos organismos. Qual das seguintes afirmações sobre as proteínas está correta?

- A) A estabilidade da estrutura quaternária nas proteínas acontece, principalmente, devido a ligações covalentes entre as suas subunidades.
- B) A informação requerida para o enovelamento correto de uma proteína está contida na sequência específica de aminoácidos ao longo da cadeia polipeptídica.
- C) A formação de uma ponte dissulfeto em uma proteína requer que os dois resíduos de cisteína participantes sejam adjacentes um ao outro, na sequência primária da proteína.
- D) A anemia falciforme, causada por deficiências nutricionais, é atribuída ao rompimento das hemácias, em função da desnaturação da molécula proteica de hemoglobina, em decorrência do aumento da temperatura corporal.



(UFMG) Os aminoácidos têm caráter anfótero, pois suas moléculas apresentam um grupo ácido, $-\text{COOH}$, e um grupo básico, $-\text{NH}_2$. Dependendo da acidez do meio, várias espécies podem coexistir, como mostrado nos equilíbrios para o aminoácido glicina:



- Indique as espécies – I, II ou III – que predominam em meio fortemente ácido ou fortemente básico.
- Com base nos equilíbrios apresentados, indique
 - o grupo que é mais ácido, $-\text{NH}_3^+$ ou $-\text{COOH}$.
 - o grupo que é mais básico, $-\text{NH}_2$ ou $-\text{COO}^-$.
- Sabe-se que, entre as espécies presentes em qualquer pH, não se encontra a espécie neutra, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, porque ela se converte em uma das outras três – I, II, III.

Em pH neutro, essa espécie transforma-se na espécie II. Justifique essa transformação.

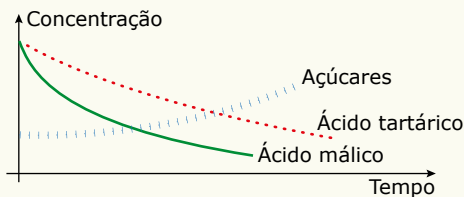
SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem–2022) Em uma aula prática de bioquímica, para medir a atividade catalítica da enzima catalase, foram realizados seis ensaios independentes, nas mesmas condições, variando-se apenas a temperatura. A catalase decompõe o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), produzindo água e oxigênio. Os resultados dos ensaios estão apresentados no quadro.

Ensaio	Temperatura (°C)	Resultado
		Descomposição de H_2O_2 ($\frac{10^{-12} \text{ mol}}{\text{min}}$)
1	10	8,0
2	15	10,5
3	20	9,5
4	25	5,0
5	30	3,6
6	35	3,1

Os diferentes resultados dos ensaios justificam-se pelo(a)

- variação do pH do meio.
 - aumento da energia de ativação.
 - consumo da enzima durante o ensaio.
 - diminuição da concentração do substrato.
 - modificação da estrutura tridimensional da enzima.
- 02.** (Enem) As características dos vinhos dependem do grau de maturação das uvas nas parreiras, porque as concentrações de diversas substâncias da composição das uvas variam à medida que as uvas vão amadurecendo. O gráfico a seguir mostra a variação da concentração de três substâncias presentes em uvas, em função do tempo.



O teor alcoólico do vinho deve-se à fermentação dos açúcares do suco da uva. Por sua vez, a acidez do vinho produzido é proporcional à concentração dos ácidos tartárico e málico. Considerando-se as diferentes características desejadas, as uvas podem ser colhidas

- mais cedo, para a obtenção de vinhos menos ácidos e menos alcoólicos.
- mais cedo, para a obtenção de vinhos mais ácidos e mais alcoólicos.
- mais tarde, para a obtenção de vinhos mais alcoólicos e menos ácidos.
- mais cedo e ser fermentadas por mais tempo, para a obtenção de vinhos mais alcoólicos.
- mais tarde e ser fermentadas por menos tempo, para a obtenção de vinhos menos alcoólicos.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. E
- 03. Soma = 14
- 04. B

- 05. A
- 06. E
- 07. C
- 08. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. B
- 03. A
- 04. D
- 05. C

- 06. C
- 07. Soma = 10
- 08. C
- 09. B

- 10. 1. Ácido: III
Básico: I
- 2. A) $-\text{COOH}$
B) $-\text{NH}_2$
- 3. Como o pK_a da carboxila varia entre 1,8 e 2,5, enquanto o do grupamento amina entre 8,7 e 10,7 em pH neutro, a amina encontra-se protonada ($-\text{NH}_3^+$) e a carboxila encontra-se desprotonada ($-\text{COO}^-$).

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. C

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

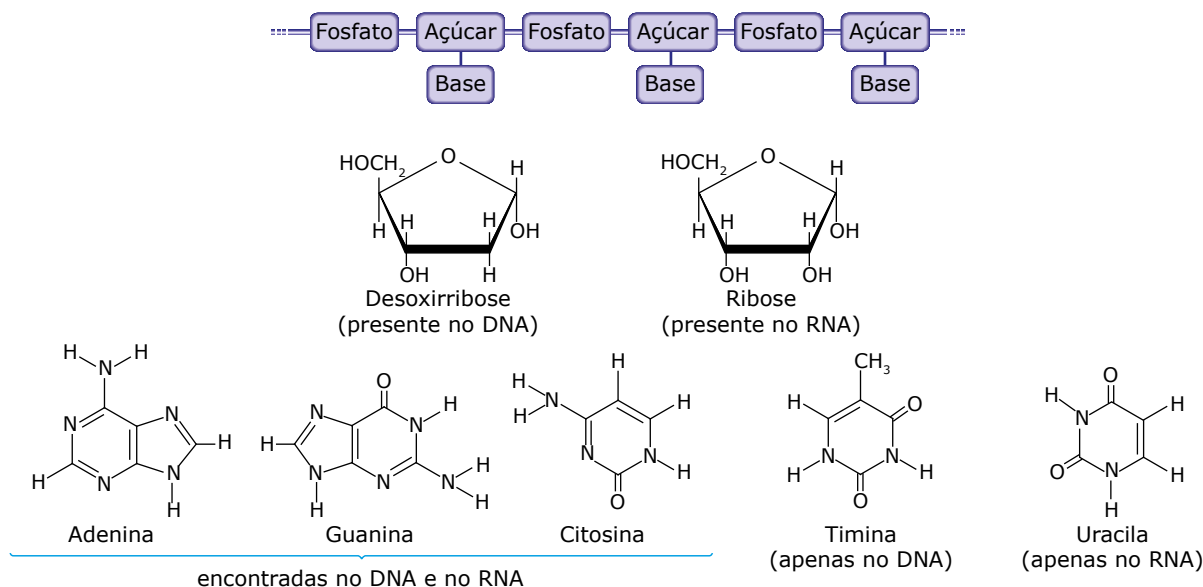
Biomoléculas: Ácidos Nucleicos e Lipídios

ÁCIDOS NUCLEICOS

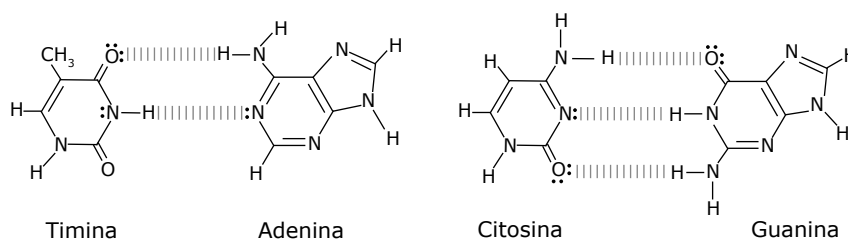
Os ácidos nucleicos são biomoléculas transportadoras das informações genéticas do organismo. O DNA, ácido desoxirribonucleico, é o responsável pelo armazenamento codificado das informações genéticas que caracterizam um indivíduo. Já o RNA, ácido ribonucleico, é o responsável pela execução dessas informações e está diretamente relacionado à síntese de proteínas.

Estrutura dos ácidos nucleicos

Os ácidos nucleicos são formados por nucleotídeos. Estes são formados por uma pentose, uma base nitrogenada e um grupo fosfato. No DNA, a pentose é uma desoxirribose, e, no RNA, é uma ribose. As bases nitrogenadas podem ser de cinco tipos, sendo que adenina, guanina e citosina podem ser encontradas tanto no RNA quanto no DNA. Já a timina é encontrada apenas no DNA, e a uracila, apenas no RNA. O sacarídeo e a base nitrogenada se encontram unidos por uma ligação glicosídica.

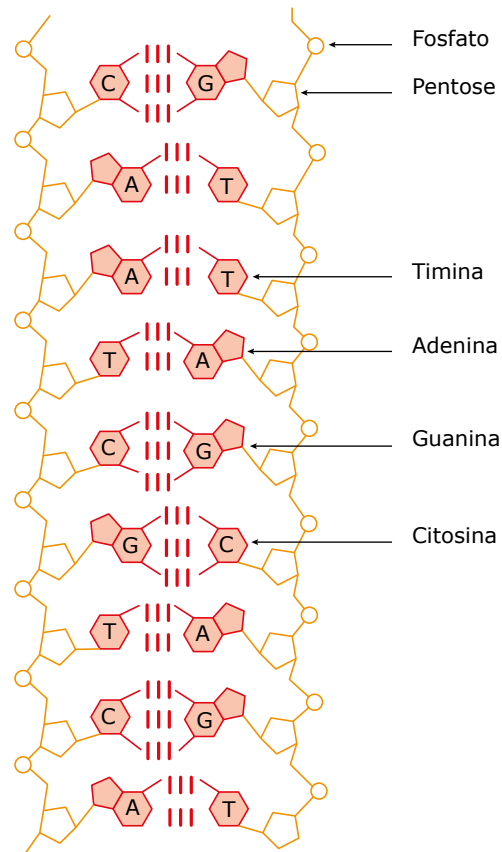
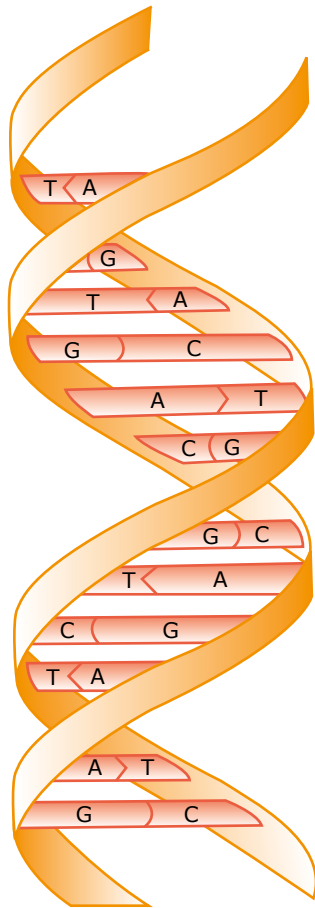


As bases nitrogenadas podem formar pares específicos entre si, que são estabilizados por ligações de hidrogênio. Adenina e timina são capazes de estabelecer entre si duas ligações de hidrogênio, já citosina e guanina estabelecem três.



Ácido desoxirribonucleico

O DNA é formado por duas longas cadeias poliméricas interligadas resultando em uma dupla-hélice. Ele é encontrado, na maioria dos casos, no núcleo das células. A réplica do DNA é feita pela ação das enzimas DNA polimerase. Estas são muito específicas e copiam a sequência de moldes de ácidos nucleicos com uma taxa de erro menor do que 1 em 100 milhões.



O genoma humano é constituído de, aproximadamente, 3 bilhões de nucleotídeos divididos em 24 moléculas distintas de DNA.

Ácido ribonucleico

O RNA encontra-se, na maioria dos casos, disperso no citoplasma. Serve como molde para a síntese de proteínas, sendo que a sequência de 3 bases nitrogenadas especifica um aminoácido.



Alguns vírus apresentam como material genético o RNA e não o DNA. Como o seu material genético é envolvido por uma capa proteica, eles podem se movimentar de uma célula para outra. Ao se instalarem em uma célula, humana, por exemplo, o RNA polimerase catalisa a replicação viral.

LIPÍDIOS

Os lipídios constituem um grupo bastante diversificado de biomoléculas insolúveis em água, as quais podem ser extraídas por solventes orgânicos apolares.

Os lipídios desempenham importantes funções biológicas, por exemplo:

- São componentes estruturais de todas as membranas;
- São depósitos intracelulares de energia metabólica;
- São isolantes térmicos;
- São hormônios que regulam e integram atividades metabólicas.

Um adulto deve ingerir diariamente de 60 a 150 gramas de lipídios, sendo que mais de 90% devem corresponder a compostos de triacilglicerol.

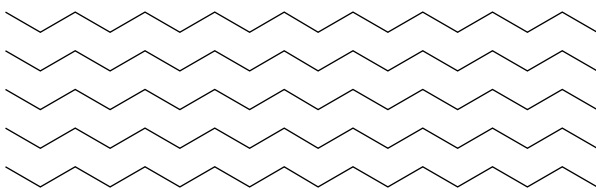
Ácidos graxos

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos formados por uma cadeia hidrocarbonada com variados índices de insaturações. Os ácidos graxos comuns, presentes em sistemas biológicos, apresentam de 16 a 24 átomos de carbono.

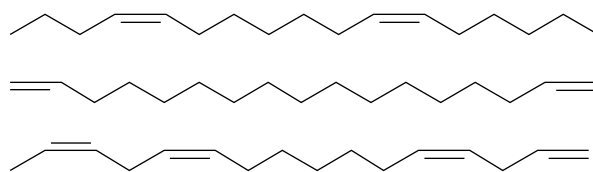
Ácidos graxos		Ocorrência
Ácido láurico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Gordura de coco
Ácido mirístico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Noz-moscada
Ácido palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Gordura da palma
Ácido esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Gordura de boi
Ácido oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Óleo de oliva
Ácido linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Óleo de soja

Nos organismos animais, a maioria dos ácidos graxos não apresenta ramificações e, caso existam insaturações, o composto é encontrado sob a forma cis.

As propriedades físicas variam muito em razão do comprimento da cadeia carbônica e do índice de saturação. De forma geral, os ácidos graxos saturados são sólidos, enquanto os insaturados são líquidos. Isso ocorre porque cadeias mais longas e saturadas apresentam nuvens eletrônicas mais dispersas, o que intensifica a interação dipolo instantâneo-dipolo induzido. Os compostos insaturados, por estarem sob a forma cis, não apresentam um empacotamento (interações entre as cadeias) tão eficiente.



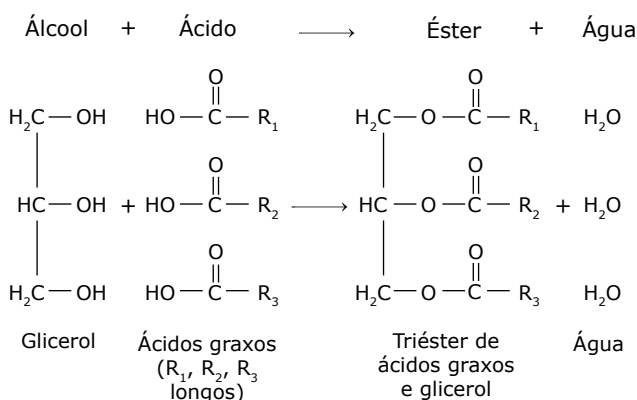
Representação das moléculas de ácidos graxos saturados no estado sólido. Note que o empacotamento é eficiente.



Representação das moléculas de ácidos graxos insaturados no estado sólido. Note que o empacotamento não é tão eficiente.

Óleos e gorduras

Óleos ou gorduras são ésteres da glicerina com ácidos graxos. Embora nos seres vivos o mecanismo envolvido na síntese desses compostos seja muito mais complexo, pode-se representar a sua formação por



Óleo ou gordura

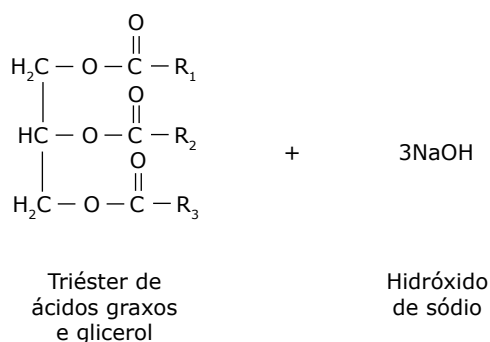
A diferenciação entre óleos e gorduras se relaciona com o estado físico nas condições ambiente: os óleos são líquidos, e as gorduras são sólidas. As insaturações presentes nos óleos, que naturalmente são formados pelos isômeros cis, dificultam as interações entre suas cadeias (na figura anterior, estão representadas por R_1 , R_2 e R_3). Já as gorduras, que apresentam cadeias lineares, formam dipolos instantâneos-dipolos induzidos mais intensos.

A indústria produz margarina pela hidrogenação catalítica de óleos. Nesse processo, ligações duplas são hidrogenadas, produzindo compostos de cadeias mais lineares e saturadas. Hoje, sabe-se que, nesse processo, alguns isômeros cis dos óleos são convertidos em seus equivalentes trans (prejudiciais à saúde). Por isso, fique atento às embalagens e prefira produtos isentos de gordura trans.

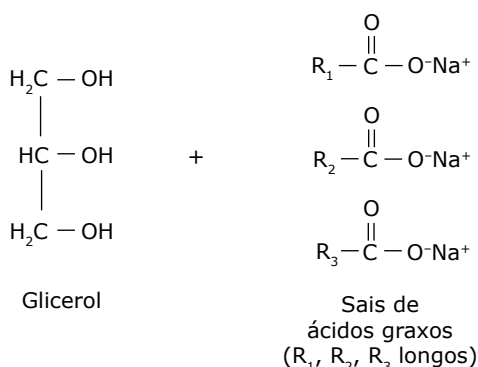
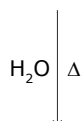
O metabolismo dos lipídios envolve a liberação de cerca de 9,0 kcal/grama, diferentemente da energia liberada no metabolismo dos carboidratos ou proteínas, que é de cerca de 4,0 kcal/grama. Por esse motivo, as dietas para emagrecimento são pobres em óleos e gorduras.

Saponificação

Óleos e gorduras são ésteres e podem sofrer hidrólise alcalina, produzindo glicerina e sabão (um sal de ácido graxo).

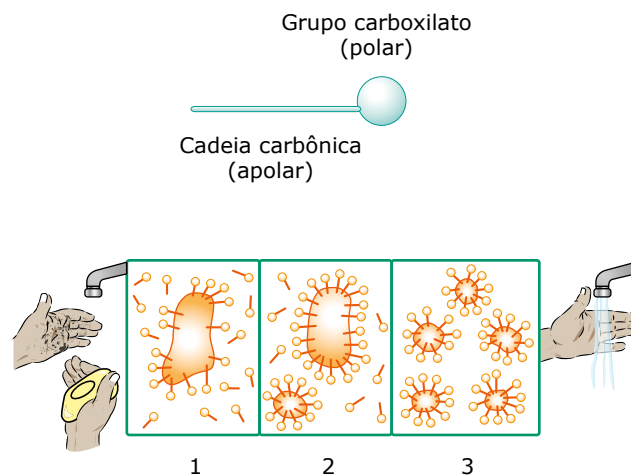


Óleo ou gordura



Sabão

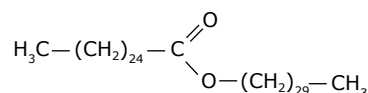
A desprotonação do grupo carboxila com formação do íon carboxilato intensifica as interações estabelecidas entre os sais e a água. A cadeia carbônica interage com a gordura / óleo, enquanto o grupo carboxilato forma interações mais intensas com a água formando, assim, as micelas.



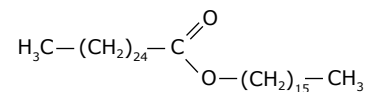
Caso a água apresente alta concentração de íons cálcio ou magnésio (água dura), o ânion carboxilato formará um composto iônico insolúvel em água, o que impede a ação do sabão.

Ceras

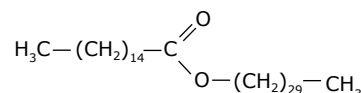
As ceras ou cerídeos são ésteres de ácidos graxos e álcoois com elevado número de carbonos.



Cerotato de mericila (cera de carnaúba)



Cerotato de cetila (cera de lanolina)

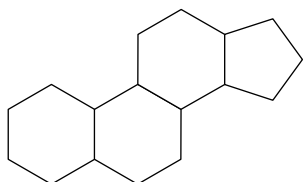


Palmitato de mericila (cera de abelhas)

As ceras são compostos insolúveis em água devido às longas cadeias carbônicas. Exatamente por isso, atuam como impermeabilizantes, dificultando a perda excessiva de água. Industrialmente, são utilizados para a fabricação de graxas para sapatos, de vernizes, de velas, entre outros.

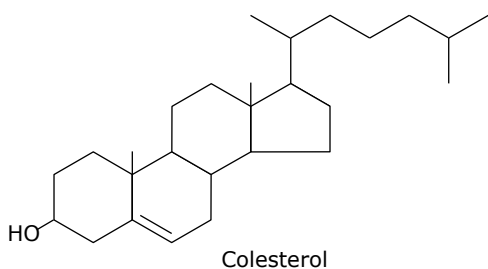
Esteroides

Os esteroides constituem um grupo de lipídios complexos, que apresentam em comum a seguinte estrutura:



São amplamente distribuídos nos organismos vivos e incluem hormônios sexuais, vitamina D, colesterol, entre outros.

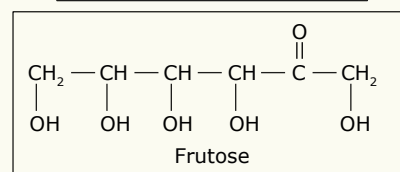
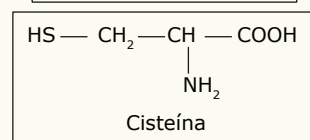
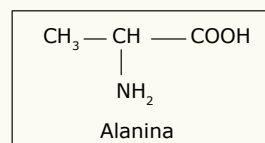
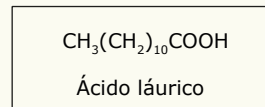
Um exemplo importante de esteroide é o colesterol, o qual é produzido pelo organismo ou encontrado em gorduras animais. O colesterol é essencial para o funcionamento do nosso organismo, uma vez que participa da constituição de membranas celulares, além de servir como matéria-prima para a síntese de alguns hormônios. No entanto, cuidado: altas concentrações de colesterol no sangue são responsáveis pela formação de depósitos nas paredes das artérias. Isso prejudica a circulação, aumentando a probabilidade de problemas cardíacos.



Os anabolizantes também estão na classe dos esteroides. Eles são empregados para se obter um rápido aumento da massa muscular, mas seu uso apresenta sérios efeitos colaterais. Segundo o livro *Biologia*: uma abordagem evolutiva e ecológica, eles reduzem em até 85% a secreção de testosterona. A utilização prolongada de certos esteroides anabolizantes pode causar esterilidade, lesões no fígado e nos rins, doenças cardíacas, depressão, ansiedade e outros distúrbios psiquiátricos.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

01. (UEPG-PR) Considere os compostos a seguir e assinale o que for correto.



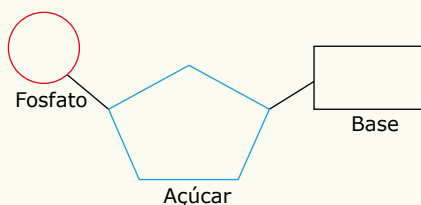
01. A frutose é um glicídio.
 02. O ácido láurico é um lipídio.
 04. A cisteína apresenta uma ligação peptídica.
 08. A alanina é um aminoácido.
 16. Todos os compostos têm a função ácido carboxílico.
 Soma ()

02. (UERJ) Diversos mecanismos importantes para a manutenção da vida na Terra estão relacionados com interações químicas.

A interação química envolvida tanto no pareamento correto de bases nitrogenadas no DNA quanto no controle de variações extremas de temperatura na água é uma ligação do seguinte tipo:

- A) iônica
 B) covalente
 C) de hidrogênio
 D) de Van der Waals

03. (UDESC) A figura representa, esquematicamente, um nucleotídeo. Esta molécula é de extrema importância para todos os seres vivos em razão dos diferentes papéis que desempenha no interior das células. Um dos papéis está relacionado à sua capacidade de formar diferentes polímeros no interior das células.



Analise as proposições em relação ao nucleotídeo.

- I. Esta estrutura molecular é encontrada nas células de todos os seres vivos.
- II. Existem cinco tipos de bases nitrogenadas que podem se ligar ao açúcar.
- III. O açúcar, que se une ao fosfato e à base nitrogenada, tem em sua estrutura 5 carbonos.
- IV. Os nucleotídeos são as unidades que formam os ácidos nucleicos.
- V. Nucleotídeos se ligam por meio de suas bases nitrogenadas, e também estabelecem ligações entre o açúcar de um e com o fosfato do outro.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.
- B) Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas I, II, III e V são verdadeiras.
- E) Todas as afirmativas são verdadeiras.

04.
QL6V

(UEDESC) Dezenas de milhões de átomos de elementos químicos unem-se e formam os diferentes compostos orgânicos que constituem os seres vivos. Proteínas, glicídios e ácidos nucleicos são exemplos destes compostos orgânicos.

Em relação a estes compostos, analise as proposições.

- I. Proteínas são compostos orgânicos constituídos por carbono, hidrogênio e oxigênio.
- II. O nitrogênio é um elemento comum tanto às proteínas quanto aos ácidos nucleicos.
- III. Um elemento fundamental na composição de glicídios, como a glicose e a frutose, é o nitrogênio.
- IV. Algumas proteínas podem apresentar em sua composição metais, a exemplo, o ferro ou o magnésio.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- B) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- E) Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.

05.
YE35

(UNIRIO-RJ) Os lipídios são tipos de biomoléculas que se encontram distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas membranas celulares e nas células de gordura.

Embora não apresentem nenhuma característica estrutural comum, os lipídios possuem poucos heteroátomos. Isso faz com que estes sejam pobres em dipolos, daí a razão para serem fracamente solúveis em água. Esse fenômeno ocorre devido ao fato de que as moléculas dos lipídios

- A) apresentam uma polaridade muito alta.
- B) apresentam uma polaridade semelhante à da água.
- C) apresentam uma polaridade muito baixa e, em certos casos, igual a zero.
- D) são moléculas de baixo peso molecular, sendo impossível se dissolver em solventes de baixo peso molecular.
- E) apresentam momento dipolar negativo, enquanto o momento dipolar da água é igual a zero.

06.
JPCP

(UECE) O termo lipídio engloba substâncias gordurosas existentes nos reinos animal e vegetal. Alguns exemplos bastante comuns são os óleos e gorduras vegetais e animais, como óleo de soja, óleo de girassol, azeite de oliva, manteiga, margarina, que têm grande importância na alimentação e na constituição das células vivas. Na temperatura ambiente, os óleos são líquidos e as gorduras são sólidas, porque

- A) as ligações duplas das gorduras dificultam a interação entre as moléculas.
- B) nos óleos, as cadeias carbônicas são insaturadas e nas gorduras, as cadeias carbônicas são saturadas.
- C) o fato de as cadeias carbônicas das moléculas das gorduras serem insaturadas facilita a interação entre elas.
- D) há facilidade de interação entre as moléculas dos óleos, favorecendo o aumento do ponto de fusão.

07. (UEMG) Relacione os itens da primeira coluna às informações apresentadas na segunda.

Coluna I

- I – Proteínas
- II – Carboidratos
- III – Lipídios
- IV – ácidos nucleicos

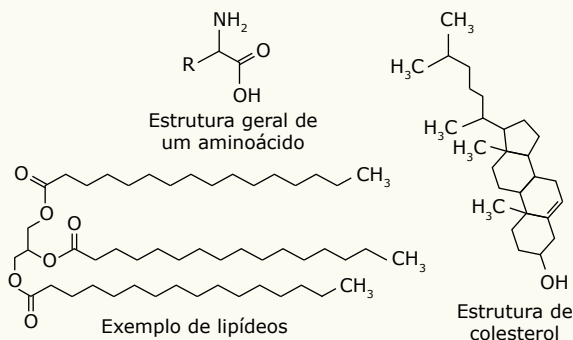
Coluna II

- () A celulose é um dos seus representantes.
- () Constituintes majoritários de óleos vegetais refinados.
- () Contém bases nitrogenadas.
- () Apresenta várias ligações peptídicas.

A sequência correta é

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

- 08.** (UPE-2022) HDL (lipídeos de alta densidade) e LDL (lipídeos de baixa densidade) são dois parâmetros importantes para a avaliação clínica, sendo dosados no sangue do paciente. Do ponto de vista bioquímico, essas estruturas são lipoproteínas formadas por uma camada proteica na parte externa e contêm lipídeos e colesterol no seu interior. Sabe-se que a camada é um polímero natural, cujos monômeros são aminoácidos, e que a densidade dessas lipoproteínas é inversamente proporcional à quantidade de colesterol presente nas micelas.



Considere as informações apresentadas e assinale a alternativa correta.

- A) O lipídeo apresentado é um triéster solúvel em água.
 B) O HDL possui um teor maior de colesterol que o LDL.
 C) Quanto à sua estrutura, o colesterol é um álcool de cadeia mista e saturada.
 D) O sangue é um meio aquoso, e a presença de colesterol deve-se às ligações de hidrogênio de sua hidroxila com a água.
 E) As lipoproteínas descritas têm uma porção polar, solúvel em água, na parte externa, e uma porção apolar, insolúvel em água, na parte interna.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UEL-PR-2020) A frase “Vida é Código e Combinação”, destacada em uma das Exposições no Museu do Amanhã no Rio de Janeiro, resume muito bem a “vida” do ponto de vista científico. Durante a evolução química, compostos simples se combinaram em face de suas reatividades químicas e das condições adequadas para formar moléculas mais complexas e polímeros, levando à formação dos primeiros micro-organismos. Com base nas combinações de substâncias químicas e seus efeitos na manutenção da vida, considere as afirmativas a seguir.

- I. A síntese de proteínas ocorre por meio de reação de adição entre aminoácidos que possuem grupo funcional amida, formando ligação peptídica.

- II. A estrutura do RNA, quando comparada à do DNA, é formada por duas cadeias de proteínas, desoxirriboses e por moléculas de uracila, em vez de timina.

- III. A hemoglobina é um complexo metálico que contém cátion ferro coordenado com átomos de nitrogênio. Nesse caso, os átomos de nitrogênio são considerados base de Lewis, e o cátion ferro, ácido de Lewis.

- IV. A sequência de nucleotídeos do DNA, em linhas gerais, determina a sequência de nucleotídeos do RNA que, por sua vez, especifica a ordem dos aminoácidos em uma proteína.

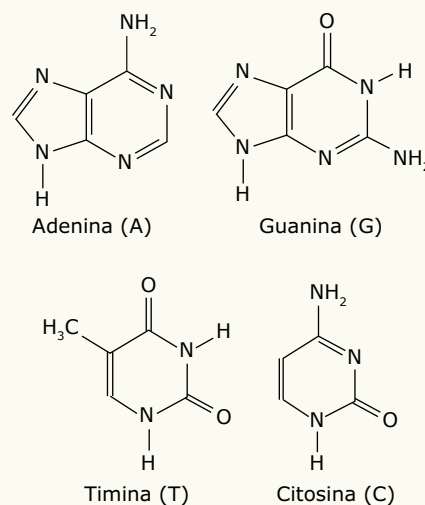
Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas I e II são corretas.
 B) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
 C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
 D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
 E) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

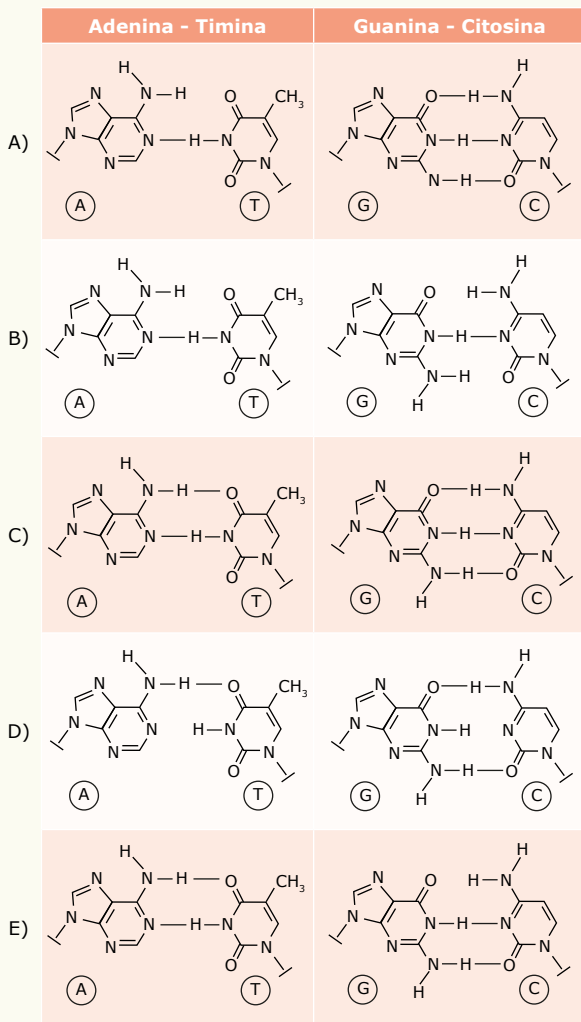


- 02.** (FUVEST-SP) A estrutura do DNA é formada por duas cadeias contendo açúcares e fosfatos, as quais se ligam por meio das chamadas bases nitrogenadas, formando a dupla hélice. As bases timina, adenina, citosina e guanina, que formam o DNA, interagem por ligações de hidrogênio, duas a duas em uma ordem determinada. Assim, a timina, de uma das cadeias, interage com a adenina, presente na outra cadeia, e a citosina, de uma cadeia, interage com a guanina da outra cadeia.

Considere as seguintes bases nitrogenadas:



As interações por ligação de hidrogênio entre adenina e timina e entre guanina e citosina, que existem no DNA, estão representadas corretamente em:



03. (CMMG-2021) Em relação às biomoléculas, estrutura e funções biológicas, assinale a alternativa correta.

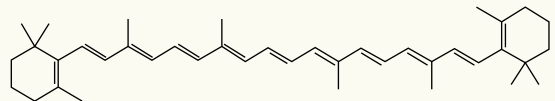
- A) Ácidos nucleicos constituem o principal grupo de polímeros biológicos, superando carboidratos e polipeptídios.
- B) Os óleos vegetais naturais contêm principalmente isômeros *trans*, sendo os *cis* causadores da redução dos níveis de HDL.
- C) Proteínas são polímeros constituídos de aminoácidos, ao passo que o amido é uma mistura de polissacarídeos solúveis em água.
- D) Sabões podem ser produzidos pela saponificação de gorduras, sendo substâncias alcalinas, ao passo que os detergentes são geralmente neutros.

04. (PUC RS) Analise o texto seguinte, que contém lacunas, e as fórmulas a seguir.

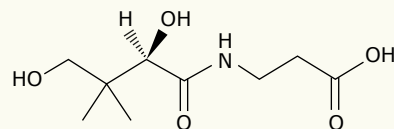
A carne de panela é um prato muito apreciado da culinária tradicional, mas em geral é bastante gorduroso, o que o torna inconveniente para muitas pessoas.

Para obter uma carne de panela saborosa e com pouca gordura, uma possibilidade é deixá-la normalmente, com bastante molho, e deixá-la esfriar; depois, levar à geladeira. Devido a sua _____, a gordura forma placas sólidas por cima do molho, podendo ser facilmente removida. Depois, é só aquecer novamente e tem-se uma carne de panela saborosa e pouco gorda. Esse método é bom para retirar a gordura e o colesterol (sempre presente na gordura animal), mas há uma desvantagem. É que muitos nutrientes são constituídos de moléculas de baixa polaridade, dissolvendo-se preferencialmente em _____. Por isso, são perdidos na remoção das placas, o que poderia levar, por exemplo, à perda do _____.

Caroteno



Ácido pantotênico



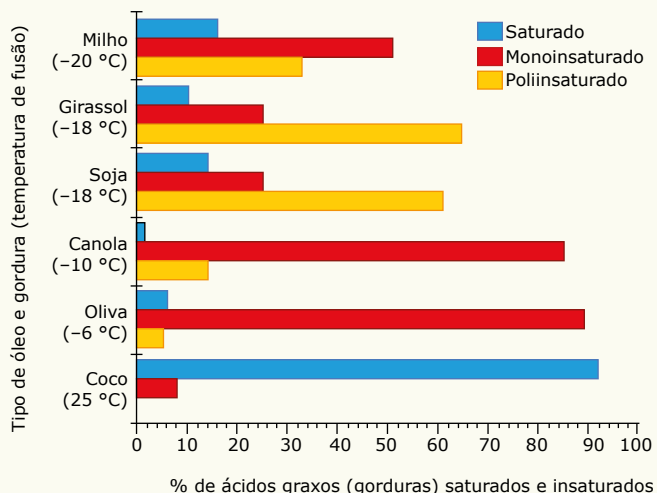
Os termos que completam corretamente as lacunas são:

- A) massa e volume molares - carboidratos - caroteno
- B) polaridade e densidade - hidrocarbonetos - ácido pantotênico
- C) temperatura de fusão - água - caroteno
- D) massa e volume molares - proteínas - ácido pantotênico
- E) polaridade e densidade - lipídios - caroteno

05. KX4P

(UEL-PR) Os triglicerídeos são substâncias orgânicas presentes na composição de óleos e gorduras vegetais. O gráfico a seguir fornece algumas informações a respeito de alguns produtos usados no cotidiano em nossa alimentação.

Observe o gráfico e analise as afirmativas.



- I. Todos os óleos vegetais citados no gráfico são substâncias puras.
- II. Entre todos os produtos citados, o de coco está no estado sólido a 20 °C.

III. Entre todos os óleos citados, o de girassol é o que possui a maior porcentagem de ácidos graxos com duas ou mais duplas ligações.

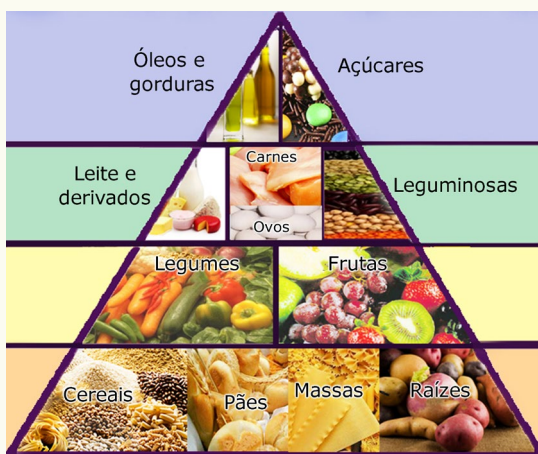
IV. Entre todos os óleos citados, o de canola e o de oliva são líquidos a $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Assinale a alternativa que contém todas as afirmativas corretas.

- A) I e II. C) III e IV. E) I, III e IV.
B) II e III. D) I, II e IV.

06. C1BK

(UPF-RS) Uma vida saudável e de qualidade se conquista com o tempo, a partir de atitudes tomadas em virtude da necessidade de se evitar alguns prazeres gastronômicos, afinal, o organismo do ser humano se compõe a partir de seus hábitos alimentares ao longo da vida.



Disponível em: <http://www.atletabrasileiro.com.br/alimentacao-saudavel/piramide-alimentar>. Acesso em: 23 set. 2014.

Analise as afirmações a seguir:

- I. Lipídios, como por exemplo, os ésteres de ácidos graxos superiores, são substâncias químicas com função de armazenamento de energia no organismo, pouco solúveis em água.
- II. Carboidratos são substâncias químicas de função mista, podendo ser poliálcool-aldeído ou poliálcool-cetona, e são a fonte de energia mais facilmente aproveitável pelo organismo.
- III. A união de α -aminoácidos, compostos orgânicos de função mista, os quais contêm amina e ácido carboxílico, leva à formação de proteínas que desempenham papel estrutural no organismo.
- IV. Enzimas são carboidratos que atuam como inibidores de reações bioquímicas, sem as quais a maioria destas reações ocorreria lentamente.

Está correto apenas o que se afirma em

- A) I. C) I, II e III. E) I, II e IV.
B) I e II. D) II, III e IV.

07. (UEM-PR) Tendo em vista que o consumo excessivo de alimentos gordurosos é prejudicial à saúde, um vestibulando, quando foi ao mercado, leu a seguinte inscrição no rótulo de uma determinada margarina: "Fabricada com óleos vegetais hidrogenados".

Sobre esse assunto, é correto afirmar que

01. são chamados de ácidos graxos de cadeia saturada aqueles que apresentarem dupla ligação entre um ou mais pares de carbonos da cadeia, sendo considerados um óleo.
02. uma dieta saudável deve conter certa quantidade de gorduras e óleos, pois são necessários para o organismo absorver as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K).
04. glicerídeos são constituídos por moléculas do álcool glicerol, ligadas a uma, a duas, ou a três moléculas de ácidos graxos.
08. óleos e gorduras são glicerídeos e diferem quanto ao ponto de fusão: óleos são líquidos à temperatura ambiente e gorduras são sólidas.
16. através de uma reação química, por adição de hidrogênio às moléculas de óleos vegetais, obtêm-se produtos de consistência pastosa à temperatura ambiente.

Soma ()

08. (PUC Rio) Aquecer uma gordura na presença de uma base consiste em um método tradicional de obtenção de sabão (sal de ácido graxo), chamado de saponificação.

Dentre as opções, a estrutura que representa um sabão é

- A) KNO_3
B)
C) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-\text{Na}^+$
D) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
E) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{NH}_2$

09. (UFU-MG) Antigamente era mais comum entre as famílias armazenar óleos usados em frituras para fabricação de sabão. Além do óleo, utilizam-se também água e soda cáustica (hidróxido de sódio, NaOH), que eram aquecidos até que a mistura adquirisse a consistência do sabão desejado.

A respeito dessa reação assinale a alternativa incorreta.

- A) O óleo é um tipo de lipídio imiscível em água.
B) O sabão remove gorduras e, ao mesmo tempo, dissolve-se em água, pois parte de sua cadeia é polar e parte apolar.
C) O hidróxido de sódio possui características básicas.
D) A reação de formação do sabão é chamada de esterificação.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) O biodiesel não é classificado como uma substância pura, mas como uma mistura de ésteres derivados dos ácidos graxos presentes em sua matéria-prima. As propriedades do biodiesel variam com a composição do óleo vegetal ou gordura animal que lhe deu origem, por exemplo, o teor de ésteres saturados é responsável pela maior estabilidade do biodiesel frente à oxidação, o que resulta em aumento da vida útil do biocombustível.

O quadro ilustra o teor médio de ácidos graxos de algumas fontes oleaginosas.

Fonte oleaginosa	Teor médio do ácido graxo (% em massa)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amendoim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel Production: a review. *Bioresource Technology*, Londres, v. 70, n. 1, jan. 1999 (Adaptação).

Qual das fontes oleaginosas apresentadas produziria um biodiesel de maior resistência à oxidação?

- A) Milho B) Palma C) Canola D) Algodão E) Amendoim

02. (Enem) Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana-de-açúcar e sua produção ocorre por meio da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou biocombustíveis de segunda geração – coloquialmente chamados de “gasolina de capim” – são aqueles produzidos com resíduos de madeira (serragem, por exemplo), talos de milho, palha de trigo ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias-primas são baratas e abundantes.

DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. *Scientific American Brasil*, n. 87, ago. 2009 (Adaptação).

O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais

- A) são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.
- B) oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecerem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.
- C) sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.
- D) sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.
- E) podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda uma cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte de petróleo e gasolina.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Aprendizagem

- 01. Soma = 11 03. E 05. C
- 02. C 04. E 06. B

Propostos

- 01. C 04. E 07. Soma = 30
- 02. C 05. B 08. C
- 03. D 06. C 09. D

Seção Enem

- 01. B
- 02. A

Meu aproveitamento

Acertei _____ Errei _____

- 07. C
- 08. E

Acertei _____ Errei _____

Acertei _____ Errei _____



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Química Ambiental I

A ATMOSFERA

A atração gravitacional de nosso planeta não permite que gases gerados em sua superfície ou em seu interior escapem para o espaço sideral, mantendo-os próximos à superfície do planeta. Esses gases formam uma camada de 500 km de espessura, denominada atmosfera terrestre.

Composição da atmosfera terrestre

A composição gasosa da atmosfera terrestre é a seguinte:

Gás	Composição em volume
Nitrogênio (N_2)	78%
Oxigênio (O_2)	21%
Argônio (Ar)	0,93%
Gás carbônico (CO_2)	0,035%
Outros gases	0,035%

Além de gases, a atmosfera apresenta materiais microparticulados sólidos em suspensão.

Estrutura da atmosfera terrestre

A definição da estrutura de camadas da atmosfera terrestre se baseia na variação da temperatura em função da altitude. Esse parâmetro permite dividir a atmosfera em 4 regiões: a troposfera, a estratosfera, a mesosfera e a termosfera.

A troposfera

A troposfera é a camada imediatamente acima da superfície terrestre e apresenta uma extensão que varia de 10 a 16 km. Nessa camada, a temperatura diminui com o aumento da altitude.

O limite superior da troposfera é denominado tropopausa. Na tropopausa, a temperatura gira em torno de $-56\text{ }^\circ\text{C}$ e a água atmosférica se encontra na forma de micropartículas sólidas.

A troposfera contém 85% de toda a massa da atmosfera. Ela é formada por moléculas gasosas eletricamente neutras.

Na troposfera, ocorrem todos os fenômenos climáticos, tais como a movimentação de correntes de ar (ventos), a formação de nuvens, a precipitação de chuvas, etc.

Os principais impactos ambientais existentes na troposfera são a chuva ácida, o agravamento do efeito estufa e a poluição por monóxido de carbono, aldeídos, ozônio e óxidos de nitrogênio.

A estratosfera

A estratosfera é a camada acima da troposfera e apresenta uma extensão compreendida entre 16 e 50 km de altitude. É nessa camada que se encontra o ozônio (O_3) em sua maior concentração, a chamada camada de ozônio.

A temperatura na estratosfera aumenta com o aumento da altitude, pois o ozônio absorve a radiação ultravioleta (UV) e a emite na forma de energia térmica, aumentando a temperatura até $-2\text{ }^\circ\text{C}$.

O principal impacto ambiental que ocorre na estratosfera é a rarefação da camada de ozônio.

A mesosfera

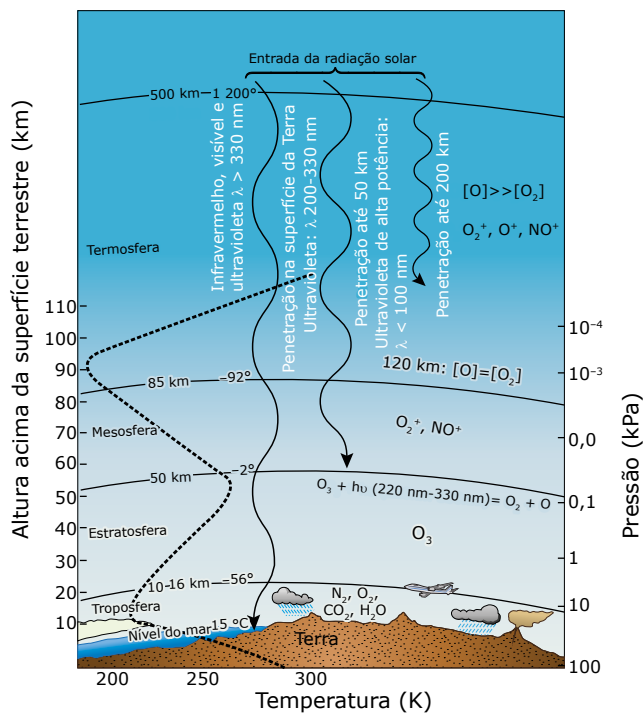
A mesosfera é a penúltima camada da atmosfera e apresenta uma extensão compreendida entre 50 e 85 km de altitude. Nessa camada, a temperatura diminui com o aumento da altitude, atingindo valores de $-92\text{ }^\circ\text{C}$. Isso é atribuído à pequena concentração de gases capazes de absorver a radiação ultravioleta (UV) e emitir calor, especialmente o ozônio.

Na mesosfera, as radiações de alta energia fragmentam moléculas, originando radicais livres e íons.

A termosfera

A termosfera é a última camada da atmosfera e apresenta uma extensão compreendida entre 85 e 500 km de altitude. Nessa camada, a temperatura aumenta com o aumento da altitude devido à presença de gases que absorvem radiação de alta energia e emitem calor, elevando a temperatura até $1\ 200\text{ }^\circ\text{C}$.

Na termosfera, as radiações de alta energia fragmentam as moléculas, diminuindo suas concentrações e aumentando a concentração de radicais livres e íons.



MANAHAN, 1984; MOORE e MOORE, 1977. *Cadernos Temáticos de Química nova na escola*. Edição Especial, maio 2011 (Adaptação).

As principais regiões da atmosfera terrestre.

IMPACTOS AMBIENTAIS NA TROPOSFERA

Poluição por monóxido de carbono

Monóxido de carbono é um gás incolor extremamente tóxico. É um seríssimo poluente do ar atmosférico. Forma-se na queima incompleta de madeira e de combustíveis como álcool (etanol), gasolina e óleo diesel.

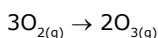
A quantidade de CO lançada na atmosfera pelo escapamento de automóveis, caminhões, ônibus, etc. cresce, em relação ao combustível usado, na seguinte ordem:

$$\text{álcool} < \text{gasolina} < \text{óleo diesel}$$

A gasolina usada como combustível contém certo teor de álcool (etanol), que serve, entre outros motivos, para diminuir a quantidade de CO lançada na atmosfera e, com isso, diminuir o impacto ambiental gerado pela emissão desse gás.

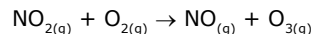
Poluição por ozônio

O ozônio é um gás oxidante que pode ser formado pelos motores de combustão interna dos veículos automotores a partir do oxigênio atmosférico. Submetido a altas temperaturas e à descarga elétrica, ocorre o seguinte processo:



Parte do ozônio produzido nos veículos automotores é novamente convertido em oxigênio pelos catalisadores.

Na atmosfera, pode ocorrer a produção de ozônio a partir da reação entre o dióxido de nitrogênio (NO₂), liberado pelos motores de combustão interna, e o oxigênio:



O ozônio que não sofre a ação de catalisadores dos veículos automotores e o obtido a partir do dióxido de nitrogênio se acumulam nas porções baixas da atmosfera (troposfera), pois possuem maior densidade do que o ar atmosférico.

O ozônio provoca problemas respiratórios, degrada tecidos e células, devido à sua ação oxidante, e é um dos responsáveis pela formação da névoa seca ou nevoeiro fotoquímico (*smog*). Essa névoa é formada quando ocorre a condensação de vapor-d'água associada a particulados sólidos em suspensão (poeira e fumaça) e a outros poluentes (entre eles, o ozônio), proporcionando um aspecto acinzentado ao ar.

Poluição por aldeído fórmico e aldeído acético

O aldeído fórmico ou metanal é obtido na queima do cigarro a partir de alguns tipos de resinas sintéticas e na combustão incompleta do metanol. Ele é um gás de odor penetrante que causa irritações, podendo afetar as vias respiratórias. É considerado carcinogênico para animais de laboratório e, provavelmente, para seres humanos.

Já o aldeído acético ou etanal pode ser encontrado na forma líquida ou vapor devido à sua baixa temperatura de ebulição (22 °C). Esse aldeído se origina da combustão incompleta de etanol em motores de combustão e apresenta neurotoxicidade, podendo causar vertigens, convulsões, coma e morte quando sua concentração atmosférica é alta. Em baixas concentrações, ele irrita as mucosas dos olhos, do nariz e das vias respiratórias em geral, provocando constrição dos brônquios (crise asmática).

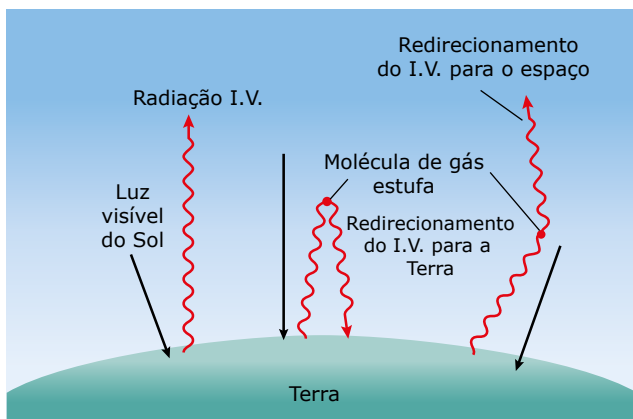
Intensificação do efeito estufa

O efeito estufa

O Sol irradia para a Terra uma grande quantidade de energia luminosa. Cerca de 55% dessa energia é refletida ou utilizada em processos naturais, tal como a fotossíntese. Contudo, os 45% restantes são absorvidos por alguns gases atmosféricos e transformados em energia térmica de movimento molecular (radiação na região do infravermelho).

Se não fosse a atmosfera, a Terra irradiaria para o espaço uma quantidade de energia igual à que absorve do Sol.

O efeito estufa consiste na retenção (aprisionamento na troposfera) de parte da energia térmica recebida do Sol. Esse fenômeno permite que, em nosso planeta, a temperatura média seja de 15 °C e, portanto, que a água possa se apresentar na fase líquida, condição fundamental para a existência de vida.



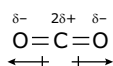
Interação da radiação infravermelha com a superfície e a atmosfera terrestre.

A maior parte do efeito estufa é de origem natural e se deve à presença de gás carbônico e de vapor-d'água na atmosfera. Aproximadamente 85% da água atmosférica se encontra na forma de vapor-d'água e cerca de 12%, na forma líquida. Entretanto, algumas atividades humanas (atividades antrópicas) podem causar uma intensificação do efeito estufa e, conseqüentemente, contribuir para o aquecimento do planeta, visto que essas atividades provocam o aumento da concentração de gases que promovem o efeito estufa.

Gases do efeito estufa

Em uma molécula, os átomos ligantes vibram em torno de uma posição de equilíbrio. Durante uma vibração, o valor do momento dipolar de uma molécula pode sofrer alteração. As moléculas que apresentam esse comportamento são ativas no infravermelho (I.V.), ou seja, absorvem e emitem radiação infravermelha e são denominadas gases do efeito estufa.

O gás carbônico é um gás do efeito estufa. Ele apresenta moléculas lineares que, no estado fundamental, são apolares, ou seja, apresentam momento dipolar igual a zero.



Entretanto, quando as moléculas de gás carbônico recebem radiação, ocorrem alterações em suas configurações por meio de vibrações que geram deformações de dois tipos:

Deformação axial: Consiste no afastamento e na aproximação de átomos ligantes devido a um estiramento ou a uma compressão da ligação química:

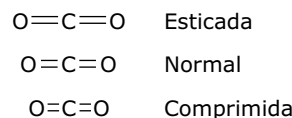


Deformação axial

As moléculas de CO₂ podem sofrer dois tipos de deformações axiais:

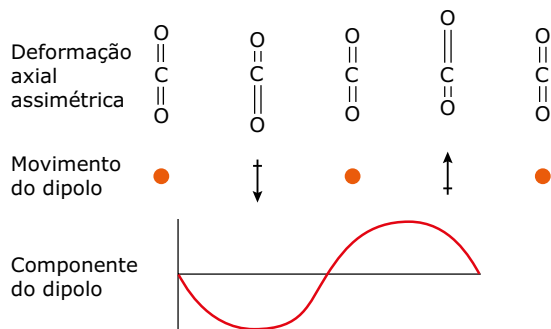
1. Deformação axial simétrica: Esse tipo de deformação ocorre quando uma molécula de CO₂ é esticada e/ou comprimida, mantendo o mesmo comportamento das ligações duplas entre o carbono e o oxigênio.

Assim, quando uma é comprimida, a outra também é.



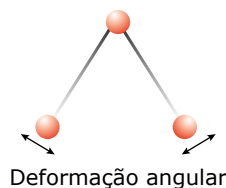
Nesse caso de deformação, o momento dipolar da molécula de CO₂ não é alterado. Quando isso ocorre, essas moléculas não absorvem e não emitem radiação infravermelha.

2. Deformação axial assimétrica: Esse tipo de deformação ocorre quando a molécula de CO₂ é esticada e / ou comprimida, opondo os comportamentos das ligações duplas entre o carbono e o oxigênio. Assim, quando uma é esticada, a outra é comprimida.



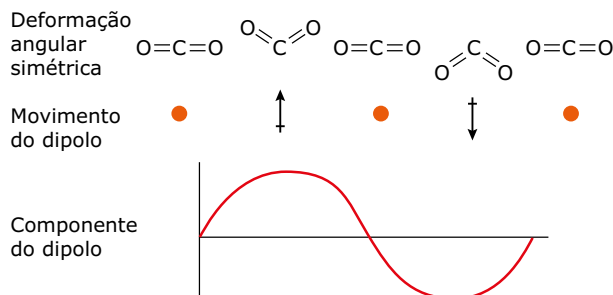
Nesse caso de deformação, o momento dipolar da molécula de CO₂ é alterado periodicamente, oscilando entre um valor igual a zero e outro diferente de zero. Quando isso ocorre, essas moléculas absorvem e emitem radiação infravermelha.

Deformação angular simétrica: Consiste no afastamento ou na aproximação de átomos ligantes devido ao aumento ou à diminuição do ângulo entre duas ligações químicas:



Deformação angular

Esse tipo de deformação nas moléculas de CO₂ ocorre quando os ângulos entre as ligações duplas carbono-oxigênio se tornam menores do que 180°.



Nesse caso de deformação, o momento dipolar da molécula de CO₂ é alterado periodicamente, oscilando entre um valor igual a zero e outro diferente de zero. Quando isso ocorre, essas moléculas absorvem e emitem radiação infravermelha.

Portanto, apenas as deformações axial assimétrica e angular simétrica alteram o momento dipolar das moléculas de CO_2 , tornando-as ativas no infravermelho, ou seja, tornando-as capazes de absorver e de emitir radiação infravermelha.

As moléculas dos gases nitrogênio e oxigênio não são ativas no infravermelho, pois são moléculas diatômicas e apenas podem vibrar comprimindo ou esticando as ligações entre seus átomos, o que não altera o momento dipolar. Se essas moléculas fossem ativas no infravermelho, a temperatura média de nosso planeta seria muito mais elevada, pois elas correspondem a 99% da composição da atmosfera terrestre.

Quanto maior for o número de diferentes modos de vibração de uma molécula, maior será a sua capacidade de absorção e de emissão de radiação infravermelha. Portanto, quanto maior a complexidade de uma molécula, maior será o impacto na intensificação do efeito estufa. Por exemplo, uma molécula de metano, CH_4 , apresenta quatro ligações e, portanto, é mais complexa do que uma molécula de gás carbônico, CO_2 . Uma molécula de CH_4 causa um efeito de aquecimento 21 vezes mais intenso do que o causado por uma molécula de CO_2 .

Principais gases do efeito estufa

Na tabela a seguir, são apresentados alguns gases do efeito estufa e suas características.

Gás	Origem	Concentração atual	Taxa de aumento anual	Tempo médio de permanência na atmosfera	Poder relativo de absorção de radiação infravermelha por molécula em relação ao CO_2
CO_2	<ul style="list-style-type: none"> Queima de combustíveis fósseis. Decomposição aeróbica de substâncias orgânicas. 	365 p.p.m.	0,4%	100 anos	1
CH_4	<ul style="list-style-type: none"> Decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, principalmente celulose. Flatulência de bovinos. Depósitos de combustíveis fósseis. Decomposição de lixo orgânico em aterros sanitários e lixões. Pântanos e esgotos. 	1,72 p.p.m.	0,5%	10 anos	21
N_2O	<ul style="list-style-type: none"> Queima de combustíveis fósseis. Reação entre o oxigênio e o nitrogênio atmosférico devido a uma descarga elétrica de alta intensidade. Decomposição de adubos nitrogenados. Decomposição aeróbica lenta da matéria, após desmatamento e em represas construídas para a geração de energia hidroelétrica sem a remoção de cobertura vegetal. 	312 p.p.b. ¹	0,3%	Entre 120 e 175 anos	206
CFCs	São gases artificiais utilizados como: <ul style="list-style-type: none"> propelentes em aerossóis. gases de compressão em aparelhos de refrigeração. gases de expansão em polímeros. 	0,27 p.p.b. (CFC-11) ²	0% (CFC-11)	Dependendo do tipo de composto, entre 75 (CFC-11) e 380 anos (CFC-115) ³	12 400 (CFC-11)
HCFCs	Classe de gases artificiais que substituem os CFCs por provocarem uma menor destruição na camada de ozônio.	0,11 p.p.b. (HCFC-22) ⁴	5% (HCFC-22)	12 anos (HCFC-22)	11 000 (HCFC-22)

¹p.p.b.: partes por bilhão.

²CFC-11, também denominado freon-11, cuja fórmula molecular é CCl_3F .

³CFC-115, também denominado freon-115, cuja fórmula molecular é $\text{C}_2\text{Cl}_5\text{F}_5$.

⁴HCFC-22, também denominado freon-22, cuja fórmula molecular é CHClF_2 .

Existe uma nomenclatura técnica para os CFCs e HCFCs, na qual eles são indicados da seguinte forma:

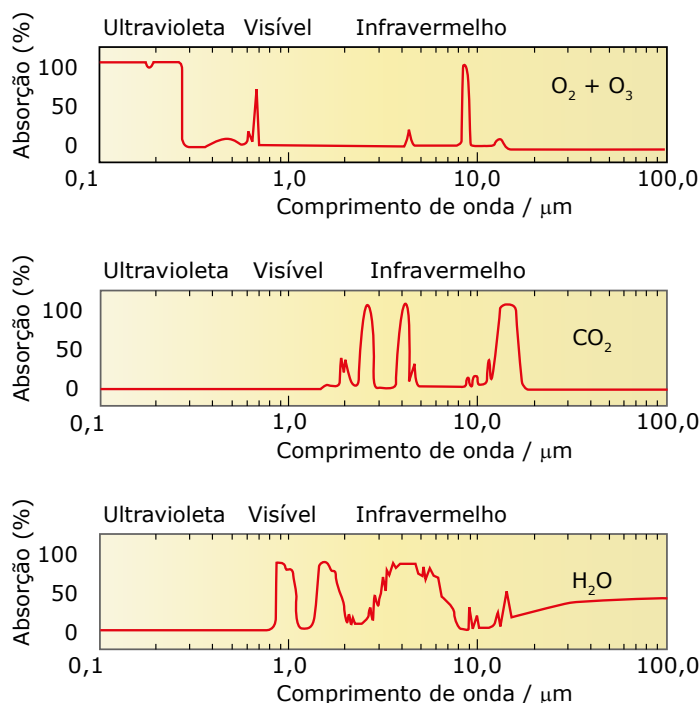
CFC → XYZ

em que:

- X = n. de átomos de carbono - 1 (omitido quando X = 0);
- Y = n. de átomos de hidrogênio + 1;
- Z = n. de átomos de flúor.

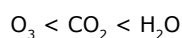
Outro gás que contribui para a intensificação do efeito estufa é o ozônio troposférico (O_3).

O vapor-d'água é o gás que produz maior aquecimento entre todos os gases de efeito estufa por se encontrar em alta concentração na atmosfera e absorver, praticamente, todos os comprimentos de onda do espectro de radiação infravermelha.



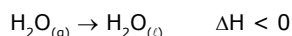
Os três gráficos registram, simplificada, a absorção de radiação eletromagnética em função do comprimento de onda da radiação de alguns dos gases presentes na atmosfera terrestre. A região do infravermelho corresponde à radiação eletromagnética de comprimento de onda entre 1 μm e 100 μm.

A análise dos gráficos nos permite concluir que a ordem crescente do potencial desses gases para a intensificação do efeito estufa é a seguinte:



As moléculas de água absorvem, praticamente, todos os comprimentos de onda do espectro I.V., ao contrário dos demais gases, que absorvem esses comprimentos em regiões de comprimento de onda específicas.

No período da noite, quando a superfície terrestre emite radiação para o espaço, mas não recebe radiação do Sol, a temperatura da superfície terrestre tende a diminuir muito rapidamente. Porém, durante a noite, as moléculas de vapor-d'água, que absorveram energia durante o dia, emitem radiação I.V. e interagem formando ligações de hidrogênio, condensando e originando o orvalho. Esse processo é exotérmico e libera energia térmica para o ambiente, evitando que a temperatura caia bruscamente.



É por esse motivo que as regiões de climas desérticos, em que a concentração de vapor-d'água na atmosfera é baixa, podem ser muito quentes durante o dia e muito frias durante a noite.

Impactos ambientais gerados pela intensificação do efeito estufa

A intensificação do efeito estufa é denominada **aquecimento global**. Modelos matemáticos e computacionais projetam, como melhor estimativa, que a Terra sofrerá um aumento de temperatura de 2 °C até o ano de 2100. Esse aquecimento global, se confirmado, trará como consequências:

- O derretimento parcial das calotas polares e geleiras de regiões montanhosas, com consequente alagamento de regiões costeiras. O Egito poderá perder até 10% de seu território.
- O aumento da evaporação da água devido ao aumento da temperatura média dos oceanos, mares, rios e lagos, o que levará a uma alteração das correntes de ar e marítimas. As alterações nessas correntes implicariam uma mudança profunda no clima de todo o planeta, o que provocaria a incidência de furacões, tempestades tropicais, inundações, ondas de calor, longos períodos de seca, que levariam à diminuição da produção agrícola, extinção de espécies, ocorrência de epidemias, proliferação de insetos e a modificações na vegetação.
- O aumento no teor de CO_2 dissolvido nos oceanos, o que implicaria um sensível aumento dos organismos com exoesqueletos formados por carbonato de cálcio.

Contudo, o aquecimento global poderá gerar alguns efeitos positivos em algumas regiões de nosso planeta, tais como:

- A atenuação da temperatura em locais de invernos muito rigorosos.
- A distribuição mais abundante de chuva.

Redução da emissão de CO_2

Cerca de metade do CO_2 produzido por atividades antrópicas é absorvida pelos sistemas naturais de nosso planeta. A outra metade gera um aumento da concentração atmosférica desse gás de 1,5 p.p.m. por ano.

Entre todos os gases do efeito estufa, o CO_2 é o maior vilão, porque, apesar de seu potencial estufa ser relativamente pequeno, a sua concentração atmosférica é a mais alta entre os gases estufa antropogênicos. A situação tende a se agravar, pois, atualmente, à medida que a economia do mundo avança, necessariamente, ocorre um crescimento na produção de CO_2 . Portanto, é preciso realizar algumas ações para a redução dos níveis de gás carbônico na atmosfera, tais como:

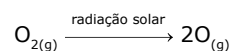
- substituição dos combustíveis fósseis por combustíveis originados de biomassa, como etanol e biodiesel, ou, ainda, por hidrogênio;
- redução do desmatamento;
- redução do nível de queimadas, como o manejo agrícola;
- utilização de fontes alternativas de energia, como as energias solar, eólica e maremotriz, em substituição às termoelétricas;
- reflorestamento de áreas desmatadas;

- queima de gás metano originado em lixões e aterros sanitários, convertendo-o em gás carbônico que apresenta efeito estufa 21 vezes menos intenso;
- aplicar, nas ações cotidianas, a política dos 3Rs (Reciclar, Reutilizar e Reduzir).

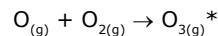
IMPACTOS AMBIENTAIS NA ESTRATOSFERA

Formação da camada de ozônio

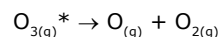
As moléculas de gás oxigênio e de compostos oxigenados que atingem a estratosfera absorvem radiação solar e sofrem fotodecomposição, originando radicais livres oxigênio (oxigênio atômico):



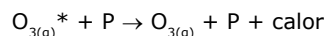
Os radicais livres oxigênio são muito instáveis e reagem com moléculas de oxigênio, formando ozônio:



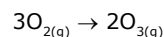
A molécula de ozônio formada ($\text{O}_{3(g)}^*$) se encontra em um estado excitado de alta energia, no qual os movimentos vibracionais de seus átomos levam à sua decomposição:



Mas, quando ocorre a formação de uma molécula de ozônio excitada e esta colide com outra partícula P (geralmente $\text{O}_{2(g)}$ ou $\text{N}_{2(g)}$), transferindo a energia excedente, ocorre a formação de uma molécula de ozônio no estado fundamental (estável):



O processo global de formação do ozônio é representado pela soma das equações de suas respectivas etapas:



Nesse processo, ocorre a transformação de radiação solar em energia térmica, tornando a temperatura da estratosfera maior do que a temperatura da troposfera.

Contudo, as moléculas de ozônio absorvem radiação ultravioleta (UV) e sofrem fotodecomposição:



O radical oxigênio pode atacar uma molécula de gás oxigênio, recompor o ozônio e estabelecer um estado de equilíbrio químico dinâmico, fazendo com que a concentração de ozônio estratosférico seja praticamente constante.

A camada de ozônio é um filtro aos raios UV

Na estratosfera e acima dela, as moléculas de O_2 e N_2 filtram as radiações solares de comprimento de onda menores do que 200 nm. As radiações de comprimento de onda na faixa de 250 a 310 nm são filtradas pelo ozônio estratosférico. Portanto, juntos, O_2 e O_3 absorvem a radiação solar de alta intensidade e geram calor.

Os processos de formação (etapas I, II e III) e decomposição (etapas IV e V) de ozônio absorvem radiação solar de alta intensidade (UV) e geram calor:

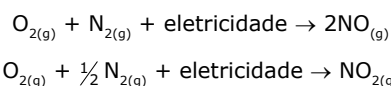
Etapa I	$O_{2(g)} + UV \rightarrow 2O_{(g)}$
Etapa II	$O_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow O_{3(g)}^* + \text{calor}$
Etapa III	$O_{3(g)}^* + P \rightarrow O_{3(g)} + P + \text{calor}$
Etapa IV	$O_{3(g)} + UV \rightarrow O_{2(g)} + O_{(g)}$
Etapa V	$O_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow O_{2(g)} + \text{calor}$
Processo global	$UV \rightarrow \text{calor}$

Ao final da associação dos dois processos, duas moléculas de O_2 absorvem radiação UV e a converte em energia térmica.

Se não fosse a transformação de radiação solar de alta intensidade em calor, essa radiação atravessaria a atmosfera e atingiria a superfície terrestre, impossibilitando a existência de vida em nosso planeta. Essa radiação possui uma energia tão alta que fotodecomporia qualquer matéria orgânica primitiva e, conseqüentemente, os primeiros coacervados jamais poderiam ter sido formados.

A destruição da camada de ozônio

Na década de 1970, estudos revelaram que os óxidos de nitrogênio, NO e NO_2 , catalisavam o processo de decomposição do ozônio estratosférico. Esses gases são produzidos naturalmente quando uma descarga elétrica, ao passar pela atmosfera, fornece energia suficiente para que o N_2 , praticamente inerte devido à sua alta estabilidade (alta energia da ligação $N \equiv N$), reaja com o O_2 :



¹O ácido clorídrico é gerado a partir de uma série de reações complexas com haletos orgânicos e radicais hidroxila.

²O nitrato de cloro, $ClONO_2$, pode ser gerado a partir do seguinte conjunto de reações químicas:

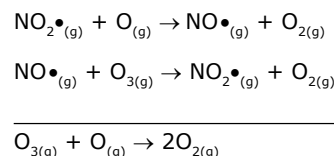
I. Os radicais hidroxila podem combinar-se com os radicais cloro e formar ácido hipocloroso:

$$OH\bullet + Cl\bullet \rightarrow HClO$$

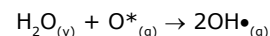
II. Os radicais $ClO\bullet$ podem combinar-se com dióxido de nitrogênio e formar o nitrato de cloro:

$$ClO\bullet + NO_2\bullet \rightarrow ClONO_2$$

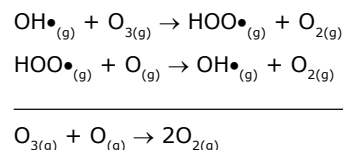
A ação catalítica desses gases na degradação do ozônio estratosférico ocorre de acordo com o seguinte mecanismo:



Posteriormente, descobriu-se que algumas moléculas de água que atingem a estratosfera colidem com oxigênios excitados (O^*), originando radicais livres hidroxila:



Os radicais hidroxila catalisam a decomposição do ozônio:



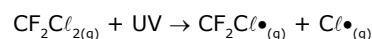
Estudos posteriores revelaram que os CFCs (clorofluorcarbonetos, também conhecidos como gases freons) eram nocivos à camada de ozônio.

Os CFCs foram muito utilizados, no século passado, na indústria como propelentes em aerossóis, gases de expansão de polímeros e gases refrigeradores em geladeira e aparelhos de ar-condicionado. Isso porque os CFCs

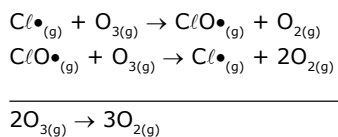
- não oxidam metais;
- não são combustíveis;
- não são tóxicos;
- não apresentam cheiro.

Devido à sua alta estabilidade e grande inércia química, esses gases chegam à estratosfera, absorvem radiação UV e sofrem fotodecomposição, produzindo o radical livre cloro, que é um potente catalisador da destruição do ozônio estratosférico.

Como as ligações C—Cl são mais fracas do que as ligações C—F, a absorção de radiação UV por um CFC origina apenas radical cloro:



O processo de catálise do radical livre cloro ocorre de acordo com o seguinte mecanismo:



No processo, o radical livre cloro é regenerado e pode destruir centenas de milhares de moléculas de ozônio até que se combine com outro radical, formando uma molécula inativa à destruição da camada de ozônio.



Camada de ozônio

Nesse vídeo, você conhecerá a camada de ozônio, a sua concentração nos polos do planeta e também as variações da posição e da área com baixa concentração ao longo dos anos. Bons estudos!



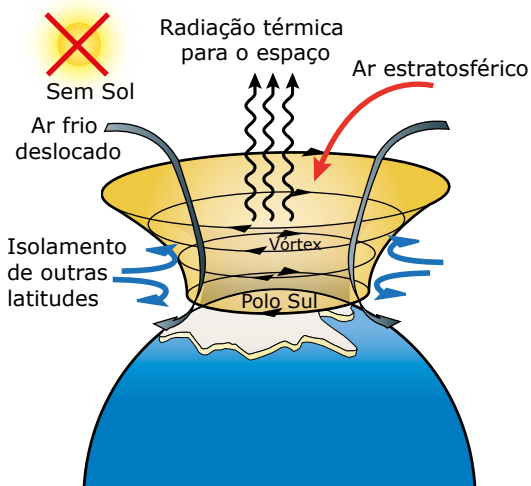
QCDE

O buraco na camada de ozônio sobre a Antártida

Na primavera antártica (período de setembro a novembro), ocorre uma grande diminuição da concentração de ozônio estratosférico, a qual denominamos buraco na camada de ozônio.

O fenômeno responsável pela formação do buraco na camada de ozônio é o vento polar, denominado vórtex.

O vórtex polar é um ciclone de grande duração e extensão formado pelo deslocamento de ar da parte média e superior da troposfera e da estratosfera, acima dos polos geográficos do planeta no período do inverno.



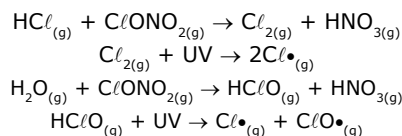
Vórtex polar.

Esses ciclones podem atingir velocidades de até 100 km/h, atraindo para os polos massas de ar de outras regiões terrestres contendo CFCs, NO, NO₂, HCl, ClONO₂ e Cl, gerados a milhares de quilômetros de distância.

No inverno antártico, a temperatura da estratosfera pode chegar a -90 °C, temperatura suficientemente baixa para formar nuvens contendo pequenos cristais de gelo que armazenarão os gases atraídos pelo vórtex sem que haja fotodecomposição devido à ausência de luz solar.

Com a chegada da primavera antártica, em setembro, ocorrem o desaparecimento do vórtex polar, o aumento da temperatura e o derretimento dos cristais de gelo, liberando os gases aprisionados, o que provoca o aumento, na estratosfera, da concentração de gases nocivos à camada de ozônio. Nesse período,

- ocorre a absorção de radiação UV pelos CFCs, produzindo radicais livres Cl;
- HCl e ClONO₂ se transformam em cloro molecular e ácido hipocloroso que são fotolizados, produzindo radicais livres Cl e ClO:



- ocorre o ataque dos radicais livres Cl, NO₂ e ClO ao ozônio, tornando-o rarefeito.

A concentração de ozônio somente atinge os níveis normais em novembro, ou seja, no período em que o buraco se fecha, com a renovação do ar vindo de outras regiões.

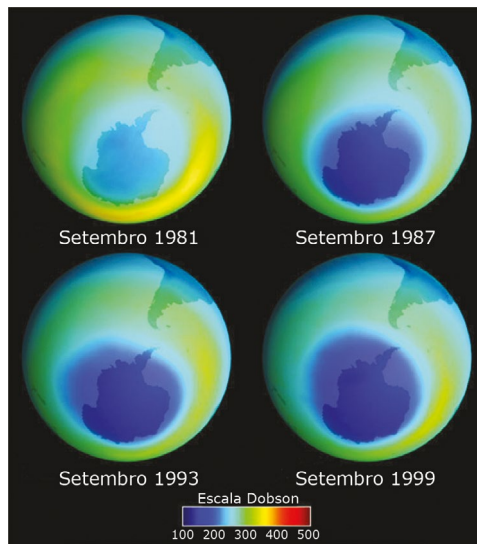


Imagem de satélite colorizada artificialmente mostrando o buraco na camada de ozônio sobre a Antártida (região azul-escura). Evolução do buraco na camada de ozônio nos anos de 1981, 1987, 1993 e 1999.

No Ártico, também ocorre a formação de vórtex, porém menos intenso e duradouro que no Antártico. Portanto, no polo norte, o buraco na camada de ozônio é menor do que no polo sul devido

- à menor atração de massas de ar de outras regiões, gerando menor acúmulo de catalisadores da decomposição do ozônio;
- às temperaturas mais altas, dificultando a formação de nuvens e microcristais de gelo que armazenam tais catalisadores.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. Julgue os itens.

- () O CO_2 contribui para o agravamento do efeito estufa na Terra, já que sua concentração tem aumentado devido ao aumento cada vez maior da queima de combustíveis e à diminuição do processo de fotossíntese em decorrência da devastação das florestas.
- () A gasolina combustível possui um teor máximo de 25% de álcool que é utilizado como antidetonante e que diminui a quantidade de CO lançada na atmosfera.

02. (OMQ-2020) Em relação ao ciclo biogeoquímico do oxigênio, analise as seguintes afirmações.

- I. A camada de ozônio (O_3), localizada na estratosfera, atua na absorção da radiação ultravioleta.
- II. O oxigênio na forma de O_2 é consumido na queima de combustíveis fósseis.
- III. A fotossíntese e a respiração animal têm como produto o oxigênio molecular e o dióxido de carbono, respectivamente.
- IV. O oxigênio pode ser combinado com minerais na litosfera, formando óxidos e sais.

O número de afirmações corretas é

- A) uma.
B) duas.
C) três.
D) quatro.

03. (UFOP-MG) Cerca de 55% da radiação solar é refletida ou usada em processos naturais e 45% são convertidos em calor. A maior parte deste escapa como radiação infravermelha e pode ser retida por certos gases na atmosfera, o que provoca o fenômeno conhecido como efeito estufa. São gases que contribuem para esse efeito

- A) H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , CFCs.
B) H_2O , CO, SO_2 , N_2O , CFCs.
C) H_2O , CO_2 , SO_2 , NO_2 , CFCs.
D) H_2O , CO, CH_4 , NO_2 , O_3 .

04. (UEMA) Nos últimos anos, um dos temas ambientais de maior destaque é o aquecimento do planeta Terra, retratado na charge a seguir. O aquecimento global é uma consequência da emissão excessiva de elementos gasosos conhecidos como "gases-estufa", na atmosfera. Os gases-estufa são aqueles emitidos pelo homem em grande quantidade, e que, ao absorverem parte da radiação infravermelha emitida pela Terra, favorecem o efeito estufa.



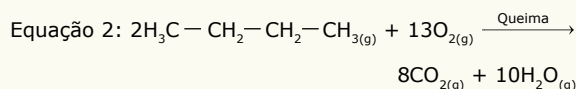
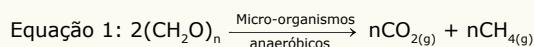
Disponível em: www.planetaquimica.wordpress.com.

Considerando as informações contidas no texto e na charge, as atividades humanas que favorecem a emissão de "gases-estufa" são

- A) decomposição de matéria orgânica e queima de combustíveis fósseis.
B) queimadas de florestas e preferência ao transporte coletivo.
C) reciclagem de papel e aumento da atividade agrícola.
D) queima de combustíveis fósseis e reflorestamento.
E) reflorestamento e aumento da atividade industrial.

05.
Q04H

(UDESC) A decomposição de material orgânico em meio anaeróbico resulta na produção natural de gás metano, CH_4 , e dióxido de carbono, CO_2 , como mostra a equação 1. A queima de combustíveis fósseis, como o gás butano, resulta na formação de dióxido de carbono, CO_2 e água, H_2O , como mostra a equação 2.



Analisando as duas equações anteriores, em relação ao efeito estufa e ao aquecimento global, é correto afirmar que

- A) somente o metano é responsável pelo aquecimento global e efeito estufa, porque o CO_2 é consumido pelas plantas durante a fotossíntese.
B) o metano não tem nenhuma influência no efeito estufa ou aquecimento global, porque é produzido naturalmente através de decomposição de matéria orgânica.
C) somente o CO_2 é responsável pelo aquecimento global e pelo efeito estufa porque ele é produzido somente na queima de combustíveis fósseis.
D) tanto o metano, CH_4 , como o dióxido de carbono, CO_2 , independentemente de serem gerados de forma natural ou pela queima de combustíveis fósseis, podem provocar efeito estufa ou aquecimento global.
E) nenhum dos dois gases tem influência no efeito estufa ou aquecimento global.



06. (UFPB) A digestão anaeróbica é um processo eficiente para tratamento de resíduos agroindustriais e de parte do lixo doméstico. Nesse processo, ocorre a formação do biogás (metano), que vem sendo utilizado em usinas termoeletricas para produzir energia elétrica. Essa forma de geração de energia é uma das saídas para o aproveitamento desses resíduos, e já vem sendo empregada em algumas cidades do Brasil.

A respeito do biogás, é correto afirmar:

- O metano é o poluente causador da chuva ácida.
- O metano é um poluente e contribui para agravar o aquecimento global.
- A combustão do metano contribui para o aumento do buraco na camada de ozônio.
- A combustão completa do metano forma fuligem (carbono).
- A combustão incompleta do metano produz dióxido de carbono e água.



07. (UECE) Os clorofluorcarbonos, descobertos por Thomas Midgley Jr. (1899-1944), não são tóxicos, nem reativos, nem explosivos e foram bastante utilizados em extintores, refrigerantes, propelentes de aerossol e, posteriormente, como agente refrigerante em geladeiras e aparelhos de ar condicionado. Tais gases, no entanto, estão causando a destruição da camada de ozônio.

No que diz respeito a clorofluorcarbonos e ozônio, assinale a afirmação verdadeira.

- Os CFCs também produzem chuva ácida e o efeito estufa.
- Na estratosfera, são decompostos pela radiação infravermelha e liberam cloro, que ataca o ozônio produzindo monóxido de cloro e oxigênio.
- Na troposfera, grandes quantidades de ozônio acarretam poluição atmosférica.
- Aumentos na radiação infravermelha podem aumentar o ozônio na estratosfera, acarretando o aquecimento global.



08. (UEM-PR) Sobre os gases CFCs e outros gases que podem destruir a camada de ozônio, assinale a alternativa correta.

- Os gases CFCs são instáveis e degradam-se com liberação de O_3 , que atua como filtro da radiação UV-B.
- O cloro proveniente dos gases CFC ataca e destrói a molécula de ozônio, que é o agente protetor contra as radiações UV.
- Os gases hálons usados nos sistemas de refrigeração, propulsão e combate a incêndio podem escapar para a troposfera, destruindo o carbono da camada de ozônio.
- O bromoclorotrifluorometano é um exemplo de gás hálon que contribui para a destruição da camada de ozônio.
- O buraco da camada de ozônio acentua-se no inverno, quando o cloro preso nas nuvens de gelo sobre o Polo Sul se desprende.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UEPA) A história da emissão de gases para a atmosfera é antiga e existem estudos demonstrando que as atividades antropogênicas, decorrentes do próprio desenvolvimento tecnológico e da procura por melhor qualidade de vida, aumentaram significativamente a emissão de dióxido de carbono (CO_2) e de metano (CH_4) para a atmosfera. Esses gases contribuem para a retenção das radiações refletidas pela superfície terrestre e, conseqüentemente, para o aumento da temperatura global do planeta.

VASTIMAN, Enilce Pereira; VASTIMAN, Delmo Santiago.
Química e Meio Ambiente Ensino Contextualizado.
Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

O impacto ambiental provocado pelas atividades antropogênicas decorrentes do próprio desenvolvimento tecnológico descrito no texto refere-se

- à chuva ácida.
- ao buraco na camada de ozônio.
- ao efeito estufa.
- ao smog fotoquímico.
- à inversão térmica.



02. (UEM-PR) O número de carros e motos circulantes em Maringá tem aumentado muito nos últimos anos, causando um aumento na emissão de resíduos da queima de combustíveis. É correto afirmar que essa situação poderá levar a

- prejuízos na respiração das pessoas e animais, pois o CO liberado pelos veículos se liga à hemoglobina do sangue, no lugar do oxigênio.
- um aumento no número de doenças cancerígenas.
- formação de chuva ácida, pela liberação de óxidos de nitrogênio que se combinam com o vapor de água formando o ácido nítrico (HNO_3).
- produção do gás ozônio (O_3) perto da superfície terrestre, pela reação de hidrocarbonetos (HC) e dióxido de nitrogênio (NO_2) com o oxigênio (O_2), na ausência de luz.
- formação de gás ozônio (O_3) em baixas altitudes, determinando o aumento da taxa respiratória das plantas, levando a um conseqüente aumento de sua produtividade.

Soma ()

03. (UCS-RS) A Terra está ficando mais quente. Um dos fatores pode ser a poluição gerada pelo homem. Mas novos estudos revelam que o problema também vem de onde menos se espera: o mar, as nuvens e até as plantas podem estar contribuindo para piorar os efeitos do CO_2 .

SUPERINTERESSANTE. p. 79, set. 2010 (Adaptação).

Sobre essa situação é correto afirmar que

- () quanto mais o planeta esquenta, mais água passa ao estado gasoso, indo para a atmosfera. Esse vapor d'água forma uma barreira, que ajuda a reter o calor na Terra.
- () a queima de combustíveis fósseis gera CO_2 e aquece o planeta. Mas certos tipos de poluição, como a do dióxido de enxofre liberado pelos vulcões, refletem radiação solar, ajudando a diminuir o aquecimento da Terra.
- () o aumento da concentração de CO_2 na atmosfera, num primeiro momento, é bom para as plantas, que utilizam esse gás para a fotossíntese.

Assinale a alternativa que preenche corretamente os parênteses.

- A) V - V - V
- B) F - F - F
- C) V - F - F
- D) V - F - V
- E) F - V - F

04. (UEM-PR) O consumo desenfreado de matérias-primas não renováveis, o aumento da produção de lixo, a poluição da terra, do ar e das águas e o efeito estufa são as principais mazelas que a sociedade moderna precisa solucionar, para não comprometer as gerações futuras. A respeito disso, assinale o que for correto.

- 01. O processo de queima de matéria orgânica, com o aproveitamento do calor gerado para movimentar uma turbina e produzir eletricidade, pode ser considerado um tipo de reciclagem.
- 02. O desmatamento pode causar a erosão e o empobrecimento do solo pela lixiviação de minerais, como os nitratos e fosfatos, que são importantes para o crescimento de seres vivos.
- 04. Diversas substâncias tóxicas lançadas no meio ambiente, como o mercúrio e inseticidas, concentram-se em níveis tróficos superiores nas cadeias alimentares, podendo atingir o homem.
- 08. A eutroficação de rios leva a uma grande multiplicação de bactérias aeróbicas.
- 16. O petróleo, o etanol e o gás natural são exemplos de matérias-primas não renováveis.

Soma ()

05.
UJFH

(UEMG) Observe a tirinha seguinte:



Calvin e Haroldo, 4 set. 2008.

Em relação ao efeito estufa, observe as seguintes proposições:

- I. É um fenômeno provocado pela ação antropogênica e que causa apenas malefícios ao nosso planeta.
- II. O fenômeno provoca o aumento da temperatura média atmosférica como resultado do acúmulo de gás carbônico e outros gases.
- III. A queima de combustíveis fosseis não emite gases estufa.
- IV. A absorção e conseqüente irradiação na faixa do infravermelho pelo gás carbônico provoca um aumento na temperatura atmosférica.

Com base na sua observação, estão corretas as proposições

- A) I e II.
- B) III e IV.
- C) I e III.
- D) II e IV.

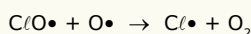
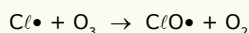
06.



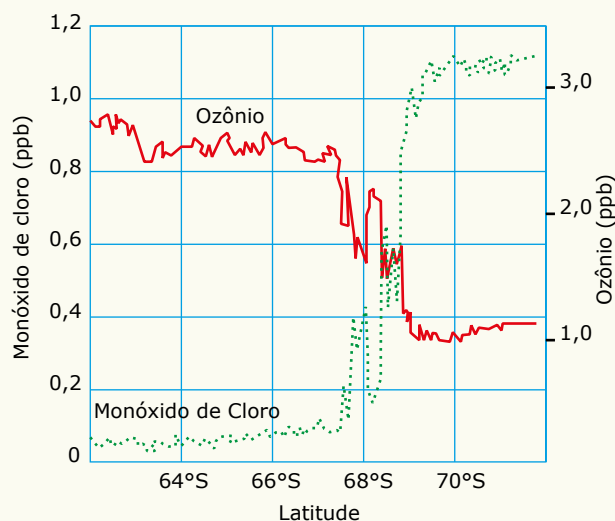
(FUVEST-SP) Uma das consequências do "efeito estufa" é o aquecimento dos oceanos. Esse aumento de temperatura provoca

- A) menor dissolução de CO_2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de menor quantidade desse gás pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para o aumento do efeito estufa global.
- B) menor dissolução de O_2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade de CO_2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global.
- C) menor dissolução de CO_2 e O_2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade de O_2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global.
- D) maior dissolução de CO_2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade desse gás pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global.
- E) maior dissolução de O_2 nas águas oceânicas, o que leva à liberação de maior quantidade de CO_2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para o aumento do efeito estufa global.

07. (UFG-GO) Os clorofluorcarbonos (CFCs), ao atingirem altitudes entre 15 e 30 km (estratosfera), são decompostos em reações de fotólise, liberando átomos de cloro livre ($\text{Cl}\cdot$) que participam de ciclos de reações catalíticas que destroem o ozônio, conforme as equações químicas apresentadas.



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



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

Considerando-se as informações apresentadas,

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

SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2020) Megaespetáculos com queima de grande quantidade de fogos de artifício em festas de final de ano são muito comuns no Brasil. Após a queima, grande quantidade de material particulado permanece suspensa no ar. Entre os resíduos, encontram-se compostos de sódio, potássio, bário, cálcio, chumbo, antimônio, cromo, além de percloratos e gases, como os dióxidos de nitrogênio e enxofre.

BRUNNING, A. *The chemistry of firework pollution*. Disponível em: www.compoundchem.com. Acesso em: 1 dez. 2017 (Adaptação).

Esses espetáculos promovem riscos ambientais, porque

- A) as substâncias resultantes da queima de fogos de artifício são inflamáveis.
- B) os resíduos produzidos na queima de fogos de artifício ainda são explosivos.
- C) o sódio e o potássio são os principais responsáveis pela toxicidade do produto da queima.
- D) os produtos da queima contêm metais pesados e gases tóxicos que resultam em poluição atmosférica.
- E) o material particulado gerado se deposita na superfície das folhas das plantas impedindo os processos de respiração celular.

02. (Enem) A Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao meio ambiente. Um recurso de geração de energia que obedeça a esses princípios é:

- A) Petróleo bruto
- B) Carvão mineral
- C) Biocombustíveis
- D) Usinas nucleares
- E) Usinas termoeletricas

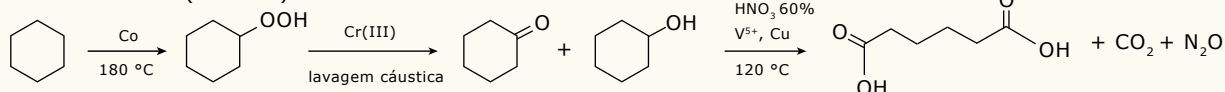
03. (Enem) O polietileno é formado pela polimerização do eteno, sendo usualmente obtido pelo craqueamento da nafta, uma fração do petróleo. O "plástico verde" é um polímero produzido a partir da cana-de-açúcar, da qual se obtém o etanol, que é desidratado a eteno, e este é empregado para a produção do polietileno. A degradação do polietileno produz gás carbônico (CO₂), cujo aumento da concentração na atmosfera contribui para o efeito estufa.

Qual é a vantagem de se utilizar eteno da cana-de-açúcar para produzir plástico?

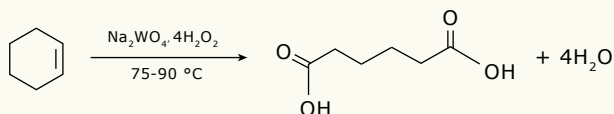
- A) As fontes utilizadas são renováveis.
- B) Os produtos gerados são biodegradáveis.
- C) Os produtos gerados são de melhor qualidade.
- D) Os gases gerados na decomposição estão em menor quantidade.
- E) Os gases gerados na decomposição são menos agressivos ao ambiente.

04. (Enem) A química verde permite o desenvolvimento tecnológico com danos reduzidos ao meio ambiente, e encontrar rotas limpas tem sido um grande desafio. Considere duas rotas diferentes utilizadas para a obtenção de ácido adípico, um insumo muito importante para a indústria têxtil e de plastificantes.

Rota tradicional (marrom)



Rota verde

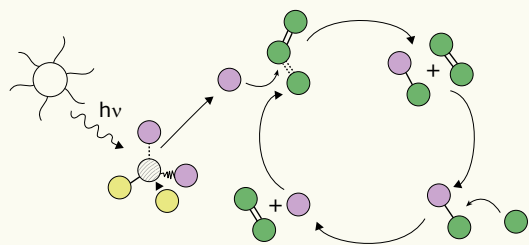


LENARDÃO, E. J. *et al.* Green chemistry – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, n.1, 2003 (Adaptação).

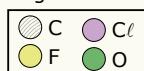
Que fator contribui positivamente para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira?

- A) Etapa única na síntese.
- B) Obtenção do produto puro.
- C) Ausência de reagentes oxidantes.
- D) Ausência de elementos metálicos no processo.
- E) Gasto de energia nulo na separação do produto.

- 05.** (Enem) 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.



Legenda



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

- A) clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radiculares.
- B) produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C) oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D) reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E) reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.
- 06.** (Enem) O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado – apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.
- Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o
- A) etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B) gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- C) óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbicas.
- D) gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbicas na decomposição da matéria orgânica.
- E) gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

- 07.** (Enem) Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (org.). *Química Verde: fundamentos e aplicações*. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas

- A) hidrelétricas.
- B) termelétricas.
- C) usinas geotérmicas.
- D) fontes de energia solar.
- E) fontes de energia eólica.
- 08.** (Enem) 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:
- I. $CF_2Cl \xrightarrow{UV} CF_2Cl\cdot + Cl\cdot$
- II. $Cl\cdot + O_3 \longrightarrow O_2 + ClO\cdot$
- A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (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 finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é
- A) substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- B) servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- C) reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
- D) impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2O).
- E) destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando dióxido de carbono (CO_2), que é inofensivo para a camada de ozônio.

09. (Enem) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão que libera o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.

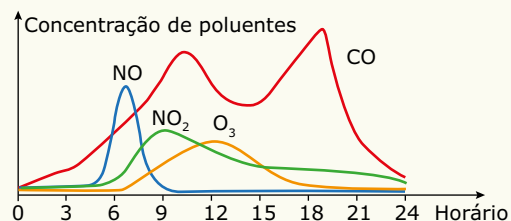
10. (Enem) Os corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia. Por exemplo, os corais-cérebro já tiveram cerca de 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos, causada provavelmente por uma bactéria. Os cientistas atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha. O aquecimento global reduziria a imunidade dos corais ou estimularia os patógenos causadores desses males, trazendo novos agente infecciosos.

FURTADO, F. Peste branca no mar. *Ciência hoje*, Rio de Janeiro, v. 42, 251, ago. 2008 (Adaptação).

A fim de combater a praga-branca, a medida mais apropriada, segura e de efeitos mais duradouros seria

- aplicar antibióticos na águas litorâneas de Abrolhos.
- substituir os aterros sanitários por centros de reciclagem de lixo.
- introduzir, nas águas de Abrolhos, espécies que se alimentem da bactéria causadora da doença.
- aumentar, mundialmente, o uso de transportes coletivos e diminuir a queima de derivados de petróleo.
- criar uma lei que projeta os corais, impedindo que mergulhadores e turistas se aproximem deles e os contaminem.

11. (Enem) O gráfico a seguir refere-se às variações das concentrações de poluentes na atmosfera, no decorrer de um dia útil, em um grande centro urbano.



NOVAIS, Vera. *Ozônio: aliado ou inimigo*. São Paulo: Scipione, 1998 (Adaptação).

As seguintes explicações foram dadas para essas variações:

- A concentração de NO diminui, e a de NO_2 aumenta em razão da conversão de NO em NO_2 .
- A concentração de monóxido de carbono no ar está ligada à maior ou à menor intensidade de tráfego.
- Os veículos emitem óxidos de nitrogênio apenas nos horários de pico de tráfego do período da manhã.
- Nos horários de maior insolação, parte do ozônio da estratosfera difunde-se para camadas mais baixas da atmosfera.

Dessas explicações, são plausíveis somente

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

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Aprendizagem

01. V V
02. D
03. A
04. A
05. D

Meu aproveitamento

Acertei _____ Errei _____

- 06. B
- 07. C
- 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. Soma = 07
- 03. A
- 04. Soma = 07
- 05. D
- 06. A

07.

- A) As equações mostram que o cloro produzido por decomposição fotolítica decompõe o ozônio, formando óxido de cloro radicalar e O_2 . O óxido de cloro produzido regenera o cloro que reinicia o ciclo de destruição do ozônio. Isso pode ser confirmado no gráfico, visto que quanto maior for a concentração de monóxido de cloro, menor será a concentração de ozônio.
- B) Os CFCs são responsáveis pela formação do cloro que destrói o ozônio. Desse modo, a proibição de sua produção amenizaria a destruição da camada de ozônio.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. A
- 04. A
- 05. B
- 06. D
- 07. B
- 08. A
- 09. D
- 10. D
- 11. A



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Química Ambiental II

IMPACTOS AMBIENTAIS NOS SOLOS

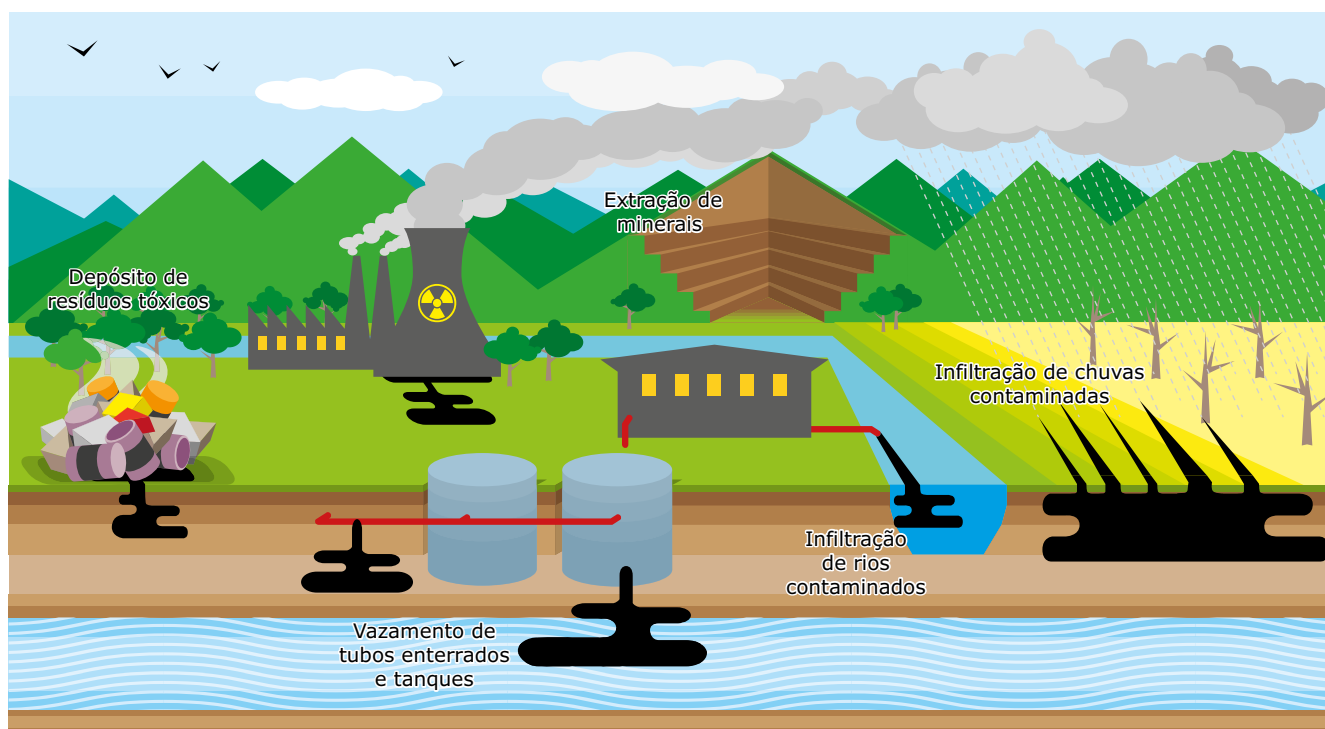
O solo constitui a camada superficial da crosta terrestre. Ele é formado pelo intemperismo das rochas e, por isso, é composto por partículas minerais. Além de minerais, apresenta, em sua constituição, água, ar, substâncias orgânicas e organismos vivos (bactérias, fungos e pequenos animais).

Muitos poluentes ficam retidos no solo, já que ele funciona como um filtro que impede a passagem de compostos químicos para a água subterrânea. A sua poluição consiste no depósito desses poluentes – capazes de provocar alterações significativas tanto em sua estrutura quanto em sua composição – sobre a superfície ou no interior do solo.

Além disso, o solo constitui um meio no qual muitos compostos orgânicos são decompostos.

As principais atividades antropogênicas que levam à poluição do solo são:

- a utilização de fertilizantes e de agrotóxicos na produção agrícola;
- o descarte de resíduos da produção industrial e os vazamentos de matéria-prima ou produtos finais;
- a estocagem e a distribuição de combustíveis e lubrificantes;
- a utilização de substâncias tóxicas na extração de metais na mineração;
- a produção de energia em usinas nucleares, quando há vazamento de produtos radioativos em acidentes nucleares;
- a deposição de lixo sem tratamento, a não reciclagem e o não reúso de materiais;
- os despejos de esgoto sem tratamento ou de resíduos de seu tratamento, os quais são ricos em nutrientes.



A poluição do solo ocorre pelo depósito de substâncias capazes de provocar alterações em sua estrutura e composição natural.

Os processos que levam à contaminação do solo podem ser minimizados com a remoção da fonte poluidora e com o bloqueio das vias de transferência (isolamento da área).

Para a descontaminação do solo, pode-se, ainda, removê-lo do local contaminado e tratá-lo com processos físicos (lavagem do solo), químicos (combustão, pirólise e adição de substâncias químicas que convertem produtos tóxicos e produtos inertes ou inofensivos) e biológicos (adição de organismos que metabolizam, decompõem, os poluentes). Depois desses processos, o solo é devolvido ao seu local de origem.

Os fertilizantes e os agrotóxicos

Para suprir a demanda mundial por alimentos, os grandes produtores utilizam fertilizantes e agrotóxicos com a finalidade de aumentar a produtividade agrícola.

Os fertilizantes são sistemas formados por diversas substâncias orgânicas ou minerais, que são macro e micronutrientes dos vegetais, e são utilizados para aumentar a disponibilidade desses nutrientes no solo, o que aumenta sua fecundidade e produtividade. No entanto, o uso excessivo desses compostos gera desequilíbrio ecológico. Os agentes decompositores não conseguem processá-los na mesma proporção em que são adicionados ao solo, provocando, neste, um aumento da concentração de nutrientes – eutrofização. Esse excesso pode causar um decréscimo de matéria orgânica no solo e alterar a sua capacidade de retenção de água.

Os agrotóxicos são substâncias tóxicas usadas para combater as pragas que atacam as plantações: ácaros, ervas daninhas, fungos, bactérias e insetos.

O controle biológico das culturas é uma alternativa para substituição dos agrotóxicos. Consiste no combate às pragas por meio de seus predadores ou parasitas naturais, como, por exemplo, a criação de vírus transgênicos, desenvolvidos para, em determinadas condições, atacarem exclusivamente certas larvas ou insetos. Nesse tipo de controle, os vírus atacam apenas algumas espécies, sendo inofensivos para outras, e se autodestruindo quando seu trabalho termina.

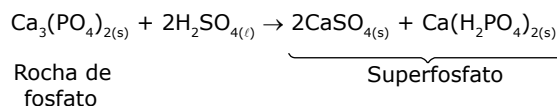
Outro método utilizado para substituir ou minimizar o uso de agrotóxicos é a utilização de feromônios naturais (substâncias químicas que alteram o comportamento dos animais).

Ao pulverizar uma cultura com feromônios que advertem os insetos de uma determinada espécie sobre uma situação de perigo, consegue-se afastá-los da plantação. Pode-se, também, fazer armadilhas colocando-se, em seu interior, feromônios que atraem os machos de uma determinada espécie que visam à reprodução. Dessa forma, esses machos ficarão aprisionados nas armadilhas, diminuindo a sua disponibilidade para a reprodução, o que reduz, consideravelmente, o número desses insetos na plantação.

Poluição por fosfatos

Os fosfatos são encontrados em águas que escoam de terras excessivamente tratadas com fertilizantes do tipo NPK. Os fertilizantes do tipo NPK são constituídos de compostos dos três macronutrientes de um vegetal: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Nesse tipo de fertilizante, o fósforo geralmente se encontra na forma de óxido (P_2O_5) que, em contato com a água do solo, é convertido em fosfato (PO_4^{3-}).

Outro tipo de fertilizante muito utilizado é o superfosfato, que é uma mistura de sulfatos e fosfatos obtida pelo tratamento da rocha de fosfato com ácido sulfúrico.

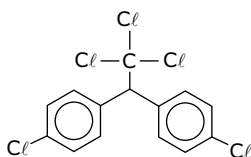


As terras onde se pratica a pecuária intensiva também são contaminadas com fosfatos eliminados nas excretas dos animais.

Poluição por DDT e outros pesticidas

Essas substâncias utilizadas, principalmente, na agricultura, mesmo em baixa concentração, são altamente tóxicas. A concentração desses produtos no solo envenena alimentos e sua presença na água mata os seres vivos aquáticos, como peixes e crustáceos. Muitos reduzem a quantidade de insetos úteis nas plantações e, dessa forma, provocam o aparecimento de novas pragas e enfermidades vegetais.

Outros pesticidas são cancerígenos, representando um perigo à saúde humana.



Estrutura do DDT.

A estocagem e a distribuição de produtos químicos

Tubulações ou reservatórios que armazenam produtos químicos em indústrias, em postos e em refinarias de combustíveis, bem como os reservatórios de caminhões transportadores, quando são danificados por impacto mecânico ou deteriorados por corrosão, permitem o vazamento de substâncias químicas que contaminam o solo.

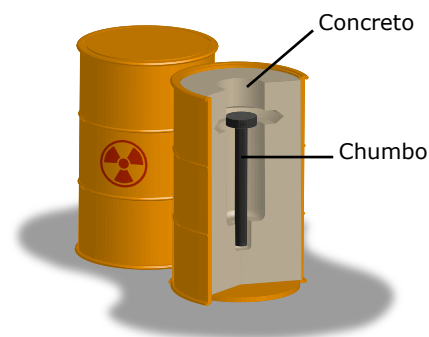
Os radionuclídeos

Um acidente em reatores de usina nuclear, em laboratórios de pesquisas nucleares, na produção de radiofármacos ou em testes de explosão de armas nucleares pode gerar contaminação direta do solo. A contaminação pode ser acentuada quando a nuvem de poeira radioativa gerada pelo acidente dispersa para locais distantes por meio da chuva e do vento.

Alguns materiais radioativos também são utilizados em máquinas que auxiliam no tratamento de câncer, como as bombas de césio e de cobalto. Nessas máquinas, o material radioativo é utilizado como fonte de radiação gama, que é administrada ao paciente com câncer na tentativa de destruir as células cancerígenas sem afetar os tecidos saudáveis.

Em 1987, na cidade de Goiânia, uma cápsula de chumbo contendo cerca de 100 gramas de cloreto de césio-137 (CsCl) foi removida de um aparelho de radioterapia abandonado. Várias pessoas tiveram contato direto com esse material, que se espalhou em uma determinada região, gerando várias toneladas de lixo radioativo.

Para evitar que resíduos radioativos contaminem o solo, estes devem ser vitrificados, armazenados em blocos de vidro (evitando que a água os dissolva e que haja oxidação por contato com o ar) e, posteriormente, introduzidos em tonéis ou contêineres que contêm uma camada interna espessa de chumbo e uma camada externa de concreto a fim de evitar que as radiações emitidas desses materiais tenham contato com o meio ambiente.



No tambor, o lixo atômico fica dentro do recipiente de chumbo mais interno.

Mineração

A exploração de minérios de elementos radioativos ou não radioativos expõe tais minérios às intempéries atmosféricas e climáticas. Essa exposição pode levar à contaminação de solos próximos ao local de exploração por meio de erosão e lixiviação. Já em solos distantes da mina de exploração, a contaminação se dá por dissolução em águas que penetram no solo ou por arraste de partículas sólidas pelo vento.

Os lixões e os aterros

Os lixões são locais onde são depositados os resíduos urbanos sem forma de tratamento ou reciclagem.

Nesses locais, a decomposição da matéria orgânica origina o chorume, um líquido de cor escura e odor forte que atrai insetos que trazem doenças aos seres humanos. O seu tratamento é fundamental para a preservação do meio ambiente, pois pode atingir lençóis freáticos, rios e córregos, causando a contaminação desses recursos hídricos.

Existem algumas soluções para minimizar a contaminação do solo por lixões, como a separação seletiva do lixo, a reciclagem e o reúso dos materiais descartados e a utilização de aterros sanitários.

Nos aterros sanitários, há a disposição de resíduos sólidos na menor área possível de solo sem causar danos ou riscos à saúde pública, minimizando, assim, os impactos ambientais.

O local a ser instalado um aterro deve ser criteriosamente avaliado, de forma a se evitar a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos, dos lagos e dos rios. Além disso, é importante verificar a ausência de populações próximas.

O infográfico a seguir descreve a configuração de um aterro sanitário.

Processo de construção de um aterro sanitário

1 A construção de um aterro sanitário inicia-se com a escavação de um grande buraco em um terreno previamente estudado. Esse terreno deve apresentar um tipo de solo adequado para a construção (que não seja muito arenoso) além de ser necessário manter uma distância de 2 metros acima do lençol freático.

2 Sobre a terra compactada no fundo do buraco, é construída uma camada impermeabilizante constituída de polietileno de alta densidade e, logo acima desta, é construída uma camada de pedra britada, por onde irão escorrer os líquidos e os gases produzidos pelo lixo.

3 Para drenar o líquido que sai do lixo (percolado), são instaladas, a cada 20 metros, calhas de concreto, que levarão a mistura para lagoas de acumulação.

4 A área ao redor do aterro é cercada, a fim de evitar invasões e degradação por terceiros. Em São Paulo, por exemplo, essa área consiste em um cinturão verde com 50 metros de largura.

5 O lixo armazenado no aterro libera gases, principalmente o gás metano, que podem ser coletados em tambores ou liberados na atmosfera. Esses gases são captados por tubos verticais até a superfície do aterro.

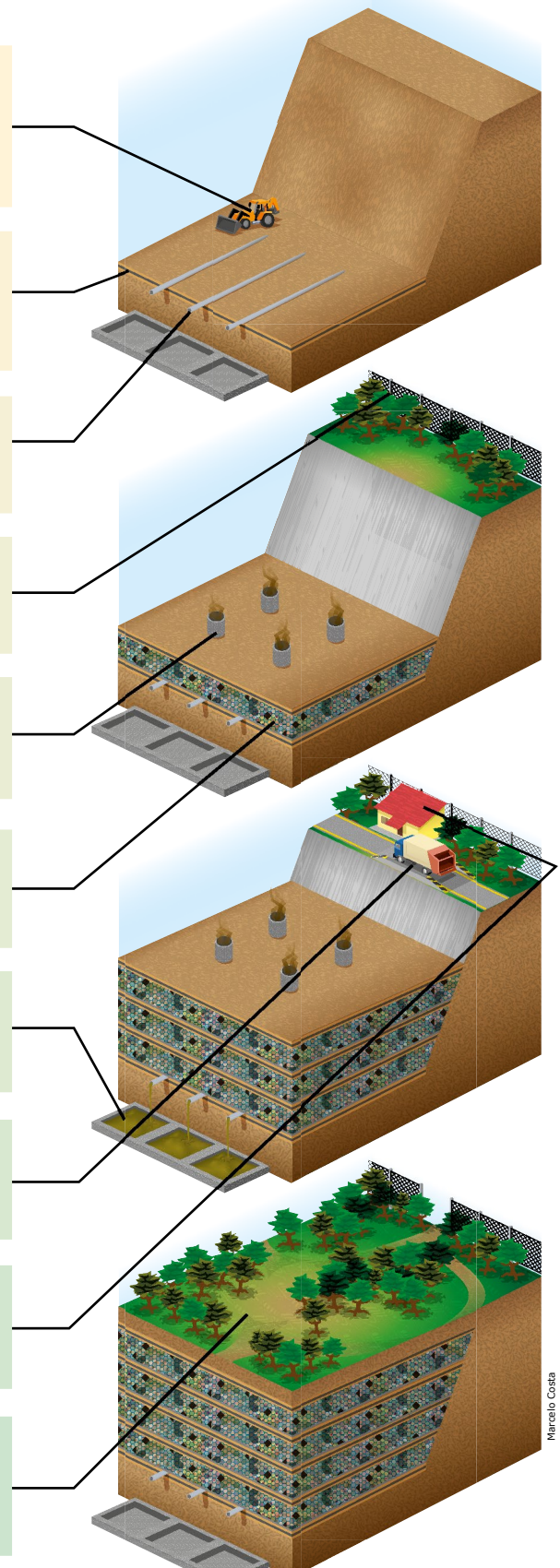
6 Cada camada do aterro tem 5 metros: 4 metros de lixo e 1 metro de terra mais a camada impermeabilizante. Em cidades pequenas, os aterros possuem 3 camadas, mas, nas metrópoles, chegam a ter 20 camadas.

7 O percolado produzido pode ser tratado no próprio aterro e lançado no esgoto ou coletado em espécies de piscinões para, posteriormente, serem transportados às estações de tratamento.

8 Balanças parecidas com as das estradas controlam a quantidade de lixo que chega ao aterro em cada caminhão. Caminhões coletores comuns transportam cerca de 7 a 9 toneladas de lixo.

9 Essa área é responsável por coordenar e monitorar as atividades do aterro. É realizado, também, o estudo do momento em que é necessário encerrar as atividades do aterro e a construção de um novo.

10 Quando o aterro esgota sua capacidade, é necessário fechá-lo. Para isso, coloca-se sobre ele áreas verdes de preservação. Como o terreno é instável, devido a produção de percolado e gases, não é recomendado construções sobre essas áreas.



Os resíduos, antes de serem depositados em um aterro, devem ser devidamente compactados a fim de economizar espaço útil. A sua área interna deve ser vedada com, pelo menos, duas camadas de telas impermeáveis, de forma a evitar a passagem do chorume para o solo.

Um problema grave que ocorre em depósitos de lixo é a mistura do lixo contaminado, por exemplo, o hospitalar, com o lixo comum. Isso ocorre pelo fato de não haver um processo de separação desses materiais antes do descarte. Como consequência disso, o solo pode agregar produtos tóxicos com grande potencial de contaminação.

IMPACTOS AMBIENTAIS NAS ÁGUAS

O lançamento de substâncias orgânicas e tóxicas nas águas superficiais (lagos, rios, mares e oceanos), o descarte de poluentes no solo sem algum tipo de controle e a infiltração de líquidos provenientes da decomposição do lixo no solo atingindo os lençóis freáticos geram, atualmente, um grave desequilíbrio aos ecossistemas aquáticos.

As atividades antropogênicas que levam à poluição das águas são as mesmas que levam à poluição dos solos acrescidas das chuvas ácidas e das chuvas que trazem da atmosfera partículas em suspensão.

Poluição por fertilizantes e agrotóxicos

A utilização de fertilizantes e agrotóxicos em plantações pode contaminar a água usada na irrigação agrícola. Essa água, ao atingir os lagos, os rios ou o lençol freático, acaba por contaminar os peixes e outros animais que fazem uso dela. Por sua vez, a reutilização das águas contaminadas para novas irrigações leva à contaminação dos alimentos (frutas, verduras, legumes, etc.).

Os fertilizantes, quando em contato com águas paradas ou lentas, atuam como nutrientes (principalmente NO_3^- e PO_4^{3-}), favorecendo o crescimento de plantas superficiais, como as algas. O crescimento acelerado dessas espécies forma uma camada sobre a água que dificulta a sua oxigenação, levando ao fenômeno da eutrofização.

Poluição pela exploração do petróleo

A exploração de poços de petróleo no fundo dos oceanos e o transporte desse produto por meio marítimo ou por oleodutos têm provocado acidentes em que ocorre o espalhamento de grandes quantidades de petróleo.

Como esse composto é menos denso do que a água, geralmente, quando ocorre seu espalhamento em rios e mares, a área afetada é isolada com boias.

Observe a seguir alguns exemplos extraídos de algumas reportagens.



Ana Carolina Fernandes / Folhapress

Barreira utilizada para evitar que os 16 mil litros de óleo cru, vazados do navio Brotas da Petrobras, cheguem à praia da baía de ilha Grande, em Angra dos Reis (município a 150 km do Rio de Janeiro), em maio de 2002. O petróleo vazou de um furo no tanque principal do navio, que estava sendo abastecido. O furo teria sido causado por corrosão.



Marcelo Justo / Folhapress

Técnicos fazem a limpeza das praias e encostas que foram atingidas pelo óleo que vazou de dutos que levam óleo aos navios, no porto de São Sebastião (SP).

Após o isolamento da área afetada, o petróleo sobrenadante é aspirado.

Ultimamente, são utilizados cabelo e pelos de animais dentro de meias de náilon para ajudar a absorver o óleo espesso que se aproxima das praias e das margens dos rios. O cabelo é um material extremamente eficiente na absorção de vários tipos de óleo, incluindo o petróleo. A sua utilização no interior de meias de náilon é eficaz, pois cada folículo tem grande área superficial, à qual o óleo se adere por meio de interações intermoleculares.

Quando o petróleo é levado pelas correntes para as margens dos rios ou para as praias, o solo, naquela região, é contaminado e, portanto, há a necessidade de retirar a camada atingida e submetê-la à descontaminação.

Gotículas de petróleo que boiam na superfície das águas podem aglutinar material particulado em suspensão na água, formar um sistema mais denso e decantar. Esses sedimentos, em longo prazo, geram problemas graves, pois liberam algumas substâncias potencialmente carcinogênicas que contaminam os corpos-d'água.

Poluição por esgotos domésticos

Os esgotos domésticos lançam nos mananciais os seguintes poluentes:

- Matéria orgânica, que permite o desenvolvimento de micro-organismos e a propagação de mau cheiro.
- Ureia, que, posteriormente, se transformará em amônia, o que provocará a alteração do pH do meio.
- Coliformes, que são prejudiciais à saúde.
- Surfactantes, como sabões e detergentes, que podem produzir espuma na água.
- Óleos e gorduras, que são insolúveis e, geralmente, sobrenadam na água, dificultando a absorção de gás oxigênio.
- Particulados sólidos, que podem ficar em suspensão, alterando a cor, o sabor e a turbidez da água.

As estações de tratamento de esgoto (ETEs) têm como finalidade eliminar os poluentes da água suja por meio de processos biológicos / químicos, de conversão de substâncias, e físicos, de separação de componentes da mistura a fim de devolver a água a seus mananciais com níveis aceitáveis de poluentes.



Paulo smenezes / Creative Commons

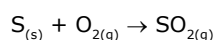
Esgoto sem tratamento lançado diretamente no Rio Guaíba (RS).

Poluição por fosfatos

Os fosfatos encontrados nos esgotos são provenientes, principalmente, do uso de detergentes. Nos resíduos aquosos que escorrem de terras excessivamente tratadas com fertilizantes e de terras nas quais se pratica a pecuária intensiva, devido às excretas dos animais, também são encontrados compostos que contêm fosfatos.

Poluição por dióxido de enxofre

Dióxido de enxofre é um gás incolor, tóxico, de cheiro forte e que provoca irritações. Forma-se na queima do enxofre ou dos compostos de enxofre com o oxigênio.



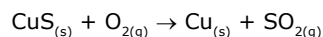
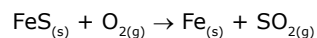
O gás SO_2 é um grande poluente atmosférico. Em regiões onde há fábricas de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , haverá altas concentrações desse gás, pois uma das fases da fabricação desse ácido consiste na queima de enxofre.

Outro processo que promove a liberação de SO_2 na atmosfera é a queima de combustíveis derivados de petróleo que contêm compostos sulfurados como a gasolina, o óleo diesel e outros.

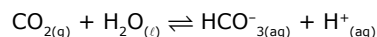
O impacto ambiental causado pelo óleo diesel é maior do que o causado pela gasolina, visto que ele contém maior teor de enxofre em sua composição.

Já o etanol não contém compostos de enxofre. Logo, na sua queima, não é liberado SO_2 , o que o torna um combustível menos poluente se comparado aos combustíveis fósseis.

Por outro lado, a produção de metais a partir de sulfetos metálicos em processos metalúrgicos é uma atividade que também gera grande quantidade de dióxido de enxofre. A redução do metal por combustão é denominada ustulação.

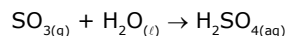
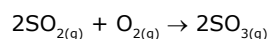


A chuva, normalmente, apresenta caráter ácido, pH de 5,6 devido à presença de $CO_{2(g)}$ na atmosfera em equilíbrio com os íons $HCO_{3(aq)}^-$, provenientes da hidrólise desse gás na água da chuva.



Precipitações que apresentam pH menor que 5,6 são denominadas **chuvas ácidas**. Esse fenômeno ocorre quando óxidos presentes na atmosfera reagem com a água da chuva, dando origem aos seus respectivos ácidos, o que aumenta a acidez do meio.

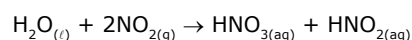
O SO_2 lançado na atmosfera se transforma em SO_3 , o qual se dissolve na água da chuva, formando o ácido sulfúrico, o que causa sérios impactos ambientais, como a destruição da vegetação, a acidificação de solos e de espelhos-d'água, além do desgaste de monumentos de mármore.



Poluição por dióxido de nitrogênio

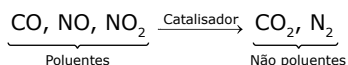
Nos motores a explosão, usados em automóveis e caminhões, a temperatura e a pressão de trabalho são muito elevadas. Neles, o nitrogênio e o oxigênio do ar se combinam, formando óxidos de nitrogênio, principalmente o gás NO_2 , que poluem a atmosfera.

O gás NO_2 presente na atmosfera, ao dissolver-se na água, forma o ácido nítrico e o ácido nitroso, contribuindo, assim, para a formação da chuva ácida.





Atualmente, os escapamentos dos automóveis possuem um dispositivo contendo catalisadores que transformam os poluentes CO e óxidos de nitrogênio em CO₂ e N₂, que não são poluentes. Com isso, tem-se conseguido significativa redução da emissão de gases nocivos.



Poluição por metais pesados

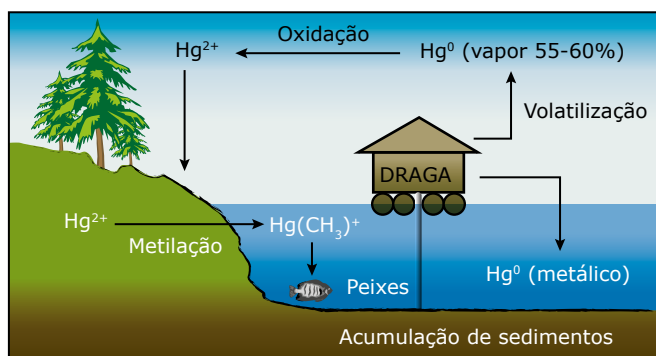
São metais pesados aqueles que possuem densidade superior a 6 g.cm⁻³. Eles ocorrem naturalmente em rochas, mas, quando se apresentam em concentrações elevadas nas águas e nos solos, evidenciam a ocorrência de ações antropogênicas naqueles locais. Entre os metais pesados mais perigosos, estão o mercúrio e o chumbo.

Poluição por mercúrio

O mercúrio provém de combustíveis fósseis, de indústrias de cloroálcalis, de fábricas de aparelhos elétricos e de tintas, de atividades de mineração e refino e de indústrias de papel. O mercúrio é um metal pesado e forte contaminante de alimentos, principalmente de peixes e crustáceos. Sua assimilação pelo ser humano afeta o sistema nervoso.

Na extração do ouro, os garimpeiros costumam utilizar mercúrio para aumentar o rendimento do processo devido à formação de uma amálgama (liga de ouro e mercúrio). Nesse caso, boa parte desse metal é lançado na água, ou na atmosfera na forma de vapor, quando os garimpeiros aquecem a liga para separar os dois metais, o que constitui um grande risco ambiental.

Alguns dos processos físicos, químicos e bioquímicos que ocorrem com o mercúrio, após seu lançamento no ambiente, estão representados na figura a seguir:



Vestibular UFMG 2008 – Primeira etapa.

Poluição por chumbo

O chumbo, que também é um metal pesado, é uma substância tóxica que se acumula no organismo, contaminando o sítio ativo das enzimas e interferindo no metabolismo celular. Essa substância é encontrada em indústrias químicas e de pesticidas. Armazena-se em sedimentos marinhos e na água doce.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UEL-PR) Diariamente, milhões de toneladas de lixo são lançadas no ambiente. Aos poucos, após a década de 1950, o lixo passou a ser sinônimo de energia, matéria-prima e solução. Processos alternativos, como a reciclagem, por exemplo, reduzem o lixo e atuam nos processos produtivos, economizam energia, água e matéria-prima. A coleta seletiva é a maior aliada no reaproveitamento dos resíduos.

Com base nos conhecimentos sobre reciclagem, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

- () O alumínio e o vidro mantêm suas características praticamente inalteradas ao serem reciclados.
- () O vidro é o único material que permite uma junção de cores recicláveis, tendo uma reciclagem finita ao longo do tempo.
- () A reciclagem busca a redução dos custos de fabricação de alguns produtos, sobretudo em função do menor desperdício de energia.
- () O volume de matéria-prima recuperado atualmente pela reciclagem encontra-se acima das necessidades da indústria.
- () A reciclagem é uma forma de reintroduzir o lixo no processo industrial, retirando os resíduos do fluxo terminal.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- A) V, V, F, V, F.
- B) V, F, V, F, V.
- C) V, F, F, F, V.
- D) F, V, F, V, F.
- E) F, F, V, V, V.

02. (UEM-PR) Sobre os diferentes tipos de lixos, assinale o que for correto.

- 01. Os resíduos radioativos produzidos pelas usinas nucleares, como ácido sulfúrico, ácido fluorídrico, ácido nítrico, ácido clorídrico, entre outros, são colocados em caixas lacradas que são enterradas ou jogadas no mar. Essas caixas são extremamente protegidas, não havendo riscos de desastres nem por corrosão e, muito menos, se elas forem, acidentalmente, desenterradas.
- 02. O lixo domiciliar é composto de resíduos orgânicos (papel, latas, vidros, plásticos, entre outros) e inorgânicos (resto de alimentos, cascas de frutas, verduras, entre outros). Uma prática muito comum atualmente é a reciclagem dos resíduos orgânicos a partir da coleta seletiva. Essa prática faz com que o Brasil consiga reciclar por volta de 50% de todo esse lixo.

04. Alguns tipos de detritos merecem atenção especial antes de serem jogados no lixo, pois podem prejudicar o meio ambiente e o homem. Entre eles, podem-se citar lâmpadas elétricas (mercúrio), pilhas e tintas (metais pesados), além de outros. Para solucionar o problema de descarte de pilhas e de baterias, por exemplo, muitas empresas fabricantes têm realizado a coleta desses produtos.

08. O lixo hospitalar é formado por rejeitos radioativos, resíduos potencialmente infectantes, resíduos químicos, resíduos perfurocortantes, entre outros. No Brasil, existem regras para o seu descarte, com os objetivos de evitar danos ao meio ambiente e de prevenir acidentes aos profissionais que trabalhem diretamente nos processos de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação desse tipo de lixo.

16. O lixo industrial, formado por resíduos de atividades industriais, é responsável por vários impactos ambientais, principalmente em recursos hídricos. Dentre os produtos considerados como lixo industrial, destaca-se o dióxido de enxofre, que é um dos principais responsáveis pelo fenômeno da chuva ácida.

Soma ()

- 03.** (PUC RS) Associe a Coluna A, que apresenta tipos de materiais e seu tempo de degradação no ambiente, com a Coluna B, que apresenta possíveis destinações do lixo, numerando os parênteses.

Coluna A

1. vidro – mais de 10 000 anos
2. lata de alumínio – mais de 1 000 anos
3. matéria orgânica doméstica – 2 a 12 meses
4. material orgânico em lixo hospitalar – 2 a 12 meses

Coluna B

- () aterro sanitário
- () incineração
- () reciclagem
- () reutilização

Efetuada a correta associação entre os materiais e o melhor tratamento a ser dado a eles, obtém-se, de cima para baixo, a sequência

- A) 1 – 2 – 3 – 4.
- B) 2 – 4 – 3 – 1.
- C) 3 – 4 – 2 – 1.
- D) 4 – 3 – 1 – 2.
- E) 4 – 2 – 3 – 1.

- 04.** (UEL-PR) Um computador pessoal pode conter 700 substâncias químicas diferentes, e seu descarte indevido contribui para o acúmulo de metais pesados despejados no ambiente. As relações entre a quantidade de matéria-prima extraída do ambiente e o volume de resíduos sólidos produzidos podem ser identificadas nos diferentes métodos de tratamento de resíduos sólidos.

Com base nessas considerações e relativamente aos métodos de tratamento de resíduos sólidos, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir:

- () A reciclagem reduz a matéria-prima extraída do ambiente e diminui o volume dos resíduos sólidos produzidos.
- () A reciclagem reduz o volume dos resíduos sólidos produzidos, sem diminuir a matéria-prima extraída do ambiente.
- () A reciclagem e o reaproveitamento reduzem o volume de resíduos sólidos produzidos, mas aumentam a extração de matéria-prima do ambiente.
- () O reaproveitamento reduz a matéria-prima extraída do ambiente, mas aumenta o volume dos resíduos sólidos produzidos.
- () O reaproveitamento reduz o volume dos resíduos sólidos produzidos, sem diminuir a matéria-prima extraída do ambiente.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- A) V, V, F, F, V.
- B) V, F, F, F, V.
- C) F, V, V, F, F.
- D) F, V, F, V, V.
- E) F, F, V, V, F.

- 05.** (FBD-BA) O modelo de desenvolvimento em que a extração de recursos do ambiente e a devolução de resíduos em quantidade e velocidade maiores do que a natureza consegue processar ocasiona diversos problemas ambientais. Uma das alternativas propostas para minimizar esses problemas é a coleta e devolução de resíduos, a exemplo de embalagens, lâmpadas, pilhas, pneus, óleos lubrificantes, dentre outros, à indústria para reutilização ou destinação adequada.

Considerando-se o tema abordado no texto associado aos conhecimentos das propriedades dos materiais, é correto afirmar:

- A) A incineração de pneus usados é o processo adequado para reduzir o volume de resíduos sólidos sem afetar o meio ambiente.
- B) O descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes preenchidas com argônio, Ar_(g), polui o ar atmosférico porque esse gás é tóxico e inflamável.
- C) A contaminação do ambiente por óleos lubrificantes derivados do petróleo está associada à presença de ésteres de ácidos graxos nesses materiais.
- D) O vazamento do conteúdo de pilhas alcalinas, cujo eletrólito é o hidróxido de potássio, KOH_(aq), em represas ou rios, reduz o pH do sistema aquático.
- E) A reciclagem de embalagens de polietileno diminui a utilização de hidrocarbonetos insaturados obtidos a partir de matéria-prima de origem fóssil.

- 06.** (UEG-GO) Um dos efeitos da poluição atmosférica é o acúmulo de alguns poluentes provenientes, por exemplo, da queima de combustíveis fósseis, os quais liberam substâncias que reagem com a água e ocasionam as chuvas ácidas.

Sobre a chuva ácida, é correto afirmar:

- A) A acidificação das águas libera alumínio do solo que, por sua vez, pode intoxicar os peixes, interferindo na capacidade de filtragem das brânquias, órgão de respiração do peixe.
- B) O ácido nítrico e o ácido sulfúrico diminuem a acidez da chuva, ou seja, aumentam seu pH, reduzindo a ocorrência de eventuais consequências oriundas dessa acidez de compostos.
- C) O fósforo e o hidrogênio são os principais componentes das chuvas ácidas, visto que, cada vez que se queima algo que tenha enxofre, forma-se dióxido de fósforo, que sobe para as nuvens, onde reage com o vapor da água.
- D) O mar, o lago, o rio e o córrego não são afetados pela chuva ácida, já que eles possuem sua acidificação inalterada, uma vez que o pH nestes locais é neutralizado.

- 07.** (IFSC-SC) “[A chuva ácida] é um dos problemas ambientais mais sérios da atualidade, causado pelos gases tóxicos liberados na queima de combustíveis como o carvão e o petróleo. Depois que as chaminés das indústrias e os escapamentos dos carros despejam no ar a sujeira da combustão, uma parte da poluição reage com o vapor d’água e outros componentes da atmosfera. Nesse processo, os gases poluentes se transformam em ácidos, que caem sobre a terra misturados com as gotas de tempestade, neblina ou nevoeiro. Daí vem a acidez da chuva, que pode destruir florestas, acabar com os nutrientes do solo, matar a vida aquática e prejudicar a saúde humana.”

Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br>.
Acesso em: 3 ago. 2015.

Considerando as informações do texto, indique a alternativa correta.

- A) Outros poluentes emitidos pelas chaminés e escapamentos de automóveis são os gases de enxofre, como o etanol e o metano.
- B) O texto fala de um grave problema ambiental conhecido como “efeito estufa”.
- C) O dióxido de carbono emitido na queima de combustíveis pode combinar-se com a água da chuva formando ácido carbônico.
- D) A chuva ácida só ocorre nas grandes cidades, devido ao grande número de automóveis em circulação.
- E) O ácido sulfúrico está presente nas chuvas ácidas, aumentando o pH da água.

- 08.** (UEM-PR) A poluição dos córregos por resíduos tóxicos de fábricas e fazendas é um problema grave na China. No dia 25/01/2012, a agência estatal chinesa de notícias Xinhua divulgou a seguinte notícia: “Poluição de rio na China leva população a estocar água.

Níveis de cádmio no rio Longjiang chegaram a três vezes o limite oficial. Poluição de córregos por resíduos tóxicos é um problema grave no país.”

Sobre o assunto, assinale o que for correto.

01. Do ponto de vista da cadeia alimentar, as espécies de organismos do rio que mais acumularão metais pesados serão os produtores e os consumidores primários.
02. Devido aos despejos dos resíduos tóxicos das fábricas e fazendas nesse rio, com o passar do tempo, ocorrerá aumento na quantidade de bactérias anaeróbicas e o consequente aumento na quantidade de oxigênio.
04. Metais pesados, como o cádmio, são produtos não biodegradáveis e prejudicam o meio ambiente por se acumularem nos tecidos dos organismos e se concentrarem ao longo das cadeias alimentares, acarretando sérios problemas de saúde.
08. Os metais apresentam baixa energia de ionização, permitindo maior mobilidade dos elétrons, com consequente condução da corrente elétrica.
16. O lançamento, no ambiente, de substâncias ou agentes físicos perigosos à saúde humana e de outros organismos é chamado de eutrofização.

Soma ()

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UEG-GO) As diversas atividades humanas desenvolvidas liberam substâncias tóxicas, muitas das quais se acumulam no ambiente e podem afetar o funcionamento dos ecossistemas naturais. Dentre essas substâncias e suas adversidades, tem-se que

- A) o monóxido de carbono é um gás incolor e inodoro produzido durante a combustão completa de moléculas orgânicas que, quando combinado com a hemoglobina do sangue, inviabiliza o transporte de nitrogênio.
- B) o uso de pesticidas organoclorados resulta em seu acúmulo em ecossistemas terrestres e aquáticos, gerando desequilíbrios ecológicos.
- C) o mercúrio, um metal sólido à temperatura ambiente, é amplamente utilizado na separação do ouro e do minério bruto e o seu acúmulo gera desequilíbrio na cadeia alimentar.
- D) o dióxido de enxofre e o óxido de nitrogênio, reagindo com o vapor-d’água, formam o ácido sulfúrico e nítrico, um dos responsáveis pelo fenômeno conhecido como efeito estufa.

- 02.** (Unemat-MT-2019) As palhas de aço para uso doméstico, utilizadas na limpeza de painéis, por exemplo, quando em contato com a água e O do ar, após um período de tempo, formam a ferrugem e, por conta disso, devem ser descartadas. A ferrugem é um processo em que o ferro metálico, principal componente da palha de aço, é oxidado, vindo a formar um composto insolúvel e inerte que é o óxido de ferro (III) mono-hidratado, $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, o qual possui a coloração castanho-avermelhada.

Baseado no texto anterior, assinale a alternativa correta sobre o descarte das palhas de aço.

- A) O descarte deve ser em lixo comum e o destino final deve ser o aterro sanitário, pois o produto da degradação da palha de aço não causa grandes impactos à natureza.
- B) O descarte deve ser em recipientes especiais por se tratar de um composto redutor.
- C) O descarte deve ser em incineradores por se tratar de um composto oxidante.
- D) O descarte deve ser em lixeira para resíduo orgânico, pois a palha de aço é um composto biodegradável.
- E) O descarte deve ser em lixeiras seletivas para metais, pois a palha de aço usada é um material reciclável.

03. (UEM-PR) Assinale o que for correto sobre as principais fontes poluidoras, de contaminação e, também, os parâmetros de qualidade da água encontrados nos rios e lagos brasileiros.

- 01. O uso diário de sabões nos domicílios atinge os sistemas de esgotos, podendo chegar diretamente aos rios e lagos. Os sabões fabricados a partir de óleos e gorduras são biodegradáveis e podem ser decompostos sob a ação de microrganismos que vivem em ambientes aquáticos.
- 02. Os agrotóxicos com ação fungicida são os únicos que não são transportados pelas águas das chuvas para os rios e lagos, pois se fixam somente nos fungos das plantas e se transformam em resíduos sólidos, não interferindo na qualidade das águas.
- 04. A turbidez nos rios e lagos ocorre devido a algumas causas naturais como partículas de rochas e de solos, de algas, entre outros microrganismos, e ações do homem, como o despejo de esgotos domésticos e industriais. No entanto, a turbidez não é um parâmetro que, se for analisado isoladamente, comprova que a água está poluída.
- 08. A escala de pH é utilizada para expressar as concentrações de H^+ e OH^- presentes nos sistemas naturais, como as águas dos rios e lagos. O pH é modificado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta. Portanto, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível nesses ambientes, menor o pH.
- 16. A quantidade de oxigênio dissolvido, essencial para a vida existente nos cursos de água, rios e lagos, depende de alguns fatores como temperatura, pressão atmosférica e profundidade. Quanto maior a pressão atmosférica, maior é a concentração de oxigênio dissolvido.

Soma ()

04. Os óxidos são compostos binários em que o elemento de maior eletronegatividade é o oxigênio. Alguns desses óxidos causam impactos ambientais incalculáveis, ameaçando, inclusive, a existência de vida em nosso planeta. Com base nessas afirmações e em conhecimentos correlatos, julgue os itens.

- () Os combustíveis fósseis possuem, como impurezas, compostos de enxofre que, ao serem queimados, produzem SO_2 , sendo este, na atmosfera, oxidado a SO_3 . Ambos os óxidos em contato com a água da chuva diminuem o seu pH.
- () Os químicos consideram o nitrogênio um gás inerte, devido à sua baixa reatividade. Porém, sob condições drásticas (temperatura elevada no interior de um motor a combustão ou em um ambiente, mesmo sem poluição, na presença de raios e relâmpagos), este pode ser oxidado a NO_2 .
- () A chuva em ambientes não poluídos é ácida, porém não provoca impacto ambiental.
- () O dióxido de enxofre propicia o aparecimento de doenças respiratórias.
- () O mercúrio possui ação sobre o sistema nervoso.

05.
LFLQ



(PUC-SP) A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes de poluentes causadores da chuva ácida. Tanto o carvão mineral quanto os derivados de petróleo de maior peso molecular (como o óleo diesel) apresentam teores relativamente elevados de X, gerando o Y durante a combustão. A reação entre o oxigênio atmosférico e Y pode formar o gás Z, outro poluente atmosférico. A reação entre Z e a água produz o A, responsável pelo abaixamento do pH da chuva.

Os símbolos e fórmulas que substituem X, Y, Z e A apropriadamente são, respectivamente,

- A) C, CO, CO_2 e H_2CO_3 .
- B) C, CO_2 , CO e H_2CO_3 .
- C) S, SO_2 , SO_3 e H_2SO_4 .
- D) N, NO, NO_2 e H_2NO_3 .
- E) S, SO_3 , SO_2 e H_2SO_3 .

06.
7X9T



(UECE) Em julho de 2005, foram encontrados os primeiros indícios da existência de petróleo na camada pré-sal próximo a Paraty, litoral sul do Rio de Janeiro. Não existem lagoas de petróleo no subsolo; contudo, existem rochas sedimentares impregnadas pelo combustível. Na escala de tempo geológico, as rochas em que o petróleo do pré-sal está impregnado formaram-se antes da camada de sal que o recobre. Por isso, a denominação pré-sal. Espera-se que o petróleo bruto encontrado nessa camada tenha baixo teor de enxofre, para que, no processo de combustão da gasolina, ocorra, na atmosfera, pouca emissão de dióxido de enxofre, um dos responsáveis pela chuva ácida.

Assinale a opção que corresponde corretamente às equações químicas da chuva ácida.

- A) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$
 $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$
- B) $2SO_{3(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$
 $SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{3(aq)}$
- C) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$
 $2SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$
- D) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$
 $2SO_{3(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_2SO_{3(aq)} + O_{2(g)}$

07. (UDESC) Um dos problemas ambientais enfrentado em várias regiões do mundo é a chuva ácida. Esse fenômeno refere-se a uma precipitação mais ácida que a chuva natural, a qual possui um pH de aproximadamente 5,6, ou seja, chuva não poluída. A precipitação ácida causa a deterioração de estátuas feitas de rochas calcárias e de mármore, assim como a acidificação de lagos, levando à morte muitos organismos vivos, que não sobrevivem em meio ácido.

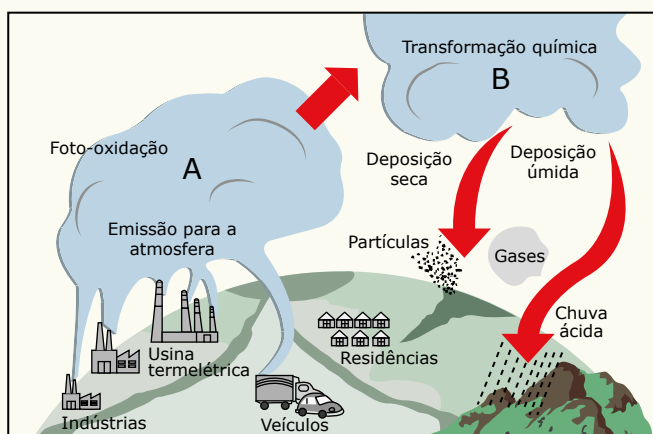
Analise as proposições sobre os processos envolvidos na chuva ácida.

- I. A queima de combustíveis fósseis é um fator que contribui para o aumento da emissão de dióxido de enxofre e, conseqüentemente, a ocorrência de precipitações de caráter ácido.
- II. Os dois ácidos predominantes na chuva ácida, responsáveis por conferir um caráter mais ácido, são os ácidos nítrico e sulfúrico. A formação do ácido sulfúrico pode ocorrer pela oxidação do dióxido de enxofre na atmosfera, resultando em trióxido de enxofre. Então, o gás trióxido de enxofre reage com a água e resulta na formação do ácido sulfúrico.
- III. Em uma atmosfera limpa, ou seja, com níveis normais de dióxido de carbono, o pH da chuva é aproximadamente 5,6, devido à solubilização desse gás atmosférico na água, levando à formação do ácido carbônico.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- B) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- D) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- E) Todas as afirmativas são verdadeiras.

08. (FUVEST-SP) Observe a imagem, que apresenta uma situação de intensa poluição do ar que danifica veículos, edifícios, monumentos, vegetação e acarreta transtornos ainda maiores para a população. Tratam-se de chuvas com poluentes ácidos ou corrosivos produzidos por reações químicas na atmosfera.



EMBRAPA. *Atlas do Meio Ambiente do Brasil*. 1996 (Adaptação).

Com base na figura e em seus conhecimentos:

- A) Identifique, em A, dois óxidos que se destacam e, em B, os ácidos que geram a chuva ácida, originados na transformação química desses óxidos.
- B) Explique duas medidas adotadas pelo poder público para minimizar o problema da poluição atmosférica na cidade de São Paulo.

09.
MC88

(UEFS-BA) A falta de manejo adequado no sistema de esgotamento sanitário de Correntina, no oeste baiano, está comprometendo a eficácia do processo de tratamento de efluentes. O esgoto é jogado no rio Correntina cerca de 2,0 km acima de um balneário. O sistema de tratamento dispõe de uma lagoa de decantação e outra de estabilização, em que os raios ultravioleta matam a maior parte de bactérias. Após esses estágios, a água, 70% livre de micro-organismos, é jogada ao rio, quando o sistema é bem manejado.

Uma análise dos aspectos de tratamento de água de esgotos de Correntina permite afirmar:

- A) A decantação é um processo químico empregado no tratamento de água para separar líquidos de ponto de ebulição diferente.
- B) A água da lagoa de estabilização livre de 70% de micro-organismos possui grande demanda por oxigênio.
- C) A eutrofização de lagoas de estabilização é consequência do aumento da concentração de amônia, $\text{NH}_{3(\text{aq})}$, na água produzida pela oxidação de íons nitrato, $\text{NO}_{3(\text{aq})}^-$.
- D) Os raios ultravioleta da radiação solar oxidam átomos de oxigênio a íon óxido, $\text{O}_{2(\text{aq})}^{2-}$, responsáveis pela destruição de micro-organismos.
- E) O tratamento de efluentes pelo manejo adequado do sistema de esgotamento inclui processos físicos e bioquímicos.

10.
9VWB

(UFSC) A água potável proveniente de estações de tratamento resulta de um conjunto de procedimentos físicos e químicos que são aplicados na água para que esta fique em condições adequadas para o consumo. Esta separação é necessária uma vez que a água de rios ou lagoas apresenta muitos resíduos sólidos, por isso tem que passar por uma série de etapas para que esses resíduos sejam removidos. Nesse processo de tratamento, a água fica livre também de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doenças.

Em uma ETA (Estação de Tratamento de Água) típica, a água passa pelas seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH.

Assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

01. Coagulação: é a etapa em que a água, na sua forma bruta, entra na ETA. Ela recebe, nos tanques, uma determinada quantidade de cloreto de sódio. Essa substância serve para aglomerar partículas sólidas que se encontram na água como, por exemplo, a argila.
02. Floculação: ocorre em tanques de concreto, logo após a coagulação. Com a água em movimento, as partículas sólidas se aglutinam em flocos maiores.

04. Decantação: nesta etapa, que é posterior à coagulação e à floculação, por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositados no fundo de outros tanques, separando-se da água. A etapa da decantação pode ser considerada um fenômeno físico.
08. Filtração: é a etapa em que a água passa por filtros formados por carvão, areia e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas no filtro. A etapa da filtração pode ser considerada como um fenômeno químico.
16. Fluoretação: é quando se adiciona flúor à água, cuja finalidade é prevenir a formação de cárie dentária em crianças.
32. Desinfecção: é a etapa em que cloro ou ozônio é aplicado na água para eliminar micro-organismos causadores de doenças.
64. Correção de pH: esse procedimento serve para corrigir o pH da água e preservar a rede de encanamentos de distribuição. Se a água está básica, é aplicada certa quantidade de cal hidratada ou de carbonato de sódio.

Soma ()

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem-2020) A enorme quantidade de resíduos gerados pelo consumo crescente da sociedade traz para a humanidade uma preocupação socioambiental, em especial pela quantidade de lixo produzido. Além da reciclagem e do reúso, pode-se melhorar ainda mais a qualidade de vida, substituindo polímeros convencionais por polímeros biodegradáveis.
- Esses polímeros têm grandes vantagens socioambientais em relação aos convencionais porque
- A) não são tóxicos.
 B) não precisam ser reciclados.
 C) não causam poluição ambiental quando descartados.
 D) são degradados em um tempo bastante menor que os convencionais.
 E) apresentam propriedades mecânicas semelhantes aos convencionais.
- 02.** (Enem-2020) A Química Verde é um ramo da química que prega o desenvolvimento de processos eficientes, que transformem a maior parte do reagente em produto, de forma mais rápida e seletiva, que utilizem poucos reagentes, que produzam somente o produto desejado, evitando a formação de coprodutos, e que utilizem solventes não agressivos ao meio ambiente. Assim, as indústrias contornariam problemas relacionados à poluição ambiental e ao desperdício de água e energia. O perfil de um processo que segue todos os princípios desse ramo da química pode ser representado por:
- A) $A + B + C \rightarrow D$ (a reação ocorre a altas pressões).
 B) $A + B \rightarrow C + D$ (a reação é fortemente endotérmica).
 C) $A + 3B \rightarrow C$ (a reação ocorre com uso de solvente orgânico).
 D) $3A + 2B \rightarrow 2C \rightarrow 3D + 2E$ (a reação ocorre sob pressão atmosférica).
 E) $A + (1/2)B \rightarrow C$ (a reação ocorre com o uso de um catalisador contendo um metal não tóxico).

- 03.** (Enem-2020) Em 2011, uma falha no processo de perfuração realizado por uma empresa petrolífera ocasionou derramamento de petróleo na bacia hidrográfica de Campos, no Rio de Janeiro.
- Os impactos decorrentes desse derramamento ocorrem porque os componentes do petróleo
- A) reagem com a água do mar e sofrem degradação, gerando compostos com elevada toxicidade.
 B) acidificam o meio, promovendo o desgaste das conchas calcárias de moluscos e a morte de corais.
 C) dissolvem-se na água, causando a mortalidade dos seres marinhos por ingestão da água contaminada.
 D) têm caráter hidrofóbico e baixa densidade, impedindo as trocas gasosas entre o meio aquático e a atmosfera.
 E) têm cadeia pequena e elevada volatilidade, contaminando a atmosfera local e regional em função dos ventos nas orlas marítimas.

- 04.** (Enem) Grandes quantidades de enxofre são lançadas na atmosfera diariamente, na forma de dióxido de enxofre (SO_2), como decorrência de atividades industriais e de queima de combustíveis fósseis.

Em razão da alta concentração desses compostos na atmosfera, regiões com conglomerados urbanos e polos industriais apresentam ocorrência sazonal de

- A) precipitação ácida.
 B) alteração do ciclo hidrológico.
 C) alteração no ciclo do carbono.
 D) intensificação do efeito estufa.
 E) precipitação de íons metálicos tóxicos na superfície.
- 05.** (Enem) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.
- Um exemplo de reciclagem é a utilização de
- A) garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
 B) latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
 C) sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
 D) embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
 E) garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

- 06.** (Enem) Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

JORNAL WEB. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (Adaptação).

O gás mencionado no texto é produzido

- A) como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- B) pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- C) como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.
- D) pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- E) pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

- 07.** (Enem) 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.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. n. 28, 2008.

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

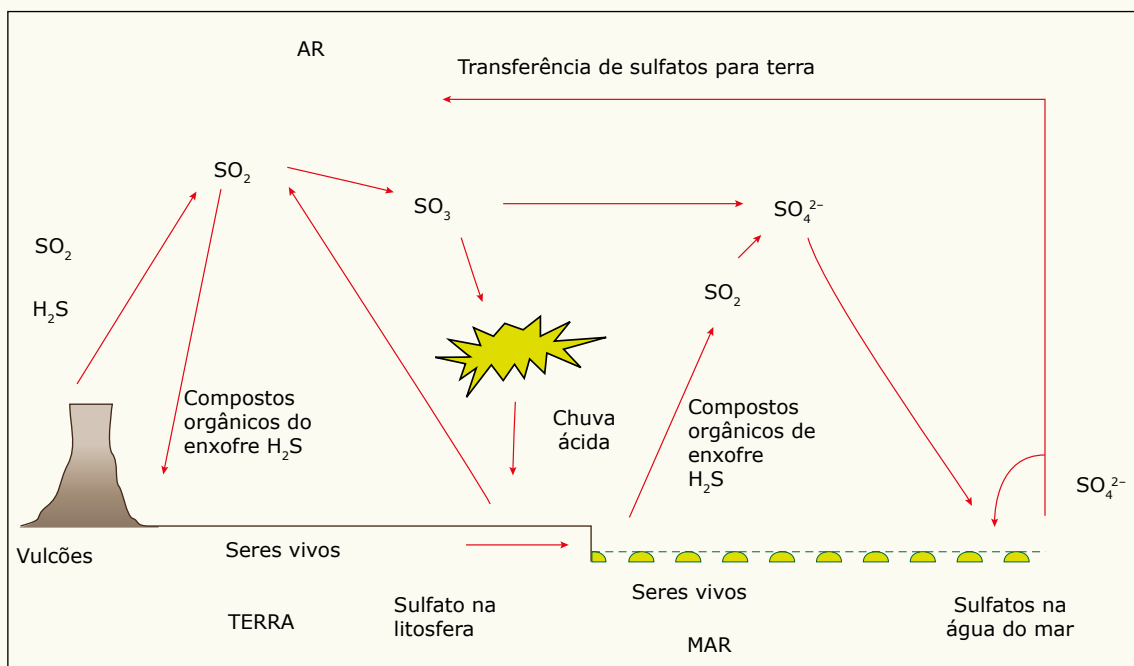
- A) o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.
- B) a eliminação de microrganismos existentes no solo responsável pelo processo de desnitrificação.
- C) a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como NO_3^- e NH_4^+ em água.
- D) a diminuição do pH do solo pela presença de NH_3 , que reage com a água, formando o $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$.
- E) a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo NO_2 , NO_3^- , N_2O .

- 08.** (Enem) Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- A) aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- B) fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- C) aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- D) fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- E) diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

Instrução: O esquema a seguir se refere às questões **09** e **10**.



BRIMBLECOMBE, P. *Air Composition and Chemistry*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996 (Adaptação).

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



09. (Enem) O esquema representa o ciclo do enxofre na natureza, sem considerar a intervenção humana.

O ciclo representado mostra que a atmosfera, a litosfera, a hidrosfera e a biosfera, naturalmente,

- I. são poluídas por compostos de enxofre.
- II. são destinos de compostos de enxofre.
- III. transportam compostos de enxofre.
- IV. são fontes de compostos de enxofre.

Dessas afirmações, estão corretas apenas

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) II e IV.
- D) I, II e III.
- E) II, III e IV.

10. (Enem) Algumas atividades humanas interferiram significativamente no ciclo natural do enxofre, alterando as quantidades das substâncias indicadas no esquema. Ainda hoje isso ocorre, apesar do grande controle por legislação.

Pode-se afirmar que duas dessas interferências são resultantes da

- A) queima de combustíveis em veículos pesados e da produção de metais a partir de sulfetos metálicos.
- B) produção de metais a partir de óxidos metálicos e da vulcanização da borracha.
- C) queima de combustíveis em veículos leves e da produção de metais a partir de óxidos metálicos.
- D) queima de combustíveis em indústria e da obtenção de matérias-primas a partir da água do mar.
- E) vulcanização da borracha e da obtenção de matérias-primas a partir da água do mar.

11. (Enem) Um dos grandes problemas das regiões urbanas é o acúmulo de lixo sólido e sua disposição. Há vários processos para a disposição do lixo, dentre eles o aterro sanitário, o depósito a céu aberto e a incineração. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens.

Considere as seguintes vantagens de métodos de disposição do lixo:

- I. Diminuição do contato humano direto com o lixo;
- II. Produção de adubo para agricultura;
- III. Baixo custo operacional do processo;
- IV. Redução do volume de lixo.

A relação correta entre cada um dos processos para a disposição do lixo e as vantagens apontadas é:

	Aterro sanitário	Depósito a céu aberto	Incineração
A)	I	II	I
B)	I	III	IV
C)	II	IV	I
D)	II	I	IV
E)	III	II	I

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. Soma = 28
- 03. C
- 04. B
- 05. E
- 06. A
- 07. C
- 08. Soma = 12

Propostos

Acertei _____ Errei _____

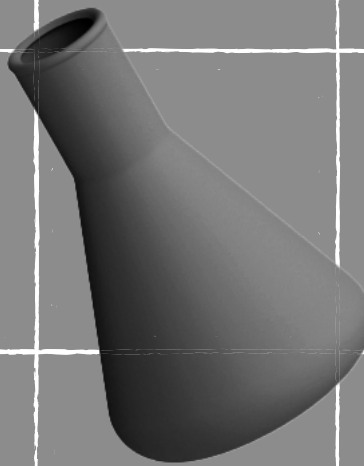
- 01. B
- 02. A
- 03. Soma = 29
- 04. V V V V V
- 05. C
- 06. A
- 07. E
- 08.
- A) A: SO₃ e NO₂. B: H₂SO₄ e HNO₃.
- B) O rodízio municipal de veículos, que visa diminuir a emissão de poluentes emitidos pelos motores, e a determinação da inspeção veicular anual obrigatória, que colabora no controle de regulagem dos motores a combustão interna.
- 09. E
- 10. Soma = 54

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. E
- 03. D
- 04. A
- 05. B
- 06. B
- 07. C
- 08. B
- 09. E
- 10. A
- 11. B

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %



QUÍMICA

SUMÁRIO

FRENTE A

- 3 Módulo 21: Constantes de Equilíbrio
- 5 Módulo 22: Equilíbrio Iônico
- 7 Módulo 23: Solução-Tampão e Hidrólise Salina
- 11 Módulo 24: Equilíbrio de Solubilidade

FRENTE B

- 13 Módulo 21: Pilhas
- 17 Módulo 22: Eletrólises e Leis de Faraday
- 18 Módulo 23: Propriedades Coligativas
- 22 Módulo 24: Coloides

FRENTE C

- 23 Módulo 21: Biomoléculas: Carboidratos e Proteínas
- 24 Módulo 22: Biomoléculas: Ácidos Nucleicos e Lipídios
- 26 Módulo 23: Química Ambiental I
- 28 Módulo 24: Química Ambiental II

Caderno Extra

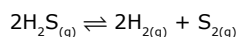
MÓDULO 21

CONSTANTES DE EQUILÍBRIO

- 01.** (UFMG) Considere o sistema químico: $X_{(aq)} + Y_{(aq)} \rightleftharpoons Z_{(aq)}$. Sabendo-se que as concentrações iniciais de X e Y eram 1,0 mol por litro e que a concentração de Z, no equilíbrio, é de 0,8 mol por litro, a constante de equilíbrio da reação será
- 0,8.
 - 20,0.
 - 2,8.
 - 2,0.
 - 4,0.

- 02.** (PUCPR) A constante de equilíbrio pode ser determinada em termos das pressões parciais ou em termos das concentrações molares.

Encontre o valor aproximado do K_c para a reação

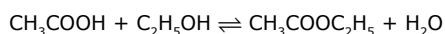


sabendo que, à temperatura de 750 °C e em um recipiente de 1 litro, estão em equilíbrio 0,5 mol de gás hidrogênio, 0,31 mol de enxofre e 17 g de sulfeto de hidrogênio.

Dados:

- $M(H) = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $M(S) = 32,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

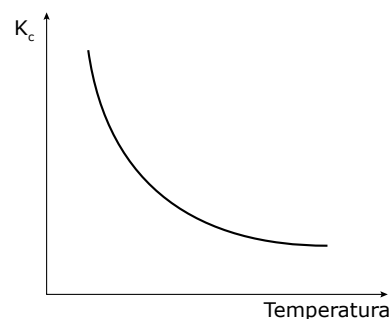
- $3,18 \cdot 10^{-2}$
 - $2,10 \cdot 10^{-1}$
 - $1,09 \cdot 10^{-3}$
 - $2,16 \cdot 10^{-1}$
 - $3,10 \cdot 10^{-1}$
- 03.** Nove mols de ácido acético são adicionados a nove mols de álcool etílico. Estabelecendo o equilíbrio, restam três mols de ácido acético. Calcule a constante de equilíbrio



Observação: A água não é o solvente desse sistema.

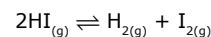
- 04.** (FUVEST-SP) À temperatura e pressão ambientes, considere n_1 mol de oxigênio em equilíbrio com n_2 mol de ozônio, em um volume V. Escreva a constante desse equilíbrio em função da concentração de oxigênio e de ozônio.

- 05.** (Unimontes-MG) O gráfico a seguir mostra como a constante de equilíbrio (K_c) varia com a temperatura para uma determinada reação química.



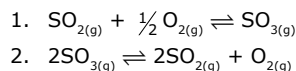
Analisando-se o aspecto da curva, pode-se inferir que

- o aumento de temperatura favorece a formação de produto(s).
 - a concentração de reagentes é constante ao longo da curva.
 - a reação química ocorre com liberação de calor (exotérmica).
 - o aquecimento do sistema aumenta o valor da constante, K_c .
- 06.** (Unicamp-SP) A constante de equilíbrio (K), a 100 °C, para o sistema gasoso representado a seguir, é menor que um ($K < 1$).



- Escreva a expressão da constante de equilíbrio em função das pressões parciais dos gases envolvidos.
- Em um recipiente previamente evacuado, a 100 °C, são misturados 1,0 mol de cada um dos três gases anteriores. Após algum tempo, o sistema atinge o equilíbrio. Como se alterou (aumentou, diminuiu ou permaneceu constante) a concentração de cada um dos três gases em relação à concentração inicial?

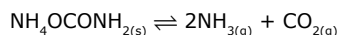
07. (UFF-RJ) Considere as equações indicadas por 1 e 2, cujas constantes de equilíbrio são, respectivamente, K_1 e K_2 .



Identifique a expressão que relaciona, corretamente, K_1 e K_2 .

- A) $K_1^2 = K_2$ C) $K_1 = K_2$ E) $K_1^{-2} = K_2$
 B) $K_1 = K_2^2$ D) $\sqrt{K_1} = K_2$

08. (FUVEST-SP) O carbamato de amônio sólido, NH_4OCONH_2 , decompõe-se facilmente, formando os gases NH_3 e CO_2 . Em recipiente fechado, forma-se o equilíbrio



A 20 °C, a constante desse equilíbrio, em termos de concentração mol.L⁻¹, é igual a $4 \cdot 10^{-9}$.

A) Um recipiente de 2 L, evacuado, contendo inicialmente apenas carbamato de amônio na quantidade de $4 \cdot 10^{-3}$ mol foi mantido a 20 °C até não se observar mais variação de pressão.

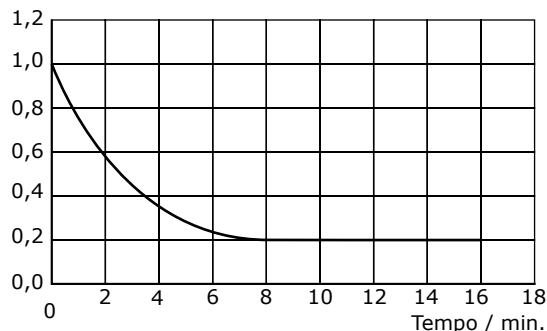
Nessas condições, resta algum sólido dentro do recipiente? Justifique com cálculos.

B) Para a decomposição do carbamato de amônio em sistema fechado, faça um gráfico da concentração de NH_3 em função do tempo, mostrando a situação de equilíbrio.

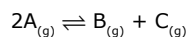
09. A 450 °C, HI está 20% dissociado de acordo com a equação $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$. Sabendo-se que a quantidade inicial de HI é de 100 mol.L⁻¹, calcule a constante do equilíbrio (K_c).

10. (UFRJ) Em um recipiente de um litro, foi adicionado um mol de uma substância gasosa A, que imediatamente passou a sofrer uma reação de decomposição. As concentrações molares de A foram medidas em diversos momentos e verificou-se que, a partir do décimo minuto, a sua concentração se tornava constante, conforme os dados registrados no gráfico a seguir.

[A] / mol.L⁻¹



A decomposição de A ocorre segundo a equação



- A) Determine a velocidade média de decomposição de A durante os primeiros quatro minutos.
 B) Calcule a constante de equilíbrio K_c .

GABARITO

01. B

02. E

03. $K_c = 4$

04. $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$ e $K_c = \frac{(n_2/V)^2}{(n_1/V)^3}$

05. C

06. A) $K_p = \frac{P_{H_2} \cdot P_{I_2}}{(P_{HI})^2}$

B) Com $K < 1$, quando o sistema atingir o equilíbrio, a concentração de HI será maior que as concentrações de H_2 e I_2 . Assim, [HI] aumenta e, simultaneamente, [H_2] e [I_2] diminuem até que se atinja o equilíbrio.

07. E

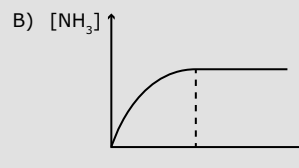
08. A)

$NH_4OCONH_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + CO_2$			
Início da reação	n	0	0
Reagiu / Formou	x	$\frac{2x}{2}$	$\frac{x}{2}$
Equilíbrio	n - x	$\frac{2x}{2}$	$\frac{x}{2}$

$$K_c = [NH_3]^2 \cdot [CO_2] = \left(\frac{2x}{2}\right)^2 \cdot \frac{x}{2} = \frac{x^3}{2} = 4 \cdot 10^{-9}$$

$$\therefore x = \sqrt[3]{8 \cdot 10^{-9}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Sim. Calculando as concentrações de NH_3 e CO_2 a partir da K_c e analisando estequiometricamente a reação, verificamos que permanecerá sem reagir $2 \cdot 10^{-3}$ mol de NH_4OCONH_2 .



09. $K_c = 0,0156$

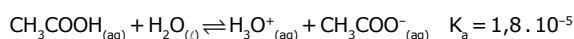
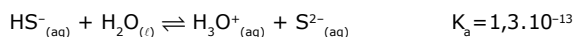
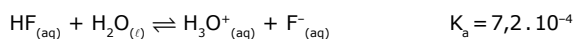
10. A) $v_m = 0,15 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

B) $K_c = 4$

MÓDULO 22

EQUILÍBRIO IÔNICO

- 01.** (CMMG) Considerando a dissociação dos ácidos seguintes e suas respectivas constantes de equilíbrio,



pode-se afirmar corretamente, exceto

- A) O S^{2-} é a base conjugada do ácido HS^- .
 B) O HF é o mais ácido dos três ácidos considerados.
 C) O ácido que apresenta a base conjugada mais fraca é o HF.
 D) O ácido mais fraco entre os três considerados é o ácido acético.
- 02.** (FEI-SP) A chuva ácida ocorre em regiões de alta concentração de poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis. Numa chuva normal, o pH está em torno de 5,0 e, em Los Angeles, já ocorreu chuva com pH em torno de 2,0. A concentração de íons H^+ dessa chuva ocorrida em Los Angeles em relação à chuva normal é
- A) 1 000 vezes maior. D) 3 vezes menor.
 B) 1 000 vezes menor. E) 100 vezes maior.
 C) 3 vezes maior.
- 03.** (FUVEST-SP) As seguintes substâncias são solúveis em água:
- I. CH_3COOH II. HI III. NH_3
- A 25 °C, o pH das respectivas soluções é
- A) menor que 7 para I, II e III.
 B) menor que 7 apenas para I e II.
 C) menor que 7 apenas para I e III.
 D) menor que 7 apenas para II e III.
 E) maior que 7 para I, II e III.
- 04.** (FUVEST-SP) Na água pura, as concentrações dos íons H^+ e OH^- são iguais e o seu pH é 7 a 25 °C. O pH da água do mar é aproximadamente 8 à mesma temperatura.
- A) Qual dos íons citados está em maior concentração no mar? Justifique sua resposta.
 B) Quantas vezes essa concentração é maior que a do outro íon?

- 05.** (FUVEST-SP) Ao ser adicionado ácido a uma solução aquosa de pH = 4, verifica-se que esta passou a apresentar pH = 2. Por qual número foi multiplicada a concentração hidrogeniônica dessa solução?

- 06.** Calcule a concentração hidrogeniônica de uma solução 1 mol.L⁻¹ de ácido nitroso, sabendo que $K_a = 4,0 \cdot 10^{-4}$.

- 07.** Calcule o pH de uma solução 0,1 mol.L⁻¹, em HNO_2 10% ionizado.

- 08.** (UFPE) A concentração hidrogeniônica do suco de limão puro é 10^{-3} M. Qual o pH de um refresco preparado com 20 mL de suco de limão e água suficiente para completar 200 mL?

A) 2,5

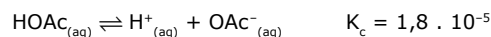
B) 3,0

C) 3,5

D) 4,0

E) 4,5

- 09.** (ITA-SP) Um copo, com capacidade de 250 mL, contém 100 mL de uma solução aquosa 0,10 mol.L⁻¹ em ácido acético na temperatura de 25 °C. Nessa solução ocorre o equilíbrio



A adição de mais 100 mL de água pura a essa solução, com a temperatura permanecendo constante, terá as seguintes consequências:

I. Concentração de íons acetato (mol.L⁻¹).

II. Quantidade de íons acetato (mol).

A) I vai aumentar, II vai aumentar.

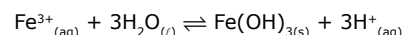
B) I vai aumentar, II vai diminuir.

C) I fica constante, II fica constante.

D) I vai diminuir, II vai aumentar.

E) I vai diminuir, II vai diminuir.

- 10.** (Unicamp-SP) O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. O íon ferro (III) em solução aquosa é hidrolisado de acordo com a equação



A) Com base nessa equação, explique por que na água do mar (pH = 8) não há íons $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ presentes.

B) O que se pode dizer sobre as águas de determinados rios que são ricas em íons $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$?

- 11.** (UFMG) O pK_a do CH_3COOH é mais baixo do que o do NH_4^+ . Por isso, podemos afirmar que o NH_3 é uma base mais _____ do que o CH_3COO^- e, também, que para os H^+ se dissociarem do NH_4^+ é necessário que o pH da sua solução seja mais _____ do que o necessário para a dissociação de CH_3COOH .

Que alternativa tem as palavras que preencheriam, corretamente e pela ordem, os espaços em branco?

- A) Fraca, elevado.
 B) Forte, elevado.
 C) Fraca, baixo.
 D) Forte, baixo.
 E) Não é possível fazer essas afirmações.

- 12.** (CMMG) Considere as seguintes reações de neutralização entre soluções aquosas de ácidos hipotéticos com solução aquosa de NaOH.

Todas as soluções são equimolares.

- I. $HX + OH^- \rightarrow X^- + H_2O \quad K = 10^{14}$
 II. $HY + OH^- \rightarrow Y^- + H_2O \quad K = 10^9$
 III. $HZ^- + OH^- \rightarrow Z^{2-} + H_2O \quad K = 10^6$

Em relação a esses sistemas, a afirmativa errada é:

- A) O pH dos três sistemas, após a neutralização, é igual a 7.
 B) Entre as bases conjugadas produzidas, a mais forte é Z^{2-} .
 C) A constante de dissociação do ácido HY é $K_a = 10^{-5}$.
 D) Entre os ácidos anteriores, o ácido HX é o mais forte.

- 13.** (UNIFEI-MG) Todos os aminoácidos são compostos de função mista, amina e ácido carboxílico; isto é, são ácidos alfa-amino carboxílicos; exceção feita à prolina e seu derivado hidroxiprolina. Submetendo-se um aminoácido a uma solução fortemente alcalina, o mesmo apresentará dois grupos básicos, NH_2 e COO^- ; já uma solução fortemente ácida confere ao aminoácido dois grupos ácidos, isto é, NH_3^+ e $COOH$.

Sabemos que esses grupos ácidos (NH_3^+ e $COOH$) e básicos (NH_2 e COO^-) apresentam seus respectivos pK_a 's e pK_b 's.

O pK_a do NH_3^+ é sempre maior do que o pK_a do $COOH$.

O pK_b do COO^- é sempre maior do que o pK_b do NH_2 .

Como exemplo, consideremos estes valores para o aminoácido glicina:

- $pK_a(NH_3^+) = 9,60$
 $pK_a(COOH) = 2,34$
 $pK_b(COO^-) = 11,66$
 $pK_b(NH_2) = 4,40$

De posse das asserções anteriores, afirmamos:

- Quando juntamos ácido a uma solução básica de aminoácido, o próton (H^+) fixa-se primeiramente no NH_2 , pois o mesmo é um grupo mais básico do que o COO^- .
- Quando juntamos base a uma solução ácida de aminoácido, primeiramente o grupo $COOH$ cede um próton (H^+), pois o mesmo é mais ácido do que o grupo NH_3^+ .
- O grupo NH_2 é mais ácido do que o grupo COO^- .
- O grupo NH_3^+ é mais básico do que o grupo $COOH$.
- O grupo NH_2 é menos básico do que o grupo COO^- .

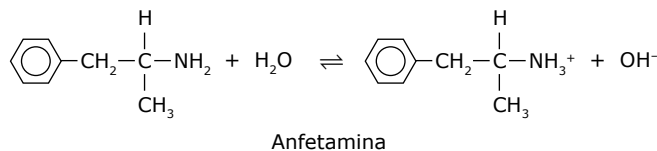
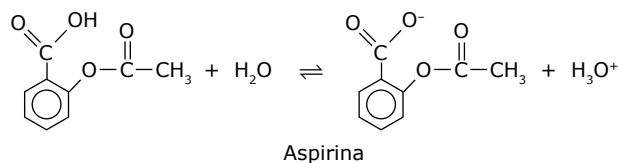
São afirmativas corretas

- A) 1, 2, 3. C) 3, 4, 5. E) 2, 4, 5.
 B) 2, 3, 4. D) 1, 2, 4.

- 14.** (UnB-DF) Um estudante estava digitando o seu trabalho didático de Química e, inadvertidamente, comia um sanduíche, cujo molho continha vinagre. Acidentalmente, o molho caiu no teclado. Sabendo que a constante de dissociação do ácido acético é igual a $1,8 \cdot 10^{-5}$, julgue os itens a seguir, a respeito dos conceitos relacionados às consequências químicas provocadas pelo acidente.

- () A concentração hidrogeniônica da solução derramada sobre o teclado provavelmente deve ser maior do que $1 \cdot 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$.
 () Se um aluno fizesse a limpeza do teclado com algum material contendo ácido, provavelmente deslocaria o equilíbrio de dissociação do ácido acético para o lado da forma não ionizada ($CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$).
 () Após o ácido acético atingir o seu estado de equilíbrio na solução derramada, a concentração de acetato permanece inalterada, apesar de íons acetato continuarem reagindo com íons H^+ .

- 15.** (Vunesp) As drogas aspirina e anfetamina apresentam os seguintes equilíbrios em solução aquosa:



Sabe-se que a absorção de drogas no corpo humano ocorre mais rapidamente na forma dissociada, e que os pH do estômago e do intestino são iguais a 2 e 7, respectivamente.

Em qual órgão cada uma das drogas será absorvida mais rapidamente? Justifique a sua resposta.

16. (FUVEST-SP) Em um laboratório, há dois frascos com soluções aquosas diferentes:

- Ácido acético de concentração 1,0 mol/L
- Ácido clorídrico de concentração $4,2 \cdot 10^{-3}$ mol/L

Fazendo dois testes, em condições iguais para as duas soluções, observou-se que,

- ao mergulhar, nas soluções, os eletrodos de um aparelho para medir a condutibilidade elétrica, a intensidade da luz da lâmpada do aparelho era a mesma para as duas soluções;
- ao adicionar a mesma quantidade de indicador universal para ácidos e bases a amostras de mesmo volume das duas soluções, a coloração final observada era a mesma.

- A) Explique por que duas soluções tão diferentes exibem comportamentos tão semelhantes.
- B) Considerando os valores fornecidos nessa questão, calcule a constante de dissociação iônica do ácido acético. Mostre os cálculos.

GABARITO

01. D
02. A
03. B
04. A) $\text{pH} = 8 \therefore [\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$
 $[\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$
 Assim, $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$.
- B) 100 vezes.
05. 100
06. $[\text{H}^+] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
07. $\text{pH} = 2$
08. D
09. D
10. A) $\text{pH} = 8 \therefore [\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$, que produz o deslocamento do equilíbrio para a direita. Com isso, os íons Fe^{3+} são retirados do equilíbrio.
- B) $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$, portanto, $\text{pH} < 7$.
11. B
12. A
13. D
14. V V V

15. O pH do estômago é igual a 2. A absorção da amfetamina é mais rápida nesse órgão, pois a concentração de OH^- é menor. Já o pH do intestino é igual a 7, o que facilita a absorção da aspirina, pois a concentração de OH^- é maior.

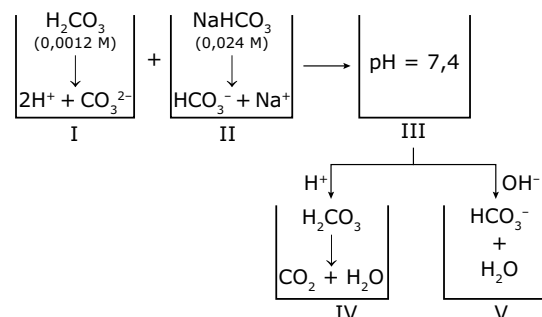
16. A) Tem-se um ácido fraco (acético) em solução concentrada e um ácido forte (clorídrico) em solução diluída, de tal modo que as concentrações de $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ são muito próximas. Assim, o indicador apresenta-se com a mesma cor em ambas as soluções (o indicador universal tem a sua coloração alterada em função do pH da solução). As condutividades também são semelhantes, pois as concentrações iônicas são muito próximas (a condutividade elétrica de uma solução depende da concentração dos íons e de sua mobilidade).

B) $k_a = 1,76 \cdot 10^{-5}$

MÓDULO 23

SOLUÇÃO-TAMPÃO E HIDRÓLISE SALINA

01. (UFJF-MG) As soluções aquosas I e II foram misturadas, obtendo-se uma nova solução III cujo $\text{pH} = 7,4$. À solução III pode-se adicionar íons H^+ ou íons OH^- que o pH permanece inalterado. As espécies químicas que se formam após a adição dos íons H^+ ou OH^- estão descritas nos recipientes IV e V.



O processo de mistura ocorrido no recipiente III pode ser classificado como

- A) reação de decomposição.
- B) solução-tampão.
- C) reação entre um ácido forte e uma base forte.
- D) solução saturada.

02. (UNIRIO-RJ) Indique a alternativa em que são apresentadas as substâncias que podem compor uma solução-tampão ácida.

- A) HNO_3 e NaNO_3 D) NH_4OH e NH_4NO_3
 B) HI e KI E) H_3PO_4 e $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
 C) HCOOH e HCOONa

03. 0,1 mol de ácido acético ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) e 0,1 mol de acetato de sódio foram dissolvidos em 1 litro de água.

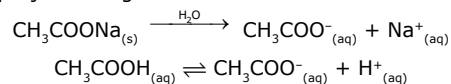
A solução resultante tem

- I. propriedades de solução-tampão;
 II. excesso de íons acetato em relação aos íons hidroxônio;
 III. excesso de íons hidroxônio em relação aos íons hidróxidos.

Marque:

- A) Se I, II e III forem corretas.
 B) Se I e II forem corretas.
 C) Se I e III forem corretas.
 D) Se II e III forem corretas.

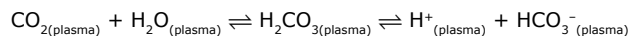
04. (Unimontes-MG) Uma solução-tampão é constituída de um ácido fraco e o sal correspondente. Como exemplo, tem-se o tampão formado pelo sal CH_3COONa e o ácido CH_3COOH . Nesse sistema, ocorrem a dissociação do sal e o equilíbrio de ionização do ácido fraco, como mostram as equações a seguir:



Quanto ao funcionamento do tampão, a adição de íons H^+ até uma determinada concentração não alterará, de modo significativo, o valor de pH porque

- A) ocorre diminuição da concentração de CH_3COOH .
 B) ocorre aumento da concentração de CH_3COO^- .
 C) a concentração de íons Na^+ não sofre alteração.
 D) a base presente no meio consome os íons H^+ .

05. (CMMG) A acidez do sangue é mantida, principalmente, pelo tampão:



Esse sistema mantém o pH entre 7,35 e 7,45; valores de pH abaixo ou acima desses indicam situações patológicas denominadas acidose e alcalose, respectivamente.

Entre os procedimentos seguintes, o mais adequado para reduzir temporariamente a acidose de um paciente é fazer com que ele

- A) respire em uma atmosfera rica em oxigênio.
 B) aumente sua frequência respiratória.
 C) beba um pouco de solução aquosa de NaHCO_3 .
 D) respire em uma atmosfera rica em gás carbônico.

06. (UERJ) A tabela a seguir apresenta as informações contidas nos rótulos de oito frascos de diferentes soluções aquosas.

Fórmula do soluto	Concentração
H_2SO_4	0,1 mol.L ⁻¹
CH_3COONa	0,1 mol.L ⁻¹
HCl	0,1 mol.L ⁻¹
NaOH	0,2 mol.L ⁻¹
CH_3COOH	6,0 mol.L ⁻¹
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	0,01 mol.L ⁻¹
NaCl	25 g.L ⁻¹
HNO_3	6,3 g.L ⁻¹

Todas as soluções encontram-se nas condições ambiente e os ácidos e as bases fortes estão completamente ionizados.

- A) Escreva as fórmulas dos 2 solutos cujas soluções, ao serem misturadas, podem formar uma solução-tampão, e o nome do único soluto cuja solução apresenta caráter neutro.
 B) Calcule o pH da solução resultante da mistura de 700 mL da solução de ácido clorídrico com 300 mL da solução de hidróxido de sódio.

07. (CMMG) Para transformar 100 mL de solução 1,0 mol/L de ácido acético em um tampão eficiente, foram propostos os seguintes procedimentos alternativos:

- I. Adicionar 100 mL de solução 0,50 mol/L de NaOH
 II. Adicionar 100 mL de solução 1,0 mol/L de NaOH
 III. Adicionar 2,0 g de NaOH

O(s) procedimento(s) adequado(s) é(são)

- A) I e II.
 B) I e III.
 C) II.
 D) II e III.

08. (UFMG) A cor das hortênsias depende da acidez do solo. A cor azul predomina em pH menor que 5,5, e a cor rosa, em pH maior que 6,5. Três vasos, contendo o mesmo tipo de solo – com pH igual a 7,5 –, foram tratados para o cultivo de hortênsias, da seguinte forma:

Vaso I – Adição de CaCO_3 (sal de comportamento básico em meio aquoso).

Vaso II – Adição de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (sal de comportamento ácido em meio aquoso).

Vaso III – Adição de KNO_3 (sal de comportamento neutro em meio aquoso).

Assim, é correto afirmar que a predominância da cor azul pode ocorrer

- A) apenas nos vasos I e III.
- B) apenas nos vasos II e III.
- C) apenas no vaso II.
- D) apenas no vaso I.

09. (UFMG) Entre estes sistemas homogêneos, aquele que apresenta maior pH é:

- A) Um copo de água + um copo de suco de laranja.
- B) Um copo de água + um copo de suco de limão.
- C) Um copo de água + uma colher de bicarbonato de sódio.
- D) Um copo de água + uma colher de sal de cozinha.
- E) Um copo de água + uma colher de vinagre.

10. (ITA-SP) Considere os equilíbrios químicos a seguir e seus respectivos valores de pK ($pK = -\log K$), válidos para a temperatura de 25 °C (K representa constante de equilíbrio químico).

		pK
Fenol	$C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + C_6H_5O^-_{(aq)}$	9,89
Anilina	$C_6H_5NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	9,34
Ácido acético	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$	4,74
Amônia	$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	4,74

Na temperatura de 25 °C e numa razão de volumes ≤ 10 , misturam-se pares de soluções aquosas de mesma concentração.

Assinale a alternativa que apresenta o par de soluções aquosas que ao serem misturadas formam uma solução tampão com pH próximo de 10.

- A) $C_6H_5OH_{(aq)} / C_6H_5NH_{2(aq)}$
- B) $C_6H_5NH_{2(aq)} / C_6H_5NH_3^+_{(aq)}$
- C) $CH_3COOH_{(aq)} / NaCH_3COO_{(aq)}$
- D) $NH_{3(aq)} / NH_4^+_{(aq)}$
- E) $NaCH_3COO_{(aq)} / NH_4^+_{(aq)}$

11. (UNIFESP) Os rótulos de três frascos que deveriam conter os sólidos brancos Na_2CO_3 , KCl e glicose, não necessariamente nessa ordem, se misturaram. Deseja-se, por meio de testes qualitativos simples, identificar o conteúdo de cada frasco. O conjunto de testes que permite essa identificação é

- A) condutibilidade elétrica e pH.
- B) solubilidade em água e pH.
- C) adição de gotas de um ácido forte e pH.
- D) aquecimento e solubilidade em água.
- E) adição de gotas de uma base forte e condutibilidade elétrica.

12. (UFMG) Considere os sais NH_4Br , CH_3COONa , Na_2CO_3 , K_2SO_4 e $NaCN$. Soluções aquosas desses sais, de mesma concentração, têm diferentes valores de pH.

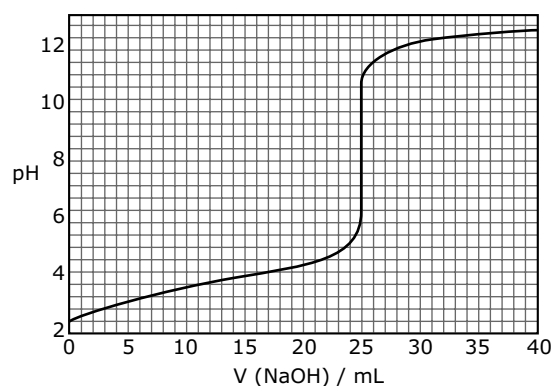
Indique, entre esses sais, um que produza uma solução ácida, um que produza uma solução neutra e um que produza uma solução básica.

Justifique as escolhas feitas, escrevendo as equações de hidrólise dos sais escolhidos que sofram esse processo.

13. (FUVEST-SP) Um indicador universal apresenta as seguintes cores em função do pH da solução aquosa em que está dissolvido.

Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul
1	3	5	8	11
				14

A 25,0 mL de uma solução de ácido fórmico ($HCOOH$), de concentração $0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, contendo indicador universal, foi acrescentada, aos poucos, solução de hidróxido de sódio ($NaOH$), de concentração $0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. O gráfico mostra o pH da solução resultante no decorrer dessa adição. Em certo momento, durante a adição, as concentrações de $HCOOH$ e de $HCOO^-$ se igualaram. Nesse instante, a cor da solução era



- A) vermelha.
- B) laranja.
- C) amarela.
- D) verde.
- E) azul.

- 14.** (UNIFESP) Extratos de muitas plantas são indicadores naturais ácido-base, isto é, apresentam colorações diferentes de acordo com o meio em que se encontram. Utilizando-se o extrato de repolho roxo como indicador, foram testadas soluções aquosas de HCl , NaOH , NaOCl , NaHCO_3 e NH_4Cl , de mesma concentração.

Os resultados são apresentados na tabela.

Solução	Coloração
HCl	Vermelha
NaOH	Verde
X	Vermelha
Y	Verde
NaOCl	Verde

- A) Identifique as soluções X e Y. Justifique.
 B) Calcule, a 25 °C, o pH da solução de NaOCl 0,04 mol/L. Considere que, a 25 °C, a constante de hidrólise do íon ClO^- é $2,5 \cdot 10^{-7}$.

- 15.** (UNIFESP) O nitrito de sódio NaNO_2 é um dos aditivos mais utilizados na conservação de alimentos. É um excelente agente antimicrobiano e está presente em quase todos os alimentos industrializados à base de carne, tais como presuntos, mortadelas, salames, entre outros. Alguns estudos indicam que a ingestão desse aditivo pode proporcionar a formação, no estômago, de ácido nitroso, e este desencadear a formação de metabólitos carcinogênicos.

Dada a constante de hidrólise $K_h = K_w / K_a$ e considerando as constantes de equilíbrio $K_a(\text{HNO}_2) = 5 \cdot 10^{-4}$ e $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$, a 25 °C, o pH de uma solução aquosa de nitrito de sódio $5 \cdot 10^{-2}$ mol/L, nessa mesma temperatura, tem valor aproximadamente igual a:

- A) 10. B) 8. C) 6. D) 4. E) 2.

- 16.** (ITA-SP) A respeito das substâncias CO_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_2SO_4 e $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COONa}$ são feitas as afirmações:

- I. O pH de uma amostra de água não é alterado pela dissolução de Na_2SO_4 .
 II. A dissolução de CO_2 e de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ em água produz soluções ácidas.
 III. A dissolução de $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COONa}$ em água produz solução alcalina.

Das afirmações feitas está(ão) certa(s)

- A) apenas I. D) apenas I e II.
 B) apenas II. E) todas.
 C) apenas III.

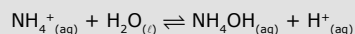
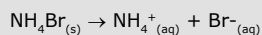
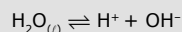
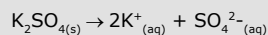
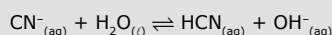
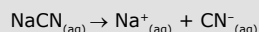
- 17.** (UFMG) Um dos assuntos relacionados com a Química, que mais polêmica provoca na atualidade, é o uso de aditivos em alimentos. Um desses aditivos é o ácido benzoico, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, usado como preservativo, porque inibe o crescimento de bactérias. O ácido benzoico é encontrado em diversos tipos de produtos, particularmente, em refrigerantes.

- A) Os sais da base conjugada, benzoato, não apresentam a mesma atividade bacteriostática. Por isso, o ácido benzoico só pode ser usado em pH no qual a concentração do ácido livre exceda a da base conjugada. Isso ocorrerá em solução ácida ou básica? Justifique sua resposta, analisando qualitativamente a equação de dissociação do ácido.
 B) Sabendo que $\text{p}K_a = 4,2$, para ácido benzoico, calcule o pH em que são iguais as concentrações de ácido benzoico e de benzoato.
 C) Frutas como amoras e framboesas contêm quantidades razoáveis (0,05% p/p) de ácido benzoico. Supondo que um concentrado de suco de amoras contenha ácido benzoico em concentração $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, faça uma estimativa do pH desse suco concentrado.

GABARITO

01. B
 02. C
 03. A
 04. D
 05. B
 06. A) Solução-tampão: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{COOH}$
 Solução de caráter neutro: Cloreto de sódio
 B) $\text{pH} = 2$
 07. B
 08. C
 09. C
 10. B

11. A

12. Ácida $\rightarrow \text{NH}_4\text{Br}$ Neutra $\rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$ Básica $\rightarrow \text{NaCN}$ 

13. B

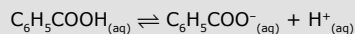
14. A) X = NH_4Cl , pois é um sal de comportamento ácido e originará a mesma coloração que o HCl .Y = NaHCO_3 , pois é um sal de comportamento básico e originará a mesma coloração que o NaOH .

B) pH = 10

15. B

16. E

17. A) Meio ácido

Ao aumentar a concentração de H^+ , seguindo o Princípio de Le Châtelier, a reação inversa é favorecida, produzindo o ácido benzoico, que é bactericida.

B) pH = 4,2

C) pH = 3,1

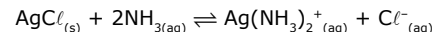
MÓDULO 24

EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE

01. (UFV-MG) A concentração de uma solução saturada de CaSO_4 é $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- A) O valor do produto de solubilidade (K_{ps}) do sulfato de cálcio (CaSO_4), a 25°C , é _____.
- B) Para preparar 0,5 L de solução saturada de CaSO_4 são necessários _____ mol de CaSO_4 .
- C) Para preparar 0,5 L de solução saturada de CaSO_4 são necessários _____ g de CaSO_4 .

02. (UFU-MG) Considere a equação da reação



Sabendo que essa reação química é frequentemente utilizada em laboratório para a dissolução do precipitado cloreto de prata

- A) Explique como um aumento da concentração da solução de amônia no meio pode facilitar a dissolução do precipitado.
- B) Determine o produto de solubilidade do cloreto de prata sabendo que, a 25°C , uma solução saturada apresentou a concentração de íons Ag^+ igual a $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- C) Explique a diferença entre solubilidade e produto de solubilidade de uma substância química.

03. (UFF-RJ) Para o $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $K_{ps} = 1,0 \cdot 10^{-11}$.

- A) Se 120,5 mg de MgSO_4 forem adicionados a 100,0 mL de uma solução de NH_3 0,1 M, ocorrerá formação de precipitado? Justifique sua resposta por meio de cálculos.
- B) Se 1,07 g de NH_4Cl forem adicionados à solução anterior, ocorrerá precipitação de $\text{Mg}(\text{OH})_2$? Justifique sua resposta por meio de cálculos.

Dados: $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

04. (UFF-RJ) Uma solução é 0,0040 M em Mn^{2+} e 0,0040 M em Pb^{2+} . Sabendo-se que essa solução apresenta uma concentração protônica igual a 0,10 M e que a mesma foi saturada com H_2S 0,10 M, pede-se informar por meio de cálculos

- A) o sulfeto metálico que precipita em primeiro lugar.
- B) o valor da $[\text{H}_3\text{O}^+]$ para que o segundo composto comece a precipitar.

Dados:

- $K_{ps}(\text{MnS}) = 8,0 \cdot 10^{-14}$
- $K_{ps}(\text{PbS}) = 8,0 \cdot 10^{-28}$
- H_2S ($K_{a1} = 8,0 \cdot 10^{-8}$; $K_{a2} = 1,0 \cdot 10^{-14}$)

05. (CMMG) A 25°C , a solubilidade, em água, do carbonato de cálcio, CaCO_3 calculada a partir de seu produto de solubilidade, é $6,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$. Entretanto, quando se mede a solubilidade desse sal na mesma temperatura, encontra-se o valor de $9,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$.

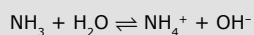
A explicação correta para essa diferença é que uma fração dos íons

- A) $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ reage com o oxigênio dissolvido na água, formando $\text{CaO}_{(aq)}$.
- B) $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$ recombina-se com íons $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$, formando $\text{CaCO}_{3(s)}$.
- C) $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$ reage com a água, formando $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$.
- D) $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ reage com a água, formando $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$.

GABARITO

01. A) $K_{ps} = 2,5 \cdot 10^{-5}$
 B) $2,5 \cdot 10^{-3}$
 C) 0,34
02. A) Um aumento na concentração de amônia aumentará a velocidade da reação direta e o equilíbrio químico será deslocado para a direita, dissociando o cloreto de prata (Princípio de Le Châtelier).
 B) $K_{ps} = 1,69 \cdot 10^{-10}$
 C) A solubilidade de uma espécie química é a concentração de sua solução saturada, que pode ser expressa em mol por litro (concentração molar ou molaridade). O produto de solubilidade é o produto das concentrações molares dos íons presentes em uma solução saturada, estando cada concentração elevada à potência que corresponde ao coeficiente estequiométrico do íon na equação de dissociação iônica analisada.
03. A) Cálculo da $[Mg^{2+}]$ e de $[OH^-]$:

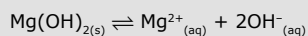
$$[Mg^{2+}] = \frac{120,5 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{120,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,1 \text{ L}} = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$0,1 - x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K_b = \frac{x^2}{0,1 - x} \cong \frac{x^2}{0,1} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$x \cong 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$



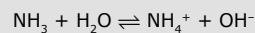
$$Q = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2$$

$$Q = 0,01 \cdot (1,3 \cdot 10^{-3})^2 = 1,69 \cdot 10^{-8}$$

$$Q > K_{ps}. \text{ Há formação de precipitado.}$$

- B) Cálculo da $[NH_4^+]$:

$$[NH_4^+] = \frac{1,07 \text{ g}}{53,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,1 \text{ L}} = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$0,1 - x \quad \quad 0,2 + x \quad \quad x$$

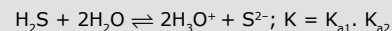
$$K_b = \frac{(0,2 + x)x}{0,1 - x} \cong \frac{0,2x}{0,1} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$x \cong 9,0 \cdot 10^{-6}$$

$$Q = (0,01) \cdot (9 \cdot 10^{-6})^2 = 8 \cdot 10^{-13}$$

$$Q < K_{ps}. \text{ Não há precipitação.}$$

04. A) Cálculo do valor da $[S^{2-}]$ nas condições do problema:



$$[S^{2-}] = (K_{a1} K_{a2} [H_2S]) / [H_3O^+]^2$$

$$[S^{2-}] = (8,0 \cdot 10^{-8} \cdot 1,0 \cdot 10^{-14}) / (0,10)^2$$

$$[S^{2-}] = 8,0 \cdot 10^{-21} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$K_{ps}(\text{PbS}) = [Pb^{2+}] \cdot [S^{2-}]e$$

$$K_{ps}(\text{MnS}) = [Mn^{2+}] \cdot [S^{2-}]$$

$$[Pb^{2+}][S^{2-}] = 0,004 \cdot 8,0 \cdot 10^{-21} = 3,2 \cdot 10^{-23}$$

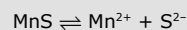
$$[Mn^{2+}][S^{2-}] = 0,004 \cdot 8,0 \cdot 10^{-21} = 3,2 \cdot 10^{-23}$$

$$K_{ps}(\text{PbS}) < [Pb^{2+}][S^{2-}]. \text{ Há precipitação.}$$

$$K_{ps}(\text{MnS}) > [Mn^{2+}][S^{2-}]. \text{ Não há precipitação.}$$

Logo, em primeiro lugar, precipita o PbS.

- B) A $[H_3O^+]$ necessária para iniciar a precipitação do MnS é dada por:



$$K_{ps} = [Mn^{2+}] \cdot [S^{2-}]$$

$$[S^{2-}] = 8,0 \cdot 10^{-14} / 0,004 = 2,0 \cdot 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Assim,

$$[H_3O^+] = (K_{a1} K_{a2} [H_2S] / [S^{2-}])^{1/2}$$

$$[H_3O^+] = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

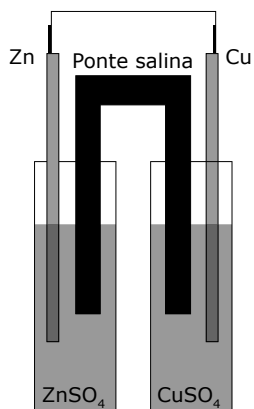
05. C

Caderno Extra

MÓDULO 21

PILHAS

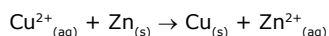
01. (UFMS) Dado o esquema de uma pilha, conforme figura a seguir, analise cada uma das proposições e assinale a(s) correta(s).



$$E^\circ (\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$$

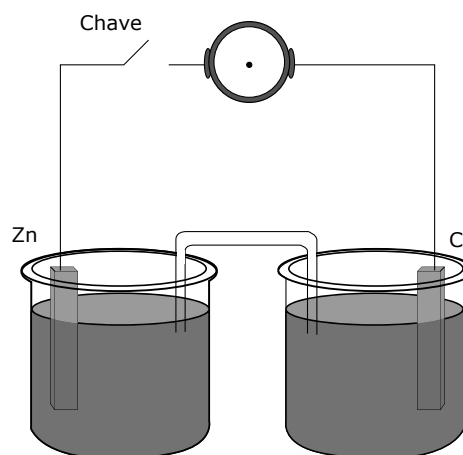
01. A reação global da pilha é



02. O eletrodo à direita da notação vista anteriormente é o ânodo e, portanto, a reação que se processa nesse eletrodo é a de redução.
04. Trata-se de uma célula eletrolítica que produz eletricidade espontaneamente sob condições padrão, como resultado da reação que nela se passa.
08. A notação da pilha anterior é representada por $\text{Zn}^0 / \text{Zn}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) // \text{Cu}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) / \text{Cu}^0 (25 \text{ }^\circ\text{C})$, e o seu potencial-padrão vale +1,10 V.
16. De acordo com as semirreações que se processam nos eletrodos, pode-se afirmar que a concentração dos íons $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$ no compartimento eletródico, irá aumentar por causa da oxidação.

Soma ()

02. (UFTM-MG) Uma célula eletroquímica construída com eletrodos de zinco e de cromo em soluções de seus respectivos íons é apresentada na figura.



Dados os potenciais padrão de redução:



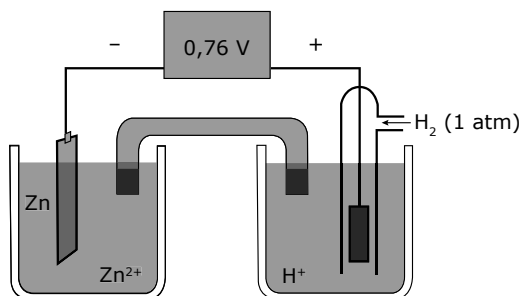
Sobre essa célula eletroquímica, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. A leitura no voltímetro indica o valor de 0,80 V.
- II. O eletrodo de zinco é o polo positivo da bateria.
- III. Os elétrons fluem do eletrodo de zinco para o eletrodo de cromo.
- IV. O compartimento catódico da pilha contém o eletrodo de zinco.
- V. O processo realizado é espontâneo.

São corretas somente as afirmações

- A) I, II, III e IV.
- B) I, II, IV e V.
- C) I, III e V.
- D) II e IV.
- E) III e V.

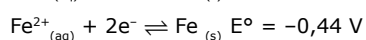
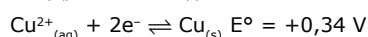
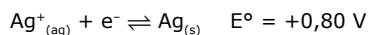
- 03.** (UNIFESP) A figura apresenta uma célula voltaica utilizada para medida de potencial de redução a 25 °C. O eletrodo padrão de hidrogênio tem potencial de redução igual a zero. A concentração das soluções de íons H^+ e Zn^{2+} é de $1,00 \text{ mol.L}^{-1}$.



Utilizando-se, separadamente, placas de níquel e de cobre e suas soluções Ni^{2+} e Cu^{2+} , verificou-se que Ni e Cu apresentam potenciais padrão de redução respectivamente iguais a $-0,25 \text{ V}$ e $+0,34 \text{ V}$.

- A) Escreva as equações de redução, de oxidação e global e determine o valor do potencial-padrão de redução do Zn.
- B) Para a pilha de Ni e Cu, calcule a d.d.p (diferença de potencial) e indique o eletrodo positivo.

- 04.** (PUC Minas) Considere os seguintes potenciais padrão de redução:



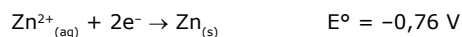
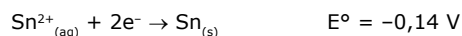
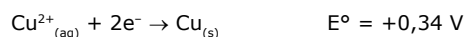
A respeito desses sistemas foram feitas as seguintes afirmações:

- I. Quando se mergulha uma lâmina de ferro metálico em uma solução contendo íons de Cu^{2+} , ocorre deposição de cobre metálico sobre o ferro.
- II. Quando se mergulha um fio de cobre metálico numa solução contendo íons Ag^+ , ocorre deposição de prata metálica sobre o fio de cobre.
- III. Se for montada uma pilha com os pares Fe / Fe^{2+} e Cu^{2+} / Cu nas condições padrão, o eletrodo de ferro metálico funcionará como o ânodo da pilha.

A afirmação está correta em

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

- 05.** (UFTM-MG) São apresentados os potenciais de redução de alguns metais:



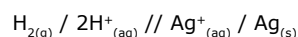
Na combinação de dois metais, podem-se formar diferentes pilhas, sobre as quais afirma-se que:

- I. A pilha com maior d.d.p é aquela constituída de Al e Cu, que apresenta d.d.p $4,34 \text{ V}$.
- II. Na pilha constituída de Sn e Cu, o ânodo é o eletrodo de cobre.
- III. Para a pilha constituída de Zn e Fe, o fluxo de elétrons se dá do eletrodo de zinco para o eletrodo de ferro.
- IV. O eletrodo de chumbo é polo positivo na pilha constituída de Zn e Pb.

Está correto o que se afirma somente em

- A) I e IV.
- B) II e III.
- C) III e IV.
- D) I, II e III.
- E) II, III e IV.

- 06.** (UFTM-MG) A tensão elétrica padrão da pilha eletroquímica representada por

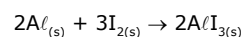


é igual a $0,80 \text{ V}$.

Caso a tabela de potenciais padrão de eletrodo de redução fosse alterada, adotando-se como referência, com valor de $0,00 \text{ V}$, o eletrodo $Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$, a tensão elétrica da pilha em questão, nessa nova condição padrão, seria

- A) $0,80 \text{ V}$ menor, ou seja, $0,00 \text{ V}$.
- B) $0,80 \text{ V}$ maior, ou seja, $1,60 \text{ V}$.
- C) a mesma, ou seja, $0,80 \text{ V}$.
- D) $1,60 \text{ V}$ menor, ou seja, $-0,80 \text{ V}$.
- E) $1,60 \text{ V}$ maior, ou seja, $2,40 \text{ V}$.

- 07.** (UFV-MG) Recentemente, foi publicado em uma revista científica de grande circulação mundial que pesquisadores chineses desenvolveram uma cela galvânica, baseada na reação entre alumínio metálico (Al) e iodo molecular (I_2), formando o iodeto de alumínio (AlI_3), conforme reação representada pela equação a seguir:



A seguir, são dados os potenciais de redução do iodo (I_2) e de alumínio (Al), em volts, e são feitas cinco afirmativas sobre a cela galvânica:



- I. O I_2 é mais oxidante que o Al .
- II. O Al tem maior capacidade de perder elétrons que o I_2 .
- III. Na reação, os elétrons são transferidos do alumínio para o iodo.
- IV. O eletrodo de Al é o cátodo.
- V. A diferença de potencial padrão dessa pilha é de +1,13 volts.

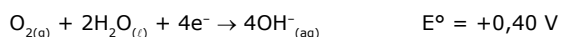
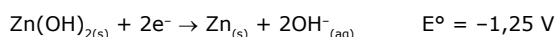
Assinale a alternativa que contém somente afirmativas verdadeiras.

- A) I, IV e V.
 - B) II, III e V.
 - C) I, III e IV.
 - D) I, II e III.
 - E) III, IV e V.
- 08.** (UEL-PR) Hoje em dia, as pilhas têm mais aplicação do que se imagina. Os automóveis usam baterias chumbo-ácidas, os telefones celulares já usaram pelo menos três tipos de baterias – as de níquel-cádmio, as de níquel-hidreto metálico e as de íon lítio –, os ponteiros *laser* dos conferencistas usam pilhas feitas de óxido de mercúrio ou de prata.

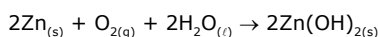
Recentemente, foram desenvolvidas as pilhas baseadas em zinco e oxigênio do ar, usadas nos pequenos aparelhos de surdez, e são uma tentativa de produzir uma pilha que minimize as agressões ambientais. Para confeccionar essas pilhas, partículas de zinco metálico são misturadas a um eletrólito (solução de KOH) e reagem com o O_2 ; dessa forma, a energia química se transforma em energia elétrica.

As reações da pilha com seus respectivos potenciais de redução são:

Semirreações:



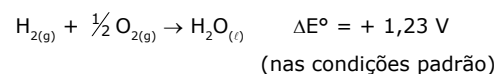
Reação global:



Assinale a alternativa correta.

- A) Durante o funcionamento da pilha, haverá diminuição da quantidade de $Zn(OH)_2$.
- B) O agente oxidante nessa reação é o zinco.
- C) Os elétrons são gerados no eletrodo de oxigênio.
- D) No cátodo, ocorre a redução do Zn.
- E) A diferença de potencial da equação global é +1,65 V.

- 09.** (UFPR) A célula a combustível foi utilizada, inicialmente, como fonte de energia em cápsulas espaciais por ser eficiente e por produzir água para os tripulantes. Durante o seu funcionamento, um fluxo de H_2 gasoso é disponibilizado em um dos eletrodos, e, no outro, propicia-se um fluxo de O_2 gasoso, ocorrendo a seguinte reação:



Como eletrólito, é utilizada solução aquosa concentrada de KOH.

Dados:

- Densidade da água = 1 g.mL⁻¹
- Massas atômicas: H = 1 u e O = 16 u

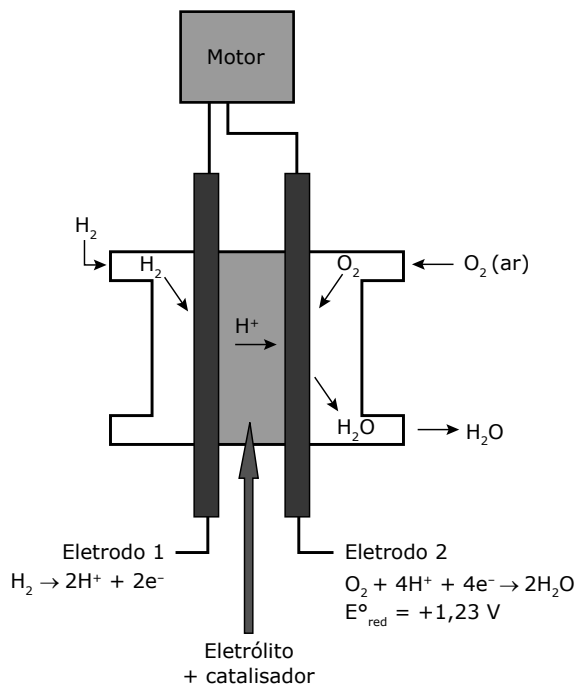
Com base nas informações sobre a célula a combustível, considere as afirmativas a seguir:

- I. No cátodo dessa célula, ocorre o processo de oxidação do O_2 gasoso.
- II. Durante a reação de oxirredução da célula, ocorre a transferência de 2 elétrons.
- III. Considerando que em uma missão espacial são consumidos cerca de 90 kg de hidrogênio gasoso por dia, em 7 dias a quantidade de água produzida é igual a 5 670 L.
- IV. A célula a combustível é denominada célula eletrolítica, pois nela uma reação química espontânea gera energia.

Assinale a alternativa correta.

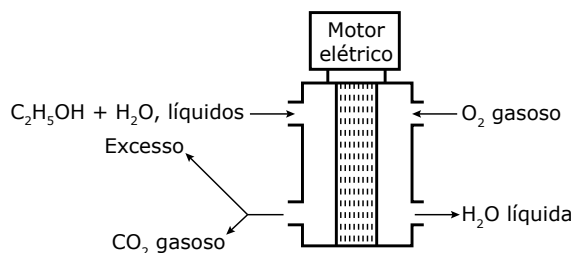
- A) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- B) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- E) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.

10. (UFRJ) Na busca por combustíveis mais limpos, o hidrogênio tem se mostrado uma alternativa muito promissora, pois sua utilização não gera emissões poluentes. O esquema a seguir mostra a utilização do hidrogênio em uma pilha eletroquímica, fornecendo energia elétrica a um motor.



Com base no esquema,

- A) identifique o eletrodo positivo da pilha. Justifique sua resposta.
- B) usando as semirreações, apresente a equação da pilha e calcule sua força eletromotriz.
11. (UFSCar-SP) Uma tecnologia promissora para a redução do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia são as células a combustível, nas quais os reagentes são convertidos em produtos através de processos eletroquímicos, com produção de energia elétrica, que pode ser armazenada ou utilizada diretamente. A figura a seguir apresenta o esquema de uma célula a combustível formada por duas câmaras dotadas de catalisadores adequados, onde ocorrem as semirreações envolvidas no processo.



Membrana polimérica permeável a íons H⁺

O contato elétrico entre as duas câmaras se dá através de uma membrana permeável a íons H⁺ e do circuito elétrico externo, por onde os elétrons fluem e acionam, no exemplo da figura, um motor elétrico. Comparando-se um motor a explosão com outro movido a eletricidade gerada por uma célula a combustível, ambos utilizando etanol, os produtos finais serão os mesmos – CO₂ e H₂O –, mas a eficiência da célula a combustível será maior, além de operar em temperaturas mais baixas.

- A) Sabendo que no processo estão envolvidos, além de reagentes e produtos finais, a água, íons H⁺ e elétrons, escreva as equações químicas balanceadas para as semirreações que ocorrem em cada câmara da célula de combustível apresentada na figura.
- B) Determine o sentido do fluxo de elétrons pelo circuito elétrico externo (motor elétrico). Justifique sua resposta.

GABARITO

01. Soma = 25

02. E

03. A) $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ_{Zn / Zn^{2+}}$

$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ $E^\circ = 0,00 V$

$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$ $\Delta E^\circ = 0,76 V$

Logo, o potencial de redução do zinco é $-0,76 V$.

B) $\Delta E = E^\circ_{Ni / Ni^{2+}} + E^\circ_{Cu / Cu^{2+}}$

$\Delta E = +0,25 + 0,34$

$\Delta E = +0,59 V$

O eletrodo positivo é o de cobre.

04. E

05. C

06. C

07. D

08. E

09. A

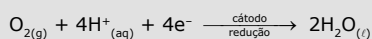
10. A) O eletrodo 2 é o positivo, pois nele haverá a redução e a formação da água.

B) $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$ $E^\circ = 0,00 V$

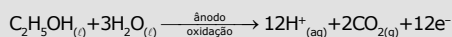
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ $E^\circ = +1,23 V$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $\Delta E^\circ = +1,23 V$

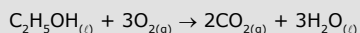
11. A) Polo positivo:



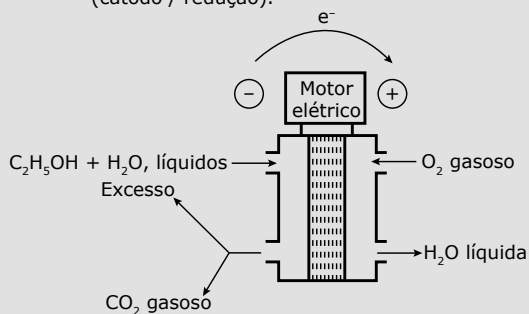
Polo negativo:



Equação global:



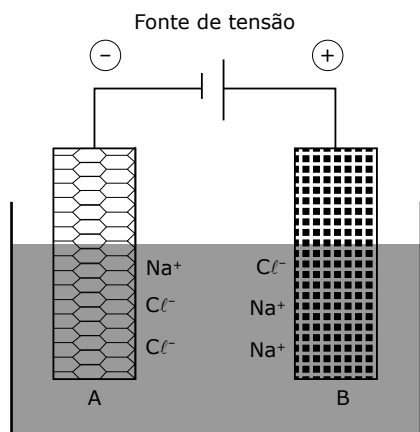
B) Numa pilha, o sentido do fluxo de elétrons, pelo circuito externo, é do polo negativo (ânodo / oxidação) para o polo positivo (cátodo / redução).



MÓDULO 22

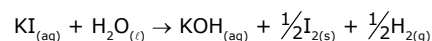
ELETRÓLISES E LEIS DE FARADAY

01. (UFTM-MG) A aparelhagem utilizada para realizar a eletrólise ígnea do cloreto de sódio, NaCl , está representada no esquema simplificado, em que os eletrodos inertes A e B estão conectados a um gerador de corrente contínua.



- Ao fechar o circuito ligando-se o gerador, pode-se concluir que
- o gás cloro borbulha no eletrodo A.
 - a redução do cloreto ocorre no eletrodo negativo.
 - o sentido da corrente elétrica é do eletrodo A para o B.
 - os ânions são oxidados no eletrodo B.
 - o sódio metálico oxida-se no eletrodo A.

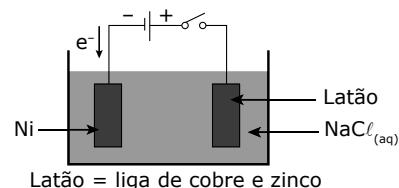
02. (UFMG/ Adaptado) Uma solução aquosa de iodeto de potássio foi colocada em uma placa de Petri. Adicionaram-se algumas gotas de fenolftaleína e a solução permaneceu incolor. Ao introduzir, nesse recipiente, dois elementos inertes, ligados a uma bateria, observou-se uma turvação marrom em um dos eletrodos, no outro observou-se a formação de bolhas, e a solução tornou-se vermelha. A equação que representa o processo descrito é:



Sobre o experimento, pode-se afirmar corretamente que

- a cor marrom decorre da presença de OH^- .
- a cor vermelha indica a formação de iodo.
- as bolhas se devem à ebulição da água.
- o estado de oxidação do potássio varia.
- o gás desprendido é inflamável.

03. (FUVEST-SP) Com a finalidade de niquelar uma peça de latão, foi montado um circuito, utilizando-se fonte de corrente contínua, como representado na figura.



No entanto, devido a erros experimentais, ao fechar o circuito, não ocorreu a niquelação da peça. Para que isso ocorresse, foram sugeridas as seguintes alterações:

- Inverter a polaridade da fonte de corrente contínua.
- Substituir a solução aquosa de NaCl por solução aquosa de NiSO_4 .
- Substituir a fonte de corrente contínua por uma fonte de corrente alternada de alta frequência.

O êxito do experimento requereria apenas

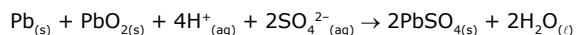
- a alteração I.
- a alteração II.
- a alteração III.
- as alterações I e II.
- as alterações II e III.

- 04.** (UEM-PR) Qual é a massa aproximada de cádmio que se deposita no cátodo, via eletrólise ígnea, em uma cela eletroquímica que contém CdCl_2 fundido, ao se passar uma corrente de 6 Ampères por 134 minutos?

Dado: Constante de Faraday = $96\,500\text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

- A) 28 g
- B) 0,47 g
- C) 0,56 g
- D) 56 g
- E) 47 g

- 05.** (Unicamp-SP) Quando o acumulador dos automóveis (bateria de chumbo) fornece uma corrente elétrica, ocorre uma reação química representada por

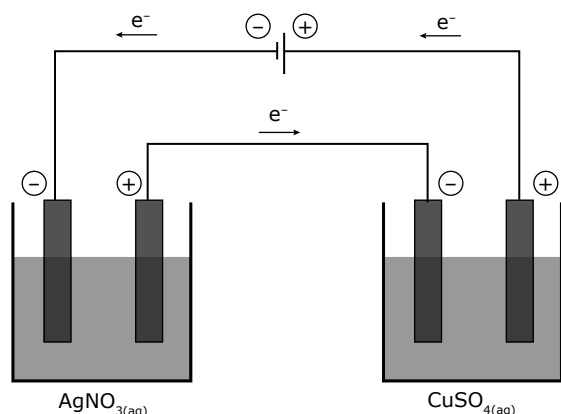


- A) Quais são as variações do número de oxidação do chumbo nessa reação?
- B) O anúncio de uma bateria de automóvel dizia que a mesma poderia fornecer 50 Ah. Nesse caso, quantos gramas de chumbo metálico seriam consumidos?

Dados:

- Constante de Faraday, $F = 96\,500\text{ C/mol}$. Lembre-se de que a constante de Faraday é igual à constante de Avogadro multiplicada pela carga do elétron.
- Massa molar do chumbo = 207 g/mol
- $1\text{ Ah} = 3\,600\text{ C}$

- 06.** (Mackenzie-SP) Duas celas eletrolíticas estão conectadas em série e ambas possuem eletrodos de grafite, conforme o esquema a seguir:



Em uma das celas, foi colocada uma solução de nitrato de prata, enquanto, na outra, existe uma solução de sulfato de cobre (II), ambas equimolares. Durante um determinado intervalo de tempo, ocorreu a deposição de 3 mol de prata metálica no cátodo da cela da esquerda.

Portanto, a massa de cobre metálico que será depositada no cátodo da cela da direita corresponde a

Dado: Massa molar: $\text{Ag} = 108\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\text{Cu} = 63,5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- A) 95,25 g.
- B) 63,50 g.
- C) 127,00 g.
- D) 190,50 g.
- E) 21,20 g.

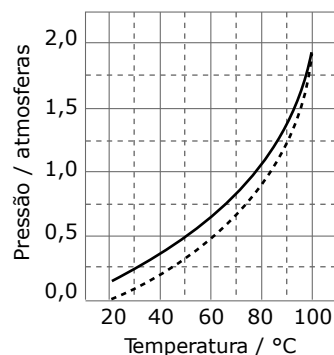
GABARITO

- 01. D
- 02. E
- 03. D
- 04. A
- 05. A) O número de oxidação do Pb varia de zero a +2 no processo $\text{Pb}_{(s)} \rightarrow \text{PbSO}_{4(s)}$ e varia de +4 para +2 no processo $\text{PbO}_{2(s)} \rightarrow \text{PbSO}_{4(s)}$.
- B) $m(\text{Pb})=193\text{ g}$
- 06. A

MÓDULO 23

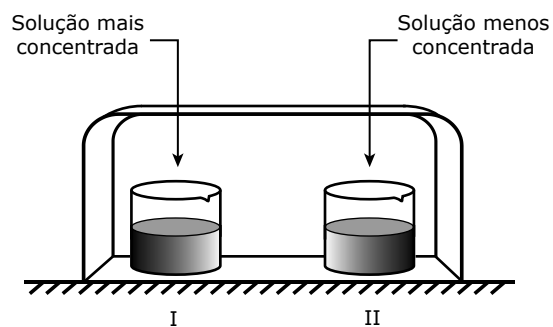
PROPRIEDADES COLIGATIVAS

- 01.** (UFSCar-SP) Um líquido puro e a solução de um soluto não volátil nesse líquido têm suas pressões de vapor em função da temperatura representadas pelas curvas contidas no gráfico mostrado a seguir.



- A) Associe as curvas do gráfico (linhas contínua e tracejada) com o líquido puro e a solução. Justifique sua resposta.
- B) Determine o ponto de ebulição aproximado ($\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$) do líquido puro ao nível do mar. Justifique sua resposta.

- 02.** (PUC Minas) Sejam dadas as seguintes soluções aquosas,
- 0,1 mol.L⁻¹ de glicose (C₆H₁₂O₆)
 - 0,2 mol.L⁻¹ de sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁)
 - 0,1 mol.L⁻¹ de hidróxido de sódio (NaOH)
 - 0,2 mol.L⁻¹ de cloreto de cálcio (CaCl₂)
 - 0,2 mol.L⁻¹ de nitrato de potássio (KNO₃)
- a que apresenta maior temperatura de ebulição é
- I.
 - II.
 - III.
 - IV.
 - V.
- 03.** (PUC-Campinas-SP) Nos invernos rigorosos, é costume europeu aspergir cloreto de sódio ou cloreto de cálcio em ruas e estradas cobertas de gelo, bem como adicionar etilenoglicol à água do radiador dos automóveis. Com esses procedimentos, qual alteração se deseja provocar na água?
- Diminuição da temperatura de ebulição.
 - Aumento da condutibilidade elétrica.
 - Diminuição da densidade.
 - Aumento da pressão de vapor.
 - Diminuição da temperatura de congelamento.
- 04.** (Unesp) Considere cinco soluções aquosas diferentes, todas de concentração 0,1 mol.L⁻¹ de glicose (C₆H₁₂O₆) e de quatro eletrólitos fortes, NaCl, KCl, K₂SO₄ e ZnSO₄, respectivamente. A solução que apresenta o maior abaixamento do ponto de congelamento é a de
- C₆H₁₂O₆.
 - NaCl.
 - KCl.
 - K₂SO₄.
 - ZnSO₄.
- 05.** (Unesp) A solução aquosa que apresenta menor ponto de congelamento é a de
- CaBr₂ de concentração 0,10 mol.L⁻¹.
 - KBr de concentração 0,20 mol.L⁻¹.
 - Na₂SO₄ de concentração 0,10 mol.L⁻¹.
 - Glicose (C₆H₁₂O₆) de concentração 0,50 mol.L⁻¹.
 - HNO₃ de concentração 0,30 mol.L⁻¹.
- 06.** (UFRGS-RS) Tem-se duas soluções aquosas diluídas, ambas com concentração de 0,1 mol.L⁻¹, das seguintes substâncias: sacarose (solução 1) e iodeto de cálcio (solução 2). Pode-se esperar que o abaixamento do ponto de congelamento (ΔT) do solvente nas duas soluções será
- $\Delta T_1 = \Delta T_2$.
 - $\Delta T_1 = 2\Delta T_2$.
 - $\Delta T_1 = 3\Delta T_2$.
 - $\Delta T_2 = 3\Delta T_1$.
 - $\Delta T_2 = 2\Delta T_1$.
- 07.** (Unesp) Considerando-se 100 mL de cada solução e dissociação completa das substâncias iônicas, apresenta maior pressão osmótica a solução aquosa de concentração
- 0,010 mol.L⁻¹ de uma proteína não dissociada.
 - 0,500 mol.L⁻¹ de frutose.
 - 0,050 mol.L⁻¹ de cloreto de potássio.
 - 0,025 mol.L⁻¹ de nitrato férrico.
 - 0,100 mol.L⁻¹ de cloreto de cálcio.
- 08.** (UnB-DF) Um aluno, interessado em estudar as propriedades de soluções, colocou em uma caixa dois copos contendo volumes iguais de soluções aquosas de um mesmo soluto não volátil, fechando-a hermeticamente, conforme ilustra a figura a seguir.



A solução contida no copo I era mais concentrada que a contida no copo II. A temperatura externa à caixa permaneceu constante durante o experimento. Acerca das observações que poderiam ser feitas a respeito desse experimento, julgue os itens seguintes:

- Após alguns dias, o volume da solução contida no copo I diminuirá.
- As concentrações das soluções nos dois copos não se alterarão com o tempo porque o soluto não é volátil.
- O ar dentro da caixa ficará saturado de vapor-d'água.
- Após alguns dias, as duas soluções ficarão com a mesma pressão de vapor.

- 09.** (PUC-Campinas-SP) Considere o texto adiante.

Se as células vermelhas do sangue forem removidas para um béquer contendo água destilada, há passagem da água para I das células. Se as células forem colocadas em uma solução salina concentrada, há migração da água para II das células com o III das mesmas. As soluções projetadas para injeções endovenosas devem ter IV próximas às das soluções contidas nas células.

Para completá-lo corretamente, I, II, III e IV devem ser substituídos, respectivamente, por

- A) dentro – fora – enrugamento – pressões osmóticas.
- B) fora – dentro – inchaço – condutividades térmicas.
- C) dentro – fora – enrugamento – colorações.
- D) fora – fora – enrugamento – temperaturas de ebulição.
- E) dentro – dentro – inchaço – densidades.

- 10.** (UFTM-MG) Frutas mantidas imersas em caldas, por exemplo pêssegos e figos, duram mais do que se estivessem expostas ao ar.

Essa maior durabilidade está diretamente relacionada a uma propriedade das soluções conhecida como

- A) crioscopia.
- B) ebulioscopia.
- C) tonoscopia.
- D) pressão osmótica.
- E) detergência.

- 11.** (PUC Minas) Considere as seguintes soluções aquosas a 25 °C e a 1 atm.

X – 0,25 mol.L⁻¹ de glicose (C₆H₁₂O₆)

Y – 0,50 mol.L⁻¹ de sulfato de potássio (K₂SO₄)

Z – 0,25 mol.L⁻¹ de ácido nítrico (HNO₃)

Sobre essas soluções, é incorreto afirmar que

- A) a solução X apresenta maior temperatura de solidificação.
- B) a solução Y apresenta maior temperatura de ebulição.
- C) a ordem crescente de pressão de vapor é X < Z < Y.
- D) as soluções X, Y e Z apresentam temperaturas de ebulição superiores à da água.

- 12.** (Vunesp) Quando um ovo é colocado em um béquer com vinagre (solução diluída de ácido acético), ocorre uma reação com o carbonato de cálcio da casca. Após algum tempo, a casca é dissolvida, mas a membrana interna ao redor do ovo se mantém intacta. Se o ovo, sem a casca, for imerso em água, ele incha. Se for mergulhado em uma solução aquosa de cloreto de sódio (salmoura), ele murcha. Explique, utilizando equações químicas balanceadas e propriedades de soluções, conforme for necessário, por que

- A) a casca do ovo se dissolve no vinagre.
- B) o ovo sem casca incha quando mergulhado em água e murcha quando mergulhado em salmoura.

- 13.** (Unesp) Considere as pressões osmóticas, medidas nas mesmas condições, de quatro soluções que contêm 0,10 mol de cada soluto dissolvido em um litro de água:

p₁ – pressão osmótica da solução de NaCl

p₂ – pressão osmótica da solução de MgCl₂

p₃ – pressão osmótica da solução de glicose

p₄ – pressão osmótica da solução de sacarose

- A) Estabeleça uma ordem crescente ou decrescente das pressões osmóticas das quatro soluções. Justifique a ordem proposta.
- B) Explique o que é osmose.

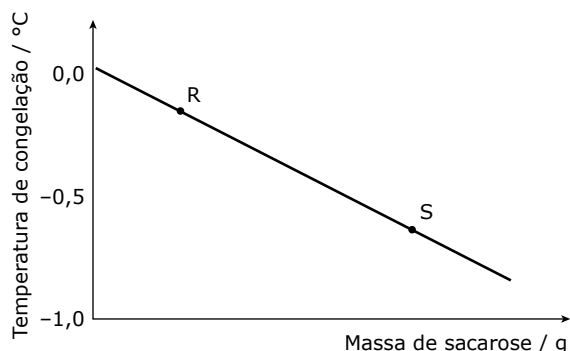
- 14.** (UFU-MG) As substâncias que ocorrem na natureza encontram-se normalmente misturadas com outras substâncias, formando misturas homogêneas ou heterogêneas. As misturas homogêneas, ao contrário das heterogêneas, podem ser confundidas, na aparência, com substâncias puras. Uma forma de diferenciar as misturas homogêneas de substâncias puras é determinar as propriedades físicas do sistema em questão como ponto de fusão (P.F.), ponto de ebulição (P.E.), densidade e condutividade elétrica. Considerando esse fato, as seguintes afirmativas em relação à água do mar estão corretas, exceto

- A) A densidade da água do mar é maior que a densidade da água pura.
- B) A água do mar tem pressão de vapor superior à da água pura.
- C) A água do mar contém compostos iônicos e moleculares dissolvidos.
- D) A água do mar congela em uma temperatura inferior à da água pura.

15. (UEL-PR) Na mesma condição de pressão, foram preparadas as seguintes soluções. Em um béquer (béquer 1) foram adicionados 1 kg de água e 1 mol de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). A mistura foi agitada dando origem a uma solução 1. Em outro béquer (béquer 2), foram adicionados 1 kg de água e 1 mol de cloreto de sódio ($NaCl$). A mistura foi agitada dando origem a uma solução 2. Em outro béquer (béquer 3), foram adicionados 1 kg de água e 1 mol de glicose ($C_6H_{12}O_6$). A mistura foi agitada dando origem a uma solução 3.

Com relação às soluções contidas nos béqueres 1, 2 e 3, é correto afirmar:

- A) A diminuição do ponto de congelamento do solvente na solução 1 é maior que na solução 3.
 B) O aumento do ponto de ebulição do solvente na solução 2 é menor que na solução 1.
 C) A diminuição da pressão de vapor do solvente da solução 2 é duas vezes maior que da solução 1.
 D) A diminuição da pressão de vapor do solvente da solução 2 é igual à da solução 3.
 E) O aumento do ponto de ebulição do solvente da solução 1 é duas vezes maior que da solução 3.
16. (UFMG) Uma série de soluções foram preparadas dissolvendo-se diferentes massas de sacarose em 1 000 g de H_2O . Essas soluções foram resfriadas, e as suas temperaturas de congelamento, determinadas. Os resultantes obtidos encontram-se descritos no gráfico a seguir:



Com relação às soluções R e S, indicadas no gráfico, a afirmativa falsa é:

- A) A concentração da solução R é menor que a da solução S.
 B) A pressão de vapor da solução R é maior que a da solução S, em uma dada temperatura.
 C) A temperatura de ebulição da solução S é maior que a da água pura.
 D) Adicionando-se sacarose à solução S, a sua temperatura de ebulição aumentará.
 E) Evaporando-se 10% do solvente da solução S, a sua pressão de vapor aumentará.

GABARITO

01. A) Linha contínua: Refere-se ao solvente (líquido puro).

Linha tracejada: Refere-se à solução.

A dissolução de um soluto não volátil em um líquido puro abaixa a pressão de vapor desse líquido.

- B) A temperatura de ebulição do líquido puro (solvente) ao nível do mar é aproximadamente igual à temperatura na qual a sua pressão de vapor é igual a 1,0 atm. A leitura do gráfico mostra que essa temperatura é aproximadamente $(78 \pm 1) ^\circ C$.

02. D

03. E

04. D

05. E

06. D

07. B

08. F F V V

09. A

10. D

11. C

12. A) $CaCO_{3(s)} + 2CH_3COOH_{(aq)} \rightarrow (CH_3COO)_2Ca_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

- B) Há estabelecimento de fenômeno osmótico em ambos os casos.

O ovo sem casca, quando imerso em água, apresenta-se hipertônico em relação ao meio; logo, há fluxo de solvente para seu interior, o que faz com que o ovo inche. Já em salmoura, o ovo estará hipotônico em relação ao meio; logo, o fluxo de solvente será maior de seu interior para o exterior (salmoura), causando diminuição de seu volume (o ovo murcha).

13. A) $p_4 = p_3 < p_1 < p_2$. A pressão osmótica é diretamente proporcional ao número de partículas dispersas na solução.

- B) Osmose é a passagem do solvente de uma solução menos concentrada para outra mais concentrada, através de uma membrana semipermeável.

14. B

15. C

16. E

MÓDULO 24

COLOIDES

- 01.** (UFES) Quando se dispersam, em água, moléculas ou íons, que têm, em sua estrutura, extremidades hidrofóbicas e hidrofílicas, a partir de uma determinada concentração, há agregação e formação de partículas coloidais, denominadas micelas. Tal propriedade é típica de moléculas de
- A) lipídio. C) hidrocarboneto alifático. E) hidrogênio.
B) aminoácido. D) sabão.
- 02.** (PUC-SP) Concernente a uma solução coloidal líquida, é incorreto dizer que
- A) é heterogênea.
B) pode ser desdobrada por processos mecânicos especiais.
C) sob a ação de um campo elétrico, parte das partículas vai para o polo positivo, e outra, para o polo negativo.
D) o disperso pode ser representado por moléculas.
E) é sensível, em geral, à mudança do solvente.
- 03.** (UFTM-MG) A nanotecnologia e as nanociências contemplam o universo nanométrico, no qual a dimensão física é representada por uma unidade igual a 10^{-9} m. O emprego da nanotecnologia tem trazido grandes avanços para a indústria farmacêutica e de cosmético. As nanopartículas são, contudo, velhas conhecidas, uma vez que, nas dispersões coloidais, elas são as fases dispersas. Analisando-se as combinações:

	Fase dispersa	Fase dispersante
I	Gás	Gás
II	Líquido	Líquido
III	Sólido	Sólido
IV	Gás	Líquido
V	Sólido	Gás

Podem constituir dispersões coloidais apenas

- A) II e IV. C) I, IV e V. E) II, III, IV e V.
B) I, II e III. D) I, II, IV e V.
- 04.** (ITA-SP) Considere os seguintes sais:
- I. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
II. NaCl
III. ZnCl_2
IV. CaCl_2
- Assinale a alternativa que apresenta o(s) sal(is) que causa(m) a desestabilização de uma suspensão coloidal estável de sulfeto de arsênio (As_2S_3) em água.
- A) Nenhum dos sais relacionados. D) Apenas os sais II, III e IV.
B) Apenas o sal I. E) Todos os sais.
C) Apenas os sais I e II.

GABARITO

01. D

02. C

03. E

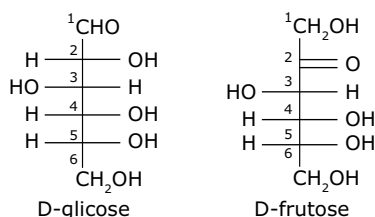
04. E

Caderno Extra

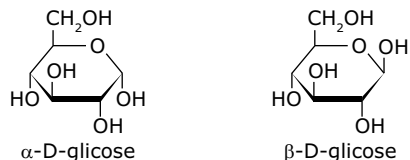
MÓDULO 21

BIOMOLÉCULAS: CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS

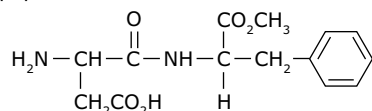
- 01.** (UFMG) O açúcar comum, obtido da cana-de-açúcar ou da beterraba, é constituído de sacarose. A hidrólise da sacarose produz duas substâncias, D-glicose e D-frutose.



Essas formas acíclicas não são as mais estáveis. A glicose, por exemplo, é encontrada na natureza em duas formas cíclicas diferentes em equilíbrio, α -D-glicose e β -D-glicose.



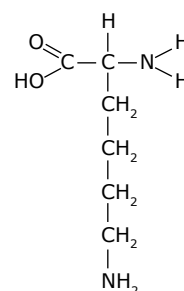
- Cite três funções orgânicas correspondentes a grupos funcionais que podem ser encontrados em, pelo menos, uma dessas quatro estruturas.
 - Cite o número de estereocentros, isto é, carbonos quirais, que podem ser encontrados em cada uma das quatro estruturas.
 - A ciclização da glicose ocorre como consequência da reação entre um dos seus grupos OH e o carbono 1. Cite o número do carbono ligado a esse grupo OH.
- 02.** (FUVEST-SP) O aspartame, adoçante artificial, é um éster de um dipeptídeo.



Esse adoçante sofre hidrólise, no estômago, originando dois aminoácidos e uma terceira substância.

- Escreva as fórmulas estruturais dos aminoácidos formados nessa hidrólise.
- Qual é a terceira substância formada nessa hidrólise? Explique de qual grupo funcional se origina essa substância.

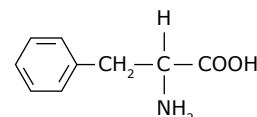
- 03.** (UNIVAG) Ao fazer musculação, os músculos começam a hipertrofiar (crescer), sendo preciso garantir ao organismo a matéria-prima necessária para deixar as células musculares mais fortes. Assim, é preciso aumentar a ingestão de aminoácidos essenciais, como a lisina, necessária à formação das proteínas através do consumo de ovos, carnes, arroz e trigo. A estrutura da lisina está representada a seguir:



Considerando que a lisina possui em sua estrutura os grupos amino e carboxílico, é correto afirmar que esse aminoácido

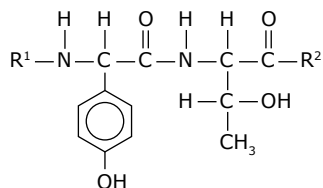
- tem massa molar igual a 116,14 g/mol.
- é um composto anfótero, reagindo apenas com bases fracas.
- não reage em contato com o ácido clorídrico.
- tem fórmula mínima $\text{C}_3\text{H}_6\text{ON}$.
- forma uma ligação peptídica ao unir-se a outro aminoácido.

- 04.** (UEM-PR) O teste do pezinho permite diagnosticar precocemente a fenilcetonúria, uma doença genética que pode causar atraso mental. O diagnóstico é feito pela medida da concentração de fenilalanina no sangue. Sobre a fenilalanina, é correto afirmar que



- é um dos 20 aminoácidos comumente encontrados em proteínas.
 - apresenta caráter anfótero.
 - apresenta cadeia lateral apolar.
 - pode unir-se a outro aminoácido, através de uma ligação peptídica, que é formada por meio de uma reação química de condensação.
 - não reage com ácido clorídrico.
- Soma ()

05. (UEG-GO) As proteínas são macromoléculas presentes em seres vivos e desempenham papéis importantes nos diversos sistemas biológicos. Um fragmento hipotético de uma proteína, em que R¹ e R² representam as porções restantes dessa molécula, está representado a seguir:



Baseando-se na análise dessa estrutura e das propriedades desses compostos, conclui-se que

- A) a ligação química entre o nitrogênio e o carbono com hibridização sp³ é conhecida como ligação peptídica.
 B) essas moléculas diminuem a energia de ativação das reações químicas nos sistemas biológicos.
 C) a sequência em que os aminoácidos estão ligados representa a estrutura secundária dessa molécula.
 D) na formação das proteínas, os aminoácidos naturais e secundários são obtidos a partir de fontes naturais.

06. (UNEB-BA) Cada vez mais os Estados Unidos procuram se libertar do petróleo, pois a dependência dessa fonte de combustível põe em risco não só a segurança nacional, mas também a econômica e a ambiental do país. Como a civilização não pode parar de se locomover, busca-se uma nova maneira de prover energia aos meios de transporte. Biocombustíveis celulósicos oferecem a alternativa mais atraente do ponto de vista ambiental e com maior viabilidade técnica a curto prazo.

HUBER; DALE. 2009. p. 24.

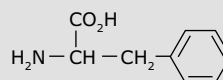
Uma das etapas para utilização dos biocombustíveis celulósicos é a desmontagem da biomassa sólida em que se constitui a celulose.

Com base nos conhecimentos existentes sobre essa biomolécula, é correto afirmar:

01. Constitui-se de um aglomerado de aminoácidos carregados positivamente e unidos por ligações peptídicas para a formação de estrutura primária.
 02. Trata-se de um polímero formado por lipídios interligados por meio de ligações apolares de grande afinidade energética, as quais ditam a resistência necessária ao crescimento de vegetais.
 03. Resulta da ligação de milhares de moléculas de glicose, unidas por meio de ligações glicosídicas, e forma a estrutura da parede celular de vegetais.
 04. Mantém-se associada a microfibrilas de hemicelulose e de peptideoglicanos para formação da estrutura rígida e resistente, característica das membranas celulares das células vegetais.
 05. Resulta da quebra de moléculas de glicogênio, responsável pela liberação de moléculas de glicose para geração de energia celular e para produção de compostos biológicos essenciais às células vegetais.

GABARITO

01. 1. Funções: álcool, aldeído, cetona e éter.
 2. D-glicose: 4
 D-frutose: 3
 α -D-glicose: 5
 β -D-glicose: 5
 3. Carbono 5
 02. A) $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$



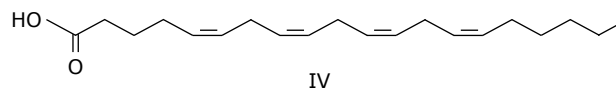
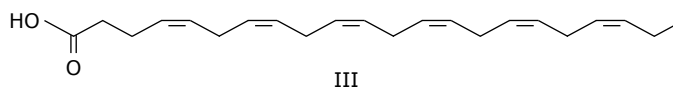
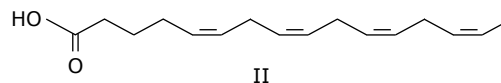
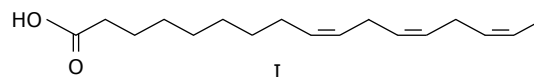
- B) A terceira substância formada é o metanol, H₃C-OH, que é produzida na hidrólise do grupo éster.

03. E 05. B
 04. Soma = 15 06. 03

MÓDULO 22

BIOMOLÉCULAS: ÁCIDOS NUCLEICOS E LIPÍDIOS

01. (UFTM-MG) Analise as fórmulas estruturais representadas de I a IV.



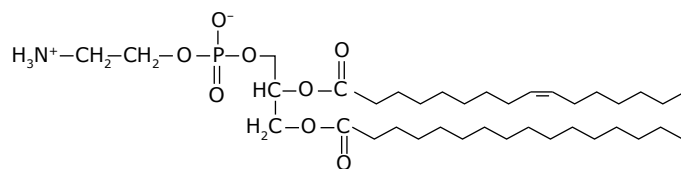
Sobre as substâncias representadas pelas fórmulas de I a IV, afirma-se que

- I. reagem com glicerina (C₃H₁₀O₃) para dar mono-, di- e triglicerídeos;
 II. em contato com o ar, são oxidados fornecendo compostos carbonílicos;
 III. são utilizadas pelos organismos vivos como fonte de energia.

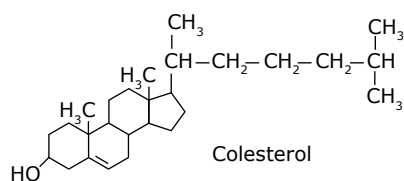
É correto o que se afirma em

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

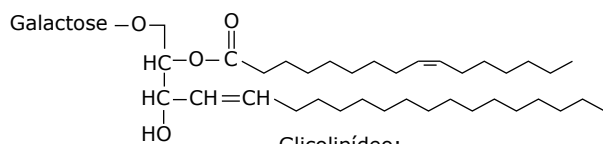
- 02.** Na saponificação (com KOH) de gorduras animais, obtêm-se glicerol e
- ácidos carboxílicos de elevada massa molecular.
 - ácidos carboxílicos de pequena massa molecular.
 - álcoois de grande cadeia carbônica.
 - álcoois de pequena cadeia carbônica.
 - sais de ácidos carboxílicos.
- 03.** (CMMG) Em relação a biomoléculas, a afirmativa errada é:
- O amido e a celulose, por serem formados pelo mesmo monômero (glicose), são metabolizados pelo organismo humano.
 - As gorduras são as estruturas moleculares que maior quantidade de energia, por grama, armazenam no organismo humano.
 - As reações químicas envolvidas no metabolismo celular dependem da participação de proteínas especiais, as enzimas.
 - A energia para o trabalho celular provém, principalmente, da oxidação da glicose.
- 04.** (UFJF-MG / Adaptado) As moléculas lipídicas constituem 50% da massa da maioria das membranas de células animais, sendo o restante constituído de proteínas. Os três principais grupos de lipídios da membrana de células animais são os fosfolipídeos, o colesterol e os glicolipídeos.



Fosfolipídeo:
fosfatidiletanolamina



Colesterol



Glicolipídeo:
Galactocerebrosídeo

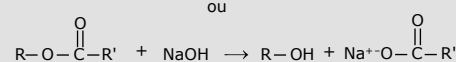
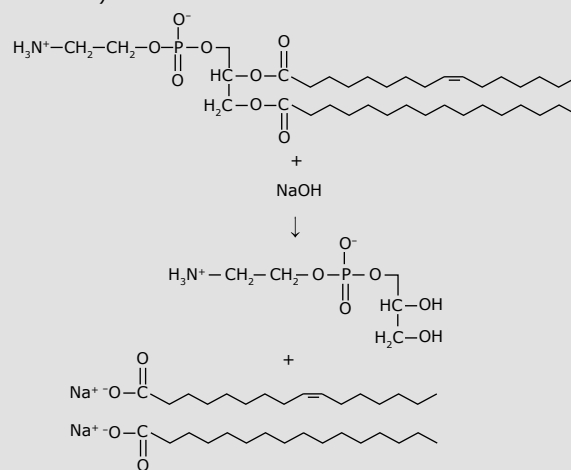
- Sem considerar a parte do carboidrato (galactose), quantos átomos de carbono assimétricos possui o glicolipídeo?
- Represente a equação química da hidrólise básica do fosfolipídeo. Considere apenas a reação no grupo funcional éster desse composto, desconsiderando então a parte fosfato.

- Qual função orgânica os três lipídeos possuem em comum? Se o colesterol fosse submetido a reação com HBr em meio ácido, como poderia ser classificada essa reação?

- 05.** (Unicamp-SP) O nosso herói, logo depois de tratar o Pipetão, foi à cozinha e resolveu traçar alguma coisa. Encontrou uma embalagem de pão ainda fechada. Pensou: "Vai ser isso mesmo, mas com manteiga ou margarina? Eu sei que se recomenda uma baixa ingestão diária de colesterol e que a gordura saturada, quando ingerida em excesso, aumenta o mau colesterol (LDL) e também o bom colesterol (HDL). Essa manteiga contém colesterol e gordura saturada. Por outro lado, essa margarina não tem nada de colesterol e tem muita gordura trans, que, assim como as gorduras saturadas, aumenta o LDL, mas tende a baixar o HDL". Com as duas embalagens na mão e todas essas informações, Rango ficou ali babando e se perguntando:
- Meu mais recente exame de sangue mostrou que o nível de HDL está na faixa aceitável. Se eu pensar só nisso, será que eu devo usar a manteiga ou a margarina? Por quê?
 - Mas há outra coisa, meu valor de LDL está acima da faixa aceitável. E agora? Se eu levo em conta só esse fato, eu devo ou não besuntar o pão com manteiga ou margarina? Por quê?

GABARITO

- D
- E
- A
- A) 2 carbonos assimétricos
B)



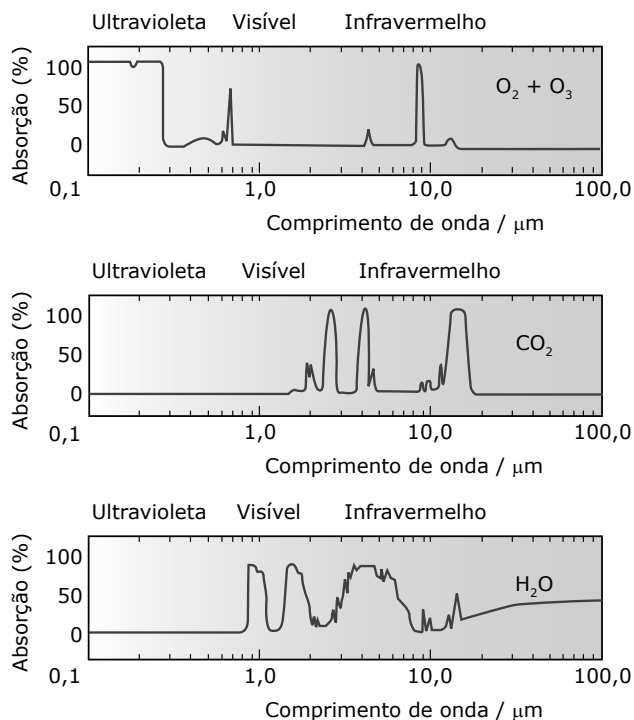
- Função: Alceno
Classificação: Adição de haleto de hidrogênio

05. A) Como Rango apresenta um nível aceitável de HDL, ele pode consumir, moderadamente, a margarina e a manteiga. Pensando somente no HDL, Rango poderia optar pela manteiga, que aumenta o nível do bom colesterol.
- B) Quem apresenta valor de LDL acima da faixa aceitável deveria evitar o consumo de manteiga e margarina, pois ambas aumentam a taxa do mau colesterol. Se Rango insistir em besuntar o pão, deve optar pela manteiga, que aumenta ambos (HDL e LDL) e é menos prejudicial à saúde do que a margarina, que aumenta o mau colesterol (LDL) e diminui o bom colesterol.

MÓDULO 23

QUÍMICA AMBIENTAL I

- 01.** (UERJ) Duas importantes ações na luta contra o aumento do efeito estufa são a limitação da queima de combustíveis fósseis e a promoção do crescimento de florestas. A importância do crescimento das florestas se deve à ocorrência, nas plantas, da etapa metabólica resumida na seguinte equação química:
- A) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- B) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 2\text{CO}_2$
- C) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- D) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 02.** (UCB-DF / Adaptado) O etanol (álcool etílico) é utilizado no Brasil como combustível para automóveis. Outro combustível utilizado é a gasolina (uma mistura de hidrocarbonetos com cadeias carbônicas de 5 a 10 carbonos), extraída do petróleo. A queima total desses combustíveis leva à produção de gás carbônico e água. O gás carbônico é um gás que contribui para o chamado efeito estufa. Esse efeito consiste na retenção de energia solar pela atmosfera. Diante disso, escreva V ou F, conforme as afirmativas a seguir sejam verdadeiras ou falsas.
- () O aumento do efeito estufa pode contribuir para o aumento do nível dos mares.
- () A queima do etanol consome oxigênio.
- () O efeito estufa só é observado durante o dia, uma vez que necessita de luz solar.
- () O uso do etanol como combustível, embora contribua para o efeito estufa, é menos prejudicial do que o uso da gasolina.
- 03.** (UEG-GO) O ar é uma mistura de vários gases: nitrogênio (78%), oxigênio (21%), gases raros (0,97%) e gás carbônico (0,03%), sendo essa composição alterada quando o ar é contaminado com vapor de inseticidas, solventes, fuligem, gases tóxicos, etc. O acúmulo de gases poluentes impede que o calor atravesse a atmosfera em direção ao espaço, com consequente aquecimento global do planeta. Esse fenômeno é denominado
- A) destruição da camada de ozônio.
- B) chuva ácida.
- C) efeito estufa.
- D) inversão térmica.
- 04.** (UDESC) Nos últimos anos, o perigo do efeito estufa agravou-se devido à emissão excessiva de substâncias químicas que absorvem o calor refletido pela Terra. Assinale a alternativa em que todas as substâncias apresentadas se referem aos gases do efeito estufa.
- A) CO_2 , CH_4 , NO_x , CFCs
- B) H_2O , NaCl , CO_2 , C_8H_{16}
- C) CO_2 , CH_4 , SO_2 , HNO_3
- D) O_2 , NO_x , H_2O , NH_3
- E) H_2SO_4 , CFCs, CO_2 , H_2O
- 05.** (UFMG / Adaptado)
- O efeito estufa favoreceu o desenvolvimento da vida na Terra. Justifique essa afirmativa.
 - Justifique a necessidade de se controlar a intensificação do efeito estufa.
- A interação entre a radiação que se verifica na região do infravermelho e as moléculas de gases existentes na atmosfera da Terra é responsável pelo efeito estufa. A região do infravermelho corresponde à radiação eletromagnética de comprimento de onda entre 1 μm e 100 μm .
- Analise estes três gráficos, em que se registra, simplificada, a absorção de radiação eletromagnética em função do comprimento de onda da radiação de alguns dos gases presentes na atmosfera terrestre.



3. Considerando apenas as informações apresentadas nessa questão, indique qual desses gases possui maior potencial para contribuir para a intensificação do efeito estufa. Justifique sua resposta.

4. Analise esta afirmativa:

Atualmente, a diminuição da camada de ozônio estratosférico é a maior responsável pela intensificação do efeito estufa.

Indique se essa afirmativa é correta ou incorreta. Considerando as informações disponibilizadas nos gráficos apresentados, justifique sua resposta.

- 06.** (Mackenzie-SP) Seathl, chefe indígena americano, em seu famoso discurso, discorre a respeito dos sentimentos e dos cuidados que o homem branco deveria ter para com a Terra, à semelhança com os índios, ao se assenhorear das novas regiões. E ao final, diz: "Nunca esqueças como era a terra quando dela tomas-te posse. Conserva-a para os teus filhos e ama-a como Deus nos ama a todos. Uma coisa sabemos: o nosso Deus é o mesmo Deus. Nem mesmo o homem branco pode evitar nosso destino comum".

O discurso adaptado, publicado na revista Norsk Natur, Oslo, em 1974, nunca esteve tão atual. O homem, procurando tornar sua vida mais confortável, vem destruindo e contaminando tudo ao seu redor, sem se preocupar com os efeitos desastrosos posteriores.

Esses efeitos podem ser causados por

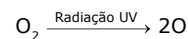
- I. liberação desenfreada de gases estufa.
- II. destruição da camada de ozônio.
- III. uso descontrolado de agrotóxicos e inseticidas.
- IV. desmatamento e queimadas.

É correto afirmar que contribuem para o agravamento dos problemas as causas citadas em

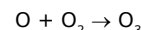
- A) I, II e III, apenas.
- B) II e III, apenas.
- C) I e IV, apenas.
- D) I, II, III e IV.
- E) II e IV, apenas.

- 07.** (PUC Rio) O primeiro cientista a explicar a química da formação do ozônio na atmosfera superior foi Sydney Chapman, ao propor o chamado ciclo de Chapman, que pode ser assim simplificado:

1. Um fóton de UV atinge uma molécula de oxigênio provocando dissociação nos seus átomos.

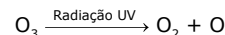


2. Um dos átomos de oxigênio colide com outra molécula de oxigênio dando origem a uma molécula de ozônio.

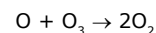


3. Podem ocorrer uma das seguintes possibilidades:

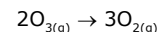
- A. um fóton de UV atingir uma molécula de ozônio, e o resultado ser a sua dissociação em uma molécula de oxigênio e um átomo de oxigênio.



- B. um átomo de oxigênio colide com uma molécula de ozônio, resultando em duas moléculas de oxigênio (essa possibilidade é menos comum).



A presença de ozônio na estratosfera é fundamental para filtrar a radiação ultravioleta que chega ao planeta Terra; entretanto, na troposfera (a parte mais baixa da atmosfera), a presença de ozônio é indesejável em concentrações superiores a 1 ppm por provocar nos indivíduos fortes dores de cabeça e dificuldades respiratórias. Visando estudar a relação entre as velocidades de decomposição do ozônio e a formação do oxigênio, realizou-se em laboratório um experimento para medir a velocidade de decomposição do ozônio (conforme a equação a seguir), de onde foi encontrado o valor $2,50 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$.



Sobre as substâncias oxigênio e ozônio, é correto afirmar que

- A) no oxigênio, os átomos se unem por ligação covalente e, no ozônio, os átomos se unem por ligação iônica.
- B) O_2 e O_3 são variedades isotópicas do elemento oxigênio.
- C) conversão de oxigênio em ozônio é um processo de reação nuclear provocado pelos raios ultravioleta (UV).
- D) a razão entre o número de prótons da molécula de oxigênio e o número de prótons da molécula de ozônio é 2/3.
- E) de acordo com o ciclo de Chapman, uma molécula de ozônio dá origem a três moléculas de oxigênio e um átomo de oxigênio.

- 08.** (Unimontes-MG) Para avaliar a pressão exercida e os efeitos causados por determinada substância química no meio ambiente e a consequente alteração no estado desse meio, torna-se necessário observar alguns padrões de qualidade do ar e manter uma vigilância ambiental dos fatores de risco não biológicos.

Em relação aos padrões de qualidade do ar e aos indicadores ambientais, é incorreto afirmar que

- A) as substâncias dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e materiais particulados servem de indicadores de qualidade do ar.
- B) os fatores condicionantes e determinantes das doenças relacionados ao ambiente natural e antrópico não são indicadores ambientais.
- C) a qualidade do ar piora no inverno em função da dispersão dos poluentes, dificultada por condições meteorológicas.
- D) a qualidade do ar pode mudar em função das condições meteorológicas, pois estas determinam a maior ou a menor diluição dos poluentes.

- 09.** (UEL-PR) O aquecimento global, ocasionado pela liberação de CO_2 (dióxido de carbono) na atmosfera, seria muito mais rápido não fosse a capacidade dos oceanos em remover do ar grandes quantidades deste gás. Por outro lado, a captação de CO_2 pelos oceanos vem causando a destruição do exoesqueleto de carbonato de cálcio (CaCO_3) de organismos marinhos, como os corais, cujas consequências também podem ser desastrosas para a vida no planeta.

Do ponto de vista químico, quanto aos processos descritos no enunciado, é correto afirmar:

- A) A captação do CO_2 ocorre com eficiência, pois o CO_2 é uma molécula polar e, por isso, é muito solúvel em água.
- B) A decomposição de exoesqueletos de CaCO_3 ocorre porque a captação do CO_2 torna os oceanos menos ácidos.
- C) Uma solução teórica para minimizar os efeitos da acidez nos oceanos pela captação do CO_2 seria a adição de um ácido fraco, como o HCl diluído.
- D) A captação do CO_2 ocorre com eficiência, pois o CO_2 , sendo uma molécula apolar, é muito solúvel em água.
- E) A captação do CO_2 pela água envolve uma reação química, resultando em H_2CO_3 instável.

GABARITO

01. C
02. V V F V
03. C

04. A

05. 1. O efeito estufa favoreceu o desenvolvimento da vida na Terra, porque por meio dele foi possível obter temperaturas adequadas para a sobrevivência e para a reprodução dos seres vivos.

2. O agravamento do efeito estufa promove um maior aquecimento do planeta, inviabilizando a diversidade de nichos ecológicos.

3. Indicação: Água.

Justificativa: As moléculas de água absorvem a radiação eletromagnética praticamente em toda a região do infravermelho, ao contrário dos outros gases, que só a absorvem em regiões específicas.

4. Incorreta. O ozônio desempenha um papel mais importante na absorção da radiação ultravioleta, e não na retenção do infravermelho.

06. D

07. D

08. B

09. E

MÓDULO 24

QUÍMICA AMBIENTAL II

- 01.** (UFJF-MG) Leia, com atenção, o fragmento a seguir:

As alterações climáticas globais, decorrentes da emissão excessiva de gases e partículas na atmosfera, aumentam o chamado "efeito estufa". A concentração de dióxido de carbono (CO_2), que antes do ano de 1850 era de 280 ppm (partes por milhão), atinge hoje 370 ppm e pode subir para 1 000 ppm no final desse século.

CIÊNCIA HOJE, jul. 2004.

Não é correto dizer, sobre o CO_2 , que

- A) em contato com a água da chuva, produz ácido carbônico.
- B) é um composto molecular.
- C) é um dos produtos obtidos pela queima de combustíveis nos motores de automóveis.
- D) possui ligações polares e, portanto, é uma molécula polar.
- E) o seu excesso na atmosfera causa o agravamento do efeito estufa.

- 02.** (Vunesp) Quando os gases NO_2 e SO_3 entram em contato com a umidade do ar, originam um efeito de poluição conhecido como chuva ácida. Isso ocorre porque se formam
- A) monóxido de nitrogênio (NO) e ácido sulfídrico (H_2S) em água.
 - B) água oxigenada e monóxido de carbono, ambos tóxicos.
 - C) gás carbônico e fuligem (carvão finamente dividido).
 - D) ácido carbônico, nitratos e sulfato metálicos solúveis.
 - E) ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- 03.** (ITA-SP) A concentração de $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ em água de chuva é maior em qual das regiões a seguir discriminadas?
- A) Deserto do Saara.
 - B) Floresta Amazônica.
 - C) Oceano Atlântico no Hemisfério Sul.
 - D) Região onde só se usa etanol como combustível.
 - E) Região onde se usa muito carvão fóssil como combustível.
- 04.** (UFRJ) O mercúrio, que devido ao uso em garimpos de ouro ameaça de contaminação grandes extensões do Pantanal Mato-Grossense, foi um dos primeiros metais isolados pelo homem. Os egípcios antigos obtiveram-no mediante a ustulação (aquecimento em corrente de ar) de seu principal mineral, o cinábrio (sulfeto de mercúrio, HgS).
- A) Qual é o gás liberado no ustulador que resulta da reação do cinábrio com o oxigênio?
 - B) Defina o tipo de ligação química entre o mercúrio e o enxofre no cinábrio (HgS). Justifique sua resposta.
- 05.** Julgue os itens:
- () O CO_2 é um poluente atmosférico, uma vez que contribui para o agravamento do efeito estufa na Terra.
 - () A queima dos combustíveis fósseis, principalmente os derivados do petróleo, contribui para dois impactos ambientais sérios: o aquecimento global da Terra e a formação de chuva ácida.
 - () Alguns filmes de ficção científica preveem um planeta Terra acabado pela ação das guerras e pelo progresso. Uma das cenas mais chocantes mostra toda uma população tentando se proteger de uma chuva que ao cair na roupa ou na pele das pessoas liberava uma fumaça. Provavelmente, essa chuva deveria ter pH maior do que 5,6.
 - () A destruição da camada de ozônio dá-se, basicamente, pela ação de poluentes atmosféricos que liberam o radical livre cloro, que catalisa a conversão do ozônio em oxigênio.
- 06.** (Fatec-SP) Julgue os itens:
- () O efeito estufa é produzido por certos gases que atuam como paredes de vidro de uma estufa, retendo o calor e provocando o aquecimento da superfície terrestre.
 - () A diminuição da eficiência dos faróis do automóvel na neblina está intimamente relacionada com o efeito Tyndall.
 - () São considerados gases responsáveis pelo efeito estufa: CO_2 , CFCs (clorofluorcarbonetos), CH_4 , N_2O , SO_2 e $\text{H}_2\text{O}_{(\text{v})}$.
 - () Chuva ácida forma-se quando óxidos de enxofre e nitrogênio se combinam com vapor-d'água da atmosfera, gerando os ácidos sulfúrico e nítrico, que podem ser conduzidos pelas correntes de ar a grandes distâncias, antes de se depositarem em forma de chuva.
 - () O ozônio é um gás atmosférico azul que, quando presente na troposfera, constitui um sério poluente.
- 07.** (UnB-DF) O juiz e cientista inglês William Grove construiu, em 1839, a primeira célula (ou pilha) de combustível, que é um dispositivo eletroquímico em que os reagentes não fazem parte da sua construção. Um exemplo de pilha de combustível é aquela alimentada por hidrogênio e oxigênio gasosos. Atualmente, existem algumas células que usam combustíveis comuns, sem produzirem óxidos de nitrogênio ou de enxofre. Como são muito mais eficientes que os motores de combustão, as células de combustível geram menos dióxido de carbono.
- Com o auxílio das informações contidas no texto anterior, julgue os itens a seguir:
- () A vantagem ecológica da célula de combustível reside na não produção de óxidos de enxofre e de nitrogênio, que, em contato com a água da chuva, produzem ácidos, originando o fenômeno conhecido como chuva ácida.
 - () O fato de as células de combustível gerarem muito menos dióxido de carbono torna-as um dispositivo que pode contribuir para a diminuição da intensificação do efeito estufa.
- 08.** (Mackenzie-SP) A flora e a fauna de mares e rios podem ser afetadas pelo despejo de água pura aquecida de usinas nucleares e indústrias, por provocar nos mares e nos rios
- A) uma queda acentuada e irreversível de sua salinidade.
 - B) um aumento da solubilidade do gás carbônico do ar atmosférico.
 - C) a diminuição da solubilidade do gás oxigênio.
 - D) uma diminuição da pressão máxima de vapor.
 - E) um aumento de concentração de gás nitrogênio.

09. (UDESC) Quando os derivados de petróleo e o carvão mineral são utilizados como combustíveis, a queima do enxofre produz dióxido de enxofre. As reações de dióxido de enxofre na atmosfera podem originar a chuva ácida.

Sobre a chuva ácida, escolha a alternativa incorreta.

- A) O trióxido de enxofre reage com a água presente na atmosfera produzindo o ácido sulfúrico, que é um ácido forte.
- B) SO_2 reage com o oxigênio e se transforma lentamente em trióxido de enxofre. Essa reação é acelerada pela presença de poeira na atmosfera.
- C) A chuva ácida é responsável pela corrosão do mármore, do ferro e de outros materiais utilizados em monumentos e construções.
- D) Tanto o dióxido quanto o trióxido de enxofre são óxidos básicos.
- E) Na atmosfera, o SO_2 reage com o oxigênio e se transforma lentamente em trióxido de enxofre (SO_3).

10. (UEM-PR) Sobre a atmosfera e os impactos produzidos pela atividade humana no planeta, assinale o que for correto.

- 01. As chuvas em áreas não poluídas são básicas. A combinação do CO_2 presente na atmosfera com a água da chuva produz o ácido carbônico, que é um ácido fraco, sem chegar a alterar a acidez da chuva em condições naturais.
- 02. A emissão de poluentes das indústrias, dos transportes e de outras fontes de combustão pode gerar na atmosfera concentrações de SO_3 e NO_2 , que, ao reagirem com a água, produzem as chuvas ácidas.
- 04. O NO_2 é produzido pela queima de combustíveis fósseis utilizados pelas indústrias. Este óxido lançado na atmosfera reage com a água da chuva, produzindo o ácido nítrico (HNO_3), que é um ácido fraco.
- 08. O SO_2 , produzido e lançado na atmosfera em decorrência das atividades humanas, reage com a água formando H_2SO_3 , podendo também reagir com o oxigênio e se transformar em SO_3 , um óxido ácido. Esse óxido reage com a água da chuva e produz o ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- 16. As chuvas ácidas ocorrem com mais intensidade no Hemisfério Sul, onde estão concentradas muitas indústrias. A região nordeste da Índia e a sudoeste da China são as mais afetadas pelo fenômeno das chuvas ácidas.

Soma ()

11. (PUC RS) Considere as informações e afirmativas a seguir, sobre o fenômeno conhecido como chuva ácida.

A expressão chuva ácida é atribuída ao químico e climatologista Robert Angus Smith, que, em 1872, descreveu um fenômeno que atingiu Manchester, Inglaterra, no começo da Revolução Industrial. Atualmente, a chuva ácida é um problema frequente, principalmente nas grandes cidades e nos polos industriais.

Sobre as chuvas ácidas, afirma-se:

- I. Consistem em precipitações em que o pH tem valores inferiores a 5,6.
- II. Localizam-se nas regiões industrializadas, não representando risco de contaminação para os mananciais hídricos e para as lavouras de outros países.
- III. São formadas, pela mistura à água, de óxidos de nitrogênio e de enxofre, provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis.
- IV. Podem também ser formadas pela presença de dióxido de carbono e de outros óxidos alcalinos na água.

Estão corretas somente as afirmativas

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) II e IV.
- E) III e IV.

GABARITO

- 01. D
- 02. E
- 03. E
- 04. A) Dióxido de enxofre: SO_2
B) A ligação é predominantemente iônica, visto que há uma significativa diferença de eletronegatividade entre os elementos S e Hg.
- 05. F V F V
- 06. V V V V V
- 07. V V
- 08. C
- 09. D
- 10. Soma = 10
- 11. B