

## PROVÃO PAULISTA 2023 – Segunda série

40. Segundo o modelo de Rutherford para o átomo, os elétrons seriam partículas carregadas negativamente que orbitariam o núcleo, onde estaria concentrada a carga positiva. No entanto, esse modelo tinha uma falha, pois uma partícula descrevendo movimento circular estaria sujeita a acelerações, e, segundo as equações de Maxwell para o eletromagnetismo, toda partícula carregada sujeita a acelerações emitiria radiação, perdendo energia e levando ao colapso dos elétrons sobre o núcleo. Bôhr viria resolver esse problema usando a hipótese

- (A) do princípio da conservação da quantidade de movimento linear, que propunha que o produto massa e velocidade dos elétrons deveria se manter constante sempre.
- (B) do princípio da conservação da energia, que propunha que a energia dos elétrons não poderia diminuir de intensidade.
- (C) do princípio de quantização dos orbitais, segundo o qual existiriam órbitas específicas onde a energia dos elétrons se manteria constante.
- (D) do efeito fotoelétrico, que transformariam os elétrons em luz assim que eles se aproximassem do núcleo atômico.
- (E) da dualidade partícula-onda, que impediria os elétrons de oscilarem para próximo do núcleo atômico.

**Resolução:** alternativa C.

Se analisarmos um subnível (subcamada) de um átomo isolado, verificaremos que todos os elétrons desse subnível terão a mesma quantidade de energia (quantização). A descrição ou quantização dos orbitais ocorre a partir de equações de onda complexas e do princípio da incerteza de Heisenberg (seria impossível calcular a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante).

41. Pela primeira vez, em dezembro de 2022, um experimento de fusão nuclear com deutério ( ${}^2_1\text{H}$ ) e trítio ( ${}^3_1\text{H}$ ), os mesmos átomos que sofrem fusão no Sol, conseguiu produzir mais energia do que foi consumida. Os átomos de deutério e trítio

- (A) possuem diferentes números de elétrons.
- (B) possuem propriedades químicas diferentes.
- (C) são isótopos.
- (D) têm a mesma diferença entre prótons e nêutrons.
- (E) são isóbaros.

**Resolução:** alternativa C.

Os átomos de deutério e trítio são isótopos, pois possuem o mesmo número atômico (número de prótons), ou seja,  $Z = 1$ .

$$\left. \begin{array}{l} {}^2_1\text{H} \Rightarrow Z = 1; 1 \text{ elétron}; A = Z + n = 2 \\ {}^3_1\text{H} \Rightarrow Z = 1; 1 \text{ elétron}; A = Z + n = 3 \end{array} \right\} \text{Mesmo } Z \Rightarrow \text{mesmas propriedades químicas.}$$

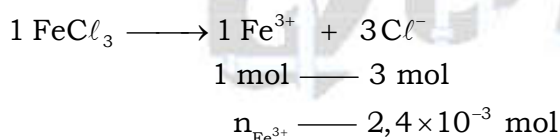
42. No tratamento de efluentes, é utilizado o cloreto de ferro (III), que necessita ser monitorado para não ultrapassar a concentração máxima dos íons ferro ao final do tratamento, que é de  $2,7 \times 10^{-4}$  mol/L. A análise de 200 mL de uma Solução de  $\text{FeCl}_3$  mostrou a presença de  $2,4 \times 10^{-3}$  mol de íons  $\text{Cl}^-$ . A concentração de íons  $\text{Fe}^{3+}$  na solução analisada é igual a

- (A)  $2,4 \times 10^{-3}$  mol/L e não atende ao limite de concentração permitido.  
 (B)  $1,2 \times 10^{-4}$  mol/L e atende ao limite de concentração permitido.  
 (C)  $1,2 \times 10^{-2}$  mol/L e não atende ao limite de concentração permitido.  
 (D)  $4,0 \times 10^{-3}$  mol/L e não atende ao limite de concentração permitido.  
 (E)  $4,0 \times 10^{-4}$  mol/L e atende ao limite de concentração permitido.

**Resolução:** alternativa D.

$$V_{\text{solução}} = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$$

$$n_{\text{Cl}^-} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

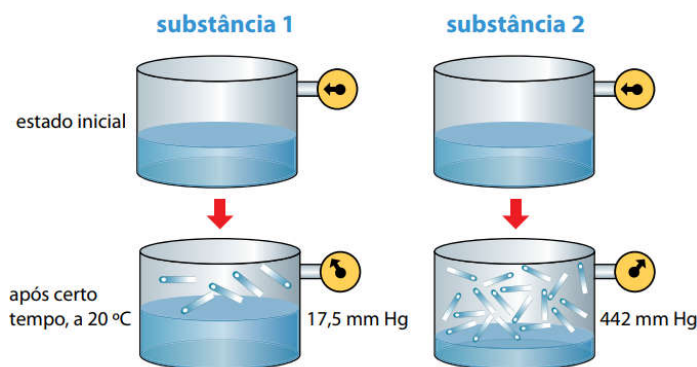


$$n_{\text{Fe}^{3+}} = \frac{1 \text{ mol} \times 2,4 \times 10^{-3} \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = 0,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{Fe}^{3+}]_{\text{solução}} = \frac{n_{\text{Fe}^{3+}}}{V_{\text{solução}}} \Rightarrow [\text{Fe}^{3+}]_{\text{solução}} = \frac{0,8 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,2 \text{ L}}$$

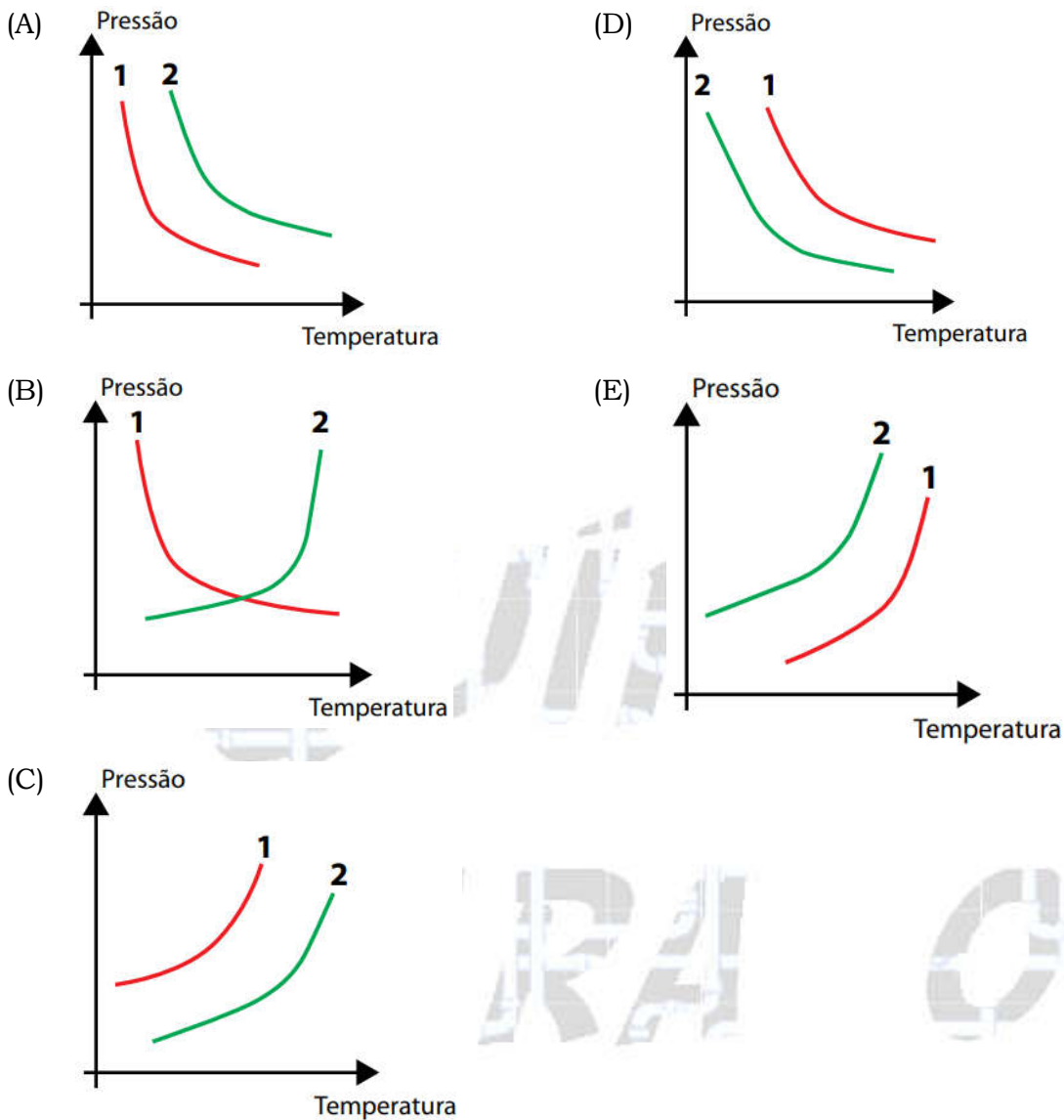
$$\left. \begin{array}{l} [\text{Fe}^{3+}]_{\text{solução}} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \\ [\text{Fe}^{3+}]_{\text{limite}} = 2,7 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \end{array} \right\} \underbrace{4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}_{\text{Não atende ao limite}} > 2,7 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

43. A figura a seguir representa dois sistemas fechados e evacuados (pressão zero) em que foram adicionados volumes iguais de duas substâncias, 1 e 2, no estado líquido, à mesma temperatura. Após alguns instantes, verificou-se que as pressões dos sistemas se estabilizaram, com a substância 1 atingindo uma pressão de 17,5 mmHg e a substância atingindo uma pressão de 442 mmHg.



(irrigacao.blogspot.com. Adaptado)

O gráfico que representa as curvas de ebulição das substâncias 1 e 2 é:

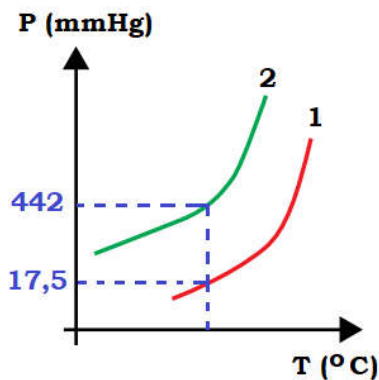


**Resolução:** alternativa E.

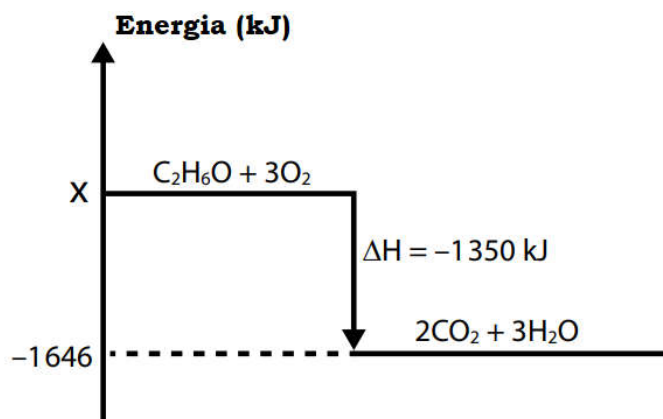
De acordo com a figura do enunciado, vem:

Substância (20 °C)	Pressão inicial	Pressão final
Substância 1	x mmHg	17,5 mmHg
Substância 2	x mmHg	442 mmHg

Teremos:



44. A combustão do etanol ( $C_2H_6O$ ) é uma reação muito utilizada para fornecer energia em diversas situações. O gráfico apresenta a variação de entalpia envolvida na combustão de 1 mol de etanol.

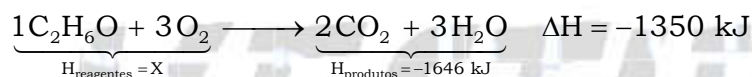


Considere que 0,1 mol de etanol foi queimado para aquecer certa massa de água em  $50\text{ }^\circ\text{C}$  em um calorímetro ideal. Considerando o calor específico da água igual a  $4,2\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ , a entalpia padrão de formação do etanol e a massa de água aquecida na combustão de 0,1 mol de etanol são iguais, respectivamente, a

- (A)  $-296\text{ kJ}$  e  $642,9\text{ g}$ .
- (B)  $-296\text{ kJ}$  e  $64,29\text{ g}$ .
- (C)  $+296\text{ kJ}$  e  $64,29\text{ g}$ .
- (D)  $-296\text{ kJ}$  e  $6,429\text{ g}$ .
- (E)  $+296\text{ kJ}$  e  $642,9\text{ g}$ .

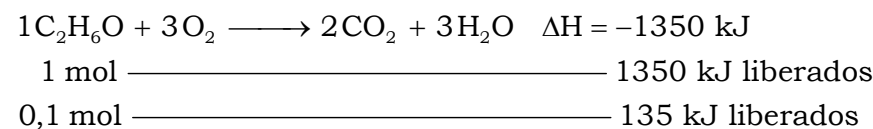
**Resolução:** alternativa A.

Cálculo da entalpia padrão de formação do etanol (X):



$$\begin{aligned} \Delta H &= H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}} \\ -1350\text{ kJ} &= -1646\text{ kJ} - X \\ X &= -1646\text{ kJ} - (-1350\text{ kJ}) \\ X &= -296\text{ kJ} \end{aligned}$$

Cálculo da massa de água aquecida na combustão de 0,1 mol de etanol:



$$Q = 135\text{ kJ} = 135 \times 10^3\text{ J}$$

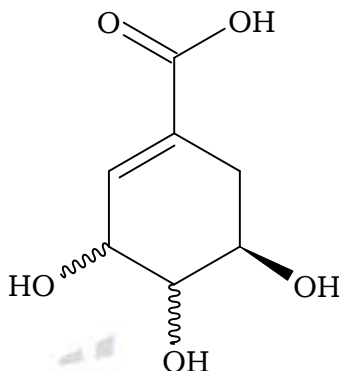
$$\Delta T = 50\text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T \Rightarrow m = \frac{Q}{c \times \Delta T}$$

$$m = \frac{135 \times 10^3\text{ J}}{4,2\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1} \times 50\text{ }^\circ\text{C}} = 642,857\text{ g} \Rightarrow m = 642,9\text{ g}$$

45. O ácido chiquímico é uma substância extraída de vegetais e utilizada na indústria farmacêutica. Uma vantagem ambiental reside no fato de que sua extração envolve a dissolução em água, não dependendo de solventes orgânicos. A estrutura do ácido chiquímico está representada na figura a seguir.



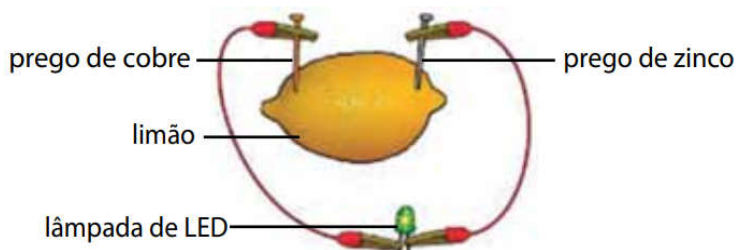
A boa solubilidade do ácido chiquímico em água deve-se ao fato de que essa substância, assim como a água, estabelece interações intermoleculares do tipo

- (A) dispersão de London.
- (B) ligação de hidrogênio.
- (C) íon-dipolo permanente.
- (D) covalente.
- (E) dipolo permanente-dipolo permanente.

**Resolução:** alternativa B.

A boa solubilidade do ácido chiquímico em água (H-OH) deve-se ao fato de que essa substância, assim como a água, estabelece interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio (“pontes de hidrogênio”) devido à presença dos grupos OH.

46. Em um experimento caseiro para a construção de uma pilha, pregos de zinco e cobre foram inseridos em um limão, e a esses pregos foram conectados a fios elétricos, os quais também foram conectados a um LED, conforme a figura.



(acdsit.weebly.com. Adaptado)

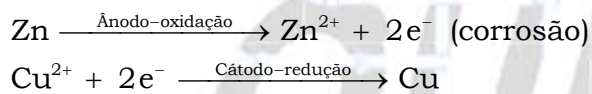
Após algum tempo de funcionamento da pilha, os pregos foram retirados do limão e analisados. Considerando-se que o potencial de redução do cobre é maior que o potencial de redução do zinco, espera-se verificar

- (A) um depósito de cobre metálico sobre a superfície do prego de cobre.
- (B) corrosão apenas do prego de cobre.
- (C) um depósito de cobre metálico sobre a superfície do prego de zinco.
- (D) corrosão apenas do prego de zinco.
- (E) um depósito de zinco metálico sobre a superfície do prego de cobre.

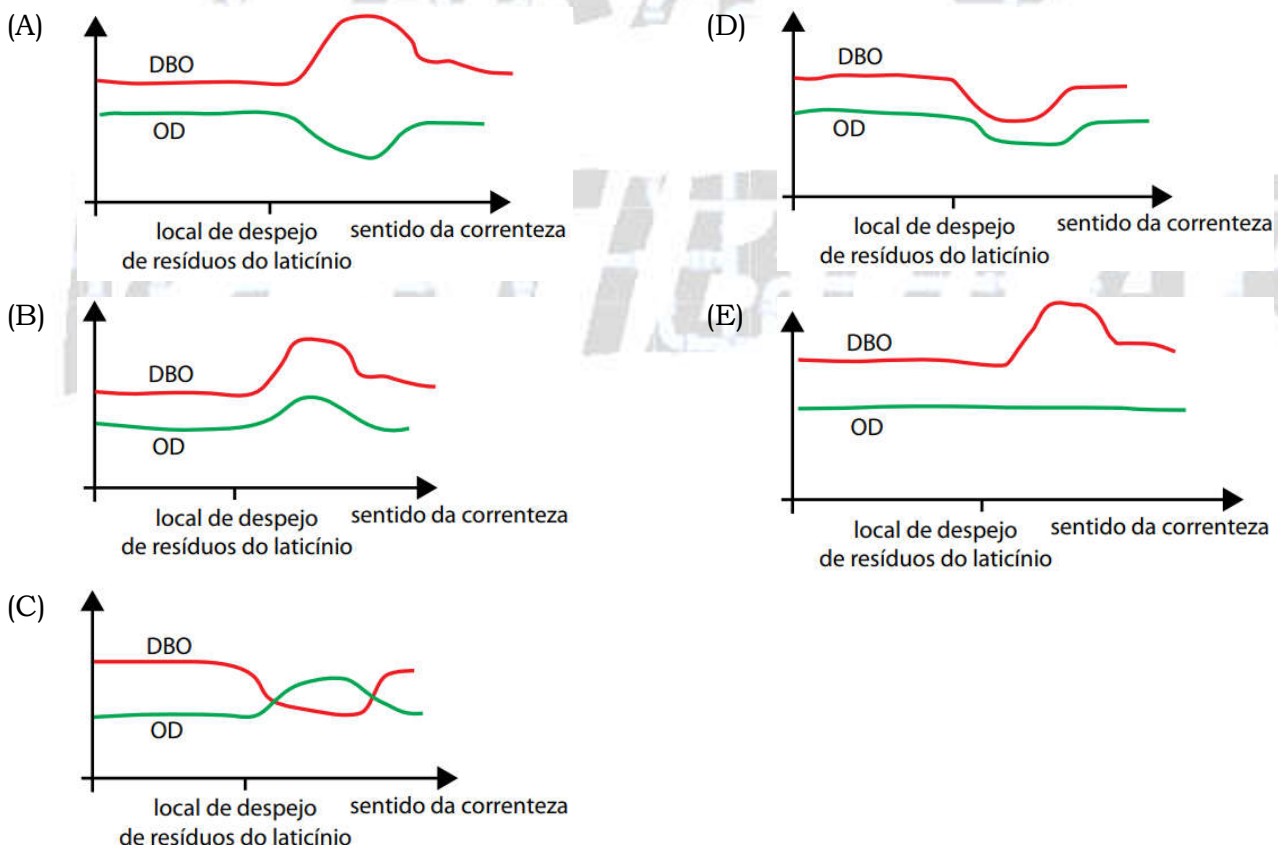
**Resolução:** alternativa D.

Quanto maior o potencial de redução (recebimento de elétrons), maior a tendência do sistema se tornar um cátodo e quanto menor o potencial de redução, maior a tendência do sistema se tornar um ânodo, ou seja, de sofrer oxidação (perda de elétrons).

De acordo com o texto do enunciado, o potencial de redução do cobre é maior que o potencial de redução do zinco, logo o prego de zinco sofre oxidação (corrosão) e o cobre sofre redução.

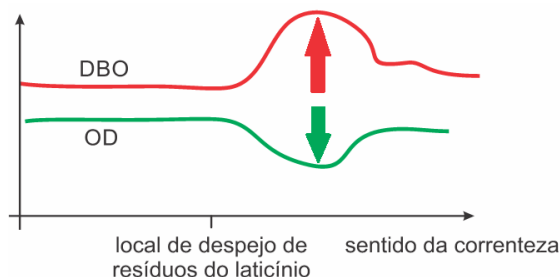


**47.** A avaliação do nível de poluição por matéria orgânica de um corpo d'água pode ser feita a partir da medida de parâmetros como a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a quantidade de oxigênio dissolvido (OD). Considere um rio que passa por uma região onde está instalado um laticínio que despeja seus resíduos diretamente em suas águas. O gráfico que mostra a variação da DBO e do OD ao longo do rio é:

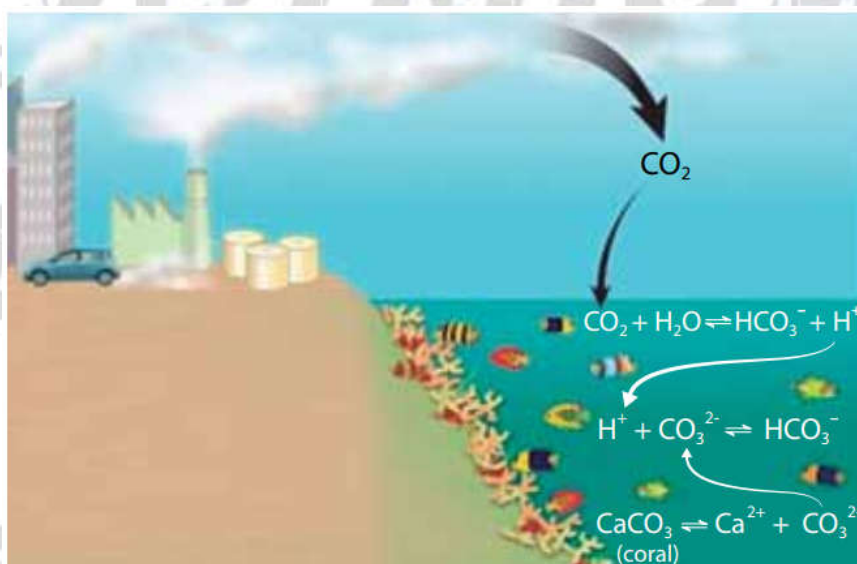


**Resolução:** alternativa A.

No local de despejo dos resíduos e no sentido da correnteza, a concentração de matéria orgânica é elevada. Conseqüentemente, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) aumenta e a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) diminui. A curva que mais se aproxima desta explicação é:



**48.** Os corais são animais marinhos que possuem um esqueleto de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Esse esqueleto tem sua formação a partir da dissolução de dióxido do carbono gasoso ( $\text{CO}_2$ ) em água, conforme representada nos equilíbrios químicos apresentados na figura.



(jovemexplorador.iag.usp.br. Adaptado)

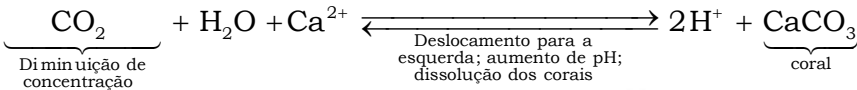
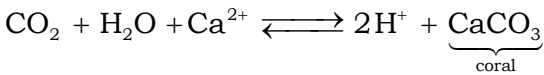
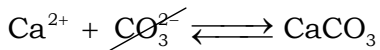
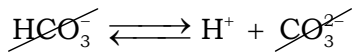
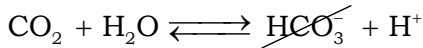
Considerando o efeito da temperatura sobre a solubilidade de gases em água, um aumento da temperatura das águas oceânicas deve provocar

- (A) aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  dissolvido e, conseqüentemente, aumento do pH e dissolução dos corais existentes.
- (B) aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  dissolvido e, conseqüentemente, diminuição do pH e favorecimento da formação de novos corais.
- (C) diminuição da concentração de  $\text{CO}_2$  dissolvido e, conseqüentemente, aumento do pH e dissolução dos corais existentes.
- (D) diminuição da concentração de  $\text{CO}_2$  dissolvido e, conseqüentemente, aumento do pH e favorecimento da formação de novos corais.
- (E) diminuição da concentração de  $\text{CO}_2$  dissolvido e, conseqüentemente, diminuição do pH e favorecimento da formação de novos corais.

**Resolução:** alternativa C.

Quanto maior a temperatura, menor a solubilidade dos gases em líquidos.

Um aumento da temperatura das águas oceânicas desloca o equilíbrio global, obtido a partir da figura, para a esquerda devido à liberação de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. A concentração de íons H<sup>+</sup> diminui e, conseqüentemente, o pH aumenta ocorrendo a dissolução dos corais existentes.



Dados:

TABELA PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01	2 He hélio 4,00											13 B boro 10,8	14 C carbono 12,0	15 N nitrogênio 14,0	16 O oxigênio 16,0	17 F flúor 19,0	18 Ne neônio 20,2
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	18 Ar argônio 40,0
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3	3 Sc escândio 45,0	4 Ti titânio 47,9	5 V vanádio 50,9	6 Cr cromio 52,0	7 Mn manganês 54,9	8 Fe ferro 55,8	9 Co cobalto 58,9	10 Ni níquel 58,7	11 Cu cobre 63,5	12 Zn zinc 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromio 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinc 65,4	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rútenio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	81 Tl talho 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lanthanoides	72 Hf hafnício 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os osmio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganessônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoides	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbio	106 Sg seabórgio	107 Bh bório	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício						

número atômico  
Símbolo  
nome  
massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce cério 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm tulio 169	70 Yb itérbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnia	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.