

## PROVÃO PAULISTA 2023 – Terceira série – Segunda aplicação

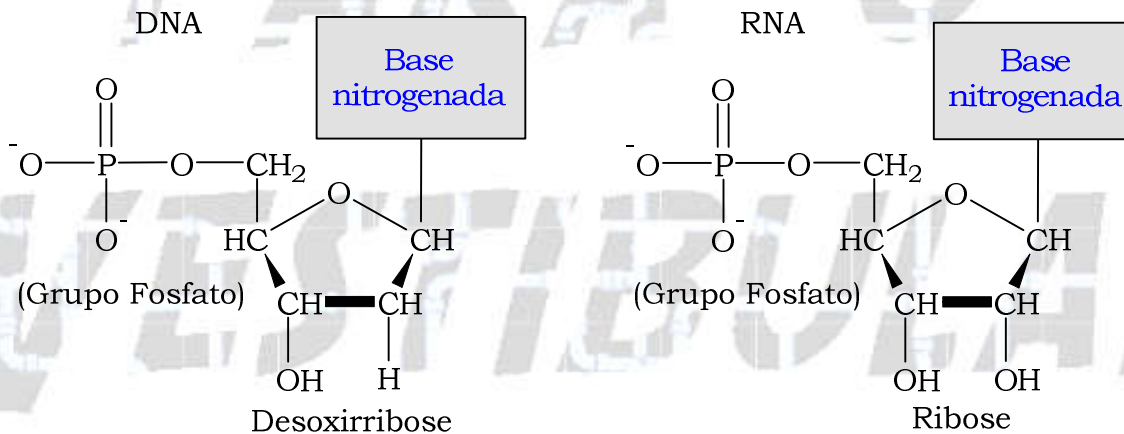
40. Os ácidos nucleicos são macromoléculas poliméricas compostas pela ligação de vários nucleotídeos. Cada nucleotídeo é formado por um fosfato, um monossacarídeo do tipo pentose e uma base nitrogenada. Existem dois principais tipos de ácidos nucleicos: o DNA e o RNA. Além de apresentarem funções diferentes nas células, essas moléculas também apresentam estruturas bioquímicas diferentes.

Sobre as diferenças bioquímicas existentes entre o DNA e o RNA e seus diferentes papéis nas células, é correto afirmar que

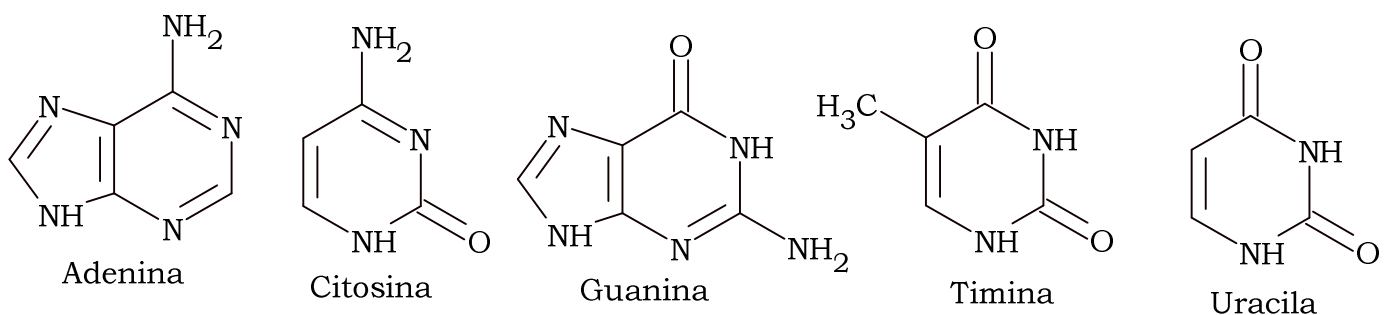
- (A) a base nitrogenada uracila é encontrada no DNA, mas está ausente no RNA.
- (B) o processo de transcrição permite a síntese de RNA a partir de nucleotídeos livres e informações contidas no DNA.
- (C) a pentose que compõe os nucleotídeos do DNA é a ribose, enquanto no RNA é a desoxirribose.
- (D) apenas o RNA é capaz de realizar autoduplicação, e isso é feito pela enzima RNA polimerase.
- (E) as bases nitrogenadas que compõem os nucleotídeos do DNA não fazem parte da composição do RNA.

**Resolução:** alternativa B.

Dentre as características que tornam o RNA diferente do DNA, pode ser citado o fato de apenas o RNA apresentar, em sua composição, moléculas de uracila (U). O processo de transcrição permite a síntese de RNA a partir de nucleotídeos livres e informações contidas no DNA.

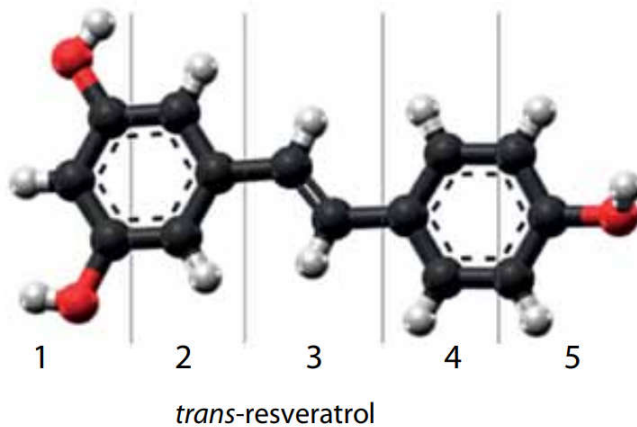
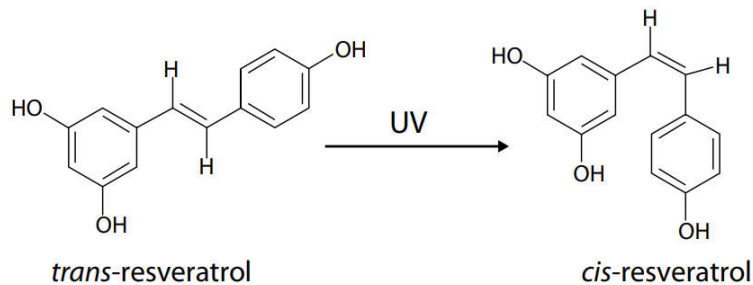


Bases nitrogenadas:



41. O resveratrol é um composto encontrado nas uvas e muito estudado devido a seus benefícios à saúde humana. O resveratrol pode existir na forma dos isômeros trans e cis, cuja conversão pode ocorrer na presença de luz ultravioleta (UV).

A imagem a seguir representa a estrutura da molécula de um dos isômeros do resveratrol. Considere as esferas escuras como os átomos de carbono, as esferas claras como átomos de hidrogênio e as esferas vermelhas como átomos de oxigênio.

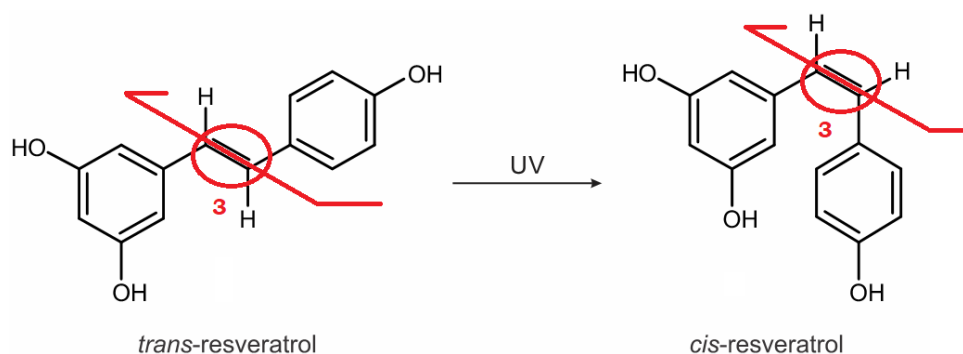


A principal diferença nas estruturas das moléculas do cis e do trans-resveratrol está contida na região da molécula designada na imagem com o número

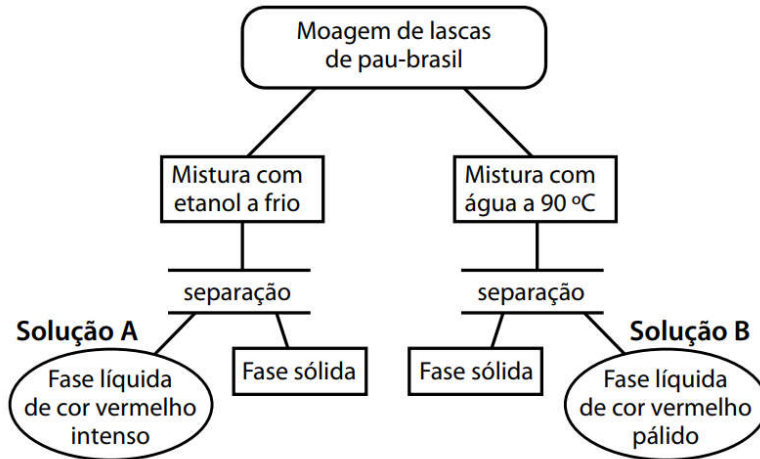
- (A) 5.      (B) 1.      (C) 2.      (D) 4.      (E) 3.

**Resolução:** alternativa E.

A principal diferença nas estruturas das moléculas do cis e do trans-resveratrol está contida na região da molécula designada na imagem com o número 3 (posição dos ligantes em relação ao plano de referência da insaturação não aromática).



42. Motivados pelas discussões a respeito da importância do pau-brasil na história brasileira, um grupo de estudantes de ensino médio realizou uma pesquisa para entender um pouco mais sobre o comportamento químico dos pigmentos dessa conhecida árvore. Para isso, fizeram um experimento que demonstrou alta solubilidade desses pigmentos em etanol e baixa em água, conforme descrito no diagrama.



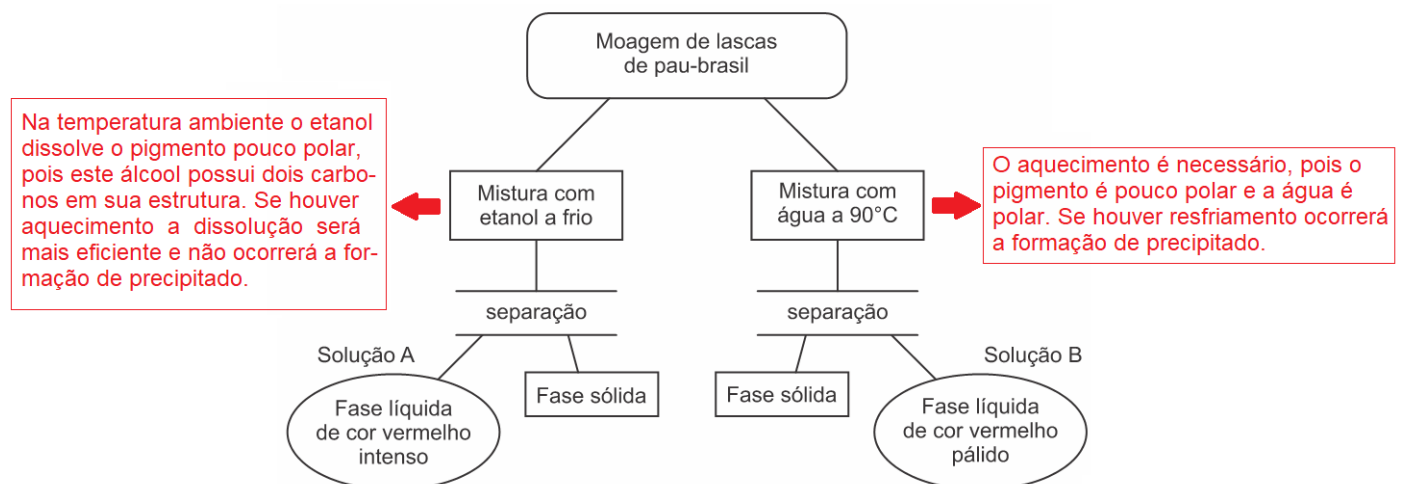
Na sequência, os estudantes realizaram os quatro testes abaixo (I a IV) e observaram que, em dois deles, há a formação de precipitado.

- I. Adicionaram água na temperatura ambiente à solução A
- II. Adicionaram etanol na temperatura ambiente à solução B
- III. Esfriaram a solução B até a temperatura ambiente
- IV. Esquentaram a solução A até 45°C

Considerando que o pigmento principal estudado é pouco polar, a formação de precipitado ocorreu nos testes

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

**Resolução:** alternativa D.



- I. Correto. O pigmento é pouco polar, ou seja, tem baixa solubilidade em água (polar). Logo, ocorreu a formação de precipitado.
- II. Incorreto. O etanol na temperatura ambiente dissolveu o pigmento e não ocorreu formação de precipitado.
- III. Correto. A separação foi feita a 90 °C, ou seja, numa temperatura elevada. Logo, à temperatura ambiente (menor) ocorreu a formação de precipitado.
- IV. Incorreto. A solução A sofreu separação com etanol a frio. Logo, a 45 °C (temperatura mais elevada) não ocorreu a formação de precipitado.

**43.** Um fabricante de sal de cozinha (NaCl) disponibiliza no mercado diversos produtos ao consumidor. Algumas informações sobre dois de seus produtos são descritas na tabela.

Produto	Embalagem	Preço	Informação no rótulo da embalagem
Sal refinado	1 kg	R\$ 4,00	390 mg de Na <sup>+</sup> em 1,0 g de produto
Preparado líquido	250 mL	R\$ 15,00	11 mg de Na <sup>+</sup> em 0,1 mL do produto

Comparando-se os dados dos dois produtos, constata-se que o consumidor paga por grama de Na<sup>+</sup> um valor

- (A) superior a 20 vezes maior ao comprar o preparado líquido.
- (B) equivalente nos dois produtos.
- (C) superior a 20 vezes maior ao comprar o sal refinado.
- (D) entre 2 a 20 vezes maior ao comprar o preparado líquido.
- (E) entre 2 e 20 vezes maior ao comprar o sal refinado.

**Resolução:** alternativa A.

Comparando-se os dados dos dois produtos, constata-se que o consumidor paga por grama de Na<sup>+</sup> um valor superior a 20 vezes maior ao comprar o preparado líquido.

Observe:

$$m_{\text{Na}^+} = 390 \text{ mg} = \frac{390}{1000} \text{ g} = 0,39 \text{ g}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g (produto)}$$

$$1000 \text{ g (produto)} \text{ ————— } \text{R\$ } 4,00 \quad (\div 1000)$$

$$1 \text{ g (produto)} \text{ ————— } \text{R\$ } 0,004 \text{ ————— } 0,39 \text{ g (Na}^+)$$

$$p_{(1 \text{ g})} \text{ ————— } 1 \text{ g (Na}^+)$$

$$p_{(1 \text{ g})} = \frac{(\text{R\$ } 0,004) \times 1 \text{ g}}{0,39 \text{ g}} \Rightarrow p_{(1 \text{ g})} = \text{R\$ } 0,010256$$

$$m_{\text{Na}^+} = 11 \text{ mg} = \frac{11}{1000} \text{ g} = 0,011 \text{ g}$$

$$250 \text{ mL (produto)} \text{ ————— R\$ 15,00 } (\div 2500)$$

$$0,1 \text{ mL (produto)} \text{ ————— R\$ 0,006 ————— } 0,011 \text{ g (Na}^+)$$

$$p'_{(1 \text{ g})} \text{ ————— } 1 \text{ g (Na}^+)$$

$$p'_{(1 \text{ g})} = \frac{(\text{R\$ } 0,006) \times 1 \text{ g}}{0,011 \text{ g}} \Rightarrow p'_{(1 \text{ g})} = \text{R\$ } 0,54545$$

$$\frac{p'_{(1 \text{ g})}}{p_{(1 \text{ g})}} = \frac{\text{R\$ } 0,54545}{\text{R\$ } 0,010256} = 53,184$$

$$p'_{(1 \text{ g})} \approx 53 \times p_{(1 \text{ g})}$$

**44.** Leia o fragmento a seguir que traz uma divulgação científica sobre a química do esmalte dentário:

“O esmalte dos dentes é composto de um mineral chamado hidroxiapatita –  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  –, um fosfato de cálcio semelhante ao que existe nos ossos. A presença de fluoreto sobre o esmalte pode substituir os hidróxidos e transformar essa hidroxiapatita num outro mineral, a fluoroapatita –  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$  –, mais dura e mais resistente à corrosão ácida provocada pela placa bacteriana do que a hidroxiapatita.”

(Química em casa/ Breno Pannia Espósito; coordenação Luiz Carlos Pizarro Marin. 4ª ed. – São Paulo: Atual, 2016, pp. 13-14. Adaptado)

Sabendo que, na corrosão ácida da hidroxiapatita, há a formação de  $\text{HPO}_4^{2-}$ , são produtos compatíveis com a reação estequiométrica de 1 mol de hidroxiapatita com fluoreto e do ataque ácido de 1 mol de hidroxiapatita, respectivamente,

(A) 2 mols de  $\text{F}^-$  e 3 mols de  $\text{H}_2\text{O}$ .

(B) 1 mol de  $\text{OH}^-$  e 3 mols de  $\text{OH}^-$ .

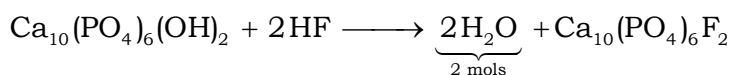
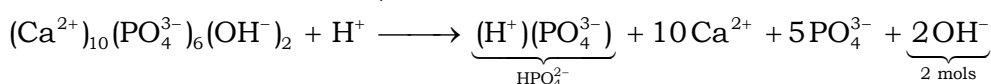
(C) 2 mols de  $\text{OH}^-$  e 2 mols de  $\text{H}_2\text{O}$ .

(D) 1 mol de  $\text{H}^+$  e 2 mols de  $\text{OH}^-$ .

(E) 2 mols de  $\text{H}^+$  e 3 mols de  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Resolução:** alternativa C.

Ca (Grupo 2)  $\Rightarrow \text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{PO}_4^{3-}$  (fosfato);  $\text{OH}^-$  (hidróxido);  $\text{F}^-$  (fluoreto)

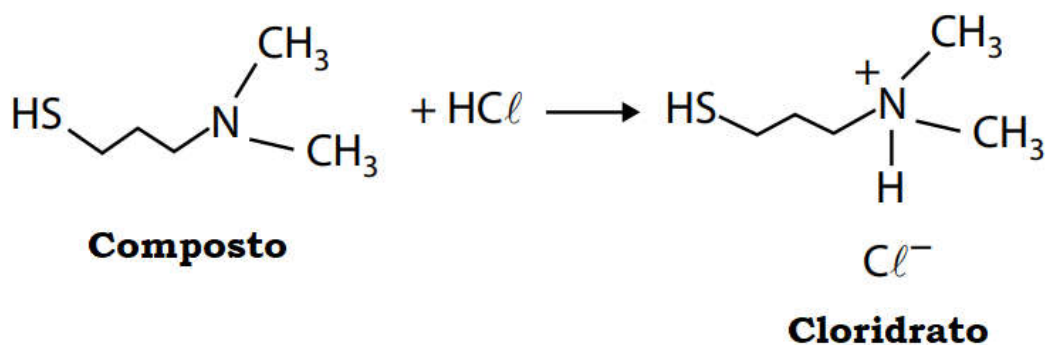


Conclusão: 2 mols de  $\text{OH}^-$  e 2 mols de  $\text{H}_2\text{O}$ .



45. Em um experimento reagindo aminas com compostos cíclicos de enxofre, pesquisadores descobriram que, a depender das condições de síntese, poderiam obter um dos 3 isômeros numerados de I a III.

A fim de saber se poderiam identificar qual composto fora obtido ou mesmo separá-los, em caso de misturas, esse grupo mediu, à pressão ambiente, o ponto de ebulição de cada isômero. Na sequência, reagiu-se cada um desses isômeros com HCl formando seu sal, chamado de cloridrato, e mediu seu o ponto de fusão desses cloridratos. A figura a seguir mostra o exemplo da formação do cloridrato do composto (III).



Os dados são mostrados a seguir.

Composto	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fusão do cloridrato (°C)
(I) $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}(\text{SH})\text{CH}_3$	70	166
(II) $\text{HSCH}_2\text{CH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)\text{CH}_3$	70	120
(III) $\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$	74	105

Com base nas informações da tabela, é possível concluir que, no caso da formação de um produto puro composto por qualquer um desses isômeros, a medida de ponto de ebulição desse produto \_\_\_\_\_ identificar qual isômero está presente no produto da reação. A comparação entre as massas molares desses isômeros é uma informação \_\_\_\_\_ para identificar um deles. Por fim, a medida da temperatura de fusão do cloridrato do produto \_\_\_\_\_ identificar o isômero.

As lacunas devem ser preenchidas, correta e respectivamente, por:

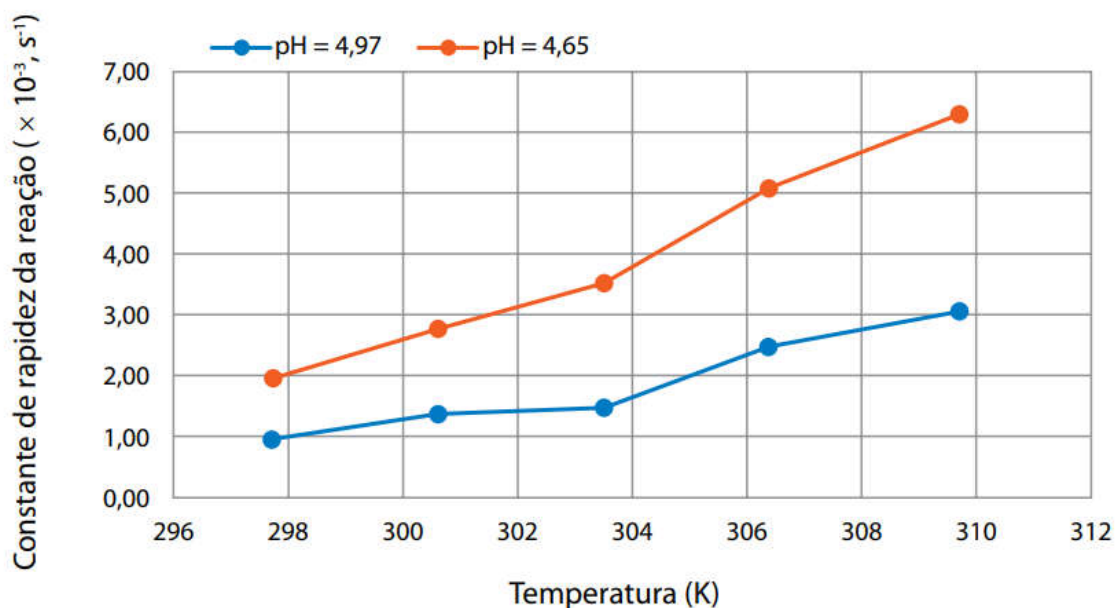
- (A) possibilita ... irrelevante ... não possibilita
- (B) não possibilita ... irrelevante ... possibilita
- (C) possibilita ... relevante ... não possibilita
- (D) não possibilita ... relevante ... não possibilita
- (E) não possibilita ... relevante ... possibilita

**Resolução:** alternativa B.

Com base nas informações da tabela, é possível concluir que, no caso da formação de um produto puro composto por qualquer um desses isômeros, a medida de ponto de ebulição desse produto não possibilita identificar qual isômero está presente no produto da reação, pois os valores das temperaturas de ebulição são muito próximos e dois são iguais (70 °C, 70 °C e 74 °C). A comparação entre as massas molares desses isômeros é uma informação irrelevante para identificar um deles, pois isômeros possuem massas molares e atômicas iguais. Por fim, a medida da temperatura de fusão do cloridrato do produto possibilita identificar o isômero, pois os três valores fornecidos são diferentes entre si (166 °C, 120 °C, 105 °C) e não formam um sistema eutético.

**46.** A reação de hidrólise do ortobenzoato de metila ( $C_9H_{10}O_2$ ) foi estudada por meio de experimentos realizados em duas soluções com diferentes condições de acidez. Uma das soluções de benzoato de metila apresentou  $pH = 4,97$  e a outra  $pH = 4,65$ .

Nesse experimento, foram medidas as constantes da rapidez da reação de hidrólise com essas soluções em diferentes temperaturas, conforme apresentado nas curvas a seguir.



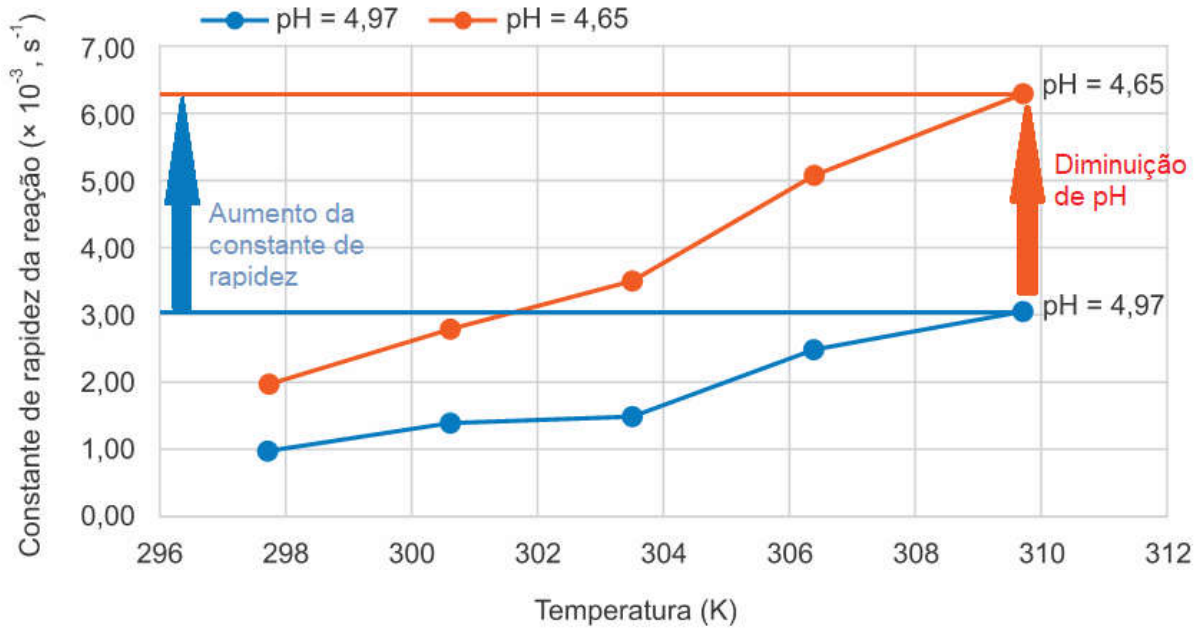
Os dados desse experimento revelam que com o aumento \_\_\_\_\_, o valor da constante de reação \_\_\_\_\_, para uma mesma temperatura.

As lacunas devem ser preenchidas, correta e respectivamente, por:

- (A) do pH ... não muda
- (B) do pH ... aumenta
- (C) da concentração de íons  $H^+$  ... aumenta
- (D) da concentração de íons  $OH^-$  ... não muda
- (E) da concentração de íons  $H^+$  ... diminui

**Resolução:** alternativa C.

A partir da análise das curvas, vem:



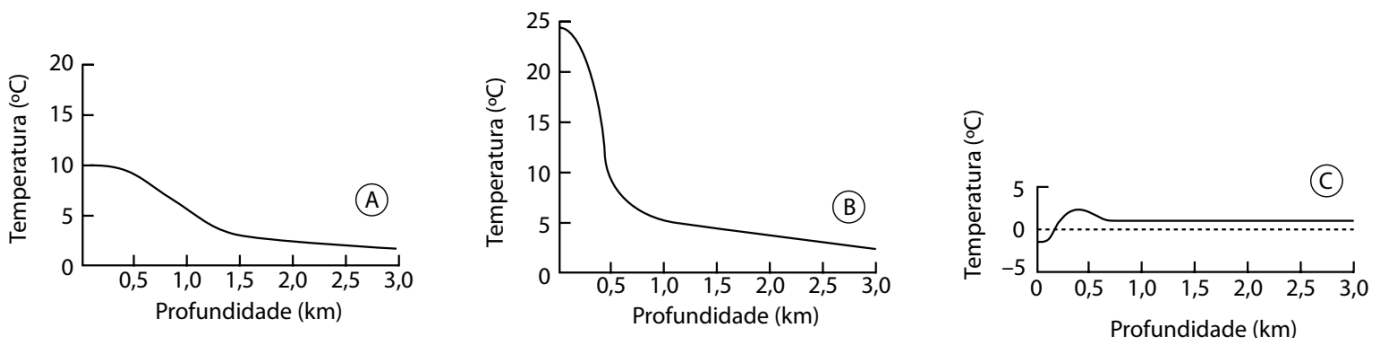
Quanto menor o pH, maior a concentração de íons  $H^+$ .

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

Os dados desse experimento revelam que com o aumento da concentração de íons  $H^+$  (ou diminuição de pH), o valor da constante de reação umenta, para uma mesma temperatura.

**47.** No estudo da biogeoquímica em ambientes aquáticos, um dos modelos que explica o perfil de temperatura dos oceanos em regiões tropicais (latitudes baixas), em regiões temperadas (latitudes médias) e nas regiões polares (latitudes altas) indica que a camada superficial, chamada camada de mistura, sofre influência da incidência de radiação, com baixa penetração, mas também da difusão pela ação de ondas e pela mistura turbulenta das águas. Em regiões de latitude baixa, a temperatura é maior, mas normalmente em latitudes médias, com ventos fortes, a mistura é mais vigorosa e atinge profundidades maiores. Em latitudes altas a incidência de radiação é menor, influenciando nas baixas temperaturas.

Os gráficos A, B e C representam o perfil de temperatura das águas oceânicas em diferentes profundidades para cada uma das faixas de latitude (baixa, média e alta) em ordem aleatória.

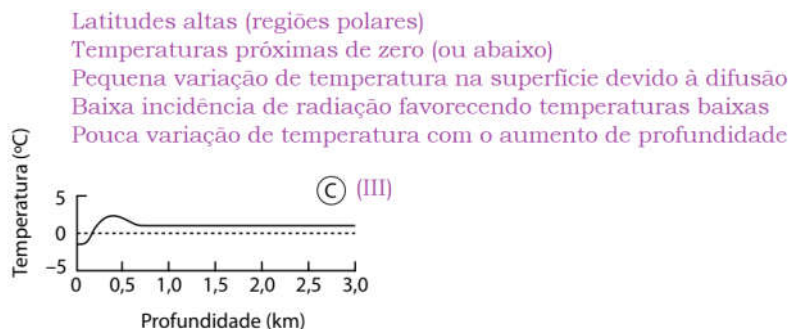
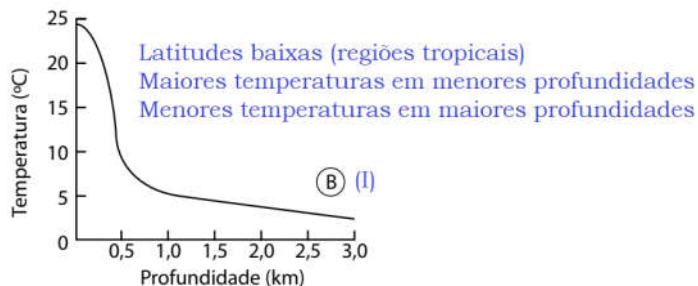
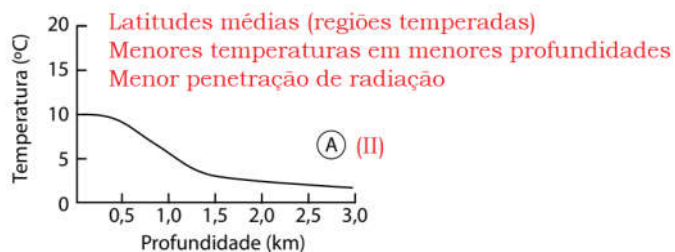




O perfil para latitudes baixas (I), latitudes médias (II) e latitudes altas (III), respectivamente, é descrito pelos gráficos:

- (A) I – A; II – C; III – B.  
 (B) I – B; II – C; III – A.  
 (C) I – C; II – A; III – B.  
 (D) I – B; II – A; III – C.  
 (E) I – A; II – B; III – C.

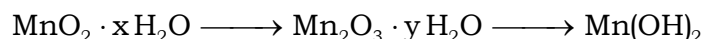
**Resolução:** alternativa D.



**48.** O manganês é um metal abundante no planeta e pode ser encontrado em diversos estados de oxidação. Seu principal minério é a pirolusita, que contém o manganês no estado de oxidação +4.

Em meio básico, os óxidos de manganês se apresentam hidratados, ou seja, associados a moléculas de água em sua estrutura e são representados por sua fórmula e, em seguida, a fórmula da água.

Por meio de reações de oxirredução, obtêm-se compostos de manganês em diferentes estados de oxidação, conforme representado na sequência de semirreações.



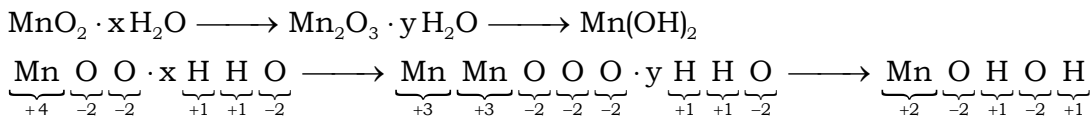
Os coeficientes x e y representam as quantidades de moléculas de água por fórmula unitária de óxido de manganês.

Nessa sequência de semirreações, o composto de manganês presente na pirolusita, e o composto manganês que apresenta estado de oxidação mais baixo são representados, respectivamente, por

- (A)  $MnO_2 \cdot xH_2O$  e  $Mn(OH)_2$ .  
 (B)  $Mn(OH)_2$  e  $MnO_2 \cdot xH_2O$ .  
 (C)  $Mn(OH)_2$  e  $Mn_2O_3 \cdot yH_2O$ .  
 (D)  $Mn_2O_3 \cdot yH_2O$  e  $MnO_2 \cdot xH_2O$ .  
 (E)  $MnO_2 \cdot xH_2O$  e  $Mn_2O_3 \cdot yH_2O$ .

**Resolução:** alternativa A.

A partir do esquema reacional fornecido, vem:



Composto de manganês com  $Nox = +4$  presente na pirolusita:  $MnO_2 \cdot xH_2O$ .

Composto de manganês que apresenta  $Nox$  mais baixo (+2):  $Mn(OH)_2$ .

**Dados:**

**TABELA PERIÓDICA**

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

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

número atômico  
 **Símbolo**  
 nome  
 massa atômica

**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.