

PROVÃO PAULISTA 2023 – Terceira série

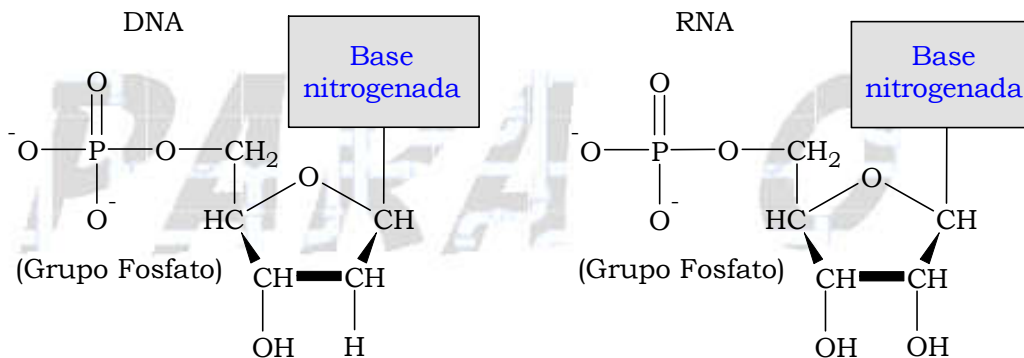
26. Os ácidos nucleicos constituem uma importante categoria de biomoléculas orgânicas. Os principais exemplos encontrados nos seres vivos são o DNA e o RNA. Eles apresentam características específicas que os definem, como serem constituídos por nucleotídeos, mas há também características que os diferenciam entre si.

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

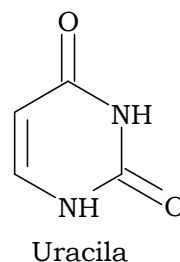
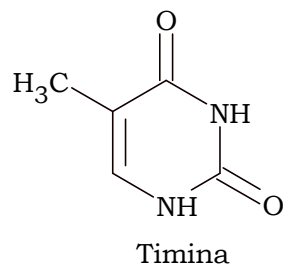
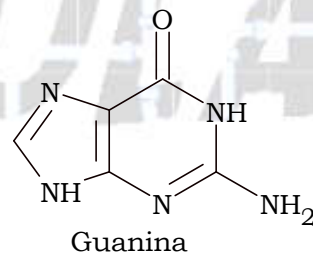
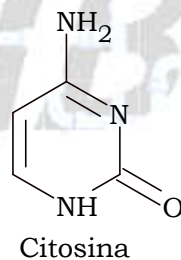
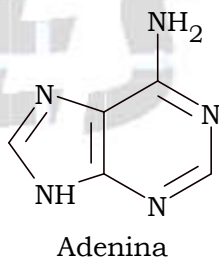
- (A) adenina.
- (B) timina.
- (C) uracila.
- (D) fosfato.
- (E) desoxirribose.

Resolução: alternativa C.

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).

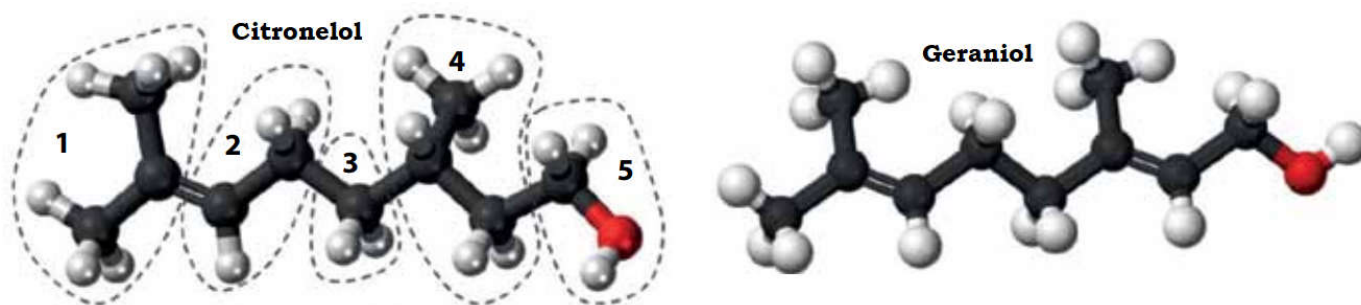


Bases nitrogenadas:



41. O óleo essencial de rosas é uma mistura que contém dois componentes majoritários: o citrionelol ($C_{10}H_{20}O$) e o geraniol ($C_{10}H_{18}O$). Essas substâncias possuem fórmulas estruturais muito parecidas, conforme representadas nas imagens de suas estruturas.

Considere as esferas escuras como os átomos de carbono, as esferas claras como átomos de hidrogênio e as esferas vermelhas como átomos de oxigênio. Na imagem, a representação da estrutura da molécula de citrionelol se encontra dividida nas regiões numeradas de 1 a 5.

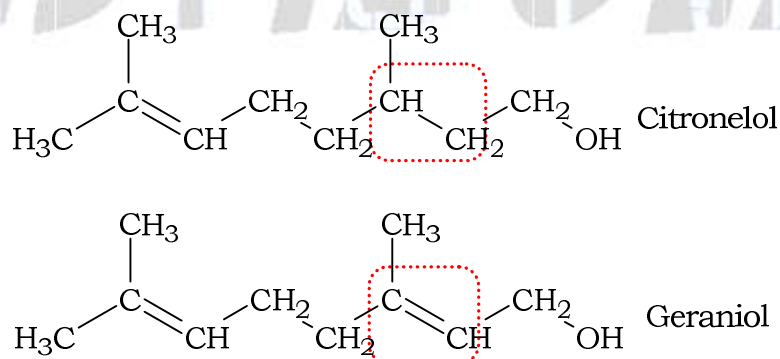


Considerando os átomos ligados aos átomos de carbono, a principal diferença estrutural entre as moléculas está contida na região marcada com o número

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

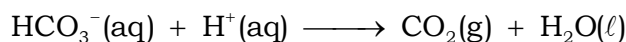
Resolução: alternativa A.

Considerando os átomos ligados aos átomos de carbono, a principal diferença estrutural entre as moléculas está contida na região marcada com o número 4, na qual as ligações carbono-carbono são diferentes, ou seja, simples no Citrionelol e dupla no Geraniol.

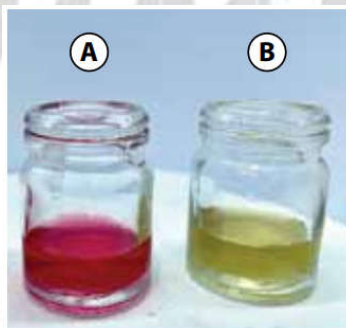


42. A beterraba é um vegetal nutritivo que apresenta um determinado pigmento, cuja coloração vermelha intensa depende do pH.

Para que um bolo de beterraba mantenha a cor vermelha do vegetal, muitas receitas sugerem a adição de suco de limão, cuja acidez compensa o efeito do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) presente no fermento. Caso contrário, o bolo não mantém a cor característica da beterraba. A reação do bicarbonato com o ácido é mostrada a seguir:



Para melhor compreender esse fenômeno, um grupo de estudantes ferveu uma beterraba em água pura para extrair o pigmento. Na sequência, retirou duas partes da solução e ferveu uma com limão, dando origem à amostra (A), e outra com bicarbonato de sódio, dando origem à amostra (B). As amostras foram fervidas pelo mesmo tempo e a foto a seguir foi registrada na sequência.

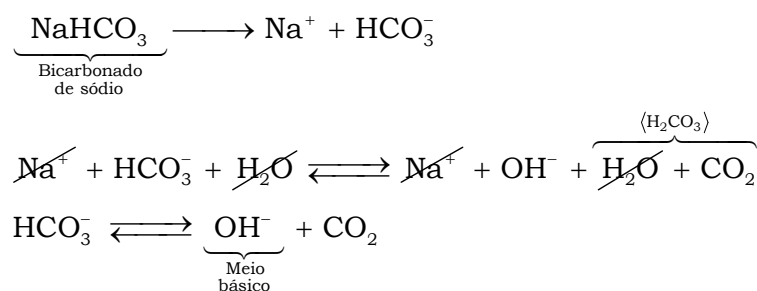


A conclusão do grupo foi a de que o bicarbonato de sódio conferiu à solução um caráter ____ (I) ____, condição na qual o pigmento ____ (II) ____ sua coloração vermelha, e a adição de limão ajuda a ____ (III) ____ o pH, ____ (IV) ____ a coloração vermelha.

As lacunas I, II, III e IV são preenchidas, respectivamente, por

- (A) neutro ... perde ... estabilizar ... mantendo
- (B) alcalino ... mantém ... elevar ... perdendo
- (C) alcalino ... perde ... reduzir ... mantendo
- (D) ácido ... mantém ... elevar ... perdendo
- (E) ácido ... perde ... reduzir ... perdendo

Resolução: alternativa C.



De acordo com o texto, a fervura da solução com suco de beterraba e suco de limão (meio ácido) deixa o sistema com a coloração de A (“vermelha”). Já, a fervura da solução de beterraba com

uma solução de bicarbonato de sódio (meio básico ou alcalino) deixa o sistema com a coloração B (“amarela”).

Conclusão: o bicarbonato de sódio (meio básico) conferiu à solução um caráter alcalino, condição na qual o pigmento perde sua coloração vermelha, e a adição de limão (meio ácido) ajuda a reduzir o pH, mantendo a coloração vermelha.

43. Para responder à questão, considere o texto a seguir.

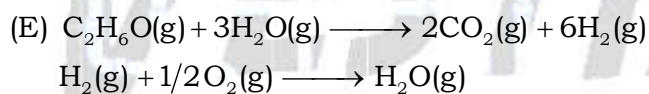
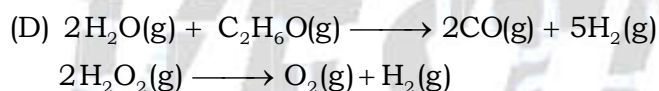
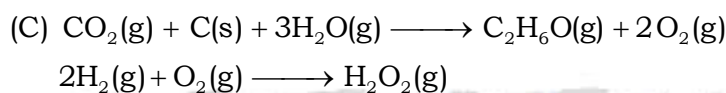
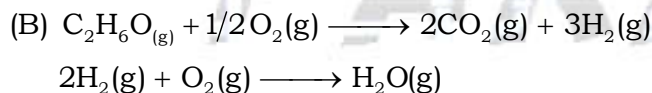
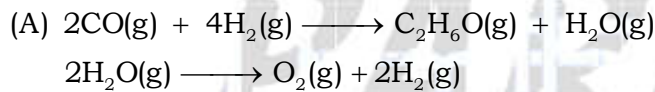
“Um projeto de energia sustentável pioneiro no mundo que prevê a produção de hidrogênio (H₂) a partir da reforma a vapor do etanol.

No processo de reforma a vapor desenvolvido, o etanol é submetido a temperaturas e pressões específicas e reage com o vapor de água dentro de um reator. Como resultado, a molécula de etanol (C₂H₆O) é quebrada, deixando disponível o hidrogênio contido nela.

O hidrogênio é apontado por especialistas do setor energético como o combustível do futuro. Ao ser transformado em energia, ele não emite gases de efeito estufa (GEE). O resíduo liberado na atmosfera é o vapor d’água resultante da ligação do hidrogênio com o oxigênio na reação química que produz a energia.”

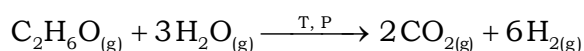
(<https://revistapesquisa.fapesp.br>. Adaptado)

Assinale a alternativa que mostra equações químicas balanceadas e compatíveis com as duas reações descritas no texto.

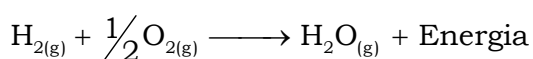


Resolução: alternativa E.

No processo de reforma a vapor desenvolvido, o etanol (C₂H₆O) é submetido a temperaturas e pressões específicas e reage com o vapor de água (H₂O) dentro de um reator formando hidrogênio (H₂).



O hidrogênio (H₂), ao ser transformado em energia, não emite gases de efeito estufa (GEE). O resíduo liberado na atmosfera é o vapor d’água (H₂O).



44. Em um experimento, foram adicionadas em um reator determinadas quantidades de eteno (C_2H_4) e 1,3-butadieno (C_4H_6) sob pressão adequada e aquecimento até $200\text{ }^\circ\text{C}$.

Após certo tempo, ocorreu a formação de cicloexeno (C_6H_{10}) e 4-vinilcicloexeno (C_8H_{12}). Algumas quantidades dos reagentes permaneceram sem reagir na mistura reacional produzida no interior do reator. Na sequência, o reator foi esfriado até atingir pressão e temperatura ambiente.

Os dados de ponto de ebulição e de fusão das substâncias contidas na mistura reacional são apresentados na tabela a seguir.

	Ponto de fusão ($^\circ\text{C}$)	Ponto de ebulição ($^\circ\text{C}$)
Eteno (C_2H_4)	- 170	- 104
1,3-Butadieno (C_4H_6)	- 109	- 4
Cicloexeno (C_6H_{10})	- 103	83
4-vinilcicloexeno (C_8H_{12})	- 109	129

A mistura contida no interior do reator foi destilada em pressão ambiente em temperatura entre $80\text{ }^\circ\text{C}$ e $90\text{ }^\circ\text{C}$. A fração coletada na saída do destilador, após a destilação dessa mistura, era constituída majoritariamente

(A) por quantidades iguais de uma fase líquida correspondente ao cicloexeno e uma fase constituída por 1,3-butadieno, que solidificou ao atingir a temperatura ambiente.

(B) por quantidades semelhantes de cicloexeno e 4-vinilcicloexeno, uma vez que os reagentes em excesso, com ponto de fusão alto, não serão destilados.

(C) por 4-vinilcicloexeno, pois os demais compostos não foram destilados, por terem temperatura de ebulição baixa.

(D) por cicloexeno, pois os reagentes em excesso na mistura reacional foram eliminados na forma gasosa e o 4-vinilcicloexeno não foi destilado.

(E) por reagentes líquidos remanescentes sem reagir na mistura reacional.

Resolução: alternativa D.

A mistura contida no interior do reator foi destilada (mudança de estado de agregação do líquido para o gasoso ($L \rightarrow G$)) em pressão ambiente e temperatura entre $80\text{ }^\circ\text{C}$ e $90\text{ }^\circ\text{C}$.

$$80\text{ }^\circ\text{C} \leq T. E \leq 90\text{ }^\circ\text{C}$$

Substâncias	Líquido ($^\circ\text{C}$)	P. E. ($^\circ\text{C}$) ($L \rightarrow G$)	Gasoso ($^\circ\text{C}$)
Eteno (C_2H_4)		- 104	80 e 90 (eliminado na forma gasosa)
1,3-Butadieno (C_4H_6)		- 4	80 e 90 (eliminado na forma gasosa)
Cicloexeno (C_6H_{10})	80	83	90
4-vinilcicloexeno(C_8H_{12})	80 e 90 (não foi destilado)	129	

A fração coletada na saída do destilador, após a destilação dessa mistura, era constituída majoritariamente por cicloexeno. Pois, os reagentes em excesso na mistura reacional foram eliminados na forma gasosa e o 4-vinilcicloexeno não foi destilado.

45. O hipoclorito de sódio (NaClO) é um potente agente bactericida usado na desinfecção de ambientes e alimentos. Ele pode ser encontrado na forma de solução aquosa, com densidade igual a 1,0 g/mL, em produtos fornecidos por diversos fabricantes. A tabela a seguir apresenta algumas características de dois desses produtos.

Produto	Volume da embalagem	Preço	Concentração de NaClO em massa
Água sanitária	1,0 L	R\$ 5,00	2,5 %
Desinfetante para hortifrutícolas	50,0 mL	R\$ 12,00	2,5 %

Comparando-se o preço de 1 g de hipoclorito de sódio em cada um dos produtos, constata-se que, na água sanitária, o valor é cerca de

- (A) 15 vezes menor.
- (B) 50 vezes menor.
- (C) 70 vezes maior.
- (D) 5 vezes maior.
- (E) 80 vezes menor.

Resolução: alternativa B.

De acordo com o texto, o hipoclorito de sódio (NaClO) pode ser encontrado na forma de solução aquosa, com densidade igual a 1,0 g/mL, então:

$$d = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 1000 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$1,0 \text{ g} : 1 \text{ mL} \text{ ou } 1000 \text{ g} : 1 \text{ L}$$

$$2,5 \% = \frac{2,5}{100} = 0,025$$

Produto	Massa	Massa de NaClO	Preço	Preço por 1 g (NaClO)
Água sanitária	1000 g	$0,025 \times 1000 \text{ g} = 25 \text{ g}$	R\$ 5,00	$\text{R\$} = \frac{5,00}{25} \Rightarrow \text{R\$} = 0,20$
Desinfetante	50,0 g	$0,025 \times 50,0 \text{ g} = 1,25 \text{ g}$	R\$ 12,00	$\text{R\$} = \frac{12,00}{1,25} \Rightarrow \text{R\$} = 9,60$

$$\frac{(\text{NaClO})_{\text{Água sanitária}}}{(\text{NaClO})_{\text{Desinfetante}}} = \frac{\text{R\$}0,20}{\text{R\$}9,60} = \frac{1}{48}$$

$$\frac{(\text{NaClO})_{\text{Água sanitária}}}{(\text{NaClO})_{\text{Desinfetante}}} = \frac{1}{48} \Rightarrow (\text{NaClO})_{\text{Água sanitária}} \approx \frac{1}{50} \times (\text{NaClO})_{\text{Desinfetante}} \text{ (50 vezes menor)}$$

46. A Aflatoxina B1 (AFB1) é uma toxina produzida por fungos que é prejudicial à saúde e pode estar presente em alguns produtos alimentícios armazenados inadequadamente.

Uma vez absorvida no nosso organismo, essa toxina pode ser destruída por reação de hidrólise.

Um estudo científico comparou em laboratório a rapidez da reação de hidrólise da toxina AFB1 em diversas condições. Os dados desse estudo estão na tabela.

Experimento	Condição de hidrólise da toxina AFB ₁	Rapidez da reação a 25 °C ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	Sem mediação de enzima	0,64
2	Com 10 μM de enzima de rato	0,72
3	Com 19 μM de enzima de rato	0,78
4	Com 14 μM de enzima de humano	0,64

Com base nessas informações, uma conclusão coerente com esses resultados seria a de que a enzima purificada de rato _____ (I) _____ a rapidez da reação de hidrólise da toxina se comparada à reação de hidrólise da toxina sem a presença de enzima, _____ (II) _____ resultado obtido na presença de enzima purificada de humanos.

As lacunas I e II são preenchidas adequadamente com os termos:

- (A) I – não mudou ... II – ao contrário do
- (B) I – aumentou ... II – diferentemente do
- (C) I – não mudou ... II – assim como o
- (D) I – diminuiu ... II – de forma oposta ao
- (E) I – diminuiu ... II – igual ao

Resolução: alternativa B.

Teremos:

$$\left. \begin{aligned} V_{(\text{sem enzima}-1)} &= 0,64 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \\ V_{(\text{com enzima de rato}-2)} &= 0,72 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \\ V_{(\text{com enzima de rato}-3)} &= 0,78 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned} \right\} 0,64 < 0,72 < 0,78 (\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$V_{(\text{com enzima de humano}-4)} = 0,64 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow 0,64 = 0,64 (\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$$

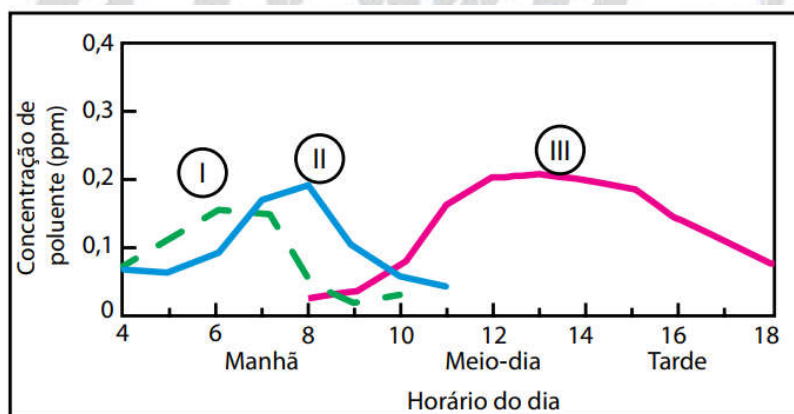
Com base nessas informações, uma conclusão coerente com esses resultados seria a de que a enzima purificada de rato aumentou a rapidez da reação de hidrólise da toxina se comparada à reação de hidrólise da toxina sem a presença de enzima, diferentemente do resultado obtido na presença de enzima purificada de humanos.

47. *Smog* fotoquímico é o nome dado para a poluição de ar causada por reações mediadas pela luz solar, que são marcantes em grandes cidades. Um dos mecanismos envolvidos na formação de *smog* fotoquímico ao longo do dia, que resulta na produção de ozônio (O₃) e dos compostos gasoso NO e NO₂ é descrito a seguir: “Hidrocarbonetos presentes na atmosfera reagem com moléculas de oxigênio do ar (O₂) e produzem radicais peróxido, que por sua vez oxidam o gás NO, acumulado na atmosfera durante a noite, transformando-o em gás NO₂.

Após grande parte do gás NO se transformar em gás NO₂, a decomposição fotoquímica de NO₂ forma NO e oxigênio elementar (O), que, por ser instável, combina-se rapidamente com O₂ e gera O₃.”

(Colin Baird. Química Ambiental, 2002. Adaptado)

O gráfico a seguir representa a variação da concentração dos três gases resultantes do mecanismo de formação do *smog* fotoquímico ao longo das horas do dia.



As curvas marcadas com I, II e III correspondem, respectivamente, a:

- (A) O₃; NO; NO₂.
- (B) NO₂; O₃; NO.
- (C) NO; NO₂; O₃.
- (D) NO; O₃; NO₂.
- (E) O₃; NO₂; NO.

Resolução: alternativa C.

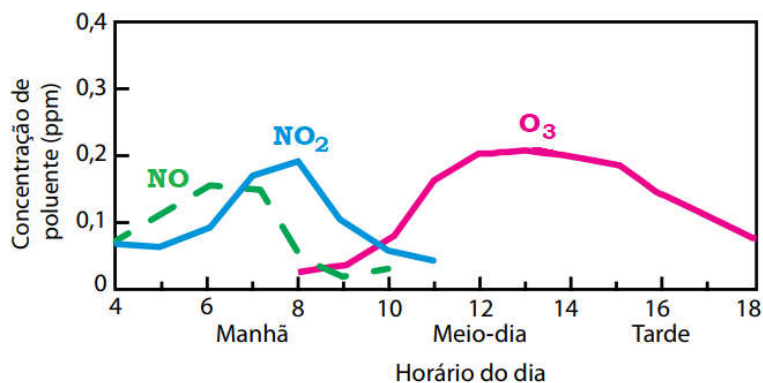
De acordo com o texto do enunciado, hidrocarbonetos (R) presentes na atmosfera reagem com moléculas de oxigênio do ar (O₂) e produzem radicais peróxido (ROO•): $R + O_2 \longrightarrow ROO\bullet$.

Os radicais peróxido (ROO•) oxidam o gás NO, acumulado na atmosfera durante a noite, transformando-o em gás NO₂: $NO + \langle O \rangle \xrightarrow[\text{noite}]{ROO\bullet} NO_2$.

Após grande parte do gás NO se transformar em gás NO₂, a decomposição fotoquímica de NO₂ forma NO e oxigênio elementar (O): $NO_2 \xrightarrow{\text{Luz (hv)}} NO + \langle O \rangle$.

O oxigênio elementar (O), por ser instável, combina-se rapidamente com O_2 e gera O_3 :
 $\langle O \rangle + O_2 \longrightarrow O_3$.

Conclusão:

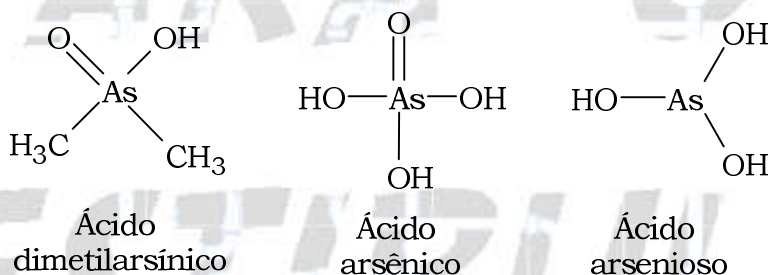


48. Leia o texto a seguir, a respeito da toxicidade do arsênio:

“O Arsênio é um metaloide e pode se apresentar em diversos estados de oxidação. A toxicidade das diversas espécies de arsênio decresce na seguinte ordem: compostos de As (III) inorgânicos, compostos de As (V) inorgânicos, compostos de As (III) ligados a grupos orgânicos, compostos de As (V) ligados a grupos orgânicos.”

(Andrade, D.F.; Rocha, M.S. Revista Acadêmica, 3 (10), 2016. Adaptado)

Considere os 3 compostos de arsênio representados a seguir.



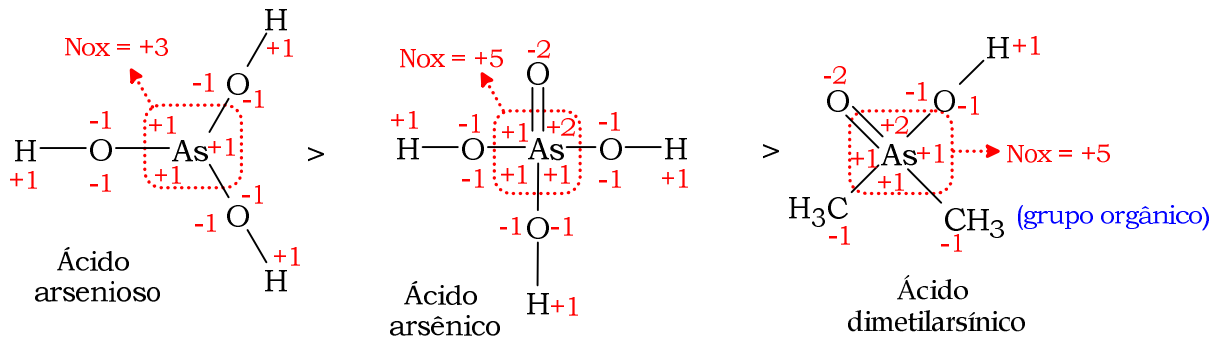
A ordem de toxicidade desses compostos, conforme descrito no texto, considerando do mais tóxico para o menos tóxico, será:

- (A) ácido arsênico > ácido dimetilarsínico > ácido arsenioso.
- (B) ácido dimetilarsínico > ácido arsênico > ácido arsenioso.
- (C) ácido arsenioso > ácido dimetilarsínico > ácido arsênico.
- (D) ácido arsenioso > ácido arsênico > ácido dimetilarsínico.
- (E) ácido dimetilarsínico > ácido arsenioso > ácido arsênico.

Resolução: alternativa D.

De acordo com o texto do enunciado, a toxicidade das diversas espécies de arsênio decresce na seguinte ordem: compostos de As^{3+} inorgânicos > compostos de As^{5+} inorgânicos > compostos de As^{3+} ligados a grupos orgânicos e compostos de As^{5+} ligados a grupos orgânicos.

Então:



Dados:



TABELA PERIÓDICA

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

número atômico
Símbolo
 nome
 massa atômica

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