

QUÍMICA

aplicação!



magom
SIM

com

THIAGO MAGALHÃES
O CATALISADOR DA SUA APROVAÇÃO



QUÍMICA

CURSO

Apostila - Volume 02

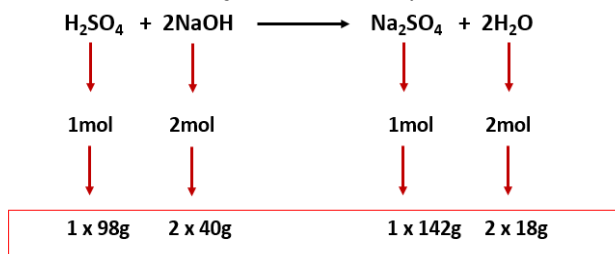
Sumário

Aula 19: Dispersões: introdução e coloides.....	12
Aula 20: Soluções - Parte 1: Solubilidade e Relações de Concentração	20
Aula 21: Soluções - Parte 2: Mistura de soluções de mesmo soluto, solutos diferentes com e sem reação.	30
Aula 22: Propriedades Coligativas	39
Aula 23: Termoquímica	48
Aula 24: Cinética Química	57
Aula 25: Equilíbrio Químico.....	67
Aula 26: Eletroquímica.....	78
Aula 27: Estudo do Carbono e das Cadeias Carbônicas	93
Aula 28: Hidrocarbonetos	103
Aula 29: Funções Orgânicas.....	114
Aula 30: Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos	128
Aula 31: Isomeria.....	138
Aula 32: Reações Orgânicas	149
Aula 33: Polímeros e Sabão/Detergente.....	158
Aula 34: Combustíveis e Impactos Ambientais.....	170

Aula 18: Estequiometria

1 – Relações básicas:

Para entendermos as relações básicas da estequiometria vamos tomar uma reação como exemplo:



Proporção em massa entre as substâncias

Massas Molares (g/mol): $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$; $\text{NaOH} = 40$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 142$; $\text{H}_2\text{O} = 18$

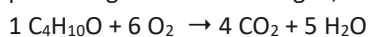
Observe que toda equação química possui uma proporção em mol entre as substâncias envolvidas e com uso da massa molar podemos obter uma proporção em massa entre elas.

Se desejarmos obter 426g de Na_2SO_4 ?

De 142g para 426g utilizamos o fator de multiplicação 3, logo todos os valores terão que ser multiplicados também por três: vamos utilizar 294g de H_2SO_4 e 240g de NaOH .

Exercício Básico: O éter etílico, que atualmente possui sua venda controlada pelo Ministério da Justiça, era comumente vendido em farmácias, cuja principal aplicação está relacionada à sua ação anestésica.

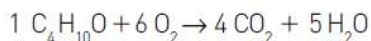
A combustão completa de 14,8 g de éter etílico ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) irá produzir gás carbônico e água, de acordo com a equação:



Determine a massa em g de oxigênio consumido:

Dados: massas molares: $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} = 74 \text{ g/mol}$; $\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$

Resolução:



interpretação: 1 mol ————— 6 mol

adequação: 74 g ————— 6 (32 g)

então: 14,8 g ————— x

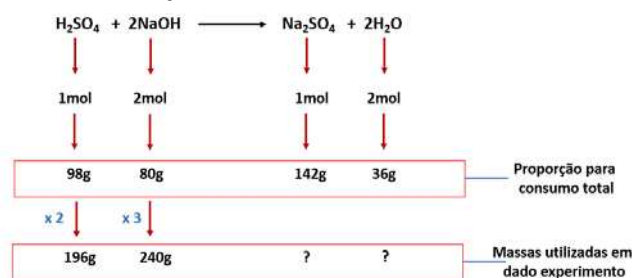
$$x = \frac{14,8 \text{ g} \cdot 6 \cdot 32 \text{ g}}{74 \text{ g}} \Rightarrow x = 38,4 \text{ g de O}_2$$

2 – Reagente em excesso e reagente limitante:

As reações químicas ocorrem em uma proporção constante, que corresponde ao número de mol indicado pelos coeficientes estequiométricos. Se uma das substâncias que participa da reação estiver em quantidade maior que a proporção correta, ela não será

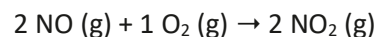
consumida totalmente. Essa quantidade de substância que não reage é chamada excesso.

Observe a situação abaixo:



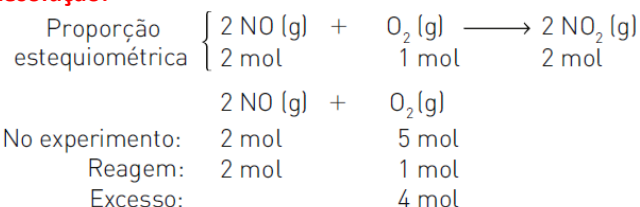
O reagente com menor fator de multiplicação é chamado de limitante e o de maior fator de multiplicação o reagente em excesso. A massa dos produtos é determinada pelo fator de multiplicação do limitante: 284g de Na_2SO_4 e 72g de H_2O .

Exercício Básico: Considere a formação do dióxido de nitrogênio a partir do monóxido de nitrogênio emitido, por exemplo, pelos canos de escapamentos de veículos automotivos e do gás oxigênio presente no ar atmosférico:



Suponha que em determinado experimento misturemos 2 mol de NO com 5 mol de O_2 . Considerando que a reação ocorra completamente com rendimento de 100% qual a quantidade de NO_2 formado?

Resolução:

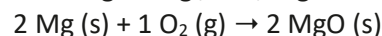


3 – Reações químicas com substâncias impuras:

Na prática muitos materiais apresentam impurezas em sua composição e normalmente um dos componentes irá sofrer reação em determinadas condições.

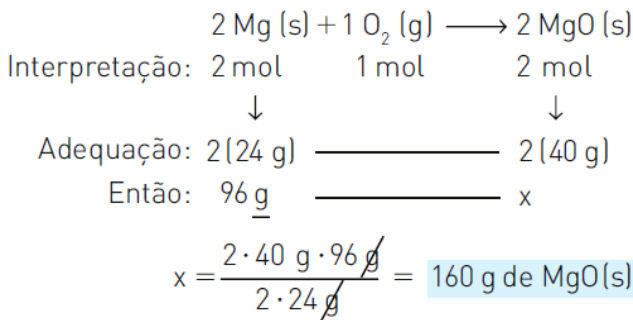
Observe o exemplo:

Uma amostra de 120 g de magnésio com 80% de pureza reage com oxigênio, produzindo óxido de magnésio. Determine a massa de óxido de magnésio produzida. (Massas molares: $\text{Mg} = 24 \text{ g/mol}$; $\text{MgO} = 40 \text{ g/mol}$.)



120 g é a massa total da amostra, isto é, corresponde a 100%. Nessa amostra, somente 80% da massa total é magnésio.

Logo: Massa de $\text{Mg} = 120\text{g} \times 0,8 = 96\text{g}$

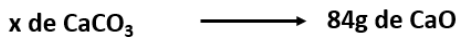
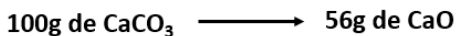
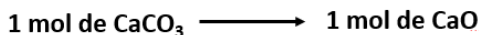


Exercício Básico: Determine a massa de uma amostra de carbonato de cálcio, com 80% de pureza, que na decomposição térmica produziu 84 g de óxido de cálcio, segundo a equação:



(Massas molares: $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g / mol}$; $\text{CaO} = 56 \text{ g / mol}$.)

Resolução:



$$x \text{ de CaCO}_3 = 150 \text{ g}$$

$$150 \text{ g} \text{ ————— } 80\% \text{ da amostra}$$

$$x \text{ ————— } 100\% \text{ da amostra}$$

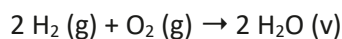
$$x = \frac{150 \text{ g} \cdot 100\%}{80\%} = 187,5 \text{ g da amostra}$$

4 – Rendimento de uma reação química:

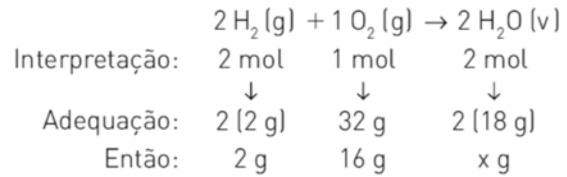
Até o momento, vimos as reações químicas como processos em que as massas dos reagentes, desde que misturadas na proporção correta, transformam-se totalmente em produtos. Na prática, é pouco provável que isso ocorra, pois, muitas vezes, uma parte de um ou de ambos os reagentes é consumida em reações paralelas — ou, então, uma parte do produto é perdida no momento em que ele é retirado do sistema em que ocorreu a reação química.

Observe o exemplo abaixo:

Sabendo que a formação da água ocorre segundo a equação:

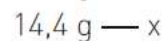
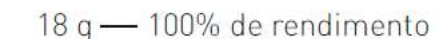


determine o rendimento real de um experimento em que 2 g de hidrogênio reagiram com 16 g de oxigênio, produzindo 14,4 g de água. (Massas molares: $\text{H}_2 = 2 \text{ g/mol}$; $\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$; $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mol}$.)



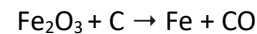
Assim, seriam obtidos 18 g de água se o rendimento fosse igual a 100%.

Como as massas dos reagentes [$\text{H}_2 \text{ (g)}$ e $\text{O}_2 \text{ (g)}$] estão em proporção estequiométrica, não existe reagente em excesso. Teoricamente, deveriam ser produzidos 18 g de H_2O , mas a massa produzida de água foi de 14,4 g. Assim, temos:



$$x = 80\%$$

Exercício Básico: Num processo de obtenção de ferro a partir da hematita (Fe_2O_3), considere a equação não-balanceada:

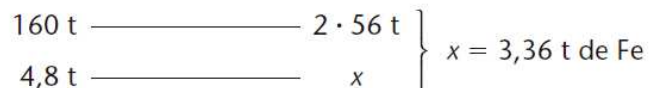


(Massas atômicas: $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$; $\text{Fe} = 56$)

Utilizando-se 4,8 toneladas (t) de minério e admitindo-se um rendimento de 80% na reação, a quantidade de ferro produzida será de:

Resolução:

Após o balanceamento da equação, efetuamos o cálculo estequiométrico da forma usual:



A massa de ferro (3,36 toneladas) seria obtida se a reação tivesse aproveitamento ou rendimento total (100%). No entanto, no enunciado se diz que o rendimento é de apenas 80%. Devemos então efetuar o cálculo envolvendo o rendimento percentual dado:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Rendimento de } 100\% \text{ — } 3,36 \text{ t de Fe} \\ \text{Rendimento de } 80\% \text{ — } y \end{array} \right\} y = 2,688 \text{ t de Fe}$$

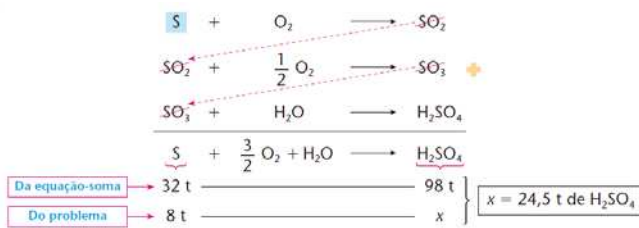
5 – Quando aparecem reações consecutivas:

“Somar algebricamente” as equações químicas e efetuar o cálculo estequiométrico diretamente na equação final.

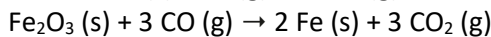
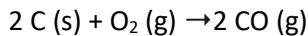
Observe o exemplo abaixo:

Qual é a massa de H_2SO_4 produzida a partir de 8 toneladas de enxofre?

Dados das massas molares: $\text{S} = 32$; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$.



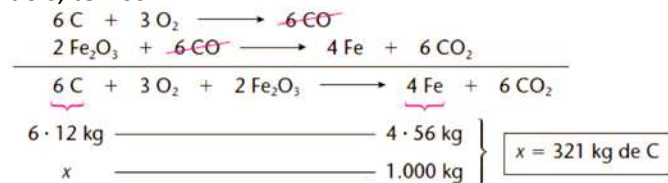
Exercício Básico: Duas das reações que ocorrem na produção do ferro são representadas por:



O monóxido de carbono formado na primeira reação é consumido na segunda. Considerando apenas essas duas etapas do processo, calcule a massa aproximada, em quilogramas, de carvão consumido na produção de 1 tonelada de ferro (massas atômicas: Fe = 56; C = 12; O = 16).

Resolução:

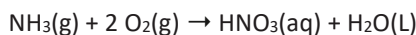
Multiplicando a 1a equação por três e a 2a equação por dois, temos:



Note que foi necessário multiplicar a 1a equação por 3 e a 2ª por 2 para podermos cancelar o CO que está presente tanto na 1a como na 2ª equação.

Exercícios Fundamentais

1 – Um dos ácidos mais importantes da indústria química é o ácido nítrico (HNO₃). Ele é utilizado, principalmente, na produção de fertilizantes e explosivos. Esse ácido pode ser obtido por meio do processo Ostwald, e a reação global desse processo é demonstrada a seguir.

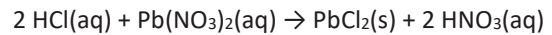


Considere as massas molares (g/mol): NH₃ = 17; O₂ = 32; HNO₃ = 63 e o rendimento da reação = 100%.

Em uma indústria de fertilizantes, o processo Ostwald utilizou 76,5 g de NH₃ e 6 mols de O₂ para produzir ácido nítrico. A massa de HNO₃ produzida, em grama, foi mais próxima de

- 14.
- 21.
- 189.
- 284.
- 378.

2 – Uma das formas de se identificar a quantidade de HCl(g) obtida na reciclagem de garrafas de politereftalato de etileno (PET) consiste na borbulhagem desse gás em uma solução contendo excesso de nitrato de chumbo II.



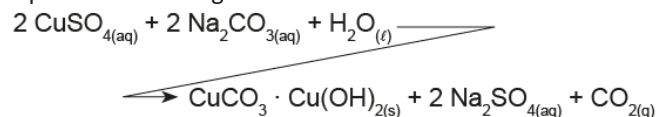
Por meio da secagem e pesagem do precipitado formado, é possível obter a massa de HCl(g) formada pela incineração do PVC.

Massas molares (g/mol)			
HCl	Pb(NO ₃) ₂	PbCl ₂	HNO ₃
36,5	331	278	63

Qual a massa de ácido clorídrico, em gramas, gerada durante o processo de incineração, no qual obteve-se, após a reação com o nitrato de chumbo II, 834 g de precipitado?

- 24,3
- 109,5
- 184
- 219
- 483

3 – Uma pedra semipreciosa de coloração verde, com tons acinzentados e esbranquiçados, muito conhecida e muito bonita, é a malaquita. Esse mineral é constituído pelo íon cobre II na forma de CuCO₃ · Cu(OH)₂. No laboratório, é possível fazer malaquita por meio da reação entre soluções de sulfato de cobre II e de carbonato de sódio, como esquematizado a seguir:



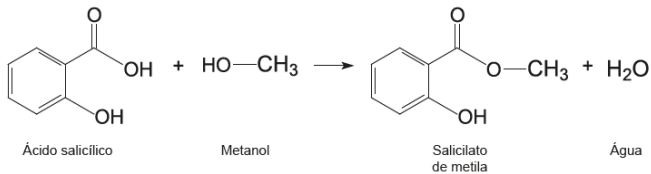
No laboratório, um técnico em Química misturou 530 g de carbonato de sódio com 960 g de sulfato de cobre II em um béquer contendo 2 litros de água.

As massas molares, em g/mol, são: Cu = 64, Na = 23, S = 32, O = 16, C = 12 e H = 1.

Considerando que a reação apresentou um rendimento de 70%, qual é a massa de malaquita, em gramas, obtida pelo técnico?

- 166,5
- 388,5
- 466,2
- 555,0
- 666,0

4 - Os salicilatos de alquila são amplamente utilizados na medicina, sendo o salicilato de metila, conhecido popularmente como óleo de gaultéria, uma substância de ampla ocorrência nos vegetais. A principal aplicação dessa substância é no alívio de dores musculares, e a reação de síntese dela é demonstrada a seguir.



Considere as massas molares (em $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$): metanol = 32, ácido salicílico = 138 e salicilato de metila = 152.

Um farmacêutico deseja sintetizar o salicilato de metila partindo de 690 g de ácido salicílico e 128 g de metanol.

Considerando que o rendimento da reação foi de 90%, a massa de salicilato de metila, em gramas, obtida após a síntese é mais próxima de

- 547.
- 608.
- 684.
- 760.
- 844.

5 – As substâncias etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$) e gás oxigênio ($\text{O}_2(\text{g})$), em contato, reagem entre si ao se iniciar a combustão com uma chama (fósforo aceso). Essas substâncias são consumidas e a reação continua até que um dos reagentes termina. À medida que os reagentes são consumidos, há a formação de água ($\text{H}_2\text{O}(\text{l})$) e gás carbônico ($\text{CO}_2(\text{g})$).

Considere a tabela a seguir, que ilustra alguns dados sobre a reação informada no texto.

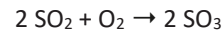
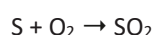
Informação	Valor
Massa molar do gás oxigênio	32 g/mol
Volume molar dos gases nas condições ambiente	25 L/mol
Densidade do etanol	0,8 kg/L
Massa molar do etanol	46 g/mol

Com base nas informações apresentadas, calcule o volume aproximado de gás oxigênio, nas condições ambiente, para a reação de combustão completa, utilizando-se 50 litros de etanol.

- 21 739 L
- 31 250 L
- 40 000 L
- 65 217 L
- 83 478 L

Exercícios Aprofundados

6 – Para garantir uma menor emissão de gases e melhor desempenho do veículo, os novos motores precisam usar os produtos certos para cada necessidade. O sistema EGR (Recirculação de Gases de Exaustão) exige o uso do diesel S-10, já o sistema SCR (Redução Catalítica Seletiva), além do S-10, necessita do Flua Petrobras (Arla 32), um agente redutor que trata as emissões e garante a potência do motor. O termo S-10 representa o teor de enxofre no combustível, ou seja, 10 ppm.



Considere as massas molares (g/mol): S = 32; H = 1; O = 16.

Supondo que todo o enxofre presente no combustível participe das reações anteriores, a massa de ácido sulfúrico produzida quando 320 kg de diesel S-10 são queimados é

- 4,9 g.
- 8,0 g.
- 9,8 g.
- 19,6 g.
- 39,2 g.

7 – O álcool etílico ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), como a maioria dos compostos orgânicos, pode sofrer reação de combustão completa por meio da reação com o próprio ar atmosférico. Por exemplo, nas CNTP (1 atm e 0°C) e com a porcentagem de gás oxigênio no ar de aproximadamente 20%, pode-se causar uma reação de combustão total de uma amostra de 230 mL de álcool etílico, cuja densidade medida é de 0,8 g/mL.

Considere que o gás oxigênio na CNTP tem volume molar de $22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, e as massas molares, em g/mol, C = 12; H = 1, e O = 16.

O volume de ar, em litros, necessário para consumir todo o conteúdo da amostra é, aproximadamente,

- 53,8.
- 71,4.
- 268,8.
- 896,0.
- 1 344,0.

8 – O funcionamento do *airbag* se dá por meio de uma mistura de reagentes: azida sódica (NaN_3), nitrato de potássio (KNO_3) e dióxido de silício (SiO_2) no interior de uma bolsa que entra em contato com uma faísca elétrica, produzindo gás nitrogênio. São os fortes deslocamentos de nitrogênio quente que inflam o *airbag* a uma velocidade de 320 km/h. O processo de produção do gás nitrogênio ocorre em duas etapas:

1ª etapa: decomposição da azida de sódio:



2ª etapa: inativação do sódio metálico:



As massas molares (g/mol) são Na = 23 e N = 14; já o volume molar = $22,4 \text{ L/mol}$.

Qual é, aproximadamente, a massa de azida de sódio necessária para inflar um *airbag* de 11 litros, sabendo que os rendimentos das reações nas etapas 1 e 2 são de 50% e 100%, respectivamente?

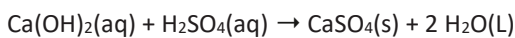
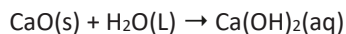
- 43,3 g
- 39,9 g
- 32,5 g
- 20,3 g
- 16,3 g

9 –

Acidente causa vazamento de produto químico na Dutra:

A pista sentido Rio da Rodovia Presidente Dutra (BR-116), na altura da Serra das Araras, em Piraí (RJ), ficou fechada ao tráfego devido ao vazamento de produto químico na pista. Cerca de 30 mil litros de ácido sulfúrico eram transportados pelo veículo. Com o acidente, houve total vazamento do produto, que se espalhou pela pista, e uma faixa reversível foi montada na pista de subida (sentido São Paulo) da Serra das Araras. O congestionamento ultrapassou quatro quilômetros nos dois sentidos da rodovia. Técnicos do Instituto Estadual do Ambiente do Rio (Inea) e do Corpo de Bombeiros foram mobilizados para conseguir neutralizar o ácido derramado, jogando cal na pista.

As reações de neutralização do ácido sulfúrico com cal em água são:

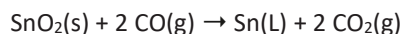


Sabendo que a concentração do ácido sulfúrico era de 2,8 g/L, qual a massa, em quilogramas, de cal (CaO) que os bombeiros precisaram usar para neutralizar todo o ácido derramado?

Dados: massas molares em g/mol: $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$; $\text{CaO} = 56$.

- a) 168 kg
- b) 84 kg
- c) 105 kg
- d) 96 kg
- e) 48 kg

10 – O estanho, presente na solda comum (solda de estanho-chumbo), é encontrado na natureza na forma de um minério denominado cassiterita, que apresenta elevado teor de SnO_2 . Então, para se obter o estanho metálico, deve-se aquecer e reagir o seu óxido em atmosfera com monóxido de carbono, pois esse composto desloca o oxigênio presente no SnO_2 , obtendo-se como produto o estanho metálico e gás carbônico, conforme a equação química:



Considere que as massas molares em g/mol dos elementos presentes na equação química são: $\text{Sn} = 118$; $\text{O} = 16$; $\text{C} = 12$.

Considere que o minério tem 75% de pureza e que pretende-se obter 12 mols de estanho em uma reação cujo rendimento é de 80%. A massa do minério, em gramas, necessária para a obtenção dessa quantidade de estanho, é igual a

- a) 1 416 g.
- b) 1 770 g.
- c) 2 250 g.
- d) 2 360 g.
- e) 3 000 g.

ENEM e Simulados

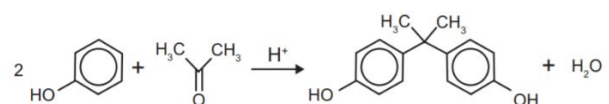
1 - A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxirredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de

eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

- a) 28.
- b) 75.
- c) 175.
- d) 275.
- e) 303

2 - O bisfenol-A é um composto que serve de matéria-prima para a fabricação de polímeros utilizados em embalagens plásticas de alimentos, em mamadeiras e no revestimento interno de latas. Esse composto está sendo banido em diversos países, incluindo o Brasil, principalmente por ser um mimetizador de estrógenos (hormônios) que, atuando como tal no organismo, pode causar infertilidade na vida adulta. O bisfenol-A (massa molar igual a 228 g/mol) é preparado pela condensação da propanona (massa molar igual a 58 g/mol) com fenol (massa molar igual a 94 g/mol), em meio ácido, conforme apresentado na equação química.



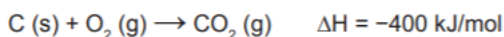
PASTORE, M. Anvisa proíbe mamadeiras com bisfenol-A no Brasil. Folha de S. Paulo, 15 set. 2011 (adaptado).

Considerando que, ao reagir 580 g de propanona com 3 760 g de fenol, obteve-se 1,14 kg de bisfenol-A, de acordo com a reação descrita, o rendimento real do processo foi de

- a) 0,025%.
- b) 0,05%.
- c) 12,5%.
- d) 25%.
- e) 50%.

3 - O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de

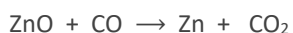
urânio ^{235}U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia ($2,35 \times 10^{10}$ KJ/mol). O isótopo ^{235}U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7%. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo ^{235}U para, aproximadamente, 3% nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO_2 (gás com massa molar igual a 44 g/mol). A queima do carvão é representada pela equação química:



Qual é a massa de CO_2 , em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100 g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

- a) 2,10 b) 7,70 c) 9,00
d) 33,0 e) 300

4 - Para proteger estruturas de aço da corrosão, a indústria utiliza uma técnica chamada galvanização. Um metal bastante utilizado nesse processo é o zinco, que pode ser obtido a partir de um minério denominado esfalerita (ZnS), de pureza 75%. Considere que a conversão do minério em zinco metálico tem rendimento de 80% nesta sequência de equações químicas:



Considere as massas molares: ZnS (97 g/mol); O_2 (32 g/mol); ZnO (81 g/mol); SO_2 (64 g/mol); CO (28 g/mol); CO_2 (44 g/mol); e Zn (65 g/mol). Que valor mais próximo de massa de zinco metálico, em quilogramas, será produzido a partir de 100 kg de esfalerita?

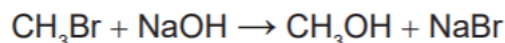
- a) 25
b) 33
c) 40
d) 50
e) 54

5 - A minimização do tempo e custo de uma reação química, bem como o aumento na sua taxa de conversão, caracterizam a eficiência de um processo químico. Como consequência, produtos podem chegar ao consumidor mais baratos. Um dos

parâmetros que mede a eficiência de uma reação química é o seu rendimento molar (R , em %), definido como

$$R = \frac{n_{\text{produto}}}{n_{\text{reagente limitante}}} \times 100$$

em que n corresponde ao número de mols. O metanol pode ser obtido pela reação entre brometo de metila e hidróxido de sódio, conforme a equação química:



As massas molares (em g/mol) desses elementos são: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$; $\text{Na} = 23$; $\text{Br} = 80$.

O rendimento molar da reação, em que 32 g de metanol foram obtidos a partir de 142,5 g de brometo de metila e 80 g de hidróxido de sódio, é mais próximo de

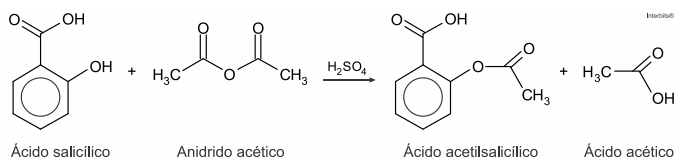
- a) 22%.
b) 40%.
c) 50%.
d) 67%.
e) 75%

6 - As emissões de dióxido de carbono (CO_2) por veículos são dependentes da constituição de cada tipo de combustível. Sabe-se que é possível determinar a quantidade emitida de CO_2 a partir das massas molares do carbono e do oxigênio, iguais a 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente. Em uma viagem de férias, um indivíduo percorreu 600 km em um veículo que consome um litro de gasolina a cada 15 km de percurso. Considerando que o conteúdo de carbono em um litro dessa gasolina é igual a 0,6 kg, a massa de CO_2 emitida pelo veículo no ambiente, durante a viagem de férias descrita, é igual a

- a) 24 kg.
b) 33 kg
c) 40 kg.
d) 88 kg.
e) 147kg.

7 - O ácido acetilsalicílico, AAS (massa molar igual a 180g/mol

é sintetizado a partir da reação do ácido salicílico (massa molar igual a 138g/mol com anidrido acético, usando-se ácido sulfúrico como catalisador, conforme a equação química:



Após a síntese, o AAS é purificado e o rendimento final é de aproximadamente 50%. Devido às suas propriedades farmacológicas (antitérmico, analgésico, anti-inflamatório, antitrombótico), o AAS é utilizado como medicamento na forma de comprimidos, nos quais se emprega tipicamente uma massa de 500mg dessa substância.

Uma indústria farmacêutica pretende fabricar um lote de 900 mil comprimidos, de acordo com as especificações do texto. Qual é a massa de ácido salicílico, em kg que deve ser empregada para esse fim?

- a) 293
- b) 345
- c) 414
- d) 690
- e) 828

8 - Os combustíveis de origem fóssil, como o petróleo e o gás natural, geram um sério problema ambiental, devido à liberação de dióxido de carbono durante o processo de combustão. O quadro apresenta as massas molares e as reações de combustão não balanceadas de diferentes combustíveis.

Combustível	Massa molar (g/mol)	Reação de combustão (não balanceada)
Metano	16	$CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
Acetileno	26	$C_2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
Etano	30	$C_2H_6(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
Propano	44	$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
Butano	58	$C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

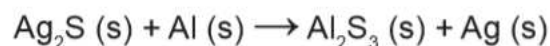
Considerando a combustão completa de 58 g de cada um dos combustíveis listados no quadro, a substância que emite mais CO_2 é o

- a) etano.
- b) butano.
- c) metano.
- d) propano.

e) acetileno.

9 - Objetos de prata sofrem escurecimento devido à sua reação com o enxofre. Estes materiais recuperam seu brilho característico quando envoltos por papel alumínio e mergulhados em um recipiente contendo água quente e sal de cozinha.

A reação não balanceada que ocorre é:

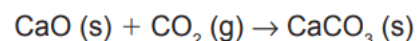


Dados da massa molar dos elementos ($g \cdot mol^{-1}$): Ag = 108; S = 32.

Utilizando o processo descrito, a massa de prata metálica que será regenerada na superfície de um objeto que contém 2,48 g de Ag_2S é

- a) 0,54 g.
- b) 1,08 g.
- c) 1,91 g.
- d) 2,16 g.
- e) 3,82 g.

10 - O mármore é um tipo de rocha metamórfica utilizada amplamente na sociedade em engenharia e arquitetura, que tem a calcita como seu minério principal. A calcita, por sua vez, é rica em carbonato de cálcio (massa molar 100 g/mol). Uma reação possível para a produção de carbonato de cálcio é aquela que parte de óxido de cálcio (massa molar 56 g/mol) e gás carbônico (massa molar 44 g/mol).



Supondo que o rendimento da reação em questão é de 90%, e partindo de 280 g de óxido de cálcio, a quantidade, em g, de carbonato de cálcio produzida seria de

- a) 500.
- b) 450.
- c) 157.
- d) 141.
- e) 50.

11 - Os airbags de segurança dos automóveis são acionados com o impacto, que envia um sinal elétrico para o dispositivo e inicia a reação explosiva do trinitreto de sódio (NaN_3), produzindo sódio metálico e nitrogênio molecular, conforme a equação:



O gás produzido tem função de inflar o airbag. Esse tipo de dispositivo contém, aproximadamente, 100 g de NaN_3 .

Considere: $PV = nRT$; $P = 1 \text{ atm}$; $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;

$$R = 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$\text{Massas molares: } \text{NaN}_3 = 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \text{N}_2 = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \text{Na} = 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Nesse dispositivo, o volume de gás produzido, em litro, é

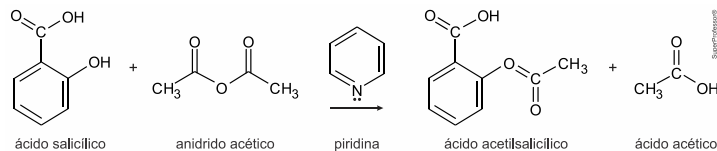
- 4,7.
- 9,4.
- 18,8.
- 56,5.
- 113,0.

12 - A combustão completa de combustíveis fósseis produz água e dióxido de carbono (CO_2 , massa molar 44 g mol^{-1}). A União Europeia estabeleceu, desde 2012, limite de emissão veicular de 130 g de CO_2 por quilômetro rodado (valor aplicável a uma média de veículos de um mesmo fabricante), tendo como penalidade multa, caso o fabricante ultrapasse a meta. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos com cerca de oito carbonos em sua composição, incluindo isômeros do octano (C_8H_{18}). Considere que em uma cidade o consumo médio diário dos carros de um fabricante seja de 10 km L^{-1} de gasolina, formada apenas por octano (massa molar 114 g mol^{-1}) e que sua densidade seja $0,70 \text{ g L}^{-1}$.

A diferença de emissão de CO_2 dos carros desse fabricante em relação ao limite estabelecido na União Europeia é

- 80% menor.
- 60% menor.
- 46% menor.
- 108% maior.
- 66% maior.

13 - O ácido acetilsalicílico (AAS) é um fármaco analgésico não esteroide de grande relevância mundial, sendo o composto orgânico mais produzido na indústria farmacêutica no mundo inteiro. Em escala industrial, esse composto pode ser obtido por meio da reação de acetilação do ácido salicílico (AS) com anidrido acético, catalisada por piridina, com rendimento de 50%, conforme representado a seguir.



Para a obtenção do referido ácido, em uma indústria, durante o primeiro trimestre, foram utilizadas 276 toneladas de ácido salicílico com 90% de pureza.

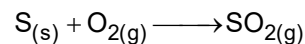
Considerando o mesmo desempenho industrial em todos os demais períodos do ano, a quantidade de ácido acetilsalicílico, em toneladas, produzida durante o período de um ano por essa indústria é de

Dados: massas molares: AS = 138 g/mol ; AAS = 180 g/mol

- 486.
- 81.
- 162.
- 648.
- 324.

14 - Combustíveis fósseis, como o diesel, contém em sua composição uma fração de enxofre. Durante o processo de combustão, o enxofre é convertido em SO_2 , tornando-se um poluente ambiental. Em postos de combustível, normalmente são comercializados dois tipos de diesel, o Diesel S10 e o Diesel S500. O primeiro contém 10 ppm de enxofre, e o segundo, 500 ppm de enxofre.

Considere que na combustão do diesel, todo enxofre seja convertido em SO_2 , conforme reação a seguir:



Nesse caso, a diferença de massa de SO_2 emitido para a atmosfera por kg de diesel quando cada um dos dois tipos é queimado é de

Note e adote:

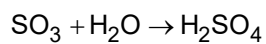
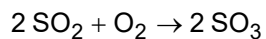
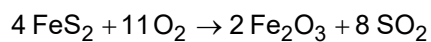
Massas molares (g/mol): O = 16; S = 32.

1 ppm de enxofre equivale a 1 mg de enxofre por kg de diesel

- 245mg/kg.
- 490mg/kg.
- 980mg/kg.
- 1960mg/kg.
- 3920mg/kg.

15 - Na busca por ouro, os garimpeiros se confundem facilmente entre o ouro verdadeiro e o chamado ouro de tolo, que tem em sua composição 90% de um minério chamado piritita (FeS_2). Apesar do engano, a piritita não é descartada, pois é utilizada na produção do ácido sulfúrico, que ocorre com rendimento global de 80% conforme as equações químicas apresentadas.

Considere as massas molares: FeS_2 (120 g/mol), O_2 (32 g/mol), Fe_2O_3 (160 g/mol), SO_2 (64 g/mol), SO_3 (80 g/mol), H_2O (18 g/mol), H_2SO_4 (98 g/mol).



Qual é o valor mais próximo da massa de ácido sulfúrico, em quilograma, que será produzida a partir de 4,0 Kg de ouro de tolo?

- a) 0,33
- b) 4,7
- c) 6,6
- d) 7,9
- e) 8,3

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	D	B	A	D	C	E	B	E	E	D	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	E	D	C	D	D	D	E	D	B	D	E

Questão	13	14	15
Gabarito	D	C	B

Aula 19: Dispersões: introdução e coloides

1 – Dispersões:

Dispersão é sinônimo de mistura e toda mistura é formada por dois componentes: disperso (componente adicionado - menor quantidade) e dispersante ou meio dispersante (meio que recebe o disperso - maior quantidade).

As dispersões podem ser classificadas da seguinte forma:

	Solução	Coloide	Suspensão
Tamanho da partícula dispersa	Menor que 1nm	Entre 1-1000nm	Maior que 1000nm
Natureza da partícula dispersa	Átomos, moléculas ou íons	Aglomerados de átomos, moléculas ou íons	Grandes aglomerados de átomos, moléculas ou íons
Natureza elétrica da partícula	São + e - ou neutras	Todas possuem a mesma carga ou são neutras	Não possuem cargas

2 – Coloides:

2.1 - Propriedades dos Coloides:

A - Movimento Browniano: é um movimento aleatório e desordenado das partículas devido a força eletrostática de repulsão.

B - Efeito Tyndall: é a dispersão da luz devido a grande área superficial da partícula.



C - Eletroforese: é o movimento de uma partícula com carga na direção de um dos polos do gerador -

Anaforese: é o deslocamento de uma partícula - na direção do ânodo (polo + do gerador); Cataforese: é o deslocamento de uma partícula + na direção do cátodo (polo - do gerador).

3 – Tipos de Coloides:

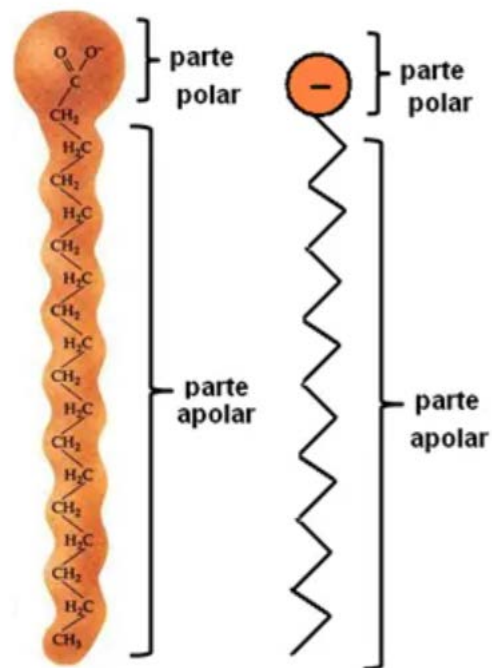
Sol-sólido	Disperso: sólido / Dispersante: sólido - Ex: Rubi
------------	---

Sol	Disperso: sólido / Dispersante: líquido - Ex: Gelatina
Gel	Disperso: líquido / Dispersante: sólido - Ex: Queijo
Emulsão	Disperso: líquido / Dispersante: líquido - Ex: Maionese
Aerossol líquido	Disperso: líquido / Dispersante: gás - Ex: Nuvem
Aerossol sólido	Disperso: sólido / Dispersante: gás - Ex: Fumaça de fuligem
Espuma líquida	Disperso: gás / Dispersante: líquido - Ex: Espuma de banho
Espuma sólida	Disperso: gás / Dispersante: sólido - Ex: Isopor

Aprofundamento:

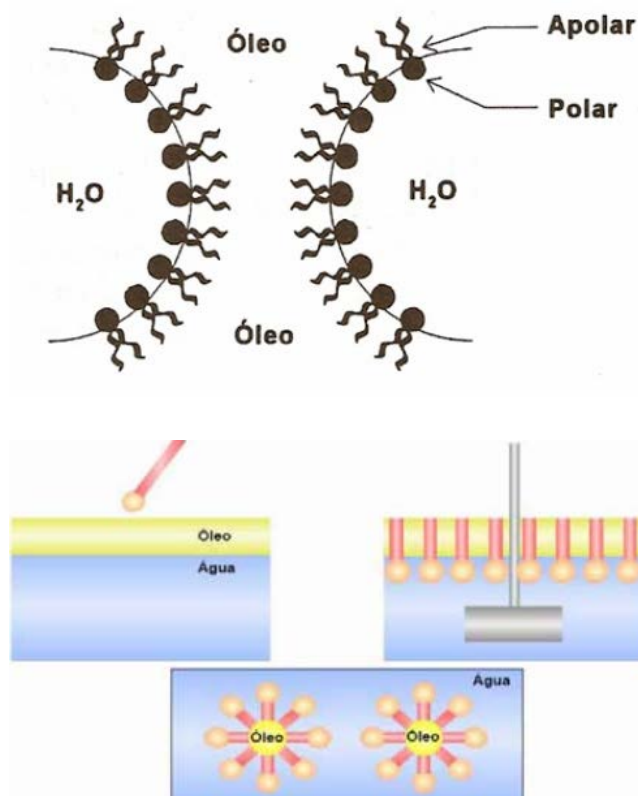
A formação de uma emulsão e da espuma líquida depende de um agente emulsificante (também chamado de agente tensoativo ou surfactante ou molécula anfifílica ou anfipática).

Característica Química:



A parte polar também é chamada de hidrofílica ou lipofóbica, já a parte apolar é chamada de lipofílica ou hidrofóbica.

Como atua uma agente emulsificante?



4 – Quais os fatores que favorecem a estabilidade de um coloide?

- Movimento Browniano: as forças eletrostáticas de repulsão evitam que as partículas coloidais se transformem em suspensão.

- Camada de Solvatação: a interação do disperso com o dispersante cria uma película protetora que evita a união das partículas coloidais formando uma suspensão.

Exercícios Fundamentais

1. Sobre as propriedades gerais da matéria, é identificado corretamente o seguinte aspecto:

- Um sistema constituído por água e sal dissolvido caracteriza-se como homogêneo, embora, sendo uma mistura sólido-líquido, possa-se utilizar da destilação fracionada para separar os constituintes da mistura.
- Um dos processos de separação de misturas heterogêneas, como água do mar do sal, usado, frequentemente, é a decantação.
- O princípio da destilação fracionada se baseia na diferença de solubilidade dos sólidos de uma mistura.
- Os vidros fechados de um automóvel em que viajam pessoas, num dia frio, ficam cobertos de gotas de um líquido que pode ser identificado, corretamente, como sendo água produzida pela respiração e pela sudorese (sudorese).
- O sistema constituído por álcool e água, por ser visualmente uniforme, é perfeitamente homogêneo, dado que se baseia no fato de todas as moléculas do sistema serem iguais.

2. Sobre um sol, também chamado por muitos de solução coloidal, pode-se afirmar que:

- como toda solução, possui uma única fase, sendo, portanto, homogêneo.
- possui, no mínimo, três fases.
- assemelha-se a uma suspensão, diferindo pelo fato de necessitar um tempo mais longo para precipitar suas partículas.
- é ao mesmo tempo uma solução e uma suspensão, porque, embora forme uma fase única, deixado tempo suficientemente longo, formam-se duas fases, precipitando-se uma delas.
- possui duas fases, sendo, portanto, heterogêneo.

3. Os sistemas coloidais estão presentes, no cotidiano, desde as primeiras horas do dia, na higiene pessoal (sabonete, xampu, pasta de dente e creme de barbear), na maquiagem (alguns cosméticos) e no café da manhã (manteiga, cremes vegetais e geléias de frutas). No caminho para o trabalho (neblina e fumaça), no almoço (alguns temperos e cremes) e no entardecer (cerveja, refrigerante ou sorvetes). Os colóides estão ainda presentes em diversos processos de produção de bens de consumo como, por exemplo, o da água potável. São também muito importantes os colóides biológicos tais como o sangue, o humor vítreo e o cristalino.

Com base no texto e nos conhecimentos sobre colóides, é correto afirmar:

- A diálise é um processo de filtração no qual membranas especiais não permitem a passagem de solutos, mas sim de colóides que estão em uma mesma fase dispersa.
- As partículas dos sistemas coloidais são tão pequenas que a sua área superficial é quase desprezível.
- As partículas coloidais apresentam movimento contínuo e desordenado denominado movimento browniano.
- O efeito Tyndall é uma propriedade que se observa nos sistemas coloidais e nos sistemas de soluções, devido ao tamanho de suas partículas.
- Os plásticos pigmentados e as tintas são exemplos excluídos dos sistemas coloidais.

4. Coloide é uma dispersão heterogênea com tamanho médio de partícula do disperso entre 1 nm a 1 000 nm. Quanto aos sistemas coloidais, considere as afirmações a seguir.

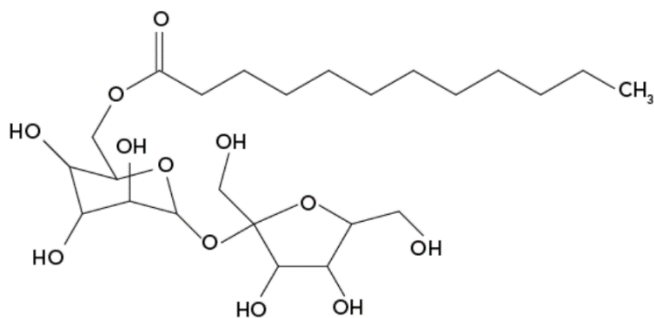
- A diálise não pode ser usada para purificar um coloide.
- A gelatina é um coloide que pode ser classificada como sol ou gel, dependendo exclusivamente das quantidades de proteína e água misturadas.
- Alguns colóides, como proteínas e amidos, possuem grande afinidade com a água. Isso se deve aos grupos existentes na sua estrutura que lhe permitem fazer ligações de hidrogênio.

IV. A pectização é o nome dado ao processo que ocorre quando se retira dispersante da fase sol, resultando na fase gel.

São corretas as afirmações

- I e II.
- I e III.
- I e III.
- II e IV.
- III e IV.

5. Os protetores solares são formulações que contêm dois componentes básicos: os ingredientes ativos (filtros solares) e os veículos. Entre os veículos, os cremes e as loções emulsionadas são os mais utilizados, por associarem alta proteção à facilidade de espalhamento sobre a pele. Uma emulsão pode ser obtida a partir da mistura entre óleo e água, por meio da ação de um agente emulsionante. O laurato de sacarose (6-O-laurato de sacarose), por exemplo, é um agente emulsionante.



Laurato de sacarose

A ação emulsionante do laurato de sacarose deve-se à presença de

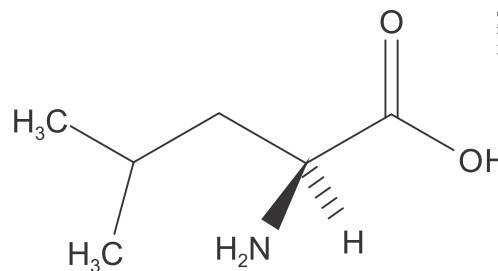
- uma longa cadeia carbônica que o torna solúvel em óleo.
- uma longa cadeia carbônica que o torna solúvel em água.
- grupos hidroxila que fazem ligações de hidrogênio com as moléculas de água.
- grupos hidrofílicos e lipofílicos que o tornam solúvel nas fases aquosa e oleosa.
- grupos hidrofóbicos e lipofóbicos que o tornam solúvel nas fases aquosa e oleosa.

Exercícios Aprofundados

6. Os coloides formam um sistema químico de relevante importância. Seu estudo fornece classificações para sistemas como gelatina, espumas e neblina, sistemas estes que não se encaixam como misturas homogêneas nem como misturas heterogêneas tradicionais devido ao tamanho da partícula dispersa. A separação dos sistemas coloidais pode envolver fatores elétricos devido à atração das cargas micelares em um meio com polos negativos e positivos previamente estabelecidos.

Um aminoácido como a leucina, cuja estrutura está apresentada a seguir, pode apresentar-se carregado quando

da sua exposição em meio ácido ou básico.



- A modificação do pH do meio interferirá de maneira que,
- quando o pH for superior a 7,0, o aminoácido adquirirá carga negativa devido à desprotonação do ácido carboxílico e sofrerá uma anaforese.
 - quando o pH for muito próximo a 7,0, o aminoácido adquirirá cargas positivas e negativas e poderá ser separado em qualquer um dos polos.
 - quando o pH for inferior a 7,0, o aminoácido adquirirá carga negativa devido à desprotonação do ácido carboxílico e sofrerá uma anaforese.
 - quando o pH for superior a 7,0, o aminoácido adquirirá carga positiva devido à protonação da amina e sofrerá uma cataforese.
 - quando o pH for inferior a 7,0, o aminoácido adquirirá carga negativa devido à desprotonação da amina e sofrerá uma cataforese.

7. 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 polaridade da água no sistema coloidal é reduzida.
- as cargas superficiais das partículas coloidais são diminuídas.
- as camadas de solvatação de água nas partículas são diminuídas.
- o processo de miscibilidade da água e do solvente libera calor para o meio.
- a intensidade dos movimentos brownianos das partículas coloidais é reduzida.

8. 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.

9. - Pintura eletrostática é uma técnica de pintura que usa eletricidade estática para fixar tinta à superfície – geralmente metálica, mas qualquer superfície que possa acumular eletricidade estática é uma boa candidata. A técnica consiste em carregar o material ou superfície com uma carga eletrostática projetar a tinta (líquida atomizada ou em pó) com carga eletrostática oposta sobre a peça, e, então, levar a um forno para a cura. A eficiência é muito alta e a flexibilidade da peça não é afetada, pois mesmo sendo bastante flexionada (como molas de motos), a tinta permanece firmemente presa à superfície da peça, sem rachar, e, por isso, é um processo bastante utilizado na indústria automobilística, razão pela qual as pinturas originais são tão resistentes a moissas e à corrosão.



Com base no texto e nas propriedades dos colóides, podemos dizer que

- a) se a tinta possuir caráter negativo, a peça metálica deve estar conectada ao cátodo.
- b) a fixação da tinta na peça não promove alteração na carga eletrostática do colóide.

c) a tinta, por ser um colóide do tipo sol-sólido, é facilmente fixada aos metais.

d) se a tinta possuir caráter negativo, seu deslocamento será chamado de anaforese.

e) a tinta é um exemplo de colóide, sendo fácil a distinção entre disperso e dispersante.

10. Durante a utilização de um extintor de incêndio de dióxido de carbono, verifica-se formação de um aerossol esbranquiçado e também que a temperatura do gás ejetado é consideravelmente menor do que a temperatura ambiente. Considerando que o dióxido de carbono seja puro, assinale a opção que indica a(s) substância(s) que torna(m) o aerossol visível a olho nu.

- a) Água no estado líquido.
- b) Dióxido de carbono no estado líquido.
- c) Dióxido de carbono no estado gasoso.
- d) Dióxido de carbono no estado gasoso e água no estado líquido.
- e) Dióxido de carbono no estado gasoso e água no estado gasoso.

11. O tratamento de águas provenientes de mananciais para consumo humano envolve diversos processos para deixar a água potável. As etapas são: pré-cloração, pré-alkalinização, coagulação, floculação, decantação, filtração, pós-alkalinização, desinfecção e fluoretação. Na etapa de coagulação é adicionado sulfato de alumínio ou cloreto férrico para desestabilizar eletricamente as partículas de sujeira para, em seguida, na etapa de floculação, permitir que estas partículas tornadas instáveis se agreguem. Qual das alternativas abaixo apresenta a explicação correta para o fenômeno de floculação?

- a) Formação de mistura homogênea entre o solvente e o colóide.
- b) Precipitação de um colóide em meio aquoso.
- c) Processo de dissolução de um colóide em meio aquoso.
- d) Formação de agregados de partículas não dissolvidas no solvente.
- e) Processo de estabilização elétrica de um colóide em meio catiônico.

12. Granadas de fumaça são dispositivos usados pelas forças armadas em situações de combate, com o objetivo de ocultar a movimentação das tropas. Nesses dispositivos, os reagentes hexacloroetano (C_2Cl_6), alumínio em pó (Al) e óxido de zinco (ZnO) ficam em compartimentos separados e, quando o detonador é acionado, ocorre a mistura desses reagentes, provocando uma sequência de duas reações instantâneas, representadas pelas seguintes equações:



A fumaça produzida pela detonação da granada é quimicamente classificada como uma

- a) mistura homogênea gasosa.
- b) mistura homogênea sólido-gás.
- c) dispersão coloidal sólido-líquido.
- d) dispersão coloidal líquido-gás.
- e) dispersão coloidal sólido-gás.

ENEM e Simulados

1 - De acordo com o Decreto-Lei no 6.871, de 2009, emitido pela Casa Civil da Presidência da República, cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38% vol (trinta e oito por cento em volume) a 48% vol (quarenta e oito por cento em volume) a 20 °C (vinte graus Celsius), obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até 6 g/L (seis gramas por litro), expressos em sacarose.

Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4851imprensa.htm.

A cachaça adoçada é constituída por uma

- a) única substância química.
- b) mistura homogênea de duas substâncias químicas.
- c) mistura heterogênea de duas substâncias químicas.
- d) mistura homogênea com mais de duas substâncias químicas.
- e) mistura heterogênea com mais de duas substâncias químicas.

2 -

Microfiltração e ultrafiltração aplicada no tratamento de lixiviado de aterro sanitário

Nesta pesquisa, empregou-se unidade piloto de membranas filtrantes de microfiltração e ultrafiltração como tecnologia de tratamento do efluente. [...] Atualmente, as técnicas mais utilizadas para o tratamento de lixiviados são baseadas em sistemas biológicos e em processos de coagulação/floculação.

Esses métodos, bastante difundidos no Brasil, apesar de proporcionarem redução significativa da matéria orgânica, apresentam-se ainda insuficientes para a adequação desses efluentes, em muitas situações, aos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA no 357/2005 e no 430/2011. Uma alternativa que tem se destacado no tratamento do lixiviado é o processo de separação por membranas, pois este apresenta grande eficiência na remoção de contaminantes que não são removidos por meio de tratamentos convencionais, como as substâncias recalcitrantes e alguns patogênicos.

A propriedade que permite que as substâncias sejam removidas por meio da separação por membranas é o(a)

- a) potencial de redução.
- b) tamanho das partículas.
- c) formação de precipitado.
- d) reatividade da substância.
- e) volatilidade dos componentes.

3 - Apesar do nome, o aerogel é bastante rígido e é chamado assim porque é feito a partir de géis, normalmente de sílica, em um processo conhecido como secagem supercrítica. Nesse processo, os cientistas conseguem extrair a porção líquida do gel, substituindo-a por gases. O material possui uma estrutura muito forte, podendo aguentar até quatro mil vezes o seu próprio peso, mas, curiosamente, ele pode ser facilmente quebrado. [...] Graças à sua composição, esse material praticamente

anula os três métodos de condução de calor: condução (via sólidos), convecção (via fluidos) e radiação (por luz, por exemplo). Essa é uma das características mais

importantes do aerogel, que chega a ser 39 vezes mais isolante do que a melhor fibra de vidro térmica existente atualmente. A razão por trás dessa propriedade vem do fato de que o aerogel é composto, basicamente, por gases, e estes são conhecidos por possuírem baixa condutividade de calor.

ARRUDA, Felipe. Aerogel: material leve como o ar e forte como o aço. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br>. Acesso em: 18 abr. 2022. (adaptado)

De acordo com o texto, os aerogéis são materiais que podem ser

- a) considerados suspensões homogêneas.

- b) obtidos por meio de processos exotérmicos.
- c) fabricados sem que ocorra variação de densidade.
- d) empregados no revestimento térmico de residências.
- e) utilizados em equipamentos sujeitos a grandes impactos.

4 - O principal componente do sal de cozinha é o cloreto de sódio, mas o produto pode ter aluminossilicato de sódio em pequenas concentrações. Esse sal, que é insolúvel em água, age como antiemético, evitando que o sal de cozinha tenha um aspecto empedrado.

O procedimento de laboratório adequado para verificar a presença do antiemético em uma amostra de sal de cozinha é o(a)

- a) realização do teste de chama.
- b) medida do pH de uma solução aquosa.
- c) medida da turbidez de uma solução aquosa.
- d) ensaio da presença de substâncias orgânicas.
- e) verificação da presença de cátions monovalentes.

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

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

6 - Para serem absorvidos pelas células do intestino humano, os lipídios ingeridos precisam ser primeiramente emulsificados. Nessa etapa da digestão, torna-se necessária a ação dos ácidos biliares, visto que os lipídios apresentam uma natureza apolar e são insolúveis em água. Esses ácidos atuam no processo de modo a

- a) hidrolisar os lipídios.
- b) agir como detergentes.
- c) tornar os lipídios anfífilos.
- d) promover a secreção de lipases.
- e) estimular o trânsito intestinal dos lipídios.

7 - Em todas as ações fundamentais de nossas vidas, utilizamos água.

Leia o texto abaixo:

"Você acorda, acende a luz, toma um banho quente e prepara o almoço. Para cozinarmos, por exemplo, o arroz, é comum diluirmos uma 'pitada' (pequena quantidade) de sal de cozinha num volume de 1 litro de água - solução de sal. Vai ao banheiro, escova os dentes e está pronto para o trabalho. Se parar para pensar, vai ver que, para realizar todas essas atividades, foi preciso usar água. Logo a água, solvente universal, e fundamental para nossa vida".

Com base no conceito e nos critérios de classificação de uma solução (estado físico das soluções, estado físico do soluto e do solvente e a natureza do soluto), pode-se afirmar que a solução salina é, respectivamente,

- a) líquida, sólido-líquido e molecular.
- b) sólida, líquido-líquido e molecular.
- c) líquida, líquido-líquido e molecular.
- d) sólida, líquido-líquido e iônica.
- e) líquida, sólido-líquido e iônica.

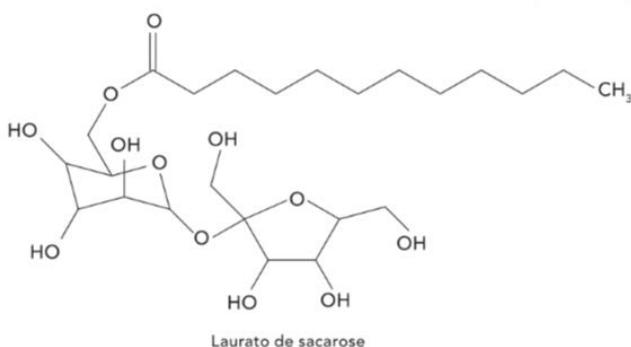
8 - Os faróis de neblina possuem fecho largo e são posicionados mais próximos do chão para conseguirem iluminar a via à frente do veículo abaixo da neblina (esse fenômeno atmosférico se forma acima de 30 cm do solo), facilitando a visualização das marcações horizontais. Além

disso, ao contrário da crença popular, seu uso não substitui o farol baixo.

A utilização desse tipo de farol se deve ao fato de a neblina ser considerada uma dispersão

- a) Molecular, que pode ser ionizada caso seja atingida pela luz do farol normal.
- b) coloidal, fazendo com que a luz do farol normal seja dispersa por efeito Tyndall.
- c) eletrolítica, que conduz eletricidade e pode provocar curto-circuito no farol do carro.
- d) saturada, contendo partículas que espalham a luz do farol normal por meio do movimento browniano.
- e) concentrada, contendo excesso de partículas dissolvidas que impedem a visão por meio do farol normal.

9 - Os protetores solares são formulações que contêm dois componentes básicos: os ingredientes ativos (filtros solares) e os veículos. Dentre os veículos, os cremes e as loções emulsionadas são os mais utilizados, por associarem alta proteção à facilidade de espalhamento sobre a pele. Uma emulsão pode ser obtida a partir da mistura entre óleo e água, por meio da ação de um agente emulsionante. O laurato de sacarose (6-O-laurato de sacarose), por exemplo, é um agente emulsionante utilizado no preparo de emulsões.



A ação emulsionante do laurato de sacarose deve-se à presença de

- a) grupos hidroxila que fazem ligações de hidrogênio com as moléculas de água.

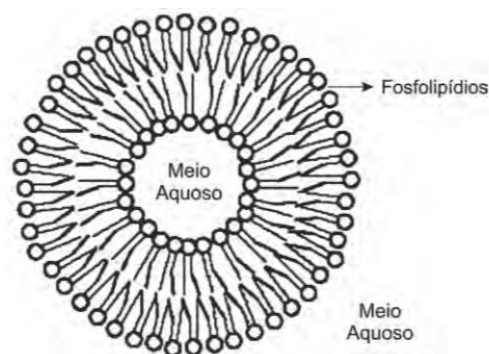
- b) uma longa cadeia carbônica que o torna solúvel em óleo.
- c) uma longa cadeia carbônica que o torna solúvel em água.
- d) grupos hidrofílicos e lipofílicos que o tornam solúvel nas fases aquosa e oleosa.
- e) grupos hidrofóbicos e lipofóbicos que o tornam solúvel nas fases aquosa e oleosa.

10 - A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é

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

11 - Quando colocados em água, os fosfolipídeos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



Disponível em: <http://course1.winona.edu>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

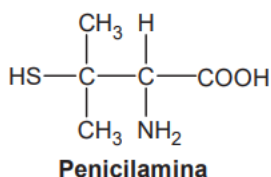
Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídeos apresentarem uma natureza

- a) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.

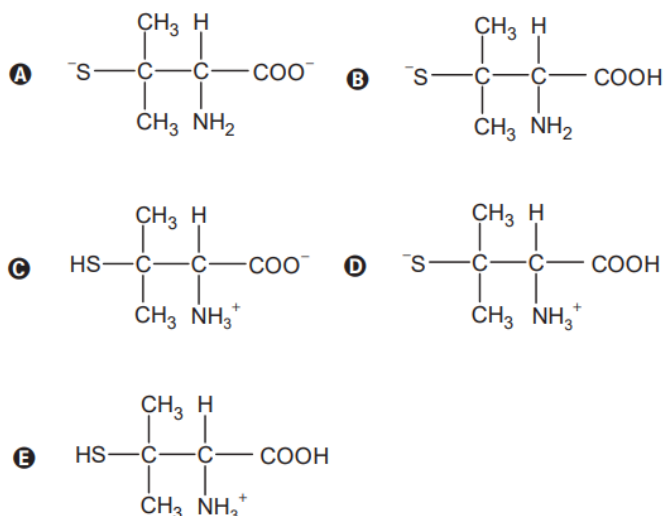
- b) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- c) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- d) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- e) anfífila, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

12 - A penicilamina é um medicamento de uso oral utilizado no tratamento de várias doenças. Esse composto é excretado na urina, cujo pH se situa entre 5 e 7. A penicilamina, cuja fórmula estrutural plana está apresentada, possui três grupos funcionais que podem ser ionizados:

- carboxila: $-\text{COOH}$, cujo pKa é igual a 1,8;
- amino: $-\text{NH}_2$, que pode ser convertido em amônio ($-\text{NH}_3^+$, cujo pKa é igual a 7,9);
- tiol: $-\text{SH}$, cujo pKa é igual a 10,5. Sabe-se que $\text{pKa} = -\log K_a$



Qual estrutura derivada da penicilamina é predominantemente encontrada na urina?



13 - Durante a reforma de uma casa um operário observou que ao abrir a lata de tinta à mesma encontrava-se com um

aspecto gelatinoso. Ao fazer a leitura do rótulo leu a seguinte instrução: “*Mexer bastante a tinta antes de colocar água*”. Tal orientação deve-se ao fato da aplicação de força promover a transformação do coloide (tinta) do estado gel para o de sol, fenômeno conhecido como tixotropia.

Tal fenômeno deve-se a mudança na

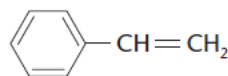
- a) dureza.
- b) densidade.
- c) viscosidade.
- d) ductibilidade.
- e) maleabilidade.

14 - No preparo da maionese utilizamos os seguintes ingredientes: óleo, vinagre e ovos. O óleo por ter caráter apolar não é miscível no vinagre (solução aquosa de ácido acético) o que se torna necessário o uso de ovos para promover tal interação.

Com base na mistura citada podemos afirmar que

- a) a maionese é um coloide líofilo.
- b) o ovo permite aumentar a tensão superficial.
- c) o ovo permite a formação de cargas na mistura.
- d) o ovo permite a formação da camada de solvatação.
- e) a porção lipídica do ovo permite formar micelas.

15 - O monômero utilizado na preparação do poliestireno é o estireno:



O poliestireno expandido, conhecido como isopor, é fabricado polimerizando-se o monômero misturado com pequena quantidade de um outro líquido. Formam-se pequenas esferas de poliestireno que aprisionam esse outro líquido. O posterior aquecimento das esferas a 90 °C, sob pressão normal, provoca o amolecimento do poliestireno e a vaporização total do líquido aprisionado, formando-se, então, uma espuma de poliestireno (isopor). Considerando que o líquido de expansão não deve ser polimerizável e deve ter ponto de ebulição adequado, dentre as substâncias abaixo,

	Substância	Temperatura de ebulição (°C), à pressão ambiente
I	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36
II	$\text{NC} - \text{CH} = \text{CH}_2$	77
III	$\text{H}_3\text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_3$	138

é correto utilizar, como líquido de expansão, apenas:

- I
- II
- III
- I ou II
- I ou III

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	E	C	E	C	A	C	D	D	A	D	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	B	D	C	D	B	E	B	D	B	E	C

Questão	13	14	15
Gabarito	C	D	A

Aula 20: Soluções - Parte 1: Solubilidade e Relações de Concentração

1 – Introdução:

Nas soluções o disperso é conhecido como **soluto** (componente em menor quantidade) e o dispersante é conhecido como **solvente** (componente em maior quantidade).

Ex: no soro fisiológico temos uma solução aquosa 0,9% de cloreto de sódio - o NaCl é o soluto e a água é o solvente.

2 - Classificação:

2.1 - A solução pode ser classificada quanto ao estado físico da solução:

- Solução sólida: nesse tipo de solução o solvente é sólido. Ex: amálgama: mercúrio(L) dissolvido em ouro(s); bronze: estanho(s) dissolvida em cobre(s).

- Solução líquida: nesse tipo de solução o solvente é líquido. Ex: soro glicosado: glicose(s) dissolvido em água(L); cachaça: etanol(L) dissolvido em água(L).

- Solução gasosa: nesse tipo de solução o solvente é gasoso. Ex: ar atmosférico filtrado: o $O_2(g)$ encontra-se disperso no $N_2(g)$.

Detalhe: toda mistura gasosa é uma solução gasosa não interessando se as substâncias são polares ou apolares.

2.2 - Quanto à condutividade elétrica:

- Solução iônica ou eletrolítica: é caracterizada pela presença de íons - normalmente o soluto corresponde a sais, bases ou ácidos. Ex: $HCl \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ - a presença de íons permite o fechamento do circuito uma vez que se deslocam na direção dos polos do gerador, ou seja, permite a condutividade elétrica.

- Solução molecular ou não-eletrolítica: é caracterizada pela ausência de íons - normalmente ocorre em álcoois e carboidratos.

Ex: $C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow$ - a ausência de íons impossibilita o fechamento do circuito, ou seja, não permite a condutividade elétrica.

2.3 - Quanto à relação concentração e coeficiente de solubilidade:

Juntando-se gradativamente sal comum à água, em temperatura constante e sob agitação contínua, verifica-se que, em dado momento, o sal não se dissolve mais. No caso particular do NaCl, isso ocorre quando há aproximadamente

360 g de sal por litro de água. Daí em diante, toda quantidade adicional de sal que for colocada no sistema irá depositar-se (ou precipitar) no fundo do recipiente; dizemos então que ela se tornou uma solução saturada ou que atingiu o ponto de saturação.



O ponto de saturação depende do soluto, do solvente e das condições físicas (a temperatura sempre influi, e a pressão é especialmente importante em soluções que contêm gases).

O ponto de saturação é definido pelo coeficiente (ou grau) de solubilidade.

Coeficiente de solubilidade (ou grau de solubilidade) é a quantidade necessária de uma substância (em geral, em gramas) para saturar uma quantidade padrão (em geral, 100 g, 1.000 g ou 1 L) de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão.

Por exemplo, os coeficientes de solubilidade em água, a 0 °C:

- para o NaCl é igual a 357 g/L;
- para o $AgNO_3$, vale 1.220 g/L;
- para o $CaSO_4$, é igual a 2 g/L.

Quando o coeficiente de solubilidade é praticamente nulo, dizemos que a substância é insolúvel naquele solvente; é o caso do cloreto de prata, cujo grau de solubilidade em água é 0,014 g/L. Em se tratando de dois líquidos, dizemos que são imiscíveis; é o caso de água e óleo.

Quando duas substâncias se dissolvem em qualquer proporção (coeficiente de solubilidade infinito), dizemos que elas são totalmente miscíveis; é o caso da mistura de água com álcool.

Em função do ponto de saturação, classificamos as soluções em:

- não-saturadas (ou insaturadas): contêm menos soluto do que o estabelecido pelo coeficiente de solubilidade;
- saturadas: atingiram o coeficiente de solubilidade;
- supersaturadas: ultrapassaram o coeficiente de solubilidade.

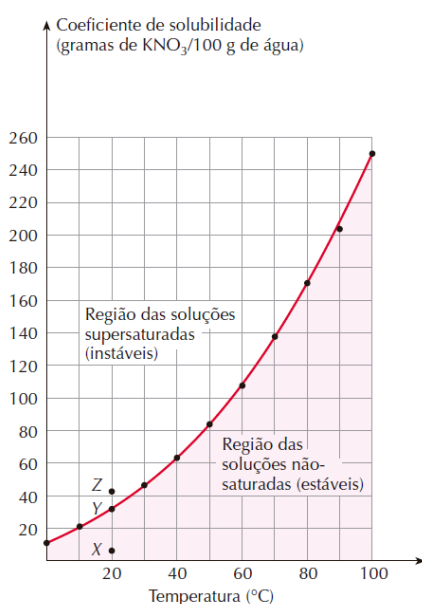
Essa classificação pode ser representada esquematicamente do seguinte modo:



Note que o ponto de saturação representa um limite de estabilidade. Conseqüentemente, as soluções supersaturadas só podem existir em condições especiais e, quando ocorrem, são sempre instáveis.

Na prática, é muito fácil distinguir as soluções — não-saturada, saturada sem corpo de fundo e supersaturada.

Detalhe: como classificar uma solução por meio de um gráfico?

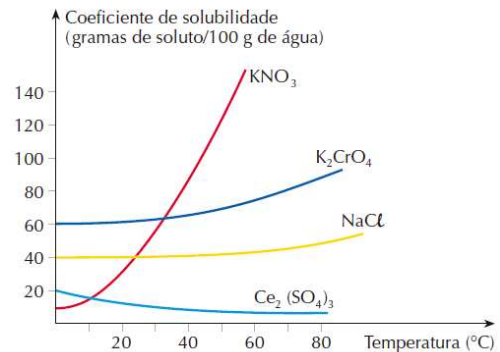


Os pontos sobre a linha a exemplo do ponto Y caracterizam soluções saturadas.

2.4 - Quanto ao tipo de dissolução:

- Dissolução Endotérmica: o aumento da temperatura permite aumentar a solubilidade do soluto no meio.
- Dissolução Exotérmica: o aumento da temperatura permite reduzir a solubilidade do soluto no meio.

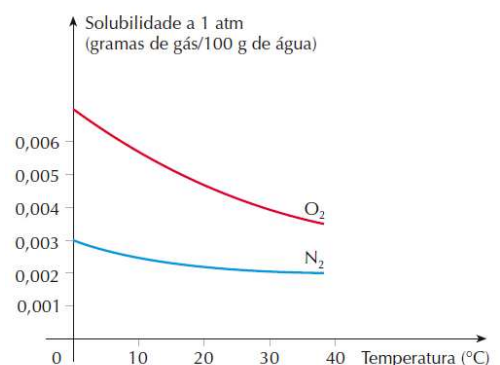
Observe o gráfico a baixo:



Os solutos KNO_3 , K_2CrO_4 e NaCl apresentam dissoluções endotérmicas, ou seja, ao serem adicionados a água irei reduzir a temperatura da mesma.

Já o $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ possui dissolução exotérmica, ou seja, ao ser adicionado em água irá aumentar a temperatura da mesma.

Detalhe: todo gás possui dissolução exotérmica, ou seja, o aumento da temperatura reduz a solubilidade do gás no meio. Tal situação é importante para o entendimento da poluição térmica.



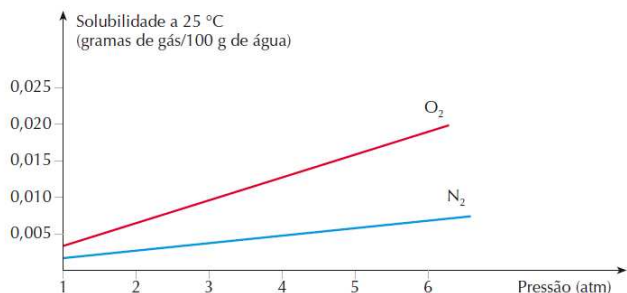
Ainda com relação a dissolução de um gás temos o fator pressão:

Aumentando-se a pressão sobre o gás, estaremos, de certo modo, empurrando o gás para dentro do líquido, o que equivale a dizer que a solubilidade do gás aumenta. Quando o gás não reage com o líquido, a influência da pressão é expressa pela lei de Henry, que estabelece:

Em temperatura constante, a solubilidade de um gás em um líquido é diretamente proporcional à pressão sobre o gás. Em termos de equação temos:

$$\text{Solubilidade de um gás} = K \times \text{Pressão}$$

Nessa expressão, k é uma constante de proporcionalidade que depende da natureza do gás e do líquido e, também, da própria temperatura.



3 - Relações de Concentração:

A - Concentração comum ou, simplesmente, concentração:

Concentração é o quociente entre a massa do soluto e o volume da solução.

Exemplo:

<p>Havendo 20 g de NaCl em 1 litro de solução:</p> <p>Neste caso, diremos que a concentração será:</p> $C = \frac{20}{1} \text{ ou } C = 20 \text{ g/L}$	<p>Havendo 60 g de NaCl em 3 litros de solução:</p> <p>Se há 60 g de NaCl em 3 L de solução... ... então haverá $\frac{60}{3} = 20$ g de NaCl em cada litro de solução.</p> <p>A concentração, neste caso, será também:</p> $C = \frac{60}{3} \text{ ou } C = 20 \text{ g/L}$
--	--

B - Título ou fração em massa:

Título em massa de uma solução é o quociente entre a massa do soluto e a massa total da solução (soluto + solvente).

Exemplo:

Imagine uma solução formada por 10 g de cloreto de sódio e 90 g de água. A massa total será: 10 g + 90 g = 100 g de solução. Assim, podemos dizer que:

- $\frac{10}{100} = 0,1$ é a fração da massa total que corresponde ao NaCl;
- $\frac{90}{100} = 0,9$ é a fração da massa total que corresponde ao H₂O.

C - Título ou fração em volume:

Título em volume de uma solução é o quociente entre a volume do soluto e o volume total da solução (soluto + solvente).

Exemplo:

Imagine uma frasco de álcool onde no rótulo temos: etanol 96% em volume - interpretação: em 100mL de solução temos 96 mL de etanol.

Detalhe importante:

Como interpretar o rótulo do soro fisiológico quando diz: solução aquosa de NaCl 0,9% m/v?

- Em 100mL de solução temos 0,9g de NaCl

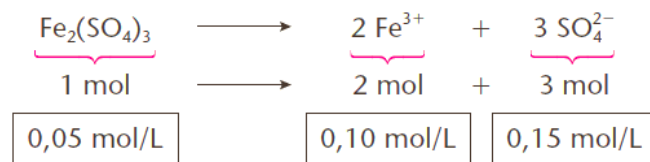
D - Concentração em mols por litro ou concentração molar:

Concentração em mols por litro ou concentração molar da solução é a quantidade, em mols, do soluto existente em 1 litro de solução.

<p>Havendo 0,5 mol de açúcar em 1 litro de solução:</p> <p>Neste caso, a molaridade será:</p> $M = \frac{0,5}{1} \text{ ou } M = 0,5 \text{ mol/L}$	<p>Havendo 1,5 mol de açúcar em 3 litros de solução:</p> <p>Se há 1,5 mol em 3 L... ... então haverá $\frac{1,5}{3} = 0,5$ mol em cada litro de solução.</p> <p>A molaridade, neste caso, será também:</p> $M = \frac{1,5}{3} \text{ ou } M = 0,5 \text{ mol/L}$
---	---

Alerta: concentração molar envolvendo íons:

Observe o exemplo abaixo:



E - Fração em mols ou fração molar:

Fração em mols ou fração molar do soluto, em uma solução, é o quociente entre a quantidade de mols do soluto e a quantidade total de mols na solução (soluto + solvente).

Exemplo:

Se tivermos 2 mols de soluto e 6 mols de solvente, teremos 8 mols no total e diremos que:

- a fração em mols do soluto é $2 \div 8 = 0,25$
- a fração em mols do solvente é $6 \div 8 = 0,75$

A fração molar não tem unidade (é um número puro) e varia entre zero e um ($0 < x < 1$).

É importante notar também que a soma das frações molares do soluto e do solvente é sempre igual a 1 — veja o exemplo acima, em que temos $0,25 + 0,75 = 1$.

É fácil também perceber que, se multiplicarmos x_1 e x_2 por 100, teremos as porcentagens em mols, do soluto e do solvente, na

solução. Segundo o exemplo dado, teremos: 25% do soluto, em mols, e 75% do solvente, em mols.

F - Partes por milhão (ppm):

É usada para soluções extremamente diluídas, isto é, que apresentam uma quantidade de soluto muito pequena dissolvida em uma quantidade muito grande de solvente (ou de solução). Por exemplo, sabemos que a qualidade do ar atmosférico se torna inadequada quando há mais de 0,000015 g de monóxido de carbono (CO) por grama de ar.

Para evitar o uso de valores tão pequenos quanto 0,000015 (ou seja, 15×10^{-6}), pode-se estabelecer a seguinte relação:

Se $15 \cdot 10^{-6}$ g de CO — 1 g de ar
 Multiplicando por 10^6 — então: 15 g de CO — 10^6 g de ar
 10^6 g de ar (ou 1 milhão de gramas de ar)

Dizemos então que há 15 partes de CO em 1 milhão de partes do ar ou, abreviadamente, 15 ppm de CO no ar. Como a comparação foi feita entre massa (gramas de CO) e massa (gramas de ar), costuma-se especificar ppm (*m/m*). Essa notação evita a confusão entre comparações semelhantes, mas feitas entre massa e volume (*m/V*), volume e volume (*V/V*), etc.

Um conceito muito semelhante ao de ppm é o de partes por bilhão (ppb), no qual a comparação é feita entre 1 parte e 1 bilhão (10^9) de partes.

Exercícios Fundamentais

1 - O álcool hidratado utilizado como combustível veicular é obtido por meio da destilação fracionada de soluções aquosas geradas a partir da fermentação de biomassa. Durante a destilação, o teor de etanol da mistura é aumentado, até o limite de 96 % em massa. Considere que, em uma usina de produção de etanol, 800 kg de uma mistura etanol/água com concentração 20 % em massa de etanol foram destilados, sendo obtidos 100 kg de álcool hidratado 96 % em massa de etanol. A partir desses dados, é correto concluir que a destilação em questão gerou um resíduo com uma concentração de etanol em massa

- a) de 0 %. b) de 8,0 %.
 c) entre 8,4 % e 8,6 %. d) entre 9,0 % e 9,2 %.
 e) entre 13 % e 14 %.

2 - Uma amostra de 5 L de benzeno líquido, armazenada em um galpão fechado de 1500 m^3 contendo ar atmosférico, evaporou completamente. Todo o vapor permaneceu no interior do galpão. Técnicos realizaram uma inspeção no local, obedecendo às normas de segurança que indicam o tempo máximo de contato com os vapores tóxicos do benzeno.

Observe a tabela:

Tempo máximo de permanência (h)	Concentração de benzeno na atmosfera ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
2	4
4	3
6	2
8	1

Considerando as normas de segurança, e que a densidade do benzeno líquido é igual a $0,9 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, o tempo máximo, em horas, que os técnicos podem permanecer no interior do galpão, corresponde a:

- a) 2 b) 4
 c) 6 d) 8

3 - Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito usado pela indústria alimentícia, principalmente nos refrigerantes diet, tem valor energético que corresponde a 4 calorias/grama. É contraindicado a portadores de fenilcetonúria, uma doença genética rara que provoca o acúmulo da fenilalanina no organismo, causando retardo mental. O IDA (índice diário aceitável) desse adoçante é 40 mg/kg de massa corpórea.

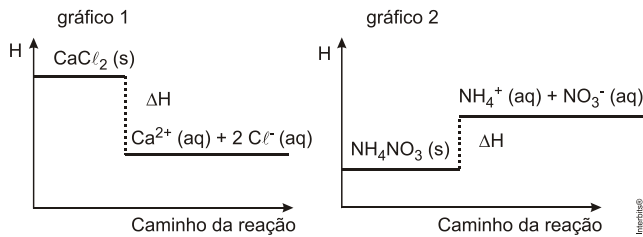
Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de

Dado: massa molar do aspartame = 294 g/mol

- a) $1,3 \times 10^{-4}$.
 b) $9,5 \times 10^{-3}$.
 c) 4×10^{-2} .
 d) 2,6.
 e) 823.

4 - As bolsas instantâneas, frias ou quentes, usadas nos atletas que sofrem distensões musculares, dividem-se em dois compartimentos: um contendo água líquida e outro contendo um sal, que absorve ou libera calor quando em contato com a água.

As reações químicas que ocorrem nas bolsas instantâneas são representadas nos gráficos a seguir.



Com base no enunciado e nos conhecimentos sobre calor de reação, é correto afirmar:

- A bolsa quente é constituída de nitrato de amônio.
- A dissociação iônica do cloreto de cálcio libera calor.
- A dissociação iônica do nitrato de amônio é exotérmica.
- As dissoluções de sais em água são exotérmicas.
- A bolsa fria é constituída de cloreto de cálcio.

5 - A utilização de processos de biorremediação de resíduos gerados pela combustão incompleta de compostos orgânicos tem se tornado crescente, visando minimizar a poluição ambiental. Para a ocorrência de resíduos de naftaleno, algumas legislações limitam sua concentração em até 30mg/kg para solo agrícola e 0,14mg/L para água subterrânea. A quantificação desse resíduo foi realizada em diferentes ambientes, utilizando-se amostras de 500g de solo e 100mL de água, conforme apresentado no quadro.

Ambiente	Resíduo de naftaleno (g)
Solo I	$1,0 \times 10^{-2}$
Solo II	$2,0 \times 10^{-2}$
Água I	$7,0 \times 10^{-6}$
Água II	$8,0 \times 10^{-6}$
Água III	$9,0 \times 10^{-6}$

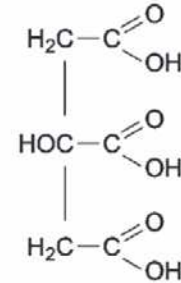
O ambiente que necessita de biorremediação é o(a)

- solo I.
- solo II.
- água I.
- água II.
- água III.

Exercícios Aprofundados

6 – Soluções contendo sais minerais e glicose são empregadas na reidratação de pacientes que perderam muito líquido. Uma de tais soluções reidratantes tem a seguinte composição

Cloreto de sódio	0,360 mol.L ⁻¹
Citrato de potássio mono-hidratado	0,066 mol.L ⁻¹
Citrato de sódio di-hidratado	0,034 mol.L ⁻¹
Glicose	0,960 mol.L ⁻¹



ÁCIDO CÍTRICO

As concentrações molares de íons sódio e de íons citrato na solução são, respectivamente,

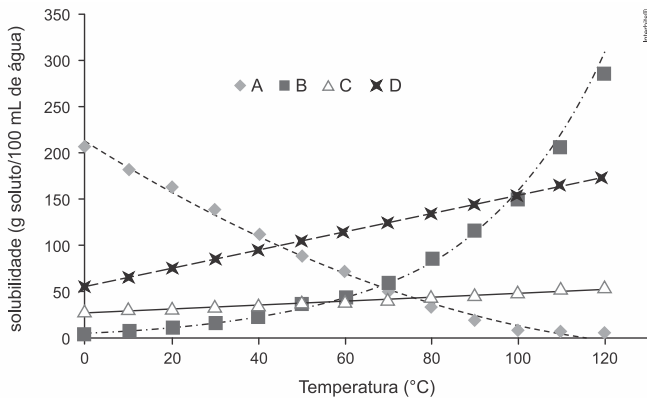
- 0,034 mol.L⁻¹ e 0,100 mol.L⁻¹
- 0,394 mol.L⁻¹ e 0,066 mol.L⁻¹
- 0,462 mol.L⁻¹ e 0,100 mol.L⁻¹
- 0,034 mol.L⁻¹ e 0,066 mol.L⁻¹
- 0,360 mol.L⁻¹ e 0,100 mol.L⁻¹.

7 – O rótulo de uma solução de ácido sulfúrico comercial indica H₂SO₄ 90% (em massa) e densidade de 1,8 g/cm³. Que volume, aproximado em mL, deste ácido deve ser usado para preparar 250,0 mL de H₂SO₄ 4 mol/L?

Dados: H₂SO₄ = 98g/mol

- 15.
- 30.
- 61.
- 100.
- 125.

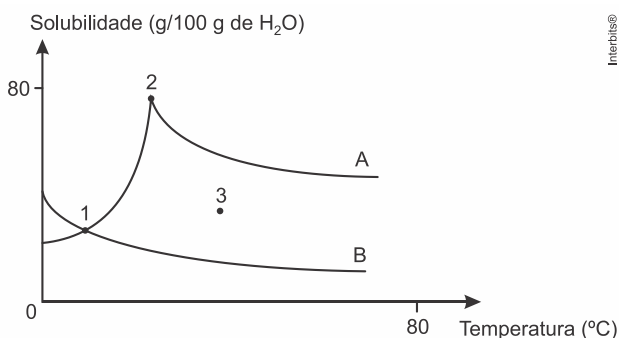
8 - A recristalização é uma técnica de purificação de sólidos. Ela consiste na solubilização à quente do produto em um solvente adequado, filtração da solução para retirada dos contaminantes insolúveis e permite que a solução atinja a temperatura ambiente (20 °C) para formação dos cristais purificados. Um produto X deve ser recristalizado. Estão disponíveis quatro solventes, A, B, C e D, e a curva de solubilidade de X nesses quatro solventes (em g soluto/100 mL de solvente) é mostrada abaixo.



De acordo com as informações, assinale a opção que apresenta o solvente mais adequado para a recristalização de X, na temperatura de 100 °C, de forma a otimizar o rendimento deste procedimento.

- A
- B
- C
- D
- Nenhum solvente é adequado

9 - A figura a seguir representa as curvas de solubilidade de duas substâncias A e B.



Com base nela, pode-se afirmar que:

- No ponto 1, as soluções apresentam a mesma temperatura mas as solubilidades de A e B são diferentes.
- A solução da substância A está supersaturada no ponto 2.
- As soluções são instáveis no ponto 3.
- As curvas de solubilidade não indicam mudanças na estrutura dos solutos.
- A solubilidade da substância B segue o perfil esperado para a solubilidade de gases em água.

10 - Os medicamentos atualmente conhecidos como genéricos apresentam, em sua composição, substâncias equivalentes às das marcas tradicionais, com preços mais baixos. Para estimular o crescimento das crianças, recomenda-se a ingestão de comprimidos que contêm $2,43 \times 10^{-2}$ g de ZnO, por comprimido.

O medicamento genérico utilizado em substituição ao comprimido tradicional apresenta a seguinte composição:

Solução aquosa de $ZnSO_4$ de concentração igual a 0,10 mol/L. Para a ingestão da mesma massa de Zn^{+2} contida em um comprimido, o volume necessário da solução de $ZnSO_4$, em mL, corresponde a:

Dados: Zn = 65g/mol ; O = 16g/mol

- 1,5
- 3,0
- 15,0
- 30,0
- 45,0

11 - O organoclorado conhecido como DDT, mesmo não sendo mais usado como inseticida, ainda pode ser encontrado na natureza, em consequência de sua grande estabilidade. Ele se acumula em seres vivos pelo processo denominado de biomagnificação ou magnificação trófica.

Foram medidas, em partes por milhão, as concentrações desse composto obtidas em tecidos de indivíduos de três espécies de um mesmo ecossistema, mas pertencentes a diferentes níveis tróficos, com resultados iguais a 15,0, 1,0 e 0,01.

As concentrações de DDT nos tecidos dos indivíduos da espécie situada mais próxima da base da cadeia alimentar e da situada mais próxima do topo dessa cadeia, em gramas de DDT por 100 gramas de tecido, foram, respectivamente, iguais a:

- $1,0 \times 10^{-3}$ e $1,0 \times 10^{-5}$
- $1,5 \times 10^{-4}$ e $1,0 \times 10^{-4}$
- $1,0 \times 10^{-4}$ e $1,5 \times 10^{-4}$
- $1,0 \times 10^{-6}$ e $1,5 \times 10^{-3}$
- $1,0 \times 10^{-6}$ e $1,5 \times 10^{-5}$

12 - Recentemente, na Bélgica, descobriu-se que frangos estavam contaminados com uma dioxina contendo 44%, em massa, do elemento cloro. Esses frangos apresentavam, por kg, $2,0 \times 10^{-13}$ mol desse composto, altamente tóxico.

Supondo que um adulto possa ingerir, por dia, sem perigo, no máximo $3,23 \times 10^{-11}$ g desse composto, a massa máxima diária, em kg de frango contaminado, que tal pessoa poderia consumir seria igual a:

Dados:

1 mol da dioxina contém 4 mols de átomos de cloro.

massa molar do cloro (Cl) = 35,5 g/mol

- 0,2
- 0,5
- 1
- 2
- 3

ENEM e Simulados

1 - A terapia de reidratação oral (TRO) é um método eficaz na prevenção e no tratamento da desidratação, especialmente nos casos de diarreia aguda. Esse tratamento é especialmente importante porque utiliza ingredientes de fácil acesso e que podem ter suas quantidades medidas de maneira prática. Em um posto de saúde, um médico precisa passar uma receita de

soro caseiro para um paciente desidratado. Sabe-se que as concentrações de açúcar e de cloreto de sódio em uma solução aquosa usada para TRO devem ser de 2,0% m/m e 0,5% m/m, respectivamente, e que uma colher de chá equivale a 10 g. Quantas colheres de chá de açúcar e de sal devem ser recomendadas para a preparação de um litro de soro caseiro?

- a) Meia colher de açúcar e uma colher de sal.
- b) Uma colher de açúcar e uma colher de sal.
- c) Uma colher de açúcar e duas colheres de sal.
- d) Duas colheres de açúcar e meia colher de sal.
- e) Duas colheres de açúcar e uma colher de sal.

2 - A utilização de animais em pesquisas requer, em determinado momento, a realização de eutanásia, que deve sempre visar ao não sofrimento do animal. O carbamato de etila, também conhecido como uretano, é muito utilizado como anestésico em procedimentos terminais realizados em ratos cobaias. A concentração da solução adotada nesse procedimento é de 28% m/V e a dose varia de 1 000 a 1 500 mg/kg do animal.

Considerando as informações, o volume máximo, em mL, que pode ser injetado em um animal cuja massa seja igual a 300 g é

- a) 0,16.
- b) 1,07.
- c) 1,60.
- d) 10,7.
- e) 16,0.

3 - Todos os processos físicos e químicos envolvem variações energéticas, além de transformações materiais (reações químicas) e mudanças de estado físico. Dessa maneira, a técnica de calorimetria se baseia justamente na medição das variações energéticas (absorção ou liberação de calor) que acompanham os processos físicos e químicos. As reações de dissolução são suscetíveis à observação calorimétrica direta. A tabela mostra a variação de entalpia de dissolução de um mol de uma substância na água.

Substância	$\Delta H_{\text{dissolução}}$ (kJ · mol ⁻¹)
Na ₂ CO ₃	-23,29
CuSO ₄ · 5 H ₂ O	-15,90
NaHCO ₃	+17,15

Considerando as substâncias apresentadas, a dissolução

- a) exotérmica para o sal Na₂CO₃, pois há absorção de calor do meio reacional.
- b) exotérmica para o sal NaHCO₃, pois há diminuição da temperatura do meio reacional.
- c) endotérmica para o sal CuSO₄ · 5 H₂O, pois há aumento da temperatura do meio reacional.
- d) exotérmica para os sais CuSO₄ · 5 H₂O e Na₂CO₃, pois há liberação de calor para o meio reacional.
- e) endotérmica para os sais CuSO₄ · 5 H₂O e NaHCO₃, pois há absorção de calor do meio reacional.

4 - O etanol é um combustível produzido a partir da fermentação da sacarose presente no caldo de cana-de-açúcar. Um dos fatores que afeta a produção desse álcool é o grau de deterioração da sacarose, que se inicia após o corte, por causa da ação de microrganismos. Foram analisadas cinco amostras de diferentes tipos de cana-de-açúcar e cada uma recebeu um código de identificação. No quadro são apresentados os dados de concentração de sacarose e de microrganismos presentes nessas amostras.

	Amostra de cana-de-açúcar				
	RB72	RB84	RB92	SP79	SP80
Concentração inicial de sacarose (g L ⁻¹)	13,0	18,0	16,0	14,0	17,0
Concentração de microrganismos (mg L ⁻¹)	0,7	0,8	0,6	0,5	0,9

Pretende-se escolher o tipo de cana-de-açúcar que conterà o maior teor de sacarose 10 horas após o corte e que, conseqüentemente, produzirá a maior quantidade de etanol por fermentação. Considere que existe uma redução de aproximadamente 50% da concentração de sacarose nesse tempo, para cada 1,0 mg L⁻¹ de microrganismos presentes na cana-de-açúcar.

Qual tipo de cana-de-açúcar deve ser escolhido?

- a) RB72
- b) RB84
- c) RB92
- d) SP79
- e) SP80

5 - A água sanitária é um produto muito utilizado em atividades domésticas por apresentar ação bactericida, alvejante e desodorizante devido, em boa parte, à presença de hipoclorito de sódio (NaClO) em sua composição. A análise em laboratório de uma amostra de água sanitária constatou que existia 0,12 mol de hipoclorito de sódio em 400 mL do produto. Considerando as massas molares, em $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, de O = 16, Na = 23 e Cl = 35,5, a concentração, em $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, de hipoclorito de sódio nessa amostra de água sanitária analisada é igual a

- a) 8,94.
- b) 10,65.
- c) 11,18.
- d) 22,35.
- e) 37,25.

6 - O Absinto é uma bebida destilada de elevado teor alcoólico (45 a 85%) feita a partir de uma mistura de álcool e ervas, principalmente a losna (*Artemisia absinthium*). Na produção, essas ervas são inicialmente colocadas em um tanque para maceração, juntamente com álcool etílico (cerca de 80%). O extrato alcoólico resultante é filtrado e colocado em um destilador, onde os óleos essenciais das

ervas evaporam juntamente com o etanol, abandonando os ingredientes indesejados. O resultado é o Absinto Blanche (branco), um líquido cristalino, muito aromático e de alta graduação alcoólica que já pode ser comercializado. No entanto, como o teor alcoólico máximo permitido no Brasil é de 54% V/V, ele é diluído em água para atingir o teor alcoólico desejado.

Considerando que a densidade do etanol é igual a $0,8 \text{ g/cm}^3$, qual é o teor alcoólico máximo permitido para essa bebida no Brasil?

- a) 320 g/L
- b) 360 g/L

- c) 432 g/L
- d) 640 g/L
- e) 680 g/L

7 - Os gases lacrimogênicos são armas não letais utilizadas por policiais e forças armadas no intuito de dispersar ou controlar multidões em protestos ou manifestações. Esses gases são constituídos por três compostos que são utilizados separadamente: CN (cloroacetofenona), CS (2-clorobenzilideno malononitrila) e CR (dibenz1:4-oxazepina). O CS, com massa molar igual a 155 g, produz efeitos lacrimejantes em concentrações próximas a $0,0003 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, intoleráveis em uma concentração de $0,0045 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e letais se atingir $0,85 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, em 10 minutos de exposição.

A concentração letal de CS é de, aproximadamente,

- a) $2,9 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$.
- b) $1,9 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$.
- c) $5,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$.
- d) $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$.
- e) $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

8 - Os refrigerantes estão sujeitos à deterioração causada por leveduras, mofo e bactérias, provocando turvações e alterações no sabor e no odor. O ácido benzóico (INS 211) atua contra praticamente todas as espécies de microrganismos. É barato e bem tolerado pelo organismo humano. O teor máximo permitido no Brasil é de 500 mg de ácido benzóico por 100 mL de refrigerante.

Considere as massas molares dos elementos H, C e O, respectivamente, iguais a 1, 12 e $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

A concentração máxima deste conservante em refrigerantes, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, é de aproximadamente

- a) $1,6 \cdot 10^{-3}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-2}$
- c) $4,7 \cdot 10^{-2}$
- d) $8,0 \cdot 10^{-2}$
- e) $1,7 \cdot 10^{-1}$

9 - O Decreto nº 9 713, de 19 de abril de 1977, tornou obrigatória a introdução de uma gota de solução de nitrato de prata (AgNO_3) de concentração 1% (m/v) em cada um dos olhos de recém-nascidos, dentro de até uma hora depois do nascimento da criança, para ajudar a prevenir a oftalmia (conjuntivite) gonocócica.

Considere as massas molares (g/mol): $\text{Ag} = 108$; $\text{AgNO}_3 = 170$ e o volume de uma gota = 0,05 mL.

Com base no texto, a massa de prata, em mg, inserida nos dois olhos de uma única criança é mais próxima de

- a) 0,1. b) 0,2.
c) 0,6. d) 1,0.
e) 1,6.

10 - As soluções de hipoclorito de sódio têm ampla aplicação como desinfetantes e alvejantes. Em uma empresa de limpeza, o responsável pela área de compras deve decidir entre dois fornecedores que têm produtos similares, mas com diferentes teores de cloro. Um dos fornecedores vende baldes de 10 kg de produto granulado, contendo 65% de cloro ativo, a um custo de R\$ 65,00. Outro fornecedor oferece, a um custo de R\$ 20,00, bombonas de 50 kg de produto líquido contendo 10% de cloro ativo.

Considerando apenas o quesito preço por kg de cloro ativo e desprezando outras variáveis, para cada bombona de 50 kg haverá uma economia de

- a) R\$ 4,00. b) R\$ 6,00.
c) R\$ 10,00. d) R\$ 30,00.
e) R\$ 45,00.

11 - O consumo excessivo de sal de cozinha é responsável por várias doenças, entre elas a hipertensão arterial. O sal rosa é uma novidade culinária pelo seu baixo teor de sódio se comparado a de outros sais. Cada 1 g desse sal contém cerca de 230 mg de sódio contra os cerca de 400 mg de sódio encontrados nessa mesma quantidade de um sal de cozinha tradicional. Estima-se que no Brasil a dose diária de consumo de sal de cozinha seja de 12 g, e a dose máxima recomendada é de menos de 5 g por dia. Considere a massa molar do sódio igual a 23 g/mol.

Considerando-se a dose estimada de consumo de sal de cozinha no Brasil, em 30 dias um indivíduo que substituir o sal de cozinha tradicional pelo sal rosa promove uma redução na quantidade de sódio ingerida, em mol, mais próxima de

- a) 1,1.
b) 2,7.
c) 3,6.

- d) 6,3
e) 9,9.

12 - O cloreto de potássio é um composto inorgânico salino, de fórmula química KCl, cujo uso é amplamente difundido no meio médico como repositor de potássio no organismo. Os valores de referência para o potássio sérico no corpo humano encontram-se entre 3,5 mmol/L a 5,0 mmol/L. Esse eletrólito é o íon intracelular mais abundante, sendo essencial em diversos processos fisiológicos, especialmente na transmissão dos impulsos nervosos, promovendo a contração dos músculos.

Dados: massa molar: $\text{KCl} = 74,5$ g/mol; $1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol}$.

Na constituição de um medicamento injetável, com uma solução de volume 50 mL, as quantidades mínima e máxima de cloreto de potássio (KCl), em miligramas, devem ser, respectivamente,

- a) $13 \cdot 10^{-3}$ e $18,6 \cdot 10^{-3}$.
b) 0,13 e 0,186.
c) 1,3 e 1,86.
d) 13 e 18,6.
e) 130 e 186.

13 - A vitamina C – ácido ascórbico – desempenha várias funções no corpo humano. Ela interfere no metabolismo do ferro, da glicose e de outros glicídios, bem como na saúde dos dentes e gengiva. O aumento do seu consumo é particularmente indicado para pessoas portadoras de processos infecciosos como gripes e inflamações.

A acerola contém 40 a 80 vezes mais vitamina C do que o suco de limão ou laranja, fontes tradicionais dessa vitamina. Um estudo foi realizado para mensurar o teor de vitamina C em polpas de acerola pasteurizadas e não pasteurizadas após um ano congeladas. A concentração inicial de vitamina C nas polpas, antes do congelamento, era igual a 2 079 mg/100 mL de polpa. Os dados coletados são demonstrados na tabela a seguir.

Tempo de congelamento (dias)	Amostra	Teor de vitamina C (mg/100 mL de polpa)
365	Não pasteurizada	1288
365	Pasteurizada	1165

Considere a massa molar do ácido ascórbico igual a $176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

A concentração molar de ácido ascórbico, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, da amostra que apresentou a maior perda de vitamina C em um ano é mais próxima de

- a) 0,045.
b) 0,052.
c) 0,066.
d) 0,073.
e) 0,118.

14 - Durante a prática de atividade física, perde-se líquidos em forma de suor, juntamente com os sais minerais que são

importantes para o equilíbrio fisiológico do organismo. Muitas vezes, o consumo somente de água não repõe a perda de eletrólitos, entretanto, o uso de isotônicos é necessário apenas quando se perde mais de 2% da massa corporal durante a atividade física. A concentração total de sódio nessas soluções, segundo a Anvisa, deve estar entre 0,46 e 1,15 g/L, pois o excesso desse íon pode causar danos à saúde. As tabelas a seguir apresentam, respectivamente, as massas antes e depois da realização de uma atividade física por três atletas e os dados sobre dois isotônicos diferentes.

Atleta	Massa inicial (kg)	Massa final (kg)
A	60,0	59,4
B	70,0	69,0
C	80,0	78,3

Isotônico	Massa de Na (g)	Volume da solução (mL)
I	0,55	500
II	0,35	250

Com base nas informações apresentadas, para repor mais rapidamente os sais minerais perdidos durante a atividade física, o atleta

- A precisa consumir o isotônico I.
- B precisa consumir o isotônico I.
- C precisa consumir o isotônico I.
- B precisa consumir o isotônico II.
- C precisa consumir o isotônico II.

15 - No Brasil, assim como nos Estados Unidos, a medição da glicemia é feita pela medida mg/dL (miligramas por decilitro de sangue), mas há outro tipo de medida utilizado em grande parte do mundo que é considerado o padrão internacional, mmol/L (milimol por litro de sangue). Ao sair do país, é importante prestar atenção na unidade de medida ao comprar tiras de medição, pois os aparelhos brasileiros só utilizam tiras de medição com a medida de mg/dL.

Para adolescentes de 13 a 19 anos, em geral, as metas são:

Glicemia de jejum – maior do que 70 mg/dL e menor do que 130 mg/dL.

Glicemia antes de comer (pré-prandial) – maior do que 70 mg/dL e menor do que 130 mg/dL.

Glicemia duas horas depois de comer (pós-prandial) – maior do que 70 mg/dL e menor do que 180 mg/dL.

Para medir a glicemia pós-prandial de um jovem de 15 anos, usando um aparelho glicosímetro (medidor) comprado em um país que utiliza o padrão internacional, será considerada normal a medida que estiver abaixo de

Dados: massa molar da glicose = 180 g/mol; 1 mmol = 10^{-3} mol; 1 dL = 1/10 L.

- 18 mmol/L.
- 15 mmol/L.
- 10 mmol/L.
- 3 mmol/L.
- 1 mmol/L.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	B	B	B	B	C	C	B	E	B	D	B

Exercícios ENEM e Simulados

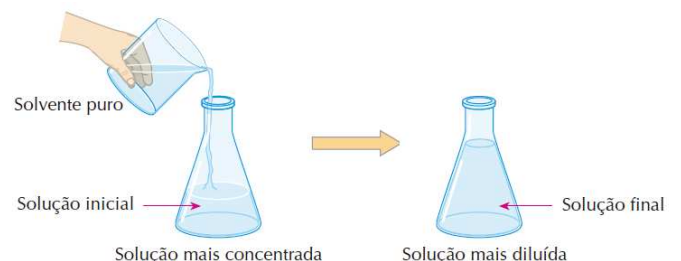
Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	C	D	C	D	C	C	B	C	D	B	D

Questão	13	14	15
Gabarito	C	C	C

Aula 21: Soluções - Parte 2: Mistura de soluções de mesmo soluto, solutos diferentes com e sem reação.

1 - Diluição:

Diluir uma solução significa adicionar a ela uma porção do próprio solvente puro.



Um detalhe importante é perceber que a quantidade de soluto é a mesma mudando apenas a concentração do mesmo uma vez que a quantidade de solvente aumentou.

Relação matemática importante:

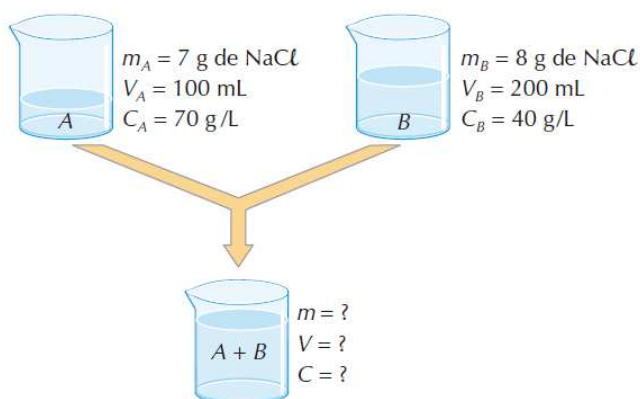
Quantidade de soluto inicial = Quantidade de soluto final

$$C_{\text{INICIAL}} \times V_{\text{INICIAL}} = C_{\text{FINAL}} \times V_{\text{FINAL}}$$

C = Concentração (qualquer relação de concentração);
V = Volume (qualquer unidade).

2 - Mistura de Soluções de Mesmo Soluto:

Observe a seguinte situação:



O volume final é a soma dos volumes iniciais, ou seja, 100mL + 200mL, e a massa final é a massa dos solutos iniciais, ou seja, + 8g.

Podemos calcular a concentração final dividido a massa final pelo volume final: $15 \text{ g} \div 0,3 \text{ L} = 50 \text{ g/L}$

Relação matemática importante:

$$C = \frac{C_A V_A + C_B V_B}{V}$$

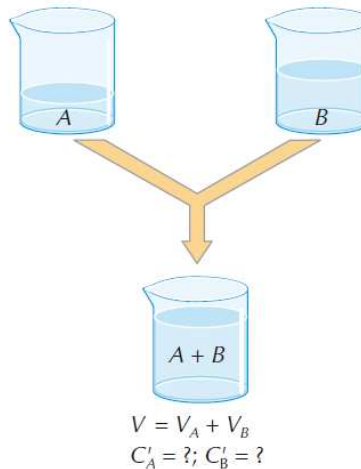
3 - Mistura de Soluções de Solutos Diferentes Sem Reação Química:

Observe a seguinte situação:

$$m_A = 7 \text{ g de NaCl} \quad m_B = 8 \text{ g de KCl}$$

$$V_A = 100 \text{ mL} \quad V_B = 200 \text{ mL}$$

$$C_A = 70 \text{ g/L} \quad C_B = 40 \text{ g/L}$$



Ao misturar as duas soluções observe que a massa de NaCl (7g) se encontra agora em um volume total de 300mL, ou seja, tal processo seria uma 1ª diluição: Concentração final = $7 \text{ g} \div 0,3 \text{ L} = 23,3 \text{ g/L}$; Já a massa de KCl (8g) se encontra agora em um volume total de 300mL, ou seja, tal processo seria uma 2ª diluição: Concentração final = $8 \text{ g} \div 0,3 \text{ L} = 26,6 \text{ g/L}$.

4 - Mistura de Soluções de Solutos Diferentes Com Reação Química:

Observe a seguinte situação:

Juntando-se 300 mL de HCl 0,4 molar com 200 mL de NaOH 0,6 molar, pergunta-se quais serão concentrações molares da solução final com respeito:

- a) ao ácido; b) à base; c) ao sal formado.

Neste exemplo, fala-se de uma mistura de uma solução de HCl com outra, de NaOH. Esses dois solutos reagem de acordo com a equação:

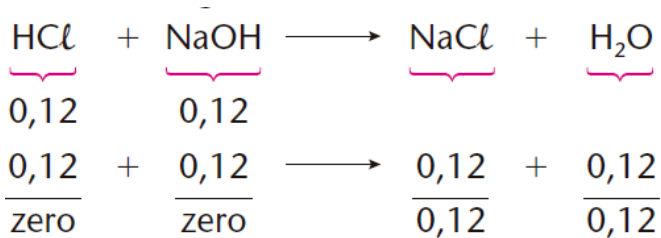


No primeiro momento determinamos a quantidade em mol de cada reagente:

$$\text{HCl} = 0,3 \text{ L} \times 0,4 \text{ mol/L} = 0,12 \text{ mol}$$

$$\text{NaOH} = 0,2 \text{ L} \times 0,6 \text{ mol/L} = 0,12 \text{ mol}$$

Como a proporção, segundo a equação, é de 1 mol de HCl para 1 mol de NaOH e a quantidade em mol de ambos os reagentes é a mesma não haverá excesso por parte de nenhum dos reagentes.



Para determinarmos a concentração final de NaCl vamos dividir 0,12 mol por 0,5L (Volume final) correspondendo ao valor de 0,24mol/L.

Alerta: a água formada não altera o volume do da mistura (despreze a água formada).

Exercícios Fundamentais

1 - Climatério é o nome de um estágio no processo de amadurecimento de determinados frutos, caracterizado pelo aumento do nível da respiração celular e do gás etileno (C₂H₄) Como consequência, há o escurecimento do fruto, o que representa a perda de muitas toneladas de alimentos a cada ano. É possível prolongar a vida de um fruto climatérico pela eliminação do etileno produzido. Na indústria, utiliza-se o permanganato de potássio (KMnO₄) para oxidar o etileno a etilenoglicol (HOCH₂CH₂OH) sendo o processo representado de forma simplificada na equação:



O processo de amadurecimento começa quando a concentração de etileno no ar está em cerca de 1,0mg de (C₂H₄) por kg de ar. As massas molares dos elementos H,C,O,K e Mn são, respectivamente, iguais a 1g/mol, 12g/mol, 16g/mol, 39g/mol e 55g/mol.

A fim de diminuir essas perdas, sem desperdício de reagentes, a massa mínima de KMnO₄ por kg de ar é mais próxima de

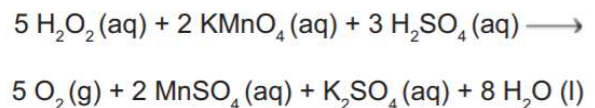
- a) 0,7 mg.
- b) 1,0 mg.
- c) 3,8 mg.
- d) 5,6 mg.
- e) 8,5 mg.

2 - O álcool comercial (solução de etanol) é vendido na concentração de 96%, em volume. Entretanto, para que possa ser utilizado como desinfetante, deve-se usar uma solução alcoólica na concentração de 70%, em volume. Suponha que um hospital recebeu como doação um lote de 1 000 litros de

álcool comercial a 96%, em volume, e pretende trocá-lo por um lote de álcool desinfetante. Para que a quantidade total de etanol seja a mesma nos dois lotes, o volume de álcool a 70% fornecido na troca deve ser mais próximo de

- a) 1 042 L.
- b) 1 371 L.
- c) 1 428 L.
- d) 1 632 L.
- e) 1 700 L.

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



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

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

- a) 2,0×10⁰ mol.
- b) 2,0×10⁻³ mol.
- c) 8,0×10⁻¹ mol.
- d) 8,0×10⁻⁴ mol.
- e) 5,0×10⁻³ mol.

4 - Na neutralização de 30 mL de uma solução de soda cáustica (hidróxido de sódio comercial), foram gastos 20 mL de uma solução 0,5 mol/L de ácido sulfúrico, até a mudança de coloração de um indicador ácido-base adequado para a faixa de pH do ponto de viragem desse processo. Desse modo, é correto afirmar que as concentrações molares da amostra de soda cáustica e do sal formado nessa reação de neutralização são, respectivamente,

- a) 0,01 mol/L e 0,20 mol/L.
- b) 0,01 mol/L e 0,02 mol/L.
- c) 0,02 mol/L e 0,02 mol/L.

- d) 0,66 mol/L e 0,20 mol/L.
e) 0,66 mol/L e 0,02 mol/L.

5 - Adicionou-se 100 mL de solução de $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ de concentração 0,40 mol/L a 100 mL de solução de Na_2S de concentração 0,20 mol/L. Sabendo-se que a reação ocorre com formação de um sal totalmente solúvel (NaNO_3) e um sal praticamente insolúvel (HgS), as concentrações, em mol/L, dos íons Na^+ e Hg^{2+} presentes na solução final são respectivamente:

- a) 0,1 mol/L e 0,2 mol/L
b) 0,2 mol/L e 0,1 mol/L
c) 0,4 mol/L e 0,2 mol/L
d) 0,4 mol/L e 0,1 mol/L
e) 0,2 mol/L e 0,4 mol/L

Exercícios Aprofundados

6 – Um dos indicadores utilizados para a potabilidade da água é a concentração do íon cloreto, que em excesso provoca um sabor salgado à água. Segundo a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, a concentração aceitável é da ordem de 250 mg/L. Para quantificar a presença do íon cloreto em 50,0 mL de água, foram gastos, em uma titulação, 5,0 mL de uma solução de nitrato de prata, AgNO_3 0,050 Mol.L⁻¹. A concentração do íon cloreto na amostra é aproximadamente

- Dados:
a) 0,18 g de cloreto por litro de água analisada e o resultado encontra-se na faixa de aceitação.
b) 0,25 g de cloreto por litro de água analisada e o resultado encontra-se na faixa de aceitação.
c) 0,71 g de cloreto por litro de água analisada e o resultado encontra-se fora da faixa de aceitação.
d) 3,36 g de cloreto por litro de água analisada e o resultado encontra-se na faixa de aceitação.
e) 7,20 g de cloreto por litro de água analisada e o resultado encontra-se fora da faixa de aceitação.

7 -

ÓLEO DIESEL RODOVIÁRIO

O óleo diesel rodoviário é classificado como do tipo A (sem adição de biodiesel) ou do tipo B (com adição de biodiesel).

A Resolução da ANP no 42 apresenta a seguinte nomenclatura para o óleo diesel rodoviário:

“Art. 3o – Fica estabelecido, para feitos desta Resolução, que os óleos diesel A e B deverão apresentar as seguintes nomenclaturas, conforme o teor máximo de enxofre:

Óleo diesel A S10 e B S10: combustíveis com teor de enxofre, máximo, de 10 ppm em massa.

Óleo diesel A S500 e B S500: combustíveis com teor de enxofre, máximo, de 500 ppm em massa.

Óleo diesel A S1800 e B S1800: combustíveis com teor de enxofre, máximo, de 1800 ppm em massa.”

O chamado óleo diesel de referência é produzido especialmente para as companhias montadoras de veículos a diesel, que o utilizam como padrão para a homologação,

ensaios de consumo, desempenho e teste de emissão. No Brasil, devido à segunda fase da crise do petróleo, em 1976, foram criadas leis proibindo a venda de veículos menores movidos a diesel, apesar de haver a fabricação desses veículos em solo nacional para a venda em outros países.

Considerando as informações contidas no texto, depreende-se que a massa de anidrido sulfúrico produzida na combustão completa de 1000 toneladas de diesel S10, considerando um rendimento de 90% é

Dados [Massas molares (g/mol)]: O = 16; S = 32.

- a) 18 g.
b) 18 kg.
c) 20 kg.
d) 22,5 kg.
e) 25 kg.

8 - Na Química, utilizamos um processo chamado de “Titulação” para determinar a quantidade de substância de uma solução, através do confronto com outra espécie química, de concentração e natureza conhecidas. As titulações ácido-base, titulação de oxidação-redução e titulação de complexação são exemplos desse procedimento. No caso de uma titulação ácido-base, em que foi utilizado 87,5 mL de HCL 0,1 M para se neutralizar um certo volume de NaOH 0,35 M, qual a quantidade em mL de NaOH envolvida?

Dados: massa molar do NaOH = 40g; massa molar do HCL= 36,5g

- a) 15,0
b) 25,0
c) 50,0
d) 75,0
e) 87,5

9 - Uma massa igual a 4,0 g de uma base impura (40 g/mol) foi colocada em um balão de 100 mL. Em seguida, adicionou-se água destilada até completar o volume de 100 mL. Na titulação de 25 mL dessa solução, foram gastos 20 mL de solução de um ácido de concentração 0,50 mol/L.

Sabendo-se que as impurezas da base não reagem com o ácido e que a proporção de ácido com relação à base é de 1 mol para 2 mol, qual a porcentagem de pureza da base titulada?

- a) 85%
b) 60%
c) 70%
d) 50%
e) 80%

10 - O Brasil é um grande produtor e exportador de suco concentrado de laranja. O suco *in natura* é obtido a partir de

processo de prensagem da fruta que, após a separação de cascas e bagaços, possui 12% em massa de sólidos totais, solúveis e insolúveis. A preparação do suco concentrado é feita por evaporação de água até que se atinja o teor de sólidos totais de 48% em massa.

Quando uma tonelada de suco de laranja *in natura* é colocada em um evaporador, a massa de água evaporada para obtenção do suco concentrado é, em quilograma, igual a

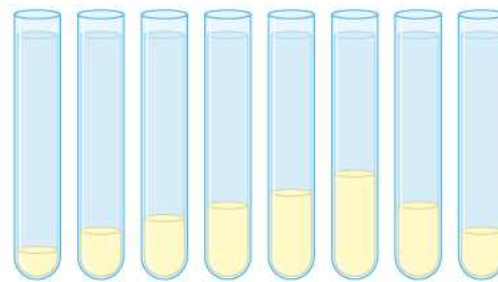
- 125.
- 250.
- 380.
- 520.
- 750.

11 - Uma amostra de um ácido dicarboxílico com 0,104 g de massa é neutralizada com 20 cm³ de uma solução aquosa 0,1 mol L⁻¹ em NaOH. Qual das opções abaixo contém a fórmula química do ácido constituinte da amostra?

- C₂H₂O₄
- C₃H₄O₄
- C₄H₄O₄
- C₄H₆O₄
- C₅H₈O₄

12 - Em solução aquosa, íons de tálio podem ser precipitados com íons cromato. Forma-se o sal pouco solúvel, cromato de tálio, Tl_x(CrO₄)_y. Tomaram-se 8 tubos de ensaio. Ao primeiro, adicionaram-se 1 mL de solução de íons tálio (incolor) na concentração de 0,1 mol/L e 8 mL de solução de íons cromato (amarela), também na concentração de 0,1 mol/L. Ao segundo tubo, adicionaram-se 2 mL da solução de íons tálio e 7 mL da solução de íons cromato.

Continuou-se assim até o oitavo tubo, no qual os volumes foram 8 mL da solução de íons tálio e 1 mL da solução de íons cromato. Em cada tubo, obteve-se um precipitado de cromato de tálio. Os resultados foram os da figura. Os valores de x e y, na fórmula Tl_x(CrO₄)_y, são, respectivamente:



A coloração da solução sobrenadante diminui da esquerda para a direita

■ precipitado amarelo

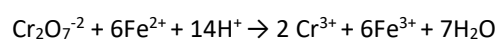
- 1 e 1
- 1 e 2
- 2 e 1
- 2 e 3
- 3 e 2

ENEM e Simulados

1 - Em um experimento, uma amostra de 200 mL de uma solução, que contém sulfato de sódio (Na₂SO₄) 0,4 mol · L⁻¹, foi misturada a 300 mL de outra solução de sulfato de cálcio (CaSO₄) 0,5 mol · L⁻¹ e, em seguida, foram adicionados 500 mL de água destilada à mistura. Observou-se que não houve reação química. Nesse contexto, a partir dessas informações, conclui-se que a concentração em mol · L⁻¹ dos íons sulfato será

- 0,08.
- 0,16.
- 0,23.
- 0,32.
- 0,46.

2 - O sulfato ferroso é um composto muito utilizado no tratamento da anemia ferropriva, doença associada à deficiência de ferro no organismo. Para garantir as exigências de controle de qualidade e a eficiência do medicamento no tratamento da doença, é necessário realizar a determinação do teor de ferro (56 g/mol) presente em medicamentos à base de sulfato ferroso. Um dos métodos mais utilizados para esse tipo de análise é a titulação utilizando solução de K₂Cr₂O₇ 1,0 mol/L, que reage com o ferro presente no medicamento, como mostrado na equação a seguir:



Qual o volume aproximado de titulante necessário na análise de um medicamento que contém 50 mg de ferro?

- a) $1,49 \cdot 10^{24}$ mL
- b) $8,93 \cdot 10^{24}$ mL
- c) $5,00 \cdot 10^{22}$ mL
- d) $1,50 \cdot 10^{21}$ mL
- e) $8,90 \cdot 10^{21}$ mL

3 - O fenômeno da chuva ácida de origem antropogênica ocorre principalmente em regiões industrializadas, em que a queima de combustíveis fósseis libera grande

quantidade de óxidos de nitrogênio para a atmosfera. Para ser considerada ácida, a chuva deve apresentar um pH menor que 5,5. Em um estudo sobre a acidez da chuva de determinada região de uma cidade, uma amostra de 100 mL de água da chuva foi coletada e submetida à titulação com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L como titulante, a 25 °C. Sabe-se que o único ácido presente na amostra era o ácido nítrico e que o volume de titulante utilizado foi de 1,0 mL.

Com base na amostra analisada, o pH da chuva dessa região é aproximadamente igual a

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

4 - A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5 000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- a) 26
- b) 41
- c) 45
- d) 51
- e) 82

5 - A água potável precisa ser límpida, ou seja, não deve conter partículas em suspensão, tais como terra ou restos de plantas, comuns nas águas de rios e lagoas. A remoção das partículas é feita em estações de tratamento, onde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em excesso e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ são adicionados em um tanque para formar sulfato de cálcio e hidróxido de alumínio. Esse último se forma como flocos gelatinosos insolúveis em água, que são capazes de agregar partículas em suspensão. Em uma estação de tratamento, cada 10 gramas de hidróxido de alumínio é capaz de carregar 2 gramas de partículas. Após decantação e filtração, a água límpida é tratada com cloro e distribuída para as residências. As massas molares dos elementos H, O, Al, S e Ca são, respectivamente, 1 g/mol, 16 g/mol, 27 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol.

Considerando que 1 000 litros da água de um rio possuem 45 gramas de partículas em suspensão, a quantidade mínima de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ que deve ser utilizada na estação de tratamento de água, capaz de tratar 3 000 litros de água de uma só vez, para garantir que todas as partículas em suspensão sejam precipitadas, é mais próxima de

- a) 59 g.
- b) 493 g.
- c) 987 g.
- d) 1 480 g.
- e) 2 960 g.

6 - A varfarina é um fármaco que diminui a agregação plaquetária, e por isso é utilizada como anticoagulante, desde que esteja presente no plasma, com uma concentração superior a 1,0 mg/L. Entretanto, concentrações plasmáticas superiores a 4,0 mg/L podem desencadear hemorragias. As moléculas desse fármaco ficam retidas no espaço intravascular e dissolvidas exclusivamente no plasma, que representa aproximadamente 60% do sangue em volume. Em um medicamento, a varfarina é administrada por via intravenosa na forma de solução aquosa, com concentração de 3,0 mg/mL. Um indivíduo adulto, com volume sanguíneo total de 5,0 L,

será submetido a um tratamento com solução injetável desse medicamento.

Qual é o máximo volume da solução do medicamento que pode ser administrado a esse indivíduo, pela via intravenosa, de maneira que não ocorram hemorragias causadas pelo anticoagulante?

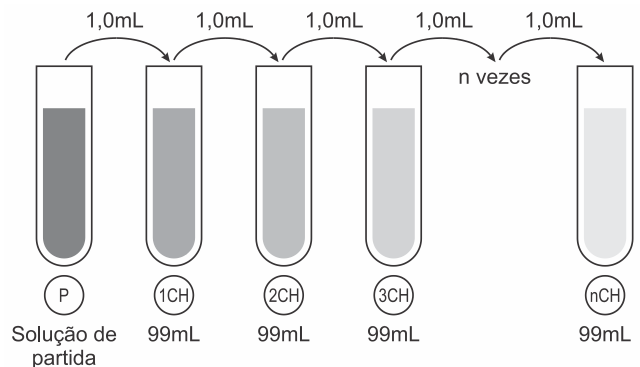
- a) 1,0 mL
- b) 1,7 mL
- c) 2,7 mL
- d) 4,0 mL
- e) 6,7 mL

7 - Os exageros do final de semana podem levar o indivíduo a um quadro de azia. A azia pode ser descrita como uma sensação de queimação do esôfago, provocada pelo desbalanceamento do pH estomacal (excesso de ácido clorídrico). Um dos antiácidos comumente empregados no combate à azia é o leite de magnésia.

O leite de magnésia possui 64,8 g de hidróxido de magnésio – $Mg(OH)_2$ – por litro da solução. Qual a quantidade de ácido neutralizado ao se ingerir 9 mL de leite de magnésia? Dados: Massa molares (em g/mol): Mg = 24,3; Cl = 35,4; O = 16; H = 1

- a) 20 mols
- b) 0,58 mol
- c) 0,20 mol
- d) 0,02 mol
- e) 0,01 mol

8 - Os chamados “remédios homeopáticos” são produzidos seguindo a farmacotécnica homeopática, que se baseia em diluições sequenciais de determinados compostos naturais. A dosagem utilizada desses produtos é da ordem de poucos mL. Uma das técnicas de diluição homeopática é chamada de diluição centesimal (CH), ou seja, uma parte da solução é diluída em 99 partes de solvente e a solução resultante é homogeneizada (ver esquema).



Alguns desses produtos homeopáticos são produzidos com até 200 diluições centesimais sequenciais (200CH).

Considerando uma solução de partida de 100 mL com concentração 1 mol/L de princípio ativo, a partir de qual diluição centesimal a solução passa a não ter, em média, nem mesmo uma molécula do princípio ativo?

Note e adote:

Número de Avogadro = 6×10^{23} .

- a) 12ª diluição (12CH).
- b) 24ª diluição (24CH).
- c) 51ª diluição (51CH).
- d) 99ª diluição (99CH).
- e) 200ª diluição (200CH).

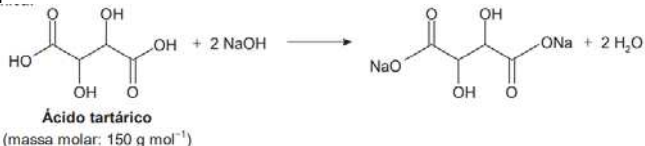
9 - Laboratórios de química geram como subprodutos substâncias ou misturas que, quando não têm mais utilidade nesses locais, são consideradas resíduos químicos. Para o descarte na rede de esgoto, o resíduo deve ser neutro, livre de solventes inflamáveis e elementos tóxicos como Pb, Cr e Hg. Uma possibilidade é fazer uma mistura de dois resíduos para obter um material que apresente as características necessárias para o descarte. Considere que um laboratório disponha de frascos de volumes iguais cheios dos resíduos, listados no quadro.

Tipos de resíduos	
I.	Solução de H_2CrO_4 0,1 mol/L
II.	Solução de NaOH 0,2 mol/L
III.	Solução de HCl 0,1 mol/L
IV.	Solução de H_2SO_4 0,1 mol/L
V.	Solução de CH_3COOH 0,2 mol/L
VI.	Solução de NaHCO_3 0,1 mol/L

Qual combinação de resíduos poderá ser descartada na rede de esgotos?

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

10 - O ácido tartárico é o principal ácido do vinho e está diretamente relacionado com sua qualidade. Na avaliação de um vinho branco em produção, uma analista neutralizou uma alíquota de 25,0 mL do vinho com NaOH a 0,10 mol L⁻¹, consumindo um volume igual a 8,0 mL dessa base. A reação para esse processo de titulação é representada pela equação química:



A concentração de ácido tartárico no vinho analisado é mais próxima de:

- a) 1,8 g L⁻¹
- b) 2,4 g L⁻¹
- c) 3,6 g L⁻¹
- d) 4,8 g L⁻¹
- e) 9,6 g L⁻¹

11 - Com o intuito de verificar se o teor de acidez de uma determinada marca de vinagre está de acordo com o indicado no rótulo (6%), uma empresa especializada em controle de qualidade realizou uma titulação usando 20 mL do vinagre, consumindo 80 mL de uma solução de NaOH de concentração molar igual a 0,20 mol/L.

Considere que a densidade do vinagre é de 1,02 g/mL e que seu teor de acidez se deve apenas à presença de ácido acético na solução (CH_3COOH , de massa molar igual a 60 g/mol).

O teor de acidez determinado pela empresa foi de, aproximadamente,

- a) 0,96%.
- b) 1,6%.
- c) 3,2%.
- d) 4,7%.
- e) 9,4%.

12 - Um dos procedimentos mais utilizados em laboratórios de química é a titulação, que consiste em realizar uma reação química entre uma solução de concentração conhecida, denominada titulante, e uma solução de concentração desconhecida, denominada titulada. À solução titulada adiciona-se um indicador, que demonstrará o ponto de viragem da reação por meio da alteração da cor da solução.

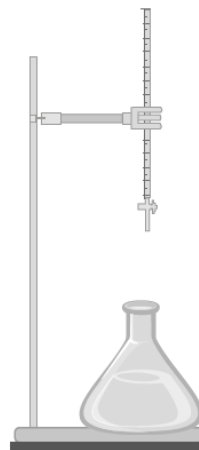
Considere as massas molares (em g · mol⁻¹): H = 1; C = 12; O = 16.

Suponha que uma amostra de 0,118 g de um ácido carboxílico de estrutura desconhecida contendo dois hidrogênios ionizáveis em sua molécula foi totalmente neutralizada com 40 mL de uma solução de KOH 0,05 mol · L⁻¹.

A fórmula molecular do ácido citado é

- a) C₂H₄O₂.
- b) C₂H₂O₄.
- c) C₃H₄O₄.
- d) C₄H₆O₄.
- e) C₆H₁₁O₂.

13 - Titulação é um procedimento de laboratório em que se determina a concentração molar de uma solução, a partir de dados conhecidos de outra (solução titulante). No erlenmeyer, coloca-se a solução que se pretende determinar a concentração e, na bureta, coloca-se a solução titulante. À solução do erlenmeyer, adiciona-se um indicador e, no ponto de equivalência, lê-se o volume gasto do titulante:



O ponto de viragem corresponde à situação em que todo conteúdo, em mols, da solução titulada foi estequiometricamente consumida pela solução titulante.

Uma titulação foi realizada, a 25 °C, com um monoácido forte (HX), reagindo com uma monobase forte (YOH). Em relação às espécies químicas, no ponto de viragem, a concentração do

- a) ânion X⁻ é igual à do cátion Y⁺.
- b) cátion Y⁺ é igual à do cátion H⁺.
- c) ânion OH⁻ é diferente da do cátion H⁺.

- d) cátion H^+ é igual à concentração do ânion X^- .
e) cátion H^+ consumido é diferente da do ácido HX inicial.

14 - O soro glicosado é uma solução aquosa de glicose ($C_6H_{12}O_6$) utilizada para manter os níveis energéticos em caso de hipoglicemia. Sua concentração é de 5% em massa e densidade igual a 1,2 g/mL. A massa de glicose que deverá ser adicionada à água para preparar 1,5 L de soro glicosado é

- a) 6,25 g.
b) 62,5 g.
c) 90,0 g.
d) 625,0 g.
e) 900,0 g.

15 - O processo de diluição consiste em adicionar a determinada solução uma porção de solvente, como a água. Atividades comuns do dia a dia, como acrescentar água a um suco de fruta concentrado é um exemplo de diluição.



Considerando a situação descrita no esquema anterior, em que foram dissolvidos 10 g de refresco em pó em 500 mL de água (I), percebe-se que a solução final (II) apresenta um volume de 2 L. Dessa forma, a concentração final da solução, em gramas por litro, é igual a

- a) 0,02.
b) 0,05.
c) 4.
d) 5.
e) 6,6.

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	B	D	D	B	A	D	B	E	E	B	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	D	C	B	D	D	D	A	C	B	D	D

Questão	13	14	15
Gabarito	A	C	D

Gabarito

Aula 22: Propriedades Coligativas

1 – Introdução:

Efeito coligativo é o efeito exercido por um soluto não-volátil nas propriedades de um solvente.

Quais os efeitos coligativos?

Tonoscopia: é a diminuição da pressão máxima de vapor do solvente por adição de soluto.

Ebulioscopia: é o aumento da temperatura de ebulição do solvente por adição de soluto.

Crioscopia: é a diminuição da temperatura de congelamento do solvente por adição de soluto.

Osmoscopia: é o aumento da pressão osmótica do solvente por adição de soluto.

Detalhe: os efeitos coligativos são justificados pelo aumento da entropia (grau de desordem) do meio quando um soluto é adicionado.

2 – Tonoscopia:

2.1 – Pressão Máxima de Vapor:

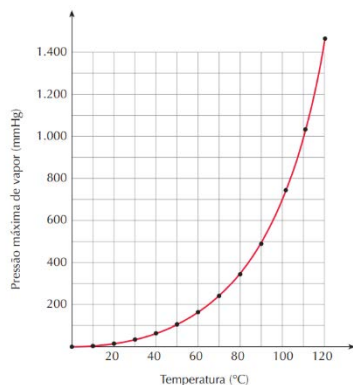
É a pressão exercida pelo vapor do solvente no equilíbrio com o estado líquido.



No equilíbrio a velocidade de vaporização é igual a velocidade de condensação. O vapor do solvente exerce uma pressão no interior do sistema chamada pressão máxima de vapor.

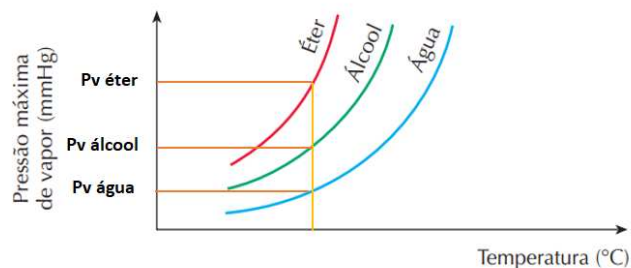
2.2 – Fatores que Alteram a Pressão Máxima de Vapor:

A – Temperatura: o aumento da temperatura permite aumentar a taxa de vaporização o que eleva a pressão máxima de vapor.



B - Natureza do Solvente:

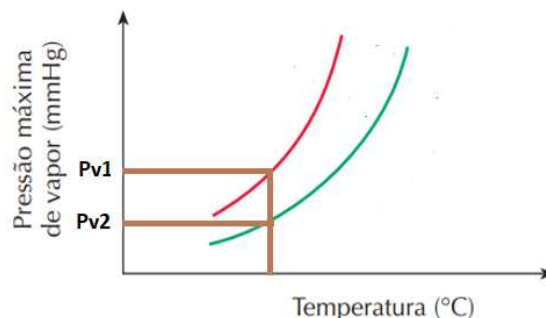
O solvente mais volátil, ou seja, o de menor temperatura de ebulição, terá uma maior pressão de vapor.



Observe que para uma mesma temperatura a pressão de vapor do éter é superior a dos outros solventes o que permite concluir que o éter possui a menor temperatura de ebulição.

C - Presença de soluto:

A adição do soluto dificulta a vaporização do solvente o que diminui a pressão de vapor do mesmo.

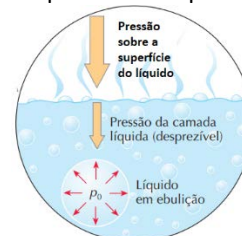


A curva em vermelho representa a vaporização do solvente puro. A curva em verde representa a vaporização do solvente na presença do soluto. Observando os gráficos podemos perceber que a presença do soluto diminui a pressão de vapor do solvente (efeito tonoscópico).

3 – Ebulioscopia:

3.1 – Temperatura de Ebulição:

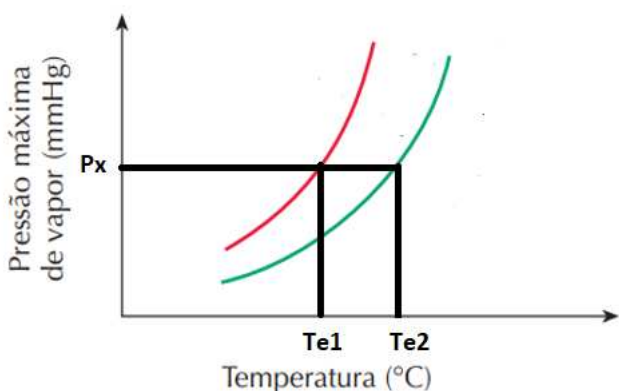
É a temperatura na qual a pressão de vapor passa a ser igual a pressão que atua na superfície do líquido (pressão externa).



Obs: em locais onde a altitude é maior a pressão que atua sobre a superfície do líquido é menor, ou seja, a ebulição fica mais fácil de ocorrer.

3.2 – Presença do soluto:

A presença do soluto dificulta a vaporização do solvente o que torna necessário aumentar a temperatura para que a pressão de vapor possa ser igual a pressão sobre a superfície do líquido. Conclusão: a presença do soluto aumenta a temperatura de ebulição do solvente.



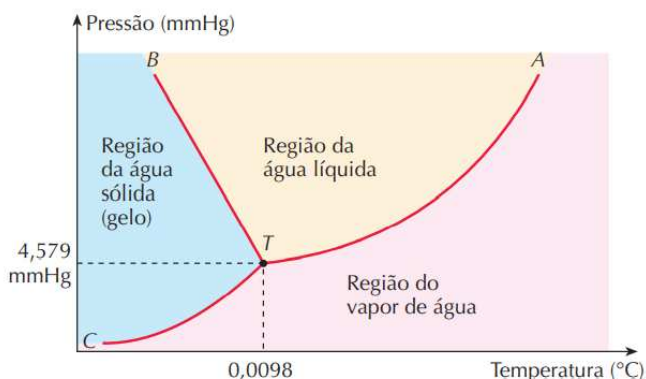
A curva em vermelho representa o solvente puro e a curva de verde o soluto na presença do solvente. Observe que a presença do soluto eleva a temperatura de ebulição do solvente (efeito ebulioscópico).

4 – Crioscopia:

4.1 – Temperatura de Congelamento:

É a temperatura na qual as moléculas se organizam em uma rede cristalina a uma determinada temperatura.

O gráfico abaixo representa o diagrama de fases da água:

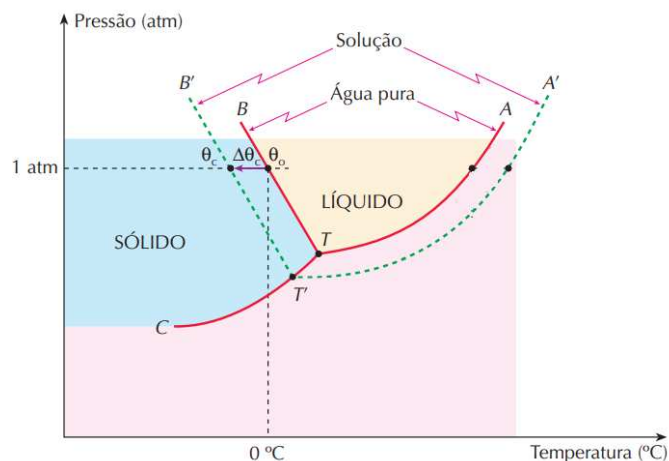


O trecho TB representa o processo de congelamento (quando resfriamos) ou o processo de fusão (quando aquecemos) - observe que o aumento da pressão diminui a temperatura de congelamento da água o que representa um comportamento anômalo já que o normal é o inverso.

4.2 – Presença do soluto:

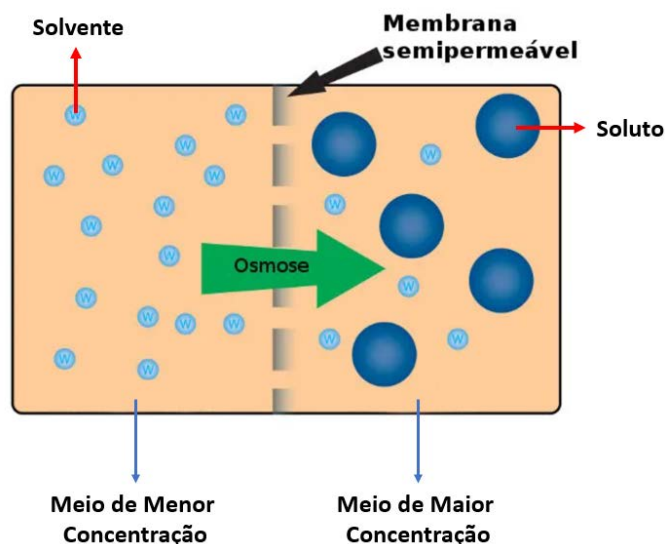
A presença do soluto dificulta o congelamento do solvente o que torna necessário diminuir a temperatura para que a ocorra a cristalização do solvente.

Conclusão: a presença do soluto diminui a temperatura de congelamento do solvente.



5 – Osmoscopia:

5.1 – Pressão Osmótica:

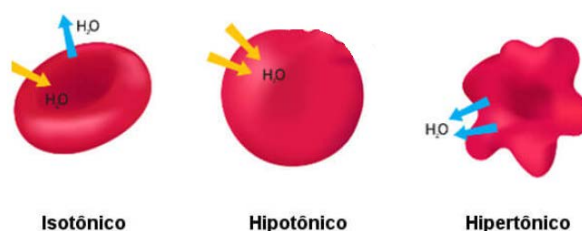


Na osmose o solvente passa do meio de menor concentração para o de maior concentração sendo que tal fluxo resulta em uma pressão da água sobre a membrana (pressão osmótica – π).

5.2 – Adição de Solutos:

Se adicionarmos mais soluto ao meio de maior concentração aumentamos a pressão osmótica do meio já que a pressão com que a água passa a entrar no meio de maior concentração passa a ser maior.

Aplicação:



- Quando a célula animal se encontra em um meio isotônico a pressão de entrada da água é igual a pressão de saída da água, ou seja, no saldo não haverá alteração do volume celular.
- Quando a célula se encontra em um meio hipotônico a pressão com que a água entra é maior em relação a pressão de saída da água, ou seja, no saldo haverá aumento do volume celular.
- Quando a célula se encontra em um meio hipertônico a pressão com que a água sai é maior em relação a pressão de entrada da água, ou seja, no saldo haverá diminuição do volume celular.

5 – Cálculo em Coligativas:

- Cálculos em Tonoscopia, ebulioscopia e crioscopia:

Varição da Pressão de Vapor	Varição da Temperatura de Ebulição	Varição da Temperatura de Fusão
$\frac{\Delta p}{p_0} = K_t \cdot W$	$\Delta\theta_e = K_e \cdot W$	$\Delta\theta_c = K_c \cdot W$
Pressão de Vapor inicial		
$W = \frac{1.000 \cdot m_1}{m_2 \cdot M_1}$, em que <ul style="list-style-type: none"> m_1 = massa do soluto M_1 = massa molar do soluto m_2 = massa do solvente 		
K_t = constante tonoscópica K_e = constante ebulioscópica K_c = constante crioscópica		

- Cálculo em Osmoscopia:

$$\pi V = n_1 RT$$

- π = pressão osmótica da solução (atm);
- V = é o volume da solução (L);
- T = temperatura absoluta da solução (K);
- n_1 = quantidade em mols do soluto;
- R = constante universal dos gases perfeitos = $0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Quando a solução for iônica devemos utilizar o fator de ajuste (i) nas fórmulas:

Como é calculado tal fator?

Ex: Em uma solução aquosa, o grau de ionização do ácido sulfúrico é 85%. Calcule o fator de Van't Hoff.

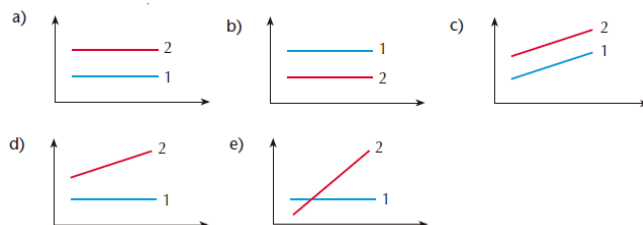


$$i = 1 + \alpha \cdot (q - 1)$$

$$i = 1 + 0,85 \cdot (3 - 1) \Rightarrow i = 2,70$$

Exercícios Fundamentais

1 - Duas panelas abertas contêm líquidos em contínua ebulição: a panela 1 tem água pura e a panela 2 tem água salgada. Qual dos gráficos seguintes mais bem representa a variação das temperaturas dos líquidos em função do tempo?



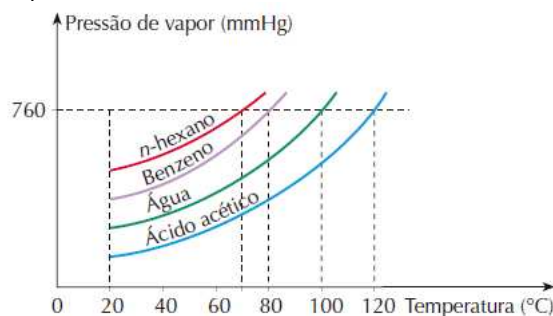
2 - Por que a adição de certos aditivos na água dos radiadores de carros evita que ocorra o superaquecimento da mesma e também o seu congelamento, quando comparada com a água pura?

- Porque a água mais o aditivo formam uma solução que apresenta pontos de ebulição e de fusão maiores que os da água pura.
- Porque a solução formada (água + aditivo) apresenta pressão de vapor maior que a água pura, o que causa um aumento no ponto de ebulição e de fusão.
- Porque o aditivo reage com a superfície metálica do radiador, que passa então a absorver energia mais eficientemente, diminuindo, portanto, os pontos de ebulição e de fusão quando comparados com a água pura.
- Porque o aditivo diminui a pressão de vapor da solução formada com relação à água pura, causando um aumento do ponto de ebulição e uma diminuição do ponto de fusão.
- Porque o aditivo diminui a capacidade calorífica da água, causando uma diminuição do ponto de fusão e de ebulição.

3 - Qual é a solução aquosa que apresenta menor ponto de congelação?

- CaBr₂ de concentração 0,10 mol/L.
- KBr de concentração 0,20 mol/L.
- Na₂SO₄ de concentração 0,10 mol/L.
- glicose (C₆H₁₂O₆) de concentração 0,50 mol/L.
- HNO₃ de concentração 0,30 mol/L.

4 - O gráfico a seguir apresenta a variação das pressões de vapor do n-hexano, benzeno, água e ácido acético com a temperatura.



Identifique a afirmativa incorreta.

- a) As pressões de vapor das substâncias aumentam com a temperatura.
- b) A ordem crescente de volatilidade a 60 °C é: ácido acético < água < benzeno < n-hexano.
- c) Na pressão de 760 mmHg, o benzeno apresenta ponto de ebulição igual a 80 °C.
- d) O ácido acético é a substância que apresenta menor pressão de vapor.
- e) Uma mistura de água e ácido acético, em qualquer proporção, terá, no nível do mar, ponto de ebulição entre 60 e 80 °C.

5 - Em regiões onde o inverno é rigoroso, são encontradas algumas espécies de borboletas que produzem substâncias causadoras de um efeito coligativo nos seus fluidos corporais, permitindo assim que elas não se congelem e consigam sobreviver.

A respeito dos efeitos coligativos, sabe-se que, quando comparados à mesma temperatura e pressão, estes dependem unicamente do número de partículas do soluto não-volátil e não da natureza do soluto.

Baseando-se nessas informações e com relação às propriedades coligativas, julgue os itens a seguir, identificando a alternativa correta.

- a) O efeito coligativo que evita a morte, por congelamento, das borboletas é denominado tonoscopia.
- b) O abaixamento da pressão de vapor em soluções diluídas é inversamente proporcional à concentração do soluto.
- c) Soluções aquosas concentradas evaporam mais rapidamente do que a água pura.
- d) Um soluto não-volátil aumenta o ponto de congelamento de um solvente.
- e) Um líquido entra em ebulição quando sua pressão de vapor se iguala à pressão externa.

Exercícios Aprofundados

6 - 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 abaixo. 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.

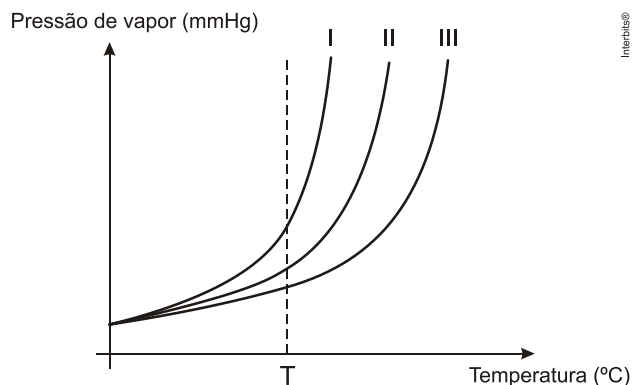
Volume de água (L)	Soluto	Quantidade de matéria de soluto (mol)	Temperatura de ebulição (°C)
1	-	-	100,00
1	NaCl	0,5	100,50
1	NaCl	1,0	101,00
1	sacarose	0,5	100,25
1	CaCl ₂	0,5	100,75

Dois novos experimentos foram realizados, adicionando-se 1,0 mol de Na₂SO₄ 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 °C, nas soluções dos experimentos **A** e **B**, foram, respectivamente, de

- a) 100,25 e 100,25.
- b) 100,75 e 100,25.
- c) 100,75 e 100,50.
- d) 101,50 e 101,00.
- e) 101,50 e 100,50.

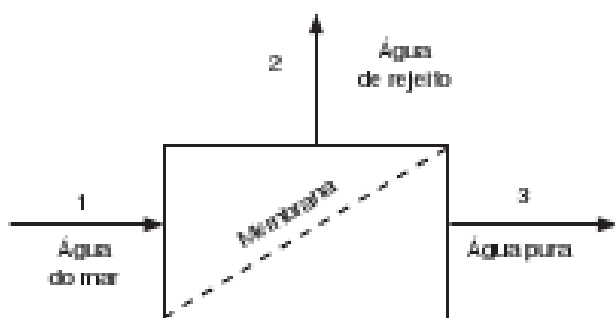
7 - Em um laboratório, são preparadas três soluções **A**, **B** e **C**, contendo todas elas a mesma quantidade de um único solvente e cada uma delas, diferentes quantidades de um único soluto não volátil.

Considerando que as quantidades de soluto, totalmente dissolvidas no solvente, em **A**, **B** e **C**, sejam crescentes, a partir do gráfico abaixo, que mostra a variação da pressão de vapor para cada uma das soluções em função da temperatura, é correto afirmar que, a uma dada temperatura "T",



- a) a solução **C** corresponde à curva **I**, pois quanto maior a quantidade de soluto não volátil dissolvido em um solvente, menor é a pressão de vapor dessa solução.
- b) solução **A** corresponde à curva **III**, pois quanto menor a quantidade de soluto não volátil dissolvido em um solvente, maior é a pressão de vapor dessa solução.
- c) as soluções **A**, **B** e **C** correspondem respectivamente às curvas **III**, **II** e **I**, pois quanto maior a quantidade de um soluto não volátil dissolvido em um solvente, maior a pressão de vapor da solução.
- d) as soluções **A**, **B** e **C** correspondem respectivamente às curvas **I**, **II** e **III**, pois quanto menor a quantidade de um soluto não volátil dissolvido em um solvente, maior a pressão de vapor da solução.
- e) a solução **B** é a mais volátil, que é representada pela curva **II**.

8 - De todos os processos de dessalinização da água do mar (e também das águas salobras), um dos mais promissores é o da osmose reversa. Nesse caso, água potável pode ser obtida pelo bombeamento de água do mar contra uma membrana semipermeável que permite somente a passagem de parte da água de acordo com o diagrama a seguir.



Assinale o item que apresenta as correntes aquosas 1, 2 e 3, em ordem crescente de temperaturas de congelamento à pressão atmosférica.

- a) $T_2 < T_1 < T_3$ b) $T_2 < T_3 < T_1$
- c) $T_3 < T_1 < T_2$ d) $T_3 < T_2 < T_1$
- e) $T_1 < T_2 < T_3$

9 - 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.

10 - Durante o preparo de um jantar um cozinheiro foi orientado a desalar em parte a carne. O cozinheiro resolve montar um experimento para promover a retirada:

Passo 1: pegou uma peça de carne salgada de 1kg e dividiu em duas partes iguais.

Passo 2: pegou um recipiente 1 com 3 litros de água destilada e colocou 500g de carne salgada.

Passo 3: pegou um recipiente 2 com 3 litros de água destilada e colocou 500g de carne salgada e adicionou uma pouco de sal a água destilada.

Após um certo tempo qual das duas carnes irá apresentar menor teor de sal?

- a) recipiente 1 – a maior diferença de pressão osmótica entre os meios facilita a saída do sal da carne por osmose.
- b) recipiente 2 – a menor diferença de pressão osmótica entre os meios facilita a saída do sal da carne por difusão.
- c) recipiente 1 – a maior diferença de pressão osmótica entre os meios facilita a saída do sal da carne por difusão.
- d) recipiente 2 – a menor diferença de pressão osmótica entre os meios facilita a saída do sal da carne por osmose.

11 - Bebidas podem ser refrigeradas de modo mais rápido utilizando-se caixas de isopor contendo gelo e um pouco de sal grosso comercial. Nesse processo ocorre o derretimento do gelo e conseqüente formação de líquido e resfriamento da bebida. Uma interpretação equivocada, baseada no senso comum, relaciona esse efeito à grande capacidade do sal grosso de remover calor do gelo.

Do ponto de vista científico, o resfriamento rápido ocorre em razão da

- a) variação da solubilidade do sal.
- b) alteração da polaridade da água.
- c) elevação da densidade do líquido.

d) modificação da viscosidade do líquido.

e) diminuição da temperatura de fusão do líquido.

12 - Os compostos iônicos e moleculares interferem de formas diferentes na variação da pressão osmótica de um organismo. Como regra geral, podemos afirmar que, considerando uma mesma quantidade de matéria, os efeitos causados pelo consumo de sal são mais intensos que os de açúcar. Considere que soluções aquosas diferentes tenham sido preparadas com 50 g de nitrato de cálcio e 50 g de glicerina (propan – 1,2,3 – triol), formando dois sistemas em que cada um apresente 2,0 litros de solução a 20 °C. A razão existente entre a pressão osmótica do sistema salino em relação à pressão osmótica do sistema alcólico é, aproximadamente: Use $0,082 \text{ atm} \cdot \ell / \text{mol} \cdot \text{K}$ para a constante universal dos gases perfeitos.

- a) 0,56.
- b) 1.
- c) 1,68.
- d) 2.
- e) 11.

ENEM e Simulados

1 - A festa começou, as pessoas não param de chegar, e, naquele abre e fecha da geladeira, todas as latinhas de refrigerante ainda estão quentes. Você não precisa

de mais do que ciência e 3 minutos para resolver o problema. Anote aí!



O êxito da estratégia apresentada tem influência do efeito

a) crioscópico, visto que a adição do sal ao gelo diminui o ponto de fusão da água.

b) crioscópico, visto que a adição do sal ao gelo aumenta o ponto de fusão da água.

c) crioscópico, visto que a adição do sal ao gelo diminui o ponto de ebulição da água.

d) ebulioscópico, visto que a adição do sal ao gelo aumenta o ponto de ebulição da água.

e) ebulioscópico, visto que a adição do sal ao gelo diminui o ponto de ebulição da água.

2 - O sistema de tratamento de água por osmose reversa é uma tecnologia utilizada para remover as impurezas da água por meio da retenção de moléculas. Realizado por uma membrana semipermeável, este tipo de procedimento é empregado também em situações em que se visa à dessalinização e a outras aplicações. Trata-se de um método mais eficiente para remover partículas de tamanho molecular, como íons e bactérias.

No sistema indicado no texto, o solvente atravessa a membrana semipermeável no sentido da solução com

a) maior pressão osmótica em direção à solução menos concentrada, sob aplicação de pressão externa.

b) menor pressão osmótica em direção à solução mais concentrada, sob aplicação de pressão externa.

c) menor pressão osmótica em direção à solução mais concentrada, sem a aplicação de pressão externa.

d) maior pressão osmótica em direção à solução menos concentrada, sem a aplicação de pressão externa.

e) menor pressão osmótica em direção à solução menos concentrada, sob a aplicação de pressão externa.

3 - Quem é fã de culinária já deve ter ouvido sobre um truque para fazer a água começar a ferver mais depressa: basta adicionar uma pitadinha de sal e pronto! O líquido alcança o ponto de ebulição em menos tempo do que o normal – o que é especialmente útil para quem deseja preparar uma bela macarronada em tempo recorde.

O truque descrito no texto pode ser considerado, do ponto de vista da ciência, como

a) verdadeiro, pois provoca diminuição da densidade do solvente.

b) verdadeiro, pois provoca aumento da pressão de vapor do solvente.

c) equivocado, pois provoca diminuição da polaridade do solvente.

d) equivocado, pois provoca aumento da temperatura de fusão do solvente.

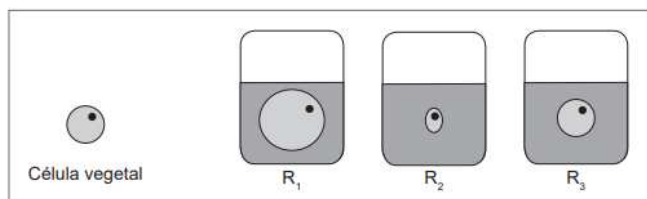
e) equivocado, pois provoca aumento da temperatura de ebulição do solvente.

4 - O leite (densidade 1,032 g/mL) é, indubitavelmente, um dos principais alimentos que compõem a alimentação do brasileiro, seja nos primeiros anos de vida, seja na fase adulta ou em idade mais avançada. O grande consumo do produto o torna fonte de renda vultosa e significativa para pecuaristas das mais diversas regiões do Brasil. Mas, no afã de aumentar a lucratividade sobre a produção e comercialização do leite, muitos produtores acabam por adotar a adição de água (densidade 1g/mL) como forma de implementar o volume da respectiva produção.

Ao comparar as propriedades do leite adulterado com o leite normal teríamos que o leite adulterado teria um(a)

- aumento da densidade.
- aumento da pressão osmótica da água.
- diminuição da pressão de vapor da água.
- aumento da temperatura de ebulição da água.
- aumento da temperatura de congelamento da água.

5 - Um tipo de célula vegetal possui, em seu interior, determinada concentração salina. Em um experimento, três amostras idênticas desse tipo de célula foram colocadas, separadamente, em três recipientes identificados por R_1 , R_2 e R_3 . Cada recipiente contém uma solução de concentração molar diferente, correspondendo a, respectivamente, M_1 , M_2 e M_3 . Após determinado tempo, notou-se o fenômeno mostrado na imagem a seguir.



De acordo com os resultados obtidos no experimento, qual a ordem crescente dos valores das concentrações salinas presentes em cada um dos recipientes?

a) $M_1 < M_2 < M_3$

b) $M_1 < M_3 < M_2$

c) $M_2 < M_1 < M_3$

d) $M_2 < M_3 < M_1$

e) $M_3 < M_2 < M_1$

6 - A intensificação da pressão osmótica sanguínea faz com que receptores no hipotálamo iniciem a produção do hormônio antidiurético (ADH). Esse hormônio atua aumentando a permeabilidade do duto coletor renal, processo que leva a uma diminuição da pressão osmótica do sangue. Essa diminuição da pressão osmótica favorece o(a)

- aumento da sensação de sede.
- aumento da reabsorção de água.
- produção do hormônio antidiurético.
- produção e ativação de aquaporinas.
- aumento da quantidade de água na urina.

7 - Um dos estados brasileiros mais castigados pela falta de chuvas e escassez hídrica, o Ceará, prepara-se para construir a maior usina de dessalinização de água marinha do país. A usina, prevista para começar a operar em 2022, está sendo projetada para produzir 1 m³ de água dessalinizada por segundo, proporcionando um aumento de 12% na oferta de água da região. O método de dessalinização que será utilizado pela usina funciona por meio do uso de uma bomba de alta pressão que força a água a passar por membranas poliméricas, removendo, assim, os sais.

O método de separação citado, que será utilizado para dessalinizar a água nessa usina, será a

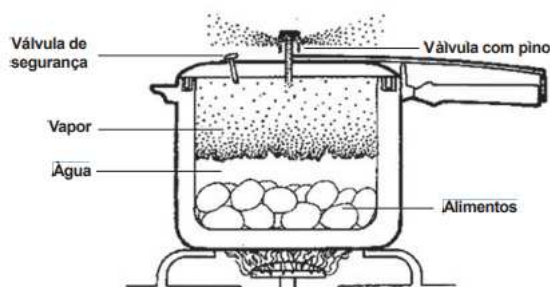
- centrifugação.
- osmose reversa.
- adsorção química.
- destilação simples.
- filtração com carvão ativado.

8 - Os incríveis mares de gelo do Ártico e da Antártida Os mares de gelo (que existem em boa parte do Ártico e em volta da Antártida) se formam quando a superfície do oceano congela. Você já deve ter se perguntado por que somente a água da superfície congela se as águas mais profundas são sempre muito mais frias.

Um dos motivos que impede esse congelamento é que o(a)

- calor específico da água aumenta com o aumento da pressão.
- massa da água aumenta de acordo com a queda da temperatura.
- dilatação anômala da água propicia a diminuição da temperatura.
- volume da água diminui quando passa do estado líquido para o sólido.
- pressão da coluna de água nas profundezas é maior do que na superfície.

9 - A água ferve, normalmente, a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, ao nível do mar e em um recipiente aberto. Qualquer que seja o tempo que a água demore para ferver nessas condições, a temperatura continuará a mesma. É possível, entretanto, tornar a água mais quente que $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, usando diversos artifícios, como mudanças na pressão. É o que fazem as panelas de pressão: como são recipientes fechados, conservam o calor e a pressão aumenta. Nessas panelas, em vez de ferver a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, a água (e o vapor) atinge temperaturas mais altas, cerca de $120\text{ }^{\circ}\text{C}$. Evidentemente, a carne, a batata, o feijão ou qualquer outro alimento cozinham muito mais depressa.



Com base no texto e em seus conhecimentos sobre propriedades coligativas, pode-se inferir que

- a) a água, em uma panela aberta, entra em ebulição a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ no topo da Cordilheira dos Andes e na base da Cordilheira dos Andes.
- b) a água do mar e a água de um rio fervem à mesma temperatura.
- c) uma batata cozinha mais rápido em uma cidade de altura h do que em uma cidade de altura 2h, considerando que seja colocada em panelas idênticas e em sistema aberto.
- d) independentemente da concentração de sal, os alimentos em uma panela de pressão serão preparados no mesmo tempo.
- e) a temperatura de ebulição da água na panela de pressão é a mesma de uma panela aberta.

10 - 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.

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.

11 - Bebidas podem ser refrigeradas de modo mais rápido utilizando-se caixas de isopor contendo gelo e um pouco de sal grosso comercial. Nesse processo ocorre o derretimento do gelo e consequente formação de líquido e resfriamento da bebida. Uma interpretação equivocada, baseada no senso comum, relaciona esse efeito à grande capacidade do sal grosso de remover calor do gelo.

Do ponto de vista científico, o resfriamento rápido ocorre em razão da

- a) variação da solubilidade do sal.
- b) alteração da polaridade da água.
- c) elevação da densidade do líquido.
- d) modificação da viscosidade do líquido.
- e) diminuição da temperatura de fusão do líquido.

12 - Em 2020, o Brasil foi impactado com a notícia de que muitas pessoas haviam se contaminado ao ingerir cerveja. Como se apurou mais tarde, a bebida havia sido contaminada por dietilenoglicol. O fabricante argumentou que havia comprado monoetilenoglicol, e que o dietilenoglicol chegou ao produto por contaminação ou por engano. A respeito desse episódio, pode-se afirmar que, se o dietilenoglicol, que estava dissolvido em água, fosse utilizado no sistema de

- a) resfriamento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por etanol, mas não por sal de cozinha.
- b) aquecimento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por etanol.

- c) resfriamento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por sal de cozinha.
- d) aquecimento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por etanol, mas não por sal de cozinha.
- e) aquecimento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por sacarose, mas não por sal de cozinha.

13 - 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.

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.

14 - 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 (adaptado).

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 microrganismos.
- 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.

15 - 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 osmótica 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.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	D	E	E	E	D	D	A	C	B	E	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	A	E	E	B	E	B	E	C	A	E	C

Questão	13	14	15
Gabarito	A	B	E

Aula 23: Termoquímica

1 – Introdução:

Termoquímica é o estudo das quantidades de calor liberadas ou absorvidas durante as reações químicas.

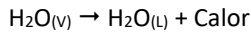
Quimicamente um processo pode ter a seguinte classificação:

Processos Exotérmicos: são fenômenos que liberam calor para o meio.

Ex₁: a combustão da gasolina:



Ex₂: a condensação do vapor de água:

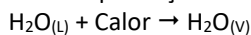


Processos Endotérmicos: são fenômenos que absorvem calor do meio.

Ex₁: a decomposição do carbonato de cálcio:

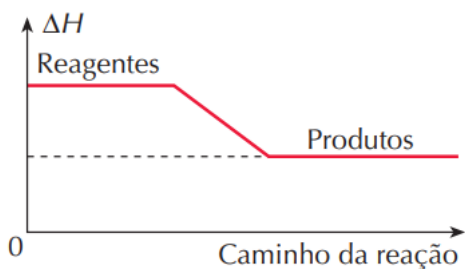


Ex₂: a vaporização do vapor de água:



2 – Representações de processos termoquímicos:

2.1 – Como representar um processo exotérmico?



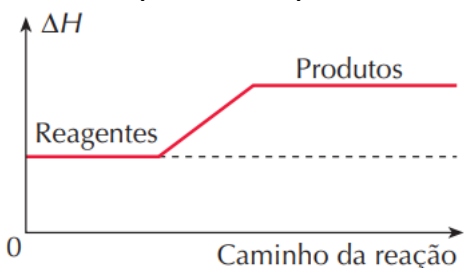
Como a Entalpia dos reagentes é maior que a entalpia dos produtos teremos uma variação de entalpia (ΔH) negativo.

Reagentes \rightarrow Produtos + calor

Reagentes – calor \rightarrow Produtos

Reagentes \rightarrow Produtos $\Delta H = -$

2.2 – Como representar um processo endotérmico?



Como a Entalpia dos reagentes é menor que a entalpia dos produtos teremos uma variação de entalpia (ΔH) positiva.

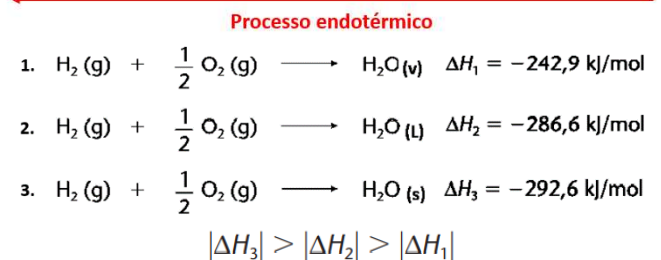
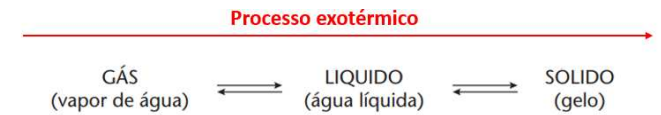
Reagentes + calor \rightarrow Produtos

Reagentes \rightarrow Produtos – calor

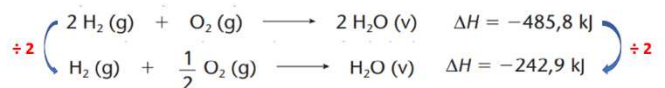
Reagentes \rightarrow Produtos $\Delta H = +$

3 – Principais Fatores que alteram o ΔH :

3.1 – Estado Físico das substâncias:



3.2 – Quantidades de reagentes e de produtos:



3.3 – Forma Alotrópica:

Uma forma alotrópica mais estável possui menor conteúdo de energia, ou seja, menor entalpia.

Principais alotropias:

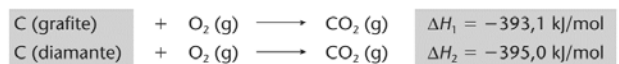
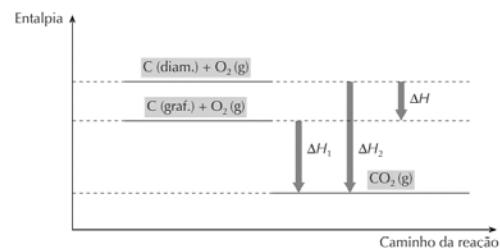
Entalpia do Grafite < Entalpia do Diamante

Entalpia do Gás oxigênio < Entalpia do Gás ozônio

Entalpia do Fósforo Vermelho < Entalpia do fósforo branco

Entalpia do enxofre rômboico < Entalpia do enxofre monoclinico.

Exemplo:



3.4 – Outros Fatores:

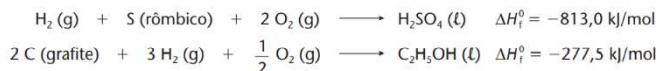
Alguns fatores também podem alterar a variação de entalpia de uma reação como a presença do solvente e a temperatura. O fator pressão só é capaz de alterar a variação de entalpia em condições bem extremas, ou seja, na prática a pressão praticamente não altera o ΔH .

4 - Casos Particulares de Entalpias de Reação:

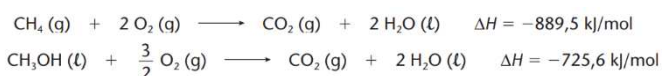
Para estudar os casos particulares de entalpia é importante adotarmos uma situação padrão:

“Um elemento ou composto químico está no estado padrão quando se apresenta em seu estado (físico, alotrópico ou cristalino) mais comum e estável, a 25 °C e a 1 atm de pressão. Toda substância simples, no estado padrão, tem entalpia igual a zero.”

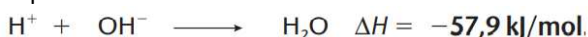
4.1 – Entalpia de Formação (H°f): É a variação de entalpia verificada na formação de 1 mol da substância, a partir das substâncias simples correspondentes, estando todas no estado padrão.



4.2 – Entalpia de Formação (H°c): Entalpia (ou calor) de combustão de uma substância é a variação de entalpia (quantidade de calor liberada) verificada na combustão total de 1 mol de uma determinada substância, supondo-se no estado padrão todas as substâncias envolvidas nessa combustão.



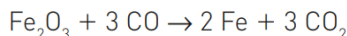
4.3 – Entalpia de Neutralização: é a neutralização de 1 mol de H⁺ por 1 mol de OH⁻.



5 – Calculando o ΔH de uma reação:

5.1 - Utilizando a Entalpia de Formação:

Exemplo:



A entalpia de reação (ΔH_R°) a 25 °C é:

Dados: Entalpia de formação (ΔH_f°) a 25°C, kJ/mol.

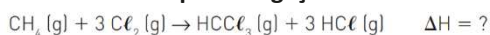
	Fe ₂ O ₃	Fe	CO	CO ₂
ΔH _f ° kJ/mol	-824,2	0	-110,5	-393,5

ΔH = ΣH°Produtos - ΣH°Reagentes

$$\Delta H = [2 \cdot (0) + 3 \cdot (-393,5)] - [1 \cdot (-824,2) + 3 \cdot (-110,5)]$$

$$\Delta H = -24,8 \text{ kJ/mol}$$

5.2 - Utilizando a Entalpia de Ligação:



energia **absorvida**
nas quebras de ligações

4 C — H = 4 [413,4] = 1653,6 kJ
3 Cl — Cl = 3 [242,6] = 727,8 kJ
energia total absorvida = 2381,4 kJ

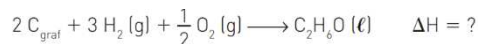
energia **liberada** nas
formações das ligações

1 C — H = 1 [413,4] = 413,4 kJ
3 C — Cl = 3 [327,2] = 981,6 kJ
3 H — Cl = 3 [431,8] = 1285,4 kJ
energia total liberada = 2690,4 kJ

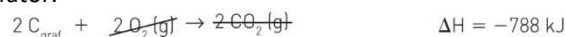
$$\text{Saldo de Energia} = +2381,4 + (-2690,4) = -309,0 \text{ kJ}$$

5.3 – Lei de Hess:

Exemplo:



Como desejamos 2 mols de C devemos multiplicar a reação 1 por 2; Já com relação a reação 2 devemos multiplicar por 3; Por fim a reação 3 devemos inverter sem multiplicar ou dividir por um fator.



6 - Variação da Energia Livre de Gibbs (ΔG):

A variação da energia livre de Gibbs é utilizada para determinar se um processo é ou não de natureza espontânea e representa a energia disponível para realização de um trabalho.

Exemplo: uma pilha possui uma reação espontânea que libera energia para realização de um trabalho elétrico.

ΔG = - **Representa que o processo é espontâneo**

ΔG = zero **Representa que o processo está em equilíbrio**

ΔG = + **Representa que o processo não é espontâneo**

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

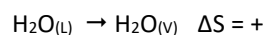
ΔH = Variação de Entalpia

T = Temperatura (Unidade: K)

ΔS = Variação de Entropia (Grau de desordem)

Exemplos envolvendo a variação de entropia:

Exemplo 1: no processo de vaporização o vapor possui um maior grau de desordem.



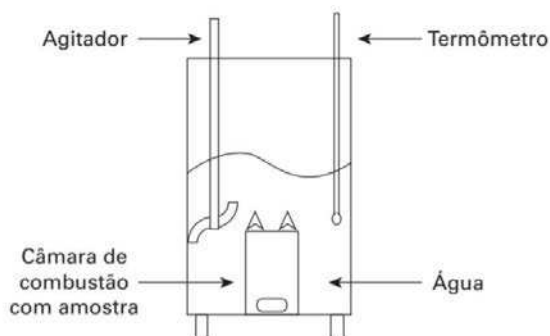
Exemplo 2: na decomposição do calcário uma substância é transformada em outras duas o que caracteriza um aumento de entropia.



Exercícios Fundamentais

1 - Para medir a entalpia de combustão dos materiais, usa-se o calorímetro. Esse equipamento é composto por uma câmara

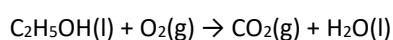
de combustão, a qual permite trocas de calor, imersa em um recipiente contendo água e um agitador para homogeneizar o meio. A partir do aumento da temperatura da água, verificada por um termômetro de alta precisão, calcula-se a entalpia de combustão.



Esse tipo de medição experimental é possível porque a água

- absorve o calor liberado pela combustão na câmara, onde ocorre uma reação exotérmica.
- absorve o calor liberado pela combustão na câmara, onde ocorre uma reação endotérmica.
- libera calor para o meio e este é absorvido pela câmara, onde ocorre uma reação exotérmica.
- libera calor para o meio e este é absorvido pela câmara, onde ocorre uma reação endotérmica.
- absorve o calor do meio para fornecer energia para a câmara de combustão, onde ocorre uma reação endotérmica.

2 - O uso do etanol (C_2H_5OH) como combustível possui algumas vantagens, como o fato de ele ser renovável e mais limpo do que os combustíveis fósseis. Segundo dados da IEA (Agência Internacional de Energia), a utilização de etanol advindo do plantio da cana-de-açúcar pode reduzir em até 89% a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa quando comparado à gasolina. A combustão do etanol, um biocombustível, traz um saldo positivo em relação à emissão de gás carbônico (CO_2), já que, durante a fotossíntese, o CO_2 da atmosfera é absorvido pelas plantas, compensando as emissões durante o seu processo de combustão. Ao contrário, na utilização de combustíveis fósseis, há um aumento do teor desse gás. A equação não balanceada a seguir representa o processo de combustão do etanol:



Considere os valores de entalpia padrão de formação (ΔH_f°) para as seguintes substâncias:

Qual é a variação de entalpia para a reação de combustão do etanol?

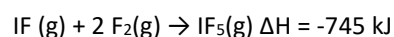
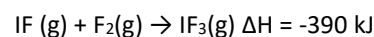
- 278 kJ/mol
- 402 kJ/mol
- 958 kJ/mol
- 1 368 kJ/mol
- 1 924 kJ/mol

3 - O aluminato de sódio ($NaAlO_2$) é um agente coagulante de grande importância industrial que pode ser obtido, em pequena quantidade, por meio de um experimento em que se reage o hidróxido de sódio ($NaOH$), em solução aquosa, com o alumínio metálico (Al). Nessa reação, em que se nota um intenso aquecimento, também é produzido o gás hidrogênio (H_2), que pode ser detectado pelo teste de chama, que consiste em colocar um palito aceso na presença do gás formado e observar uma pequena explosão.

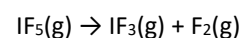
A mudança de temperatura mencionada ocorre, pois

- a entalpia da vizinhança diminui.
- a energia potencial do sistema aumenta.
- a variação de entalpia da reação é positiva.
- os reagentes são mais energéticos que os produtos.
- o fluxo de energia vai da vizinhança para o sistema.

4 - O gás flúor (F_2) é um material extensivamente utilizado na produção de energia nuclear, na qual a produção de hexafluoreto de urânio, essencial para a etapa do enriquecimento do urânio, requer a presença desse gás. Uma das dificuldades encontradas para isso é a produção do gás diatômico. As duas reações apresentadas podem ser utilizadas como uma via de obtenção do F_2 :



De forma a obter a reação global:



O processo resultante dessas reações e a energia liberada são, respectivamente

- a) exotérmico e $|\Delta H| = 1135$ kJ.
- b) endotérmico e $|\Delta H| = 1135$ kJ.
- c) exotérmico e $|\Delta H| = 355$ kJ.
- d) endotérmico e $|\Delta H| = 355$ kJ.
- e) endotérmico e $|\Delta H| = 35$ kJ.

5 - O nitrato de amônio (massa molar 80 g/mol) é um sal inorgânico muito utilizado como fertilizante no Brasil, possui particular interesse na agronomia por ser uma possível fonte de nitrogênio ao solo de forma consistente, tanto na sua forma catiônica como aniônica. Seu uso não se restringe a esse aspecto, sendo também utilizado na aeronáutica como oxidante em sistemas de propulsão de foguetes.

Para se estudar as propriedades térmicas do propelente em questão, adotou-se o método termoquímico da calorimetria. Uma amostra de 0,64 g de nitrato de amônio foi dissolvida em 31,11 g de água contida em um calorímetro, resultando em uma solução de densidade de 1 g/cm^3 e calor específico $4,2 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Após a dissolução, a temperatura da água variou de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ para $23,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Nessas condições, a dissolução e calor de dissolução do nitrato de amônio são, respectivamente,

- a) endotérmica e $\Delta H = 25$ kJ/mol.
- b) exotérmica e $\Delta H = 225$ kJ/mol.
- c) endotérmica e $\Delta H = 0,2$ kJ/mol.
- d) endotérmica e $\Delta H = 20,2$ kJ/mol.
- e) endotérmica e $\Delta H = 4$ kJ/mol.

Exercícios Aprofundados

6 - Um artigo científico recente relata um processo de produção de gás hidrogênio e dióxido de carbono a partir de metanol e água. Uma vantagem dessa descoberta é que o hidrogênio poderia assim ser gerado em um carro e ali consumido na queima com oxigênio. Dois possíveis processos de uso do metanol como combustível num carro – combustão direta ou geração e queima do hidrogênio – podem ser equacionados conforme o esquema abaixo:

$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	<u>combustão direta</u>
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	<u>geração e queima de hidrogênio</u>

De acordo com essas equações, o processo de geração e queima de hidrogênio apresentaria uma variação de energia

- a) diferente do que ocorre na combustão direta do metanol, já que as equações globais desses dois processos são diferentes.
- b) igual à da combustão direta do metanol, apesar de as equações químicas globais desses dois processos serem diferentes.
- c) diferente do que ocorre na combustão direta do metanol, mesmo considerando que as equações químicas globais desses dois processos sejam iguais.
- d) igual à da combustão direta do metanol, já que as equações químicas globais desses dois processos são iguais.

7 - O poder calorífico do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), cuja combustão é praticamente completa, é cerca de $48\ 000 \text{ kJ/kg}$. Considere que a composição desse gás seja de 50% em massa de butano e 50% em massa de propano e que a entalpia de combustão completa do butano seja $\Delta H = -3\ 000 \text{ kJ/mol}$. Com base nessas informações, pode-se estimar que a entalpia de combustão completa do propano, em kJ/mol, seja próxima de

- a) 3 000.
- b) 2 000.
- c) 5 000.
- d) 4 000.
- e) 1 000.

8 - Em 2015, a porcentagem de etanol na gasolina comercial subiu de 25% para 27%. Algumas informações importantes sobre as principais substâncias que constituem esses dois combustíveis são apresentadas no quadro a seguir.

Combustível	Fórmula molecular	Massa molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	ΔH_c° ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	Densidade ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	46	-1 380	0,8
Gasolina	C_8H_{18}	114	-5 700	0,7

Qual a perda energética, por litro de gasolina, com a nova composição em relação à anterior? a) 700 kJ

- b) 480 kJ
- c) 400 kJ
- d) 220 kJ
- e) 200 kJ

9 - Em um recipiente com paredes perfeitamente condutoras de calor encontra-se uma solução altamente concentrada de ácido clorídrico à temperatura de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ e à pressão atmosférica. Certa quantidade de pó de magnésio é colocada na solução e, imediatamente depois, o recipiente é tampado com um pistão de massa desprezível, que fica em contato com a superfície do líquido e que pode deslizar sem atrito ao longo do recipiente. Quando a situação de equilíbrio é alcançada observa-se que o magnésio reagiu completamente com o ácido e que o pistão levantou-se em relação à superfície da solução devido à produção de gás. Sabendo que no processo

todo o sistema realizou um trabalho de 240 J, e considerando o gás produzido como ideal, conclui-se que a massa, em gramas, de magnésio inicialmente colocada na solução foi:

Dados: $R \approx 8,0 \text{ J/Kmol}$; $Mg = 24,30$.

- a) 0,243 b) 0,486
c) 0,729 d) 1,215
e) 2,430

10 - Vários combustíveis alternativos estão sendo procurados para reduzir a demanda por combustíveis fósseis, cuja queima prejudica o meio ambiente devido à produção de dióxido de carbono (massa molar igual a 44 g mol^{-1}). Três dos mais promissores combustíveis alternativos são o hidrogênio, o etanol e o metano. A queima de 1 mol de cada um desses combustíveis libera uma determinada quantidade de calor, que estão apresentadas na tabela a seguir.

Combustível	Massa molar (g mol^{-1})	Calor liberado na queima (kJ mol^{-1})
H ₂	2	270
CH ₄	16	900
C ₂ H ₅ OH	46	1350

Considere que foram queimadas massas, independentemente, desses três combustíveis, de forma tal que em cada queima foram liberados 5400 kJ. O combustível mais econômico, ou seja, o que teve a menor massa consumida, e o combustível mais poluente, que é aquele que produziu a maior massa de dióxido de carbono (massa molar igual a 44 g mol^{-1}), foram, respectivamente,

- a) o etanol, que teve apenas 46 g de massa consumida, e o metano, que produziu 900 g de CO₂.
b) o hidrogênio, que teve apenas 40 g de massa consumida, e o etanol, que produziu 352 g de CO₂.
c) o hidrogênio, que teve apenas 20 g de massa consumida, e o metano, que produziu 264 g de CO₂.
d) o etanol, que teve apenas 96 g de massa consumida, e o metano, que produziu 176 g de CO₂.
e) o hidrogênio, que teve apenas 2 g de massa consumida, e o etanol, que produziu 1350 g de CO₂.

11 - Nas últimas décadas, o efeito estufa tem-se intensificado de maneira preocupante, sendo esse efeito muitas vezes atribuído à intensa liberação de CO₂ durante a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O quadro traz as entalpias-padrão de combustão a 25 °C (ΔH°_{25}) do metano, do butano e do octano.

composto	fórmula molecular	massa molar (g/mol)	ΔH°_{25} (kJ/mol)
metano	CH ₄	16	- 890
butano	C ₄ H ₁₀	58	- 2.878
octano	C ₈ H ₁₈	114	- 5.471

À medida que aumenta a consciência sobre os impactos ambientais relacionados ao uso da energia, cresce a importância de se criar políticas de incentivo ao uso de combustíveis mais eficientes. Nesse sentido, considerando-se que o metano, o butano e o octano sejam representativos do gás natural, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e da gasolina, respectivamente, então, a partir dos dados fornecidos, é possível concluir que, do ponto de vista da quantidade de calor obtido por mol de CO₂ gerado, a ordem crescente desses três combustíveis é

- a) gasolina, GLP e gás natural.
b) gás natural, gasolina e GLP.
c) gasolina, gás natural e GLP.
d) gás natural, GLP e gasolina.
e) GLP, gás natural e gasolina.

12 - No que tange à tecnologia de combustíveis alternativos, muitos especialistas em energia acreditam que os alcoóis vão crescer em importância em um futuro próximo. Realmente, alcoóis como metanol e etanol têm encontrado alguns nichos para uso doméstico como combustíveis há muitas décadas e, recentemente, vêm obtendo uma aceitação cada vez maior como aditivos, ou mesmo como substitutos para gasolina em veículos. Algumas das propriedades físicas desses combustíveis são mostradas no quadro seguinte.

Álcool	Densidade a 25 °C (g/mL)	Calor de Combustão (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	0,79	-726,0
Etanol (CH ₃ CH ₂ OH)	0,79	-1367,0

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

Dados: Massas molares em g/mol: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Considere que, em pequenos volumes, o custo de produção de ambos os alcoóis seja o mesmo. Dessa forma, do ponto de vista econômico, é mais vantajoso utilizar

a) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 22,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.

b) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 29,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.

c) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 17,9 MJ de energia por litro de combustível queimado.

d) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 23,5 MJ de energia por litro de combustível queimado.

e) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 33,7 MJ de energia por litro de combustível queimado.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - A tabela a seguir apresenta o calor de combustão de alguns combustíveis.

Substância	Fórmula	$\Delta H^\circ_{\text{comb}}$ (kcal/mol)
Hidrogênio	$H_{2(g)}$	-68,3
Metano	$CH_{4(g)}$	-212,8
Etanol	$CH_3 - CH_2 - OH_{(l)}$	-326,5
Butano	$C_4H_{10(g)}$	-688,0
Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11(s)}$	-1348,9

O combustível que apresenta maior quantidade de energia liberada quando se usam massas iguais às apresentadas é
Dados: H = 1 g/mol; C = 12 g/mol; O = 16 g/mol.

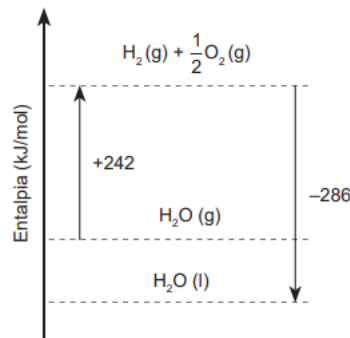
- a) hidrogênio. b) metano.
c) etanol. d) butano.
e) sacarose.

2 - Grafite e diamante são formas alotrópicas do carbono que, teoricamente, podem converter-se uma na outra. Na conversão de diamante em grafite, por exemplo, não se altera a atomicidade do carbono, porém, altera-se a organização espacial dos átomos. Esse processo pode ser representado por meio da equação a seguir. $C(\text{diamante}) \rightarrow C(\text{grafite})$ Apesar de a equação representativa dessa reação ser termodinamicamente favorecida, estima-se que demore cerca de 100 milhões de anos para ocorrer. Nesse aspecto, o cálculo da energia livre da transformação pode dar ideia sobre a espontaneidade da reação, apesar de não estar relacionada com a cinética do processo. Sabe-se que medidos a 1 atm e 27 °C, o ΔH da transformação é -1,9 kJ/mol; a entropia do $C(\text{diamante})$ é 2,3 J/mol · K, e a do $C(\text{grafite})$ é 5,7 J/mol · K. Considerando a reação citada, o valor da energia livre da transformação de um mol de $C(\text{diamante})$ em um mol de $C(\text{grafite})$ é

- a) -3,61 kJ. b) -2,92 kJ.
c) +0,88 kJ. d) +1,99 kJ.

e) +2,59 kJ.

3 - Processos físicos e químicos geralmente envolvem variação de energia na forma de calor. Por exemplo, para que um mol de moléculas de água no estado gasoso, que tem massa molar de 18 g/mol, decomponha-se em um mol de gás hidrogênio e em meio mol de gás oxigênio, é necessário que a amostra absorva 242 kJ. O gráfico a seguir mostra as variações de entalpia, em kJ/mol, envolvidas nas transformações indicadas pelas setas.



A quantidade de energia necessária para vaporizar 45 g de água é de

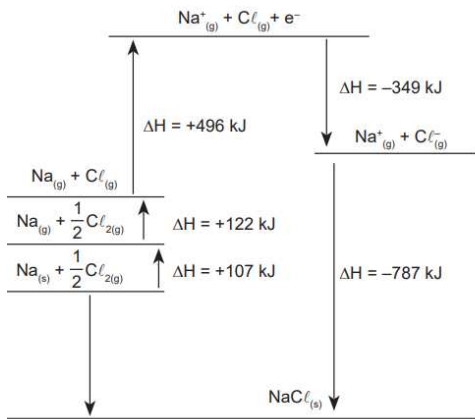
- a) 44 kJ. b) 110 kJ. c) 715 kJ.
d) 792 kJ. e) 1980 kJ

4 - Alguns fabricantes de automóveis desenvolveram carros movidos a hidrogênio, pois a queima desse gás é 50% mais eficiente que a da gasolina. A chama do hidrogênio é muito quente, pois a densidade energética dele é de 38 kWh/kg, enquanto a da gasolina é de apenas 14 kWh/kg. A energia necessária para a ignição de uma mistura hidrogênio-ar é de apenas $4 \cdot 10^{-5}$ J, contra os $2,5 \cdot 10^{-4}$ J dos hidrocarbonetos (gasolina). Considere que 1 W equivale a 1 J/s.

Para efetuar a ignição da gasolina utilizando o calor liberado pela queima do hidrogênio, a quantidade necessária desse gás deve ser, aproximadamente,

- a) $2,9 \cdot 10^{-10}$ g. b) $7,9 \cdot 10^{-10}$ g.
c) $1,8 \cdot 10^{-9}$ g. d) $4,9 \cdot 10^{-9}$ g.
e) $6,5 \cdot 10^{-7}$ g.

5 - Energia de rede, ou energia reticular, é a energia liberada quando íons no estado gasoso são reunidos para formar um cristal iônico. Esta energia não pode ser medida diretamente, sendo obtida a partir de um ciclo conhecido como Ciclo de Born-Haber, apresentado a seguir, que mostra todos os passos que contribuem para a energia total da reação de formação do composto iônico.



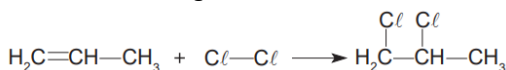
Com base nos dados apresentados, a energia reticular do cloreto de sódio é igual a

- a) $+787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. b) $+349 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
c) $-349 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. d) $-787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
e) $-1136 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

6 - Em um experimento, foram utilizados dois recipientes, um com água a 100°C e outro com água a 0°C , ambas em estado líquido. Os conteúdos dos dois recipientes foram misturados, obtendo-se uma mistura em equilíbrio térmico à temperatura de 75°C . Desconsiderando possíveis trocas de calor com o ambiente externo, a razão entre as massas de água quente e água fria utilizadas no experimento, nessa ordem, é

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

7 - O propeno, comercialmente denominado propileno, é um dos hidrocarbonetos insaturados mais importantes da indústria petroquímica. Dependendo das condições reacionais, pode produzir o 1,2-dicloropropano, que é utilizado na síntese de diversos outros produtos organoclorados. A reação de adição do propileno com gás cloro é mostrada a seguir.



Entalpia de ligação (kcal/mol)			
C=C	C-C	Cl-C-Cl	C-Cl
146,8	82,9	58	78,2

O valor mais próximo da variação de entalpia do produto formado na reação apresentada, em kcal/mol, é

- a) -93. b) -35. c) 34.
d) 44. e) 48.

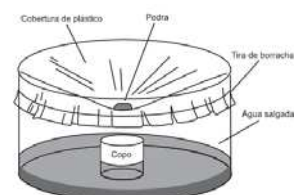
8 - Vários combustíveis alternativos estão sendo procurados para reduzir a demanda por combustíveis fósseis, cuja queima prejudica o meio ambiente devido à produção de dióxido de carbono (massa molar igual a 44 g mol^{-1}). Três dos mais promissores combustíveis alternativos são o hidrogênio, o etanol e o metano. A queima de 1 mol de cada um desses combustíveis libera uma determinada quantidade de calor, que estão apresentadas na tabela a seguir.

Combustível	Massa molar (g mol^{-1})	Calor liberado na queima (kJ mol^{-1})
H_2	2	270
CH_4	16	900
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46	1350

Considere que foram queimadas massas, independentemente, desses três combustíveis, de forma tal que em cada queima foram liberados 5400 kJ . O combustível mais econômico, ou seja, o que teve a menor massa consumida, e o combustível mais poluente, que é aquele que produziu a maior massa de dióxido de carbono (massa molar igual a 44 g mol^{-1}), foram, respectivamente,

- a) o etanol, que teve apenas 46 g de massa consumida, e o metano, que produziu 900 g de CO_2 .
b) o hidrogênio, que teve apenas 40 g de massa consumida, e o etanol, que produziu 352 g de CO_2 .
c) o hidrogênio, que teve apenas 20 g de massa consumida, e o metano, que produziu 264 g de CO_2 .
d) o etanol, que teve apenas 96 g de massa consumida, e o metano, que produziu 176 g de CO_2 .
e) o hidrogênio, que teve apenas 2 g de massa consumida, e o etanol, que produziu 1350 g de CO_2 .

9 - Além de ser capaz de gerar eletricidade, a energia solar é usada para muitas outras finalidades. A figura a seguir mostra o uso da energia solar para dessalinizar a água. Nela, um tanque contendo água salgada é coberto por um plástico transparente e tem a sua parte central abaixada pelo peso de uma pedra, sob a qual se coloca um recipiente (copo). A água evaporada se condensa no plástico e escorre até o ponto mais baixo, caindo dentro do copo.



HINRICH, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Nesse processo, a energia solar cedida à água salgada a) fica retida na água doce que cai no copo, tornando-a, assim, altamente energizada.

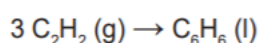
b) fica armazenada na forma de energia potencial gravitacional contida na água doce.

c) é usada para provocar a reação química que transforma a água salgada em água doce.

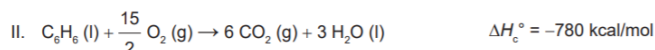
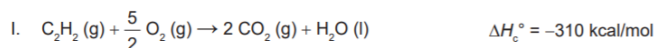
d) é cedida ao ambiente externo através do plástico, onde ocorre a condensação do vapor.

e) é reemitida como calor para fora do tanque, no processo de evaporação da água salgada.

10 - O benzeno, um importante solvente para a indústria química, é obtido industrialmente pela destilação do petróleo. Contudo, também pode ser sintetizado pela trimerização do acetileno catalisada por ferro metálico sob altas temperaturas, conforme a equação química:



A energia envolvida nesse processo pode ser calculada indiretamente pela variação de entalpia das reações de combustão das substâncias participantes, nas mesmas condições experimentais:



A variação de entalpia do processo de trimerização, em kcal, para a formação de um mol de benzeno é mais próxima de

- a) - 1090. b) - 150. c) -50.
d) + 157. e) + 470.

11 - A ideia de que o calor é uma substância está por trás da concepção de que um corpo pode conter calor, ou seja, de que calor e frio são atributos dos materiais. Essa ideia já foi aceita por muitos cientistas no passado, que consideravam que todos os corpos possuíam em seu interior uma substância fluida invisível e de massa desprezível que denominavam calórico. Um corpo de maior temperatura possuía mais calórico do que um corpo de menor temperatura. [...] A teoria do calórico pensado como substância foi abandonada em favor da teoria do calor pensado como energia, principalmente por não poder explicar o aquecimento de objetos de outra maneira que não por meio de uma fonte de calor – por exemplo, por atrito ou reações químicas.

Um dos fatos que contraria a ideia de calórico é que a quantidade de calor liberado ou absorvido em uma reação química depende apenas

- a) dos produtos do processo.

b) dos reagentes do processo.

c) dos estados inicial e final do sistema.

d) da quantidade de etapas do processo.

e) da variação de temperatura do sistema.

12 - O crescente uso das células a combustível de hidrogênio tem provocado uma positiva mudança energética, já que se trata de um combustível renovável. O gás hidrogênio (H₂) também ajuda a diminuir a presença de outro gás, o carbônico (CO₂), produzido pela queima dos combustíveis oriundos do petróleo. Desse modo, essa mudança é ambientalmente vantajosa, já que o CO₂ é o principal causador do efeito estufa, fenômeno que, quando intensificado, pode aumentar a temperatura planetária e promover diversos problemas ambientais e de saúde pública.

Combustível	Fórmula	ΔH_c° (kJ/mol)
Etanol	C ₂ H ₅ OH	-1 368
Metanol	CH ₃ OH	-690
Gasolina	C ₈ H ₁₈	-5 471
Benzeno	C ₆ H ₆	-3 268
Gás natural	CH ₄	-890

Considerando a mesma quantidade de energia produzida, o combustível no qual seria ambientalmente mais vantajosa a substituição por H₂ é o(a)

- a) etanol. b) gasolina. c) metanol.
d) benzeno. e) gás natural.

13 - Ao ser queimada no motor dos automóveis, a gasolina libera mais energia na forma de calor ($\Delta H = -5 471 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) do que o etanol ($\Delta H = -1 368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$). Por conta disso, o consumidor tende a achar que apenas a gasolina apresenta vantagens. Entretanto, dependendo do preço do litro da gasolina, por vezes é mais vantajoso abastecer o carro com etanol, pois, mesmo abastecendo com uma maior quantidade desse combustível, o valor pago ainda é equivalente ao da gasolina e o rendimento obtido é o mesmo.

Abastecer com uma maior quantidade de etanol iguala o rendimento energético desse combustível ao da gasolina, uma vez que o(a)

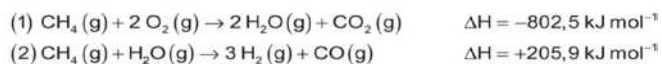
- a) etanol volatiliza mais rápido e faz com que o carro fique mais leve.
b) quantidade de calor absorvida pelo etanol durante a combustão é muito alta.

c) calor absorvido pela gasolina durante a queima é menor do que o absorvido pelo etanol.

d) variação de entalpia do processo é mais positiva à medida que a massa de etanol aumenta.

e) aumento da quantidade desse reagente aumenta a variação de entalpia do processo de queima.

14 - Na natureza, o metano (CH₄) é produto da decomposição anaeróbica de matéria orgânica, encontrado, por exemplo, em pântanos e em depósitos fósseis (gás natural). O metano é um gás que contribui significativamente com o efeito estufa, pois é capaz de interceptar 20 vezes mais o calor que o CO₂ (principal gás associado ao efeito estufa). Os principais usos do metano são como combustível (1) e como fonte de gás hidrogênio, por meio de processo conhecido como reforma catalítica (2):



A variação de entalpia (ΔH) das reações químicas representadas pelas equações 1 e 2 é diferente, uma vez que, na reação

a) 1, a energia liberada na quebra de ligações dos reagentes é maior do que a energia absorvida na formação de ligações dos produtos.

b) 1, são formadas moléculas de água, que resfriam o sistema e diminuem a temperatura do meio, tornando o ΔH menor que zero.

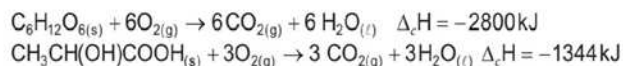
c) 1, a energia absorvida na ruptura das ligações dos reagentes é menor do que a liberada na formação dos produtos, diferentemente do que ocorre na reação 2.

d) 2, os produtos são moléculas que estabelecem interações intermoleculares mais fracas do que aquelas estabelecidas pelas moléculas dos produtos da reação 1.

e) 2, forma-se maior quantidade de gases do que na reação 1, e as mudanças de estado físico da matéria envolvem absorção de energia.

15 - Glicólise é um processo que ocorre nas células, convertendo glicose em piruvato. Durante a prática de exercícios físicos que demandam grande quantidade de esforço, a glicose é completamente oxidada na presença de O₂. Entretanto, em alguns casos, as células musculares podem sofrer um déficit de O₂ e a glicose ser convertida em duas

moléculas de ácido láctico. As equações termoquímicas para a combustão da glicose e do ácido láctico são, respectivamente, mostradas a seguir:



O processo anaeróbico é menos vantajoso energeticamente porque

a) libera 112 kJ por mol de glicose.

b) libera 467 kJ por mol de glicose.

c) libera 2 688 kJ por mol de glicose.

d) absorve 1 344 kJ por mol de glicose.

e) absorve 2 800 kJ por mol de glicose.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	D	D	D	A	D	B	D	E	B	A	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	B	B	C	D	B	B	B	D	B	C	D

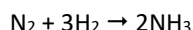
Questão	13	14	15
Gabarito	E	C	A

1 – O que Cinética Química?

É a área da química que estuda a velocidade de uma reação e os fatores que a podem influenciar.

2 - Como é calculado a velocidade média (Vm) de uma reação?

Observe a reação de síntese da amônia (NH₃):



	N ₂	H ₂	NH ₃
Início	4mol/L	12mol/L	-
Após 1 hora	2mol/L	6mol/L	4mol/L

Calculando a velocidade média de cada substância:

$$V_m = \frac{\Delta[\text{N}_2]}{\Delta T} = \frac{2 - 4}{1} = -2 \text{ mol/L. H}$$

$$V_m = \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta T} = \frac{6 - 12}{1} = -6 \text{ mol/L. H}$$

$$V_m = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta T} = \frac{4 - 0}{1} = +4 \text{ mol/L. H}$$

Calculando a velocidade média da reação:

$$V_{\text{reação}} = \frac{|V_m\text{N}_2|}{1} = \frac{|V_m\text{H}_2|}{3}$$

$$V_{\text{reação}} = \frac{|V_m\text{NH}_3|}{2} = +2 \text{ mol/L. H}$$

Os valores 1, 3 e 2 são os coeficientes de proporção (coeficientes estequiométricos).

Detalhe 1: as velocidades obedecem a proporção dos coeficientes estequiométricos - a velocidade do H₂ é três vezes a velocidade do N₂ e a velocidade do NH₃ é duas vezes a velocidade do N₂ tudo em módulo.

3 – Quais as condições para ocorrer uma reação?

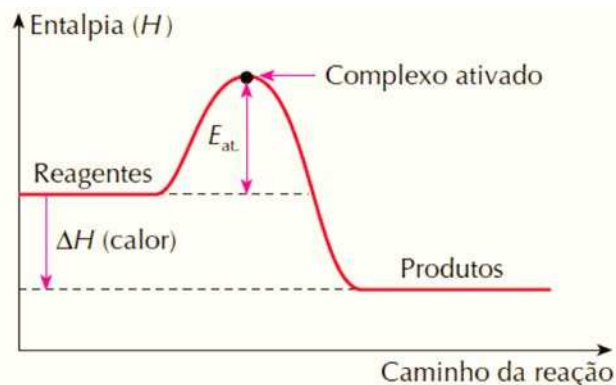
A - Afinidade Reacional:

NaOH + HCl → Há afinidade reacional.

NaCl + HCl → Não há afinidade reacional.

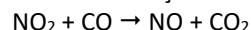
B - Colisão com Energia Suficiente:

Toda reação para ocorrer deve superar uma energia inicial chamada de energia de ativação.

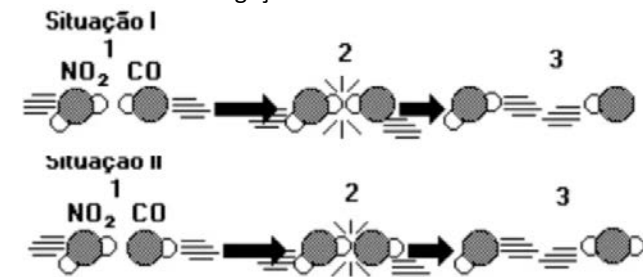


C- Geometria favorável:

Observe a reação abaixo:

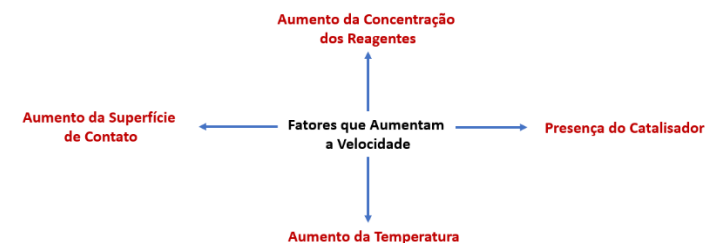


Ao analisar a reação observamos a formação de uma nova ligação entre os elementos carbono e oxigênio, logo para a colisão resultar em uma reação a mesma deve ocorrer entre os átomos da nova ligação.



Na situação 1 a colisão não ocorre com geometria favorável por ocorrer entre os átomos de oxigênio das duas moléculas. Na situação 2 a colisão ocorre com geometria favorável por ocorrer entre os átomos de oxigênio e carbono.

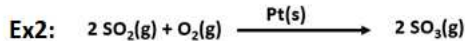
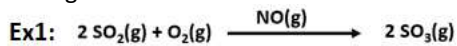
4 - Quais os fatores que alteram a velocidade de uma reação ?



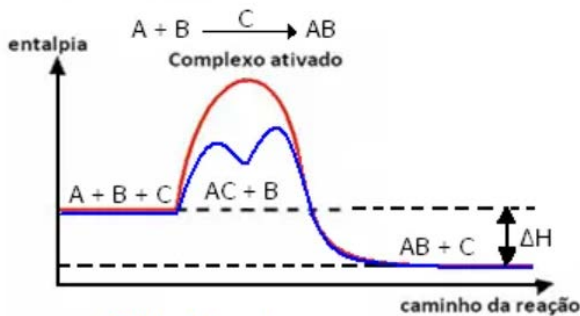
Detalhe 2: outro fator que altera a velocidade é a pressão (só tendo validade para gás e vapor) - ao aumentar a pressão teremos redução do volume do recipiente e por sua vez aumentamos a probabilidade de ocorrer colisões efetivas (colisões que resultam em produtos).

Detalhe 3: catálise é toda reação que ocorre na presença de catalisador. Catálise homogênea (Ex₁): os reagentes e o

catalisador formam uma mistura homogênea. Catálise Heterogênea (Ex2): os reagentes e o catalisador formam uma mistura heterogênea.



Catálise Heterogênea



Catálise Homogênea

4 - Lei da Velocidade:

Considere a seguinte reação genérica, correta mente balanceada:



De acordo com o enunciado da lei da ação das massas, a taxa de desenvolvimento dessa reação pode ser calculada pela expressão:

$$Td = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$$

- k é uma constante que só depende do valor da temperatura;

- α e β são expoentes, cujo valor numérico é determinado experimentalmente.

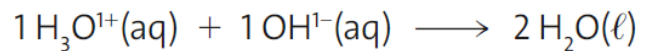
Como determinar os expoentes?

1º Caso: Reação Elementar:

Quando uma reação química se desenvolve em uma única etapa, dizemos que a **reação é elementar**.

Numa reação elementar, os expoentes α e β devem ser elevadas as concentrações em quantidade de matéria dos

reagentes na expressão da taxa de desenvolvimento são os próprios **coeficientes dos reagentes** na equação balanceada.



$$Td = k \cdot [\text{H}_3\text{O}^{1+}]^1 \cdot [\text{OH}^{1-}]^1$$

2º Caso: Reação Não - Elementar:

Quando a reação se desenvolve em duas ou mais etapas distintas, a taxa de desenvolvimento da reação depende apenas da taxa de desenvolvimento da etapa lenta.

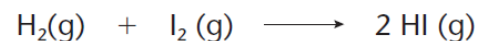


que se desenvolve seguindo as etapas:



$$Td = k \cdot [\text{H}_2]^1 \cdot [\text{NO}]^2$$

3º Caso: Reação Não - Elementar:



Experiência	$[\text{H}_2]$ (mol/L)	$[\text{I}_2]$ (mol/L)	Velocidade da reação (mol/L · s)
1ª	0,1	0,1	$3,2 \cdot 10^{-2}$
2ª	constante	$\times 2$	$6,4 \cdot 10^{-2}$
3ª	$\times 2$	constante	$12,8 \cdot 10^{-2}$

Da 1ª para a 2ª experiência, a concentração de H_2 foi mantida constante (0,1 mol/L), a concentração de I_2 dobrou (de 0,1 mol/L para 0,2 mol/L) e a velocidade da reação também dobrou (de $3,2 \times 10^{-2}$ para $6,4 \times 10^{-2}$ mol/L x s). Isso indica que a velocidade da reação é diretamente proporcional à concentração de I_2 .

Da 2ª para a 3ª experiência, inverteu-se a situação, mantendo-se agora a concentração de I_2 constante (0,2 mol/L) e dobrando-se a concentração de H_2 (de 0,1 mol/L para 0,2 mol/L). A velocidade novamente dobrou, mostrando que a velocidade da reação também é proporcional à concentração de H_2 .

Matematicamente, a tabela acima pode ser traduzida pela fórmula:

$$v = k [\text{H}_2] [\text{I}_2] \quad \text{em que} \quad \begin{cases} k = \text{constante de velocidade ou constante cinética.} \\ [\text{H}_2] = \text{concentração de } \text{H}_2 \text{ (em mol/L).} \\ [\text{I}_2] = \text{concentração de } \text{I}_2 \text{ (em mol/L).} \end{cases}$$

Exercícios Fundamentais

1 – A combustão da gasolina pode ser equacionada por $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (equação não balanceada). Considere que

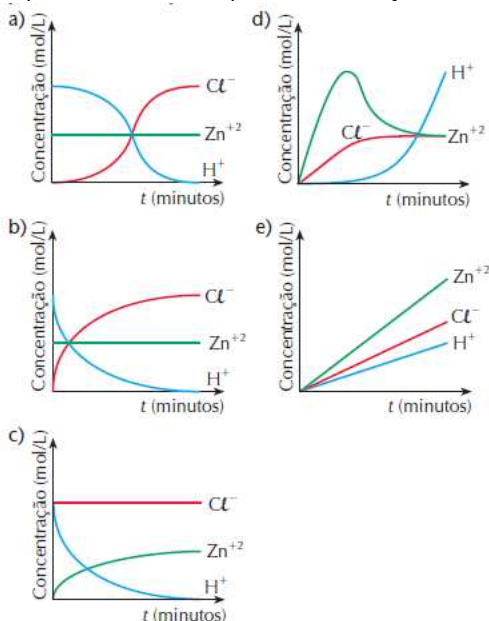
após uma hora e meia de reação foram produzidos 36 mols de CO_2 . Dessa forma, a velocidade de reação, expressa em número de mols de gasolina consumida por minuto, é de:

- a) 3,0 c) 0,1 e) 0,05
b) 4,5 d) 0,4

2 – O carvão é um combustível fóssil constituído de uma mistura de compostos ricos em carbono. Qual é a situação em que a forma de apresentação do combustível, do comburente e a temperatura utilizada favorecerão a queima do carbono com maior velocidade?

	Combustível	Comburente	Temperatura (°C)
a)	carvão em pedaços	ar atmosférico	0
b)	carvão pulverizado	ar atmosférico	30
c)	carvão em pedaços	oxigênio puro	20
d)	carvão pulverizado	oxigênio puro	100
e)	carvão em pedaços	oxigênio liquefeito	50

3 – Na reação entre uma solução aquosa de ácido clorídrico e zinco metálico, o gráfico que melhor representa o comportamento das espécies em solução é:



4 - Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas.

Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem

- a) consumidas durante o processo.

- b) compostos orgânicos e biodegradáveis.

- c) inespecíficas para os substratos.

- d) estáveis em variações de temperatura.

- e) substratos nas reações químicas.

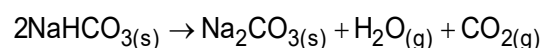
5 - De tempos em tempos, o mundo se choca com notícias sobre o uso de armas químicas em conflitos. O sarin é um composto organofosforado líquido, insípido, incolor e inodoro, altamente volátil, que se transforma em gás quando exposto ao ar, sendo um dos principais alvos dessas notícias. Em 1955, um projeto confidencial do exército americano estudou a eficiência de hipoclorito na eliminação de sarin em ambientes contaminados. A tabela a seguir mostra alguns resultados obtidos nesse estudo.

pH	$[\text{ClO}^-]$ (milimol·L ⁻¹)	$t_{1/2}$ (min)
5	2,8	96
6	2,8	11
7	0,4	13
8	0,04	33
9	0,04	18

- Sendo $t_{1/2}$ o tempo para a concentração do sarin cair à metade, de acordo com a tabela a reação é mais rápida em
- a) maiores concentrações de hipoclorito, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da acidez do meio reacional.
- b) menores concentrações de hipoclorito, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da acidez do meio reacional.
- c) meios mais ácidos, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da concentração do hipoclorito.
- d) meios menos ácidos, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da concentração do hipoclorito.

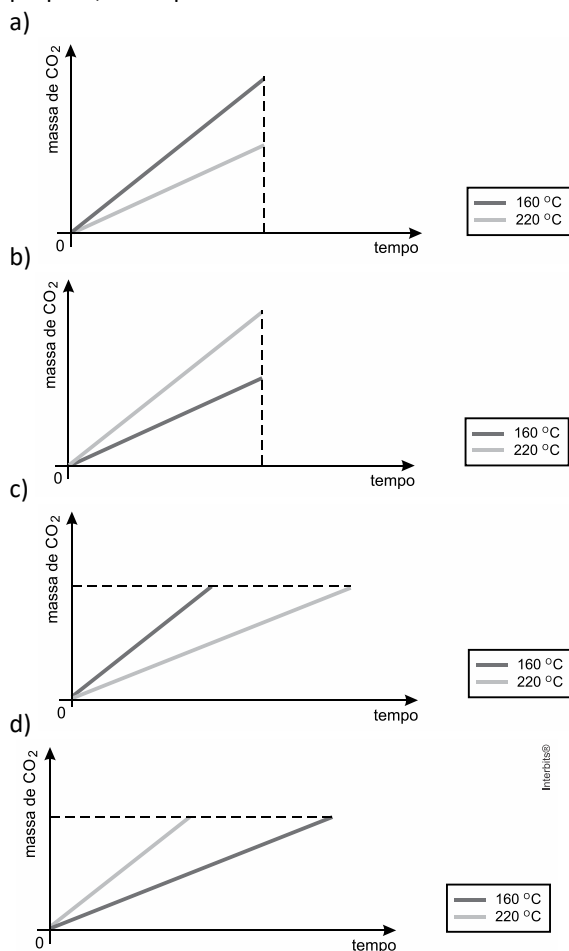
Exercícios Aprofundados

6 - No preparo de pães e bolos, é comum o emprego de fermentos químicos, que agem liberando gás carbônico, responsável pelo crescimento da massa. Um dos principais compostos desses fermentos é o bicarbonato de sódio, que se decompõe sob a ação do calor, de acordo com a seguinte equação química:



Considere o preparo de dois bolos com as mesmas quantidades de ingredientes e sob as mesmas condições, diferindo apenas na temperatura do forno: um foi cozido a 160°C e o outro a 220°C. Em ambos, todo o fermento foi consumido.

O gráfico que relaciona a massa de CO₂ formada em função do tempo de cozimento, em cada uma dessas temperaturas de preparo, está apresentado em:



7 - Segundo alguns cientistas, a camada de ozônio, importante filtro dos raios ultravioleta provenientes do Sol, pode sofrer decomposição em função dos óxidos de nitrogênio emitidos pelos automóveis, de acordo com o mecanismo:



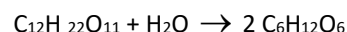
Com relação a esse mecanismo, pode-se afirmar:

- Trata-se de uma catálise heterogênea.
- O NO (g) atua diminuindo a energia de ativação no processo de decomposição do ozônio.
- A concentração de NO é a mesma quando comparamos o início e o término do processo.

Está(ão) correta(s):

- apenas I.
- apenas III.
- I, II e III.
- apenas II e III.

8 – A equação química a seguir representa a hidrólise de alguns dissacarídeos presentes em importantes fontes alimentares:



A tabela a seguir relaciona os resultados da velocidade inicial de reação dessa hidrólise, em função da concentração e da temperatura, obtidos em quatro experimentos, sob as seguintes condições:

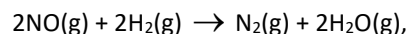
- soluções de um desses dissacarídeos foram incubadas com quantidades iguais ora de suco gástrico, ora de suco intestinal rico em enterócitos;
- o tempo de reação e outros possíveis fatores interferentes foram mantidos constantes.

nº do experimento	valor da concentração do dissacarídeo	temperatura da reação (°C)	velocidade de reação (unidades arbitrárias)
I	X	0	0
	X	20	9,5
	X	40	25
	X	80	1
II	X	80	10
	2X	80	20
	3X	80	30
	4X	80	41
III	X	0	0
	X	20	0
	X	40	1
	X	80	10
IV	X	40	25
	2X	40	45
	3X	40	50
	4X	40	52

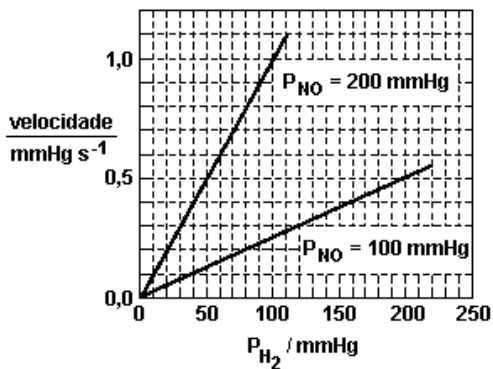
Os experimentos que podem corresponder à hidrólise enzimática ocorrida quando o dissacarídeo foi incubado com suco intestinal são os de números:

- I e II
- I e IV
- II e III
- III e IV

9 – Para a transformação representada por



a velocidade da reação, em função da pressão de hidrogênio P(H₂), para duas diferentes pressões de óxido nítrico P(NO), à temperatura de 826 °C, está indicada no gráfico a seguir:



Examinando o gráfico, pode-se concluir que as ordens da reação, em relação ao óxido nítrico e em relação ao hidrogênio, são, respectivamente,

- a) 1 e 1 b) 1 e 2 c) 2 e 1
d) 2 e 2 e) 3 e 1

10 - A velocidade de reação V de uma enzima é dependente da concentração de seu substrato quando ele está em baixas concentrações; no entanto, quando essas concentrações são muito altas, V torna-se constante e é denominada velocidade máxima de reação ($V_{m\acute{a}x}$).

A tabela a seguir fornece algumas características das reações, determinadas em condições ideais, de uma mesma enzima atuando sobre três diferentes substratos, S_1 , S_2 e S_3 .

Substrato (S)	$V_{m\acute{a}x}$ (unidades)	Concentração de S quando $v = \frac{V_{m\acute{a}x}}{2}$ ($\text{mol} \times \text{L}^{-1}$)
S_1	10	7×10^{-8}
S_2	10	5×10^{-10}
S_3	10	2×10^{-9}

Uma preparação desta enzima foi colocada em três frascos, adicionando-se a cada um deles um substrato diferente: S_1 , S_2 ou S_3 . Estes substratos são, assim, transformados nos produtos P_1 , P_2 e P_3 , respectivamente.

Considere que:

- a concentração de enzima foi a mesma em todos os frascos;
- a concentração de cada um dos substratos foi mantida constante e igual a $2 \times 10^{-9} \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$, durante o experimento;
- as reações foram realizadas em condições ideais.

Ao fim de um minuto de reação, a ordem crescente das quantidades de produtos formados nos três frascos foi:

- a) $P_1 < P_3 < P_2$
b) $P_1 < P_2 < P_3$
c) $P_2 < P_3 < P_1$
d) $P_3 < P_1 < P_2$

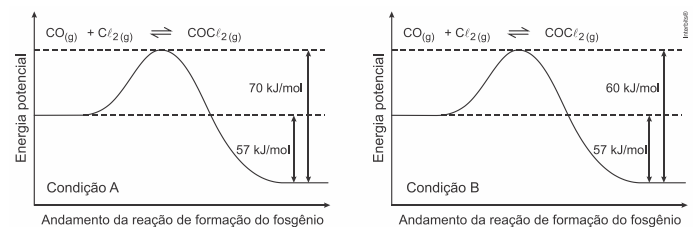
11 - O biodiesel tem se mostrado uma fonte de energia alternativa em substituição ao diesel e a outros derivados do

petróleo. Suas principais vantagens são reduzir os níveis de poluição ambiental e ser uma fonte de energia renovável. O biodiesel pode ser obtido a partir da reação de óleos vegetais brutos (Triglicerídeos) com alcoóis primários (metanol) em meio básico.

Na reação de obtenção do biodiesel,

- a) a velocidade média de formação do biodiesel é o triplo da velocidade de consumo do álcool primário.
b) a velocidade média de consumo do óleo vegetal é igual à velocidade de formação do biodiesel.
c) a velocidade média de formação do glicerol é igual à velocidade de formação do biodiesel.
d) a velocidade média de consumo do álcool primário é o triplo da velocidade de consumo do óleo vegetal.

12 - O fosgênio, COCl_2 , é um composto organoclorado tóxico e corrosivo também, porém, importante na indústria de polímeros, corantes e produtos farmacêuticos. O estudo da reação reversível de produção do fosgênio determinou a entalpia de formação (reação direta) como sendo -57 kJ/mol . Considere a decomposição do COCl_2 (reação inversa) ocorrendo sob duas condições: no primeiro caso (**Condição A**) a energia de ativação da reação de decomposição do COCl_2 foi de $+70 \text{ kJ/mol}$, enquanto no segundo caso (**Condição B**) a energia de ativação desta reação passa a ser $+60 \text{ kJ/mol}$. Ambas as condições estão descritas graficamente nas figuras abaixo:



A respeito destes processos, assinale a alternativa correta:

- a) Sob a **Condição A**, a entalpia da reação inversa é $+13 \text{ kJ/mol}$, e a **Condição B** inclui o uso de catalisador, fazendo com que a entalpia da reação inversa passe a ser $+3 \text{ kJ/mol}$.
b) Sob a **Condição A**, a entalpia da reação inversa é $+57 \text{ kJ/mol}$, e a **Condição B** inclui o uso de altas temperaturas, fazendo com que a energia de ativação da reação direta passe a ser -10 kJ/mol .
c) Sob a **Condição A**, a energia de ativação da reação direta é $+70 \text{ kJ/mol}$, e a **Condição B** inclui o uso de catalisador, fazendo com que a energia de ativação da reação direta passe a ser $+60 \text{ kJ/mol}$.
d) Sob a **Condição A**, a energia de ativação da reação direta é $+13 \text{ kJ/mol}$, e a **Condição B** inclui o uso de catalisador, fazendo com que a energia de ativação da reação direta passe a ser $+3 \text{ kJ/mol}$.

- e) Sob a **Condição A**, a energia de ativação direta é +13 kJ/mol, e a **Condição B** inclui o uso de altas temperaturas, fazendo com que a energia de ativação da reação direta passe a ser +3 kJ/mol.

Exercícios ENEM e Simulados

1 – Em 2019, o acidente na usina nuclear de Chernobyl, Ucrânia, completou 33 anos. Cerca de 100 mil pessoas foram evacuadas da região atingida, com a promessa de que voltariam alguns dias depois. Porém, eles nunca puderam retornar. 30 anos após o desastre, teoricamente não há risco em passar um dia entre as ruínas da região atingida. Os índices de radiação no ambiente, atualmente, ficam entre 0,9 e 2 µSv (microsievert)/hora de exposição.

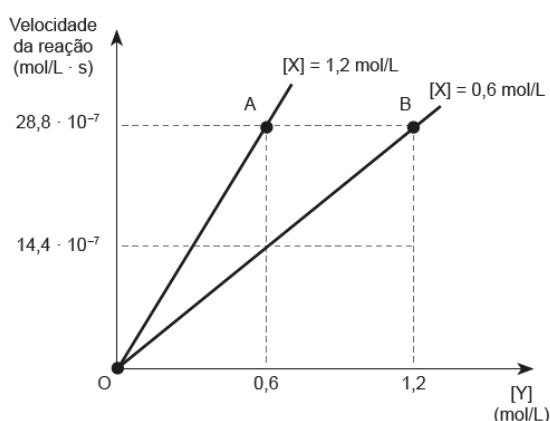
A radiação emitida pelo desastre de Chernobyl, apesar de nociva, atualmente apresenta níveis baixos porque os núcleos radioativos foram se desintegrando com o passar dos anos. A velocidade v desse decaimento, considerando um elemento radioativo A, é dada por $v = k \cdot [A]$, em que k é a constante de decaimento.

A ordem da cinética de decaimento do elemento radioativo A é

- a) 0. b) 1. c) 2.
d) k. e) v.

2 – Para determinar a expressão da lei da velocidade de uma reação, deve-se, experimentalmente, variar as concentrações de cada um dos reagentes sem alterar a temperatura. Esse método é um importante instrumento no estudo da cinética de uma reação química.

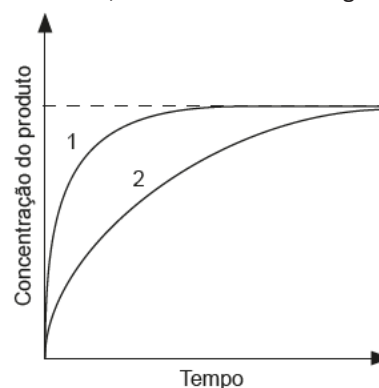
Os dados obtidos em experimentos feitos com a reação $2X(aq) + 3Y(aq) \rightarrow X_2Y_3(s)$ foram colocados no gráfico a seguir, em que os segmentos OA e OB representam reações com as concentrações de 1,2 mol/L e de 0,6 mol/L do reagente X, respectivamente.



Sendo k a constante de velocidade na temperatura em que a reação acontece, a velocidade v dessa reação é representada pela equação

- a) $v = k \cdot [X]^1 \cdot [Y]^1$ b) $v = k \cdot [X]^2 \cdot [Y]^1$
c) $v = k \cdot [X]^2 \cdot [Y]^2$ d) $v = k \cdot [X]^2 \cdot [Y]^3$
e) $v = k \cdot [X]^3 \cdot [Y]^3$

3 – A catálise é o fenômeno, o estudo e a utilização de catalisadores e de processos catalíticos. Os catalisadores, por sua vez, são substâncias que aumentam a velocidade de uma reação química por diminuirmos a energia de ativação dessa reação. Essas substâncias não são capazes de deslocar o equilíbrio reacional, mas, observando um gráfico de concentração de produto formado *versus* tempo, é possível saber qual experimento foi realizado com e qual foi realizado sem catalisador, como mostrado a seguir.



Observando o gráfico, o experimento realizado com catalisador foi o

- a) 2, pois apresentou um aumento exponencial da concentração.
b) 2, pois apresentou acréscimos de concentração lineares com o tempo.
c) 1, pois o tempo necessário para que o equilíbrio fosse atingido diminuiu.
d) 2, pois o tempo necessário para que o equilíbrio fosse atingido aumentou.
e) 1, pois o equilíbrio não foi atingido, garantindo a produção máxima de produto.

4 – Dois fatores que têm influência sobre a velocidade de corrosão de metais são a concentração do agente corrosivo (oxigênio, por exemplo) e a condutividade do meio no qual o metal está inserido. Se a condutividade desse meio for pequena, ocorrerá uma diminuição na velocidade dos processos eletroquímicos, dificultando o processo corrosivo. Um exemplo bem conhecido é observado em ambientes próximos ao litoral, pois, devido à elevada umidade e concentração de íons na atmosfera marítima, há maior corrosão de metais.

Com base no texto, meios com elevada condutividade atuam como

- a) reagentes limitantes para a ocorrência de reações de corrosão.

b) agentes redutores, que facilitam as reações de redução dos metais.

c) inibidores de reações de corrosão, pois dificultam a transferência de elétrons.

d) catalisadores de reações de corrosão metálica, pois facilitam as reações de oxirredução.

e) reguladores do pH do meio ao qual o metal está submetido, favorecendo as reações de corrosão.

5 – O amadurecimento é considerado como o aprimoramento do conjunto de processos que resulta em características estéticas e de qualidade para o fruto. Nessa fase, há um aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura, redução da acidez e da adstringência. Portanto, o amadurecimento corresponde basicamente às mudanças nos fatores sensoriais: sabor, odor, cor e textura, que tornam o fruto aceitável para o consumo. Tais mudanças ocorrem com a biossíntese de etileno nas frutas, substância gasosa responsável pelo amadurecimento.

Disponível em: www.uenf.br. Acesso em: 4 dez. 2020 (adaptado).

É comum observar o armazenamento de alimentos em filmes plásticos a fim de acelerar seu amadurecimento. Isso é possível devido ao(a)

a) aumento da energia de colisão entre as moléculas, aumentando a velocidade das reações químicas.

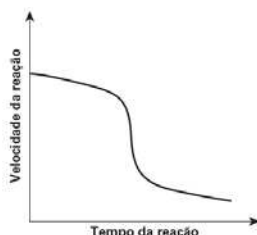
b) diminuição da energia do complexo ativado pela formação de um novo intermediário na reação.

c) aumento da temperatura e consequentemente da energia de ativação necessária para que a reação aconteça.

d) aumento da concentração de gás etileno nos frutos, pela retenção proporcionada pelo material plástico.

e) aumento da superfície de contato com as substâncias presentes no ar, responsáveis pela oxidação / amadurecimento.

6 – A ocorrência das reações químicas é dependente de fatores do ambiente e intrínsecos das substâncias. Exemplo disso é a necessidade da ocorrência de choques efetivos para que a formação do produto seja propiciada. Choques inefetivos desabilitam a ocorrência de produtos com facilidade e, nesses casos, propõem-se alterações em características do sistema para melhorar o rendimento da reação. No entanto, a alteração incorreta dessas características pode promover um efeito contrário, como ilustrado no gráfico de uma reação genérica.



A alteração brusca da velocidade da reação genérica representada no gráfico pode ser explicada pelo

a) uso de inibidores, que criam mecanismos para facilitar a ocorrência de reação com energias de ativação mais baixas.

b) uso de soluções concentradas, em que a abundância de reagentes causa uma mudança negativa na velocidade da reação.

c) diminuição de temperatura do meio, o que prejudica o movimento das partículas e, portanto, a ocorrência de choques efetivos.

d) aumento da superfície de contato, que facilita a ocorrência da reação por disponibilizar maior quantidade de partículas para a reação.

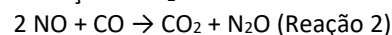
e) estabelecimento de um sistema gasoso em altas pressões, caracterizando um sistema conturbado em que choques efetivos não ocorrem com a frequência necessária.

7 - A poluição do ar, têm gerado grande preocupação nas últimas décadas. São liberados por chaminés industriais gases poluentes como os óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, materiais particulados e compostos orgânicos voláteis. Na esteira dessa preocupação, há estudos envolvendo catalisadores na tentativa de acelerar a velocidade de transformação desses gases poluentes em compostos não nocivos ao meio ambiente.

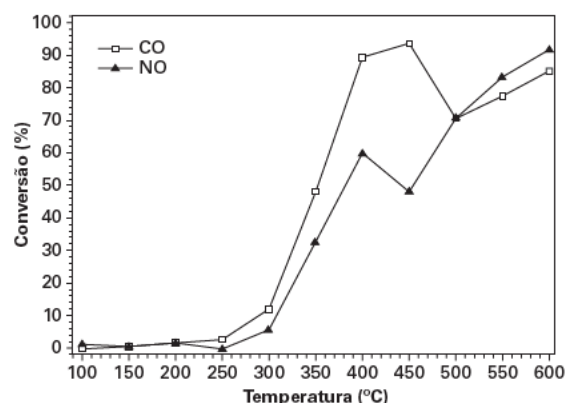
Um catalisador à base de cobalto foi estudado na tentativa de acelerar a velocidade da reação de redução do NO a N₂, utilizando CO como agente redutor. Esse processo evita tanto a emissão de NO como de CO:



Entretanto, é conhecido que a redução de NO com CO também pode levar à formação de N₂O:



No gráfico, são apresentadas as conversões de NO a N₂ (curva com triângulos) e de CO a CO₂ (curva com quadrados) em função da temperatura de reação sobre o catalisador à base de cobalto:



Levando em consideração que o catalisador possui a capacidade de realizar uma catalisação exclusiva, se necessária, das reações descritas no texto, o material à base de cobalto estudado será mais eficiente se

a) catalisar exclusivamente a reação química 1, ocasionando a aproximação das curvas em certas faixas de temperatura.

b) catalisar exclusivamente a reação química 2, ocasionando o afastamento das curvas em todas as faixas de temperatura.

- c) catalisar exclusivamente a reação química 2, ocasionando a aproximação das curvas em todas as faixas de temperatura.
 d) catalisar exclusivamente a reação química 2, ocasionando o afastamento das curvas em todas as faixas de temperatura.
 e) catalisar de maneira não exclusiva as reações químicas, permitindo taxas de conversão para que as duas sejam semelhantes.

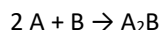
8 - Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

- a) Temperatura, superfície de contato e concentração.
- b) Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- c) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- d) Superfície de contato, temperatura e concentração.
- e) Temperatura, concentração e catalisadores.

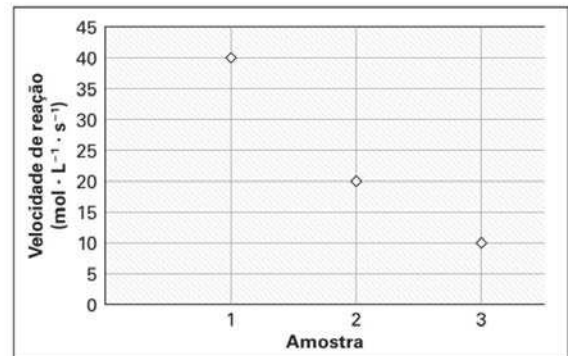
9 - A reação dos elementos genéricos A e B é utilizada em um laboratório para a formação de um composto A_2B . A equação que descreve essa reação pode ser expressa por:



Com o objetivo de estudar os mecanismos e as velocidades dessa reação, pesquisadores deste laboratório realizaram uma série de experimentos, variando as concentrações dos reagentes e observando as velocidades resultantes dessa variação. A tabela a seguir exhibe três amostras entre as estudadas e os valores de concentração de ambos os reagentes utilizados para cada amostra.

Amostra	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)
1	0,5	1
2	1	0,5
3	0,5	0,5

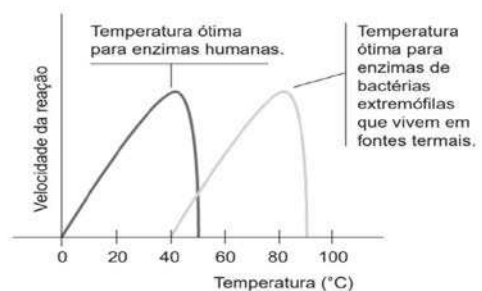
A fim de analisar de forma mais crítica os dados obtidos, os pesquisadores construíram um gráfico das velocidades obtidas por amostra, como pode-se observar a seguir:



Ao analisar a tabela e o gráfico, a lei de velocidade da reação descrita e a ordem global dessa reação são, respectivamente,

- a) $v = k \cdot [A] \cdot [B]$; 2.
- b) $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$; 3.
- c) $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$; 2.
- d) $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$; 2.
- e) $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$; 3.

10 -



Suponha que um gene humano que codifica a produção de uma determinada enzima foi inserido em uma bactéria extremófila. Considerando as velocidades de reação demonstradas no gráfico e que a bactéria manipulada se encontra em temperatura ótima para ação de suas enzimas, a nova enzima produzida

- a) agirá normalmente sobre o substrato.
- b) apresentará alterações não significativas.
- c) será capaz de funcionar mais rapidamente.
- d) será incapaz de funcionar adequadamente.
- e) terá alterações na sequência de aminoácidos.

11 - A medicina nuclear utiliza, para fins de diagnóstico e de tratamento, compostos químicos marcados com radionuclídeos. Uma técnica muito usada na detecção de alguns tipos de câncer é a tomografia por emissão de pósitrons (PET). Nessa técnica, é usualmente administrado em pacientes um radiofármaco que contém 0,001 grama de um radionuclídeo cujo período de meia-vida é de 110 minutos.

A massa, em miligramas, do radionuclídeo restante no organismo do paciente, após 11 horas da ingestão do radiofármaco, é de aproximadamente

- a) 0,125.
- b) 0,062.
- c) 0,031.
- d) 0,016.
- e) 0,008.

12 - No século XIX, a Química ainda era uma ciência jovem, recém-separada da alquimia, e muitos conceitos que hoje são conteúdo de vestibular eram novidades. Por exemplo: se você colocar peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em um vidro com prata, ele se transforma repentinamente em água (H₂O) e oxigênio (O₂). Com a prata, nada acontece. O metal permanece idêntico. Entretanto, em 1835, o químico sueco Jacob Berzelius percebeu que havia um padrão aí. A exemplo da prata, muitas outras substâncias participavam de reações químicas apenas incentivando a transformação de uma coisa na outra. Ao final do processo, elas permaneciam inalteradas.

Na transformação descrita, a prata atua como um

- a) reagente.
- b) catalisador.
- c) emulsificante.
- d) agente redutor.
- e) condutor de energia.

13 - A cinética química é a área da Físico-Química que estuda a velocidade das reações químicas. O estudo cinético de uma reação pode ser dividido em duas categorias: (1) a determinação experimental da velocidade de uma reação e

sua dependência com os parâmetros que a influenciam, e (2) a descrição do mecanismo de reação pelo qual se descrevem todas as etapas para a formação do produto. Cinética química também inclui investigações de como diferentes condições experimentais podem influir na velocidade de uma reação química e informações de rendimento sobre o mecanismo de reação e estados de transição, assim como a construção de modelos matemáticos que possam descrever as características de uma reação química.

Na reação de dissociação térmica do iodeto de hidrogênio gasoso, a velocidade de reação é proporcional ao quadrado da concentração molar do iodeto de hidrogênio gasoso.

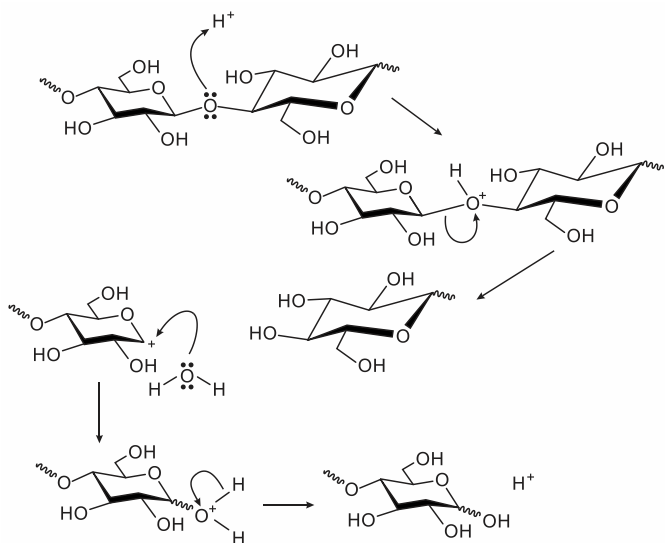
Ao triplicar-se a concentração do HI a velocidade da reação

- a) diminuirá 3 vezes.
- b) aumentará 6 vezes.
- c) diminuirá 6 vezes.
- d) diminuirá 9 vezes.
- e) aumentará 9 vezes.

14 - As leis de velocidade permitem relacionar diretamente a concentração dos reagentes e a velocidade com que as reações tendem a acontecer com base nessas concentrações. Em geral, essas leis são mais facilmente obtidas de maneira empírica. Em uma análise empírica, observou-se que a velocidade da reação não elementar de conversão do hipoclorito (ClO⁻) em clorato (ClO₃⁻) e cloreto (Cl⁻) é octuplicada quando a concentração de hipoclorito é dobrada. Dessa forma, a lei de velocidade para essa reação pode ser descrita por:

- a) $v = k \cdot [\text{ClO}^-]^2$
- b) $v = k \cdot [\text{ClO}^-]^3$
- c) $v = k \cdot [\text{ClO}_3^-] \cdot [\text{Cl}^-]$
- d) $v = k \cdot [\text{ClO}_3^-] \cdot [\text{Cl}^-]^2$
- e) $v = k \cdot [\text{ClO}^-] \cdot [\text{ClO}_3^-] \cdot [\text{Cl}^-]$

15 - A biomassa celulósica pode ser utilizada para a produção de etanol de segunda geração. Entretanto, é necessário que os polissacarídeos sejam convertidos em mono e dissacarídeos, processo que pode ser conduzido em meio ácido, conforme mostra o esquema:



OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. [...] *Química Nova*, n. 7, 2010 (adaptado).

Nessa conversão de polissacarídeos, a função do íon H^+ é

- dissolver os reagentes.
- deslocar o equilíbrio químico.
- aumentar a velocidade da reação.
- mudar a constante de equilíbrio da reação.
- formar ligações de hidrogênio com o polissacarídeo.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	D	C	B	D	D	D	B	C	A	A	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	A	C	D	D	C	A	C	E	D	D	B

Questão	13	14	15
Gabarito	E	B	C

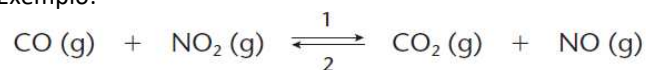
Aula 25: Equilíbrio Químico

1 – Introdução:

Quando falamos em equilíbrio químico devemos pensar imediatamente em reações reversíveis. Mas qual o que é uma reação reversível?

Reação reversível é aquela que se processa simultaneamente nos dois sentidos.

Exemplo:



- 1 – Reação Direta (Velocidade da Direta – V_D)
- 2 – Reação Inversa (Velocidade da Inversa – V_I)

Detalhe: as reações de um equilíbrio são reações elementares, ou seja, ocorrem cada uma em uma única etapa - logo os expoentes da equação são iguais aos coeficientes estequiométricos.

Sabendo que cada reação possui a sua equação de velocidade temos que:

$$V_D = k_D \cdot [\text{CO}]^1 \cdot [\text{NO}_2]^1 \quad V_I = K_I \cdot [\text{CO}_2]^1 \cdot [\text{NO}]^1$$

No equilíbrio

$$V_D = V_I$$

$$k_D \cdot [\text{CO}]^1 \cdot [\text{NO}_2]^1 = K_I \cdot [\text{CO}_2]^1 \cdot [\text{NO}]^1$$

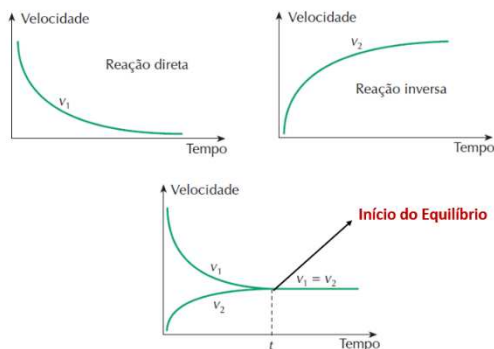
$$\frac{k_D}{K_I} = \frac{[\text{CO}_2]^1 \cdot [\text{NO}]^1}{[\text{CO}]^1 \cdot [\text{NO}_2]^1}$$

$$k_e = \frac{[\text{CO}_2]^1 \cdot [\text{NO}]^1}{[\text{CO}]^1 \cdot [\text{NO}_2]^1}$$

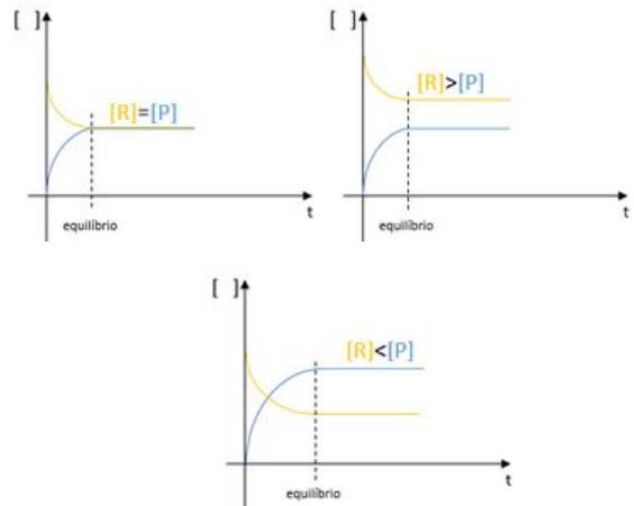
Dica 1: quando se trata de constante de equilíbrio (K_e) temos no numerador a multiplicação das concentrações dos produtos e no denominador a multiplicação das concentrações dos reagentes.

2 – Gráficos em Equilíbrio:

2.1 – Gráficos de Velocidade:



2.2 – Gráficos de Concentração:



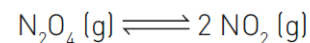
Dica 2: quando a constante de equilíbrio é maior que 1 indica que o processo em equilíbrio está deslocado para a direita (favorecendo aos produtos).

3 – Quociente de Equilíbrio:

O quociente da reação (Q_e) é a relação entre as concentrações em mol/L dos participantes e é expresso da mesma maneira que a constante de equilíbrio (K_e) sendo que o Q_e pode ser determinado em qualquer instante do processo.

Se o Q_e for igual ao K_e temos um processo em equilíbrio; Se $Q_e > K_e$ o equilíbrio encontra-se deslocado para os reagentes.; Se o $Q_e < K_e$ o equilíbrio encontra-se deslocado para os produtos.

Exemplo:



$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 0,2$$

Supondo que em determinado momento a $[\text{NO}_2]$ seja de 2 mol/L e a de $[\text{N}_2\text{O}_4]$ seja de 2 mol/L teremos um valor de $Q_e = 2$, ou seja, o equilíbrio estará deslocado para esquerda até que $Q_e = K_e$.]

4 - Grau de Equilíbrio (α):

Grau de equilíbrio é o quociente entre a quantidade de um reagente (em mols) que realmente reagiu, até o equilíbrio, e a quantidade inicial de mols desse reagente.

Exemplo: Um mol de hidrogênio e 1 mol de iodo são misturados a 500 °C. As substâncias reagem e, após certo tempo, chega-se a um equilíbrio, em que se constata a presença de 0,22 mol de hidrogênio residual. Qual é a constante de equilíbrio (K_c), nessas condições?

	H ₂	+ I ₂	↔	2 HI
Quantidade inicial de mols	1 mol	1 mol		Zero
Quantidade de mols que reagem e são produzidos	0,78 mol → 1º	→ 2º 0,78 mol → 3º		1,56 mol
Quantidade de mols no equilíbrio	0,22 mol	0,22 mol		1,56 mol
Concentrações em mol/L no equilíbrio	$(\frac{0,22}{V})$ mol/L	$(\frac{0,22}{V})$ mol/L		$(\frac{1,56}{V})$ mol/L

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow K_c = \frac{(1,56/V)^2}{(0,22/V) \cdot (0,22/V)} \Rightarrow K_c = \frac{(1,56)^2}{0,22 \cdot 0,22} \Rightarrow K_c \approx 50$$

5 – Fatores que deslocam o Equilíbrio Químico:

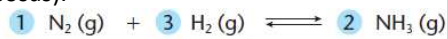
5.1 - Alteração da concentração de uma substância:



Dica 3: Se o reagente estiver no estado sólido sua adição não irá deslocar o equilíbrio uma vez que a concentração de um sólido é constante.

5.2 – Alteração da Pressão:

O aumento da pressão total desloca o equilíbrio para o lado do volume menor (ou seja, da menor quantidade total de mols de espécies gasosas).



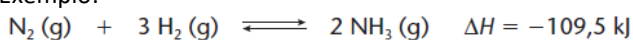
Da equação: 4 mols 2 mols
 Resultam: 4 volumes 2 volumes
 Portanto: Volume maior Volume menor

Dica 4: caso tenhamos um aumento ou redução da pressão parcial de um dos componentes devemos tratar pressão parcial como fator concentração.

5.3 – Alteração da Temperatura:

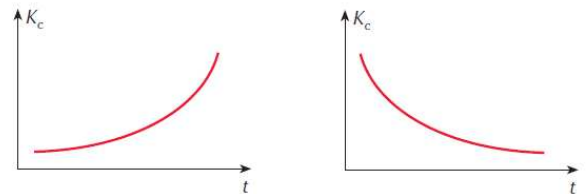
O aumento da temperatura desloca o equilíbrio no sentido endotérmico.

Exemplo:



A variação de entalpia é sempre referente a reação direta, logo a reação de formação da amônia é exotérmica e a que forma os reagentes é endotérmica. Se ocorrer o aumento da temperatura o equilíbrio será deslocado para esquerda.

Dica 5: o fator temperatura é o único capaz de alterar o valor numérico de uma constante de equilíbrio:

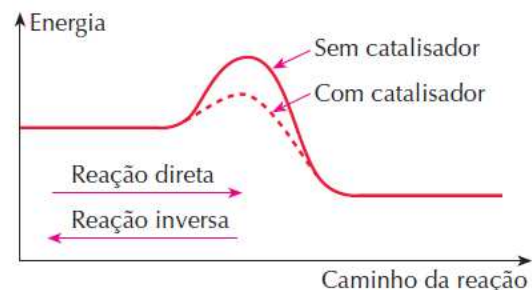


Nas reações endotérmicas o valor de K_c aumenta com a temperatura.

Nas reações exotérmicas o valor de K_c diminui com a temperatura.

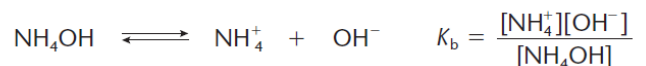
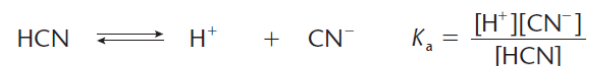
5.4 - Catalisador:

O catalisador não desloca o equilíbrio química uma vez que favorece a ambos os sentidos. O caminho proposto pelo catalisador tanto possui menor energia de ativação na reação direta como na inversa.



Dica 6: o catalisador antecipa o início do equilíbrio Químico.

6 – Constante de acidez (Ka) e constante de basicidade (Kb):



Dica 1: quando o valor numérico de K é alto, mostrando que o numerador da fração é muito maior do que o denominador, conclui-se que a dissociação também é alta; dizemos, nesse caso, que o eletrólito é forte, e o valor de α é próximo de 100%.

Exemplo:

Ácido	K_a	Força
$\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$	$1,0 \cdot 10^7$ (valor muito alto)	Forte
$\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$	$4,7 \cdot 10^{-4}$ (valor baixo)	Fraco
$\text{HCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CN}^-$	$4,9 \cdot 10^{-10}$ (valor muito baixo)	Muito fraco

Detalhe:

$$pK_a = -\log K_a \quad \text{e} \quad pK_b = -\log K_b$$

Conclusão: quanto maior o valor de K ou menor o pK maior a força do ácido ou da base.

Dica 2: Lei da diluição de Ostwald

A lei da diluição de Ostwald relaciona o grau de ionização com o volume (diluição) da solução.

Podemos deduzi-la usando a tabela já explicada nos cálculos do equilíbrio. Vamos supor n (mols) do eletrólito BA , dissolvidos em V (litros) de solução, e apresentando o grau de ionização igual a α . Teremos:

	$BA \rightleftharpoons B^+ + A^-$	
Quantidade inicial de mols	n	Zero
Quantidade de mols ionizados	$n\alpha$	$n\alpha$
Quantidade de mols no equilíbrio	$n - n\alpha$	$n\alpha$
Concentrações em mol/L no equilíbrio	$\frac{n(1-\alpha)}{V}$	$\frac{n\alpha}{V}$

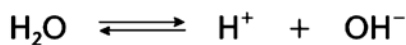
Logo:

$$K = \frac{[B^+][A^-]}{[BA]} \Rightarrow K = \frac{\frac{n\alpha}{V} \cdot \frac{n\alpha}{V}}{\frac{n(1-\alpha)}{V}} \Rightarrow K = \frac{n\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

Quando o eletrólito é fraco o valor de α é pequeno e a diferença $1 - \alpha$ é praticamente 1.

7 – Equilíbrio iônico da água:

A água sofre autoionização de acordo com a equação abaixo:



Quando temos uma temperatura de 25°C a $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ mol/L.

A partir de tais informações a água passou a ser o referencial de acidez e basicidade:

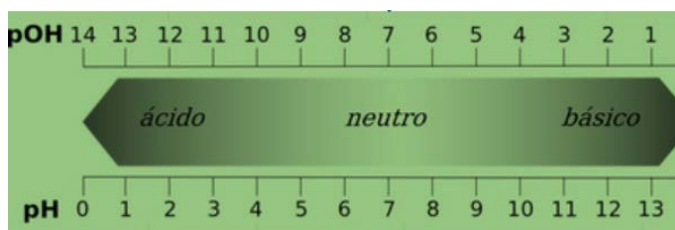
Meio Neutro: $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ mol/L.

Meio Ácido: $[H^+] > 1 \times 10^{-7}$ mol/L e $[OH^-] < 1 \times 10^{-7}$ mol/L.

Meio Básico: $[H^+] < 1 \times 10^{-7}$ mol/L e $[OH^-] > 1 \times 10^{-7}$ mol/L.

Para facilitar a identificação de um meio foi criado o pH (potencial hidrogeniônico) e o pOH (potencial hidroxiliônico):

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



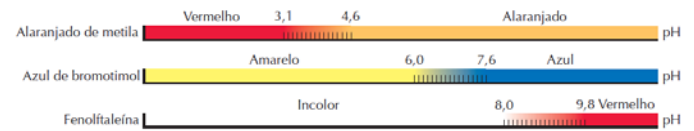
Exemplo:

$$[H^+] = 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \rightarrow pH = 6$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \rightarrow pH = 5 - \log 2 = 4,7$$

Detalhe importante: $pH + pOH = 14$

Como funciona um indicador de pH?



8 – Hidrólise Salina:

Quando um íon é oriundo de um ácido fraco ou base fraca irá ocorrer a quebra da água resultando na liberação de OH^- ou H^+ .

1º Caso: Sal de hidrólise ácida:

Ex: NH_4Cl : O íon NH_4^+ é oriundo de um NH_4OH (Base Fraca) e do HCl (ácido forte) logo o único íon capaz de promover hidrólise é o NH_4^+ como mostrado na reação abaixo:



2º Caso: Sal de hidrólise básica:

Ex: $NaCN$: O íon Na^+ é oriundo de um $NaOH$ (Base Forte) e do HCN (ácido fraco) logo o único íon capaz de promover hidrólise é o CN^- como mostrado na reação abaixo:



Dica 3: quando um sal é oriundo da reação entre ácido forte e base forte não há hidrólise.

Dica 4: quando um sal é oriundo da reação entre um ácido fraco e uma base fraca teremos ambas as hidrólises.

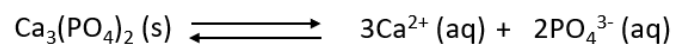
Dica 5:

- para um sal de ácido forte e base fraca: $K_h = \frac{K_w}{K_b}$
- para um sal de ácido fraco e base forte: $K_h = \frac{K_w}{K_a}$
- para um sal de ácido e base fracos: $K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$

9 – Constante do Produto de Solubilidade (Kps):

O equilíbrio de solubilidade é utilizado para espécies de baixa solubilidade em água pertencente aos grupos dos sais e bases em especial.

Exemplo:



$$Kps = [Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$$

Interpretações importantes:

$[Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2 = Kps$ - Solução Saturada

$[Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2 < Kps$ - Solução Insaturada

$[Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2 > Kps$ - Solução Supersaturada (Saturada com corpo de Fundo)

10 – Solução Tampão:

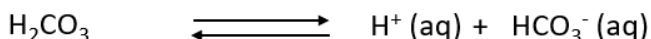
Objetivo: evitar alterações significativas no pH de um meio.

Composição:

Tampão ácido: ácido fraco + sal correspondente – Ex: $H_2CO_3/NaHCO_3$ = ser correspondente é compartilhar do mesmo ânion (HCO_3^-).

Tampão básico: base fraca + sal correspondente – Ex: NH_4OH/NH_4Cl = ser correspondente é compartilhar do mesmo cátion (NH_4^+).

Como atua um tampão?



- Ao adicionar H^+ o HCO_3^- oriundo da dissociação do $NaHCO_3$ irá capturar parte do H^+ adicionado e o equilíbrio será deslocado para esquerda.

- Ao adicionar OH^- parte do mesmo é consumida pelo H^+ e o equilíbrio será deslocado para direita repondo parte do H^+ consumido.

Exercícios Fundamentais

1 - No estudo da ação do gás venenoso $COCl_2$, usado como arma química, observa-se o processo de decomposição do mesmo de acordo com a reação:



Partindo de uma situação de equilíbrio, adicionou-se 0,10 mol de CO e o sistema, após algum tempo, chegou a uma nova situação de equilíbrio. Escolha a opção que indica como as novas concentrações do equilíbrio estão relacionadas com as antigas.

$[COCl_2]$	$[CO]$	$[Cl_2]$
a) nova > antiga	nova > antiga	nova < antiga
b) nova > antiga	nova > antiga	nova > antiga
c) nova < antiga	nova > antiga	nova < antiga
d) nova > antiga	nova < antiga	nova < antiga
e) mesma	mesma	mesma

2 - Os sais são compostos que podem ser formados juntamente com a água na reação de um ácido com uma base de Arrhenius. A família dos sais é muito grande e bastante diversificada. Ela pode ser dividida em sais neutros, ácidos e básicos, como o cloreto de sódio, o bicarbonato de sódio e cloreto de ferro (III), respectivamente.

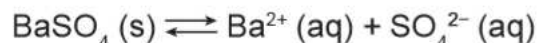
Acerca de soluções aquosas preparadas separadamente com o cloreto de sódio, o bicarbonato de sódio, o carbonato de sódio e o cloreto de ferro (III), estime o potencial hidrogeniônico e assinale a única alternativa correta:

- Cloreto de sódio pH < 7, bicarbonato de sódio pH < 7, carbonato de sódio pH > 7 e cloreto de ferro (III) pH > 7.
- Cloreto de sódio pH = 7, bicarbonato de sódio pH > 7, carbonato de sódio pH > 7 e cloreto de ferro (III) pH < 7.
- Cloreto de sódio pH < 7, bicarbonato de sódio pH > 7, carbonato de sódio pH < 7 e cloreto de ferro (III) pH < 7.
- Cloreto de sódio pH = 7, bicarbonato de sódio pH < 7, carbonato de sódio pH < 7 e cloreto de ferro (III) pH > 7.

3 - 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,

- 1 000 vezes mais ácido.
- 100 vezes mais ácido.
- 10 vezes mais ácido.
- 100 vezes mais alcalino.
- 1000 vezes mais alcalino.

4 - O sulfato de bário ($BaSO_4$) é mundialmente utilizado na forma de suspensão como contraste de radiografias de esôfago, estômago e intestino. Por se tratar de um sal pouco solúvel, quando em meio aquoso estabelece o seguinte equilíbrio:



Por causa da toxicidade do bário (Ba^{2+}), é desejado que o contraste não seja absorvido, sendo totalmente eliminado nas fezes. A eventual absorção do Ba^{2+} , porém, pode levar a reações adversas ainda nas primeiras horas após sua administração como vômito, cólicas, diarreia, tremores, crises convulsivas e até mesmo a morte.

Para garantir a segurança do paciente que fizer uso do contraste, deve-se preparar essa suspensão em

- água destilada.
- soro fisiológico.
- solução de cloreto de bário, $BaCl_2$.
- solução de sulfato de bário, $BaSO_4$.
- solução de sulfato de potássio, K_2SO_4 .

5 - As soluções-tampão são aquelas que resistem a mudanças bruscas de pH quando a elas são adicionadas ácidos ou bases ou quando uma diluição ocorre. Essa resistência é resultado do equilíbrio entre as espécies participantes do tampão. Um tampão é constituído de uma mistura de um ácido fraco e sua base conjugada ou de uma base fraca e seu ácido conjugado. Os tampões têm papel importante em processos químicos e biológicos, nos quais é essencial a manutenção do pH. Assim, muitos processos industriais e fisiológicos requerem pH fixo para que determinada função seja desempenhada. Com a adição de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) ao tampão descrito na equação:

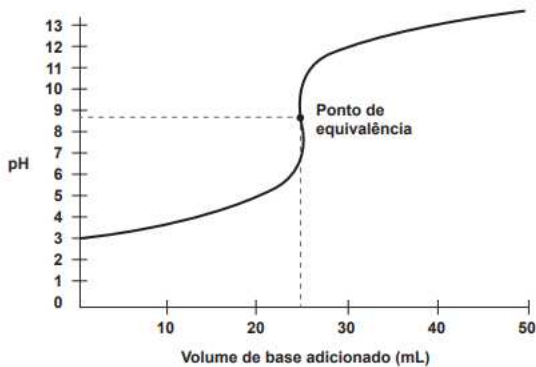


o pH do meio

- não sofrerá variações.
- ficará mais ácido.
- ficará mais básico.
- sofrerá grandes variações.
- diminuirá e depois aumentará

Exercícios Aprofundados

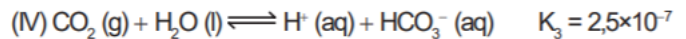
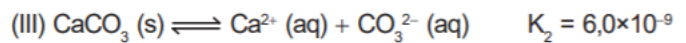
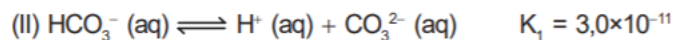
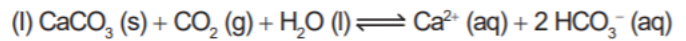
6 - Os tampões têm um papel importante em processos químicos e bioquímicos, nos quais é essencial a manutenção do pH. Assim, muitos processos industriais e fisiológicos requerem um pH fixo para que determinada função seja desempenhada.



De acordo com o gráfico, na titulação representada anteriormente, foram utilizados um ácido

- forte e uma base forte.
- forte e uma base fraca.
- fraco e uma base forte.
- forte e uma base moderada.
- moderado e uma base fraca.

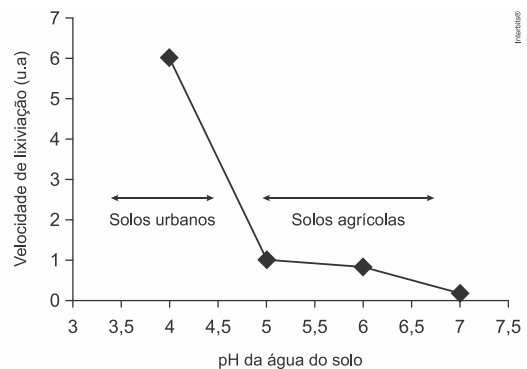
7 - Vários ácidos são utilizados em indústrias que descartam seus efluentes nos corpos d'água, como rios e lagos, podendo afetar o equilíbrio ambiental. Para neutralizar a acidez, o sal carbonato de cálcio pode ser adicionado ao efluente, em quantidades apropriadas, pois produz bicarbonato, que neutraliza 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?

- $4,5 \times 10^{-26}$
- 5×10^{-5}
- $0,8 \times 10^{-9}$
- $0,2 \times 10^5$
- $2,2 \times 10^{26}$

8 - A contaminação de ecossistemas em função do crescimento populacional e da industrialização tem sido cada vez maior ao longo dos anos, mesmo com o advento de tecnologias voltadas à descontaminação ambiental. Um dos efeitos deletérios ao ambiente é a elevada acidez da chuva e de solos. A figura a seguir mostra o efeito que a acidez do solo causa na velocidade de lixiviação de íons Cd^{2+} .



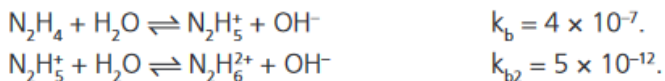
Dados: K_{ps} para $\text{Cd}(\text{OH})_2(s) = 2,5 \times 10^{-14}$

Quanto maior a velocidade de lixiviação, maior o transporte de Cd^{2+} para os lagos por meio da corrente superficial ou subsuperficial, transferido para os aquíferos ou absorvido pela vegetação, com efeitos tóxicos.

Com base na figura e nos conhecimentos sobre solubilidade de metais e equilíbrio químico, é correto afirmar que a lixiviação de cádmio

- em solos agrícolas é menor porque a concentração de íons H^+ na água do solo é maior se comparada à água do solo urbano.

- b) em solos urbanos é maior porque o solo retém mais cádmio na forma de Cd^{2+} e porque a concentração de H^+ na água do solo é baixa se comparada ao solo agrícola.
- c) em solos urbanos é maior porque a concentração de cádmio na forma $\text{Cd}(\text{OH})_{2(s)}$ é elevada se comparada ao solo agrícola.
- d) em solos agrícolas é menor porque usualmente esses solos são tratados com ureia (fertilizante com caráter básico), o que pode reduzir o pH da água do solo e, por consequência, tornar os íons Cd^{2+} mais móveis na água do solo.
- e) em solos agrícolas é menor porque usualmente esses solos são tratados com CaCO_3 , o que pode elevar o pH da água do solo e, por consequência, precipitar os íons Cd^{2+} na forma de $\text{Cd}(\text{OH})_{2(s)}$.
- 9 - A hidrazina é uma base fraca diprótica em que as constantes de ionização são mostradas a seguir:

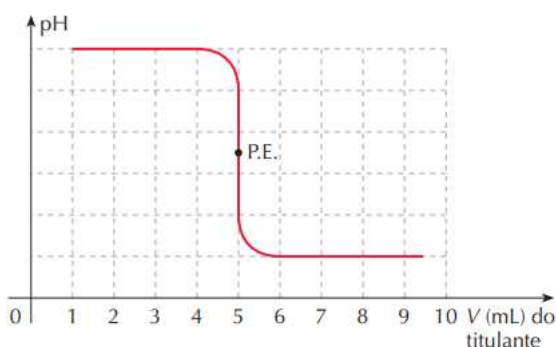


Determine a concentração dos íons $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$ e o pH de uma solução 0,1M de hidrazina.

Dado: $\log 2 = 0,3$.

- a) 4×10^{-7} ; 10,3
b) 5×10^{-10} ; 3,7
c) 5×10^{-12} ; 10,3
d) 4×10^{-13} ; 11,7
e) 7×10^{-8} ; 10,7

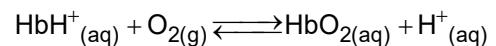
10 - A titulação de 50 mL de uma base forte com um ácido forte 0,1 mol/L, que reagem com estequiometria 1 9 1, pode ser representada através do gráfico, em que P.E. % ponto de equivalência.



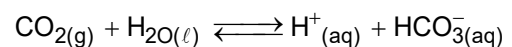
Considerando a informação dada, escolha a alternativa correta.

- a) A concentração da base é 0,01 mol/L.
b) O pH no P.E. é 12,0.
c) A concentração da base é 1,0 mol/L.
d) A concentração da base é 0,05 mol/L.
e) O pH da base é 12,7.

11 - O processo de transporte de O_2 para a respiração pode ser entendido como um processo de equilíbrio químico entre a hemoglobina (Hb) e o O_2 . A Hb é uma proteína do sangue responsável pelo transporte do O_2 que também pode existir na forma protonada como HbH^+ . Dependendo da concentração de CO_2 , podem ocorrer a alcalose ou a acidose respiratória. A ligação do oxigênio com a HbH^+ gera a forma oxigenada (HbO_2), como pode ser representado pela equação química simplificada:



O dióxido de carbono liberado na respiração pode alterar esse equilíbrio devido à formação de ácido carbônico, representado pela equação:



Com base nessas informações, é correto afirmar:

- a) Nos pulmões, onde a concentração de oxigênio é mais elevada, a forma de hemoglobina favorecida é a protonada.
b) Nos tecidos humanos, onde é consumido O_2 pelo metabolismo, a forma de hemoglobina favorecida é a HbO_2 .
c) Quando uma pessoa expira mais depressa que o normal, a concentração de dióxido de carbono no seu sangue diminui e, nessas situações, a forma de hemoglobina favorecida é a forma protonada.
d) Nos tecidos humanos, onde é liberado dióxido de carbono produzido pelo metabolismo, a forma de hemoglobina favorecida é a forma protonada.
e) Nos tecidos humanos, onde é liberado dióxido de carbono produzido pelo metabolismo, a forma de hemoglobina favorecida é a HbO_2 .

12 - A reação reversível



admite os seguintes valores da constante de equilíbrio K_c :

Temperatura (°C)	200	400	600	800	950
K_c	0,065	0,125	0,480	1,030	1,800

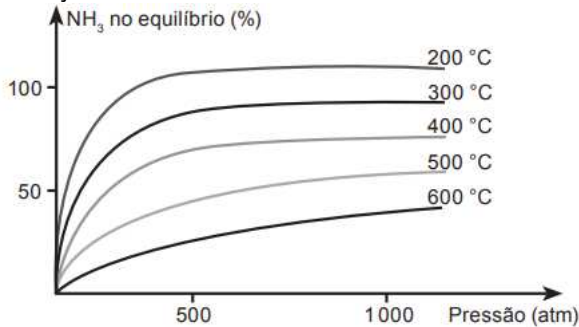
Tendo em vista uma mistura equimolar de $\text{CO} (g)$ e $\text{NO}_2 (g)$ e considerando as temperaturas relacionadas, identifique a temperatura em que as concentrações de reagentes e produtos, no equilíbrio, são aproximadamente iguais.

- a) 200 °C
b) 400 °C
c) 600 °C
d) 800 °C
e) 950 °C

Exercícios ENEM e Simulados

1 - A síntese de Haber-Bosch (processo de formação da amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio) teve um papel histórico importante, pois proporcionou aos alemães a possibilidade de resistir ao bloqueio dos aliados durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918). De fato, devido ao embargo inimigo, a Alemanha não conseguia mais importar o salitre necessário para a fabricação de explosivos. Com a

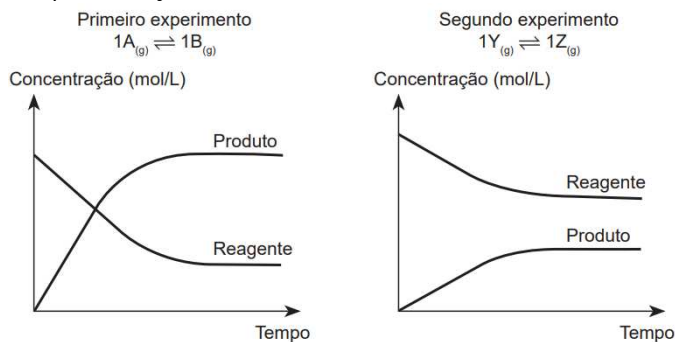
síntese de NH_3 , os alemães produziam HNO_3 e deste chegavam aos explosivos de que necessitavam. Esses fatos mostraram à humanidade a grande importância da Química – cujo desenvolvimento teve, a partir daquela ocasião, um impulso bastante acentuado. O gráfico a seguir mostra a influência conjunta da pressão e da temperatura no rendimento da produção de NH_3 .



Com base no processo de formação da amônia, é correto afirmar que

- é favorecido em temperaturas baixas, pois se trata de uma reação endotérmica.
- o aumento da pressão parcial da amônia aumenta seu rendimento.
- temperaturas altas não o favorecem, pois diminuem as colisões efetivas.
- temperaturas não muito altas e uma alta pressão estão nas condições ideais de síntese.
- a velocidade de formação da amônia é igual à de reação do gás nitrogênio.

2 - Os gráficos a seguir expressam a variação da concentração dos participantes de duas reações, em mol/L, em função do tempo de reação.



No primeiro experimento foi utilizado 0,5 mol/L de $A(g)$, e 80% deste reagente é convertido em $B(g)$. No segundo foi utilizado 0,4 mol/L de $Y(g)$, e 25% deste reagente foi convertido em $Z(g)$. Se medidas na mesma temperatura, as constantes de equilíbrio do primeiro e segundo experimentos, K_1 e K_2 , respectivamente, valem

- 0,2 e 0,75.
- 0,25 e 3.
- 0,8 e 0,25.
- 4 e 0,33.
- 5 e 1,33.

3 - Decisão de asfaltamento da rodovia MG-010, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos ameaçam o sofisticado ecossistema do campo rupestre da reserva da Serra do Espinhaço. As plantas nativas desta 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 este ambiente; no entanto, elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de "estrada ecológica". Possivelmente, a entrada de espécies de plantas exóticas neste ambiente foi provocada pelo uso, neste 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.

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

- inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

4 - Nos ecossistemas formados nos tratamentos biológicos de esgotos, as condições químicas do meio influem decisivamente no tratamento. Normalmente, a condição que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios. Nos reatores anaeróbios, a acidificação do meio indica situação de desequilíbrio. A produção de ácidos orgânicos pelas bactérias acidificadoras e a sua não utilização pelas metanobactérias levam a uma situação de desequilíbrio.

Para determinar se um reator anaeróbio se encontra em situação de desequilíbrio, é possível realizar uma

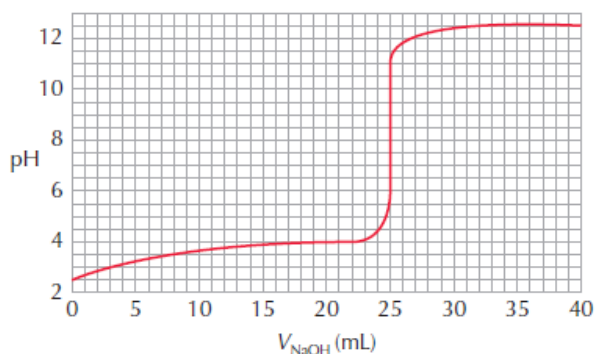
- alcalimetria usando ácido clorídrico como titulante.
- acidimetria usando hidróxido de sódio como titulante.
- volumetria de precipitação usando cloreto de sódio como titulante.
- volumetria de neutralização usando alaranjado de metila como titulante.
- volumetria de oxirredução usando permanganato de potássio como titulante.

5 - Um indicador universal apresenta as seguintes cores em função do pH da solução aquosa em que está dissolvido:



A 25,0 mL de uma solução de ácido fórmico (HCOOH), de concentração 0,100 mol/L, contendo indicador universal, foi acrescentada, aos poucos, solução de hidróxido de sódio (NaOH), de concentração 0,100 mol/L.

O gráfico a seguir 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. c) amarela. e) azul.
b) laranja. d) verde.

6 - Relatos históricos contam que, durante a Segunda Guerra Mundial, espões mandavam mensagens com uma "tinta invisível". Os espões mergulhavam o pincel em uma solução de nitrato de chumbo II e escreviam em uma folha. Para tornar a escrita com nitrato de chumbo II visível o receptor da mensagem colocava sobre a "tinta invisível" uma solução. A solução mais adequada utilizada pelo receptor foi a de

Dados: $K_{ps} \text{PbCl}_2 = 1,6 \times 10^{-5}$; $K_{ps} \text{Pb(SCN)}_2 = 2,1 \times 10^{-5}$; $K_{ps} \text{Pb(IO}_3)_2 = 3,7 \times 10^{-13}$; $K_{ps} \text{Pb(OH)}_2 = 1,4 \times 10^{-20}$

- a) cloreto de sódio
b) hidróxido de sódio
c) iodato de sódio
d) tiocianato de sódio
e) nitrato de sódio.

7 - O azul de bromofenol (ABF) é um indicador ácido-base que tem faixa de viragem entre os valores de pH 3,0 e 4,6 da cor

amarelo para azul. Cientistas propõem a utilização desse indicador para verificar a acidez de efluentes industriais que possam prejudicar a saúde dos trabalhadores. Ao se adicionar ABF em uma amostra de um efluente, a observação da cor amarelo indica que é possível haver

- a) metilamina nesse efluente, com concentração 0,01 mol . L⁻¹.
b) ácido nítrico nesse efluente, com concentração 0,00001 mol . L⁻¹.
c) ácido clorídrico nesse efluente, com concentração 0,01 mol . L⁻¹.
d) hidróxido de sódio nesse efluente, com concentração 0,00001 mol . L⁻¹.
e) uma mistura contendo solução salina de sulfeto de sódio, em qualquer concentração.

8 - Os ensaios de controle de qualidade de sabonetes têm por objetivo verificar a qualidade química e física dos produtos destinados à assepsia do corpo humano.

Sabonetes que têm pH muito alcalino tendem a causar irritações nas mucosas, pois, além de retirarem a gordura protetora da pele, ainda causam o seu ressecamento. Mas, segundo a Anvisa, o pH de sabonetes em barra para uso humano deve ficar entre 9 ([H⁺] = 1,0 · 10⁻⁹ mol · L⁻¹) e 10,4 ([H⁺] = 3,98 · 10⁻¹¹ mol · L⁻¹). Observe, na tabela, a análise da concentração de íons hidroxila de cinco tipos de sabonete medida a 25 °C.

Sabonete	[OH ⁻] (mol · L ⁻¹)
Tipo 1	7,9 · 10 ⁻⁷
Tipo 2	8,9 · 10 ⁻³
Tipo 3	1,2 · 10 ⁻³
Tipo 4	7,9 · 10 ⁻⁵
Tipo 5	5,8 · 10 ⁻⁸

Considerando que $K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$ e que, a 25 °C, $K_w = 10^{-14}$, o sabonete que está próprio para uso humano, de acordo com a Anvisa, é o

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

9 - O fenômeno da chuva ácida de origem antropogênica ocorre principalmente em regiões industrializadas, em que a queima de combustíveis fósseis libera grande quantidade de

óxidos de nitrogênio para a atmosfera. Para ser considerada ácida, a chuva deve apresentar um pH menor que 5,5. Em um estudo sobre a acidez da chuva de determinada região de uma cidade, uma amostra de 100 mL de água da chuva foi coletada e submetida à titulação com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L como titulante, a 25 °C. Sabe-se que o único ácido presente na amostra era o ácido nítrico e que o volume de titulante utilizado foi de 1,0 mL.

Com base na amostra analisada, o pH da chuva dessa região é aproximadamente igual a

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

10 - A maior parte dos anestésicos locais são bases fracas que se apresentam tanto na forma ionizada quanto na forma não ionizada. Pelo fato de atravessar mais facilmente a membrana lipídica, o anestésico que apresenta maior concentração da forma não ionizada alcança mais rapidamente seu sítio efetor e possui menor tempo de latência. O pKa dos anestésicos locais define a proporção existente da forma ionizada e não ionizada, em um determinado pH. Se o pKa do anestésico for menor que o pH do meio, há predomínio da forma não ionizada. Quanto maior for o pKa em relação ao pH, maior será a taxa da forma ionizada do anestésico. Observe na tabela a seguir alguns exemplos de anestésicos locais e suas respectivas constantes de ionização.

Anestésico local	Constante de ionização (K_a)	Dados
Benzocaína	$3,16 \cdot 10^{-4}$	$\log 3,16 \approx 0,5$
Bupivacaína	$7,9 \cdot 10^{-9}$	$\log 7,9 \approx 0,9$
Lidocaína	$1,26 \cdot 10^{-8}$	$\log 1,26 \approx 0,1$
Procaína	$1,25 \cdot 10^{-9}$	$\log 1,25 \approx 0,1$
Tetracaína	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$\log 2,5 \approx 0,4$

Considerando o pH fisiológico igual a 7,4, um anestesista que necessita do efeito mais rápido possível, dispondo dos anestésicos locais indicados na tabela, deverá escolher a

- a) benzocaína.
- b) bupivacaína.
- c) lidocaína.
- d) procaína.
- e) tetracaína

11 - As glândulas sebáceas situadas no couro cabeludo produzem um óleo, ou sebo, que envolve as cutículas. A maior parte da sujeira do cabelo se adere nesse sebo, e, portanto, a maneira mais eficaz de lavar os cabelos é removendo a camada

de gordura. Em soluções muito ácidas, as ligações de hidrogênio e interações eletrostáticas são desfeitas, tornando o cabelo quebradiço. Em soluções levemente básicas, algumas ligações dissulfeto são rompidas, e se observa danos à cutícula, tornando o cabelo opaco e gerando pontas duplas ou múltiplas. Portanto, o pH do cabelo deve ser mantido entre levemente ácido até neutro. Cabelos: Uma contextualização no Ensino da Química.

A tabela a seguir lista cinco protótipos de xampu com diferentes valores de pH

Xampu	pH
I	1,5
II	3,4
III	6,5
IV	8,7
V	12,1

Considerando as informações do texto, o protótipo de xampu mais indicado para os cabelos é o

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

12 - Em uma aula prática sobre titulação, um professor adicionou uma solução de NaOH em uma de HCl. Durante o experimento, o pH da solução aumentou até atingir o ponto de equivalência, momento em que a quantidade de mol de $H^+(aq)$ é igual à quantidade de mol de $HO^-(aq)$. Nesse momento, qualquer adição de base, por menor que seja, leva a um aumento considerável do pH, causando uma mudança de cor do indicador ácido-base. Essa alteração na coloração indica o ponto final da titulação. A tabela a seguir apresenta cinco indicadores ácido-base, as cores que eles apresentam em cada tipo de solução e o intervalo aproximado de pH em que ocorre a mudança de cor.

Indicador	Cor em solução ácida	Cor em solução básica	Faixa de pH em que ocorre mudança de cor
azul de timol	vermelho	amarelo	1,2 – 2,8
alaranjado de metila	laranja	amarelo	3,1 – 4,4
vermelho de metila	vermelho	amarelo	4,2 – 6,3
azul de clorofenol	amarelo	vermelho	4,8 – 6,4
fenolftaleína	incolor	rosa	8,3 – 10,0

Observando a faixa de pH dos indicadores, o mais apropriado para indicar o ponto final da titulação apresentada no texto é o(a)

- a) fenolftaleína.
- b) azul de timol.
- c) azul de clorofenol.
- d) vermelho de metila.
- e) alaranjado de metila.

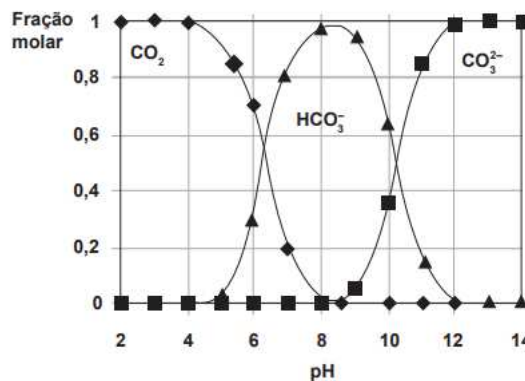
13 - O pH do solo depende de sua composição. Por exemplo, terrenos pantanosos têm pH por volta de 3,5, devido à presença de grande quantidade de ácidos provenientes do húmus; já terrenos sedimentares, formados por sílica (SiO₂), devido à formação, em pequena quantidade, de ácido silícico (H₄SiO₄), apresentam pH próximo de 6,0. Terrenos de origem vulcânica, ricos em silicatos de cálcio e magnésio, devido à sua hidrólise, apresentam pH superior a 7. Para cultivo de determinadas espécies, faz-se necessário a correção do pH do solo, caso este não se encontre na faixa da planta cultivada. A tabela a seguir apresenta exemplos de faixa de pH considerado ótimo para algumas plantas

Maçã	5,0-6,5
Morango	5,0-6,5
Ervilha	6,0-7,5
Tomate	5,5-7,5
Feijão	6,0-7,5
Rosa	6,0-8,0

Com relação à maçã, pode-se inferir que

- o melhor solo para seu cultivo é o de origem vulcânica, que apresenta um pH menor que 7.
- pode ser cultivado em solo pantanoso, desde que seu pH sofra um ajuste, tornando-se mais ácido.
- o solo vulcânico deve sofrer um ajuste no pH para torná-lo apropriado para o cultivo, e tal procedimento pode ser feito com carbonato de cálcio (CaCO₃).
- o solo sedimentar deve sofrer um ajuste no pH para torná-lo apropriado para o cultivo, e tal procedimento pode ser feito com cloreto de sódio (NaCl).
- o terreno pantanoso deve sofrer um ajuste no pH para torná-lo apropriado para o cultivo, e tal procedimento pode ser feito com carbonato de cálcio (CaCO₃).

14 - A queima de carvão, petróleo e gás natural, bem como o desmatamento e várias práticas agrícolas e industriais, estão alterando a composição da atmosfera e contribuindo para as alterações climáticas. Na tentativa de reduzir ou pelo menos retardar o aumento dos níveis atmosféricos do CO₂, vários processos de mitigação estão, atualmente, sendo estudados; entre os quais, o aprisionamento mineral, que envolve a incorporação do CO₂, em uma fase sólida, por exemplo, na precipitação de carbonatos minerais.

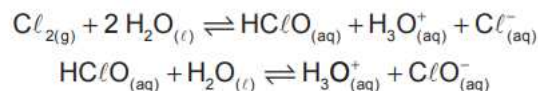


Representação das espécies iônicas na dissolução do CO_{2(aq)} na temperatura de 25 °C.

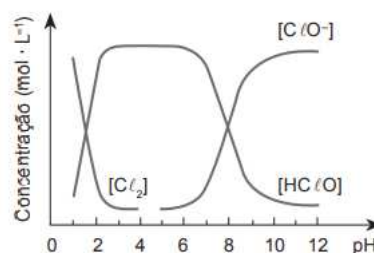
De acordo com o gráfico anterior e sabendo que os carbonatos de cálcio e magnésio são insolúveis em água, o melhor pH de um aquífero para reduzir o teor de CO₂ teria o valor igual a

- 4.
- 6.
- 8.
- 10.
- 12.

15 - No tratamento da água, uma das etapas é a desinfecção. Um agente desinfetante muito usado é o cloro gasoso, que é adicionado diretamente à água. Os equilíbrios químicos seguintes estão envolvidos na dissolução desse gás:



A figura seguinte mostra a distribuição aproximada das concentrações das espécies químicas envolvidas nos equilíbrios anteriores em função do pH.



Como a melhor eficiência do processo ocorre quando a concentração de íons hidróxidos é de 10⁻⁹ mol/L, depreende-se que

- o meio básico aumenta o potencial oxidante do cloro. B) a melhor ação bactericida é observada em pH igual a 9.
- a principal espécie responsável pela ação desinfetante é o ClO⁻.
- a principal espécie responsável pela ação desinfetante é o HClO.
- a ação desinfetante se dá por meio da capacidade redutora do cloro.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	B	B	E	C	C	B	E	C	A	D	D

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	C	A	B	B	B	C	D	C	A	C	A

Questão	13	14	15
Gabarito	E	E	D

Aula 26: Eletroquímica

1 - Introdução:

Quando falamos em eletroquímica temos uma reação redox, ou seja, envolvendo transferência de elétrons. Tal reação pode ocorrer de forma espontânea (Pilha) ou mediante a aplicação de uma corrente elétrica (Eletrólise).

O quadro abaixo representa as principais diferenças entre pilha e eletrólise:

Reação Química $\xrightleftharpoons[\text{Eletrolise}]{\text{Pilha}}$ Corrente Elétrica

Pilhas	Eletrolise
Processo Espontâneo $\Delta G < 0$	Processo Não - Espontâneo $\Delta G > 0$
DDP: +	DDP: -
Cátodo: polo +	Cátodo: polo -
Ânodo: polo -	Ânodo: polo +

Conceitos importantes:

Oxidação: perda de elétrons;

Redução: ganho de elétrons;

Ânodo: local da oxidação;

Cátodo: local da redução.

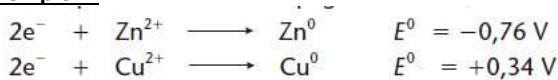
2 - Estudo das pilhas:

2.1 - Estudo dos potenciais:

- **Potencial de Redução ($E^{\circ}_{RED.}$):** Representa a tendência em ganhar elétrons - quanto maior o potencial de redução maior a tendência em ganhar elétrons;

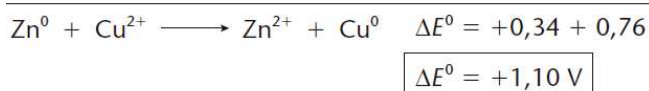
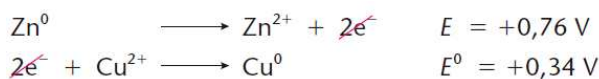
- **Potencial de Oxidação ($E^{\circ}_{OXID.}$):** Representa a tendência em perder elétrons - quanto maior o potencial de redução maior a tendência em perder elétrons;

Exemplo 1:

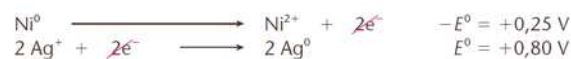
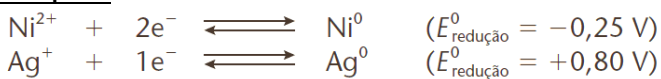


A espécie com maior potencial de redução irá sofrer redução - essa reação deve ser mantida.

A espécie com menor potencial de redução irá sofrer redução - essa reação deve ser invertida.



Exemplo 2:



Detalhe: perceba que ao multiplicar a equação da prata o potencial não foi alterado - isso ocorre devido ao fato do potencial ser uma propriedade intensiva (independe da quantidade).

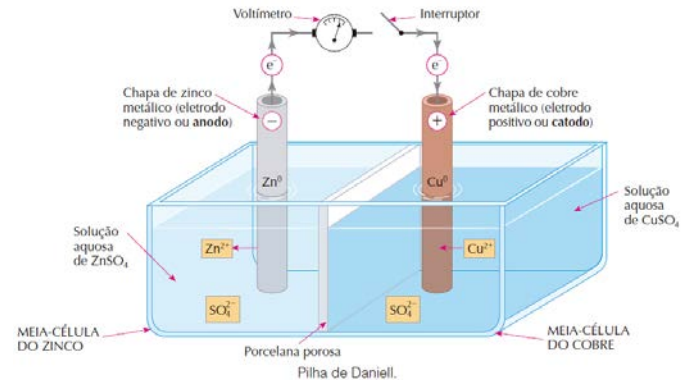
2.2 - Pilha de Daniell:



Se pudermos fazer com que o Zn^0 ceda elétrons ao Cu^{2+} através de um fio externo, teremos construído uma pilha — a chamada pilha de Daniell.

E como é feito isso?

A montagem esquemática da pilha de Daniell é a seguinte:



Veja que existem dois compartimentos, chamados meias-células, separados por uma porcelana porosa. Fechando-se o interruptor, estará fechado um circuito elétrico, no qual teremos:

- no compartimento da esquerda (chamado meia-célula do zinco), a reação: $Zn^0 \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (chamada semirreação do zinco), que fornece os elétrons que irão transitar pelo fio externo em direção à chapa de cobre;
- no compartimento da direita (chamado meia-célula do cobre), a reação $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ (chamada semirreação do cobre), que captura os elétrons que estão chegando pelo fio externo.

Desse modo, teremos um fluxo de elétrons escoando, pelo fio externo, da chapa de zinco (polo negativo ou ânodo) para a chapa de cobre (polo positivo ou cátodo). A voltagem dessa corrente elétrica é lida em um voltímetro, como o que aparece na foto ao lado.

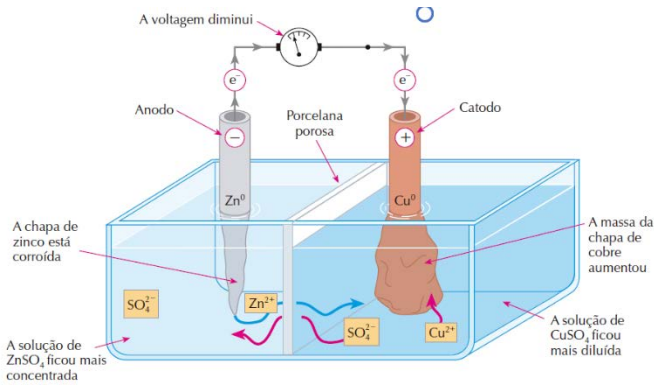
Ainda na figura, notamos a presença de uma “parede” de porcelana porosa cuja finalidade é impedir a mistura das duas soluções, permitindo, porém, a passagem de íons que estão sendo atraídos por forças elétricas. De fato, na solução à esquerda (meia-célula do zinco), começa a haver excesso de íons positivos Zn^{2+} , produzidos pela reação $Zn^0 \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$; e, na solução à direita (meia-célula do cobre), começa a haver excesso de íons negativos SO_4^{2-} , provenientes da descarga dos íons Cu^{2+} ($Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$) do $CuSO_4$. Em consequência, para estabelecer o indispensável equilíbrio elétrico, começa o trânsito de íons Zn^{2+} para a direita e de íons SO_4^{2-} para a esquerda, através da porcelana porosa; esse movimento de íons representa a “corrente elétrica” dentro da solução.

Com isso, fecha-se o circuito elétrico, tendo-se:

- elétrons circulando através do fio externo e dos eletrodos;
- e íons circulando através das soluções.

Evidentemente, se a qualquer instante abirmos o interruptor, todo o processo descrito para imediatamente.

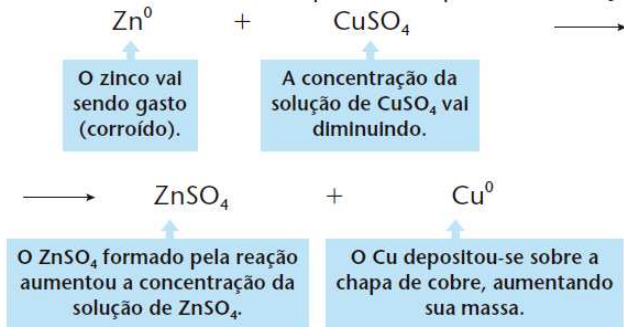
Após certo tempo de funcionamento da pilha, teremos:



A esta altura, notamos que:

- a chapa de zinco foi corroída;
- a solução de CuSO₄ ficou mais diluída;
- a solução de ZnSO₄ ficou mais concentrada;
- a massa do eletrodo de cobre aumentou.

Ora, tudo isso é uma simples consequência da reação global de funcionamento da pilha:



Em princípio, essa reação deveria processar-se (isto é, a pilha iria funcionar) até que se acabasse um dos reagentes — ou a chapa de zinco (Zn⁰), ou o CuSO₄ da solução.

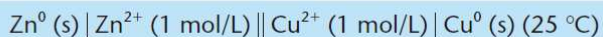
Entretanto, com o passar do tempo, notamos que a voltagem da pilha vai diminuindo, o que indica que a reação é reversível:



Como toda reação reversível, ela atingirá um equilíbrio, que será então indicado pela voltagem zero da pilha.

Convencionou-se representar a pilha de Daniell (e todas as demais pilhas), esquematicamente, da seguinte maneira:

Indicação da parede porosa ou outro dispositivo para separar as soluções

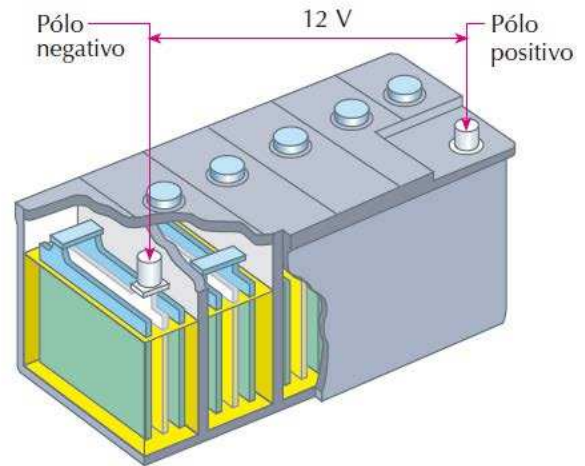


Do lado esquerdo, representamos o anodo (eletrodo negativo), em que há oxidação.

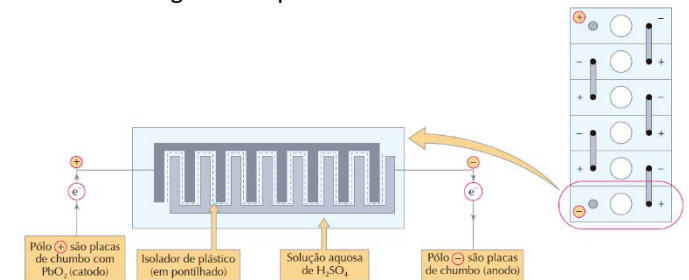
Do lado direito, representamos o catodo (eletrodo positivo), em que há redução.

2.3 - Acumulador ou bateria de automóvel ou bateria de chumbo:

O acumulador foi inventado pelo francês Gaston Planté em 1860. É uma associação (daí o nome bateria) de pilhas (ou elementos) ligadas em série.

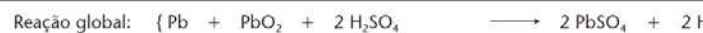


A bateria de 12 volts usada nos automóveis, por exemplo, é formada por seis compartimentos (que podem ser reconhecidos pelas seis tampinhas por onde se repõe água). Cada compartimento é uma pilha (ou elemento) e produz uma fem de 2 volts (a ligação dos seis elementos em série produz, portanto, 6 x 2 volts = 12 volts). Cada pilha ou elemento obedece ao seguinte esquema:

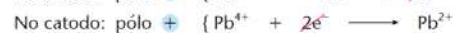
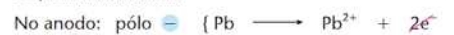


Associações com maior número de elementos dão voltagens maiores e são usadas em tratores, aviões e em instalações fixas, como centrais telefônicas, etc.

Durante o uso (descarga) da bateria, como acontece quando damos partida no motor do automóvel, ocorrem as seguintes reações:



Ou, resumidamente:



Observe, na primeira reação global, que o H₂SO₄ vai sendo consumido, o que causa a diminuição da densidade da solução; é por isso que se pode testar a carga da bateria com um densímetro.

Por outro lado, para carregar a bateria, deve-se ligá-la a um gerador de corrente contínua que movimenta a corrente elétrica em sentido contrário ao do seu funcionamento normal; com isso, todas as reações acima serão invertidas. Aliás, num automóvel, o dínamo (ou o alternador) se incumbem de carregar continuamente a bateria; se assim não fosse, a vida da bateria seria muito curta.

Entre as vantagens das baterias, citamos:

- produzem corrente elétrica elevada em tempo curto, como é necessário para dar partida no motor do carro;
- são recarregáveis.

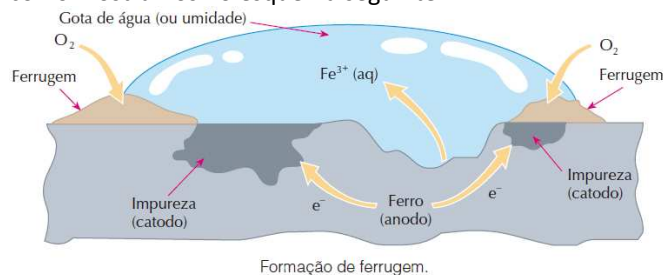
Entre as desvantagens:

- têm peso elevado, em comparação com a energia total que produzem;
- contêm uma solução de ácido sulfúrico, que produz vapores tóxicos e corrosivos e oferece o risco de um eventual vazamento.

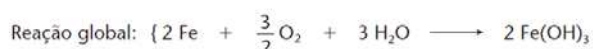
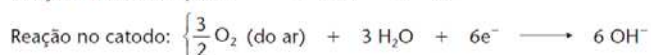
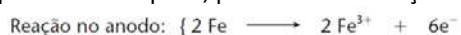
Para evitar a saída de vapores tóxicos, são construídas, atualmente, baterias blindadas (fechadas), que não necessitam da reposição periódica de água; e, para evitar o vazamento de líquidos nas pilhas comuns (empregadas em aparelhos portáteis), utiliza-se uma pasta eletrolítica, no lugar das soluções eletrolíticas usadas nas pilhas primitivas — daí a denominação pilhas secas.

2.4 - Ferrugem:

Por que ocorre a formação da ferrugem? A corrosão é sempre uma deterioração dos metais provocada por processos eletroquímicos (reações de oxirredução). O ferro, por exemplo, enferruja porque se estabelece uma diferença de potencial (ddp) entre um ponto e outro do objeto de ferro, como mostramos no esquema seguinte:



O ferro sempre contém pequenas quantidades de impurezas (incluindo-se outros metais). Admite-se por isso que o ferro, de um lado, e as impurezas, de outro, funcionam como dois polos de uma pilha, possibilitando reações do tipo:



Na verdade, as reações são mais complicadas; parte do ferro é oxidada a Fe^{2+} e parte a Fe^{3+} , de sorte que a ferrugem é uma mistura de óxidos e hidróxidos hidratados de ferro II e ferro III. Na formação da ferrugem:

- a presença do ar e da umidade são fundamentais, pois fazem parte da reação (sem água e oxigênio, o ferro não enferruja);
- a presença, no ar, de CO_2 , SO_2 e outras substâncias ácidas acelera a corrosão, pois deslocam a reação catódica para a direita (princípio de Le Chatelier); a corrosão é também acelerada por várias bactérias que tornam mais ácido o meio;
- ambientes salinos, como ocorre no mar e em suas vizinhanças, aceleram a formação da ferrugem, pois aumentam a condutividade elétrica entre os polos da pilha; é o que acontece nos cascos dos navios, em pontes como a Rio—Niterói, em tanques de gasolina enterrados nos postos à beira-mar, etc.

No estudo da corrosão, é interessante constatar que objetos de alumínio (painéis, esquadrias de janelas, perfis de divisórias, etc.) não se oxidam com facilidade, apesar de o alumínio ser mais reativo do que vários dos metais comuns. Por que isso acontece?

Na verdade, ocorre uma oxidação superficial do alumínio, formando uma película muito fina de Al_2O_3 , que permanece fortemente aderida à superfície do metal — é o fenômeno chamado de apassivação do alumínio. Essa película protege o objeto de alumínio da continuação do ataque dos agentes atmosféricos.

No caso dos objetos de ferro ou de aço, a situação é diferente: a película de ferrugem que se forma é porosa, permitindo a passagem do oxigênio e da umidade do ar; desse modo, o processo de corrosão continua até acabar com o objeto metálico. Esse fenômeno pode ocorrer até embaixo de camadas de tinta mal aplicadas; é por isso que, às vezes, notamos a existência de bolhinhas na pintura de alguns automóveis.

A proteção mais comum contra a corrosão é a pintura. Em portões e grades de ferro, por exemplo, é usual lixar o metal (para eliminar a película de ferrugem já formada) e aplicar, em seguida, uma ou mais demãos de tinta à base de zarcão (Pb_3O_4); e, por fim, aplicar tintas especiais, na cor desejada.

Chapas de aço podem ser protegidas por uma película de zinco, dando origem às chamadas chapas galvanizadas ou folhas de zinco. Essa película é obtida mergulhando-se a chapa de aço em zinco derretido ou depositando o zinco sobre o aço por meio de eletrólise.

Automóveis modernos, por exemplo, saem de fábrica com 70% a 80% da carroceria protegida por galvanização.

Chapas de aço podem ainda ser protegidas por uma película de estanho, dando origem à lata comum, com a qual são fabricadas, por exemplo, as latas de conserva.

Para retardar a corrosão do ferro ou do aço em canalizações de água, oleodutos, cascos de navios, tanques subterrâneos de combustíveis, etc. é costume ligar, a essas estruturas, blocos de outro metal mais reativo do que o ferro, como o magnésio, o zinco, etc. Tendo potencial de oxidação superior ao do ferro, o magnésio, por exemplo, será corroído mais depressa, retardando assim a corrosão do ferro ou do aço. Dizemos, nesse caso, que o magnésio funcionou como metal de sacrifício.

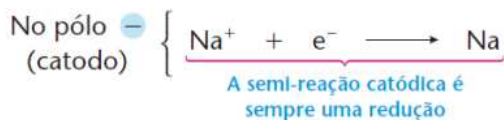
Eletrólise

1 - Introdução:

Eletrólise é a reação de oxirredução provocada pela corrente elétrica. A eletrólise tem muitas aplicações práticas. Entre as mais importantes, citamos: a produção de metais, como Na, K, Mg, Al, etc., de não-metais, como Cl₂ e F₂, e de outras substâncias úteis, como o NaOH, e a deposição de finas películas de metais sobre peças metálicas ou plásticas. Essa técnica tem o nome genérico de galvanização, e os casos mais comuns são os de deposição de cromo (cromagem), de níquel (niquelagem) ou de prata (prateação). Com isso, as peças tornam-se mais brilhantes, bonitas e valiosas, além de resistirem melhor à corrosão.

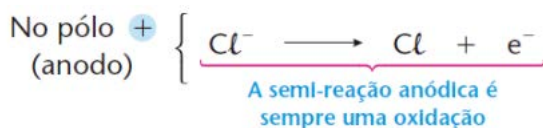
2 - Eletrólise ígnea:

Chama-se eletrólise ígnea aquela que é realizada com o eletrólito fundido. Voltemos ao exemplo do NaCl. Aquecendo-o a 808 °C, ele se funde e, no estado líquido, os íons Na⁺ e Cl⁻ passam a ter liberdade de movimento. Passando corrente elétrica contínua através da célula eletrolítica, é fácil perceber o que acontece. Os cátions Na⁺ são atraídos pelo polo negativo (catodo); chegando a esse polo, eles ganham elétrons e são descarregados, de acordo com a seguinte semirreação:



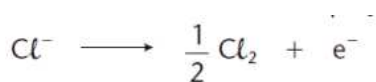
O cátion sempre vai para o catodo.

Ao contrário, os ânions Cl⁻ são atraídos pelo polo positivo (anodo), no qual perdem elétrons e se descarregam:

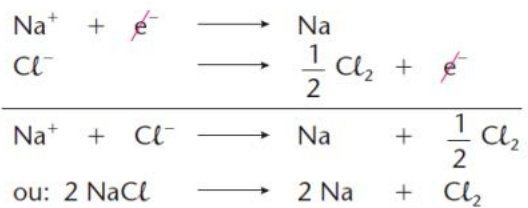


O ânion sempre vai para o anodo.

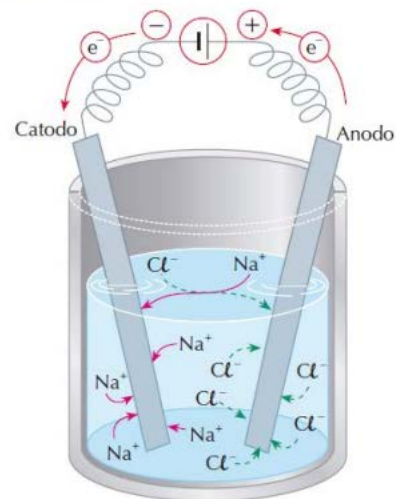
Evidentemente, os átomos de cloro formados na última reação se agrupam, formando as moléculas de Cl₂. Desse modo, a melhor forma de escrever a última equação seria:



Somando as duas semirreações, teremos a equação global da eletrólise (para o balanceamento correto, é indispensável cancelar os elétrons):



Esquema do processo:

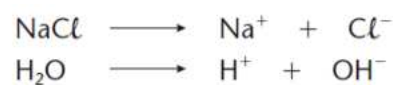


2 - Eletrólise em solução aquosa com eletrodos inertes:

Vamos supor, agora, que a eletrólise do NaCl fosse feita em solução aquosa. O resultado será totalmente diferente, pois a própria água da solução está ionizada segundo:



Entretanto, apesar de muito fraca, a ionização da água não pode ser desprezada, pois os íons que dela se formam vão “competir” com os íons provenientes da dissociação do NaCl:

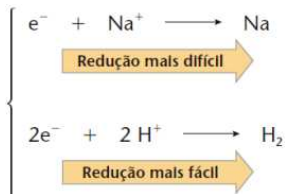


De fato, verifica-se experimentalmente que:

- entre o Na⁺ e o H⁺, o polo negativo “prefere” descarregar o H⁺;
- entre o Cl⁻ e o OH⁻, o polo positivo “prefere” descarregar o Cl⁻;

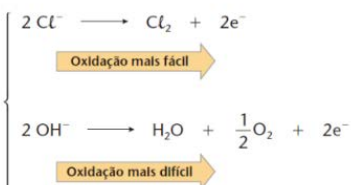
Essa “preferência” ou “prioridade” de descarga dos íons é dada pela própria tabela dos potenciais-padrão de eletrodo, que por esse motivo é também chamada de fila das tensões eletrolíticas. Na tabela, o sódio aparece antes do hidrogênio; ocorre então a seguinte competição:

O catodo, ou pólo $-$, é um redutor, e pode, em princípio, fornecer elétrons para as duas reduções ao lado:



Analogamente:

O anodo, ou pólo $+$, é um oxidante, pois retira elétrons:



Resumidamente, podemos adotar o seguinte esquema:

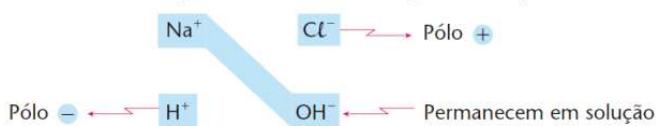


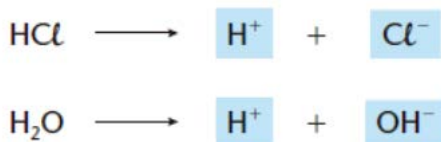
Tabela de prioridade em oxidar e reduzir:

Cátions	Ânions
Li ⁺ Na ⁺ Al ³⁺ Metals alcalinos, alcalino-terrosos e alumínio	F ⁻ NO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ Fluoreto
H ⁺ Hidrogênio	OH ⁻ Anions oxigenados
Mn ²⁺ Zn ²⁺ Fe ²⁺ Pb ²⁺ Metals comuns	Cl ⁻ Br ⁻ I ⁻ S ²⁻ Anions não-oxigenados
Cu ²⁺ Ag ⁺ Hg ²⁺ Au ³⁺ Metals nobres	

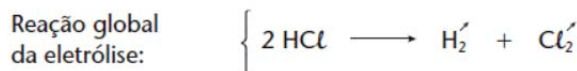
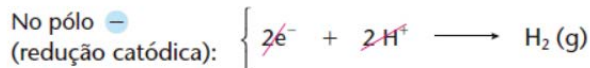
Facilidade crescente de descarga (seta para baixo)

Cátions e ânions que podem ser descarregados em solução aquosa (seta para cima)

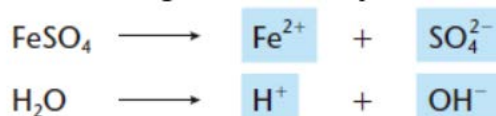
1º exemplo — eletrólise de HCl em solução aquosa diluída, com eletrodos inertes: Nesse caso, temos duas ionizações:



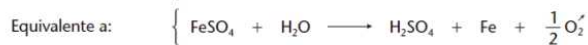
Com base na tabela das prioridades teremos:



2º exemplo — eletrólise de FeSO₄ em solução aquosa diluída, com eletrodos inertes: Temos as seguintes ionizações:



Com base na tabela das prioridades teremos:

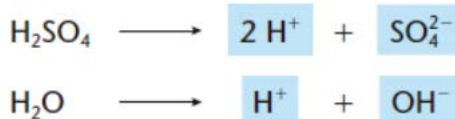


Nesse exemplo sofrem eletrólise em parte o soluto e em parte o solvente; além disso, a solução vai se tornando cada vez mais ácida, devido à formação de H₂SO₄.

3 - Eletrólise em solução aquosa com eletrodos ativos (ou reativos):

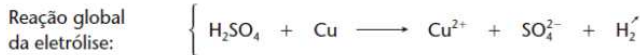
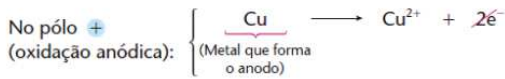
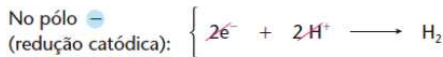
Eletrodo ativo é aquele que sofre oxidação no lugar do ânion - é qualquer eletrodo com exceção da platina e grafite.

1º exemplo — eletrólise em solução aquosa com eletrodos ativos (ou reativos):

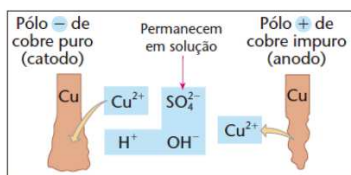


O polo - tem, como única opção, a descarga do H⁺. O polo +, porém, poderia optar por retirar elétrons do SO₄²⁻ ou do OH⁻ ou, agora, do próprio anodo (que é o metal cobre), segundo a equação Cu⁰ → Cu²⁺ + 2e⁻. Como essa última oxidação é mais fácil, ela será, sem dúvida, a preferida.

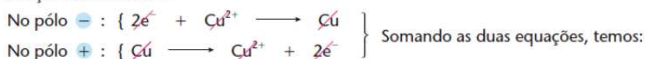
Teremos, então, o esquema:



2º exemplo — eletrólise de $CuSO_4$ em solução aquosa, com anodo de cobre impuro e catodo de cobre puro:



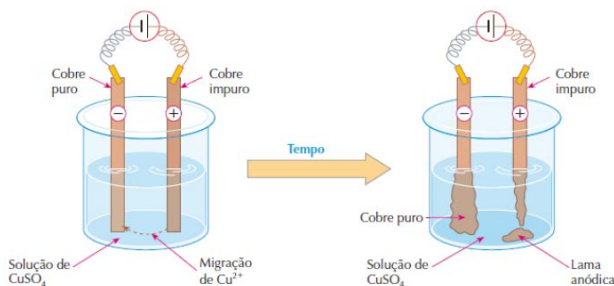
Reações da eletrólise:



Soma: { Zero

Somando as duas equações, temos:

Esquema:



Nesse caso, a corrente elétrica apenas transporta cobre puro do anodo para o catodo; as impurezas existentes no anodo ou ficam em solução, ou precipitam, formando a chamada lama anódica. Esse processo é chamado refino eletrolítico e permite obter cobre com pureza da ordem de 99,9%, que é chamado cobre eletrolítico e é indispensável à fabricação de fios elétricos (as impurezas diminuem exageradamente a condutividade elétrica dos metais). Embora dispendioso, o refino eletrolítico é o melhor método de purificação dos metais. Além do cobre, também o zinco, o chumbo e outros metais são, atualmente, purificados por esse processo.

4 - Cálculo em eletroquímica:

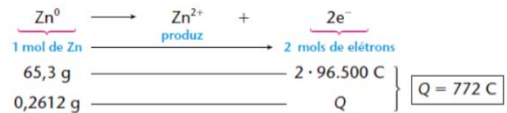
Antes de trabalhar com cálculos em eletrólise algumas informações básicas são importantes:

1 mol de elétrons = 96500 C

Carga (Q) = Corrente (I) x Tempo (T)

1º exemplo — Qual é a quantidade de eletricidade obtida em uma pilha de Daniell pela oxidação de 0,2612 g de zinco? (Massa atômica do Zn = 65,3.) E qual é a intensidade da corrente produzida, sabendo-se que a pilha funcionou durante 25 minutos e 44 segundos?

Resolução:



Lembrando que o intervalo de tempo dado (25 minutos e 44 segundos) corresponde a:

$$\Delta t = 25 \cdot 60 + 44 = 1.544 \text{ s}$$

calculamos a intensidade da corrente que foi pedida:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{772}{1.544} \Rightarrow i = 0,5 \text{ A}$$

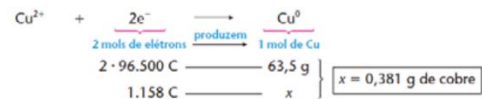
2º exemplo — Calcule a massa de cobre metálico depositada por uma corrente elétrica de 1,93 A que atravessa uma solução de sulfato cúprico durante 10 minutos (massa atômica do Cu = 63,5).

Resolução:

São dados no enunciado: $i = 1,93 \text{ A}$
 $\Delta t = 10 \text{ min} = 10 \cdot 60 \Rightarrow \Delta t = 600 \text{ s}$

Portanto: $Q = i \cdot \Delta t = 1,93 \cdot 600 \Rightarrow Q = 1.158 \text{ C}$

Na eletrólise do sulfato de cobre — $CuSO_4$ —, teremos deposição de cobre no catodo, segundo a equação:



Exercícios Fundamentais

1 - Uma indústria que necessita estocar solução de nitrato de níquel II (Ni^{2+} / Ni : $-0,25V$) dispõe dos tanques I, II, III e IV relacionados em seguida:

- tanque I: construído de ferro (Fe^{2+} / Fe : $-0,44 \text{ V}$)

- tanque II: construído de chumbo (Pb^{2+} / Pb : $-0,13 \text{ V}$)

- tanque III: revestido de zinco (Zn^{2+} / Zn : $-0,76 \text{ V}$)

- tanque IV: revestido de estanho (Sn^{2+} / Sn : $-0,14 \text{ V}$)

Quais tanques poderão ser usados para que a solução a ser estocada não se contamine (não reaja com o recipiente)?

a) I e IV

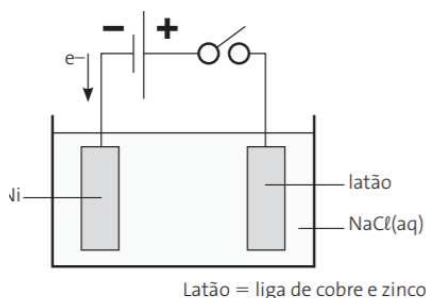
b) II e III

c) II e IV

d) III e IV

e) I e III

2 - Com a finalidade de niquelar uma peça de latão, foi montado um circuito, utilizando-se fonte de corrente contínua, como representado na figura.



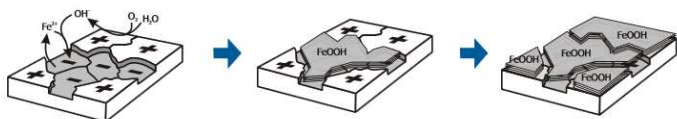
No entanto, devido a erros experimentais, ao fechar o circuito, não ocorreu a niquelação da peça. Para que essa ocorresse, foram sugeridas as alterações:

- I. Inverter a polaridade da fonte de corrente contínua.
- II. Substituir a solução aquosa de NaCl por solução aquosa de NiSO_4 .
- III. Substituir a fonte de corrente contínua por uma fonte de corrente alternada de alta frequência.

O êxito do experimento requereria apenas:

- a) a alteração I.
- b) a alteração II.
- c) a alteração III.
- d) as alterações I e II.
- e) as alterações II e III.

3 - O aço é uma liga metálica de vários elementos químicos, sendo os principais o ferro e o carbono. Já o aço inox é um tipo de aço contendo pelo menos 10,5% de cromo, com composição química balanceada para ter uma melhor resistência à corrosão. A figura abaixo representa como a ferrugem se alastra sobre a superfície do aço.



O motivo pelo qual o cromo proporciona uma maior resistência à corrosão deve-se

- a) a sua atuação como metal de sacrifício.
- b) a formação de uma camada passiva.
- c) a sua pouca reatividade com o oxigênio.

d) a sua nobreza como metal.

e) a baixa condutividade elétrica.

4 - Pesquisadores da Universidade de Stanford, nos EUA, demonstraram ser possível “ressuscitar baterias de íons de lítio mortas”. Conforme a bateria é recarregada e utilizada, seus íons de lítio carregados positivamente vão e vêm entre os eletrodos. Com o tempo, parte do lítio torna-se inativo eletroquimicamente, formando ilhas isoladas de lítio metálico que não se conectam mais aos eletrodos. Agora, pesquisadores descobriram um meio para fazer com que esse lítio “morto” migre em direção a um dos eletrodos até se reconectar, revertendo parcialmente o processo indesejado.

BATERIAS de lítio velhas são ressuscitadas e ganham mais um terço de vida.

O processo mencionado contribui para a melhora da durabilidade da bateria, pois

- a) intensifica o fluxo de íons na ponte salina.
- b) aumenta a quantidade de energia produzida.
- c) promove a troca de espécies entre as ilhas de lítio.
- d) contribui para a oxidação de lítio metálico em íons lítio.
- e) estimula os eletrodos a converter o lítio metálico mais rapidamente.

5 - A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	E^0 (V)
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

BENDASSOLLI, J. A. et al. Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. *Química Nova*, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

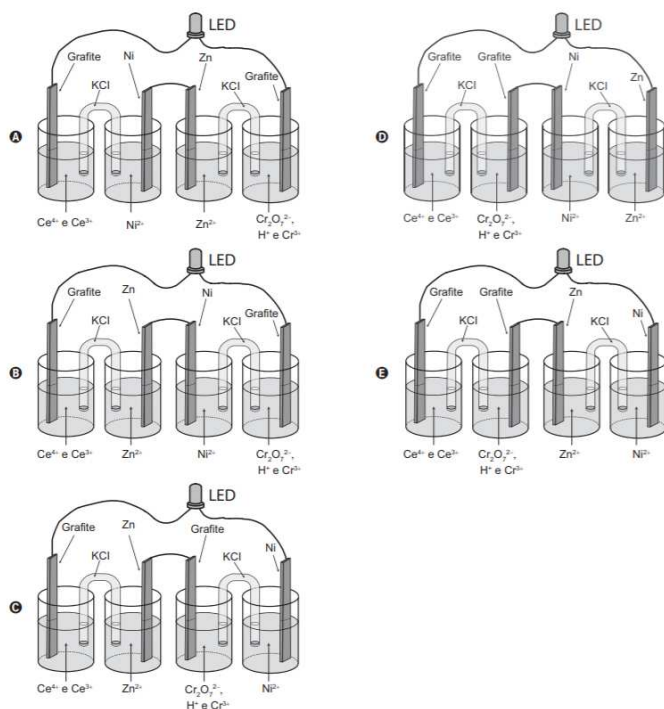
- a) Cu (s). b) Pt (s).
c) Al³⁺ (aq). d) Sn (s).
e) Zn²⁺ (aq).

Exercícios Aprofundados

6 - A invenção do LED azul, que permite a geração de outras cores para compor a luz branca, permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais eficientes e mais duráveis do que as incandescentes e fluorescentes. Em um experimento de laboratório, pretende-se associar duas pilhas em série para acender um LED azul que requer 3,6 volts para o seu funcionamento. Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais mostrados no quadro.

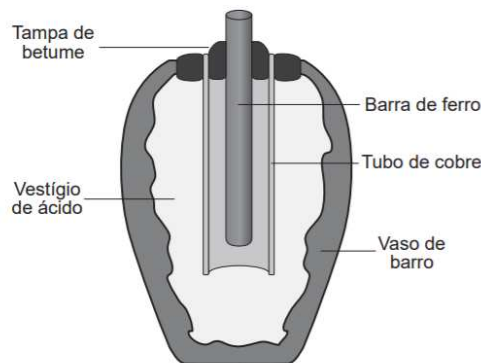
Semirreação de redução	E° (V)
Ce ⁴⁺ (aq) + e ⁻ → Ce ³⁺ (aq)	+1,61
Cr ₂ O ₇ ²⁻ (aq) + 14 H ⁺ (aq) + 6 e ⁻ → 2 Cr ³⁺ (aq) + 7 H ₂ O (l)	+1,33
Ni ²⁺ (aq) + 2 e ⁻ → Ni (s)	-0,25
Zn ²⁺ (aq) + 2 e ⁻ → Zn (s)	-0,76

Qual associação em série de pilhas fornece diferença de potencial, nas condições-padrão, suficiente para acender o LED azul?



7 – 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: E°(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. 2014 (adaptado).

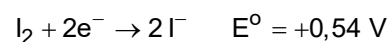
Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- a) A tampa de betume. b) O vestígio de ácido.
c) A barra de ferro. d) O tubo de cobre.
e) O vaso de barro.

8 - O quadro lista alguns dispositivos eletrônicos que estão presentes no dia a dia, bem como a faixa de força eletromotriz necessária ao seu funcionamento.

Dispositivo eletrônico	Faixa de força eletromotriz (V)	
I	Relógio de parede	1,2 a 1,5
II	Celular	3,5 a 3,8
III	Câmera digital	7,5 a 7,8
IV	Carrinho de controle remoto	10,5 a 10,9
V	Notebook/Laptop	19,5 a 20,0

Considere que uma bateria é construída pela associação em série de três pilhas de lítio-iodo, nas condições-padrão, conforme as semiequações de redução apresentadas.

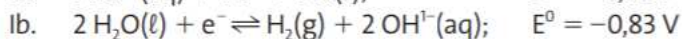
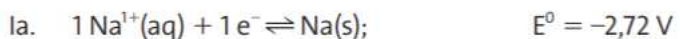


Essa bateria é adequada para o funcionamento de qual dispositivo eletrônico?

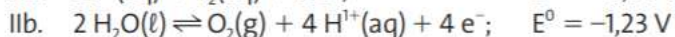
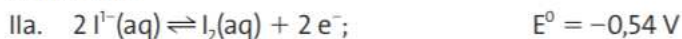
- a) I b) II c) III d) IV e) V

9 - Durante a eletrólise de soluções aquosas de iodeto de sódio, NaI, quatro diferentes semirreações poderiam estar envolvidas nos processos catódico e anódico. Observe as semirreações de eletrodo abaixo relacionadas:

Eletrodo I:



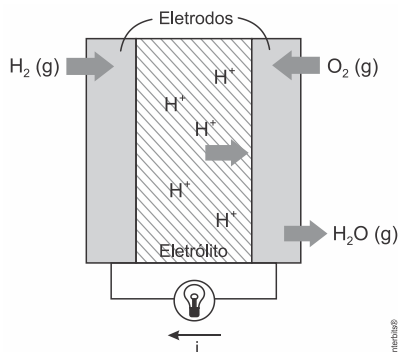
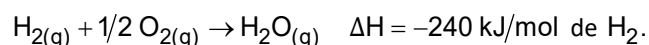
Eletrodo II:



Com base nos valores de E° , assinale a alternativa que relaciona corretamente as semirreações que ocorrerão no cátodo e no ânodo, respectivamente.

- a) Ib e IIa b) Ia e IIa c) Ib e IIb
d) Ia e IIb e) IIa e Ib

10 - Células a combustível são opções viáveis para gerar energia elétrica para motores e outros dispositivos. O esquema representa uma dessas células e as transformações que nela ocorrem.



A corrente elétrica (i), em ampère (coulomb por segundo), gerada por uma célula a combustível que opera por 10 minutos e libera 4,80 kJ de energia durante esse período de tempo, é

Note e adote:

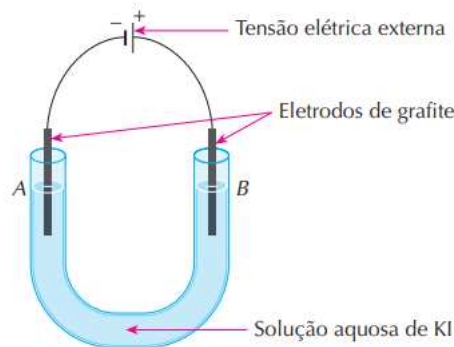
Carga de um mol de elétrons = 96.500 coulomb.

- a) 3,32.
b) 6,43.
c) 12,9.
d) 386.
e) 772.

11 - Uma solução aquosa de iodeto de potássio (KI) foi eletrólizada, usando-se a aparelhagem esquematizada na

figura. Após algum tempo de eletrólise, adicionaram-se algumas gotas de solução de fenolftaleína na região do eletrodo A e algumas gotas de solução de amido na região do eletrodo B. Verificou-se o aparecimento da cor rosa na região de A e da cor azul (formação de iodo) na região de B. Nessa eletrólise:

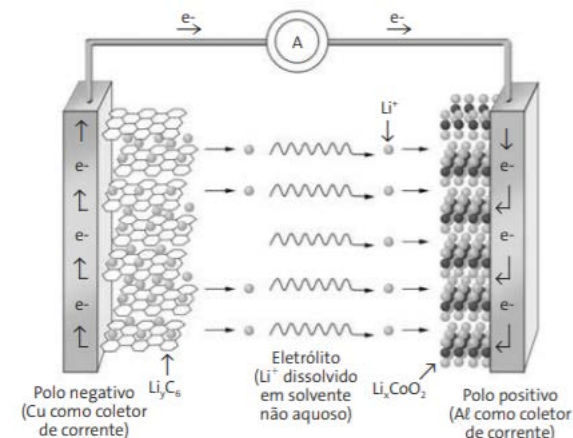
- I. no pólo negativo, ocorre redução da água com formação de OH^{-} e de H_2 .
II. no pólo positivo, o iodeto ganha elétrons e forma iodo.
III. a grafite atua como condutora de elétrons.



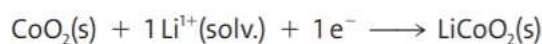
Dessas afirmações, apenas a:

- a) I é correta. b) II é correta.
c) III é correta. d) I e a III são corretas.
e) II e a III são corretas.

12 - 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, CoO_2 , enquanto os elétrons se movem através do circuito externo (figura abaixo).



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 catodo, o cobalto é reduzido durante a descarga.
- d) O íon de lítio se desloca para o catodo, durante a descarga, devido à atração magnética.
- e) O solvente utilizado entre os polos deve ser um líquido orgânico apolar.

ENEM e Simulados

1 - O descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos ainda é um desafio às políticas públicas de gestão ambiental no Brasil. A reciclagem de resíduos surge como uma medida econômica, social e ambientalmente viável para se tentar reverter esse quadro. O Brasil se destaca na reciclagem de latas de alumínio onde em 2015 o índice de reciclagem atingiu um índice de 97,9%.

A reciclagem de alumínio é um processo que permite sua utilização em diversos novos produtos. O processo resume-se no derretimento do metal, que é mais fácil e consome menos energia do que produzir alumínio pela exploração da bauxita.

A mineração da bauxita (Al_2O_3) e seu refino requerem alto gasto de energia, enquanto que a reciclagem requer apenas 5% da energia para produzi-lo. Por esse motivo, a reciclagem tornou-se uma atividade importante para a indústria do alumínio.

Se comparada ao processo de obtenção do alumínio por mineração, a tecnologia de reciclagem do alumínio permite uma maior economia de energia no processo de produção pois

- a) o alumínio proveniente da reciclagem apresenta um maior valor econômico agregado se comparado ao alumínio obtido da eletrólise, pois apresenta um maior grau de pureza.
- b) o alumínio metálico conduz eletricidade e seus cátions no óxido (Al_2O_3) fundido não conduzem, o que diminui o consumo de energia elétrica da eletrólise.
- c) é desnecessária a eletrólise do óxido de alumínio, que consome grande quantidade de energia devido à baixa tendência desse metal em aceitar elétrons.
- d) a coleta seletiva de matérias fabricados em alumínio é menos trabalhosa que o transporte do minério a partir de dos sítios de exploração

e) o alumínio passa a ter uma menor tendência em sofrer oxidação se comparado ao alumínio obtido pelo processo de eletrólise.

2 - A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de 1000 °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 o fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

3 - Uma importante aplicação das células galvânicas é seu uso nas fontes portáteis de energia, as quais chamamos de baterias. Uma bateria ideal deve ser barata, portátil, de uso seguro e não deve agredir o meio ambiente. Existe uma ampla gama de baterias comerciais, e a tabela a seguir mostra algumas delas e suas reações.

Bateria	Reações nos eletrodos	E° (V)
Alcalina	Ânodo: $Zn(s) + 2 HO^-(aq) \rightarrow ZnO(s) + H_2O(l) + 2e^-$ Cátodo: $MnO_2(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow Mn(OH)_2(s) + 2 HO^-(aq)$	1,5
Chumbo-ácido	Ânodo: $Pb(s) + HSO_4^-(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + H^+(aq) + 2e^-$ Cátodo: $PbO_2(s) + 3 H^+(aq) + HSO_4^-(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2 H_2O(l)$	2,0
Nicad	Ânodo: $Cd(s) + 2 HO^-(aq) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + 2e^-$ Cátodo: $2 Ni(OH)_2(s) + 2e^- \rightarrow 2 Ni(OH)_2(s) + 2 HO^-(aq)$	1,25
NiMH	Ânodo: $MH(s) + HO^-(aq) \rightarrow M(s) + H_2O(l) + e^-$ Cátodo: $NiOOH(s) + H_2O(l) + e^- \rightarrow Ni(OH)_2(s) + HO^-(aq)$	2,2
Prata	Ânodo: $Zn(s) + 2 HO^-(aq) \rightarrow ZnO(s) + H_2O(l) + 2e^-$ Cátodo: $Ag_2O(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2 Ag(s) + 2 HO^-(aq)$	1,6

Considerando que as baterias apresentadas estão nas condições-padrão, qual delas tem maior espontaneidade?

- a) Alcalina.
- b) Chumbo-ácido.
- c) Nicad.
- d) NiMH.
- e) Prata.

4 - Operações em unidades petrolíferas e gasodutos exigem diversos equipamentos, aumentando a complexidade e os custos para manutenção dessas operações. Cada vez mais, as unidades estão equipadas com instrumentos de medição de campo e, quando dados críticos são transmitidos rapidamente de forma confiável, ações podem ser tomadas para que as operações sejam realizadas de forma segura e rentável. Os

retificadores, por exemplo, são aparelhos utilizados em gasodutos e têm o papel de enviar corrente através da parte externa do tubo para evitar corrosões, prolongando a vida desses gasodutos e evitando possíveis vazamentos.

A utilização dos retificadores, descritos no texto, está associada a qual técnica utilizada em gasodutos?

- a) Cromatografia.
- b) Galvanoplastia.
- c) Titulometria.
- d) Proteção anódica.
- e) Proteção catódica.

5 - A corrosão dos metais é um processo químico, em que um metal perde elétrons em contato com agentes naturais, como o oxigênio e a umidade. A deterioração de um metal pela oxidação é, portanto, um fenômeno natural, frequente e popularmente conhecido por ferrugem. [...] o ferro é um dos metais que mais facilmente oxidam, mas, por ser também um dos mais baratos, é bastante utilizado. Uma das formas para evitar o aparecimento da ferrugem é usar um “metal de sacrifício”, o qual deve ser trocado de tempos em tempos por causa do seu desgaste. Esse processo consiste em colocar o ferro em contato com outro metal mais suscetível à oxidação, o qual oxidará em seu lugar.

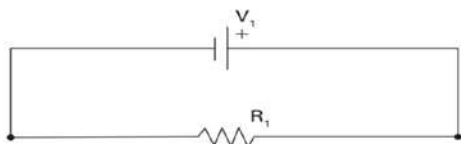
A seguir, são informados alguns potenciais padrão de redução.

Semirreação	Potencial padrão de redução (V)
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	$E^\circ = +0,80$
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	$E^\circ = +0,34$
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	$E^\circ = -0,14$
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	$E^\circ = -0,44$
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	$E^\circ = -0,76$
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	$E^\circ = -2,36$

As espécies que poderiam ser utilizadas para proteger uma tubulação de ferro contra a corrosão são

- a) Ag e Cu.
- b) Cu e Sn.
- c) Zn e Sn.
- d) Sn e Ag.
- e) Mg e Zn.

6 - No desenvolvimento de circuitos eletrônicos simples, testam-se diversas maneiras de associação de resistores e fontes de geração de energia. Um desses circuitos é mostrado a seguir:



Nesse circuito, a resistência do resistor R_1 é igual a 2Ω e a corrente é de $0,545 \text{ A}$, e deseja-se alimentá-lo com uma diferença de potencial gerada por uma pilha eletroquímica pela associação de eletrodos dos metais apresentados na tabela.

Metal	Potencial padrão de redução (E°)
Zinco	$-0,75$
Prata	$+0,65$
Chumbo	$-0,13$
Cobre	$+0,34$
Ferro	$-0,44$

A montagem que gera uma diferença de potencial, V_1 , apropriada às características desse circuito é a de uma pilha formada por eletrodos de

- a) prata e ferro, em que ferro é o cátodo; e prata, o ânodo.
- b) cobre e zinco, em que zinco é o cátodo; e cobre, o ânodo.
- c) cobre e ferro, em que cobre é o cátodo; e ferro, o ânodo.
- d) cobre e zinco, em que cobre é o cátodo; e zinco, o ânodo.
- e) chumbo e zinco, em que chumbo é o cátodo; e zinco, o ânodo.

7 - A contaminação das águas fluviais é uma preocupação constante, já que a sobrevivência dos biomas aquáticos depende da manutenção do equilíbrio das condições atuais dos rios. As indústrias que descartam resíduos em rios precisam tratar esses materiais antes de liberá-los na natureza. Um exemplo é a retirada total de íons chumbo (II) dos rejeitos produzidos. Uma empresa mineradora, que opera ao lado de um rio, faz a remoção desses íons presentes no resíduo aquoso na concentração de $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ por meio de eletrólise com eletrodos inertes. Amostras de 5 L são tratadas sob corrente elétrica de $2,5 \text{ A}$, de forma a recolher o chumbo na forma metálica e depois são liberadas no rio sem riscos para os biomas locais.

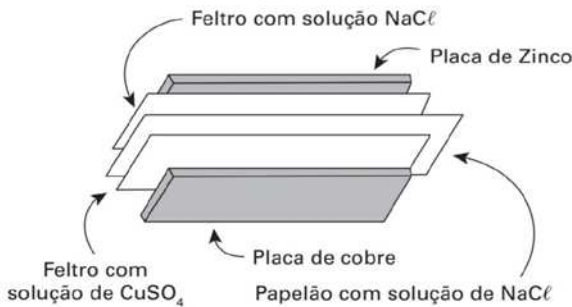
Considere 96500 C/mol como valor para a constante de Faraday.

O tempo, em segundo, necessário para a remoção completa desses íons na amostra tratada será de

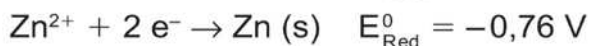
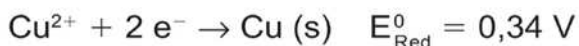
- a) 77,2.
- b) 154,4.
- c) 193,0.
- d) 386,0.

e) 772,0.

8 - Uma montagem diferente da pilha de Daniell pode ser feita substituindo as cubas com soluções eletrolíticas de cobre e zinco por papelões encharcados com soluções salinas em contato com placas de cobre e zinco, conforme mostra a figura.



As reações de redução dos metais envolvidos nessa pilha são as mesmas da pilha de Daniell:



A associação, em série, de cinco pilhas como as esquematizadas no texto para acendimento de uma lâmpada LED produz diferença de potencial total de

a) 5,50 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série os potenciais individuais se somam.

b) 1,10 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série essa diferença de potencial se mantém.

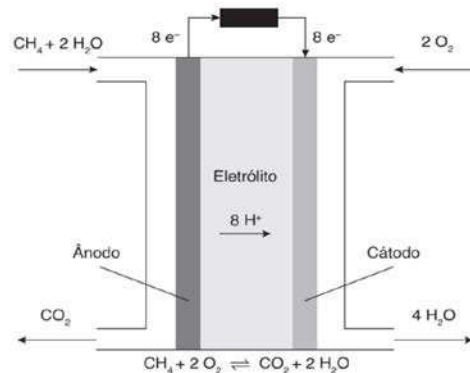
c) 2,10 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 0,42 V e numa ligação em série os potenciais individuais se somam.

d) 21,10 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série essa diferença de potencial se mantém.

e) 25,50 V, uma vez que cada pilha produz uma diferença de potencial de 1,10 V e numa ligação em série os potenciais individuais se somam.

9 - As células a combustível são uma forma eficiente de se obter energia elétrica por meio da combustão. Por meio desses dispositivos, obtém-se um rendimento energético

melhor se comparado à energia térmica fornecida pela queima direta do combustível. O esquema apresenta uma célula a combustível movida a metano. São apresentadas as meia-reações que ocorrem no ânodo (à esquerda) e no cátodo (à direita) e a reação global (abaixo).



Além de visar a um maior aproveitamento energético, o uso das células a combustível também pode reduzir alguns impactos ambientais, uma vez que há menor gasto de combustível e se polui menos. No caso da célula a combustível movida a metano, isso fica evidente pelo(a)

- a) uso do metano, gás obtido somente de fontes renováveis.
- b) possibilidade do uso de biogás como fonte de metano.
- c) uso de um eletrólito livre de poluentes e metais pesados.
- d) liberação de maior massa de água em relação à combustão do metano.
- e) liberação de menor quantidade de CO₂ em relação à combustão do metano.

10 - 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

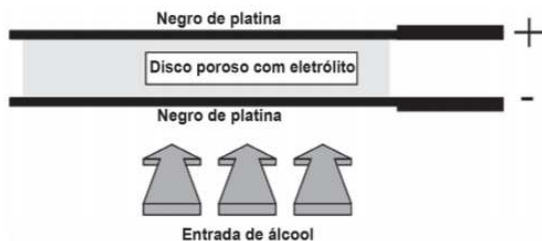
- a) obtenção de ouro a partir de pepitas.
- b) obtenção de calcário a partir de rochas.

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.

11 - Iniciativas do poder público para prevenir o uso de bebidas alcoólicas por motoristas, causa de muitos acidentes nas estradas do país, trouxeram à ordem do dia, não sem suscitar polêmica, o instrumento popularmente conhecido como bafômetro. Do ponto de vista de detecção e medição, os instrumentos normalmente usados pelas polícias rodoviárias do Brasil e de outros países utilizam o ar que os "suspeitos" sopram para dentro do aparelho, através de um tubo descartável, para promover a oxidação do etanol a etanal. O método baseia-se no princípio da pilha de combustível: o etanol é oxidado em meio ácido sobre um disco plástico poroso coberto com pó de platina (catalisador) e umedecido com ácido sulfúrico, sendo um eletrodo conectado a cada lado desse disco poroso. A corrente elétrica produzida, proporcional à concentração de álcool no ar expirado dos pulmões da pessoa testada, é lida numa escala que é proporcional ao teor de álcool no sangue. O esquema de funcionamento desse detector de etanol pode ser visto na figura.

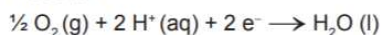


As reações eletroquímicas envolvidas no processo são:

Eletrodo A:



Eletrodo B:



BRAATHEN, P. C. Hábito culpado: o princípio químico do bafômetro. Química nova na escola. São Paulo, nº 5, maio 1997 (adaptado).

No estudo das pilhas, empregam-se códigos e nomenclaturas próprias da Química, visando caracterizar os materiais, as reações e os processos envolvidos. Nesse contexto, a pilha que compõe o bafômetro apresenta o

a) eletrodo A como cátodo.

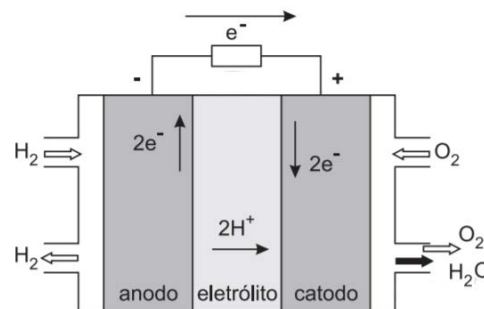
b) etanol como agente oxidante.

c) eletrodo B como polo positivo.

d) gás oxigênio como agente redutor.

e) fluxo de elétrons do eletrodo B para o eletrodo A.

12 - O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidro - gênio/oxigênio.



Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

a) transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.

b) converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

c) transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.

d) converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.

e) converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

13 - Para que apresente condutividade elétrica adequada a muitas aplicações, o cobre bruto obtido por métodos térmicos é purificado eletroliticamente. Nesse processo, o cobre bruto impuro constitui o ânodo da célula, que está imerso em uma

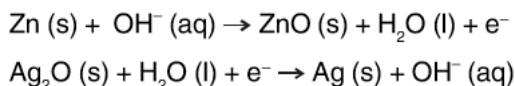
solução de CuSO_4 . À medida que o cobre impuro é oxidado no ânodo, íons Cu^{2+} da solução são depositados na forma pura no cátodo. Quanto às impurezas metálicas, algumas são oxidadas, passando à solução, enquanto outras simplesmente se desprendem do ânodo e se sedimentam abaixo dele. As impurezas sedimentadas são posteriormente processadas, e sua comercialização gera receita que ajuda a cobrir os custos do processo. A série eletroquímica a seguir lista o cobre e alguns metais presentes como impurezas no cobre bruto de acordo com suas forças redutoras relativas.



Entre as impurezas metálicas que constam na série apresentada, as que se sedimentam abaixo do ânodo de cobre são

- a) Au, Pt, Ag, Zn, Ni e Pb.
- b) Au, Pt e Ag.
- c) Zn, Ni e Pb.
- d) Au e Zn.
- e) Ag e Pb.

14 - Pilhas e baterias são dispositivos tão comuns em nossa sociedade que, sem percebermos, carregamos vários deles junto ao nosso corpo; elas estão presentes em aparelhos de MP3, relógios, rádios, celulares etc. As semirreações descritas a seguir ilustram o que ocorre em uma pilha de óxido de prata.

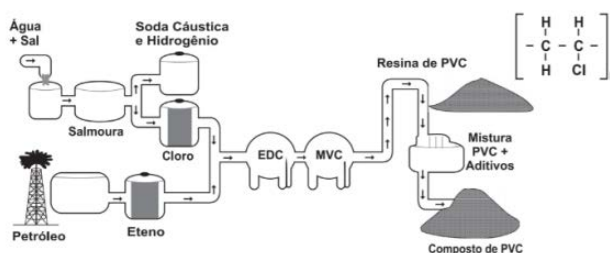


Pode-se afirmar que esta pilha

- a) é uma pilha ácida.
- b) apresenta o óxido de prata como o ânodo.
- c) apresenta o zinco como o agente oxidante.
- d) tem como reação da célula a seguinte reação: $\text{Zn (s)} + \text{Ag}_2\text{O (s)} \rightarrow \text{ZnO (s)} + 2 \text{Ag (s)}$.

e) apresenta fluxo de elétrons na pilha do eletrodo de Ag_2O para o Zn.

15 - A matéria-prima básica para a fabricação de calçados plásticos é a resina de PVC. A seguir é apresentado o fluxograma de fabricação do PVC e sua fórmula química. Siglas: PVC - policloreto de vinila; EDC - dicloro etano; MVC - monocloreto de vinila



Para a produção do PVC, a obtenção do cloro é proveniente do processo de

- a) destilação.
- b) eletrólise.
- c) fusão ígnea.
- d) filtração a vácuo.
- e) precipitação fracionada.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	D	B	D	D	C	D	D	A	B	D	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	E	B	E	E	D	E	A	B	C	C	A

Questão	13	14	15
Gabarito	B	D	B

Tipo de ligação	Representação	Hibridação
Somente ligações simples		sp ³
Uma dupla ligação		sp ²
Uma tripla ligação		sp
Duas duplas ligações		sp

Detalhe 1: o carbono sp³ é um carbono tetraédrico onde o ângulo de ligação é de 109°28', ou seja, é um carbono tridimensional. Já no carbono sp² temos um carbono trigonal onde o ângulo é de 120°. No carbono sp temos a linearidade e o ângulo de 180°. Os carbonos sp e sp² não planares.

Detalhe 2: na ligação dupla temos 1 ligação sigma e outra pi e na ligação tripla temos 1 ligação sigma e duas pi. A ligação sigma é mais estável por envolver orbitais híbridos (orbitais de menor energia). Já a ligação pi por envolver orbitais puros (orbitais de maior energia) é uma ligação de menor estabilidade.

Detalhe 3: a ligação tripla por ser uma ligação mais curta apresenta maior dificuldade em quebra quando comparado a uma ligação dupla que é mais forte que a ligação simples.

2 – Diversidade em formar compostos:

Alguns fatores permitem ao carbono ser capaz de formar uma infinidade de compostos orgânicos:

A - Diversidade de ligações como representado no primeiro tópico;

B - Eletronegatividade intermediária: permite formar ligações com diversos outros elementos;

C - Capacidade em formar cadeias carbônicas: o fato do carbono ser um átomo pequeno as ligações entre carbonos apresentam uma alta estabilidade permitindo extensões expressivas.

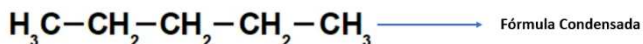
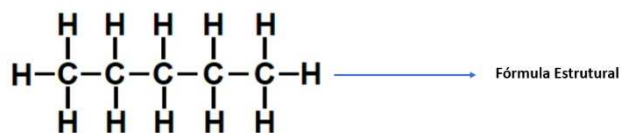
Como uma cadeia carbônica é representada?

Aula 27: Estudo do Carbono e das Cadeias Carbônicas

1 – Estudo do Carbono:

O carbono por ser um elemento da família 14 apresenta quatro elétrons na última camada sendo necessário realizar quatro ligações para chegar à estabilidade.

Dentro de tal perspectiva o carbono possui quatro possibilidades em ligações químicas:



3 - Classificação dos carbonos em uma cadeia carbônica:

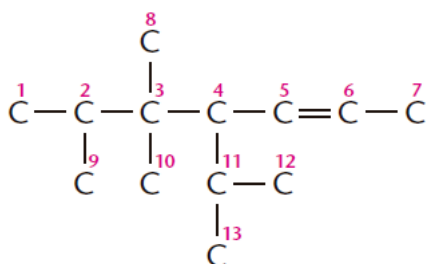
Carbono primário: quando está ligado apenas a um outro átomo de carbono ou a nenhum carbono.

Carbono secundário: quando está ligado a dois outros átomos de carbono.

Carbono terciário: quando está ligado a três outros átomos de carbono.

Carbono quaternário: quando está ligado a quatro outros átomos de carbono.

Exemplo:

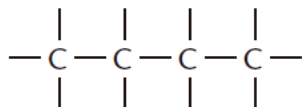


- são carbonos primários: 1, 7, 8, 9, 10, 12 e 13;
- são carbonos secundários: 5 e 6;
- são carbonos terciários: 2, 4 e 11;
- é carbono quaternário: 3.

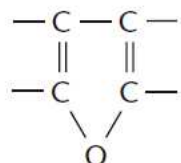
4 - Classificação das Cadeias Carbônicas:

A - Quanto ao fechamento da cadeia:

Cadeia Aberta: Quando o encadeamento dos átomos não sofre nenhum fechamento.



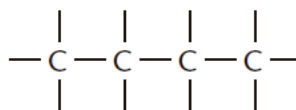
Cadeia Fechada: Quando há fechamento na cadeia, formando-se um ciclo, núcleo ou anel.



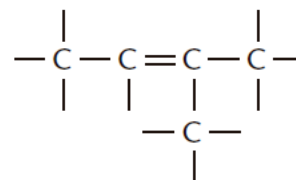
B - Quanto à disposição dos átomos:

Cadeia normal: Quando o encadeamento segue uma sequência única só aparecendo carbonos primários

e secundários.

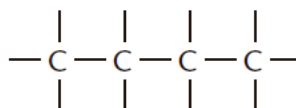


Cadeia ramificada: Quando na cadeia surgem ramos ou ramificações. Além de carbonos primários e secundários É comum termos carbonos terciários e/ou quaternários.

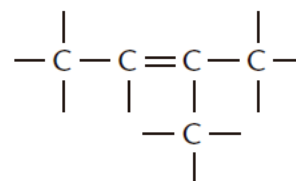


C - Quanto aos tipos de ligação:

Cadeia saturada: Quando só existem ligações simples entre os átomos de carbono.

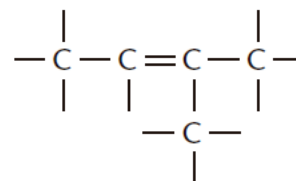


Cadeia Insaturada: Quando temos pelo menos 1 ligação pi entre carbonos.

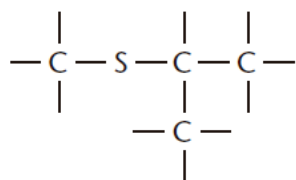


D - Quanto à natureza dos átomos:

Cadeia homogênea: Quando não temos nenhum átomo entre carbonos.

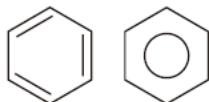


Cadeia Heterogênea: Quando temos átomo entre carbonos.

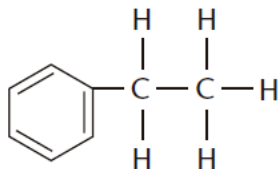


Detalhe: Cadeia Aromática

Dentre as várias cadeias cíclicas que aparecem na Química Orgânica, uma das mais importantes é a que se chama núcleo (ou anel) benzênico, nome proveniente do composto mais simples que apresenta esse anel — o benzeno (C₆H₆):

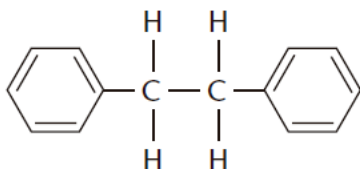


• compostos aromáticos mononucleares: quando contêm um único anel benzênico; por exemplo:

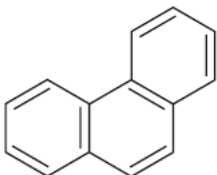


• compostos aromáticos polinucleares ou polinucleados: quando contêm vários anéis benzênicos, que se subdividem em:

• polinucleares isolados: quando os anéis não possuem átomos de carbono em comum, como, por exemplo:



polinucleares condensados, quando os anéis possuem átomos de carbono em comum, como, por exemplo:



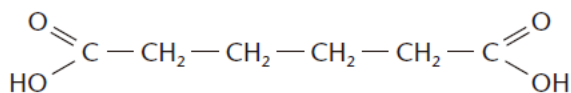
Termos importantes:

compostos alifáticos (os que têm cadeias abertas);

- compostos alicíclicos (os que têm cadeias cíclicas que não sejam anéis benzênicos);
- compostos aromáticos (os que têm anéis benzênicos).

Exercícios Fundamentais

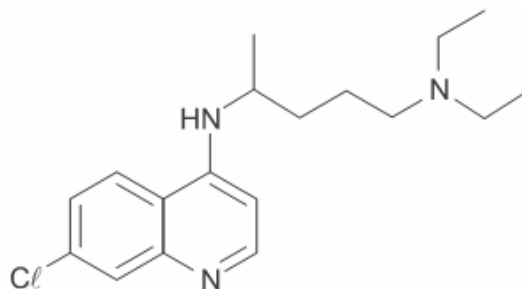
1 - No estudo das cadeias carbônicas podemos realizar a classificação de diversas formas. A cadeia pode ser classificada quanto ao tipo de ligação química ou quanto à natureza dos átomos ou quanto à disposição dos átomos. A estrutura do ácido adípico, matéria prima utilizada na produção do polímero Náilon, está representada abaixo:



Ao analisar as formas de classificação a cadeia do Náilon pode ser classificada como

- saturada, homogênea e ramificada.
- saturada, heterogênea e normal.
- insaturada, homogênea e ramificada.
- saturada, homogênea e normal.
- insaturada, homogênea e normal.

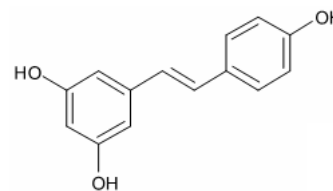
2 - A hidroxicloroquina é usada no tratamento de malária, lúpus sistêmicos, doenças reumáticas como a artrite reumatoide. A sua estrutura química encontra-se representada abaixo:



Ao observar a estrutura podemos observar um total de

- nove carbonos planares.
- dez carbonos planares.
- onze carbonos planares.
- doze carbonos planares.
- treze carbonos planares.

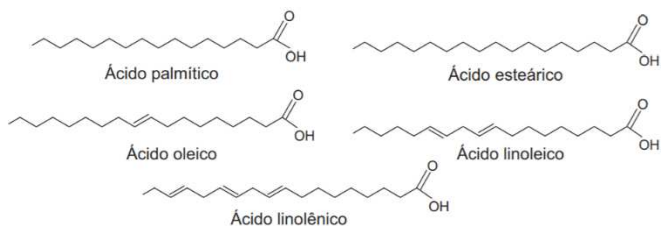
3 - O resveratrol é um polifenol encontrado nas sementes de uvas, no vinho tinto e na pele do amendoim. O resveratrol favorece a produção, pelo fígado, de HDL; e a redução da produção de LDL, e ainda impede a oxidação do LDL circulante. Tem, assim, importância na redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, como o infarto do miocárdio.



Qual a representação correta para sua fórmula molecular?

- $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{O}_3$
- $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_3$
- $\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{O}_3$
- $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3$
- $\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{O}_3$

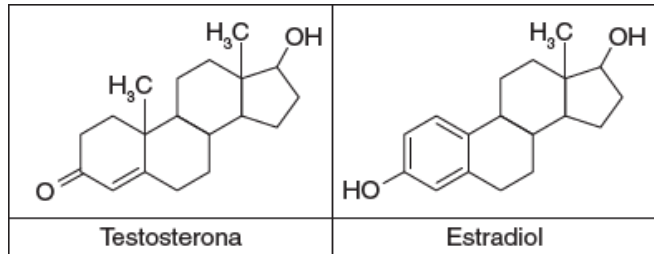
4 - A qualidade de óleos de cozinha, compostos principalmente por moléculas de ácidos graxos, pode ser medida pelo índice de iodo. Quanto maior o grau de insaturação da molécula, maior o índice de iodo determinado e melhor a qualidade do óleo. Na figura, são apresentados alguns compostos que podem estar presentes em diferentes óleos de cozinha:



Dentre os compostos apresentados, os dois que proporcionam melhor qualidade para os óleos de cozinha são os ácidos

- esteárico e oleico.
- linolênico e linoleico.
- palmítico e esteárico.
- palmítico e linolênico.
- linolênico e esteárico.

5 - A testosterona é o principal hormônio sexual masculino, e o estradiol o principal hormônio sexual feminino. As diferenças nas estruturas moleculares desses hormônios são pequenas, mas, ainda assim, agem de forma bem distinta no organismo. Observe:



De acordo com as estruturas apresentadas, pode-se concluir que a cadeia da testosterona é

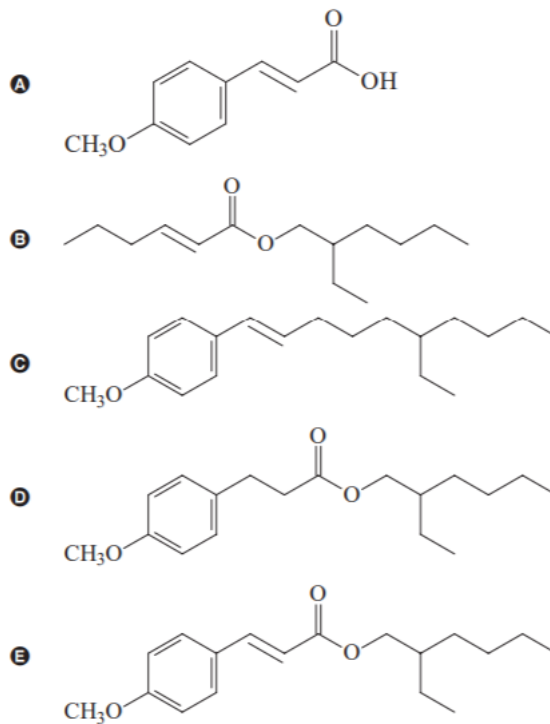
- ramificada, enquanto o estradiol apresenta cadeia normal.
- alíclicca, enquanto o estradiol apresenta cadeia aromática.
- aromática, enquanto o estradiol apresenta cadeia alíclicca.
- saturada, enquanto o estradiol apresenta cadeia insaturada.
- homogênea, enquanto o estradiol apresenta cadeia heterogênea.

Exercícios Aprofundados

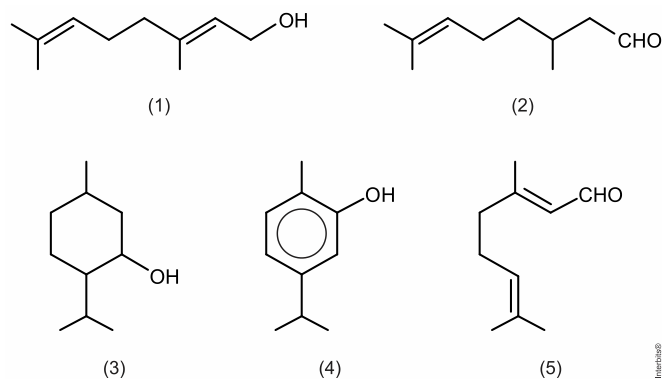
6 - O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de

alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



7 - Um microempresário do ramo de cosméticos utiliza óleos essenciais e quer produzir um creme com fragrância de rosas. O principal componente do óleo de rosas tem cadeia poli-insaturada e hidroxila em carbono terminal. O catálogo dos óleos essenciais apresenta, para escolha da essência, estas estruturas químicas:



Qual substância o empresário deverá utilizar?

- 1
- 2
- 3

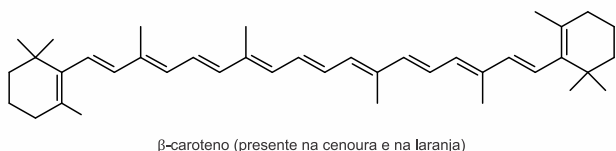
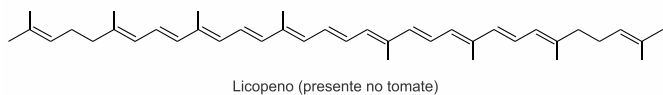
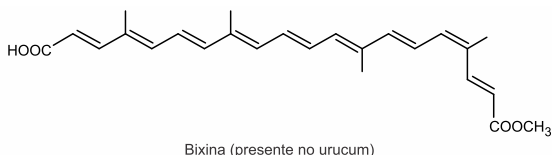
d) 4 e) 5

8 - A combustão completa de um hidrocarboneto levou à formação do mesmo número de mols de CO₂ e H₂O. Quando esse composto foi colocado em presença de H₂ e de um catalisador, observou-se o consumo de um mol de H₂ por mol do composto orgânico.

Em relação a esse composto, é correto afirmar que se trata de um hidrocarboneto

- aromático.
- alifático acíclico insaturado.
- alifático acíclico saturado.
- alifático cíclico saturado.
- alifático cíclico insaturado.

9 - A utilização de corantes na indústria de alimentos é bastante difundida e a escolha por corantes naturais vem sendo mais explorada por diversas razões. A seguir são mostradas três estruturas de corantes naturais.



HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2013.

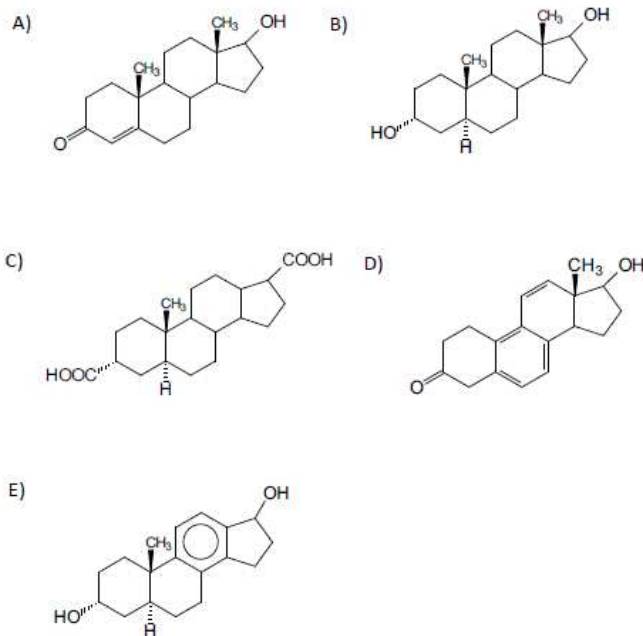
A propriedade comum às estruturas que confere cor a esses compostos é a presença de

- cadeia conjugada.
- cadeia ramificada.
- átomos de carbonos terciários.
- ligações duplas de configuração cis.
- átomos de carbonos de hibridação sp³.

10 - Noticiários divulgaram no mês de janeiro que o lutador brasileiro de MMA Anderson Silva testou positivo para uso de substâncias utilizadas de forma ilícita. Na Medicina, essas substâncias podem ser usadas para o tratamento de doenças, como o câncer, e na recuperação de pacientes após grandes cirurgias. Anderson Silva foi flagrado com as substâncias drostanolona e androsterona – produzida no fígado a partir do metabolismo da testosterona. A testosterona, assim como a androsterona, possui os grupos metil e hidroxila ligados ao

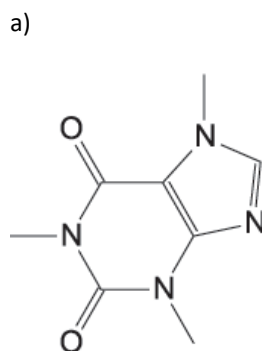
núcleo básico de quatro anéis alicíclicos condensados, comum a esse grupo de substâncias, porém as únicas diferenças entre elas é uma insaturação e um grupo carbonila presentes somente na estrutura da testosterona.

Uma das substâncias apontadas no teste do lutador brasileiro é

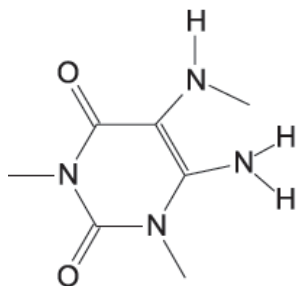


11 - Embora uma parcela pequena da população consuma cafeína na forma de fármacos, como os antigripais, grande parte desse alcaloide é ingerida na forma de bebidas. A cafeína é identificada como 1,3,7-trimetilxantina, cuja estrutura contém um esqueleto de purina, apresentando, assim, dois anéis heterocíclicos fundidos.

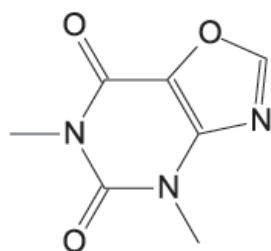
A estrutura da cafeína está representada em:



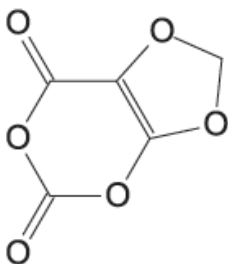
b)



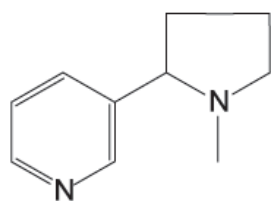
c)



d)

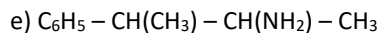
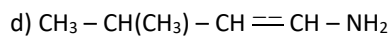
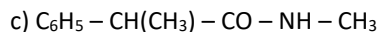
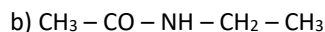
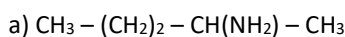


e)



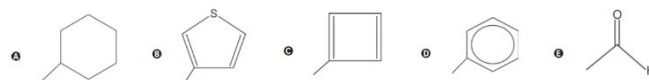
12 - Um grande fabricante de medicamentos está produzindo um princípio ativo farmacológico que apresenta uma estrutura química de composto orgânico com atividade óptica e função amina. O composto produzido, que deve apresentar biocompatibilidade, baixa toxicidade e ação anti-histamínica, precisa ter moléculas que apresentam cadeia carbônica insaturada, ramificada e homogênea.

A estrutura correta do supracitado composto químico é:

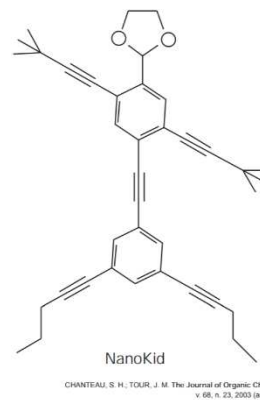


ENEM e Simulados

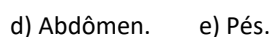
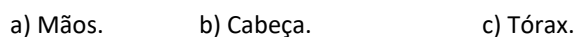
1 - A forma das moléculas, como representadas no papel, nem sempre é planar. Em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, enquanto moléculas contendo substituintes planares são inativas. O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é



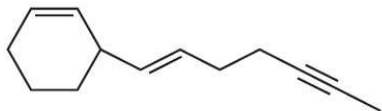
2 - As moléculas de nanoputians lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?



3 - O hidrocarboneto representado pela estrutura química a seguir pode ser isolado & partir das folhas ou das flores de determinadas plantas. Além disso, sua função é relacionada, entre outros fatores, a seu perfil de insaturações.



Considerando esse perfil específico, quantas ligações pi a molécula contém?

- a) 1 b) 2 c) 4
d) 6 e) 7

4 - 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.

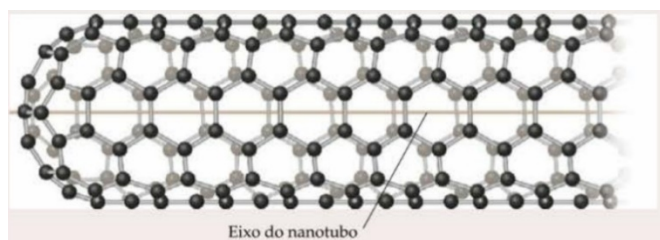
Fonte oleaginosa	Teor médio do ácido graxo (% em massa)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Estearico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amendoim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel Production: a review. *Bioresour. Technology*. Londres, v. 70, n. 1, jan. 1999 (adaptado).

Qual das fontes oleaginosas apresentadas produziria um biodiesel de maior resistência à oxidação?

- a) Milho. b) Palma. c) Canola.
d) Algodão. e) Amendoim.

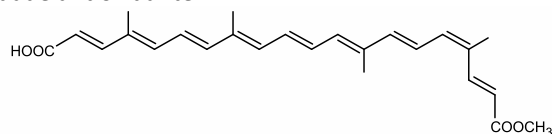
5 - Materiais de escala nanométrica exibem propriedades químicas e físicas diferentes de materiais volumosos. Por exemplo, o carbono pode formar estruturas tubulares como representado abaixo. Esses tubos, chamados de nanotubos, lembram um rolo cilíndrico de tela de arame e conduzem corrente elétrica como um metal.



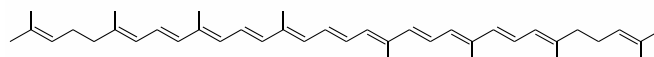
Com base no arranjo do nanotubo podemos afirmar que

- a) os carbonos tetraedricos justificam a boa condutividade elétrica.
b) possui uma estrutura amorfa, ou seja, sem padrão de cristalização.
c) formam um composto molecular, ou seja, com número definido de átomos.
d) os carbonos possuem hibridização sp^2 , o que permite formar cristais hexagonais.
e) a estrutura representada não condiz com quarto ligações que o carbono deve fazer.

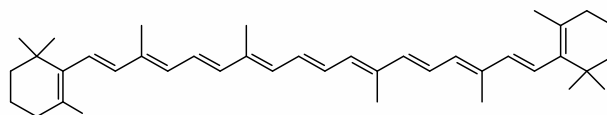
6 - As substâncias representadas abaixo apresentam uma boa atividade antioxidante.



Bixina (presente no urucum)



Licopeno (presente no tomate)



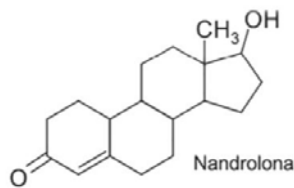
β -caroteno (presente na cenoura e na laranja)

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2013.

A característica comum às estruturas representadas, que confere sua boa atividade antioxidante é

- a) grande quantidade de ligações pi.
b) as ramificações na cadeia carbônica.
c) as regiões abertas da cadeia carbônica.
d) grande quantidade de carbonos nas cadeias principais.
e) grande quantidade átomos de carbonos de hibridação sp^3 .

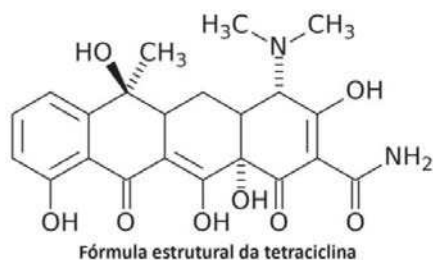
7 - O Comitê Olímpico Internacional, durante as Olimpíadas Rio 2016, estava bastante atento aos casos de doping dos atletas. A nandrolona, por exemplo, é um hormônio derivado da testosterona e muito utilizado pela indústria farmacêutica para a produção de derivados de esteroides anabólicos.



Quantos carbonos terciários com hibridação sp^3 possui esse hormônio na sua estrutura molecular?

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

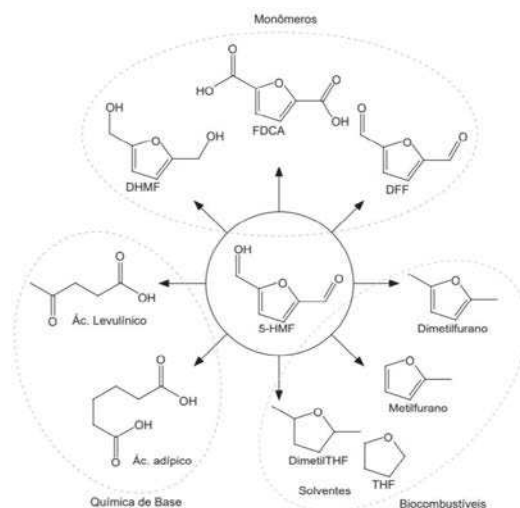
8 - Febre maculosa (americana), tifo exantemático ou febre do carrapato é uma doença incomum causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii* e transmitida pela picada de carrapatos ou por fezes de piolhos. A febre maculosa brasileira tem cura desde que o tratamento com antibióticos (tetraciclina e cloranfenicol) seja introduzido nos primeiros dois ou três dias. O ideal é manter a medicação por dez a quatorze dias, mas, logo nas primeiras doses, o quadro começa a regredir e evolui para a cura total.



A estruturas dos fármacos demonstram que

- a) na tetraciclina só existem oxigenadas.
b) no cloranfenicol há cadeia amins e nitrilas.
c) ambos apresentam cadeias aromáticas e heterogêneas.
d) ambos apresentam as mesmas funções orgânicas.
e) no cloranfenicol existem 10 elétrons pi.

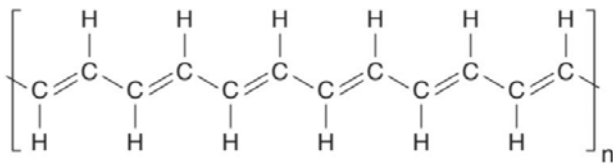
9 - A produção de furfural e seus derivados, como o 5-(hidroximetil)furfural (5-HMF), tem sido objeto de estudo de diversos grupos de pesquisa devido ao seu potencial em fornecer matéria-prima para síntese de compostos de química de base, polímeros, solventes e combustíveis, como mostra a figura a seguir.



Os compostos de química de base obtidos a partir do 5-HMF apresentam cadeia carbônica

- a) aberta, homogênea, saturada e normal.
b) aberta, heterogênea, insaturada e normal.
c) aberta, homogênea, insaturada e ramificada.
d) fechada, homogênea, saturada e ramificada.
e) fechada, heterogênea, insaturada e ramificada.

10 - Os polímeros têm uma ampla quantidade de classificações e características; uma delas é a condutividade elétrica. Os polímeros condutores são geralmente chamados de "metais sintéticos" por apresentarem propriedades elétricas, magnéticas e ópticas de metais e semicondutores. O mais adequado seria chamá-los de "polímeros conjugados" porque são formados por cadeias contendo duplas ligações C = C conjugadas.



Poliacetileno: polímero condutor de eletricidade

A análise da estrutura do poliacetileno permite inferir que a condutividade elétrica em polímeros depende diretamente da existência de

- elétrons π conjugados.
- carbonos com hibridação sp^2 .
- geometria tetraédrica dos carbonos.
- somente átomos de carbono e hidrogênio.
- átomos de carbono em quantidade igual à de átomos de hidrogênio.

11- Os ácidos graxos livres estão presentes em óleos e gorduras em pequenas porcentagens e conferem acidez ao azeite e a outros óleos, por exemplo. A densidade desses ácidos depende diretamente do número de ligações duplas entre carbonos, como pode ser visto na tabela. Quanto maior o número de ligações duplas, maior a densidade do ácido graxo. A proporção apresentada relaciona o número

de carbonos presentes na molécula com o número de ligações duplas entre carbonos.

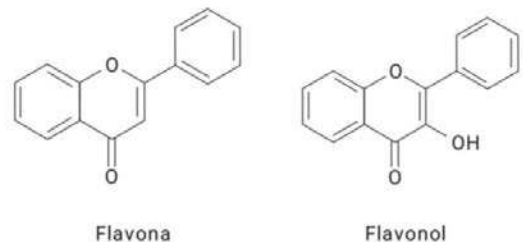
Ácido graxo	Densidade ($g \cdot cm^{-3}$)
Ácido palmítico ($C_{16}H_{32}O_2$) – 16 : 0	0,853
Ácido palmítoleico ($C_{16}H_{30}O_2$) – 16 : 1	0,894
Ácido linoleico ($C_{18}H_{32}O_2$) – 18 : 2	0,900
Ácido linolênico ($C_{18}H_{30}O_2$) – 18 : 3	0,916

Do ponto de vista molecular, esse comportamento é justificado pelo(a)

- aumento do número de átomos de carbono sp^2 que apresentam uma geometria que ocupa um volume menor.
- menor massa molar dos ácidos graxos insaturados em comparação com os saturados.
- maior número de interações intermoleculares envolvendo moléculas mais saturadas.
- mudança do número de ligações que os átomos de carbono realizam nas moléculas.

e) maior número de carbonos sp que apresentam geometria linear.

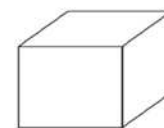
12 - As flavonas e os flavonóis, duas classes de flavonoides bastante comuns e encontrados principalmente em flores, absorvem luz em comprimentos de onda mais curtos do que os visíveis ao olho humano, protegendo as células vegetais dos danos causados pela fotoxidação. Além dessa função protetora, esses dois compostos ainda funcionam como sinais atrativos para insetos como as abelhas, que enxergam na faixa extrema do ultravioleta. As estruturas químicas deles estão representadas a seguir:



Esses dois compostos apresentam cadeia carbônica

- mista.
- alifática.
- saturada.
- ramificada.
- homocíclica

13 - A pesquisa sobre cubanos explosivos pelo Exército e por cientistas contratados pelo Exército gerou uma série incomum de colaborações entre pesquisadores militares, acadêmicos e industriais [...]. [Philip E.] Eaton fez a primeira síntese do cubano em 1964. Até então, os cientistas não acreditavam que pudesse ser feito [...], eles pensavam que, se você produzisse cubano, explodiria espontaneamente porque uma quantidade tremenda de energia é armazenada dentro da molécula. Mas quando Eaton fez o composto, ele acabou sendo muito estável.



Fórmula estrutural do cubano

A dificuldade em se sintetizar o cubano está relacionada com

- os ângulos de ligação maiores que o usual para um carbono saturado.
- os ângulos de ligação menores que o usual para um carbono saturado.

c) a geometria da molécula, que exige que o carbono faça mais de quatro ligações.

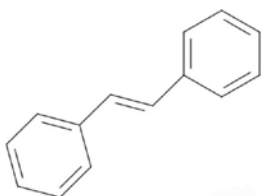
d) a geometria da molécula, que exige que o carbono faça menos de quatro ligações.

e) a posição dos hidrogênios, que estão mais próximos do que se estivessem em uma cadeia aberta.

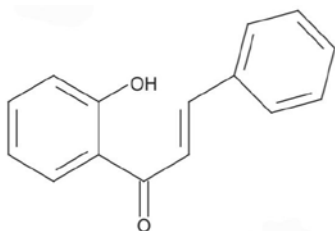
14 - As chalconas são compostos fenólicos intermediários na formação de todos os flavonoides e não têm o anel heterocíclico. Apresentam uma cadeia aberta com dois anéis aromáticos e podem apresentar configuração cis ou trans. Muitas chalconas são amarelas e ocorrem principalmente em flores, mas podem ser encontradas em alguns órgãos vegetais.

A estrutura que representa um exemplo de chalcona é

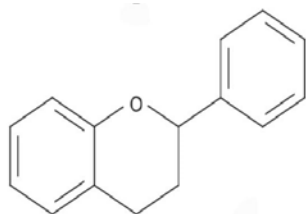
a)



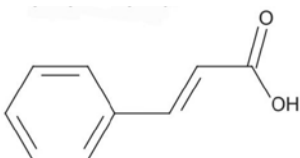
b)



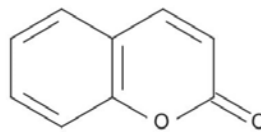
c)



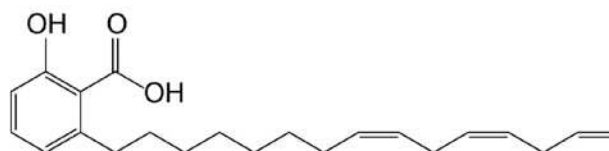
d)



e)



15 - A castanha-de-caju é um dos produtos de maior expressão socioeconômica para o Nordeste brasileiro. Por ser importante fonte de lipídeos e proteínas, a castanha-de-caju vem sendo empregada como uma boa alternativa na substituição industrial do amendoim e de amêndoas usadas em confeitarias. Cerca de 70% do líquido presente na casca da castanha de caju é constituído por ácido anacárdico, um lipídeo fenólico que apresenta o núcleo do ácido salicílico e uma cadeia lateral de 15 carbonos, a qual pode conter uma, duas ou três ligações insaturadas, como mostra a estrutura.



A estrutura carbônica do composto apresentado pode ser classificada como

a) fechada, pois tem um anel aromático com três ramificações.

b) aberta, pois a cadeia lateral é alifática e apresenta muitos carbonos.

c) heterogênea, pois contém três átomos de oxigênio em sua estrutura.

d) saturada, uma vez que os carbonos dessa estrutura são quaternários.

e) mista, pois contém um anel aromático com radicais e uma parte alifática.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	A	B	B	B	E	A	B	A	B	A	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	A	C	B	D	A	D	C	A	A	A	D

Questão	13	14	15
Gabarito	B	B	E

Aula 28: Hidrocarbonetos

1 – Conceito:

Hidrocarbonetos são compostos formados exclusivamente pelos elementos carbono e hidrogênio.

Exemplo: CH₄ (Metano) e C₄H₁₀ (Butano)

2 – Classificação:

2.1 - Alcanos: também chamados de hidrocarbonetos parafínicos são hidrocarbonetos acíclicos e saturados, isto é, que têm cadeias abertas e apresentam apenas ligações simples entre seus carbonos. Os alcanos apresentam fórmula geral de C_NH_{2N+2}.

Os alcanos apresentam aplicações importantes:

- CH₄ - Metano: principal componente do gás natural e biogás.
- C₄H₁₀ - Butano: principal componente do gás de cozinha.

2.2 - Alcenos: também chamados de alquenos, olefinas ou hidrocarbonetos etilênicos são hidrocarbonetos acíclicos contendo uma única ligação dupla em sua cadeia carbônica. Os alcenos apresentam fórmula geral C_NH_{2N}.

Os alcenos apresentam importantes aplicações:

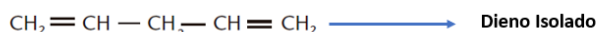
- C₂H₄ - etileno: gás utilizado no amadurecimento de frutas.
- CH₂ = CH - CH₃ - Propeno: matéria prima na fabricação de plásticos.

2.3 - Alcadienos: também chamados de dienos são hidrocarbonetos de cadeia aberta com duas ligações duplas. Os alcadienos apresentam fórmula geral C_NH_{2N-2}.

Os alcadienos apresentam importantes aplicações:

- C₅H₈ - isopreno: matéria prima na produção de borrachas.

Classificação dos Alcadienos quanto à posição das ligações duplas:



2.4 - Alcino: também chamados de alquinos ou hidrocarbonetos acetilênicos são hidrocarbonetos acíclicos contendo uma única ligação tripla em sua cadeia carbônica. Os alcinos apresentam fórmula geral C_NH_{2N-2}.

Os alcinos apresentam importantes aplicações:

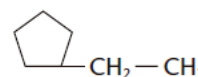
- C₂H₂ - acetileno: muito utilizado em combustíveis de maçaricos e no amadurecimento de frutos.

2.5 - Ciclanos: também chamados de cicloalcanos ou cicloparafinas são hidrocarbonetos cíclicos contendo apenas ligações simples (isto é, hidrocarbonetos cíclicos e saturados). Os ciclanos apresentam fórmula geral C_NH_{2N}.

Exemplos:



Metil-ciclopropano

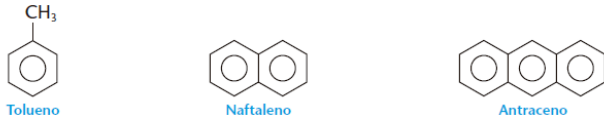


Etil-ciclopentano

No cotidiano o cicloexano, por exemplo, é usado como solvente e removedor de tintas e vernizes, além de servir como ponto de partida para a fabricação de produtos industriais importantes, como o náilon.

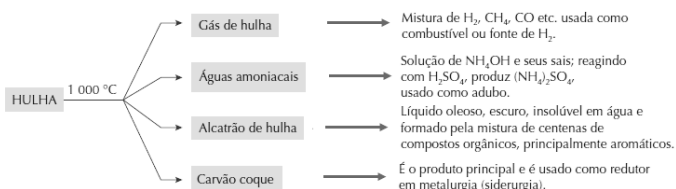
2.6 - Hidrocarbonetos Aromáticos: são os que possuem um ou mais anéis benzênicos (ou aromáticos) em sua molécula.

Exemplos:



Os hidrocarbonetos aromáticos são uma família tão numerosa que é impossível representá-los por uma única fórmula geral.

O processo mais antigo de obtenção dos hidrocarbonetos aromáticos é a partir da hulha, que é um tipo de carvão mineral, é a destilação seca.



3 – Aprofundamentos:

Tópico 1: IDH - índice de deficiência de hidrogênio.

- Cada insaturação ou anel gera uma deficiência de 2 hidrogênios.

Exemplo: Na fórmula molecular C_8H_{14} , qual o IDH?

Devemos tomar como referência o alcano de 8 carbonos - $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, logo teremos 18 hidrogênios como referência.

$$\text{IDH} = \frac{\text{Hidrogênios de Referência} - \text{Hidrogênios do Composto}}{\text{Hidrogênios Retirados por cada insaturação ou anel}}$$

$$\text{IDH} = \frac{18 - 14}{2} = 2$$

Conclusão, como o IDH é de 2 podemos pensar que:

- temos duas insaturações ou dois anéis ou um anel e uma insaturação.

Tópico 2: Destilação Fracionada do Petróleo - principal forma de obtenção dos hidrocarbonetos.

Fração	Número de Carbonos
Gás Liquefeito de Petróleo	1 - 4
Gasolina	5 - 10
Querosene	11 e 12

Óleo Diesel	13 - 17
Óleo Combustível	18 - 25
Óleo Lubrificante	26 - 38
Asfalto	> 38

Nomenclatura

1 – Introdução:

A nomenclatura de um composto orgânico é dada pela seguinte estrutura básica:

Nome do grupo substituinte (ramificação) + prefixo + infixo + sufixo

Cada uma dessas partes do nome traz alguma informação sobre o composto.

- O prefixo indica o número de átomos de carbono na cadeia principal (maior sequência de átomos de carbono);
- O infixo indica o tipo de ligação existente entre carbonos (apenas simples, pelo menos uma dupla ou pelo menos uma tripla);
- O sufixo indica o grupo funcional a que pertence o composto. Por exemplo, o sufixo o (todo nome de composto orgânico que termina em o) indica que se trata de um hidrocarboneto (composto que possui apenas carbono e hidrogênio na fórmula).

Observe a tabela abaixo com os principais prefixos e infixos:

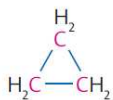
Prefixos	Infixos	Exemplos
1 carbono: met	só ligações simples entre carbonos: an	Butano $\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3$ $\quad \quad \quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad \text{H}_2 \quad \quad \text{H}_2$
2 carbonos: et	1 ligação dupla entre carbonos: en	Propeno $\text{H}_2\text{C}-\text{C}=\text{CH}_2$ $\quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad \text{H}$
3 carbonos: prop		5 carbonos: pent
4 carbonos: but	2 ligações duplas entre carbonos: dien	Propadieno $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$
6 carbonos: hex		7 carbonos: hept
8 carbonos: oct	1 ligação tripla entre carbonos: in	Etino $\text{HC}\equiv\text{CH}$
9 carbonos: non		

Alguns sufixos importantes:

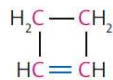
Sufixo	Função Orgânica
óico	Ácido Carboxílico
o	Hidrocarboneto
ona	Cetona
al	Aldeído

Nos compostos orgânicos cíclicos o nome do composto é precedido pela palavra ciclo.

Exemplos:



ciclo + prop + an + o =
= ciclopropano



ciclo + but + en + o =
= ciclobuteno

2 – Identificação da cadeia principal:

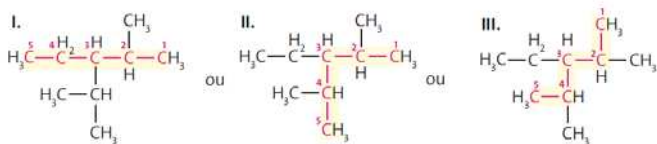
A cadeia principal é aquela que apresenta as seguintes características, em ordem decrescente de importância:

- possui o grupo funcional;
- engloba o maior número de insaturações;
- possui a sequência mais longa de átomos de carbono ligados entre si.

E quando há mais de uma possibilidade de cadeia com o mesmo número de carbonos?

Caso no composto orgânico haja duas ou mais possibilidades de escolha de cadeia principal com o mesmo número de átomos de carbono, devemos optar pela cadeia que tiver o maior número de ramificações.

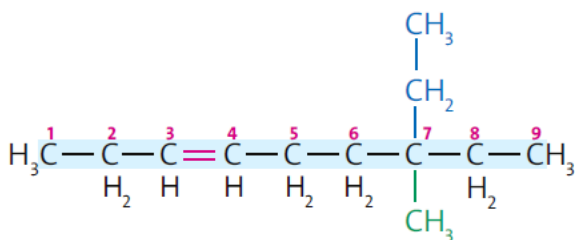
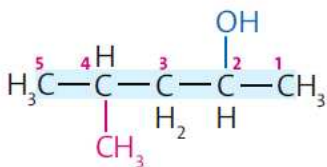
Exemplo:



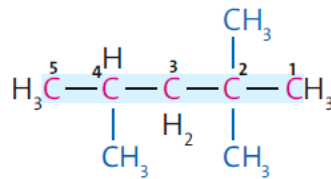
Observe que a cadeia principal assinalada em cada estrutura possui 5 átomos de carbono. A primeira estrutura (I), no entanto, possui duas ramificações (nos carbonos 2 e 3), enquanto as demais apresentam três ramificações (nos carbonos 2, 3 e 4). Logo, a cadeia principal escolhida corretamente para esse composto é destacada na estrutura II ou na estrutura III (que representam a mesma molécula).

3 – Numeração dos carbonos da cadeia principal:

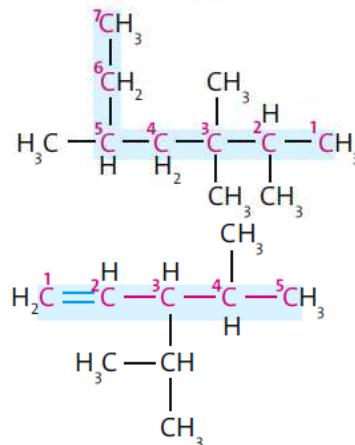
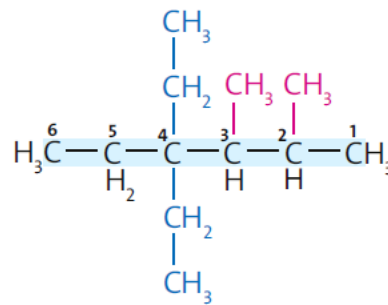
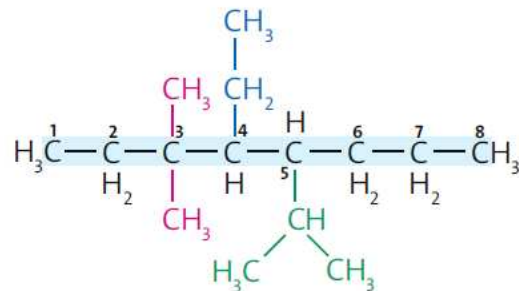
Devemos começar a numeração pelo carbono da extremidade mais próximo do grupo funcional. Não havendo grupo funcional devemos olhar para a insaturação. Não havendo insaturação devemos olhar para a ramificação.



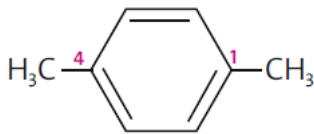
Detalhe: se a cadeia apresentar ramificações iguais equidistantes das extremidades a numeração da cadeia irá ocorrer pela extremidade os temos mais ramificações próximas.



Outros exemplos de numeração de cadeia:

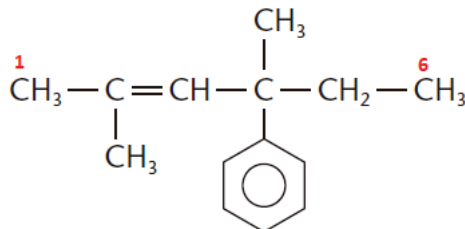


4 – Nomenclatura dos principais grupos substituintes:



1,4-dimetilbenzeno ou para-dimetilbenzeno

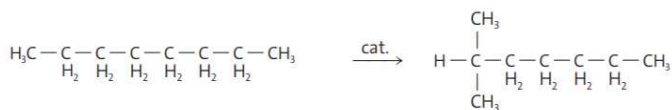
Exemplo 10:



4-fenil-2,4-dimetil-2-eno

Exercícios Fundamentais

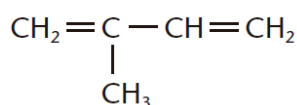
1 - Nos motores veiculares à explosão os hidrocarbonetos de cadeia ramificada resistem melhor ao processo compressão do que os de cadeia normal. Por isso, compostos de cadeia reta são submetidos a reações de “reforma catalítica”, como representado a seguir:



Os nomes oficiais do reagente e do produto são, respectivamente:

- a) isoctano e dimetilexano.
- b) octano e 6-metileptano.
- c) octano normal e 2,2-dimetileptano.
- d) octano e 2-metileptano.
- e) octano e isoexano.

2 - Na produção da borracha natural utilizamos um hidrocarboneto derivado da seiva de vários vegetais, sendo que as árvores da seringueira (*Hevea brasiliensis*) são as principais. A estrutura do hidrocarboneto está representada abaixo:



A nomenclatura mais coerente para tal estrutura é

- a) 2-metilbuta-2,4-dieno.
- b) 4-metilbuta-1,3-dieno.
- c) 3-metilbuta-1,3-dieno.

d) metilbuta-1,3-dieno.

e) 1,2-dimetilpropeno.

3 - A gasolina é um dos derivados do petróleo mais importantes em função da sua utilização em veículos automotores. Esse combustível é basicamente uma mistura de hidrocarbonetos que possuem de 6 a 10 átomos de carbono, e sua qualidade está diretamente relacionada com a maior resistência à compressão que acontece dentro dos cilindros do motor, sem que haja explosão. Entre os componentes, o mais resistente é o 2,2,4-trimetilpentano, enquanto o menos resistente é o heptano.

Considerando a composição da gasolina, qual é a fórmula molecular do hidrocarboneto que proporciona maior qualidade a esse combustível?

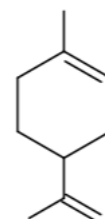
- a) C₆H₁₂
- b) C₇H₁₄
- c) C₇H₁₆
- d) C₈H₁₆
- e) C₈H₁₈

4 - A matriz de transporte do Brasil está centrada em rodovias, sendo que a principal fonte de energia dos veículos que utilizam esse modal é derivada do petróleo. No entanto, grande parte desse combustível fóssil é constituído por moléculas de cadeias carbônicas muito longas, inviáveis para o uso como combustíveis automotores. As refinarias, assim, contornam esse problema transformando as cadeias longas em moléculas menores pertencentes à fração mais consumida, por meio de um processo químico chamado

- a) destilação fracionada.
- b) reforma catalítica.
- c) destilação a vácuo.
- d) alquilação catalítica.
- e) craqueamento catalítico.

Exercícios Aprofundados

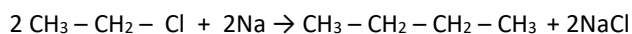
6 - O Limoneno é um componente volátil existente na casca da laranja e na do limão e um dos responsáveis pelo odor característico dessas frutas.



Observando-se a fórmula estrutural acima e com base na nomenclatura oficial dos compostos orgânicos (IUPAC) o limoneno é denominado:

- 4-isopropenil - 1 - metilcicloexeno
- 1-metil-2-(4-propenil)cicloexeno
- 1-(isopropenil)-4-metil-cicloexeno
- 1-metil-4-(1-propenil)cicloexeno
- 1-(isopropenil)-4-metil-3-cicloexeno

7 - Na química orgânica, a reação de Wurtz é o tratamento de um haleto de alquila com o sódio metálico para obter o hidrocarboneto correspondente. Essa reação é utilizada na síntese de hidrocarbonetos diversos, os quais podem ser empregados como fontes alternativas de energia, em substituição aos hidrocarbonetos fósseis. O esquema ilustra simplificadamente esse processo.



Com base nesse processo, o hidrocarboneto produzido na síntese de Wurtz do 2-cloro-2-metilbutano é o

- 3,3,4,4 – tetrametilhexano.
- 2,2,3,3 – tetrametilhexano.
- 2,2,5,5 – tetrametilhexano.
- 3,3,5,5 – tetrametilhexano.
- 3,3,3,3 – tetrametilhexano.

8 - Em 1893 foi sintetizado um corante azulado conhecido como anil, o que trouxe ao alcatrão da hulha, até então considerado como resíduo indesejável de indústrias de aço, grande importância como fonte de compostos orgânicos. A importância do alcatrão da hulha na Química Orgânica deve-se ao fato de ser constituído principalmente de substâncias com cadeia carbônica semelhante a do

- hexano.
- propeno.
- naftaleno.
- éter etílico.
- ciclohexano.

9 - A entalpia de combustão representa a energia liberada por 1 mol de combustível quando submetido a uma combustão total. Tal informação é importante para determinarmos o combustível mais econômico e o combustível mais viável ambientalmente. Determinou-se o calor de combustão de um alcano obtendo-se o valor de 3.886 kJ/mol.

Alcano	Fórmula	Calor de combustão (kJ/mol de alcano)
Etano	C ₂ H ₆	1.428
Propano	C ₃ H ₈	2.044
Butano	C ₄ H ₁₀	2.658

Utilizando os dados da tabela acima, conclui-se que esse alcano deve ser um:

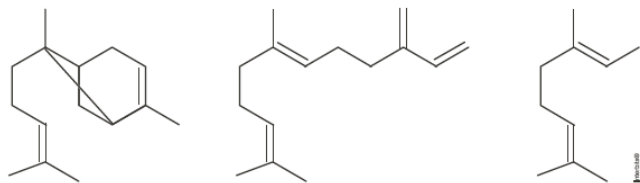
- C₅H₁₂.
- C₆H₁₄.
- C₇H₁₆.
- C₈H₁₈.
- C₉H₂₀.

10 - O Pré-Sal é uma faixa que se estende ao longo de 800 quilômetros entre os Estados de Santa Catarina e do Espírito Santo, abaixo do leito do mar, e engloba três bacias sedimentares (Espírito Santo, Campos e Santos). O petróleo encontrado nessa área está a profundidades que superam os 7.000 metros, abaixo de uma extensa camada de sal que conserva sua qualidade. A meta da Petrobrás é alcançar, em 2017, uma produção diária superior a um milhão de barris de óleo nas áreas em que opera.

Em relação ao petróleo e aos seus derivados, assinale a alternativa correta.

- A refinação do petróleo e a separação de uma mistura complexa de hidrocarbonetos em misturas mais simples, com um menor número de componentes, denominadas frações do petróleo. Essa separação é realizada por meio de um processo físico denominado destilação simples.
- Os antidetonantes são substâncias químicas que, ao serem misturadas a gasolina, aumentam sua resistência à compressão e conseqüentemente o índice de octanagem.
- O craqueamento do petróleo permite transformar hidrocarbonetos aromáticos em hidrocarbonetos de cadeia normal, contendo em geral o mesmo número de átomos de carbono, por meio de aquecimento e catalisadores apropriados.
- A gasolina é composta por uma mistura de alcanos, que são substâncias químicas polares e que apresentam alta solubilidade em etanol.
- A combustão completa do butano, um dos principais constituintes do gás natural, é um exemplo de reação de oxirredução, na qual o hidrocarboneto é o agente oxidante e o gás oxigênio presente no ar atmosférico é o agente redutor.

11 - Uma lagarta ao comer as folhas do milho, induz no vegetal a produção de óleos voláteis cujas estruturas estão mostradas a seguir:



A volatilidade desses óleos é decorrência do(a)

- a) elevado caráter covalente.
- b) alta miscibilidade em água.
- c) baixa estabilidade química.
- d) grande superfície de contato.
- e) fraca interação intermolecular.

12 - Nas proximidades de uma indústria química, foi constatada a contaminação do solo por um composto orgânico que vazou de um dos tanques de armazenamento da indústria, que ficam enterrados, por questão de segurança, e, portanto, são de difícil acesso. Na indústria, havia um total de cinco tanques, contendo, cada um deles, um dos seguintes compostos, todos possíveis contaminantes: benzeno, n-hexano, cicloexano, cicloexeno e ciclopentadieno. Para a identificação do tanque a partir do qual ocorreu o vazamento, o contaminante encontrado no solo foi isolado e analisado, sendo determinado que sua fórmula mínima era CH_2 .

Na situação descrita no texto, o vazamento ocorreu a partir do tanque que continha

- a) benzeno.
- b) n-hexano.
- c) cicloexano.
- d) cicloexeno.
- e) ciclopentadieno.

ENEM e Simulados

1 - Potencializado pela necessidade de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e limpas dificilmente resultará em um modelo hegemônico. A tendência é que cada país crie uma combinação própria de matrizes, escolhida entre várias categorias de biocombustíveis, a energia solar ou a eólica e, mais tarde, provavelmente o hidrogênio, capaz de lhe garantir eficiência energética e ajudar o mundo a atenuar os efeitos das mudanças climáticas. O hidrogênio, em um primeiro momento, poderia ser obtido a partir de hidrocarbonetos ou de carboidratos.

Considerando as fontes de hidrogênio citadas, a de menor impacto ambiental seria

- a) aquela obtida de hidrocarbonetos, pois possuem maior proporção de hidrogênio por molécula.
- b) aquela de carboidratos, por serem estes termodinamicamente mais estáveis que os hidrocarbonetos.
- c) aquela de hidrocarbonetos, pois o carvão resultante pode ser utilizado também como fonte de energia.
- d) aquela de carboidratos, uma vez que o carbono resultante pode ser fixado pelos vegetais na próxima safra.
- e) aquela de hidrocarbonetos, por estarem ligados a carbonos tetraédricos, ou seja, que apresentam apenas ligações simples.

2 - Diversos estudos têm sido desenvolvidos para encontrar soluções que minimizem o impacto ambiental de eventuais vazamentos em poços de petróleo, que liberam hidrocarbonetos potencialmente contaminantes. Alguns microrganismos podem ser usados como agentes de biorremediação nesses casos.

Os microrganismos adequados a essa solução devem apresentar a capacidade de

- a) excretar hidrocarbonetos solúveis.
- b) estabilizar quimicamente os hidrocarbonetos.
- c) utilizar hidrocarbonetos em seu metabolismo.
- d) diminuir a degradação abiótica de hidrocarbonetos.
- e) transferir hidrocarbonetos para níveis tróficos superiores.

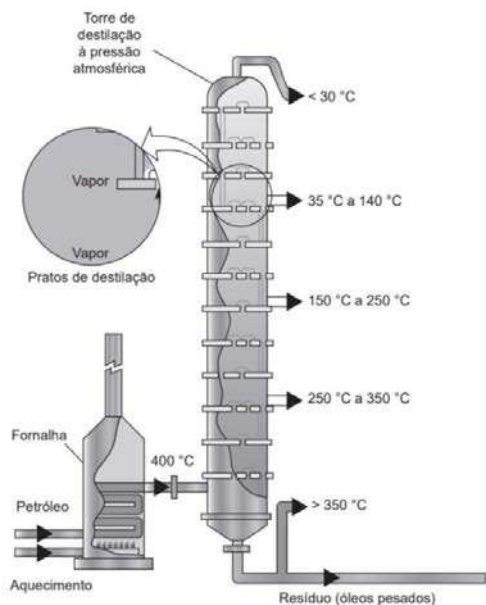
3 - A explosão de uma plataforma de petróleo em frente à costa americana e o vazamento de cerca de mil barris de petróleo por dia no mar provocaram um desastre ambiental. Uma das estratégias utilizadas pela Guarda Costeira para dissipar a mancha negra foi um recurso simples: fogo. A queima da mancha de petróleo para proteger a costa provocará seus próprios problemas ambientais, criando enormes nuvens de fumaça tóxica e deixando resíduos no mar e no ar. HIRST, M. Depois de vazamento, situação de petroleira britânica se complica. BBC.

Além da poluição das águas provocada pelo derramamento de óleo no mar, a queima do petróleo provoca a poluição atmosférica formando uma nuvem negra denominada fuligem, que é proveniente da combustão

- a) completa de hidrocarbonetos.
- b) incompleta de hidrocarbonetos.
- c) completa de compostos sulfurados.
- d) incompleta de compostos sulfurados.
- e) completa de compostos nitrogenados.

4 - 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

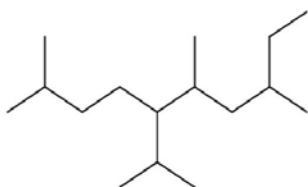
- a) etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- b) gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- c) óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- d) gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- e) gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.



Considerando o esquema, o óleo diesel deve ser retirado da coluna de fracionamento a uma temperatura

- a) menor que 30 °C.
- b) de 35 °C a 140 °C.
- c) de 150 °C a 250 °C.
- d) de 250 °C a 350 °C.
- e) maior que 350 °C.

9 - Manchas de óleo foram encontradas na areia e no mar da praia de Canoa Quebrada, no litoral cearense – um dos destinos turísticos mais conhecidos do estado –, justamente durante a alta temporada de turismo. Para otimizar as operações de limpeza e remediação, foi necessária a identificação do produto vazado, que se trata de uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos, cujas cadeias carbônicas são similares à da estrutura representada a seguir:



Com base na nomenclatura oficial adotada pela IUPAC para os compostos orgânicos, o nome desse hidrocarboneto é:

- a) 3,5,9-trimetil-6-isopropildecano.
- b) 5-isopropil-2,6,8-trimetildecano.
- c) 8-etil-5-isopropil-2,6-dimetilnonano.

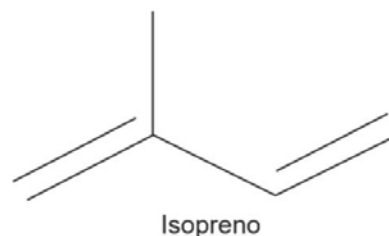
- d) 2-etil-5-isopropil-4,8-dimetilnonano.
- e) 1-sec-butil-4-isopropil-3,7-dimetiloctano.

10 - O óleo de soja é o mais utilizado pelos brasileiros para o preparo de alimentos. Nas indústrias, a extração desse óleo das sementes de soja é feita, geralmente, utilizando solventes orgânicos adequados. O solvente mais utilizado pelas indústrias é um alcano que encontra-se no estado líquido nas condições ambiente de temperatura e pressão, e que garanta ao óleo de soja as suas propriedades originais.

Um solvente utilizado pelas indústrias na obtenção do óleo de soja seria o composto representado pela fórmula

- a) CH₄.
- b) C₂H₆.
- c) C₆H₁₄
- d) C₈H₁₆.
- e) C₂₂H₄₆.

11 - O poli-isopreno, formador da borracha natural, pode ser encontrado no látex de árvores leitosas, sendo a principal fonte a seringueira (*Hevea brasiliensis*), mas também pode ser encontrado em figueiras, entre outros. A figura a seguir representa a estrutura da molécula do monômero formador do látex.



O nome oficial desse monômero, de acordo com as normas da IUPAC, é

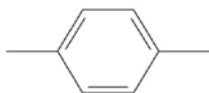
- a) 2-etil-buta-1,4-dieno.
- b) 2-metil-buta-1,3-eno.
- c) 3-etil-buta-1,3-dieno.
- d) 2-metil-buta-1,3-dieno.**
- e) 3-metil-buta-1,4-dieno.

12 - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são considerados poluentes orgânicos prioritários em estudos ambientais, sendo alguns descritos como precursores de ações mutagênicas e tumorais em sistemas biológicos. HPAs são compostos aromáticos formados por dois ou mais anéis benzênicos, constituídos exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio, organizados sob forma linear, angular ou agrupada. A formação desses contaminantes tem sua origem na combustão incompleta da matéria orgânica [...]. Desse modo, incêndios florestais

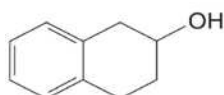
e de campos, assim como a queima de combustível fóssil, seriam as principais fontes de HPAs para o meio ambiente.

Qual estrutura representa um desses poluentes?

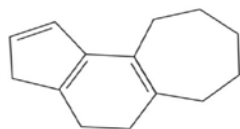
a)



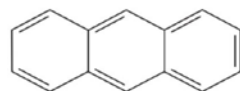
b)



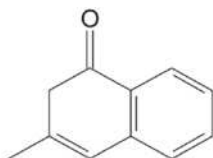
c)



d)



e)



13 - Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição.

O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

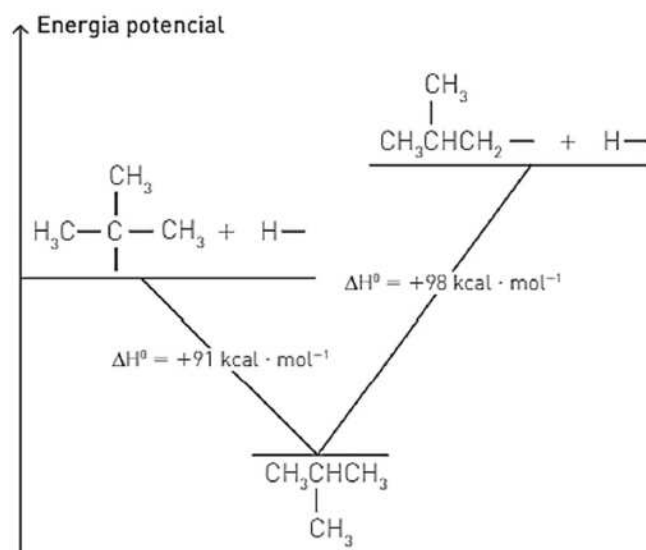
Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produtos	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral C_nH_{2n+2})
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	C_1 a C_4
2	30 a 180	Gasolina	C_6 a C_{12}
3	170 a 290	Querosene	C_{11} a C_{16}
4	260 a 350	Óleo diesel	C_{14} a C_{18}

Na fração 1, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais baixas porque

- suas densidades são maiores em relação às outras frações.
- o número de ramificações é maior em relação às outras frações.
- suas cadeias carbônicas apresentam carbonos com hibridização sp^3 .
- as forças intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio são menos intensas.
- as forças intermoleculares do tipo van der Waals são menos intensas.

14 - Os radicais livres, grandes inimigos da pele, são formados quando há exposição excessiva ao Sol. A formação desses radicais envolve um diferente ganho de energia, por isso eles apresentam estabilidades diferentes.

O gráfico a seguir mostra a comparação da energia potencial os radicais t-butila e isobutila formados a partir do isobutano.

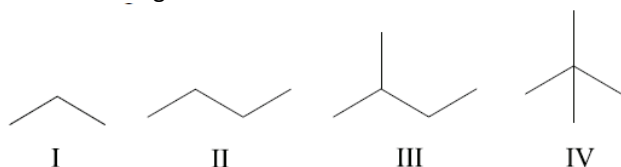


Com base no gráfico, podemos concluir que o radical mais estável e o nome do hidrocarboneto proveniente da união dos radicais apresentados são respectivamente

- terc-butil, pentano.

- b) terc-butil, 2,4- dimetil-hexano.
c) isobutil, 2,2,4-trimetilpentano.
d) terc-butil, 2,2,4-trimetilpentano.
e) isobutil, 2-metil-hexano.

15 - A estrutura de quatro compostos orgânicos (I, II, III e IV) é mostrada a seguir:



Supondo-se uma mistura contendo esses compostos, o último composto a ser obtido puro, numa destilação fracionada, será

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

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	D	E	E	B	A	A	C	B	B	E	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	C	B	D	E	C	A	D	B	C	D	D

Questão	13	14	15
Gabarito	E	D	B

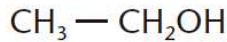
Funções Oxigenadas

1 – Álcool:

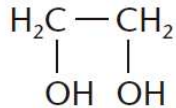
Conceito:

São compostos orgânicos que contêm um ou mais grupos oxidrila (OH) ligados diretamente a átomos de carbono saturados.

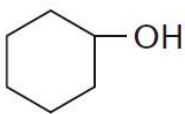
Exemplos:



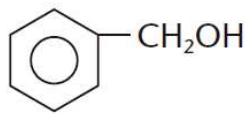
Álcool alifático



Diálcool alifático



Álcool cíclico

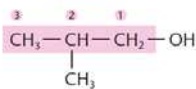


Álcool aromático

Nomenclatura:



Metanol



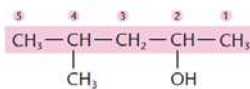
Nomenclatura IUPAC: 2-metil-propan-1-ol



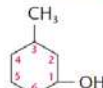
Nomenclatura IUPAC: Ciclopentanol



Etanol



Nomenclatura IUPAC: 4-metil-pentan-2-ol

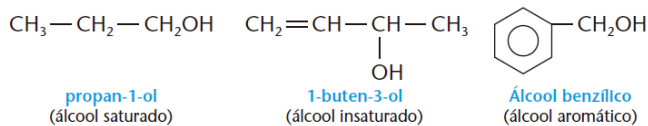


Nomenclatura IUPAC: 3-metil-ciclohexan-1-ol

Classificação:

Os álcoois podem ser classificados segundo vários critérios. Os mais comuns são:

- de acordo com a cadeia carbônica:

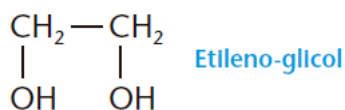


- de acordo com o número de oxidrilas

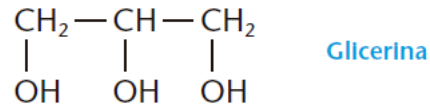
a) monoálcoois ou monóis (têm uma oxidrila):



b) diálcoois ou dióis (têm duas oxidrilas):



c) triálcoois ou trióis (têm três oxidrilas):

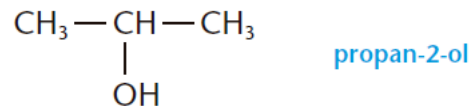


- de acordo com a posição da oxidrila

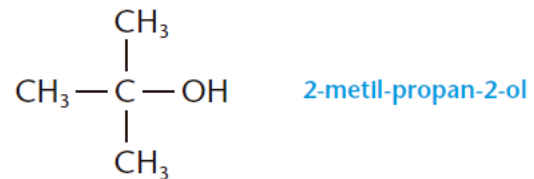
a) álcool primário (tem a oxidrila ligada a carbono primário):



b) álcool secundário (tem a oxidrila ligada a carbono secundário):



c) álcool terciário (tem a oxidrila ligada a carbono terciário):

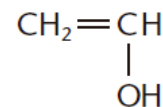


2 – Enol:

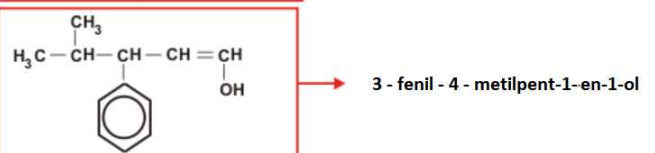
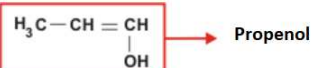
Conceito:

São compostos orgânicos que contêm um ou mais grupos oxidrila (OH) ligados a átomos de carbono que fazem ligação dupla.

Exemplo:



Nomenclatura:

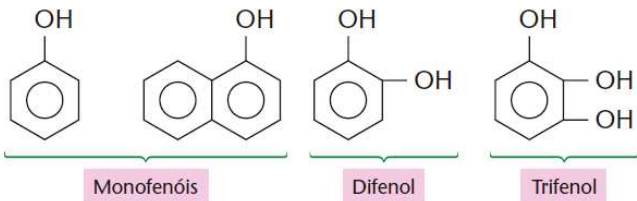


3 – Fenol:

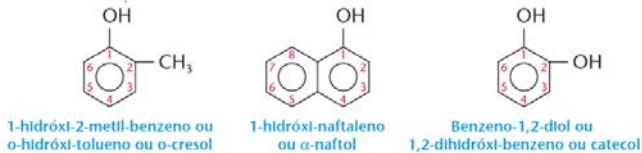
Conceito:

são compostos orgânicos com uma ou mais oxidrilas (OH) ligadas diretamente ao anel aromático.

Exemplos:



Nomenclatura:

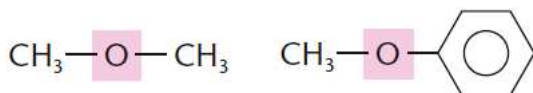


4 – Éter:

Conceito:

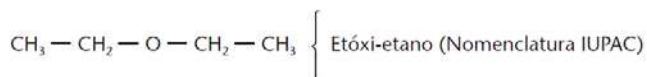
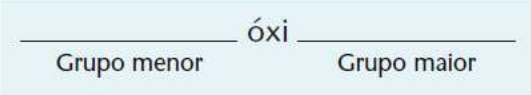
São compostos orgânicos em que o oxigênio está diretamente ligado a duas cadeias carbônicas (ou seja, a dois grupos alquila ou arila).

Exemplos:



Nomenclatura:

A nomenclatura IUPAC dos éteres contém a palavra óxi intercalada nos nomes dos dois grupos formadores do éter:

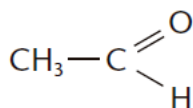


5 – Aldeído:

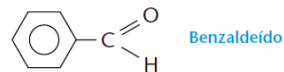
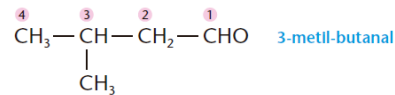
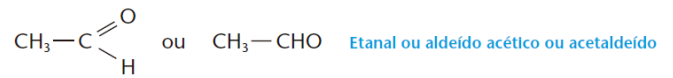
Conceito:

São compostos orgânicos o grupo funcional formila ou aldóxil ou matanoila (-CHO).

Exemplo:



Nomenclatura:

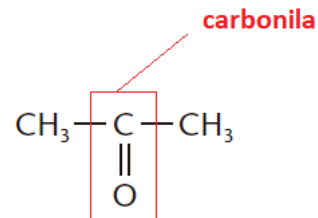


6 – Cetona:

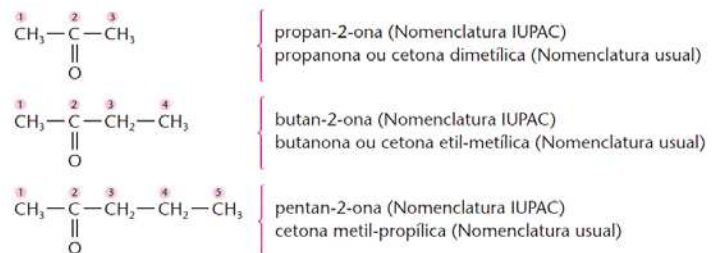
Conceito:

São compostos orgânicos o grupo funcional carbonila (-CO-) entre carbonos.

Exemplo:



Nomenclatura:

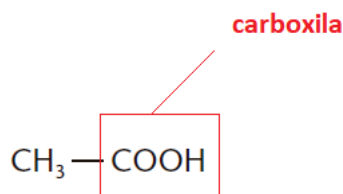


7 – Ácido Carboxílico:

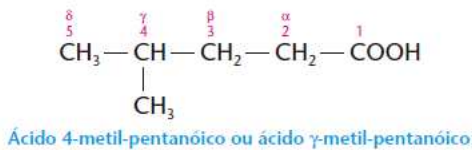
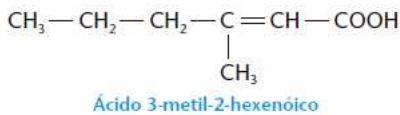
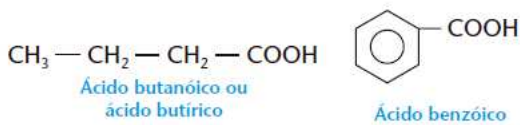
Conceito:

São compostos orgânicos o grupo funcional carboxila (-COOH).

Exemplo:



Nomenclatura:

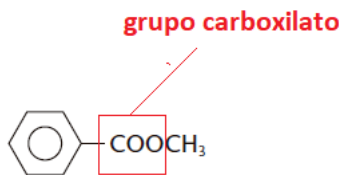


8 - Éster:

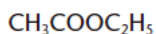
Conceito:

São compostos formados pela troca do hidrogênio presente na carboxila dos ácidos carboxílicos por um grupo alquila (R) ou arila (Ar).

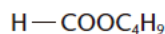
Exemplo:



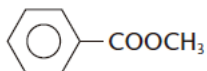
Nomenclatura:



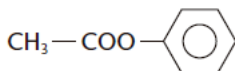
Etanoato de etila
ou
acetato de etila



Metanoato de butila
ou
formiato de butila



Benzoato de metila



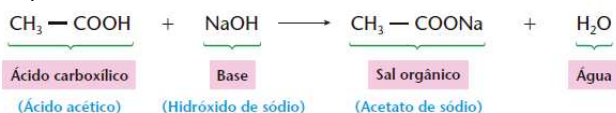
Acetato de fenila

9 - Sais de ácidos carboxílicos:

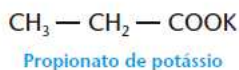
Conceito:

São compostos oriundos da reação de neutralização entre um ácido carboxílico e uma base.

Exemplo:



Nomenclatura

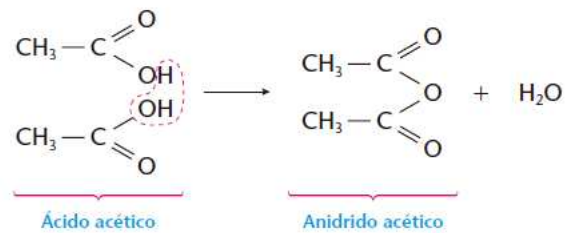


10 - Anidridos:

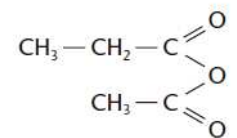
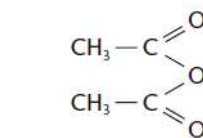
Conceito:

São compostos orgânicos oriundos da desidratação entre duas moléculas de ácidos carboxílicos.

Exemplo:



Nomenclatura:

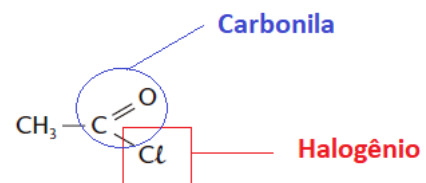


11 - Haleto de ácidos carboxílicos:

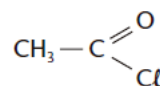
Conceito:

São compostos orgânicos caracterizados pela presença de um halogênio (família 17) ligado ao grupo carbonila (-CO-).

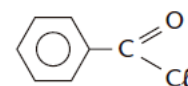
Exemplo:



Nomenclatura:



Cloreto de etanoila ou
cloreto de acetila



Cloreto de benzoila

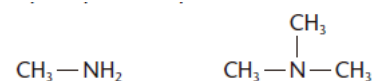
Funções Nitrogenadas

1 - Aminas:

Conceito:

São compostos teoricamente derivados do NH_3 , pela substituição de um, dois ou três hidrogênios por grupos alquila ou arila.

Exemplos:



Classificação:

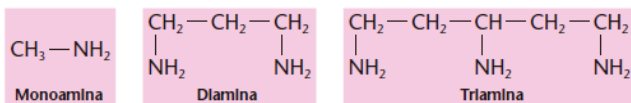
Surge daí a classificação das aminas em primárias, secundárias ou terciárias:



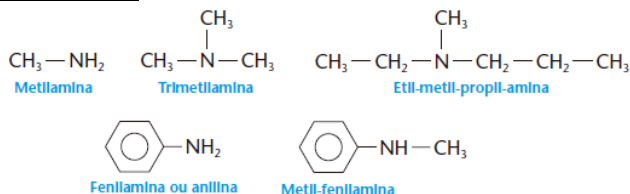
Outra classificação usual é: aminas alifáticas ($R-NH_2$) e aminas aromáticas ($Ar-NH_2$). Por exemplo:



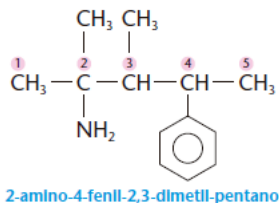
Por fim, as aminas também podem ser classificadas em: monoaminas, diaminas, triaminas etc., conforme o número de grupos amina na molécula. Por exemplo:



Nomenclatura:



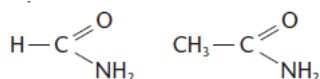
Em compostos mais complexos, pode-se considerar o grupo NH_2 como sendo uma ramificação da cadeia carbônica principal, indicando-o pelo prefixo AMINO. Neste caso, considera-se como cadeia principal a mais longa possível, iniciando-se a numeração a partir da extremidade mais próxima do grupo amina.



2 – Amidas:

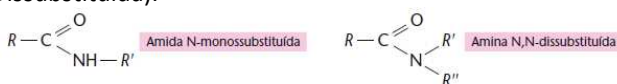
Conceito:

São compostos derivados teoricamente do NH_3 pela substituição de um hidrogênio por um grupo acila. Exemplos:

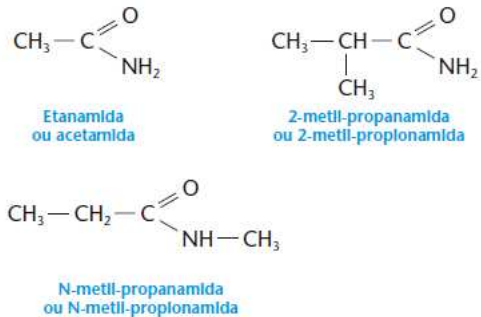


Classificação:

As amidas são classificadas quanto ao número de hidrogênios ligados ao nitrogênio. Se tivermos dois hidrogênios ligados ao nitrogênio, como representado acima, temos uma amida não substituída. Se houver apenas um hidrogênio ligado ao nitrogênio teremos uma amida N-substituída (Monossubstituída), já se houverem dois hidrogênios ligados ao nitrogênio teremos uma amida N,N-substituída (Dissubstituída).



Nomenclatura:

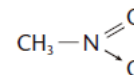


3 – Nitrocomposto:

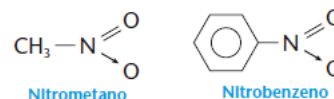
Conceito:

São substâncias que contêm um ou mais grupos NO_2 na molécula.

Exemplo:



Nomenclatura:

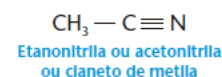


4 – Nitrila:

Conceito e Nomenclatura

Nitrilas (ou cianetos) são compostos contendo o grupo funcional $-CN$.

Exemplo:



5 – Isonitrila:

Conceito e Nomenclatura

Isonitrilas (ou isocianetos) são compostos contendo o grupo funcional $-NC$.

Exemplo:

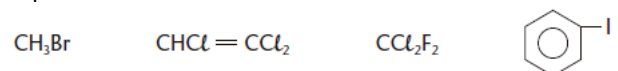


6 – Haleto Orgânicos:

Conceito:

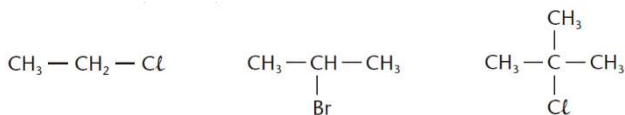
São substâncias derivadas dos compostos orgânicos pela troca de um ou mais hidrogênios por halogênios, F, Cl, Br, I.

Exemplo:



Classificação:

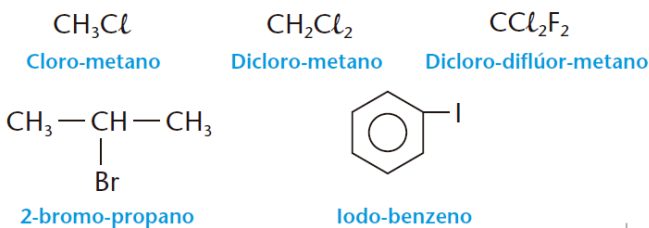
a) Haleto de alcoila ou alquila ($R-X$), quando o halogênio está ligado a um carbono saturado de um hidrocarboneto acíclico (alifático):



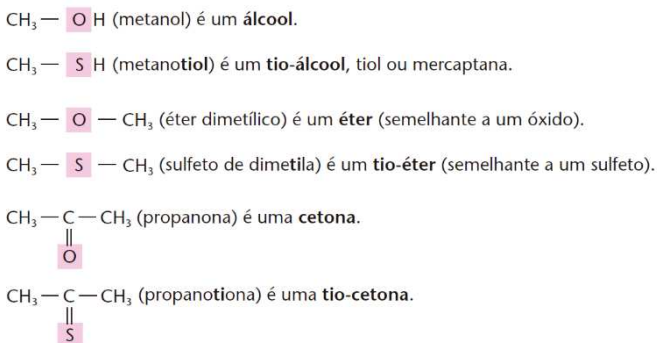
b) Halletos de arila (Ar - X), quando o halogênio está ligado diretamente a um anel benzênico:



Nomenclatura:

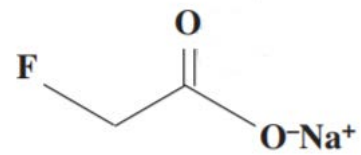


7 – Troca de um átomo de oxigênio por um átomo de enxofre:



Exercícios Fundamentais

1 – No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



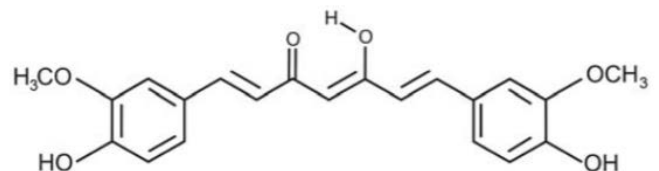
monofluoracetato de sódio.

Disponível: <http://www1.folha.uol.com.br> Acesso em: 05ago.2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela

- desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
- hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
- perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
- neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
- substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

2 – A curcumina, substância encontrada no pó amarelo-alaranjado extraído da raiz da curcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Parkinson e o de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.



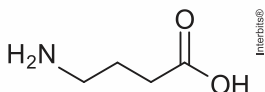
ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. **Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n. 168, fev. 2010 (adaptado).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções

- éter e álcool.
- éter e fenol.
- éster e fenol.
- aldeído e enol.

e) aldeído e éster.

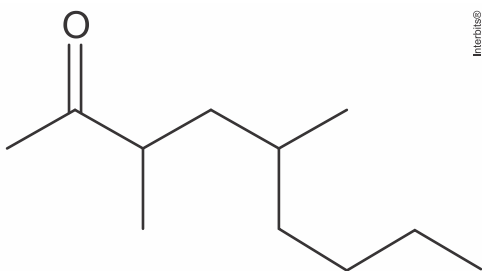
3 - A estrutura química mostrada abaixo é a de um neurotransmissor que age como inibidor no sistema nervoso central. Quando esse neurotransmissor se liga ao seu receptor cerebral, experimenta-se um efeito calmante, que ajuda em casos de ansiedade, estresse ou medo. Trata-se de um γ -aminoácido comumente conhecido como GABA, do inglês *Gamma AminoButyric Acid*.



O nome desse composto, segundo a nomenclatura da IUPAC, é:

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

4 - Assinale a alternativa que corresponde à nomenclatura **correta**, segundo a IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), para o composto cuja estrutura está representada abaixo.



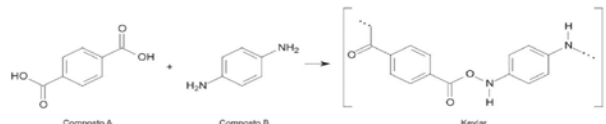
- a) 4-metil-2-acetil-octano
b) 5,7-dimetil-8-nonano
c) 3,5-dimetil-2-nonano
d) 3-metil-5-butil-2-hexanona
e) 4-metil-2-butil-5-hexanona

5 - Um modo de prevenir doenças cardiovasculares, câncer e obesidade é não ingerir gordura do tipo errado. A gordura pode se transformar em uma fábrica de radicais livres no corpo, alterando o bom funcionamento das células. As consideradas boas para a saúde são as insaturadas de origem vegetal, bem como a maioria dos óleos. Quimicamente, os óleos e as gorduras são conhecidos como glicerídios, que correspondem a ésteres da glicerina, com radicais graxos."

Qual é a alternativa que representa a fórmula molecular de um ácido graxo de cadeia carbônica insaturada?

- a) $C_{12}H_{24}O_2$ b) $C_{14}H_{30}O_2$
c) $C_{16}H_{32}O_2$ d) $C_{18}H_{34}O_2$

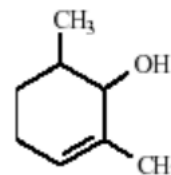
6 - O Kevlar é um polímero utilizado na produção de coletes à prova de balas e de raquetes de tênis devido à sua alta resistência mecânica. Ele pode ser obtido por dois monômeros, de acordo com a equação representada a seguir.



Os nomes dos compostos A e B empregados na produção do Kevlar são, respectivamente,

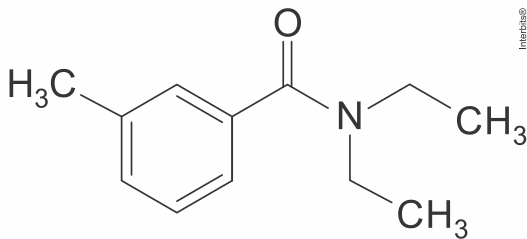
- a) ácido o-benzenodíico e p-benzenodiamina.
b) ácido p-benzenodíico e o-benzenodiamina.
c) ácido p-benzenodíico e p-benzenodiamina.
d) ácido m-benzenodíico e o-benzenodiamina.
e) ácido m-benzenodíico e m-benzenodiamina.

7 - De acordo com as regras oficiais de nomenclatura (IUPAC), o nome da substância, cuja fórmula estrutural simplificada é mostrada abaixo, é:



- a) 1,3-dimetil-cicloex-3-en-2-ol
b) 2,4-dimetil-cicloex-1-en-3-ol
c) 1,3-dimetil-cicloex-1-en-2-ol
d) 2,6-dimetil-cicloex-2-en-1-ol

8 - Em 2015, a dengue tem aumentado muito no Brasil. De acordo com o Ministério da Saúde, no período de 04 de janeiro a 18 de abril de 2015, foram registrados 745.957 casos notificados de dengue no País. A região Sudeste teve o maior número de casos notificados (489.636 casos; 65,6%) em relação ao total do País, seguida da região Nordeste (97.591 casos; 13,1%). A forma mais grave da enfermidade pode ser mortal: nesse período, teve-se a confirmação de 229 óbitos, o que representa um aumento de 45% em comparação com o mesmo período de 2014. São recomendados contra o *Aedes aegypti* repelentes baseados no composto químico que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

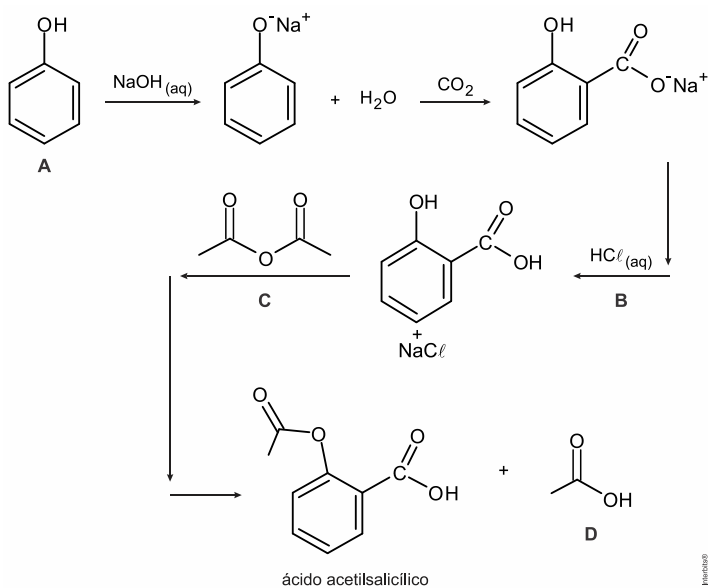


Pela nomenclatura da IUPAC, o nome correto desse composto é

- N,N-Dimetil-3-metilbenzamida.
- N,N-Dietil-benzamida.
- N,N-Dimetil-benzamida.
- N,N-Dietil-3-metilbenzamida.

9 - O ácido acetilsalicílico ou AAS ($C_9H_8O_4$), conhecido popularmente como aspirina, é um fármaco da família dos salicilatos. É utilizado como medicamento para tratar a dor (analgésico), a febre (antipirético) e a inflamação (anti-inflamatório). A aspirina é um dos medicamentos mais utilizados no mundo, com um consumo estimado em 40.000 toneladas anuais, o que representa entre 50.000 e 120.000 milhões de pastilhas, constando na Lista de Medicamentos Essenciais da Organização Mundial de Saúde, em que se classificam os medicamentos essenciais que todo o sistema de saúde deve ter.

Uma das rotas químicas para obtenção da aspirina está representada abaixo.



Com base na rota apresentada, os nomes dos compostos A, B, C e D são, respectivamente:

- A = hidroxibenzeno, B = ácido clorídrico, C = ácido acético; D = anidrido acético

- A = hidroxibenzeno, B = gás cloro, C = anidrido acético; D = ácido acético
- A = hidroxibenzeno, B = ácido clorídrico, C = anidrido acético, D = ácido acético
- A = ácido benzênico, B = ácido clorídrico, C = anidrido acético, D = ácido acético

10 - O repelente de insetos mais usado no mundo só agora revelou seu segredo. Criado pelo Exército dos EUA logo depois da Segunda Guerra Mundial e integrando hoje a maioria dos repelentes comerciais, o DEET mascara o odor humano para o inseto. Uma equipe de pesquisadores na Universidade Rockefeller mostrou agora o alvo molecular do princípio ativo usado em marcas conhecidas como Autan, Off e Repelex. O DEET (abreviatura de N,N-dietil-meta-toluamida ou N,N-dietil-3-metilbenzamida) é eficaz contra uma grande variedade de insetos que se alimentam de sangue humano. Mas ele não é recomendável para uso em crianças pequenas, nem em mulheres grávidas.

Sabendo que o DEET é produzido por meio da reação entre um haleto de acila e uma amina secundária, é pertinente inferir que os reagentes usados são, respectivamente,

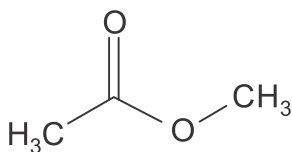
- cloreto de 3-metil-benzoíla e dietilamina.
- cloreto de benzoíla e dimetilamina.
- cloreto de 3-metil-benzoíla e dimetilamina.
- cloreto de benzoíla e dietilamina.
- cloreto de 3-metil-benzoíla e N-etil-etanamida.

11 - O éter etílico começou a ser utilizado como anestésico por inalação em 1842. Devido ao mal-estar que provocava após a anestesia e ao risco de acidentes, o éter comum foi substituído gradativamente por outros anestésicos nas cirurgias. Um dos fatores que o levam a oferecer esses riscos é sua capacidade de ser oxidado lentamente pelo oxigênio do ar, formando peróxidos, ainda mais explosivos que o éter inicial.

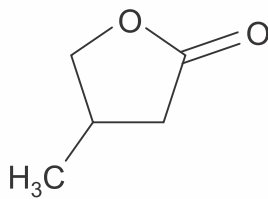
O éter etílico, tem a sua forma de peróxido representada pela estrutura

- CH_3-O-CH_3 .
- $C_2H_5-S-C_2H_5$.
- $C_2H_5-O-C_2H_5$.
- $CH_3-O-O-CH_3$.
- $C_2H_5-O-O-C_2H_5$.

12 - Abaixo estão representadas as fórmulas estruturais dos compostos A e B, obtidos por meio de duas sínteses orgânicas distintas e em condições adequadas.



Composto A



Composto B

Interbits®

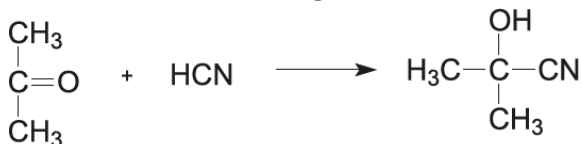
Assim, a alternativa que traz, respectivamente, considerando as condições adequadas para tal, os reagentes orgânicos utilizados na obtenção dos compostos A e B é

- a) A: etanol e ácido acético; B: ácido butanoico e etanol.
 b) A: ácido metanoico e etanol; B: isopropano e ácido acético.
 c) A: metanol e ácido etanoico; B: ácido butanoico e etanol.
 d) A: ácido acético e metanol; B: ácido 4-hidroxi-3-metilbutanóico.
 e) A: etanol e metanol; B: ácido 4-hidroxi-3-metilbutanóico

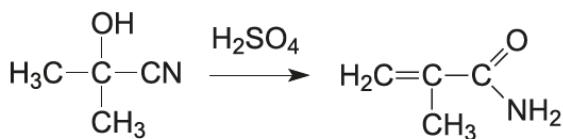
ENEM e Simulados

1 - Recentemente, foram relatados, em diversas cidades do Brasil, problemas decorrentes do uso indevido do PMMA (polimetilmetacrilato) em cirurgias estéticas. Em grandes quantidades, essa substância pode levar à intoxicação aguda, ao coma ou à morte. A rota sintética de um monômero do PMMA é exibida a seguir.

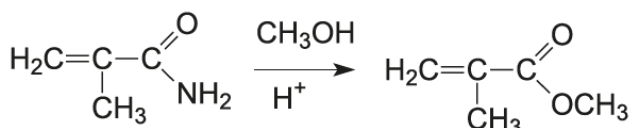
ETAPA 1: formação do nitrilo



ETAPA 2: formação da amida



ETAPA 3: reação com álcool em meio ácido



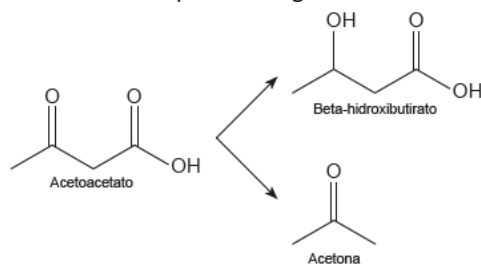
Monômero precursor do PMMA

Com base na rota sintética fornecida, quais são o reagente de partida e o álcool utilizados para que se obtenha o monômero precursor do PMMA?

- a) Propanal e metanol.

- b) Propanona e etanol.
 c) Propanona e metanol.
 d) Propanal e ácido sulfúrico.
 e) Propanona e ácido sulfúrico.

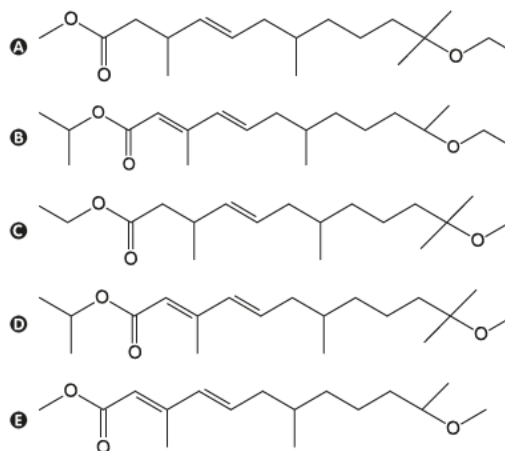
2 - Os corpos cetônicos, produtos do metabolismo dos ácidos graxos, são o beta-hidroxiacetato, o acetoacetato e a acetona. Em situações onde há deficiência de energia, o acetoacetato, produzido normalmente no metabolismo dos ácidos graxos, não pode ser metabolizado e sofre redução a beta-hidroxiacetato ou descarboxilação até acetona, como apresentado no esquema a seguir.



A função orgânica que aparece em somente um dos compostos apresentados é o

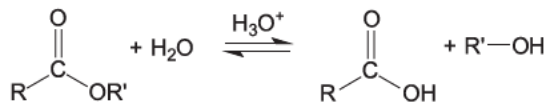
- a) ácido carboxílico. b) álcool.
 c) aldeído. d) éster.
 e) éter.

3 - Na seleção de substâncias que atuem no controle do mosquito *Aedes*, uma substância importantíssima é o metopreno. Ele atua na fase de desenvolvimento do mosquito, impedindo que seu ciclo seja concluído. Esse composto é um larvicida utilizado em larga escala. A estrutura do metopreno possui um grupamento éster conjugado com ligação dupla, um grupo metoxi ligado a um carbono terciário e cinco carbonos sp². De acordo com as características apresentadas no texto, a fórmula estrutural do metopreno é:



4 - Ésteres constituem uma das classes de substâncias químicas largamente encontradas na natureza. Alguns ésteres

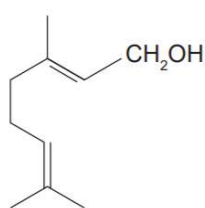
de baixo peso molecular tendem a apresentar sabor e aroma agradáveis e, por isso, são bastante usados em alimentos e bebidas industrializados. A reação a seguir mostra a equação geral de hidrólise de um éster.



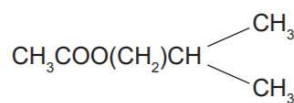
Se o éster representado nessa hidrólise for o benzoato de sec-butila, os produtos dessa hidrólise seriam

- ácido butanoico e fenol.
- ácido benzoico e butan-1-ol.
- ácido benzoico e butan-2-ol.
- ácido fênico e álcool sec-butilíco.
- ácido but-2-enoico e álcool benzílico.

5 - Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.



Composto A



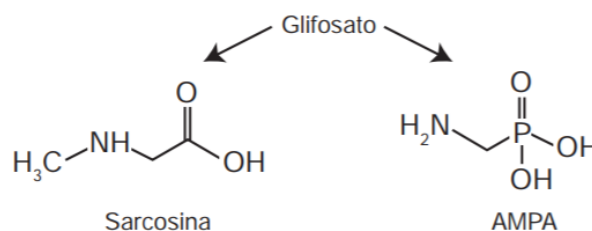
Composto B

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

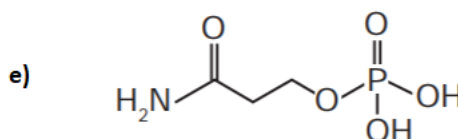
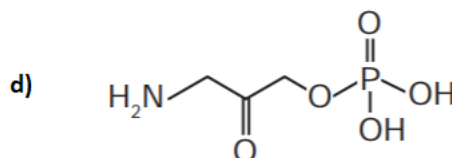
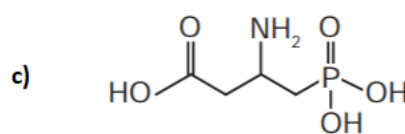
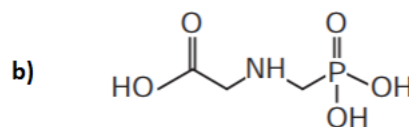
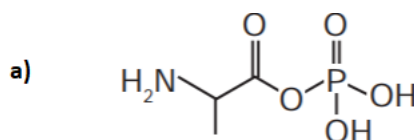
- álcool e éster.
- aldeído e cetona.
- éter e hidrocarboneto.
- enol e ácido carboxílico.
- ácido carboxílico e amida.

6-O glifosato ($\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$) é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas, classificado como não seletivo. Esse composto possui os grupos funcionais carboxilato, amino e fosfonato. A degradação do glifosato no solo é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos, que usam o produto como fonte de energia e fósforo. Os produtos da degradação são o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o N-metilglicina (sarcosina):



AMARANTE JR., O. P. et al. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 3, 2002 (adaptado).

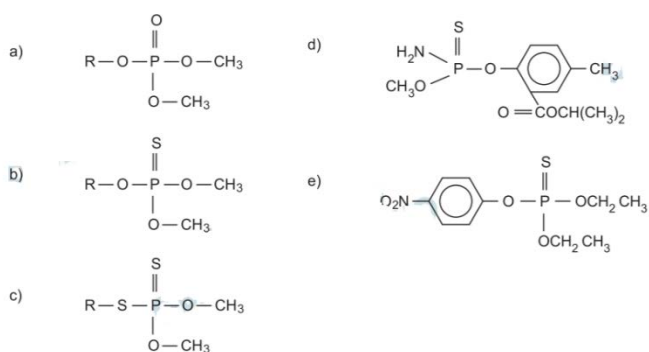
A partir do texto e dos produtos de degradação apresentados, a estrutura química que representa o glifosato é:



7 - Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que

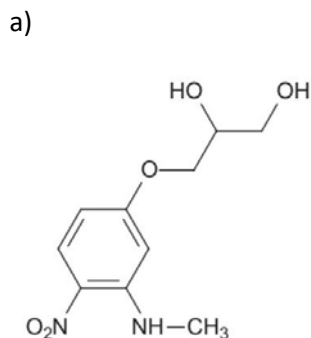
apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa. Os organofos - forados são divididos em três subclasses: Tipo A, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; Tipo B, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e Tipo C, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

Um exemplo de pesticida organofosforado Tipo B, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:

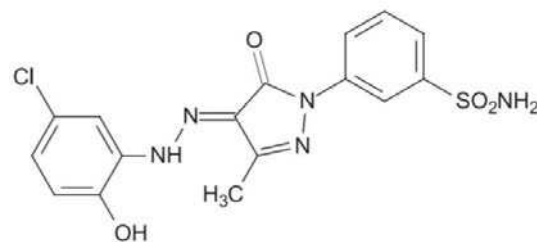


8 - A tintura de cabelo temporária contém corantes capazes de reagir preferencialmente com as fibras proteicas que estão presentes na cutícula do fio de cabelo e são aplicadas via formulações comerciais de xampu, loções, gel e produtos condicionadores. Já as tinturas do tipo semipermanentes produzem um efeito com duração de 6 a 12 lavagens e são derivadas de nitrocompostos, contendo diferentes grupos auxocrômicos, que acentuam a cor do grupo nitro presente, como o cromóforo.

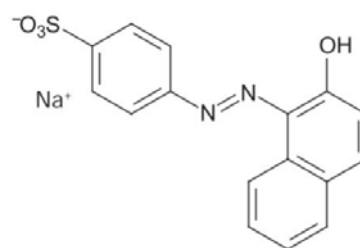
Uma substância que tem as características citadas no texto e que pode ser usada como tintura semipermanente é representada pela estrutura:



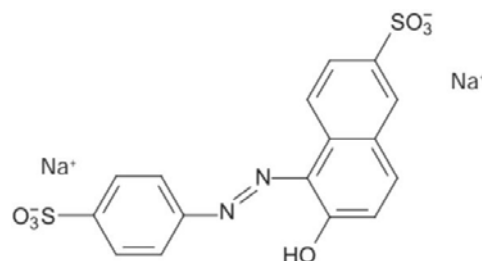
b)



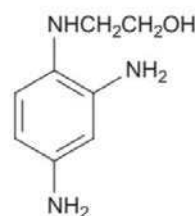
c)



d)

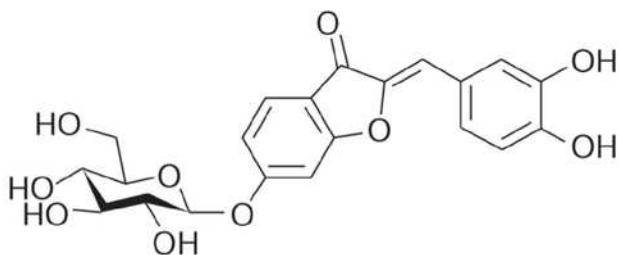


e)



9 - Cosmos sulphureus é uma planta sul-americana, cujas inflorescências de coloração laranja intenso foram utilizadas pela população nativa como tintura têxtil, sobretudo em peças de lã. Uma das substâncias presentes nessa planta e que é

responsável pela coloração alaranjada é a aurona denominada sulfuretina, cuja estrutura está representada a seguir:



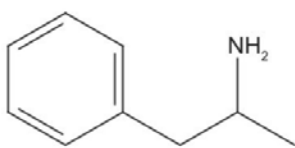
A função orgânica presente nessa molécula que é caracterizada pelo grupo funcional carbonila é denominada

- a) éter. b) fenol. c) álcool.
d) cetona. e) aldeído.

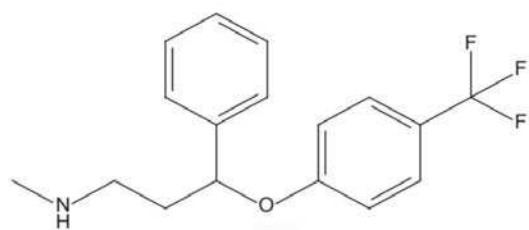
10 - O reagente de Dragendorff é usado em testes colorimétricos para a detecção de alcaloides, compostos nitrogenados heterocíclicos e aminas terciárias em uma amostra. Na presença desses compostos ocorre a formação de precipitados alaranjados, cuja cor varia de acordo com o tipo de composto (desde amarelo a vermelho acastanhado).

Qual das estruturas a seguir representa uma substância que pode ser detectada a partir do teste colorimétrico que utiliza o reagente de Dragendorff?

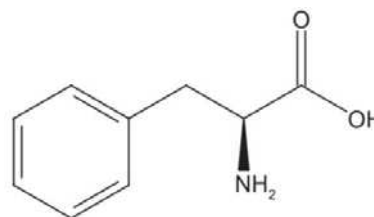
a)



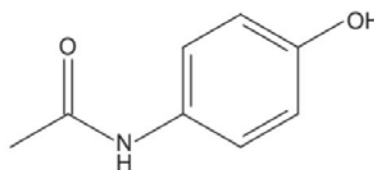
b)



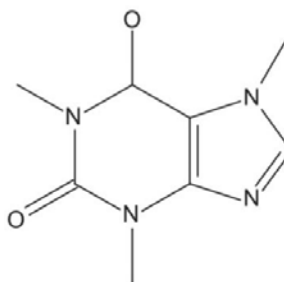
c)



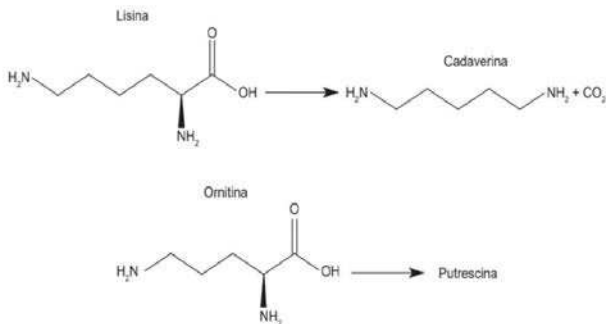
d)



e)



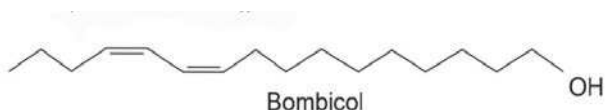
11 - Em 1885, o médico alemão Ludwig Brieger identificou dois compostos nitrogenados, a cadaverina e a putrescina, como os principais responsáveis pelo cheiro de putrefação. Esses compostos não estão somente associados ao processo de putrefação, podendo também ser produzidos nos organismos vivos. Eles são responsáveis, em parte, pelo cheiro de fluidos corporais, como a urina e o sêmen, e são produzidos por meio da descarboxilação de ácidos aminados. A cadaverina é gerada após a descarboxilação da lisina pela enzima lisina descarboxilase, enquanto a putrescina é gerada após a descarboxilação da ornitina.



Considerando a reação química descrita no texto, a nomenclatura oficial da putrescina é

- ácido 2,6-diaminohexanoico.
- ácido 2,5-diaminopentanoico.
- 1,6-diaminohexano.
- 1,5-diaminopentano.
- 1,4-diaminobutano.

12 - Adolf Friedrich J. Butenandt identificou, em 1959, o primeiro feromônio de inseto, denominado bombicol. No entanto, para alcançar esse resultado, ele enfrentou inúmeros desafios, pois, naquela época, não havia técnicas sofisticadas para a separação e a identificação de moléculas em pequenas quantidades. A estrutura química do bombicol está representada a seguir:



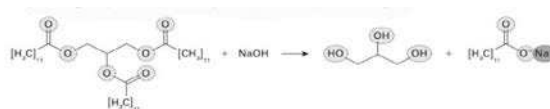
Com base na nomenclatura oficial adotada pela IUPAC, o nome oficial do bombicol é

- hexadeca-4,6-dienol.
- hexadeca-10,12-dieno.
- heptadeca-10,12-dieno.
- heptadeca-4,6-dien-16-ol.
- hexadeca-10,12-dien-1-ol.

13 - Até o princípio do século XIX ainda se pensava que o sabão fosse uma simples mistura mecânica de gordura e álcali, até que o químico francês Michel-Eugène Chevreul (1786-1889)

mostrou que sua formação era na realidade uma reação química. Gregos e romanos chegaram a conhecer o sabão, porém também desconhecendo o processo químico de sua formação.

Atualmente o sabão, sua constituição, suas reações e seus processos de obtenção são conhecidos pela ciência moderna. A reação a seguir apresenta um exemplo de processo de saponificação.



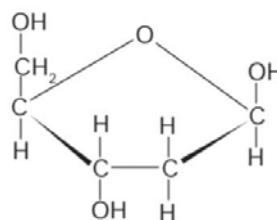
Com base na reação, o produto principal e seu coeficiente estequiométrico associado são, respectivamente,

- dodecanoato de sódio e 3.
- undecanoato de sódio e 1.
- decanoato de sódio e 2.
- tridecanoato de sódio e 2.
- nonadecanoato de sódio e 3.

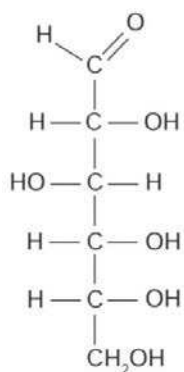
14 - Carboidratos são moléculas orgânicas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio, e que estão muito presentes em nossa dieta, na forma de açúcares, fibras e amidos. Monossacarídeos são os carboidratos mais simples e podem apresentar estrutura de aldeído ou cetona, com pelo menos dois grupos hidróxi. Os monossacarídeos que possuem carbonila de aldeído são chamados de aldoses, enquanto os que possuem função cetona são denominados cetoses.

Um monossacarídeo que pode ser classificado como cetose é o representado pela estrutura:

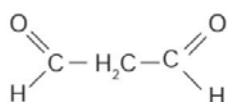
a)



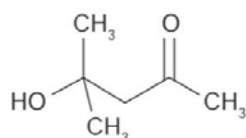
b)



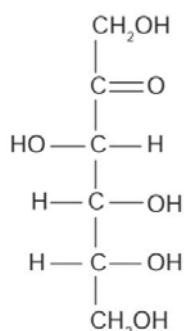
c)



d)



e)



15 - Os álcoois têm esqueleto de carbono e o substituinte OH, o grupo funcional hidroxila. Eles podem ser vistos como derivados da água, em que um átomo de hidrogênio foi substituído por um grupo alquila. A troca do segundo hidrogênio gera um éter. A função hidroxila converte-se

facilmente em outros grupos funcionais, como as ligações duplas dos alquenos ou as ligações C = O de aldeídos e cetonas.

Uma professora solicitou que seus alunos representassem um composto resultante da substituição de cada um dos hidrogênios da molécula de água. Inicialmente, um dos hidrogênios deveria ser substituído pelo grupo orgânico etil, e, posteriormente, o outro hidrogênio deveria ser substituído pelo grupo fenil. O éter solicitado pela professora denomina-se, de acordo com a nomenclatura IUPAC,

- a) etoxifenil.
- b) fenoxietano.
- c) etoxibenzeno.
- d) éter feniletílico.
- e) etanoato de benzila.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	B	D	C	D	C	D	D	C	C	E	C

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	B	D	C	A	B	E	A	D	E	E	E

Questão	13	14	15
Gabarito	A	E	C

Aula 30: Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos

1 – Solubilidade em água:

Quando se trata de compostos orgânicos dois pontos são importantes:

- Tamanho da cadeia carbônica;
- Número de átomos de alta eletronegatividade: F, O, N, Cl, Br, I e S.

De forma geral quanto maior o tamanho da cadeia e maior a quantidade de elementos de alta eletronegatividade maior será a solubilidade em água.

Exemplos:

Exemplo 1:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ - Etanol

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ - Propan-1-ol

Como no propan-1-ol temos uma maior cadeia carbônica sua solubilidade em água é menor se comparada a do etanol.

Exemplo 2:

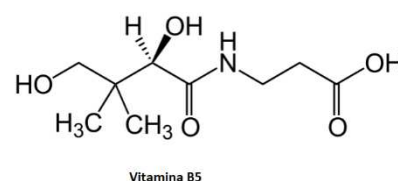
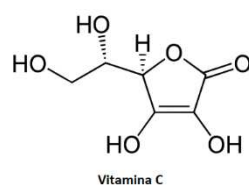
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ - Propan-1-ol

$\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ Propan-1,3-diol

Como o Propan-1,3-diol apresenta um maior número de elementos com elevada eletronegatividade o mesmo apresenta uma maior solubilidade em água se comparado ao propan-1-ol.

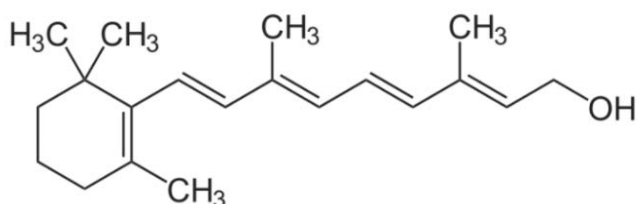
Exemplo 3:

Vitaminas Hidrossolúveis:



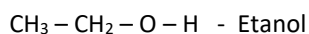
As vitaminas C e do complexo B por apresentarem uma grande quantidade de elementos de alta eletronegatividade apresentam boa solubilidade em água.

Vitaminas Lipossolúveis:



Na estrutura da vitamina A observamos uma cadeia carbônica extensa e apenas um átomo de oxigênio o que justifica a vitamina A apresentar baixa solubilidade em água.

Exemplo 4:



No etanol temos duas regiões que conseguem realizar ligações de hidrogênio com a água são elas o oxigênio e o hidrogênio que está ligado ao oxigênio. Já o éter só possui uma única região que consegue realizar ligação de hidrogênio com a água que é o oxigênio. Conclusão: o etanol é mais solúvel em água.

Detalhe 1: é muito comum nas questões o termo “solvente orgânico” - tal termo se refere a compostos orgânicos que apresentam um certo caráter apolar.

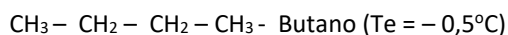
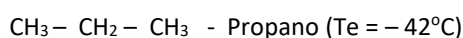
Os hidrocarbonetos, cetonas, álcoois, éteres e haletos orgânicos são bem utilizados para tal finalidade.

Detalhe 2: todos os hidrocarbonetos são apolares e as funções éter, cetona e haletos mesmo apresentando elementos de alta eletronegatividade são bem apolares.

2 – Temperatura de fusão e ebulição:

Um primeiro ponto importante é o tamanho da cadeia carbônica. Quanto maior a cadeia carbônica maior o número de interações entre as moléculas e consequentemente maior a temperatura de fusão e ebulição.

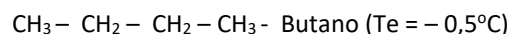
Exemplo 1:



Como o butano possui maior cadeia carbônica o mesmo terá maior temperatura de ebulição.

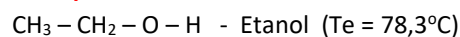
Um segundo ponto é a questão da presença de ramificação da cadeia. Dois compostos de mesma massa molar o composto de cadeia ramificada irá apresentar um menor número de interações facilitando sua ebulição.

Exemplo 2:



Um terceiro ponto importante é o tipo de interação intermolecular que a substância realiza. Uma substância que realiza ligações de hidrogênio possui maior temperatura de ebulição em relação à uma substância de massa molar semelhante que não realiza ligação de hidrogênio.

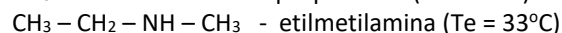
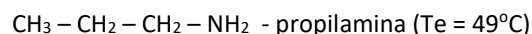
Exemplo 3:



Entre as moléculas de etanol temos a presença de ligações de hidrogênio e entre as moléculas do éter temos a interação dipolo-dipolo. Como a ligação de hidrogênio exige maior grau de energia para quebra o etanol possui maior temperatura de ebulição.

Um quarto ponto importante é o número de regiões que permitem formar ligações de hidrogênio. Quanto maior o número de regiões que formam ligações de hidrogênio maior a temperatura de ebulição.

Exemplo 4:



Na propilamina temos três regiões que realizam ligações de hidrogênio: nitrogênio e os dois hidrogênios ligados a ele. Já na etilmetilamina temos duas regiões que realizam ligações de hidrogênio: nitrogênio e o hidrogênio ligado a ele. Como na propilamina possui maior número de regiões que realizam ligações de hidrogênio a mesma terá maior temperatura de ebulição.

Exercícios Fundamentais

1 – Em uma aula de química o professor disponibilizou uma tabela com a temperatura de ebulição de cinco substâncias como representado abaixo:

Frascos	Pontos de ebulição (°C)
1	36
2	151
3	98
4	126
5	69

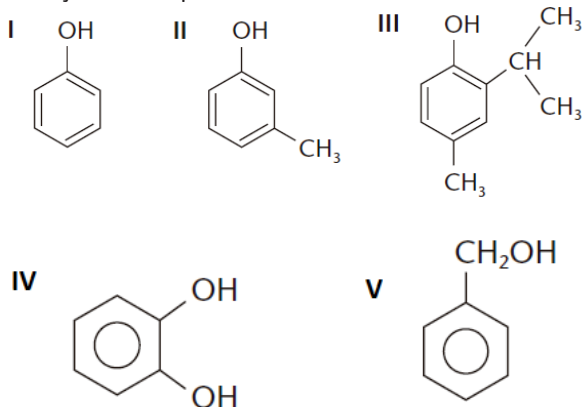
As cinco substâncias presentes no laboratório são: nonano, octano, heptano, hexano e pentano.

Qual das substâncias citadas é a presente no frasco três?

- a) octano. b) heptano. c) hexano.
d) nonano. e) pentano.

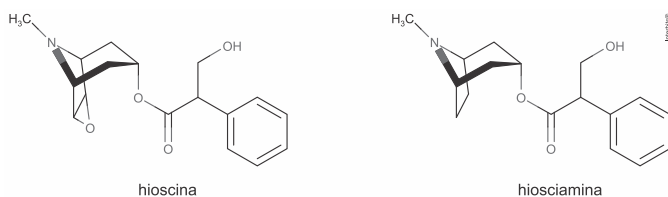
2 - Os compostos fenólicos apresentam uma boa atividade antisséptica devido a dois fatores principais: natureza ácida e capacidade em dissolver a membrana fosfolipídica de bactérias. Quando menor a solubilidade em água maior a eficiência do fenol.

Observando a estrutura de cinco compostos o que teria a melhor ação antisséptica seria o de número



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

3 - A mandrágora é uma planta que foi associada às práticas de bruxaria na Idade Média. Herboristas da época detinham o conhecimento para extrair o extrato da raiz de mandrágora e preparar um unguento, à base de óleos ou gordura animal, com propriedades medicinais, anestésicas e (em doses mais altas) alucinógenas. Os dois principais alcaloides presentes na raiz da mandrágora são hioscina e hiosciamina, cujas estruturas são mostradas a seguir:



O método de extração de tais alcaloides é justificado pelo fato de

- a) serem polares.

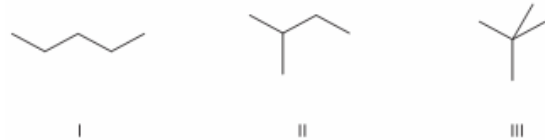
b) serem hidrofílicos.

c) possuírem grupo da função hidroxila.

d) possuírem uma cadeia carbônica expressiva.

e) apresentarem nitrogênio de hibridação sp^3 .

4 - No estudo da isomeria plana observamos diferenças nas estruturas dos compostos o que acarreta em diferenças nas propriedades físicas dos compostos.

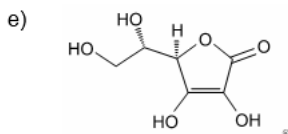
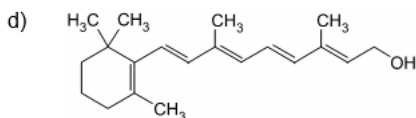
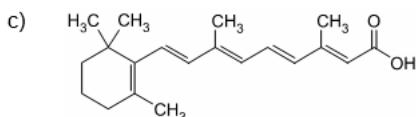
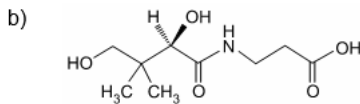
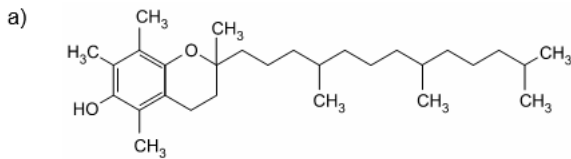


Sabendo-se que a temperatura de ebulição depende da intensidade das forças intermoleculares e de suas quantidades a ordem crescente de temperatura de ebulição dos três isômeros apresentados é, respectivamente:

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

5 - (No estudo das vitaminas temos a classificação de vitaminas de acordo com a solubilidade delas em determinado meio. As vitaminas hidrossolúveis apresentam boa solubilidade em água e as lipossolúveis boa solubilidade em óleos e gorduras. As vitaminas hidrossolúveis devem ser ingeridas diariamente uma vez que grande quantidade é perdida na urina. Já as vitaminas lipossolúveis são acumulativas devido a boa interação com a gordura.

A estrutura da vitamina com maior facilidade em excreção pela urina é a representada pela estrutura



Exercícios Aprofundados

6 - Os principais componentes dos óleos e gorduras são os triacilgliceróis, moléculas formadas a partir do glicerol e dos ácidos graxos, que podem ser saturados ou insaturados. Uma simbologia usual que representa os ácidos graxos se baseia em um sistema alfanumérico iniciado pela letra C, seguido pelo número de átomos de carbono na molécula e o número de ligações duplas entre átomos de carbono. As posições das insaturações na cadeia carbônica são indicadas em seguida após o símbolo D. Ácidos graxos podem ser sólidos ou líquidos em temperatura ambiente e sua temperatura de fusão depende da estrutura e composição da cadeia carbônica. Numere a primeira coluna (em que são indicadas temperaturas de fusão) de acordo com sua correspondência.

1. Ácido oleico = C18 : 1 - Δ 9 .
2. Ácido linoleico = C18 : 2 - Δ 9, 12 .
3. Ácido linolênico = C18 : 3 - Δ 9, 12, 15 .
4. Ácido araquidônico = C20 : 4 - Δ 5, 8, 11, 14 .
5. Ácido láurico = C12:0 .

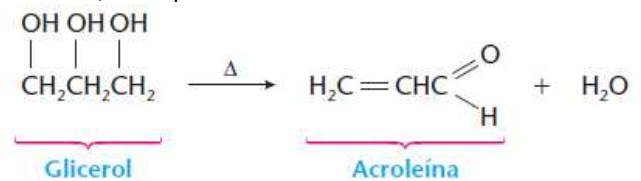
() +44 °C.

- () - 50 °C.
() +14 °C.
() - 11 °C.
() - 5 °C.

Assinale alternativa que apresenta a numeração correta, respectivamente, de cima para baixo.

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

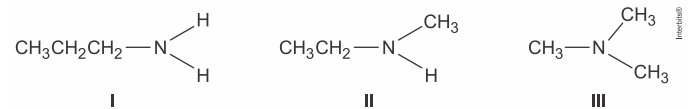
7 - Ao se fazer um churrasco de carne vermelha, percebe-se, à distância, um aroma característico. Isto se deve, em parte, à reação de decomposição do glicerol, com formação de acroleína, um líquido de forte odor.



Identifique a opção **incorreta**:

- a) A acroleína é um aldeído.
b) A acroleína é uma substância insaturada.
c) A formação de acroleína necessita de aquecimento.
d) A acroleína tem temperatura de ebulição maior que a do glicerol.
e) O glicerol é um triol.

8 - As aminas I: propilamina, II: etilmetilamina e III: trimetilamina apresentam a mesma massa molar (59 g mol⁻¹). Entretanto, suas temperaturas de ebulição não são iguais, pois a intensidade das interações intermoleculares varia entre elas.

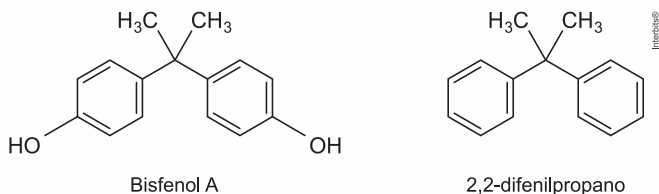


Marque a opção que indica corretamente a correspondência da amina com a sua temperatura de ebulição.

a)	I: 48 °C	II: 37 °C	III: 3 °C
b)	I: 37 °C	II: 48 °C	III: 3 °C
c)	I: 3 °C	II: 37 °C	III: 48 °C
d)	I: 3 °C	II: 48 °C	III: 37 °C
e)	I: 37 °C	II: 3 °C	III: 48 °C

9 - O bisfenol A é uma substância empregada na síntese de policarbonato e resinas epóxi, com aplicações que vão desde computadores e eletrodomésticos até revestimentos para latas de alimentos e bebidas. Estudos apontam que a substância, por possuir similaridade com um hormônio

feminino da tireoide, atua como um interferente endócrino. No Brasil, desde 2012 é proibida a venda de mamadeiras ou outros utensílios que contenham bisfenol A. O 2,2-difenilpropano, de estrutura similar ao bisfenol A, é um hidrocarboneto com grau de toxicidade ainda maior que o bisfenol A. As fórmulas estruturais dessas substâncias são apresentadas a seguir.



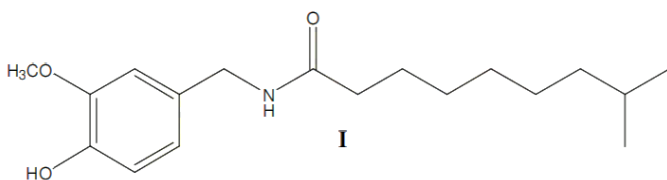
Com base nas propriedades físico-químicas dessas substâncias, considere as afirmativas a seguir.

- I. A solubilidade do bisfenol A em solução alcalina é maior que em água pura.
- II. Ligações de hidrogênio e interações $\pi - \pi$ são forças intermoleculares que atuam entre moléculas de bisfenol A.
- III. A solubilidade do 2,2-difenilpropano em água é maior do que em hexano.
- IV. O ponto de fusão do 2,2-difenilpropano é maior que do bisfenol A.

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.

10 - A capsaicina (I) é responsável pelo gosto picante da pimenta vermelha. O ardor causado por essa molécula pode ser aliviado por meio da ingestão de líquidos capazes de solubilizá-la.



Assinale o líquido mais adequado para reduzir a sensação de ardor causada pela pimenta.

- a) Aguardente de cana
- b) Água mineral
- c) Água-de-coco
- d) Refrigerante
- e) Chá-mate

11 - O petróleo é um dos principais constituintes da matriz energética de todos os países do mundo. A gasolina é a denominação de uma fração extraída do petróleo, constituída principalmente por hidrocarbonetos cujas moléculas apresentam 8 átomos de carbono e que podem conter, entre outros, os seguintes hidrocarbonetos:

- (I) n-octano – $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$, teb(I);
 - (II) 2,2,4-trimetilpentano – $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$, teb(II);
 - (III) 2-metileptano – $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$, teb(III),
- onde, teb(I), teb(II) e teb(III) são, respectivamente, as temperaturas de ebulição dos hidrocarbonetos (I), (II) e (III). Em relação aos hidrocarbonetos citados, é correto afirmar que
- a) podem ser formadas ligações de hidrogênio entre suas moléculas.
 - b) todos são formados por moléculas polares.
 - c) todos apresentam o mesmo ponto de ebulição.
 - d) seus pontos de ebulição obedecem à relação $\text{teb(II)} < \text{teb(III)} < \text{teb(I)}$.
 - e) seus pontos de ebulição obedecem à relação $\text{teb(I)} < \text{teb(II)} = \text{teb(III)}$.

12 - Na tabela a seguir estão apresentados os valores de pressão de vapor, a 20 °C, e das respectivas temperaturas de ebulição, quando a pressão atmosférica é 101,325 kPa, de quatro solventes líquidos, em ordem alfabética:

Solvente	Pressão de vapor / kPa	Temperatura de ebulição / °C
Ciclopentano	45,0	49,2
Éter etílico	58,9	34,6
Hexano	17,0	68,7
Pentano	53,3	36,0

Analisando as propriedades físico-químicas desses quatro solventes, apresentadas na tabela, constata-se que:

- a) quanto maior a pressão de vapor do solvente, mais volátil ele é, e mais baixa é sua temperatura de ebulição.
- b) quanto maior a pressão de vapor do solvente, menos volátil ele é, e mais baixa é sua temperatura de ebulição.
- c) quanto menor a pressão de vapor do solvente, mais volátil ele é, e mais baixa é sua temperatura de ebulição.
- d) quanto menor a pressão de vapor do solvente, mais volátil ele é, e mais alta é sua temperatura de ebulição.
- e) quanto maior a pressão de vapor do solvente, mais volátil ele é, e mais alta é sua temperatura de ebulição.

Exercícios ENEM e Simulados

1 - A viscosidade (μ) de um líquido é a resistência que ele possui ao escoamento. A viscosidade de um material é uma indicação da intensidade das interações intermoleculares

dele, e quanto mais forte forem essas interações, maior será a viscosidade dessa substância. A tabela a seguir apresenta valores de viscosidade (a 27 °C e altas pressões) de 3 líquidos distintos, medidos em centipoise (cP).

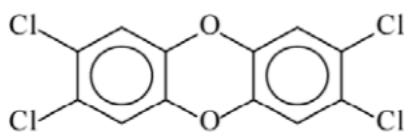
Líquido	Viscosidade (cP)
1	0,09
2	0,32
3	1,09

Considere que os líquidos são puros e que eles podem ser etanol, propano ou propanona.

De acordo com a tabela fornecida, os líquidos 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- propanona, propano e etanol.
- propano, etanol e propanona.
- propanona, etanol e propano.
- etanol, propanona e propano.
- propano, propanona e etanol.

2 - Vários materiais, quando queimados, podem levar à formação de dioxinas, um composto do grupo dos organoclorados. Mesmo quando a queima ocorre em incineradores, há liberação de substâncias derivadas da dioxina no meio ambiente. Tais compostos são produzidos em baixas concentrações, como resíduos da queima de matéria orgânica em presença de produtos que contenham cloro. Como consequência de seu amplo espalhamento no meio ambiente, bem como de suas propriedades estruturais, as dioxinas sofrem magnificação trófica na cadeia alimentar. Mais de 90% da exposição humana às dioxinas é atribuída aos alimentos contaminados ingeridos. A estrutura típica de uma dioxina está apresentada a seguir:



2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina
(2,3,7,8-TCDD)

A molécula do 2,3,7,8-TCDD é popularmente conhecida pelo nome 'dioxina', sendo a mais tóxica dos 75 isômeros de compostos clorados de dibenzo-p-dioxina existentes.

Com base no texto e na estrutura apresentada, as propriedades químicas das dioxinas que permitem sua bioacumulação nos organismos estão relacionadas ao seu caráter

- básico, pois a eliminação de materiais alcalinos é mais lenta do que a dos ácidos.

- ácido, pois a eliminação de materiais ácidos é mais lenta do que a dos alcalinos.

- reduzidor, pois a eliminação de materiais redutores é mais lenta do que a dos oxidantes.

- lipofílico, pois a eliminação de materiais lipossolúveis é mais lenta do que a dos hidrossolúveis.

- hidrofílico, pois a eliminação de materiais hidrossolúveis é mais lenta do que a dos lipossolúveis.

3 - Um método para determinação do teor de etanol na gasolina consiste em misturar volumes conhecidos de água e de gasolina em um frasco específico. Após agitar o frasco e aguardar um período de tempo, medem-se os volumes das duas fases imiscíveis que são obtidas: uma orgânica e outra aquosa. O etanol, antes miscível com a gasolina, encontra-se agora miscível com a água. Para explicar o comportamento do etanol antes e depois da adição de água, é necessário conhecer

- a densidade dos líquidos.
- o tamanho das moléculas.
- o ponto de ebulição dos líquidos.
- os átomos presentes nas moléculas.
- o tipo de interação entre as moléculas.

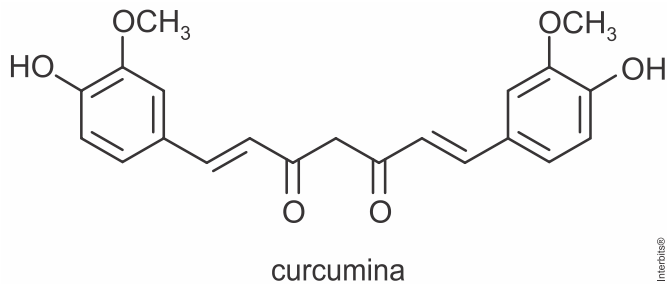
4 - Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem. A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

- baixa polaridade.
- baixa massa molecular.
- ocorrência de halogênios.
- tamanho pequeno das moléculas.
- presença de hidroxilas nas cadeias.

5 - Os indígenas brasileiros têm na pintura corporal uma de suas formas mais características de expressão, individual e coletiva. Na tribo *Tururi*, por exemplo, os indígenas utilizam

folhas de *buri* para obter a cor azul; o açafão para o amarelo e o urucum para conseguirem a cor vermelha.

Na obtenção da cor amarela, por exemplo, após a secagem do açafão, as mulheres indígenas extraem a cúrcuma por dissolução em óleos. Na cúrcuma, existe um composto conhecido como curcumina, representado pela estrutura abaixo.



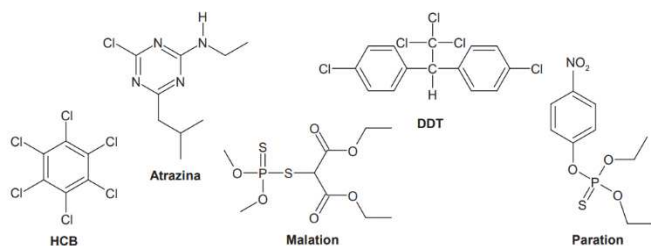
Interimise®

A partir da análise da estrutura representada a curcumina apresenta uma melhor interação com

- água do rio.
- álcool etílico.
- água da chuva.
- óleo de mamona.
- água de mandioca rica em cianeto

6 - Considere que o leite materno, após sete meses do parto, é um alimento cujos principais constituintes são lipídeos. Uma mulher que está amamentando ingere, rotineiramente, alimentos contaminados com os pesticidas HCB, DDT, atrazina, paration e malation, cujas estruturas e dados de solubilidade em água estão apresentados no quadro.

Pesticida	Atrazina	DDT	HCB	Malation	Paration
Solubilidade em água (ppm)	35-70	0,0034	0,0062	145	24

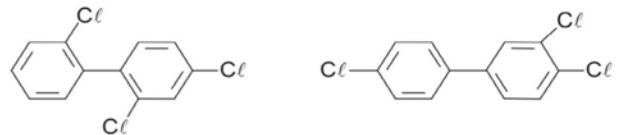


O pesticida transmitido a um lactente (bebê em amamentação) de dez meses, em maior proporção, é o:

- Atrazina.
- DDT.
- HCB.
- Malation.
- Paration.

7 - A produção industrial dos bifenilos policlorados, PCBs, começou no final da década de 1920, em que foram

considerados ideais para serem utilizados como isolantes elétricos e líquidos refrigerantes, devido à grande estabilidade que apresentam em temperaturas elevadas. As moléculas a seguir representam dois diferentes bifenilos triclorados.



No entanto, os PCBs estão entre os mais perigosos compostos já sintetizados, pois, além de persistirem no ambiente, estão sujeitos ao processo de bioacumulação,

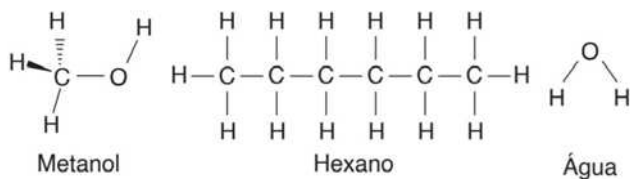
no qual sua concentração aumenta ao longo da cadeia alimentar. Os seres humanos e outros animais que estão no topo das cadeias alimentares podem acumular altas

concentrações de PCBs nas células de gordura de seus corpos.

O processo de bioacumulação dos PCBs se deve à

- elevada massa molar desses compostos, o que dificulta a sua difusão para fora dos tecidos.
- elevada reatividade dos átomos de cloro, que se ligam às estruturas biológicas dos seres vivos.
- baixa densidade dessas substâncias, fazendo com que interajam preferencialmente com as gorduras.
- elevada aromaticidade desses compostos, o que faz com que sejam reativas na presença de enzimas.
- baixa polaridade de suas moléculas, fazendo com que a eliminação pelos processos de excreção seja dificultada.

8 - A espécie de planta *Angelica dahurica* é nativa de vários países da Ásia e vem sendo usada para o tratamento de diversas enfermidades, como rinite e dor de cabeça. Além disso, essa planta tem propriedades anticancerígenas. Estudos comprovam que extratos metanólicos (em metanol) dessa planta têm significativa ação citotóxica contra células tumorais cancerígenas *in vitro*. Enquanto isso, o extrato hexânico (em hexano) inibe significativamente a proliferação de células tumorais humanas. Já o extrato aquoso (em água) exibe uma pobre inibição, de modo que não é útil para o tratamento de câncer.



Os extratos de planta são elaborados pela submersão de partes da planta em um solvente específico durante determinado tempo para que ocorra um processo de

dissolução fracionada. Depois, a planta é retirada, e o extrato (solvente + substâncias da planta) é concentrado com a evaporação do solvente. Os extratos metanólico, hexânico e aquoso de *Angelica dahurica* têm atividades biológicas distintas porque

- os solventes polares são menos tóxicos para as células humanas.
- as células tumorais têm maior afinidade com solventes apolares.
- o hexano é um solvente mais polar e mais volátil do que os demais.
- a planta interage somente com solventes polares que têm temperatura de ebulição elevada.
- as substâncias presentes na planta apresentam interações diferentes com cada solvente.

9 - A tabela a seguir apresenta dados de ponto de ebulição e de fusão de alguns álcoois:

Álcoois	Ponto de ebulição / °C	Ponto de fusão / °C
Propan-1-ol (C ₃ H ₇ OH)	97,8	-127,00
Butan-2-ol (C ₄ H ₉ OH)	99,5	-114,70
Pentan-2-ol (C ₅ H ₁₁ OH)	119,0	-73,15
Hexan-3-ol (C ₆ H ₁₃ OH)	135,0	-57,00
Octan-4-ol (C ₈ H ₁₇ OH)	176,3	-40,70

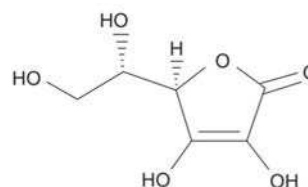
A diferença entre os pontos de fusão e de ebulição dos álcoois listados se deve principalmente ao(à)

- intensidade da ligação covalente em cada uma das moléculas.
- diferença de solubilidade de cada um dos compostos em água.
- tamanho das cadeias carbônicas de cada uma das substâncias.
- alternância na posição da ramificação ao longo de cada estrutura.
- tipo de ligação interatômica realizada por cada um dos compostos.

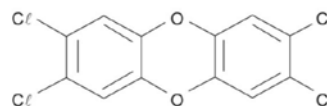
10 - Os peixes que vivem em águas poluídas, quando em contato com substâncias apolares, tendem a absorver muitas delas por meio de um processo denominado bioacumulação. Essas substâncias são absorvidas pela gordura deles, que funciona, nesse caso, como um solvente que extrai a substância química da água.

Com base nas informações, a substância que é mais facilmente bioacumulada por esses peixes é:

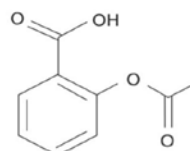
a)



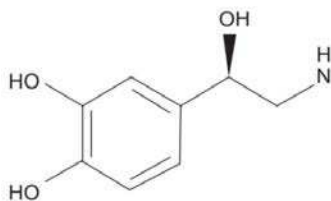
b)



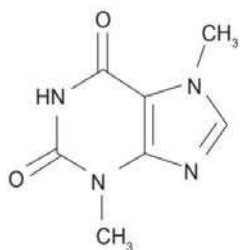
c)



d)

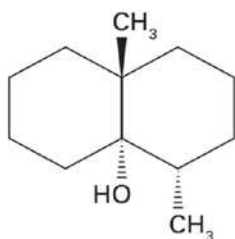


e)



11 - O aumento da concentração de geosmina, um composto orgânico produto do metabolismo de cianobactérias, é favorecido pela proliferação desses microrganismos em locais onde há água parada ou precária situação de saneamento

básico. Esse composto é conhecido por deixar a água com “gosto de terra” e tem sido tema constante de discussão pública em cidades com saneamento básico precário. A solução encontrada para o tratamento, é a filtração da água contaminada com a utilização de filtros de carvão ativado C(s).

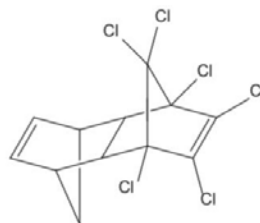


Fórmula estrutural da geosmina

A solução apresentada é eficiente, pois a geosmina

- a) é insolúvel no filtro de carvão ativado.
- b) possui alta polaridade e maior interação com o filtro.
- c) é um composto orgânico solúvel em solventes polares.
- d) realiza fortes interações intermoleculares com o filtro.
- e) é solúvel em água por possuir uma hidroxila polar em sua estrutura.

12 - O aldrin, agrotóxico organoclorado sintético, integra a lista do anexo A da Convenção de Estocolmo, que estabelece o banimento de sua produção e de seu uso devido à alta persistência no ambiente e às capacidades de bioacumulação, volatilidade e toxicidade.

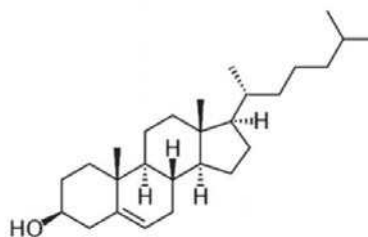


Essa substância é classificada como

- a) alceno e é considerada tóxica devido aos seus átomos de cloro.
- b) fenol e tem alta volatilidade devido às suas fracas interações intermoleculares.
- c) éter e causa bioacumulação no fundo dos rios devido à sua elevada densidade.
- d) sal orgânico e tem alta persistência no ambiente devido à sua solubilidade em água.
- e) haleto orgânico e possui capacidade de bioacumulação devido à sua hidrofobicidade.

13 - Com aparência e textura de uma cera macia, o colesterol é um composto químico da família do álcool, essencial à vida. Sintetizado pelo fígado no que se refere à maior parte que o organismo necessita, seu restante é adquirido através dos alimentos ingeridos. Tanto as taxas de colesterol muito altas quanto as muito baixas são perigosas à saúde.

Por ser solúvel apenas em gorduras, o colesterol tem de ser transportado pelo sangue através das seguintes lipoproteínas: VLDL (também conhecidas como triglicérides), LDL (mau colesterol) e HDL (bom colesterol). O fígado acondiciona os triglicérides na forma de VLDL e os despacha, pela corrente sanguínea para as células, juntamente com menores quantidades de colesterol e proteínas.

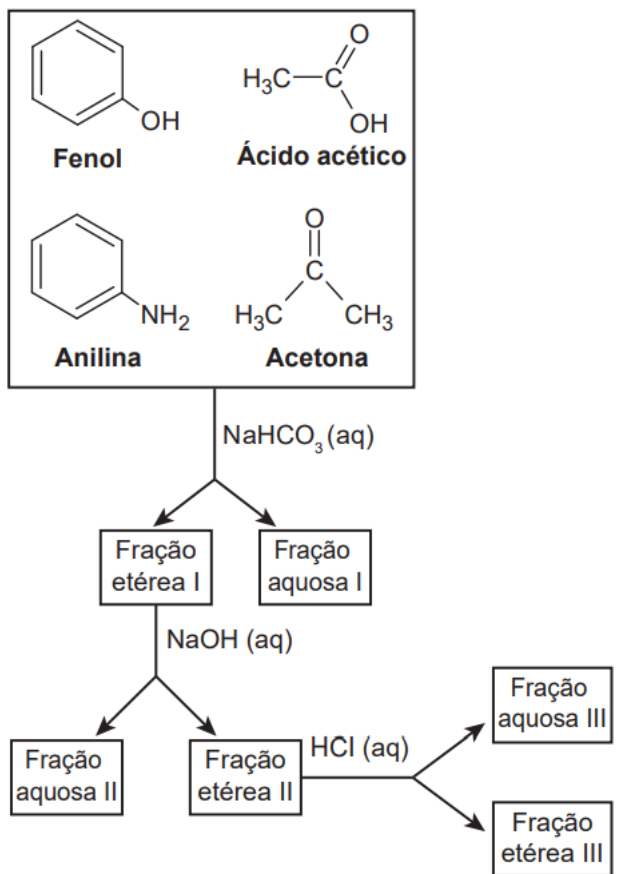


A estrutura apresentada pode ser compreendida como uma molécula

- hidrofílica, uma vez que a hidroxila alcoólica estabelece afinidade com a água, bem como a presença de dois elétrons π .
- hidrofóbica, porque a molécula possui muitos carbonos dos tipos primários, secundários, terciários e quaternários.
- lipofóbica, uma vez que os carbonos sendo sp^2 com geometria plana, a molécula não apresenta polos elétricos sendo apolar.
- lipofílica, porque a presença da maioria de carbonos tetraédricos estabelece uma estrutura com maior distribuição eletrônica.
- anfifílica, uma vez que existe um grupo polar, como a hidroxila, e também uma cadeia carbônica grande e apolar.

14 - A fim de reaproveitar o resíduo de um processo industrial, cuja composição está indicada, foi proposto um tratamento seguindo o esquema de separações apresentado.

Resíduo dissolvido em éter etílico



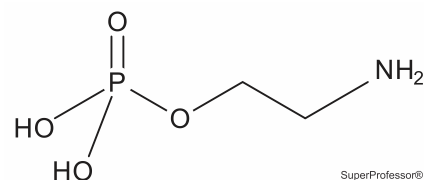
Os componentes do resíduo que estão presentes nas frações aquosas II e III são, respectivamente,

- fenol e anilina.
- fenol e acetona.
- anilina e acetona.
- ácido acético e anilina.
- ácido acético e acetona.

15 - O texto a seguir é referência para a próxima questão.

A cura do câncer é um dos grandes desafios da medicina atual: estimativas do Instituto Nacional do Câncer apontavam que a doença afetaria aproximadamente 600 mil brasileiros para o biênio 2016-2017 (Instituto Nacional do Câncer, 2015). Infelizmente, perspectivas para cura definitiva da doença ainda não são um tema resolvido e completamente desenvolvido pela comunidade médica. O anseio por uma alternativa rápida e eficiente de cura para pacientes oncológicos é, então, amplamente compartilhado por pessoas acometidas pela doença, familiares e pelos próprios médicos. Assim, a promessa de cura oferecida pelo uso de novas substâncias ganha destaque quando um novo candidato a droga anticâncer é desenvolvido. Tal aspecto pôde ser presenciado no Brasil quando a veiculação de notícias sobre a suposta eficácia da fosfoetanolamina como tratamento para o câncer tomou conta de diferentes meios de comunicação.

A seguir, é demonstrada a estrutura da fosfoetanolamina.



Em conformidade com a estrutura química da fosfoetanolamina, marque a alternativa CORRETA.

- A fosfoetanolamina apresenta comportamento básico apenas, portanto reage com ácidos fortes.
- A fosfoetanolamina apresenta comportamento de substância anfótera, pois apresenta um grupo amino e um grupo fosfato, portanto, em solução, a mesma molécula pode sofrer uma reação ácido-base intramolecular.
- A fosfoetanolamina apresenta comportamento ácido apenas, portanto reage com bases fortes.
- Em solução, o par de elétrons não compartilhado no elemento nitrogênio não pode ser protonado pelo hidrogênio ácido do grupo fosfato.
- O grupo amino, por se tratar de um doador de par de elétrons, pode ser classificado como ácido de Lewis.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	C	D	E	E	E	D	A	A	A	D	A

Exercícios ENEM e Simulados

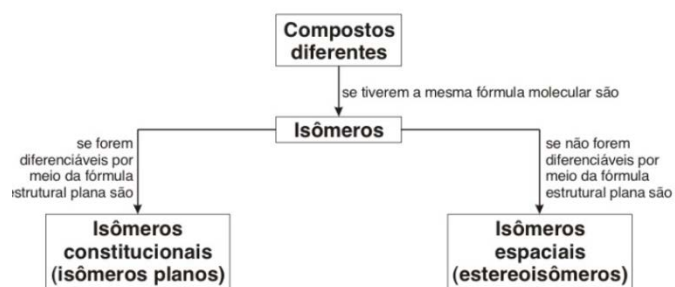
Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	D	E	A	D	B	E	E	C	B	D	E

Questão	13	14	15
Gabarito	B	A	B

Aula 31: Isomeria

1 – Introdução:

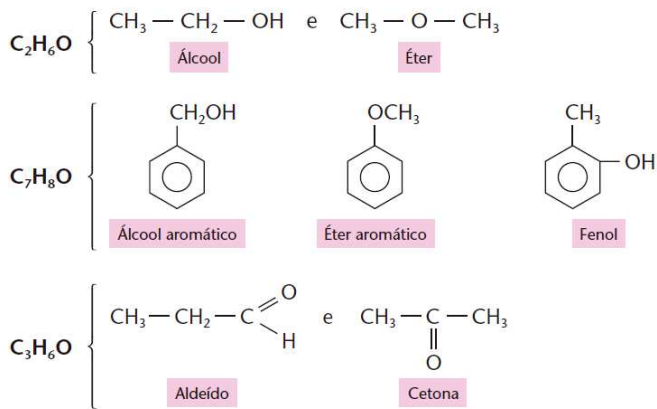
Isômeros são compostos de mesma fórmula molecular que apresentam propriedades diferentes devido a fórmulas estruturais ou espaciais diferentes.



2 – Isomeria Plana ou Constitucional:

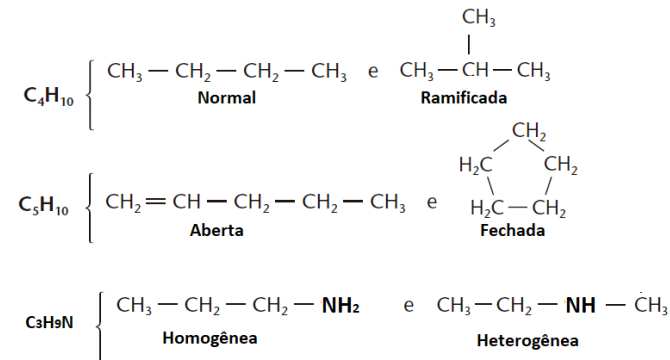
A - De função: os compostos apresentam funções orgânicas diferentes.

Exemplos:

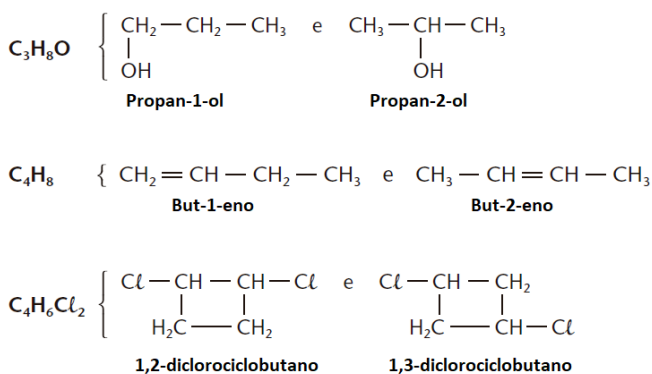


B - De cadeia: os compostos apresentam a mesma função orgânica porém com cadeias diferentes.

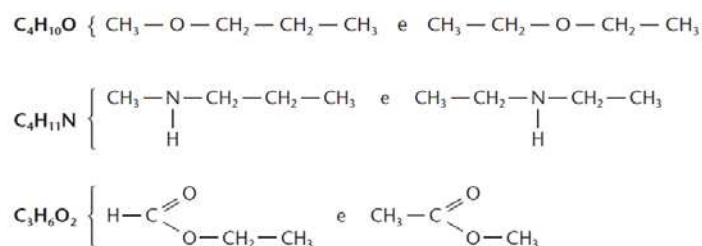
Exemplos:



C - De posição: os compostos apresentam a mesma função orgânica e o mesmo tipo de cadeia carbônica diferindo na posição ou do grupo funcional ou insaturação ou grupo substituinte.

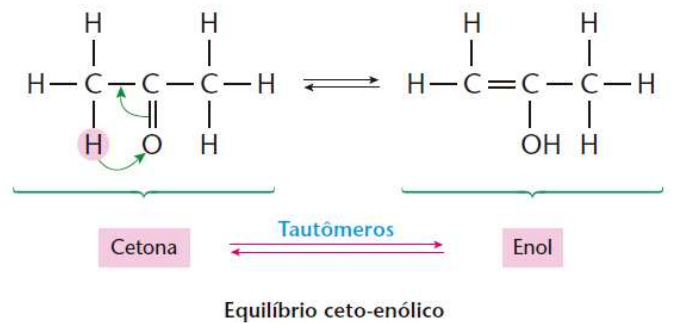
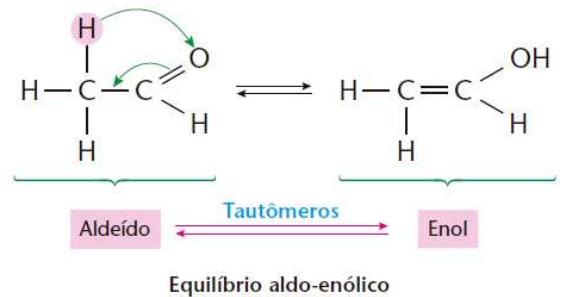


D - De compensação ou Metameria: mudança de posição do heteroátomo.



E - Dinâmica ou Tautomeria: é o caso particular de isomeria funcional em que os dois isômeros ficam em equilíbrio químico dinâmico.

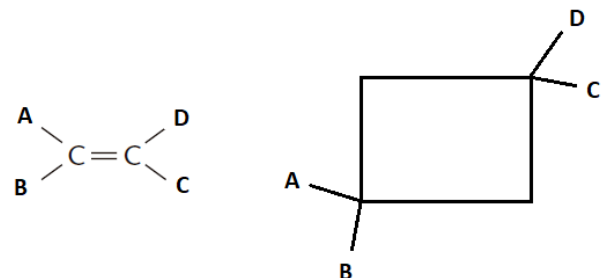
Os casos principais estão representados a seguir:



3 - Isomeria Espacial:

3.1 - Isomeria Cis/Trans:

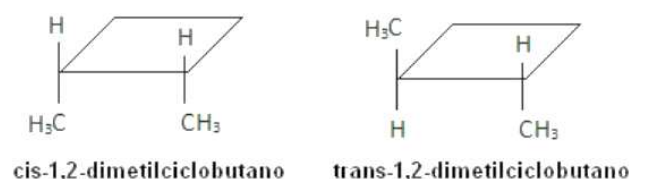
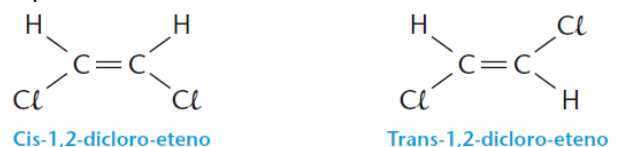
Ocorre em compostos de cadeia saturada e em compostos cíclicos.



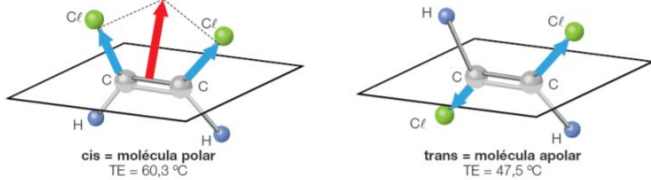
Para termos a isomeria cis/trans A deve ser diferente de B e D diferente de C.

Se A = C e B = D teremos a configuração Trans e se A = D e B = C teremos a configuração Cis.

Exemplos:



Detalhe: As diferentes disposições espaciais dos átomos provocam alterações nas propriedades físicas desses compostos, como, por exemplo, na temperatura de ebulição, isso porque tais alterações provocam diferença de polaridade das moléculas.

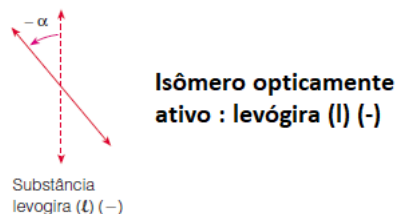
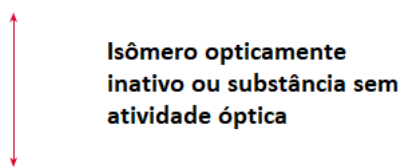
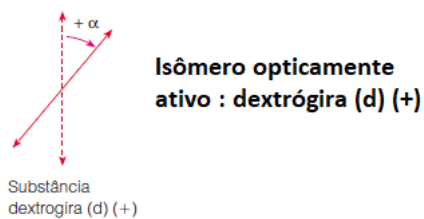


3.2 - Isomeria Óptica:

A - Luz Polarizada: a isomeria óptica é identificada por meio de um experimento utilizando uma luz polarizada, ou seja, uma onda eletromagnética com um único plano de vibração.

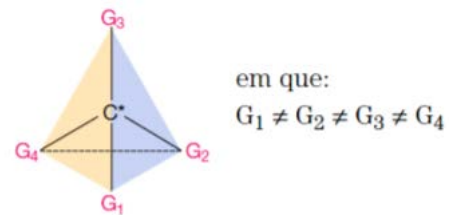


A luz polarizada é aplicada sobre uma substância e quando a luz sofre desvio dizemos que a substância é opticamente ativa. Já quando a substância é opticamente inativa não há desvio a luz polarizada.

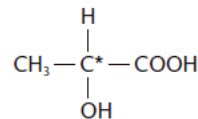


B - Quando uma substância permite isomeria óptica?

A presença de isomeria óptica irá ocorrer quando temos a presença do chamado carbono quiral ou assimétrico ou estereocentro.



Exemplo: ácido láctico.

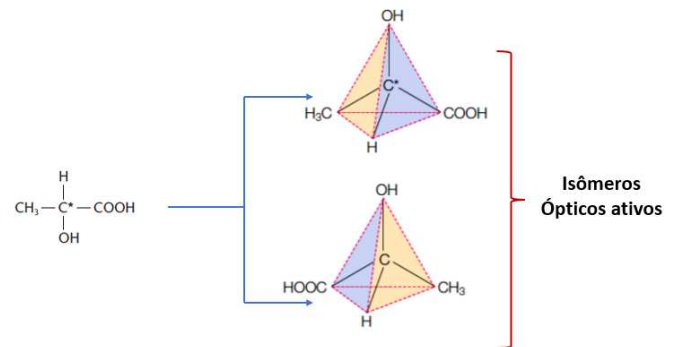


O carbono central é assimétrico (costuma-se indicar os carbonos assimétricos com um asterisco), pois a ele estão ligados quatro radicais diferentes: H, CH₃, OH e COOH.

Conclusão: o ácido láctico possui um único carbono assimétrico logo ele irá permitir três isômeros ópticos:

Ativos são dois: dextrógira e levógira

Inativo apenas um: mistura racêmica (mistura formada por 50% das moléculas dextrógiras e 50% por moléculas levógiras)

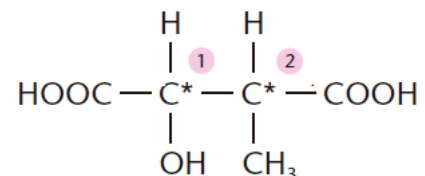


Detalhe 1: não podemos dizer qual das estruturas é dextrógira ou levógira - quem afirma isso é o aparelho polarímetro.

Detalhe 2: observe que os compostos são imagens entre si sendo chamados de par de enantiômeros ou antípodos opostas.

E havendo dois carbonos assimétricos como ficaria?

Exemplo:



Podemos observar dois carbonos assimétricos diferentes e cada carbono assimétrico desvia um determinado ângulo: imagine que o carbono 1 desvia um ângulo de 20° e o carbono 2 desvia um ângulo de 30°. Logo teríamos quatro possibilidades de isômeros ativos:

Possibilidade 1: 20° (+) + 30° (+) = 50° (+)

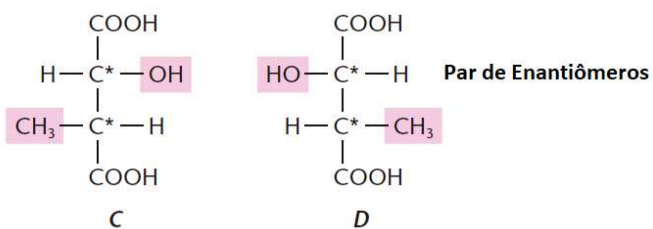
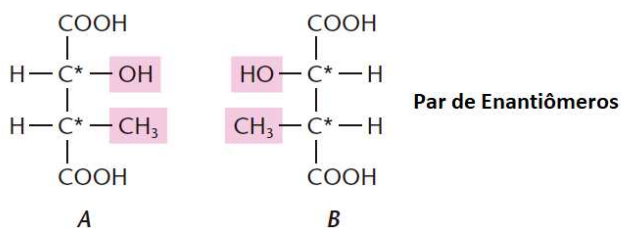
Possibilidade 2: 20° (-) + 30° (-) = 50° (-)

Possibilidade 3: 20° (+) + 30° (-) = 10° (-)

Possibilidade 4: $20^\circ (-) + 30^\circ (+) = 10^\circ (+)$

Observações importantes:

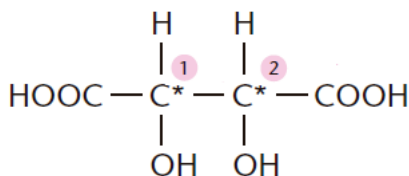
- temos 4 possibilidades de desvios, ou seja, temos 4 isômeros opticamente ativos;
- A possibilidade 2 é o oposto (imagem) da possibilidade 1, assim como a possibilidade 4 é imagem da possibilidade 3: pares de enantiômeros;
- as possibilidades 1 e 2 não são imagens das possibilidades 3 e 4: pares de diastereoisômeros (compostos que não são imagens entre si);
- Se combinarmos 50% da possibilidade 1 + 50% da possibilidade 2 teremos uma 1ª mistura racêmica e se combinarmos 50% da possibilidade 3 + 50% da possibilidade 4 teremos uma 2ª mistura racêmica.



Como A e B não são imagens de C e D logo são pares de diastereoisômeros.

E havendo dois carbonos assimétricos iguais?

Exemplo:



Podemos observar dois carbonos assimétricos iguais e ambos desviam o mesmo ângulo da luz polarizada: imagine que o desvio seja de um ângulo de 40° . Logo teríamos quatro possibilidades de isômeros ativos:

Possibilidade 1: $40^\circ (+) + 40^\circ (+) = 80^\circ (+)$

Possibilidade 2: $40^\circ (-) + 40^\circ (-) = 80^\circ (-)$

Possibilidade 3: $40^\circ (+) + 40^\circ (-) = 0^\circ$

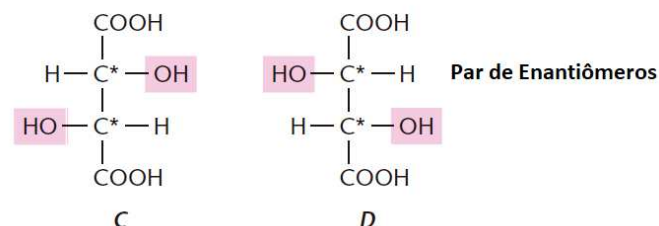
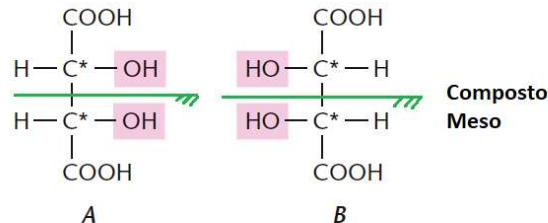
Possibilidade 4: $40^\circ (-) + 40^\circ (+) = 0^\circ$

Observações importantes:

- temos 2 possibilidades de desvios, ou seja, temos 2 isômeros opticamente ativos;
- as possibilidades 3 e 4 representam o mesmo composto (não há diferença entre eles já que o resultado é 0° para ambos):

esse composto é opticamente inativo e recebe o nome de composto meso);

- as possibilidades 1 e 2 representam um par de enantiômeros;
- Conclusão: teremos dois isômeros ativos e dois isômeros inativos (composto meso e mistura racêmica).

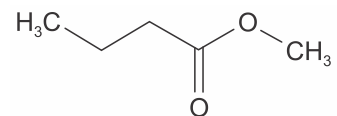


Dicas:

- Quando temos dois carbonos assimétricos iguais devemos observar se há plano de simetria dentro da própria molécula: se houver teremos o composto meso (isso ocorre nas estruturas A e B), já se não houver plano de simetria teremos um composto opticamente ativo.
- Reforçando que A e B não são estruturas diferentes e que ambas representam o mesmo composto (composto meso).

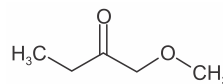
Exercícios Fundamentais

1 - O butanoato de metila é um flavorizante de frutas utilizado na indústria alimentícia. A sua fórmula estrutural está representada abaixo.

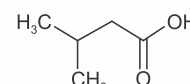


Analise a fórmula do butanoato de metila e assinale a alternativa que traz, respectivamente, um isômero de compensação e um de função desse flavorizante.

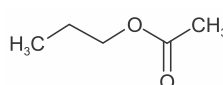
a)



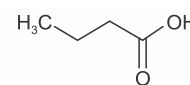
e



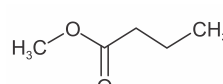
b)



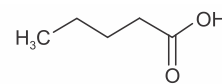
e



c)

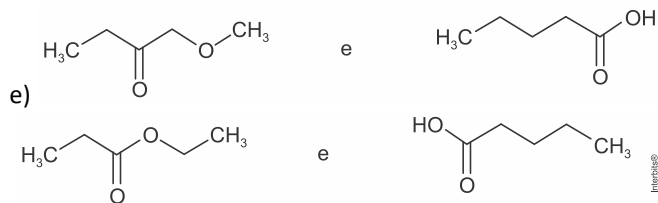


e

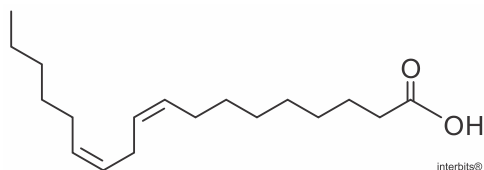


d)





2 - O ácido linoleico, essencial à dieta humana, apresenta a seguinte fórmula estrutural espacial:

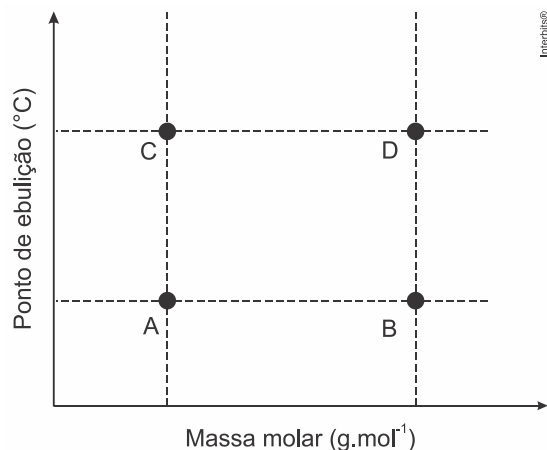


Como é possível observar, as ligações duplas presentes nos átomos de carbono 9 e 12 afetam o formato espacial da molécula.

As conformações espaciais nessas ligações duplas são denominadas, respectivamente:

- a) cis e cis b) cis e trans
 c) trans e cis d) trans e trans

3 - O gráfico abaixo mostra a relação entre a massa molar e o ponto de ebulição dos compostos orgânicos A, B, C e D.



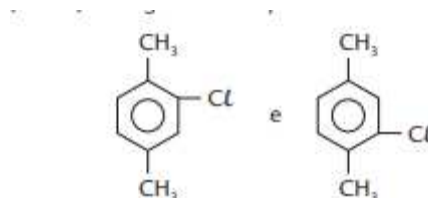
Considere as afirmações abaixo, a respeito dos compostos A, B, C e D.

- I. Se A e C forem isômeros de posição, então o composto A é mais ramificado que o composto C.
 II. Se B e D forem isômeros de função, um sendo um álcool e o outro um éter, então D é o álcool e B é o éter.
 III. Se C e D forem isômeros geométricos, então D é o isômero trans.

Quais estão corretas?

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

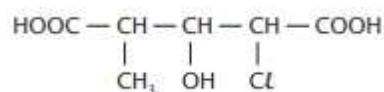
4 - Os seguintes compostos



representam:

- a) isomeria de compensação.
 b) isomeria de cadeia.
 c) isomeria funcional.
 d) isomeria de posição.
 e) o mesmo composto.

5 -

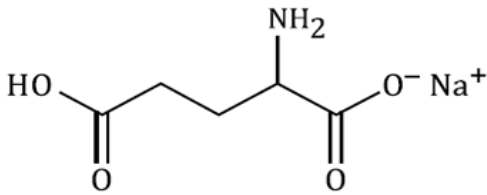


O número de isômeros ópticos possíveis para o composto acima, sem contar as misturas racêmicas, é:

- a) 2 b) 4 c) 6
 d) 8 e) 10

Exercícios Aprofundados

6 - Pesquisadores americanos acabam de constatar que o glutamato monossódico (GMS), substância presente em temperos usados para acentuar o sabor dos alimentos, leva ao aumento de peso. O estudo, assinado por pesquisadores da Escola de Saúde Pública da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, investigou mais de 750 chineses de ambos os sexos e com idade entre 40 e 59 anos. Cerca de 80% desses voluntários usavam o GMS nas refeições. O grupo, que ingeriu uma quantidade significativamente maior de GMS apresentou um sobrepeso quase três vezes maior do que os demais.

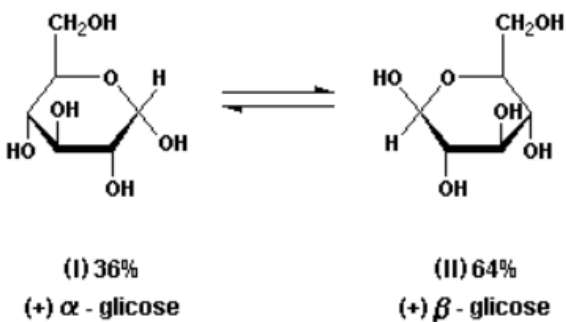


A respeito do glutamato de sódio, de fórmula estrutural representada abaixo, são feitas as seguintes afirmações:

- I. é um sal sódico derivado de um aminoácido;
- II. possui enantiômeros;
- III. é pouco solúvel em solventes polares;
- IV. possui dois átomos de carbono com hibridização sp^2 . Estão corretas,

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

7 - A glicose encontrada em doces e frutas, quando em solução aquosa, apresenta equilíbrio entre as estruturas (I) e (II).



Com base nessas informações, pode-se afirmar que I e II são

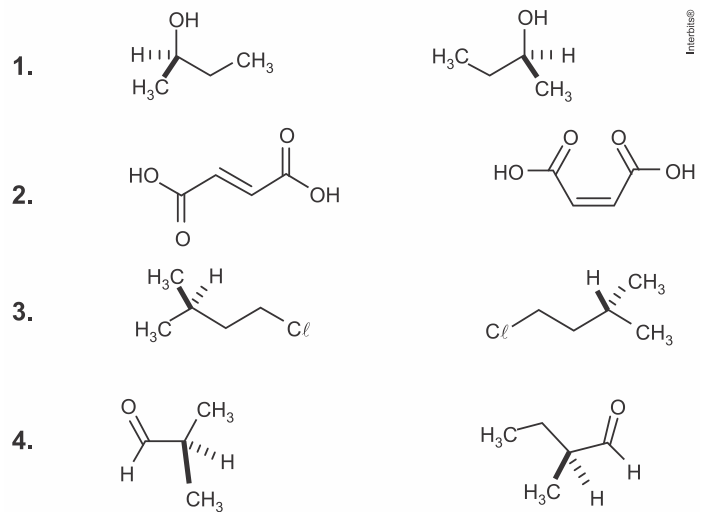
- a) tautômeros e sua solução não desvia o plano de luz polarizada.
- b) diastereoisômeros e formam solução racêmica.
- c) enantiômeros e formam solução racêmica.
- d) diastereoisômeros e sua solução desvia o plano da luz polarizada.
- e) enantiômeros e sua solução desvia o plano da luz polarizada.

9 - Isomeria é o nome dado à ocorrência de compostos que possuem a mesma fórmula molecular, mas que apresentam

estruturas diferentes entre si. Os isômeros são classificados em constitucionais, que diferem na maneira como os átomos estão conectados (conectividade) em cada isômero, e estereoisômeros, que apresentam a mesma conectividade, mas diferem na maneira como seus átomos estão dispostos no espaço. Os estereoisômeros se dividem ainda em enantiômeros, que têm uma relação de imagem e objeto (que não são sobreponíveis), e diastereoisômeros, que não têm relação imagem e objeto.

Com relação à isomeria, numere a coluna 2 de acordo com sua correspondência com a coluna 1.

Coluna 1



Coluna 2

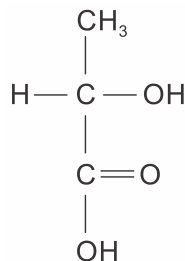
- () Enantiômeros.
- () Mesmo composto.
- () Não são isômeros.
- () Diastereoisômeros.

Assinale a alternativa que apresenta a numeração correta da coluna da direita, de cima para baixo.

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

9 - A atividade óptica foi um mistério fundamental da matéria durante a maior parte do século XIX. O físico francês, Jean Baptist Biot, em 1815, descobriu que certos minerais eram opticamente ativos, ou seja, desviavam o plano de luz polarizada. Em 1848, Louis Pasteur foi além e, usando um polarímetro, percebeu que o fenômeno está associado à presença de dois tipos de substâncias opticamente ativas: as dextróginas (desvio do plano de luz para a direita) e as levóginas (desvio do plano de luz para a esquerda). As observações de Pasteur começaram a se conectar com outras anteriores, como as de Schelle que, em 1770, isolou o ácido láctico (Figura

4) opticamente inativo do leite fermentado e Berzelius que, em 1807, isolou a mesma substância de músculos, porém com atividade óptica.

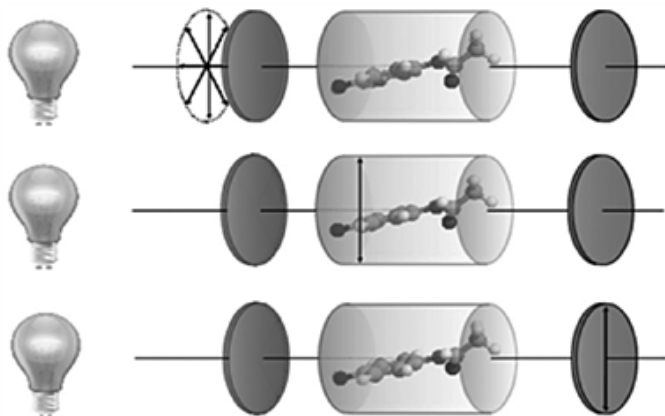


Fórmula estrutural do ácido láctico

Com base no texto e nos conhecimentos sobre isomeria óptica, assinale a alternativa correta.

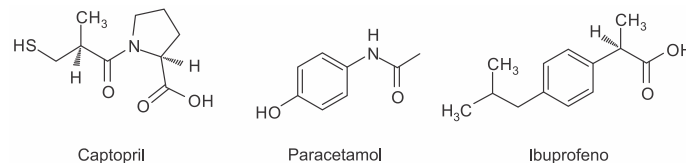
- Os isômeros ópticos do ácido láctico possuem propriedades físico-químicas diferentes, como pontos de fusão e ebulição.
- O ácido láctico isolado do músculo por Berzelius era opticamente ativo porque possuía plano de simetria.
- O ácido láctico possui dois carbonos quirais e dois isômeros ópticos que são diastereoisômeros.
- O ácido láctico, do leite fermentado, isolado por Schelle, pode formar até duas misturas racêmicas.
- O ácido láctico, do leite fermentado, isolado por Schelle, tinha os dois enantiômeros em quantidades iguais, a mistura racêmica.

10 - A imagem a seguir indica a sequência de uma simulação computacional sobre a análise de uma propriedade física exibida por um fármaco.



(Disponível em: http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/polarimetro_3.swf)

Entre os fármacos indicados abaixo, qual(is) exibe(m) resposta similar ao observado nessa simulação?



- Captopril
- Ibuprofeno
- Paracetamol
- Captopril e ibuprofeno

11 - A busca por substâncias capazes de minimizar a ação do inseto que ataca as plantações de tomate no Brasil levou à síntese e ao emprego de um feromônio sexual com a seguinte fórmula estrutural:



Uma indústria agroquímica necessita sintetizar um derivado com maior eficácia. Para tanto, o potencial substituto deverá preservar as seguintes propriedades estruturais do feromônio sexual: função orgânica, cadeia normal e a isomeria geométrica original.

A fórmula estrutural do substituto adequado ao feromônio sexual obtido industrialmente é:

-
-
-
-
-

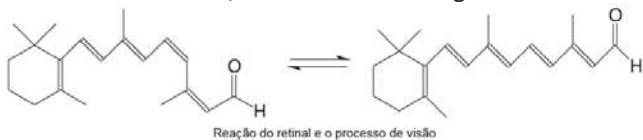
12 - Um determinado jornal noticiou que "... a explosão foi causada pela substituição acidental do solvente *trans*-1,2-dicloroeteno pelo *cis*-1,2-dicloroeteno, que possui ponto de ebulição menor...". Sobre esta notícia podemos afirmar que:

- é incorreta, pois estes dois compostos são isômeros, portanto possuem as mesmas propriedades físicas.
- é correta, pois o *trans*-1,2-dicloroeteno é polar, portanto deve ter ponto de ebulição maior que o do *cis*-1,2-dicloroeteno, que é apolar.
- é incorreta, pois o *trans*-1,2-dicloroeteno é apolar, portanto deve ter ponto de ebulição menor que o do *cis*-1,2-dicloroeteno, que é polar.
- é correta, pois o *trans*-1,2-dicloroeteno é apolar, portanto deve ter ponto de ebulição maior que o do *cis*-1,2-dicloroeteno, que é polar.

e) é incorreta, pois estes dois compostos são tautômeros e possuem o mesmo momento dipolar, portanto possuem o mesmo ponto de ebulição.

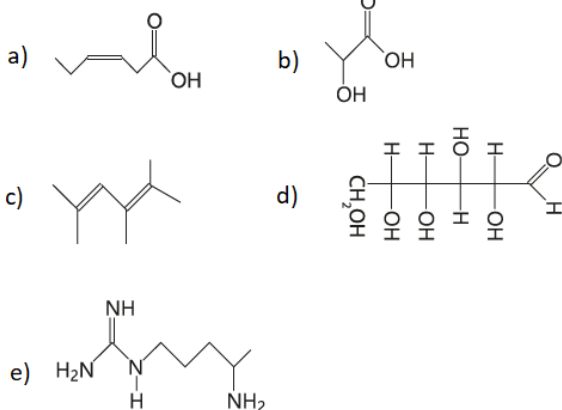
ENEM e Simulados

1 - O processo de visão consiste no recebimento da luz pelos cones e bastonetes presentes na retina. Proteínas denominadas opsinas são dotadas de moléculas de retinal, o qual sofre o processo de isomerização na presença de determinadas enzimas, como ilustrado a seguir.



A transformação libera impulsos elétricos, que são enviados diretamente ao cérebro, onde são interpretados.

Qual molécula possui o mesmo tipo de isomeria presente no retinal?



2 - Um técnico de um laboratório de química se deparou com um frasco de vidro fechado contendo um líquido incolor e com o rótulo ilegível, sendo possível identificar apenas a fórmula molecular do composto, $C_3H_6O_2$. Ao consultar a lista de reagentes do laboratório, ele identificou que a substância poderia ser o ácido propanoico ou a hidroxiacetona.

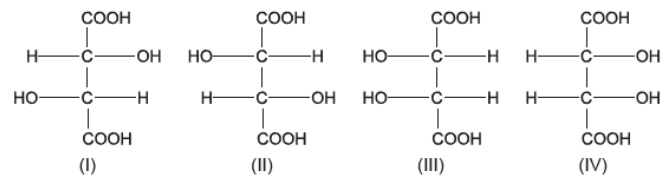
A substância desconhecida pode ser qualquer uma das citadas no texto, pois o ácido propanoico e a hidroxiacetona apresentam entre si

- a) tautomeria.
- b) metameria.
- c) isomeria óptica.
- d) isomeria de cadeia.
- e) isomeria de função.

3 - Uma das observações feitas pelo cientista Louis Pasteur estava relacionada à forma e às propriedades ópticas de duas substâncias isoladas do tártaro. Uma dessas substâncias, o (+)-ácido tartárico, tinha a capacidade, quando dissolvida em água, de rodar o plano da luz polarizada para o lado direito. A outra substância, o ácido paratartárico ou racêmico, era estruturalmente idêntica ao ácido tartárico, mas não desviava o plano da luz polarizada. Pasteur notou que essa substância

cristalizava quando reagia com amônia, formando cristais que eram estruturalmente diferentes um do outro.

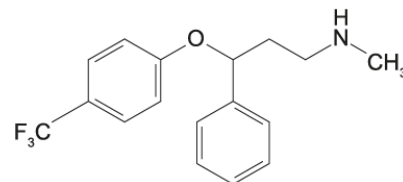
A seguir estão as projeções de Fischer para os estereoisômeros do ácido tartárico.



De acordo as estruturas anteriores, a formação de uma mistura racêmica ocorre pela combinação equimolar dos compostos

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

4 - Um medicamento utilizado como antidepressivo, contra obsessão e antibulímico apresenta como princípio ativo a substância fluoxetina, que apresenta a estrutura a seguir:

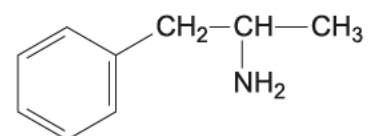


Esse composto apresenta isomeria óptica e apenas um dos enantiômeros tem atividade no organismo. Isso ocorre porque a fluoxetina

- a) exibe carbono quiral, que pode gerar dois isômeros cis e trans.
- b) contém funções orgânicas que interferem em sua atividade óptica.
- c) possui dois carbonos quirais, que geram dois enantiômeros diferentes.
- d) apresenta isômeros com propriedades físico-químicas pouco similares.
- e) tem apenas um carbono quiral e, portanto, dois enantiômeros diferentes.

4 - As anfetaminas são drogas estimulantes, ou seja, alteram o psiquismo, acelerando o funcionamento do cérebro e do sistema nervoso central. O seu uso prolongado pode provocar forte dependência, podendo surgir alucinações e delírios, sintomas denominados "psicose anfetamínica". Em 1937, iniciou-se o comércio de benzedrina, um comprimido usado durante a Segunda Guerra Mundial pelas tropas alemãs para amenizar a fadiga provocada pelo combate.

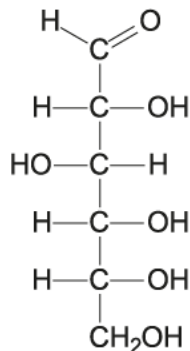
Benzedrina (anfetamina)



A benzedrina, estrutura representada anteriormente, é o nome comercial da mistura racêmica da anfetamina, e é caracterizada por ser uma combinação dos isômeros

- o-1-fenil-2-amino-propano e p-1-fenil-2-amino- -propano.
- (R)-1-fenil-2-amino-propano e (S)-1-fenil-2-amino- -propano.
- (α)-1-fenil-2-amino-propano e (β)-1-fenil-2-amino- -propano.
- (E)-1-fenil-2-amino-propano e (Z)-1-fenil-2-amino- -propano.
- cis-1-fenil-2-amino-propano e trans-1-fenil-2-amino- -propano.

5 - A glicose é um carboidrato considerado uma das principais fontes de energia do corpo humano. O pâncreas é o órgão responsável por produzir a insulina, hormônio que permite a entrada de glicose nas células. Quando o pâncreas está comprometido, ocorre uma deficiência na produção de insulina, o que altera a captação da glicose pelas células, resultando no aumento desse carboidrato no sangue.

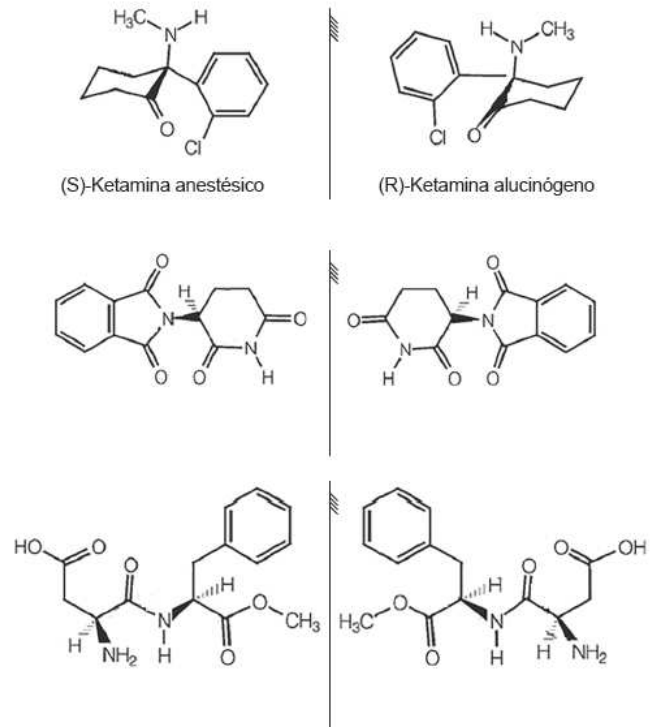


Fórmula estrutural da glicose

Com base na fórmula estrutural da glicose, as quantidades de carbonos assimétricos (quirais) e de isômeros opticamente ativos são, respectivamente,

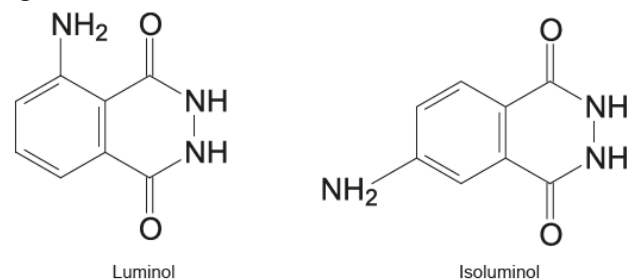
- 2 e 4.
- 3 e 8.
- 4 e 16.
- 5 e 32.
- 6 e 64.

6 - Substâncias químicas com atividades farmacológicas diferentes e muitas vezes opostas podem ser encontradas em formas espaciais diferentes (estereoisômeros). A modificação da orientação espacial dos substituintes ao redor de um centro assimétrico muda completamente o efeito biológico no nosso corpo. Portanto, é de fundamental importância para a indústria farmacêutica fazer a diferenciação das formas espaciais durante a elaboração de medicamentos. A seguir estão listados três fármacos que apresentam a mesma fórmula molecular (isômeros), mas possuem a capacidade de rotacionar a luz polarizada para lados opostos.



- A análise do texto e a observação das estruturas de cada par de isômeros nos permite afirmar que
- a (S)-Ketamina e a (R)-Ketamina são isômeros de função.
 - as formas da Talidomida possuem configurações geométricas diferentes.
 - o (S,S)-Aspartame e o (R,R)-Aspartame são isômeros de posição.
 - cada composto citado é isômero óptico de sua imagem no espelho.
 - a imagem de cada isômero no espelho é exatamente igual ao composto inicial.

7 - A quimiluminescência é a produção de radiação luminosa eletromagnética (inclusive ultravioleta e infravermelho) por uma reação química. Quando esta radiação é emitida por um sistema químico presente em um organismo ou dele derivado, acaba sendo conhecida como bioluminescência. [...] Como exemplo, tem-se dois compostos que participam como substrato em reações de quimiluminescência: o luminol e o isoluminol, cujas estruturas químicas estão representadas a seguir.

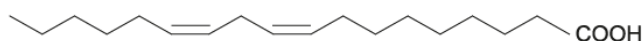


Comparando-se as estruturas apresentadas, o luminol e o isoluminol podem ser considerados isômeros de

- a) função. b) cadeia. c) posição.
d) tautomeria. e) compensação.

8 - O termo CLA (ácido linoleico conjugado) corresponde a uma mistura de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico, sendo que dois destes isômeros possuem atividade biológica. O CLA tem sido investigado pelos seus efeitos benéficos na prevenção e tratamento de uma diversidade de doenças, incluindo a obesidade, câncer, diabetes e as doenças cardiovasculares.

A estrutura a seguir representa o ácido linoleico (AL).



Um dos isômeros presentes nos CLA representa um isômero de posição do AL com uma insaturação no carbono 11. Sua estrutura é corretamente representada por

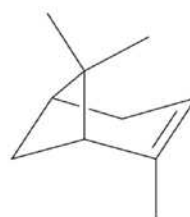
- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

9 - O sabor artificial de frutas ácidas em balas é devido à presença do acidulante H.IV. Esse código industrial designa uma substância conhecida como ácido fumárico, nome trivial do isômero trans do ácido butanodioico.

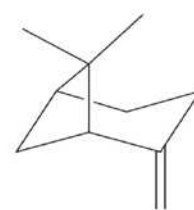
A fórmula espacial da substância supracitada é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

10 - A terebintina ou terebentina é uma mistura de substâncias caracterizada como a porção oleosa e volátil do extrato bruto obtido a partir dos pinheiros da família pinus, sendo composta principalmente de pinenos. A terebentina possui uma série de aplicações como solvente tanto para transformações químicas quanto para tintas e vernizes. Atualmente, tem sido avaliada como matéria-prima na área de síntese orgânica, sendo um ótimo precursor na produção de resinas, pesticidas, aditivos de óleos e cânfora. [...] A figura [...] representa as estruturas dos dois terpenos mais abundantes desta mistura, alfa e beta-pineno.



alfa-pineno



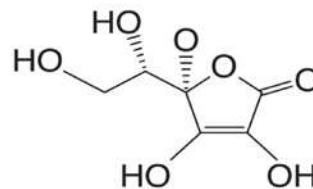
beta-pineno

Ao analisar suas estruturas químicas, verifica-se que os componentes majoritários no óleo de terebentina apresentam isomeria

- a) óptica. b) de cadeia. c) de função.
d) de posição. e) geométrica.

11 - O ácido L-ascórbico, embora apresente "L" em seu nome, tem propriedade dextrógira (d ou +). Essa confusão natural se dá em virtude do uso das letras "D" e

"L" por Emil Fischer para analisar estruturas moleculares em comparação com o (+)-gliceraldeído. A estrutura apresentada refere-se a um dos estereoisômeros do ácido ascórbico.

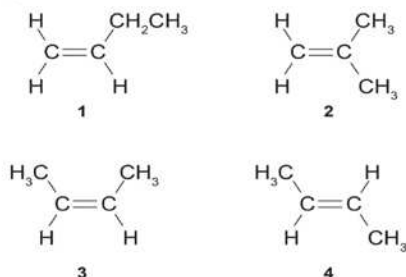


Quantos isômeros dextrógiros o ácido ascórbico tem?

- a) 1 b) 2 c) 4
d) 8 e) 16

12 - Alguns alcenos de cadeia curta podem ser utilizados na indústria como monômeros para diversos processos de

polimerização. A seguir, estão apresentadas as estruturas químicas de alguns desses monômeros e suas propriedades físicas.



Composto	PE (°C) a 1 atm	PF (°C) a 1 atm
1	-6,26	-185,3
2	-6,90	-140,4
3	3,73	-138,9
4	0,96	-105,5

Os compostos que estão no estado líquido nas condições normais de temperatura e pressão são

- a) enantiômeros. b) isômeros de função.
c) isômeros de cadeia. d) isômeros de posição.
e) isômeros geométricos.

13 - A solução ideal para o combate aos insetos seria o desenvolvimento de agentes altamente específicos que viessem atacar apenas as espécies nocivas, não

permitissem o desenvolvimento de resistência e não colocassem em risco a preservação do meio ambiente. Ante essas condições, os feromônios ocupam lugar de destaque. Por serem substâncias naturais que regulam comportamentos essenciais para a sobrevivência da espécie, é pouquíssimo provável que os insetos possam vir a desenvolver algum tipo de resistência aos feromônios, similar ao que ocorre com agrotóxicos tradicionais. [...]

TEXTO II

A broca-da-cana-de-açúcar é uma das principais pragas da cana-de-açúcar [...]. Os feromônios de agregação, representados a seguir, são usados para monitoramento, empregados em armadilhas.



O controle da broca-da-cana-de-açúcar por meio de feromônios é feito mediante o emprego de

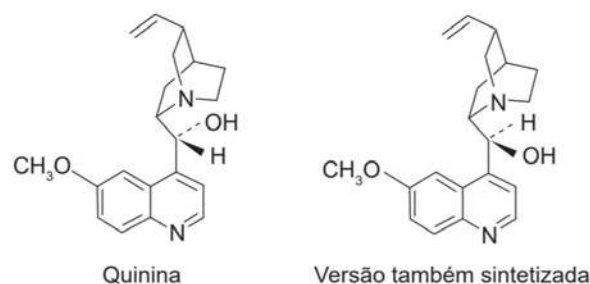
- a) tautômeros. b) enantiômeros.
c) isômeros de cadeia. d) isômeros de função.
e) isômeros de posição.

14 - ketamina é uma substância frequentemente utilizada para induzir anestesia em pacientes. Essa substância, entretanto, apresenta uma particularidade: dependendo de como os átomos de suas moléculas estão dispostos no espaço, ela pode funcionar como anestésico ou alucinógeno. As duas formas apresentam a mesma sequência estrutural e propriedades físicas, o que torna difícil separá-las.

As duas formas da substância citada apresentam uma relação denominada:

- a) Alotropia. b) Tautomeria.
c) Metameria. d) Enantiomeria.
e) Isomeria constitucional.

15 - A representação da fórmula estrutural da quinina envolve o desafio de determinar algumas de suas ligações químicas em torno de certos átomos de carbono no espaço. A natureza muitas vezes produz somente um composto de um par como o representado a seguir. No entanto, quando os químicos tentam sintetizar apenas uma dessas substâncias, não conseguem evitar que se obtenha uma mistura das duas. A semelhança entre elas é tão grande que separar uma da outra é complicado e leva tempo.



Qual é o tipo de isomeria apresentado por essas substâncias?

- a) Metameria. b) Tautomeria.
c) Geométrica. d) Enantiomeria.
e) Constitucional.

Gabarito

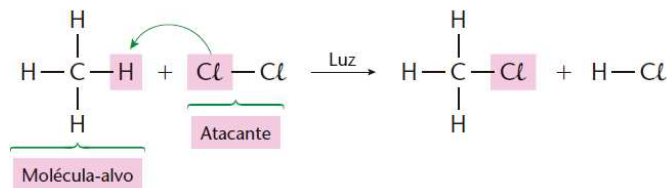
Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	E	A	D	E	D	E	D	B	E	C	E	C

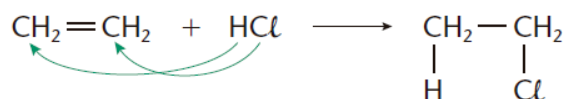
Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	E	E	B	C	D	C	B	D	D	B	E

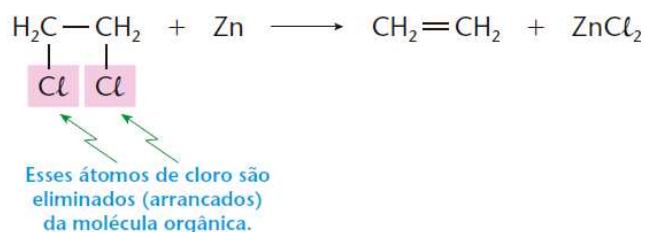
Questão	13	14	15
Gabarito	C	D	D



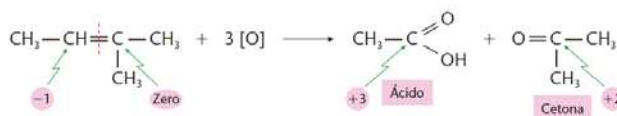
B - Reação de Adição: ocorrem quando se adiciona um reagente a uma molécula orgânica.



C - Reação de Eliminação: a partir de um composto orgânico, obtêm-se dois compostos (um orgânico e outro inorgânico).



D - Reação de Oxidação: é caracterizada pelo aumento do valor do nox do carbono.



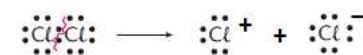
2 – Tipos de Quebra das Ligações?

- **Cisão Homolítica:** a quebra da ligação química ocorre por igual, ou seja, cada átomo fica com seu elétron. Esse tipo de quebra é favorecido pela ação da luz.



Observe que na cisão temos a formação de radicais livres (elétrons desemparelhados).

- **Cisão Heterolítica:** a quebra da ligação química ocorre de forma desigual, ou seja, um dos átomos fica com os dois elétrons da ligação resultando na formação de íons. Esse tipo de quebra ocorre mediante a presença de catalisador.



Aula 32: Reações Orgânicas

1 – Classificação Geral das Reações Orgânicas:

A - Reação de Substituição: Troca-se um átomo ou grupo de átomos de um composto orgânico por outro átomo ou grupo de átomos.

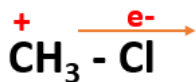
Exemplo:

3 – Efeito Indutivo:

Efeito indutivo é a atração ou repulsão de pares eletrônicos formadores de ligações simples, decorrente da diferença de eletronegatividade dos átomos formadores da ligação.

Quando ligado a cadeia carbônica temos elementos de eletronegatividade maior que o carbono (Ex: F, O, N, Cl, Br, I e S) temos o efeito indutivo retirador de elétrons deixando o carbono com carga positiva o que faz o carbono ser atacado com certa facilidade por espécies negativas (nucleófilos).

Exemplo:



Quando ligado a cadeia carbônica temos elementos de eletronegatividade menor que o carbono (Ex: Metais) temos o efeito indutivo doador de elétrons deixando o carbono com carga negativa o que faz o carbono ser atacado com certa facilidade por espécies positivas (eletrófilos).

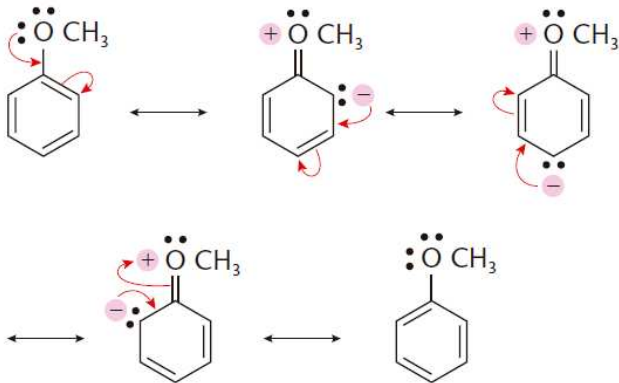
Exemplo:



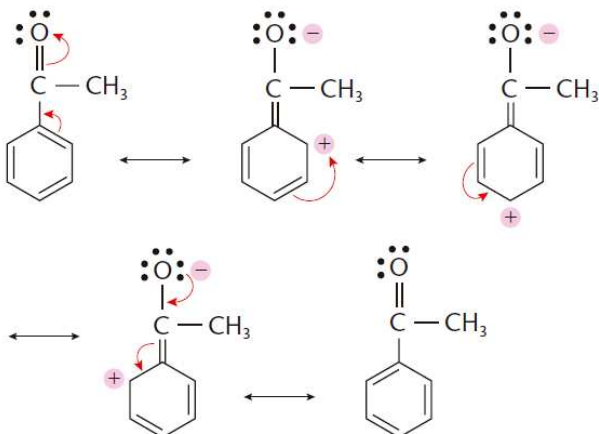
4 – Efeito Ressonante:

É a atração ou repulsão dos elétrons em ligações π das ligações duplas ou triplas, quando eles entram em ressonância com o próprio anel benzênico.

Quando ligado diretamente ao anel temos um átomo que não faz ligação π teremos um efeito ressonante doador de elétrons que deixa os carbonos orto e para do anel com cargas negativas.



Quando ligado diretamente ao anel temos um átomo que não faz ligação π teremos um efeito ressonante retirador de elétrons que deixa os carbonos orto e para do anel com cargas positivas.

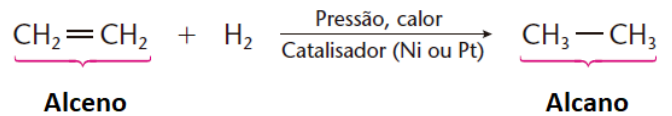


Tais efeitos são importantes para prever as reações orgânicas.

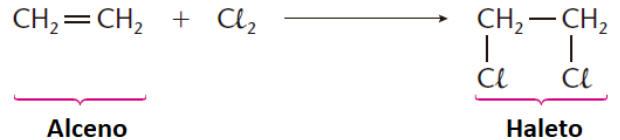
5 – Reações de adição:

A - Adição à ligação dupla:

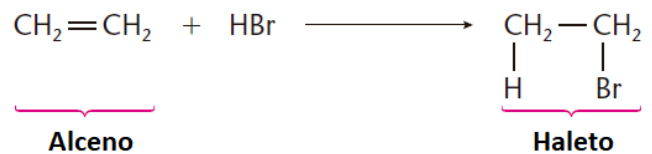
- Hidrogenação:



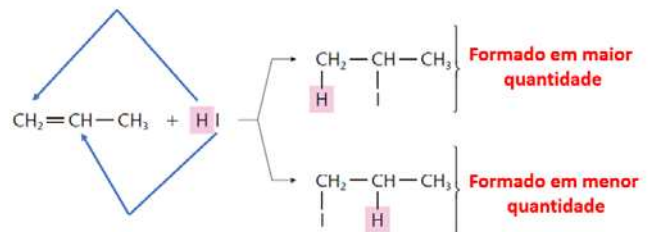
- Halogenação:



- Adição de Halogenidretos (Ex: HCl)



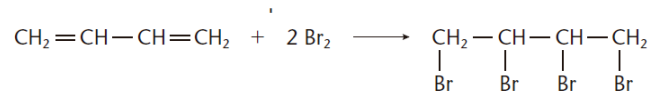
Detalhe 1: regra de Markownikoff - o hidrogênio deve ser adicionado ao carbono mais hidrogenado da ligação dupla.



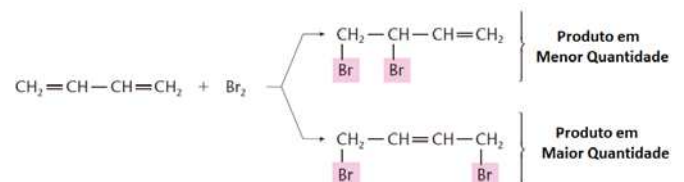
Detalhe 2: efeito Kharasch - se no meio reacional tivermos peróxido ocorre o inverso a regra de Markownikoff, ou seja, o hidrogênio irá entrar no carbono menos hidrogenado da dupla.

B - Adição as ligações duplas conjugadas:

As regras da situação anterior são aplicadas a situação atual. Exemplo:



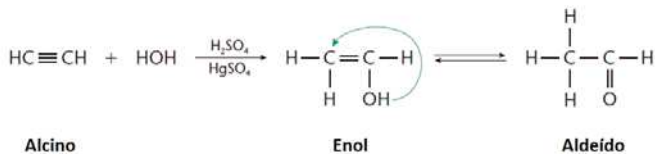
Detalhe 3: se o Br_2 for adicionado em quantidade inferior ao desejado iremos observar a seguinte situação abaixo:



C - Adição à ligação tripla:

As regras aplicadas aos alcenos também são aplicadas aos alcinos.

Exemplo:









Alcino

Enol

Aldeído

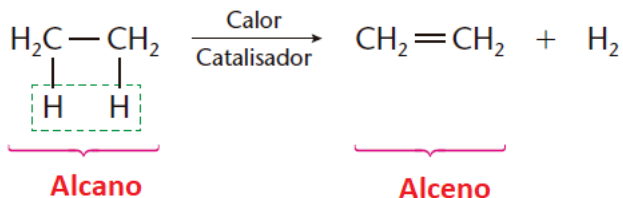
D - Adição à ciclanos:

Reagente Ciclano	H ₂	Br ₂	HBr
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (Ni; 120 °C) Adição	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$ Adição	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{Br} \end{array}$ Adição
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (Ni; 200 °C) Adição	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$ Adição	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$ Adição
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (Pt; 300 °C) Adição	 + HBr Substituição	—
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Adição	 + HBr Substituição	—

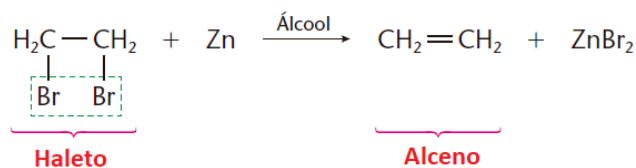
Podemos chegar à conclusão de que os anéis de três e quatro carbonos quebram com maior facilidade, permitindo reações de adição, enquanto os anéis de cinco e seis carbonos são mais resistentes ao processo de quebra. Nesses anéis ocorrem preferencialmente as reações de substituição.

6 – Reação de Eliminação:

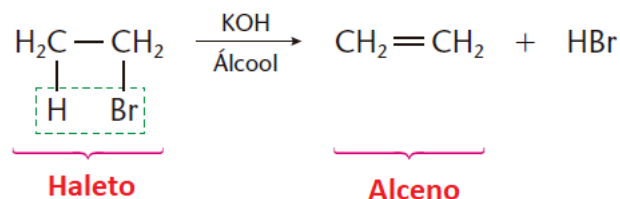
A - Desidrogenação: remoção de hidrogênios.



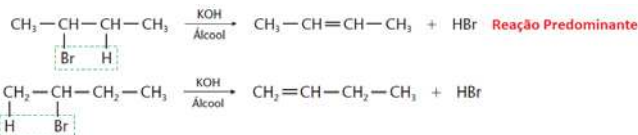
B - De-halogenação: remoção de halogênios.



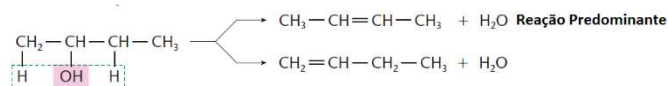
C - Desidro-halogenação: remoção de HX, onde X é um halogênio.



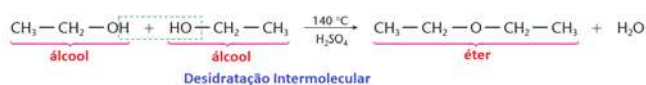
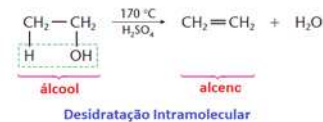
Detalhe 4: regra de Saytzeff - na desidro-halogenação o hidrogênio que deve ser removido é o do carbono de menor hidrogenação.



D - Desidratação: obedece a regra de Saytzeff.



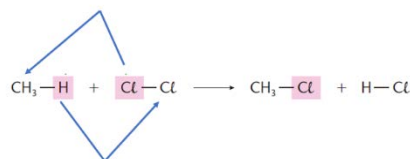
Na desidratação dos álcoois, é importante ainda notar duas possibilidades:



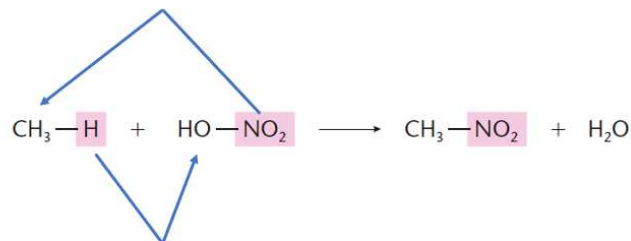
7 – Reação de Substituição:

A - Substituição em Alcanos:

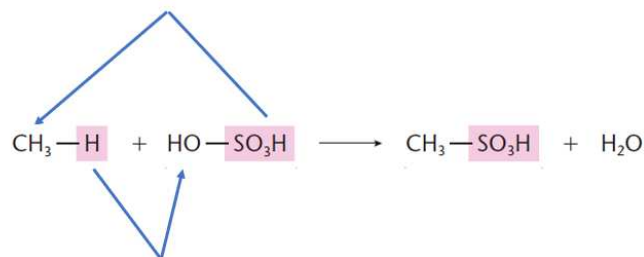
- **Halogenação:** substituição de hidrogênio por um halogênio (Cloro ou Bromo):



- **Nitração:** substituição do hidrogênio pelo grupo nitro (-NO₂).

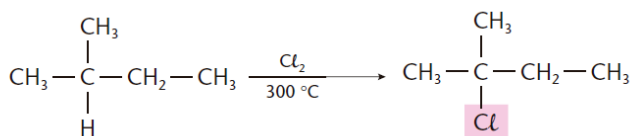


- **Sulfonação:** substituição do hidrogênio pelo grupo nitro (-SO₃H).

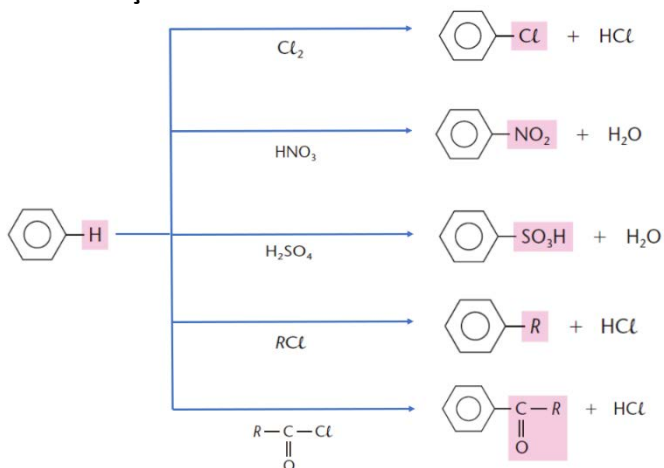


Detalhe 5: em alcanos mais complexos a preferência é substituir o hidrogênio do carbono 3º. Não havendo hidrogênio terciário devemos substituir o hidrogênio 2º. Não havendo nenhum dos dois a substituição será no hidrogênio 1º.

Exemplo:



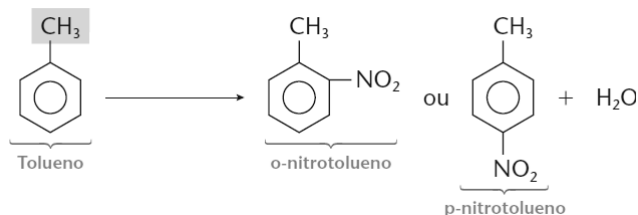
B - Substituição em Aromáticos:



Detalhe 6:

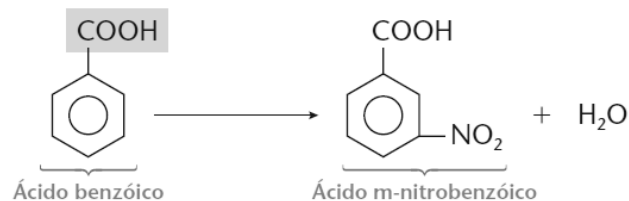
- Se ligado ao anel aromático tivermos um grupo ressonante doador de elétrons a substituição irá ocorrer nos hidrogênios orto e para do anel.

Exemplo:



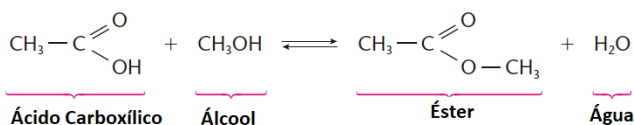
- Se ligado ao anel aromático tivermos um grupo ressonante retirador de elétrons a substituição irá ocorrer no hidrogênio da posição meta.

Exemplo:

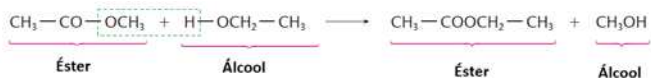


C - Outras substituições importantes:

- Esterificação:

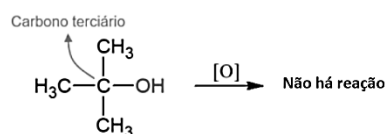
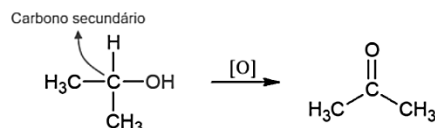
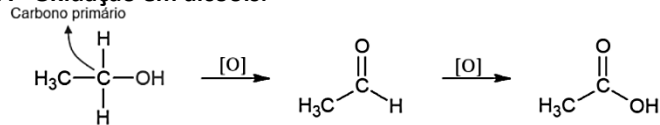


- Transesterificação:



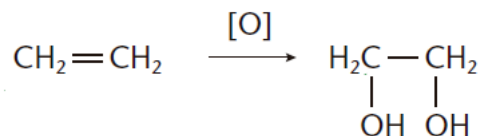
8 - Reação de Oxidação:

A - Oxidação em álcoois:

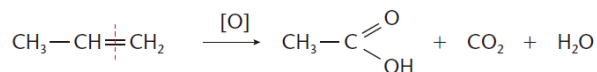
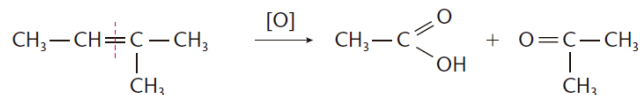


B - Oxidação em alenos:

- Oxidação branda: ocorre diante de um agente oxidante (KMnO_4 ou $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em $\text{pH} \geq 7$.



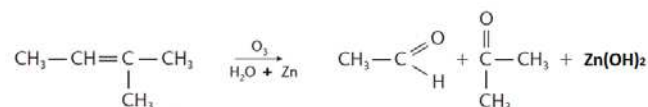
- Oxidação Energica: ocorre diante de um agente oxidante (KMnO_4 ou $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em $\text{pH} < 7$.



Podemos perceber que o tipo de produto obtido depende da posição da ligação dupla:

- carbono primário produz CO_2 e H_2O ;
- carbono secundário produz ácido carboxílico;
- carbono terciário produz cetona.

- Ozonólise:



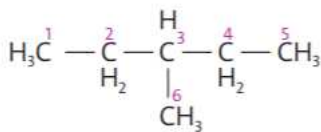
Podemos perceber que o tipo de produto obtido depende da posição da ligação dupla:

carbono primário ou secundário da ligação dupla produz aldeídos;

- carbono terciário produz cetona.

Exercícios Fundamentais

1 - No 3-metilpentano, cuja estrutura está representada a seguir, o hidrogênio mais facilmente substituível por halogênio está situado no carbono de número:



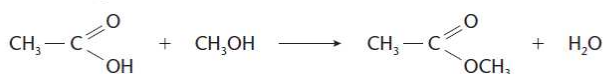
- a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

2 - Uma maneira de identificar álcoois primários, secundários e terciários é a oxidação com solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) na presença de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Na reação de oxidação, além da produção de outros compostos orgânicos, são produzidos água, sulfato de potássio (K_2SO_4) e sulfato de crômio (III) [$Cr_2(SO_4)_3$].

Quanto ao teste mencionado, é correto afirmar que a oxidação do:

- a) metil-2-propanol pode produzir uma cetona.
b) 2-propanol pode produzir um ácido carboxílico.
c) 2-propanol pode produzir um aldeído.
d) 1-propanol pode produzir uma cetona.
e) 1-propanol pode produzir um aldeído.

3 - Considere a reação representada abaixo:



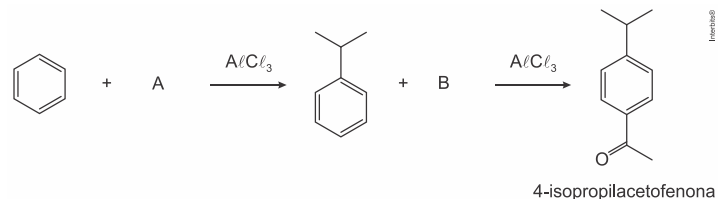
Se, em outra reação, *semelhante à primeira*, a mistura de ácido acético e metanol for substituída pelo ácido 4-hidroxibutanóico,

os produtos da reação serão água e um:

- a) ácido carboxílico insaturado com 4 átomos de carbono por molécula.
b) éster cíclico com 4 átomos de carbono por molécula.
c) álcool com 4 átomos de carbono por molécula.
d) éster cíclico com 5 átomos de carbono por molécula.
e) álcool com 3 átomos de carbono por molécula.

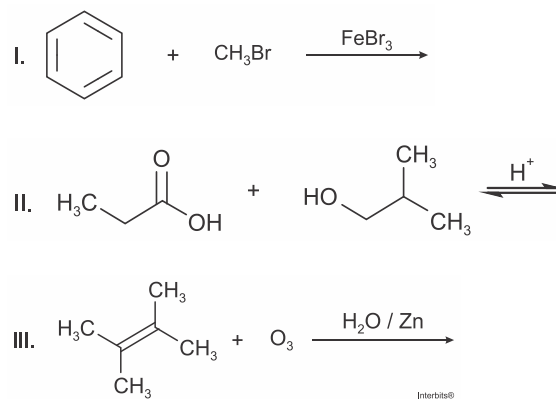
4 - A 4-isopropilacetofenona é amplamente utilizada na indústria como odorizante devido ao seu cheiro característico de violeta. Em pequena escala, a molécula em questão pode ser preparada por duas reações características de compostos

aromáticos: a alquilação de Friedel-Crafts e a acilação.



Marque a alternativa que descreve os reagentes A e B usados na produção da 4-isopropilacetofenona.

- a) 1-cloropropano e cloreto de propanoila.
b) Cloreto de propanoila e 1-cloroetano.
c) Propano e propanona.
d) 2-cloropropano e cloreto de etanoila.
e) 2-cloropropano e propanona.
5 - Em condições apropriadas, são realizadas as três reações orgânicas, representadas abaixo.

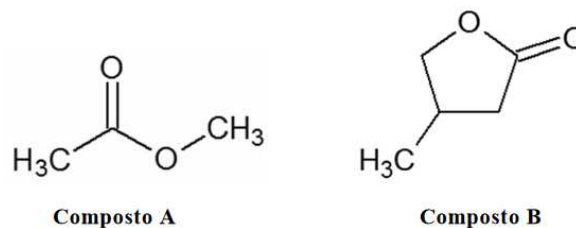


Assim, os produtos orgânicos obtidos em I, II e III, são respectivamente,

- a) bromobenzeno, propanoato de isopropila e acetona.
b) tolueno, propanoato de isobutila e propanona.
c) metilbenzeno, butanoato de isobutila e etanal.
d) metilbenzeno, isobutanoato de propila e propanal.
e) bromobenzeno, butanoato de propila e propanona.

Exercícios Aprofundados

6 - Abaixo estão representadas as fórmulas estruturais dos compostos A e B, obtidos por meio de duas sínteses orgânicas distintas e em condições adequadas.

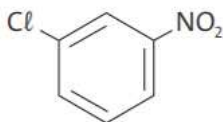


Assim, a alternativa que traz, respectivamente, considerando as condições adequadas para tal, os reagentes orgânicos utilizados na obtenção dos compostos A e B é

- a) A: etanol e ácido acético; B: ácido butanoico e etanol.
- b) A: ácido metanoico e etanol; B: isopropano e ácido acético.
- c) A: metanol e ácido etanoico; B: ácido butanoico e etanol.
- d) A: ácido acético e metanol; B: ácido 4-hidroxi-3-metilbutanoico.
- e) A: etanol e metanol; B: ácido 4-hidroxi-3-metilbutanoico.

7 - Em relação aos grupos $-\text{NO}_2$ e $-\text{Cl}$, quando ligados ao anel aromático, sabe-se que:

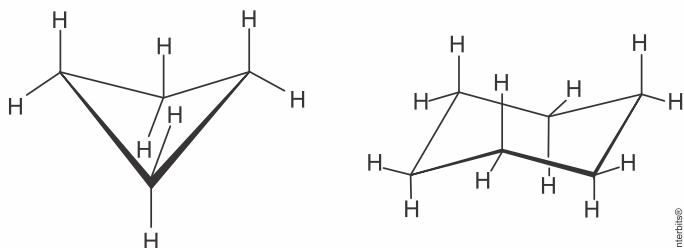
- o grupo cloro é orto e para dirigente;
- o grupo nitro é meta dirigente. No composto abaixo provavelmente ocorreu:



- a) nitração do clorobenzeno.
- b) redução de 1-cloro-3-aminobenzeno.
- c) cloração do nitrobenzeno.
- d) halogenação do orto-nitrobenzeno.
- e) nitração do cloreto de benzila.

8 - Os cicloalcanos reagem com bromo líquido (Br_2) em reações de substituição ou de adição. Anéis cíclicos com grande tensão angular entre os átomos de carbono tendem a sofrer reação de adição, com abertura de anel. Já compostos cíclicos com maior estabilidade, devido à baixa tensão nos ângulos, tendem a sofrer reações de substituição.

Considere as substâncias ciclobutano e cicloexano, representadas a seguir



Em condições adequadas para a reação, pode-se afirmar que os produtos principais da reação do ciclobutano e do cicloexano com o bromo são, respectivamente,

- a) bromociclobutano e bromocicloexano.
- b) 1,4 -dibromobutano e bromocicloexano.
- c) bromociclobutano e 1,6-dibromoexano.
- d) 1,4 -dibromobutano e 1,6-dibromoexano.

9 - O craqueamento catalítico é um processo utilizado na indústria petroquímica para converter algumas frações do petróleo que são mais pesadas (isto é, constituídas por compostos de massa molar elevada) em frações mais leves, como a gasolina e o GLP, por exemplo. Nesse processo, algumas ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular são rompidas, sendo geradas moléculas menores. A respeito desse processo, foram feitas as seguintes afirmações:

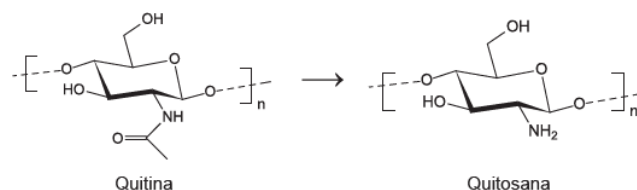
- I. O craqueamento é importante economicamente, pois converte frações mais pesadas de petróleo em compostos de grande demanda.
- II. O craqueamento libera grande quantidade de energia, proveniente da ruptura de ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular.
- III. A presença de catalisador permite que as transformações químicas envolvidas no craqueamento ocorram mais rapidamente.

Está correto o que se afirma em

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

10 - A quitosana é uma fibra formada por um aminopolissacarídeo derivado da quitina, um polímero de ocorrência natural obtido a partir de exoesqueletos de crustáceos. Dentre as inúmeras características que distinguem quitina e quitosana dos demais polissacarídeos, destacam-se a atividade antimicrobiana e os efeitos coagulantes, hipocolesterolêmicos e hipolipidêmicos.

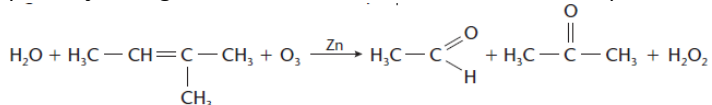
O processo de obtenção da quitosana a partir da quitina é representado da seguinte forma:



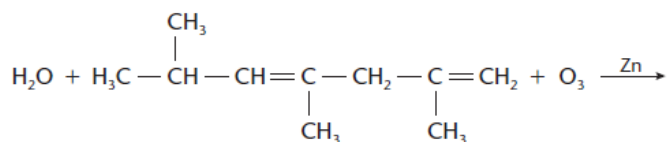
O processo químico que caracteriza essa transformação é

- a) oxidação.
- b) polimerização.
- c) peptização.
- d) desacetilação.
- e) descarboxilação.

11 - A ozonólise é uma reação de oxidação de alcenos, em que o agente oxidante é o gás ozônio. Essa reação ocorre na presença de água e zinco metálico, como indica o exemplo:



Considere a ozonólise, em presença de zinco e água, do dieno representado a seguir:



Identifique a alternativa que apresenta os compostos orgânicos formados durante essa reação:

- Metilpropanal, metanal, propanona e etanal
- Metilpropanal, ácido metanóico e 2,4-pentanodiol
- Metilpropanona, metano e 2,4-pentanodiona
- Metilpropanal, metanal e 2,4-pentanodiona
- Metilpropanol, metanol e ácido 2,4-pentanodióico

12 - Uma importante classe de compostos orgânicos é aqueles que apresentam átomos de halogênio e magnésio, conhecidos como haletos de organo-magnésio, ou compostos de Grignard, que hoje possuem uma importante aplicabilidade laboratorial, destacando-se o cloreto de etilmagnésio ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgCl}$), o brometo de propilmagnésio ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgBr}$) e o brometo de fenilmagnésio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$). Os compostos de Grignard possuem mecanismos reacionais bem definidos. Considerando a reação entre a propanona (CH_3COCH_3) e o cloreto de metilmagnésio (CH_3MgCl) em meio ácido, o composto orgânico resultante da reação é um

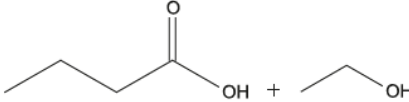
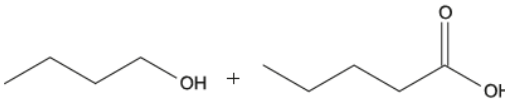
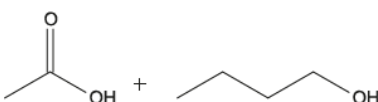
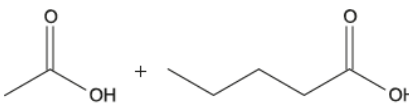
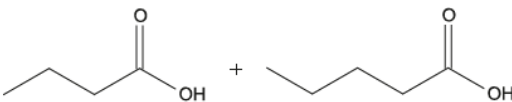
- éster.
- hidrocarboneto.
- álcool primário.
- álcool terciário.
- haleto de aquila.

Exercícios ENEM e Simulados

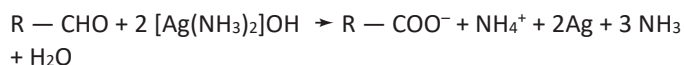
1 - Ésteres são encontrados em diversos lugares, tanto em frutas quanto em alimentos industrializados. Na indústria química, esses compostos são comumente utilizados em essências e perfumes, pois apresentam odor bastante agradável. Muitas frutas possuem ésteres em sua composição, como demonstrado na tabela a seguir.

Tipo de fruta	Exemplo
Cítrica	Butanoato de etila (abacaxi) e butanoato de pentila (pêssego)
Doce	Etanoato de pentila (banana) e etanoato de butila (maçã)

Dessa forma, para produzir um aroma semelhante ao de uma fruta cítrica usando uma reação de esterificação, um químico precisará partir de quais reagentes?

- 
- 
- 
- 
- 

2 - O processo de fabricação de espelhos começa com uma limpeza profunda da superfície de um vidro por meio do uso de água desmineralizada. A segunda etapa de produção consiste em uma reação química que confere ao vidro uma camada de prata, de acordo com a reação genérica representada a seguir. Considere R um hidrocarboneto alifático qualquer.

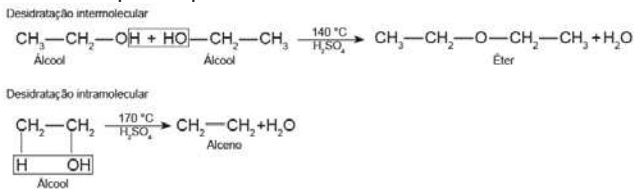


Na reação responsável pela deposição da prata no vidro, o(a)

- carbono sofre oxidação.
- nitrogênio sofre redução.
- prata metálica é o agente redutor.
- aldeído atua como agente oxidante.
- água causa o desproporcionamento da prata.

3 - A desidratação de álcoois é normalmente realizada adicionando-se ácido sulfúrico como desidratante, em elevadas temperaturas. A reação, que ocorre a 140 °C, é realizada de modo intermolecular, e a eliminação de água por parte de duas moléculas de álcool leva à formação de um

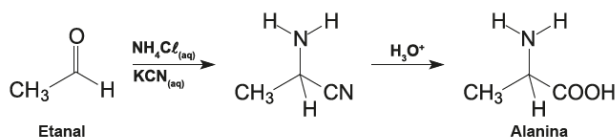
composto de função orgânica éter. Quando essa mesma reação é realizada a 170 °C, ela passa a ocorrer de modo intramolecular, e a eliminação de água a partir de uma única molécula de álcool leva à formação de um alceno, como mostra o esquema para o etanol.



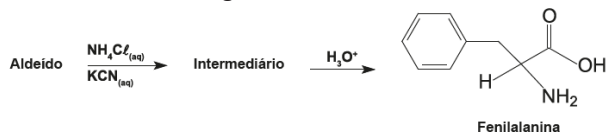
Considerando as reações de desidratação intermolecular e intramolecular apresentadas, para o butan-2-ol, quais seriam os produtos principais formados nessas reações, respectivamente?

- Sec-butil éter e but-2-eno.
- Isobutil éter e but-1-eno.
- Terc-butil éter e butano.
- Sec-butil éter e but-1-eno.
- Isobutil éter e but-2-eno.

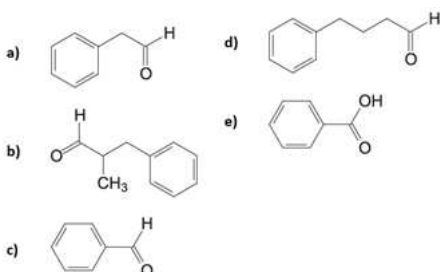
4 - Um aminoácido, como a alanina, pode ser obtido por meio de um aldeído, conforme a sequência reacional mostrada a seguir:



A fenilalanina também pode ser obtida pela mesma sequência reacional, conforme segue:

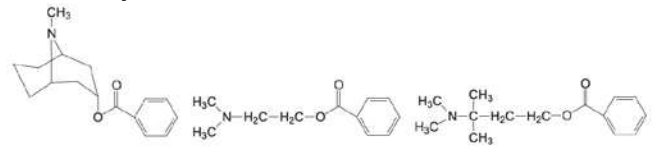


O aldeído a partir do qual se obtém a fenilalanina está corretamente representado em



5 - Anestésico local pode ser definido como uma droga que pode bloquear de forma reversível a transmissão do estímulo nervoso no local onde for aplicado, sem ocasionar alterações no nível de consciência. Os anestésicos locais possuem, em sua maioria, um grupo aromático associado a um grupo amina.

Esses dois grupos são ligados por uma cadeia intermediária que determina a classificação do anestésico local como amida ou éster. A classificação do anestésico pode ser feita a partir de uma reação de hidrólise em meio ácido.



Para a identificação dos três anestésicos apresentados anteriormente, foram feitas as respectivas hidrólises, sendo obtido um composto comum que é o

- 2-(dimetil-amino) etanol.
- ácido benzoico.
- benzaldeído.
- benzeno.
- metil.

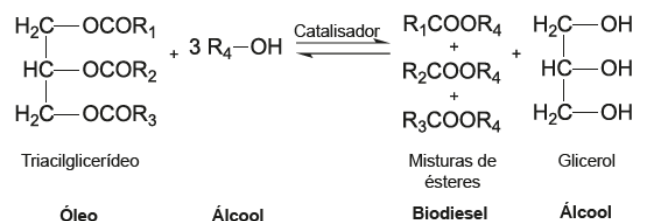
6 - A fosfoetanolamina é um composto orgânico produzido pelo corpo humano. Segundo estudos, essa substância estaria relacionada à formação das membranas celulares e apresentaria uma função sinalizadora para ajudar o sistema imunológico a ser eficiente na eliminação de células malignas. Na década de 1980, foi estabelecida uma rota reacional, representada a seguir, de produção da fosfoetanolamina sintética a partir de ácido fosfórico e 2-aminoetanol.



A reação de produção da fosfoetanolamina pode ser caracterizada como uma

- esterificação.
- hidrólise.
- neutralização.
- oxidação.
- redução.

7 - Uma grande variedade de óleos vegetais pode ser utilizada para a preparação do biodiesel. Entre os mais estudados encontram-se os óleos de soja, girassol, palma e coco, sendo a composição diversificada dos ácidos graxos desses óleos um fator que influencia nas propriedades do biodiesel. Óleos vegetais usados também são considerados como uma fonte promissora para obtenção desse biocombustível, em função do baixo custo e por envolver reciclagem de resíduos. A reação de obtenção do biodiesel – transesterificação – é exemplificada a seguir, em que R₁, R₂, R₃ e R₄ são cadeias de hidrocarbonetos.



A reação citada pode ser classificada como uma

- substituição radicalar.
- eliminação eletrofílica.
- eliminação nucleofílica.
- substituição eletrofílica.

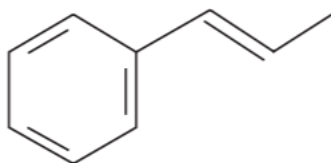
e) substituição nucleofílica.

8 - Alguns materiais poliméricos não podem ser utilizados para a produção de certos tipos de artefatos, seja por limitações das propriedades mecânicas, seja pela facilidade com que sofrem degradação, gerando subprodutos indesejáveis para aquela aplicação. Torna-se importante, então, a fiscalização, para determinar a natureza do polímero utilizado na fabricação do artefato. Um dos métodos possíveis baseia-se na decomposição do polímero para a geração dos monômeros que lhe deram origem. A decomposição controlada de um artefato gerou a diamina $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ e o diácido $\text{HO}_2\text{C}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$.

Logo, o artefato era feito de

- a) poliéster. b) poliamida. c) polietileno.
d) poliacrilato. e) polipropileno.

9 - O permanganato de potássio (KMnO_4) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o KMnO_4 é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.

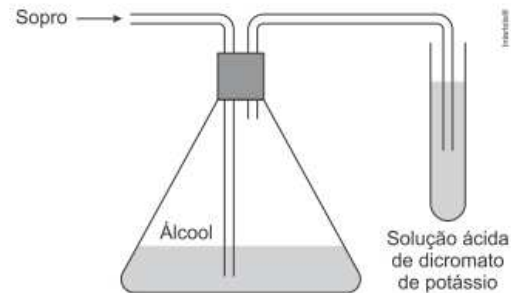


1-fenil-1-propeno

Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de KMnO_4 , são:

- a) Ácido benzoico e ácido etanoico.
b) Ácido benzoico e ácido propanoico.
c) Ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
d) Ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
e) Ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.

10 - Um bafômetro simples consiste em um tubo contendo uma mistura sólida de dicromato de potássio em sílica umedecida com ácido sulfúrico. Nesse teste, a detecção da embriaguez por consumo de álcool se dá visualmente, pois a reação que ocorre é a oxidação do álcool a aldeído e a redução do dicromato (alaranjado) a cromo (III) (verde) ou cromo (II) (azul).



A equação balanceada da reação química que representa esse teste é:

- a) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
c) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g})$
d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$
e) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3\text{-CHO}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{g})$

11 - Etileno, ou eteno, é um produto químico essencial usado para produzir polímeros na indústria petroquímica, como óxido de etileno, polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET) e cloreto de polivinila (PVC). Praticamente toda a produção mundial de eteno é baseada no craqueamento de nafta e do gás liquefeito de petróleo (GLP). Devido à limitada fonte de recursos fósseis e à crescente preocupação mundial com o meio ambiente, pesquisas visando rotas alternativas para a produção de eteno a partir do etanol, uma fonte renovável, têm atraído a atenção de pesquisadores no mundo todo.

A produção do etileno utilizando a fonte renovável descrita como reagente de partida ocorre por meio de uma reação denominada:

- a) Adição. b) Oxidação. c) Substituição.
d) Desidratação. e) Hidrogenação.

79- A primeira etapa que ocorre no metabolismo do etanol é a oxidação desse álcool pela enzima álcool desidrogenase (ADH), que o converte em um composto X que, mesmo em pequenas concentrações, é tóxico para o nosso organismo. Em seguida, a enzima aldeído desidrogenase (ALDH) converte o composto X em acetato, que alcança outras partes do organismo pela corrente sanguínea, onde participa de ciclos metabólicos.

A fórmula condensada e o nome do composto X estão corretamente relacionados em:

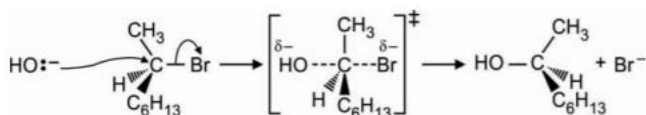
- a) CH_3COH e etanal. b) CH_3COO^- e acetato.
c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ e etanol. d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}$ e propanal.
e) CH_3COOH e ácido etanoico

13 - O processo industrial de hidrogenação de óleos e gorduras é realizado utilizando um catalisador de níquel finamente dividido [...]. O processo, que utiliza óleo refinado e branqueado, ocorre a temperaturas entre 150 e 220 °C e a 15 atm de hidrogênio. Com o desenvolvimento da hidrogenação de óleos na primeira metade do século XX, a gordura vegetal hidrogenada passou a substituir o sebo na formulação das margarinas.

A reação pela qual ocorre a produção de gorduras vegetais hidrogenadas é classificada como de

- a) adição b) oxidação. c) eliminação
d) substituição. e) polimerização.

14 - Por meio de reações orgânicas, é possível obter um grande número de produtos orgânicos, desde os mais simples até os mais complexos, muitos desses produtos fazem parte de nosso cotidiano, seja na natureza, seja de forma controlada em escala industrial. Essas reações podem ser basicamente divididas em três tipos: adição, substituição e eliminação. O octan-2-ol, por exemplo, é utilizado como matéria-prima em diversas aplicações, como sabores e fragrâncias, tintas e revestimentos, adesivos, lubrificantes e combustíveis, e pode ser obtido a partir do 2-bromo-octano de acordo com o mecanismo representado a seguir:

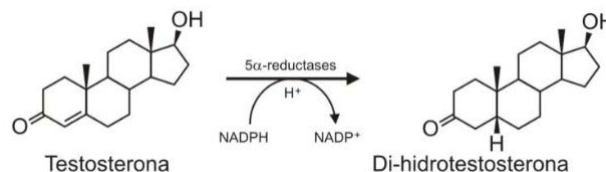


Analisando esse mecanismo, pode-se afirmar que a reação de preparação do octan-2-ol é classificada como uma

- a) substituição nucleofílica $\text{S}_{\text{N}}1$.
b) substituição nucleofílica $\text{S}_{\text{N}}2$.
c) substituição eletrofílica $\text{S}_{\text{N}}1$.
d) eliminação eletrofílica $\text{S}_{\text{N}}1$.
e) eliminação nucleofílica $\text{S}_{\text{N}}2$.

15 - A di-hidrotestosterona (DHT) (nome completo: 5-di-hidrotestosterona, abreviado para 5 α -DHT; INN: androstanolona) é um metabólito biologicamente ativo, o hormônio testosterona, formado principalmente na próstata, testículos, folículos capilares e glândulas adrenais pela enzima 5-redutase por meio da redução da ligação dupla 4,5. A di-hidrotestosterona pertence à classe dos componentes chamados andrógenos, também geralmente chamados de hormônios androgênicos. A DHT é cerca de 30 vezes mais potente que a testosterona devido à sua afinidade aumentada

pelo receptor de andrógenos, sendo também a responsável pela calvície de padrão masculino.



A análise dos dados anteriores permite inferir que a reação de obtenção da di-hidrotestosterona é

- a) uma adição eletrofílica.
b) uma adição nucleofílica.
c) uma substituição eletrofílica.
d) uma substituição nucleofílica.
e) uma oxidação da testosterona.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	E	B	D	B	D	C	B	C	D	D	C

Exercícios ENEM e Simulados

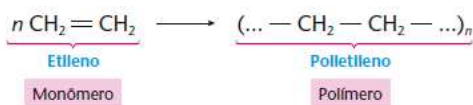
Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	A	A	A	A	B	A	E	B	A	B	D	A

Questão	13	14	15
Gabarito	A	B	A

1 - Conceito:

São compostos de moléculas muito grandes, formados pela repetição de uma unidade molecular pequena, chamada monômero.

Exemplo:



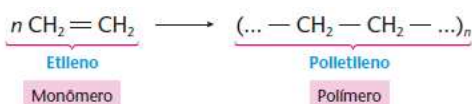
2 - Tipos de Polimerização:

A - Via adição:

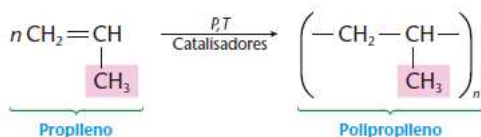
Ocorre pela união de moléculas sem liberação de moléculas de menor complexidade - normalmente para unir tais moléculas ocorre quebra de ligação pi.

Exemplos:

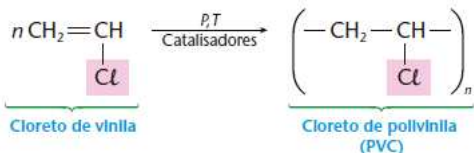
- O polietileno é o plástico mais usado atualmente e se presta à fabricação de objetos domésticos, de brinquedos, de garrafas plásticas e de filmes utilizados na produção de toalhas, cortinas, sacolas plásticas etc. É preparado pela reação:



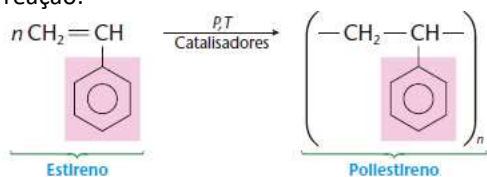
- O polipropileno tem alta resistência à tração. Por isso é usado na fabricação de para-choques, cordas etc. É produzido pela reação:



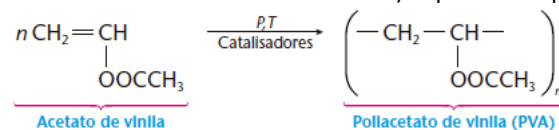
- O cloreto de polivinila (PVC) é usado na fabricação de tubos para encanamento, de sapatos plásticos, de filmes para embalagens etc. Sua preparação se dá pela reação:



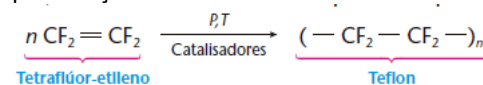
- O poliestireno é usado para fabricar pratos, xícaras etc. Quando aquecido com substâncias que produzem gases, incha, dando origem ao isopor, que é extremamente leve e ótimo isolante térmico. O poliestireno é produzido pela reação:



- O poliacetato de vinila (PVA, do inglês, *polyvinyl acetate*) é usado em gomas de mascar, tintas, adesivos (colas comuns usadas nas escolas e nos escritórios). É produzido pela reação:

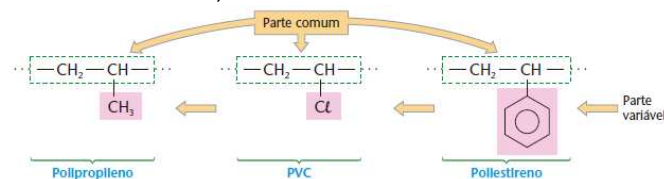


- O teflon tem as seguintes características: alta resistência ao calor e aos reagentes químicos; boa resistência mecânica e baixo coeficiente de atrito; é um bom isolante de eletricidade. Por tudo isso, o teflon é usado em equipamentos químicos, em revestimento de frigideiras e panelas, em engrenagens, mancais e gaxetas, em isolamento elétrico etc. É produzido pela reação:



Os polímeros apresentados até aqui são chamados de polímeros vinílicos, pois todos apresentam o grupo vinila ($\text{CH}_2 = \text{CH} -$), variando-se apenas a ramificação presente, como foi destacado nas fórmulas desta página e da anterior, pelos retângulos coloridos.

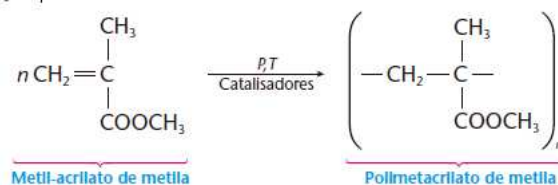
Observando melhor, temos:



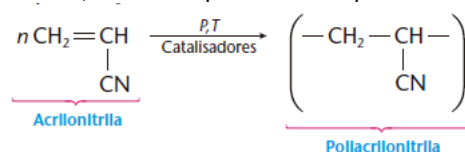
Os dois próximos polímeros mencionados abaixo pertencem ao grupo dos polímeros acrílicos, pois seus monômeros derivam do ácido acrílico ($\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$). De fato, o metil-acrilato de metila é um éster metílico, e a acrilonitrila é a nitrila correspondente ao ácido acrílico:

- O polimetacrilato de metila (chamado comercialmente de plexiglas ou lucite) é o vidro plástico comum, usado em óculos, anúncios luminosos, globos para lâmpadas, domos de iluminação etc.

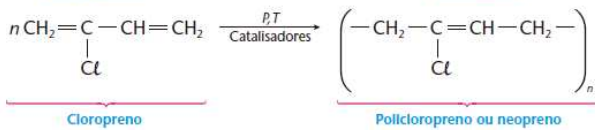
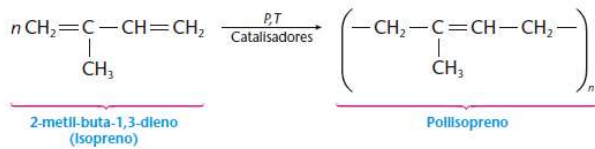
É produzido pela reação:



- A poliacrilonitrila (chamada comercialmente de orlon, darlon etc.) é a lã sintética, usada em cobertores, carpetes, forração de móveis, bichos de pelúcia etc. É produzida pela reação:



Os últimos polímeros de adição são denominados polímeros diênicos porque seus monômeros têm a estrutura de um dieno conjugado ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$). Todos têm propriedades elásticas semelhantes às da borracha natural, sendo por esse motivo denominados borrachas sintéticas ou elastômeros:

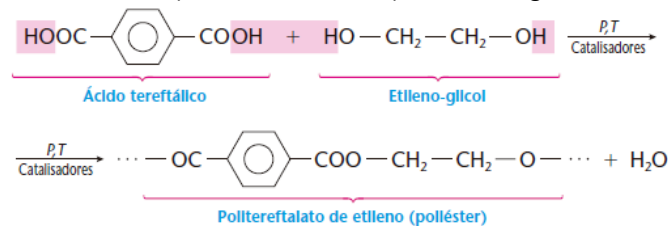


O poliisopreno é a borracha natural, já os outros dois correspondem a Borracha sintética.

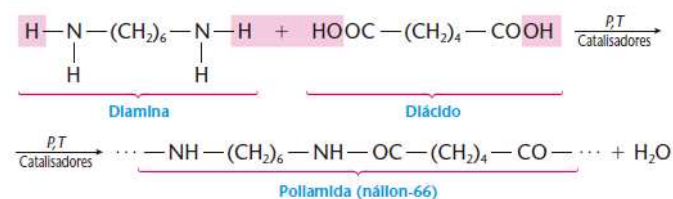
B - Via condensação:

Os polímeros de condensação são obtidos pela reação de dois monômeros, com eliminação de uma substância mais simples (como, por exemplo, H_2O , HCl , NH_3 etc.) e, às vezes, por rearranjos entre as moléculas dos monômeros.

- Os poliésteres são polímeros obtidos pela reação de esterificação entre um poliácido e um poliálcool, repetida muitas vezes. Os poliésteres são usados na produção de varas de pescar, engrenagens e principalmente na fabricação de fibras têxteis, com os nomes comerciais de terilene, tergal etc. Um dos exemplos mais simples é o da reação entre o ácido 1,4-benzenodióico (ou ácido tereftálico) e o etileno-glicol:

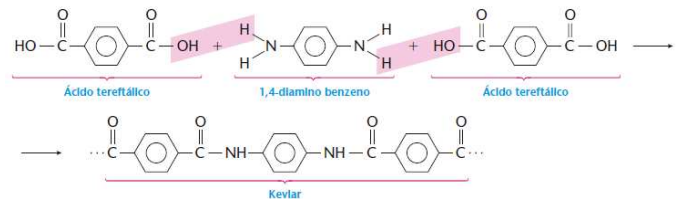


- Os náilons resultam da condensação de diaminas com diácidos. Eles são usados na produção de engrenagens, linhas de pescar, fibras têxteis etc. Um exemplo importante é o do chamado náilon-66, resultante da reação entre uma diamina com 6 átomos de carbono e um diácido também com 6 átomos de carbono (daí a origem do número 66):



- O kevlar é uma fibra mais resistente do que o náilon e do que o aço, e pertence à classe das aramidas, nome dado às poliamidas aromáticas (ao contrário do náilon, que é uma

poliamida alifática). O kevlar é usado em capacetes das forças armadas, em coletes à prova de balas, em roupas contra incêndio, em esquis esportivos especiais etc. É produzido pela reação:

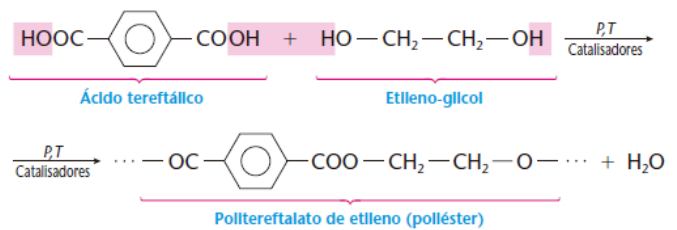
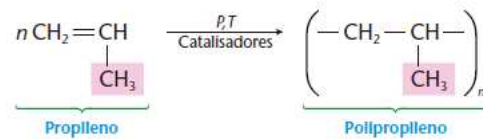


3 - Quanto à composição dos polímeros:

A - Homopolímeros:

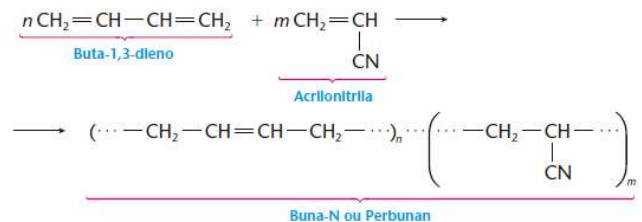
São formados por uma única unidade monomérica.

Ex:



B - Copolímero:

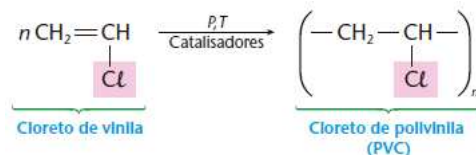
São formados pela combinação de diferentes monômeros.



4 - Quanto à linearidade do polímero:

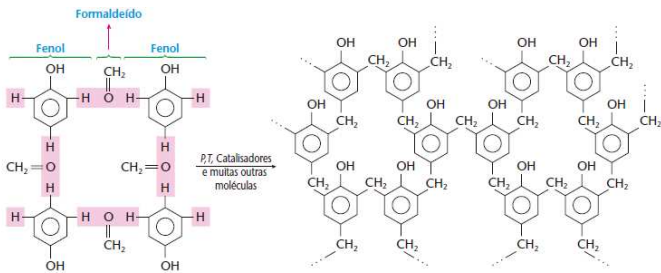
A - Linear:

A polimerização ocorre apenas em uma única direção.



B - Tridimensional:

A polimerização ocorre em duas direções (vertical e horizontal).



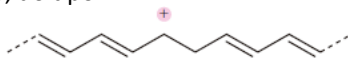
Detalhe: os polímeros lineares são termoplásticos, ou seja, sofrem fusão mediante aquecimento. Já os tridimensionais são termofixos, ou seja, não sofrem fusão mediante aquecimento.

5 - Polímeros Condutores Elétricos:

A idéia geral é a de que os plásticos não conduzem a corrente elétrica. No entanto, até esse fato está na mira dos pesquisadores. Um exemplo é o da polimerização do acetileno, que produz, em condições especiais, o poliacetileno:



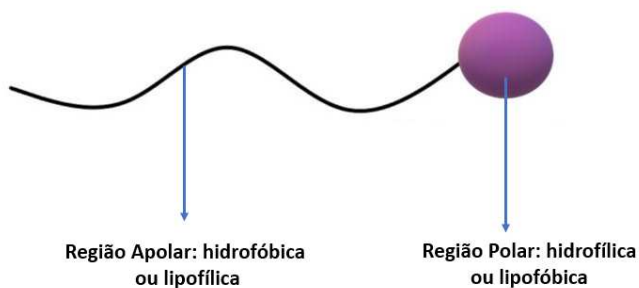
Esse polímero não é condutor, mas a adição de certas substâncias que podem ceder ou retirar elétrons, pode torná-lo, por exemplo, do tipo:



A existência de um (ou mais) ponto positivo (ou negativo) faz com que os elétrons das ligações duplas restantes se desloquem, sob a ação de um campo elétrico, resultando então a condutividade elétrica. Uma das tentativas é a de fabricar, com esses polímeros, pilhas e baterias recarregáveis, que serão mais leves e menos poluentes do que as baterias de chumbo, níquel, cádmio etc.

Sabão e Detergente

1 – Qual a principal característica do sabão e do detergente?

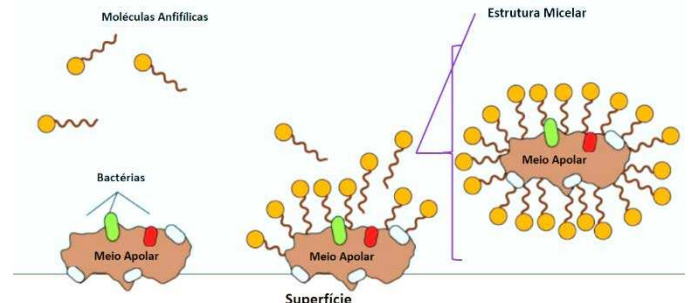


As moléculas com tal característica química (região polar + região apolar) são chamadas de anfifílicas ou anfipáticas.

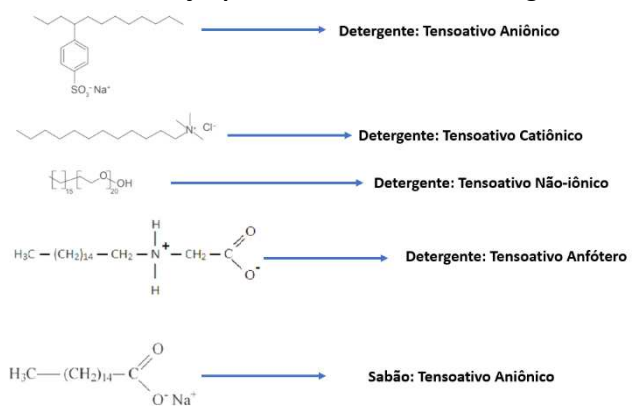
Detalhe 1: toda molécula anfifílicas ou anfipáticas também recebe o nome de agente tensoativo por ser capaz de reduzir a tensão superficial da água. Outro nome que é utilizado é o de agente emulsificante pela capacidade de permitir a interação entre óleo e água formando uma emulsão. Um último termo que é utilizado é o de agente surfactante por atuar na interface entre o óleo e a água.

Detalhe 2: a região apolar é constituída por uma cadeia carbônica extensa o que justifica o etanol não ser uma molécula anfifílica.

2 – Como atua um agente tensoativo?



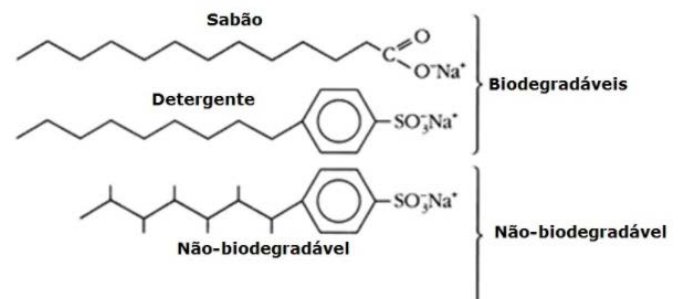
3 – Qual a diferença química entre sabão e detergente?



Detalhe 3: o termo aniônico quer dizer que a carga negativa se encontra na cadeia carbônica - observe que o íon sódio não está na cadeia carbônica. Já o termo catiônico quer dizer que a carga positiva se encontra na cadeia carbônica. O termo não-iônico indica não haver cargas na cadeia carbônica e o termo anfótero indica haver as duas cargas na cadeia carbônica.

Detalhe 4: o sabão possui cadeia carbônica homogênea e na extremidade temos o grupo carboxilato ($-\text{COO}^-$).

4 – Detergente Biodegradável e não-biodegradável:



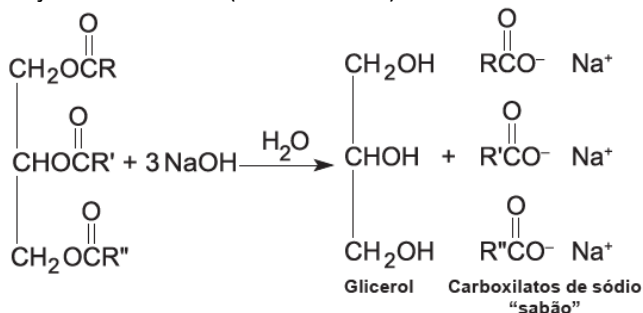
5 – Água Dura:

A água dura é uma água rica em Ca^{2+} e Mg^{2+} que ao entrar em contato com o ânion do sabão permite uma reação de precipitação inativando o sabão.

Os detergentes não sofrem ação da água dura.

6 – Como é produzido o sabão?

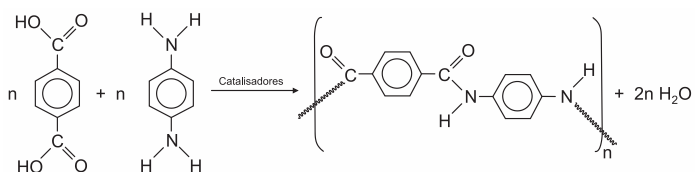
O sabão é obtido via reação de saponificação ou hidrólise básica. Utilizamos gordura ou óleo juntamente com uma solução de base forte (NaOH ou KOH).



Exercícios Fundamentais

1 - Não é de hoje que os polímeros fazem parte de nossa vida; progressos obtidos pelos químicos permitiram avanços importantes em diversas áreas. Os avanços científicos e tecnológicos têm possibilitado a produção de novos materiais mais resistentes ao ataque químico e ao impacto. O Kevlar tem sido utilizado na produção industrial de coletes à prova de balas, além de apresentar característica de isolante térmico.

A obtenção desse polímero ocorre por meio da reação a seguir.

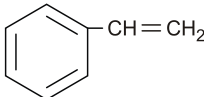


Com base nos dados, é correto afirmar que o polímero é obtido por uma reação de

- condensação e ocorre entre um ácido carboxílico e uma amina secundária.
- desidratação e os grupos funcionais ligados ao anel benzênico ocupam a posição orto e meta.
- adição e o polímero resultante é caracterizado por uma poliamina alifática.
- condensação e o polímero resultante é caracterizado por uma poliamida aromática.
- polimerização e um dos reagentes é o ácido benzoico.

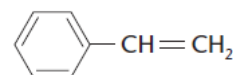
2 - Os polímeros são macromoléculas sintéticas ou naturais formados por unidades estruturais menores denominadas monômeros. O processo de polimerização pode ocorrer por adição ou condensação, sendo que os polímeros de adição são formados a partir de um mesmo monômero que possui uma ou mais insaturações em sua estrutura. Os polímeros diênicos, como o poliisopreno, sofrem preferencialmente uma reação de polimerização de adição 1,4. Assim, analisando as fórmulas

estruturais dadas, o monômero alcadiênico que sofre reação de polimerização por adição 1,4 é

- $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
- $\text{HC}=\text{CH}_2$
 $\quad |$
 $\quad \text{C}\equiv\text{N}$
- $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 
- $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$

Interbits®

3 - O monômero utilizado na preparação do poliestireno é o estireno:



O poliestireno expandido, conhecido como isopor, é fabricado polimerizando-se o monômero misturado com pequena quantidade de um outro líquido. Formam-se pequenas esferas de poliestireno que aprisionam esse outro líquido. O posterior aquecimento das esferas a 90°C , sob pressão normal, provoca o amolecimento do poliestireno e a vaporização total do líquido aprisionado, formando-se, então, uma espuma de poliestireno (isopor). Considerando que o líquido de expansão não deve ser polimerizável e deve ter ponto de ebulição adequado, dentre as substâncias abaixo,

	Substância	Temperatura de ebulição ($^\circ\text{C}$), à pressão ambiente
I	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36
II	$\text{NC}-\text{CH}=\text{CH}_2$	77
III	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$	138

é correto utilizar, como líquido de expansão, apenas:

- I
- II
- III
- I ou II
- I ou III

4 - Os primeiros detergentes produzidos apresentavam problemas com relação à degradação pelo meio ambiente, tornando-se altamente poluidores, pois permaneciam nas águas de rios, lagos etc. por um período muito grande. Nesse caso, devido à permanente agitação das águas, causavam a formação de muita espuma, cobrindo a superfície de rios, estações de tratamento e redes de esgoto. Devido a esse fato, esse tipo de detergente foi, com o passar do tempo, sendo

substituído por outros que possuíam maior degradabilidade. A legislação brasileira atual proíbe tanto a produção como a comercialização de detergentes não biodegradáveis.

A característica determinante para que um detergente seja considerado não biodegradável é a presença de

- quaternário de amônio como ingrediente ativo.
- cloreto de cetilpiridínio em sua composição.
- sais de ácido sulfônico de cadeia longa.
- ramificações na cadeia carbônica.
- carga negativa do íon orgânico.

5 – Nas praias brasileiras, é comum a poluição por piche. Tal poluente é oriundo dos navios que fazem manutenção nos tanques de combustível em alto-mar, o que traz prejuízos ambientais, sociais e econômicos. Ao entrar em contato com a pele, o piche adere, dificultando sua remoção.

Como forma de retirar o piche aderido à pele, a melhor opção seria a aplicação de

- água com sabão.
- água.
- azeite.
- etanol.
- vinagre.

Exercícios Aprofundados

6 – Em certas regiões, a água é rica em íons Ca^{2+} e/ou Mg^{2+} . Esse tipo de água é chamado de água dura. Nela, os sabões não atuam de modo satisfatório, pois ocorre uma reação entre esses cátions e o ânion do sabão, formando um precipitado (composto insolúvel). Isso pode diminuir ou até mesmo anular completamente a eficiência da limpeza.

Para resolver esse problema, os fabricantes adicionam ao produto [detergente] uma substância conhecida como agente sequestrante, cuja função é precipitar os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} antes que eles precipitem o sabão. Um dos agentes sequestrantes mais usados é o tripolifosfato de sódio $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

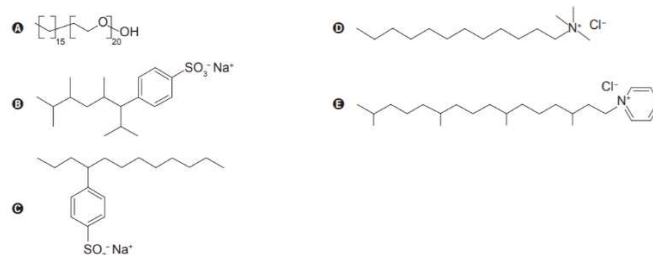
Com relação às reações descritas no texto, é possível afirmar que, sob as mesmas condições, a constante de equilíbrio

- da reação do agente sequestrante com a água dura é maior que a da reação do sabão com a água dura.
- da reação do agente sequestrante com a água dura é menor que a da reação do sabão com a água dura.
- da reação do agente sequestrante com a água dura é igual a da reação do sabão com a água dura.
- da reação do agente sequestrante com a água dura é modificada por causa da ação do sabão.
- da reação do sabão com a água dura é modificada por causa da ação do agente sequestrante.

7 – Tensoativos são compostos orgânicos que possuem comportamento anfífilo, isto é, possuem duas regiões, uma hidrofóbica e outra hidrofílica. O principal tensoativo aniônico sintético surgiu na década de 1940 e teve grande aceitação no

mercado de detergentes em razão do melhor desempenho comparado ao do sabão. No entanto, o uso desse produto provocou grandes problemas ambientais, dentre eles a resistência à degradação biológica, por causa dos diversos carbonos terciários na cadeia que compõe a porção hidrofóbica desse tensoativo aniônico. As ramificações na cadeia dificultam sua degradação, levando à persistência no meio ambiente por longos períodos. Isso levou a sua substituição na maioria dos países por tensoativos biodegradáveis, ou seja, com cadeias alquílicas lineares.

Qual a fórmula estrutural do tensoativo persistente no ambiente mencionado no texto?



8 - A maioria dos surfactantes utilizados atualmente tem origem sintética, sendo produzidos a partir de derivados do petróleo e, devido a sua baixa biodegradabilidade, causam um considerável impacto ao meio ambiente. Os biosurfactantes compõem uma classe de moléculas naturais sintetizadas por microrganismos que possuem propriedades tensoativas, sendo uma alternativa à utilização dos produtos sintéticos pois, além de serem biodegradáveis, apresentam maior especificidade de aplicação. Uma das aplicações destes compostos é sua utilização na agricultura em formulações de produtos pesticidas, uma vez que os princípios ativos destes produtos são, na maioria dos casos, hidrofóbicos, o biosurfactante tem como objetivo dispersá-los em meio aquoso.

A dispersão do princípio ativo dos pesticidas no meio, promovida pelo uso do biosurfactante, ocorre devido

- Ao aumento do ângulo de contato entre as fases resultando numa maior interação entre elas.
- Ao aumento da tensão superficial, aumentando a miscibilidade entre as fases da mistura.
- À formação de micelas envolvendo gotículas de água, promovendo a mistura das fases.
- À diminuição da tensão interfacial da mistura, permitindo a formação de uma emulsão.
- À diminuição da interação entre as fases, levando a uma dispersão do princípio ativo.

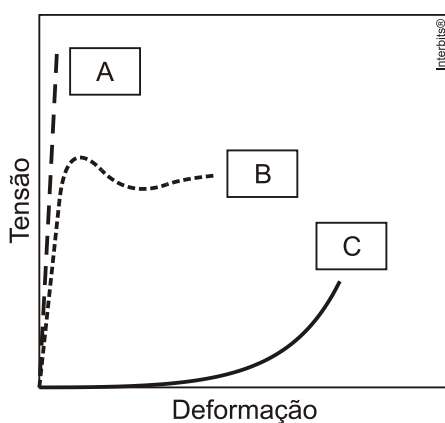
9 - Considere as seguintes afirmações:

- I. A reação da borracha natural com enxofre é denominada vulcanização.
 II. Polímeros termoplásticos amolecem quando são aquecidos.
 III. Polímeros termofixos apresentam alto ponto de fusão.
 IV. Os homopolímeros polipropileno e politetrafluoretileno são sintetizados por meio de reações de adição.
 V. Mesas de madeira, camisetas de algodão e folhas de papel contêm materiais poliméricos.

Das afirmações feitas, estão corretas:

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

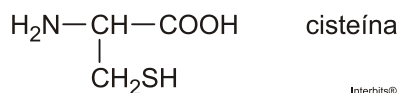
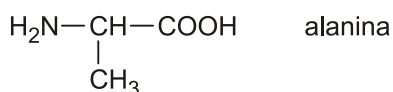
10 - A figura abaixo representa o comportamento obtido por três polímeros.



Com base na análise desse comportamento, o(s) elastômero(s) pode(m) ser representado(s) por

- a) A b) B c) C
 d) A e B e) B e C

11 - Observe os seguintes aminoácidos.



A reação entre o grupo ácido carboxílico de uma molécula de aminoácido e o grupo amina de outra molécula de aminoácido, com eliminação de água, forma uma ligação peptídica (-CO-NH-), gerando um dipeptídeo.

Qual é o número máximo de dipeptídios diferentes que podem ser formados a partir de uma mistura equimolar de glicina, alanina e cisteína?

- a) 2.
 b) 3.
 c) 6.
 d) 8.
 e) 9.

12 -

SUTURANDO COM FIOS ABSORVÍVEIS

Ao término de uma incisão cirúrgica, o cirurgião une os tecidos lesados utilizando agulhas e fios para “dar pontos”. No caso de pontos dados em regiões internas, é bastante conveniente a utilização de fios absorvíveis, ou seja, fios que são “destruídos” pelo organismo depois de algum tempo, evitando uma nova incisão para sua retirada. O dextron é um polímero sintético do ácido glicólico, que, ao longo de alguns dias, é hidrolisado pelo organismo, fornecendo moléculas de ácido glicólico, que são metabolizadas. Costuma-se dizer que os pontos foram “absorvidos”.



Sobre o polímero usado nas suturas, é pertinente inferir que a sua hidrólise origina o ácido:

- a) etanoico.
 b) etanodioico.
 c) etanoico e o etanol.
 d) etanoico e o metanol.
 e) hidroxietanoico.

ENEM e Simulados

1 – Para lavar e refrescar o ambiente, que estava a 40 °C, uma pessoa resolveu jogar água sobre um piso de granito. Ela observou que o líquido se concentrou em algumas regiões, molhando parcialmente a superfície. Ao adicionar detergente sobre essa água, a pessoa verificou que o líquido se espalhou e deixou o piso totalmente molhado.

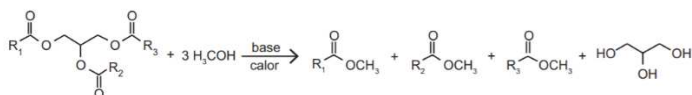
A molhabilidade da superfície foi melhorada em função da:

- a) solubilidade do detergente em água ser alta.
 b) tensão superficial da água ter sido reduzida:
 c) pressão de vapor da água ter sido diminuída.
 d) densidade da solução ser maior que a da água.
 e) viscosidade da solução ser menor que a da água.

2 – Para serem absorvidos pelas células do intestino humano, os lipídios ingeridos precisam ser primeiramente emulsificados. Nessa etapa da digestão, torna-se necessária a ação dos ácidos biliares, visto que os lipídios apresentam uma natureza apolar e são insolúveis em água. Esses ácidos atuam no processo de modo a

- hidrolisar os lipídios.
- agir como detergentes.
- tornar os lipídios anfífilos.
- promover a secreção de lipases.
- estimular o trânsito intestinal dos lipídios.

3 – Um dos métodos de produção de biodiesel envolve a transesterificação do óleo de soja utilizando metanol em meio básico (NaOH ou KOH), que precisa ser realizada na ausência de água. A figura mostra o esquema reacional da produção de biodiesel, em que R representa as diferentes cadeias hidrocarbônicas dos ésteres de ácidos graxos.



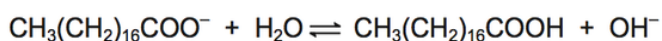
A ausência de água no meio reacional se faz necessária para

- manter o meio reacional no estado sólido.
- manter a elevada concentração do meio reacional.
- manter constante o volume de óleo no meio reacional.
- evitar a diminuição da temperatura da mistura reacional.
- evitar a hidrólise dos ésteres no meio reacional e a formação de sabão.

4 – Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:

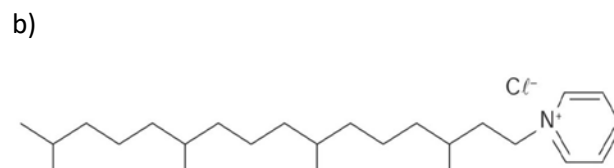


Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira:

- mais eficiente em pH básico.
- mais eficiente em pH ácido.
- mais eficiente em pH neutro.
- eficiente em qualquer faixa de pH.
- mais eficiente em pH ácido ou neutro.

5 - Os detergentes sintéticos aniônicos mais comumente empregados em limpeza são os que contêm alquilbenzeno-sulfonatos de sódio, de cadeia linear. O componente principal desses detergentes é o dodecilbenzenossulfonato de sódio, que, no Brasil, é estabelecido como padrão de detergente aniônico biodegradável. Já os detergentes sintéticos catiônicos são usados como condicionadores capilares e também como amaciantes de roupas. Neles, os íons carregados positivamente aderem aos fios dos cabelos (e também aos tecidos), formando uma camada uniforme. Essa camada tem uma forte atração pela água, reduzindo a fricção entre os fios e, conseqüentemente, a eletrização estática. Alguns detergentes sintéticos anfóteros possuem a propriedade de não irritar os olhos, além de formarem uma quantidade moderada de espuma. Por essa razão, eles são usados nos xampus para bebês.

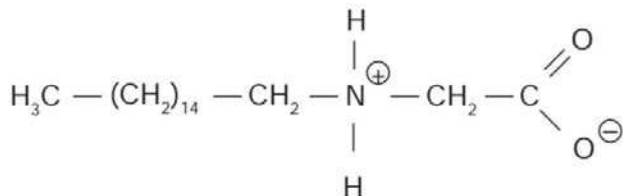
A estrutura química de um composto que poderia ser utilizado em um xampu de bebê é:



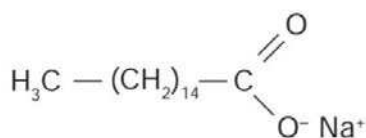
c)



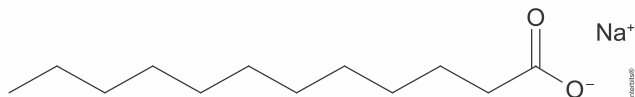
d)



e)



6 - O sabão é um dos produtos químicos de maior importância no cotidiano. É produzido a partir de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal e, na maioria das vezes, constitui-se dos sais de sódio ou potássio derivados de ácidos graxos. A estrutura abaixo é típica de sabões:



Embora o sabão seja muito solúvel em meio aquoso, é possível diminuir sua solubilidade.

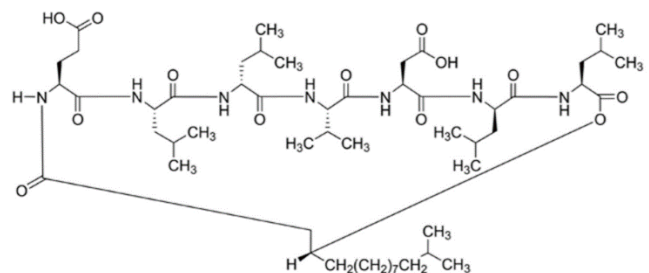
Uma forma efetiva de diminuir a quantidade de sabão dissolvido é adicionar certos compostos à solução. Dois exemplos são:

- açúcar e sal de cozinha.
- sal de cozinha e ácido de bateria.
- ácido de bateria e amoníaco.
- amoníaco e água.
- água e açúcar.

7 - Os biossurfactantes, semelhante aos surfactantes sintéticos, apresentam em sua molécula uma porção hidrofóbica e uma porção hidrofílica. A maioria dos biossurfactantes é neutro ou aniônico. Além disso, apresentam tamanhos diferentes desde pequenos ácidos graxos até cadeias poliméricas. Os biossurfactantes são classificados de acordo com a composição química da molécula. Os glicolípideos apresentam em sua estrutura

carboidratos (glicose, galactose, manose ou ramnose) combinados com ácidos graxos de cadeia longa. Os lipopeptídeos e lipoproteínas são compostos caracterizados por peptídeos ou proteínas ligados a ácidos graxos. Seus aminoácidos estão dispostos em forma cíclica e a porção proteica pode ser aniônica ou neutra. Os fosfolípídios são constituídos por ácidos graxos ou lípideos neutros e grupos fosfatos.

Um exemplo de biossurfactante é a surfactina, cuja estrutura é representada abaixo.



A classificação para o biossurfactante surfactina seria a de tensoativo

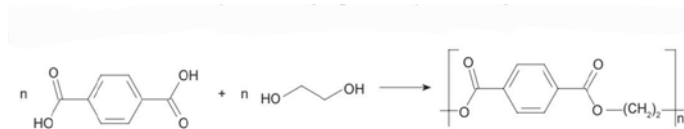
- anfótero.
- catiônico.
- polimérico.
- glicolípídico.
- lipopeptídeo.

8 - Algumas marcas de sabão em pó utilizam a expressão "ausência de fosfatos" para chamar a atenção dos consumidores. Isso se deve ao fato de os fosfatos contribuírem com a eutrofização em aquíferos, isto é, um aumento descontrolado de algas ocasionado pelo excesso de nutrientes (compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio) disponíveis no meio. Os fosfatos, como o Na_3PO_4 , por exemplo, têm sido substituídos por materiais zeolíticos, aluminossilicatos de alta porosidade, que atuam como agentes

- acidificantes.
- oxidantes.
- sequestrantes.
- surfactantes.

9 - O PET (politereftalato de etileno) revolucionou o mercado de embalagens, especialmente o de bebidas carbonadas. Uma das formas de sua obtenção é por meio da polimerização de um ácido dicarboxílico e um diálcool, os quais reúnem as características ideais para uma reação gradual de policondensação.

Na figura a seguir, exemplifica-se, de maneira simplificada, uma das reações mais comuns para a formação do PET.



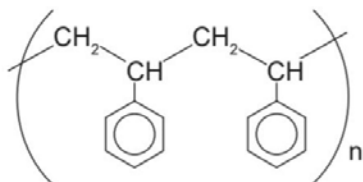
Considerando somente a reação apresentada, a produção do PET pode ser considerada ambientalmente segura, pois

- origina o etanol como subproduto.
- fornece a água como produto secundário.
- gera subprodutos pouco solúveis em água.
- produz resíduos biodegradáveis de enxofre.
- apresenta uma reação livre de produtos secundários.

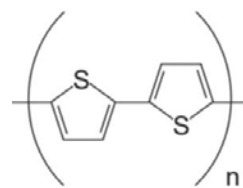
10 - Polímeros são macromoléculas que apresentam unidades estruturais que se repetem regularmente. Algumas delas são de ocorrência natural, e outras são sintéticas. Os polímeros condutores são chamados de "metais sintéticos", uma vez que apresentam propriedades elétricas, magnéticas e ópticas de metais e semicondutores. Eles são constituídos de cadeias carbônicas contendo ligações duplas conjugadas, ou seja, ligações simples e duplas alternadas, permitindo que seja criado um fluxo de elétrons em condições específicas.

Considerando as informações, a estrutura que poderia representar um metal sintético desse tipo é:

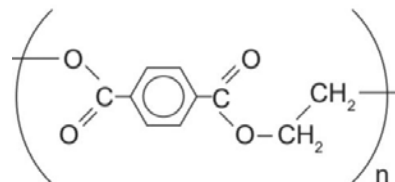
a)



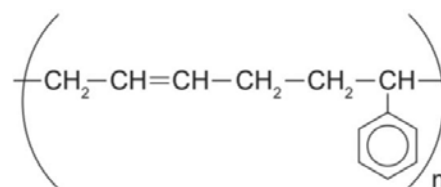
b)



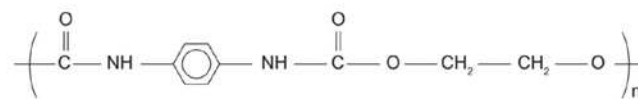
c)



d)

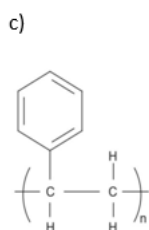
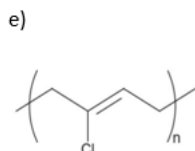
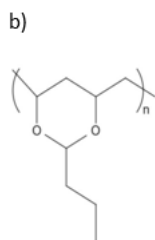
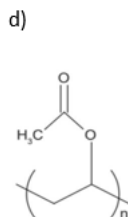
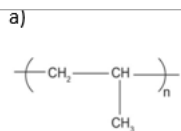


e)

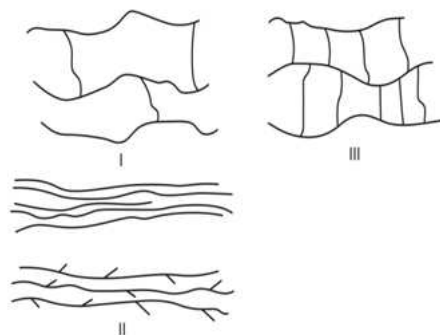


11 - As colas com base em água são formuladas com polímeros, naturais ou sintéticos, dissolvidos em água. Elas devem ser usadas apenas na superfície de materiais porosos, pois, além de permanecerem entre as duas partes que devem ser coladas, também penetram nos poros existentes na superfície desses materiais. Com o tempo, a água evapora lentamente, e os polímeros começam a interagir entre si e com o material sobre o qual foram aplicados, unindo as duas partes que estavam em contato. As colas com base aquosa são laváveis e perdem sua capacidade de aderência quando expostas à água, pois os polímeros responsáveis pela aderência se dissolvem nela.

Esse tipo de cola pode ser formulado com o polímero representado por



12 - As ilustrações a seguir representam diferentes classes de cadeias poliméricas: termofixo, termoplástico e elastômero, não necessariamente nessa ordem. As linhas correspondem às cadeias carbônicas homogêneas ou heterogêneas.



De acordo com as ilustrações, o polímero

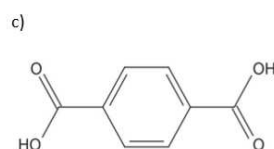
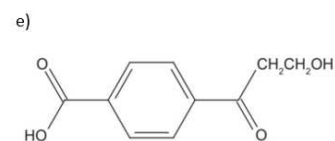
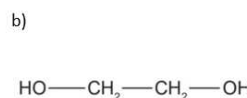
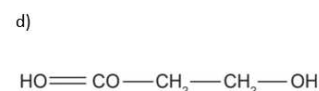
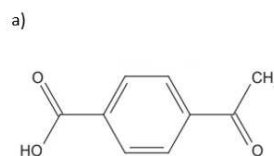
- a) I é classificado como termofixo, tendo como exemplo o polietileno.
- b) III é classificado como elastômero, tendo como exemplo a borracha.
- c) I é classificado como termoplástico, tendo como exemplo o PVC.
- d) II é classificado como termoplástico, tendo como exemplo o polipropileno.
- e) III é considerado um elastômero, tendo como exemplos o poliéster e o náilon.

13 - A reciclagem dos principais polímeros presentes nos resíduos sólidos é uma alternativa para minimizar os problemas ambientais decorrentes do descarte desse

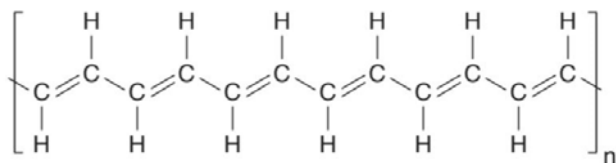
tipo de material. Na reciclagem química, por exemplo, a despolimerização pode ocorrer por solvólise, por métodos térmicos ou por métodos catalíticos. A hidrólise do politereftalato de etileno produz os monômeros por meio de uma reação com excesso de água à alta temperatura na presença de um catalisador, formando etilenoglicol (etano-1,2-diol) e ácido tereftálico.



O ácido tereftálico, obtido como produto desse processo, apresenta a fórmula estrutural:



14 - Os polímeros têm uma ampla quantidade de classificações e características; uma delas é a condutividade elétrica. Os polímeros condutores são geralmente chamados de “metais sintéticos” por apresentarem propriedades elétricas, magnéticas e ópticas de metais e semicondutores. O mais adequado seria chamá-los de “polímeros conjugados” porque são formados por cadeias contendo duplas ligações C = C conjugadas.

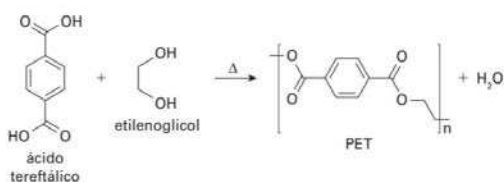


Poliacetileno: polímero condutor de eletricidade

A análise da estrutura do poliacetileno permite inferir que a condutividade elétrica em polímeros depende diretamente da existência de

- elétrons π conjugados.
- carbonos com hibridação sp^2 .
- geometria tetraédrica dos carbonos.
- somente átomos de carbono e hidrogênio.
- átomos de carbono em quantidade igual à de átomos de hidrogênio.

15 - A introdução do PET (polietileno tereftalato) no setor de embalagens plásticas deu origem a um novo problema ambiental: os grandes volumes desse plástico que são descartados diariamente. O problema da poluição tem despertado grande preocupação e junto com fatores econômicos (preço do petróleo) estimulam o desenvolvimento da reciclagem desses plásticos por meio da despolimerização.



Representação esquemática da reação de polimerização para formação do PET.

O processo de reciclagem baseia-se na

- decomposição química do PET, ao quebrar a molécula do PET e eliminar moléculas de água.
- reação de hidrólise do PET, que se fundamenta na reversibilidade da reação de polimerização.

c) decomposição química do PET, que se fundamenta na formação de dois compostos inorgânicos.

d) reação de eliminação do PET, ao quebrar o polímero PET e formar o ácido tereftálico e etilenoglicol.

e) decomposição física do PET, que se fundamenta na formação de dois compostos voláteis e não estáveis.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	D	E	A	D	C	A	B	D	A	C	E	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	B	E	A	D	B	E	C	B	B	D	D

Questão	13	14	15
Gabarito	C	A	B

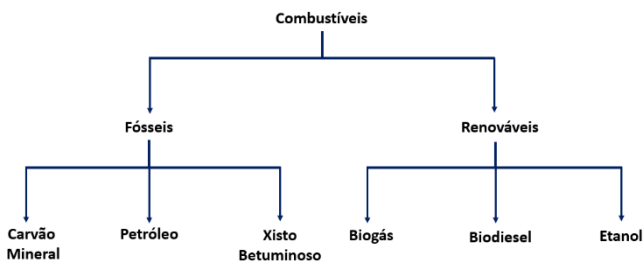
Aula 34: Combustíveis e Impactos Ambientais

Combustíveis

1 – O que é combustível?

É refere à substância que, ao oxidar-se quando inflamada, desprende calor e libera energia que pode ser aproveitada.

2 – Quais os tipos de biocombustíveis?



Carvão Mineral:

Turfa → Linhito → Hulha → Antracito: o que difere um carvão mineral do outro é a idade geológica onde o Antracito é o de maior idade e conseqüentemente de maior teor de carbono.

Petróleo:

Base parafínica: predominam alcanos.
 Base naftênica: predominam ciclanos.
 Base Aromática: predominam hidrocarbonetos aromáticos.
 Base Asfáltica: predominam hidrocarbonetos de elevada massa molar.

Xisto Betuminoso:

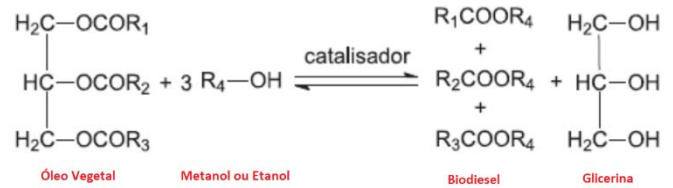
É uma rocha sedimentar onde em sua composição temos o betume (matéria orgânica de caráter oleoso).

Biogás:

É oriundo da decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio - o principal componente é o metano (CH₄).

Biodiesel:

É um biocombustível oriundo da reação de transesterificação de óleos, normalmente provenientes de plantas oleaginosas como mamona e algodão.



Etanol:

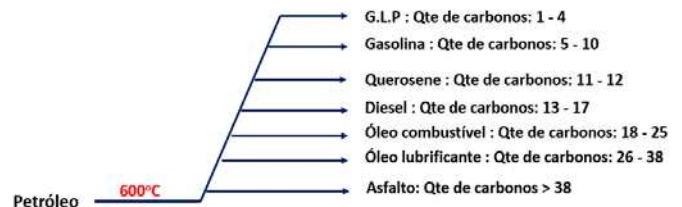
Etanol de 1ª Geração: etanol oriundo do caldo açucarado da cana-de-açúcar. O caldo é rico em sacarose. A sacarose sofre hidrólise formando hexoses que sofrem fermentação alcoólica produzindo etanol.

Etanol de 2ª Geração: etanol oriundo do bagaço da cana-de-açúcar. Na composição do bagaço temos celulose. A celulose sofre hidrólise produzindo glicose. A glicose sofre fermentação alcoólica produzindo etanol.

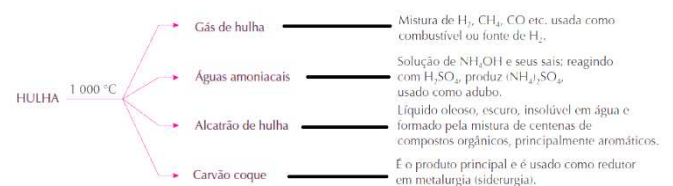
Detalhe 1: os derivados fósseis apresentam enxofre em sua composição o que intensifica a chuva ácida e smog fotoquímico.

Detalhe 2: a queima de combustíveis não-renováveis intensifica a concentração de CO₂ na atmosfera exacerbando o efeito estufa.

3 – Quais os produtos da destilação do petróleo?

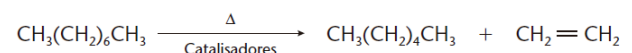


4 – Quais os produtos da destilação do carvão?



5 – Craqueamento:

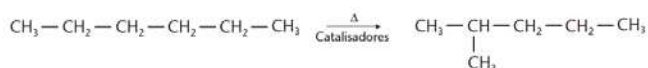
É um procedimento químico que visa transformar cadeias maiores em cadeias menores. Seu principal objetivo é aumentar a produção dos componentes da gasolina e do gás de cozinha ambos de alto consumo pela população.



6 – Reforma Catalítica:

É um procedimento que permite transformar hidrocarbonetos de cadeia normal em hidrocarbonetos

ramificados, cíclicos e aromáticos, contendo em geral o mesmo número de átomos de carbono.



Tal procedimento é muito utilizado para melhorar a qualidade da gasolina.

Impactos Ambientais

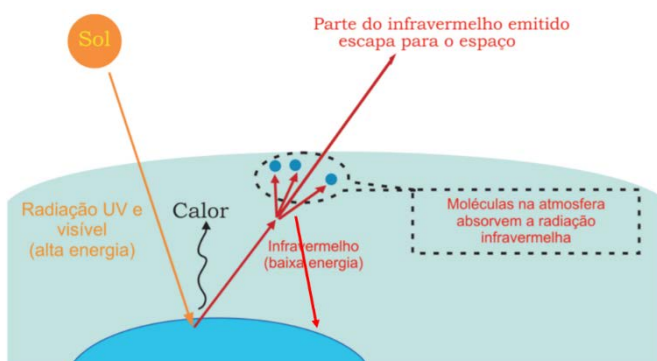
Efeito Estufa

1 – O que é o efeito estufa?

É um fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra, essencial para manter a temperatura do planeta em condições ideais para a sobrevivência dos seres vivos.

2 – Como ocorre o efeito estufa?

Parte dos raios solares que chegam a Terra são transformados em raios infravermelho via superfície terrestre. Os raios infravermelhos emitidos pela superfície são absorvidos/refletidos em parte pelos gases estufa e devolvidos a superfície da Terra criando a estufa.



3 – Como identificar um gás estufa?

Toda molécula com número de átomos ≥ 3 é capaz de atuar como gás estufa. Ex: CH_4 , CO_2 , H_2O e outras.

Detalhe: quanto maior o número de átomos maior a capacidade em absorver e devolver o infravermelho. Se fizermos uma comparação entre substâncias uma única molécula de metano possui poder estufa superior a uma molécula de dióxido de carbono.

4 – Quais os fatores que favorecem ao aumento do efeito estufa?

- Queima de combustíveis fósseis;
- Motores veiculares;
- Queimadas;
- Agricultura;
- Pecuária;

– Outros.

Todos os fatores citados favorecem ao aumento da concentração de gás estufa da atmosfera o que aumenta a absorção de infravermelho.

5 – Quais alternativas para reduzir a intensificação do efeito estufa?

- Reflorestamento;
- Uso de fontes renováveis de energia;
- Biocombustíveis;
- Uso de combustíveis de 4ª Geração (Carbono negativo).

Chuva Ácida

1 – O que é a chuva ácida?

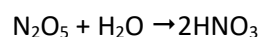
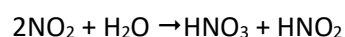
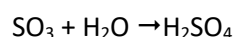
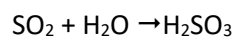
É toda chuva onde o pH da água seja menor que 5,6.

2 – Quais as principais substâncias responsáveis pela chuva ácida?

SO_x : óxidos de enxofre – SO_2 e SO_3 .

NO_x : óxidos de nitrogênio – Ex: NO_2 e N_2O_5 .

Todos os óxidos citados são classificados como óxidos ácidos (nox do elemento ligado ao oxigênio $\geq +4$) logo ao entrarem em contato com a água formam ácidos.



3 – Quais os principais fatores que favorecem a formação da chuva ácida?

- Queima de combustíveis fósseis: liberação de SO_x ;
- Motores veiculares: liberação de NO_x

4 – Quais alternativas para reduzir a chuva ácida?

- Uso do ARLA 32 ;
- Uso dos catalisadores veiculares;
- Biocombustíveis;
- Dessulfurização de derivados de combustíveis fósseis.

Destruição da Camada de Ozônio

1 – Como funciona a camada de ozônio?

A camada de ozônio permite a passagem do UV- A (UV de menor energia) com facilidade, já com relação ao UV- B o ozônio consegue reter boa parte do mesmo e com relação ao UV-C a retenção ocorre em quase sua totalidade.

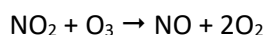
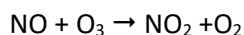
Detalhe: o gás oxigênio é o grande responsável pela retenção do UV-C



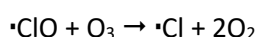
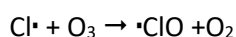
Observe que o UV-C é um dos grandes responsáveis pela regeneração da camada de ozônio.

2 – Como ocorre a destruição da camada de ozônio?

Uma primeira substância com potencial destruidor é o óxido nítrico (NO):



Observe que o NO é o catalisador da decomposição do ozônio em gás oxigênio.



Observe que o $\cdot\text{Cl}$ é o catalisador da decomposição do ozônio em gás oxigênio.

3 – Quais as principais atividades destruidoras da camada de ozônio?

– A alta liberação de CFC-s no passado;

– Motores a explosão.

Smog Fotoquímico

O termo *smog* se refere a uma indesejável mistura de gases formados na baixa troposfera pela ação da luz solar sobre os poluentes de origem humana, especialmente os óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos provenientes dos escapamentos dos veículos, gerando

gases reativos que podem ser danosos aos organismos vivos. O ozônio é o principal composto produzido no *smog* fotoquímico e o grande responsável pela irritação dos olhos, problemas respiratórios, danos nas plantas e culturas vegetais e pela redução da vida útil dos pneus dos carros. A intensidade do *smog* é geralmente medida pela concentração de ozônio presente ao nível do solo. No caso do *smog* fotoquímico, este está começando a aparecer também nos trópicos e subtropicais por meio da queima periódica de florestas e savanas. Tais práticas liberam grandes quantidades de precursores do *smog*.

Química Verde

Química verde ou química para o desenvolvimento sustentável é um campo emergente que tem como objetivo final desenvolver as ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos.

1. Prevenção: Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou "limpá-lo" após sua geração.
2. Economia de Átomos: Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.
3. Síntese de Produtos Menos Perigosos: Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
4. Desenho de Produtos Seguros: Os produtos químicos devem ser desenhados de tal modo que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.
5. Solventes e Auxiliares mais Seguros: O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.) precisa, sempre que possível, tornar-se desnecessário e, quando utilizadas, estas substâncias devem ser inócuas.
6. Busca pela Eficiência de Energia: A utilização de energia pelos processos químicos precisa ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e econômicos e deve ser minimizada. Se possível, os processos químicos devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambientes.
7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima: Sempre que técnica- e economicamente viável, a utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não-renováveis.
8. Evitar a Formação de Derivados: A formação de derivados (subprodutos) desnecessária deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.
9. Catálise. Reagentes catalíticos (seletivos) são melhores que reagentes estequiométricos.
10. Desenho para a Degradação: Os produtos químicos precisam ser desenhados de tal modo que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.

11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: Será necessário o desenvolvimento futuro de metodologias analíticas que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias nocivas.

12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes.

Exercícios Fundamentais

1 - As refinarias de petróleo usam uma grande quantidade de água em alguns processos industriais e, por ter alta concentração de contaminantes tóxicos, como fenóis, amônia e gás sulfídrico, esse efluente industrial – chamado de “água ácida” – não pode ser descartado até que ocorra a remoção da amônia e dos sulfetos. Os cientistas identificaram duas bactérias – *Achromobacter sp.* e *Pandoraea sp.* – capazes de reduzir a concentração desses contaminantes da “água ácida” para níveis aceitáveis, permitindo o lançamento dessa água no ambiente.

As bactérias utilizadas no tratamento da “água ácida” realizam, nesse contexto, um processo de

- eutrofização, pois elas aumentam o acúmulo de nutrientes na água.
- bioacumulação, pois elas absorvem as substâncias tóxicas do efluente.
- biorremediação, pois elas degradam os compostos que contaminam a água.
- mutualismo, pois elas se alimentam dos contaminantes contidos no efluente.
- protocooperação, pois elas se beneficiam com a redução da contaminação da água.

2 – A partir da crise do petróleo da década de 70, a economia das nações dependentes desse recurso vem sofrendo profundas modificações na busca da substituição desse produto. Uma das opções, a baixo custo, que vem apresentando resultados favoráveis e já está difundida em vários países é o biogás. Na prática, a produção de biogás é possível com a utilização de um equipamento denominado biodigestor. Este equipamento consiste em uma câmara fechada onde é colocado o material orgânico – resíduos de alimentos e/ou excrementos de animais – em solução aquosa para que ele sofra decomposição.

A fonte alternativa de energia citada no texto é bastante viável, pois, por meio do biodigestor, ocorre o(a)

- produção de biogás, o qual pode ser utilizado para geração de energia elétrica.
- combustão do biogás, a qual libera produtos que não contribuem para o efeito estufa.
- produção de um volume constante de biogás, tornando possível a quantificação dele.
- aproveitamento de bactérias aeróbicas retiradas de outros habitats, tornando-os limpos.

e) formação de biogás, cujo principal componente é o propano, que é um gás pouco inflamável.

3 - A alta demanda por gasolina em países com elevado consumo desse combustível, como Brasil, Estados Unidos, Canadá e Japão, faz com que a indústria petroquímica trabalhe na transformação de frações pesadas – que estão presentes nos resíduos de destilação do petróleo – em produtos leves (em relação ao peso molecular), que possuem maior demanda e valor agregado, como gasolina e gás de cozinha.

A transformação citada é chamada de

- alquilação.
- craqueamento.
- dessulfurização.
- reforma.
- ustulação.

4 - 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 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.

5 - O ciclo da água envolve processos de evaporação, condensação e precipitação da água no ambiente. Na etapa de evaporação, pode-se dizer que a água resultante se encontra pura, entretanto, quando em contato com poluentes atmosféricos, como os óxidos sulfuroso e nitroso, é

contaminada. Dessa forma, quando a água precipita, traz consigo substâncias que interferem diretamente no ambiente.

A qual problema ambiental o texto faz referência?

- a) Chuva ácida.
- b) Poluição do ar.
- c) Aquecimento global.
- d) Destruição da camada de ozônio.
- e) Eutrofização dos corpos hídricos.

Exercícios Aprofundados

6 - O Pré-Sal é uma faixa que se estende ao longo de 800 quilômetros entre os Estados de Santa Catarina e do Espírito Santo, abaixo do leito do mar, e engloba três bacias sedimentares (Espírito Santo, Campos e Santos). O petróleo encontrado nessa área está a profundidades que superam os 7.000 metros, abaixo de uma extensa camada de sal que conserva sua qualidade. A meta da Petrobrás é alcançar, em 2017, uma produção diária superior a um milhão de barris de óleo nas áreas em que opera.

Em relação ao petróleo e aos seus derivados, assinale a alternativa correta.

- a) A refinação do petróleo e a separação de uma mistura complexa de hidrocarbonetos em misturas mais simples, com um menor número de componentes, denominadas frações do petróleo. Essa separação é realizada por meio de um processo físico denominado destilação simples.
- b) Os antidetonantes são substâncias químicas que, ao serem misturadas a gasolina, aumentam sua resistência à compressão e conseqüentemente o índice de octanagem.
- c) O craqueamento do petróleo permite transformar hidrocarbonetos aromáticos em hidrocarbonetos de cadeia normal, contendo em geral o mesmo número de átomos de carbono, por meio de aquecimento e catalisadores apropriados.
- d) A gasolina é composta por uma mistura de alcanos, que são substâncias químicas polares e que apresentam alta solubilidade em etanol.
- e) A combustão completa do butano, um dos principais constituintes do gás natural, é um exemplo de reação de oxirredução, na qual o hidrocarboneto é o agente oxidante e o gás oxigênio presente no ar atmosférico é o agente redutor.

7 - O petróleo que vaza de um navio cargueiro em alto-mar pode ser removido por meio de duas técnicas de dispersão mecânica, em que jatos de água ou de areia são usados para dissociar a mancha em pequenos pedaços e facilitar sua degradação.

Apesar de eficientes, essas técnicas apresentam importante potencial de contaminação do solo marítimo quando

- a) o petróleo que chega à praia fica impregnado na areia que é arrastada pra o fundo.
- b) os jatos de água ou de areia empurram o petróleo da superfície para o fundo do mar.
- c) o petróleo fica diluído na água salgada e, por ser mais denso que a água do mar, irá afundar.
- d) os jatos de água ou de areia provocam um movimento de circulação da água, que leva o petróleo para o fundo.
- e) o petróleo fica diluído na água e atinge o fundo pela convecção da água e pelo afundamento dos grãos de areia do jato.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O gás de cozinha contém GLP (gases liquefeitos de petróleo) uma mistura constituída, principalmente, por 50% em volume de butano, C_4H_{10} e 50% em volume de propano, C_3H_8 . Obtém-se o GLP em uma das etapas iniciais do refino do petróleo, a destilação e uma forma de armazená-lo é em botijões que devem ser comercializados, manuseados e utilizados respeitando-se algumas normas de segurança.

8 - A destilação permite a separação de várias frações de hidrocarbonetos constituintes do petróleo. Dessa forma, ao se levar em conta as propriedades dos compostos e das misturas, bem como o processo de separação das frações do petróleo, pode-se afirmar que

- a) a destilação do petróleo, à pressão atmosférica, permite separar os hidrocarbonetos através de um processo químico.
- b) as forças intermoleculares predominantes nos hidrocarbonetos saturados do petróleo são do tipo dispersão de London.
- c) devido à alta concentração de eletrólitos na água do mar, esta solubiliza o petróleo em maior proporção que a água pura.
- d) as frações de destilado que contêm o butano e o propano são obtidas com destilação à pressão reduzida do petróleo.
- e) o propano e o 2-metilpropano são gases à temperatura ambiente sendo que o 2-metilpropano tem maior momento de dipolo devido à ramificação da cadeia carbônica.

9 - 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 mortandade 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.

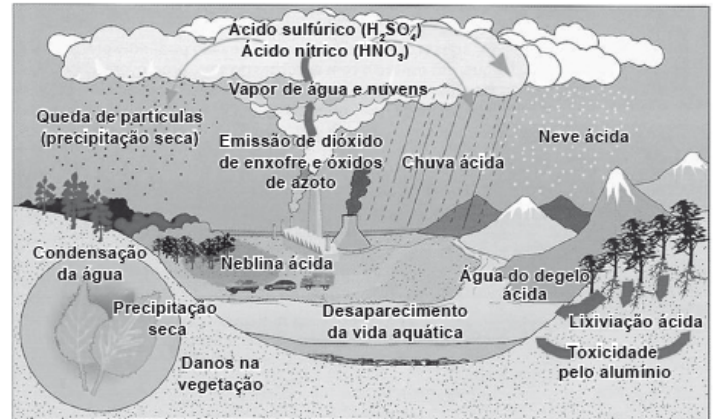
10 - Normalmente, a energia luminosa solar (radiação infravermelha) que chega ao planeta Terra é dividida: uma parte é refletida diretamente de volta ao espaço, ao atingir o topo da atmosfera terrestre; a outra é absorvida pelos oceanos e pela superfície da Terra, promovendo o seu aquecimento. Dessa segunda parte, uma parcela também seria irradiada de volta ao espaço, mas é bloqueada pela presença natural de determinados gases na atmosfera. O efeito estufa é, pois, um fenômeno natural que possibilita a vida na Terra, uma vez que sem a presença destes gases, a temperatura média do planeta seria muito baixa (cerca de 18 °C negativos). Essa troca de energia entre a superfície e a atmosfera proporciona uma temperatura média global, próxima à superfície, ideal ao desenvolvimento da vida (14 °C). Qual característica dos gases atmosféricos, em relação à radiação infravermelha, é a principal responsável por manter a temperatura da Terra favorável à existência da vida?

- Alta condutividade térmica.
- Baixo calor específico.
- Baixa transmitância.
- Baixo calor latente.
- Alta transmitância.

11 - Com o crescimento da população humana e do desenvolvimento industrial e tecnológico, implementados pelo progresso científico, a Terra está sob sérias ameaças: poluição, aumento da temperatura global, destruição da camada de ozônio, esgotamento de recursos naturais, extinção de espécies etc. Muitos cientistas acreditam que o aumento da temperatura global é devido ao aumento da concentração de certos gases na atmosfera terrestre. Esse fenômeno foi denominado efeito estufa, sendo que os principais gases causadores são:

- metano, ozônio e clorofluorcarbono.
- ozônio, dióxido de enxofre e óxido nitroso.
- gás carbônico, metano e óxido nitroso.
- gás carbônico, clorofluorcarbono e ozônio.
- óxido nitroso, dióxido de enxofre e clorofluorcarbono.

12 - A denominação “chuva ácida” é concedida a toda chuva que possui um valor de pH abaixo de 5,5 unidades. Essa acidez da chuva é causada pela solubilização de alguns gases presentes na atmosfera terrestre cuja hidrólise seja ácida. Entre estes, destacam-se os gases contendo enxofre, proveniente das impurezas da queima dos combustíveis fósseis.



Durante o processo anteriormente ilustrado, pode-se observar alterações no ciclo natural no enxofre. Sendo assim, pode-se inferir que

- o pH da água da chuva aumenta com o aumento da queima de combustíveis fósseis.
- uma chuva ácida com pH = 4,5 é 100 vezes mais ácida que a chuva com pH = 5,5.
- um dos danos causados à vegetação é o aumento do pH do solo que se torna mais ácido e, conseqüentemente, empobrecido.
- a fuligem observada na figura é formada exclusivamente de SO₂ e SO₃ sólidos.
- ao entrar em contato com a neblina ácida, um solo que recentemente passou por um processo de calagem terá seu pH reduzido.

ENEM e Simulados

1 - O gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou a ser amplamente discutido nos anos de 1990, sendo de vital importância para as grandes instituições geradoras, incluindo as Universidades. A ausência de um órgão fiscalizador, a falta de visão e o descarte inadequado levaram muitas Universidades a poluir o meio ambiente, promover o desperdício de material e arcar com o mau gerenciamento dos produtos sintetizados ou manipulados. Houve realmente um tempo onde os resíduos eram jogados na pia dos laboratórios sem preocupação sequer com a segurança do aluno. Dentro desse contexto, diversas Instituições Federais, Estaduais e Particulares no Brasil vêm buscando gerenciar e tratar seus resíduos de forma a diminuir o impacto causado ao meio ambiente, criando também um novo hábito a fazer parte da consciência profissional e do senso crítico dos alunos, funcionários e professores.

Alguns aspectos devem ser levados em consideração, os quais facilitam e ajudam no gerenciamento dos resíduos

- a) maximizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados, através da utilização de grandes volumes.
- b) prevenir a geração dos mesmos, modificando ou substituindo o experimento por outro menos impactante.
- c) tratar o resíduo da forma mais adequada possível, estocando pelo maior tempo possível.
- d) reciclar o componente material ou energético do resíduo, uma vez que a reciclagem possui baixo custo.
- e) misturar todos os resíduos, o que minimiza o processo de contaminação do meio ambiente.]

8 - A energia elétrica nas instalações rurais pode ser obtida pela rede pública de distribuição ou por dispositivos alternativos que geram energia elétrica, como os geradores indicados no quadro.

Tipo	Geradores	Funcionamento
I	A gasolina	Convertem energia térmica da queima da gasolina em energia elétrica
II	Fotovoltaicos	Convertem energia solar em energia elétrica e armazenam-na em baterias
III	Hidráulicos	Uma roda-d'água é acoplada a um dínamo, que gera energia elétrica
IV	A carvão	Com a queima do carvão, a energia térmica transforma-se em energia elétrica

Disponível em: www.ruralnews.com.br. Acesso em: 20 ago. 2014.

Os geradores que produzem resíduos poluidores durante o seu funcionamento são

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

3 - O carvão é o produto final de decomposição de vegetação de pântanos em condições anaeróbicas, ou seja, a carbonização. Um número muito grande de corantes (naftaleno é usado para fabricar o corante das calças *jeans*) e fertilizantes (amônia) vem do alcatrão do carvão. Com relação ao carvão (constituído principalmente por átomos de carbono) PODEMOS AFIRMAR QUE

- a) p oxigênio e o hidrogênio são aumentados gradualmente durante o processo de carbonização.
- b) quanto mais a carbonização vem progredindo, menor é o teor de carbono.
- c) o carvão contém muitos anéis aromáticos.
- d) à medida que a carbonização progride, o hidrogênio é liberado e as estruturas aromáticas diminuem.
- e) à medida que a carbonização ocorre, somente o carbono é liberado.

4 - Os carvões minerais, encontrados no subsolo, são resultantes da transformação de vegetais que ficaram soterrados durante milhares ou milhões de anos. Tais transformações ocorreram pela ação de micro-organismos e, posteriormente, pela ação de pressão e temperaturas elevadas.

Os principais carvões minerais com seus respectivos teores de carbono são

- Turfa (60 a 65% de Carbono)
- Linhito (65 a 80% de Carbono)
- Hulha (80 a 90% de Carbono)
- Antracito (90 a 95% de Carbono)

Com base no teor de carbono, é possível verificar que, entre os minerais listados, o(a)

- a) turfa apresenta o menor poder calorífico.
- b) antracito apresenta a maior taxa de umidade.
- c) turfa é encontrada em jazidas mais profundas.
- d) hulha tem idade geológica maior que a do antracito.
- e) linhito possui a maior porcentagem em massa de hidrogênio.

5 - 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.

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.

6 - Algumas estimativas apontam que, nos últimos cem anos, a concentração de gás carbônico na atmosfera aumentou em cerca de 40%, devido principalmente à utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana. Alguns estudos demonstram que essa utilização em larga escala promove o aumento do efeito estufa.

Outros fatores de origem antrópica que aumentam o efeito estufa são

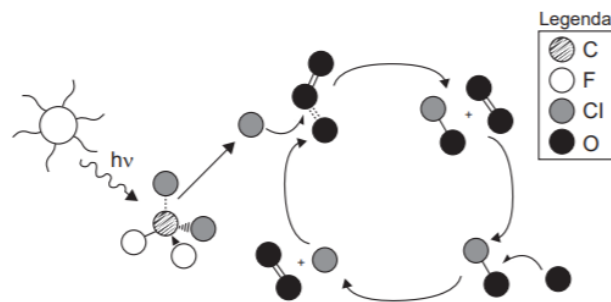
- a) chuva ácida e destruição da camada de ozônio.
b) alagamento e inversão térmica.
c) erosão e extinção das espécies.
d) poluição das águas e do solo.
e) queimada e desmatamento.

7 - Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO₂, CH₄ e N₂O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

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

- a) Evitando a rotação de culturas.
b) Liberando o CO₂ presente no solo.
c) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
d) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
e) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

8 - A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O₃) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



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

- 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.

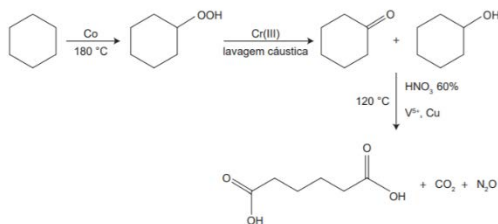
9 - Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados do dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primeiramente pela redução de

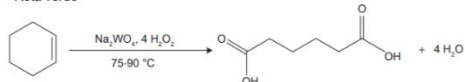
- a) amido. b) frutose. c) lipídeos.
d) celulose. e) proteínas.

10 - 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 (adaptado).

Que fator contribui positivamente para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira?

- Etapa única na síntese.
- Obtenção do produto puro.
- Ausência de reagentes oxidantes.
- Ausência de elementos metálicos no processo.
- Gasto de energia nulo na separação do produto.

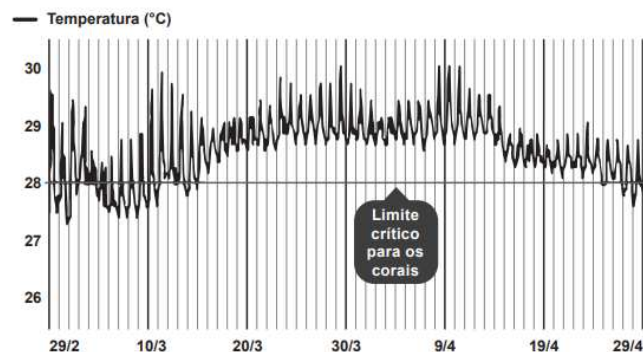
11 - O polipropileno (PP) é um polímero de adição sintetizado a partir do propeno, um subproduto gasoso do refino de petróleo. Sua baixa densidade garante produtos leves, reduzindo custos de transporte. Apesar das características que tornam o polipropileno um material de grande interesse comercial, algumas desvantagens podem explicar a busca por novos materiais que o substituam. O polipropileno se encontra entre os principais termoplásticos presentes nos resíduos das grandes cidades brasileiras.

A principal desvantagem do polipropileno, que leva à busca de novos materiais, é o(a)

- uso de matéria-prima de origem fóssil em sua produção.
- solubilização em água com elevada concentração de sais.
- oxidação dos compostos aromáticos no processo de síntese.
- liberação de gases do efeito estufa no processo de vulcanização.
- formação de substâncias ácidas no processo de refino do petróleo.

12 - O fenômeno conhecido como branqueamento de corais é causado pelo superaquecimento da água do mar. Quando a temperatura da água ultrapassa 28 °C por vários dias seguidos, os corais perdem as microalgas simbióticas (chamadas de zooxantelas) que lhes dão cor e são responsáveis por realizar a fotossíntese dentro de suas células, exercendo uma função

equivalente à dos cloroplastos nas células vegetais. Sem elas, os corais não conseguem produzir energia suficiente para sustentar seu metabolismo e ficam debilitados. O resultado pode ser passageiro ou fatal, dependendo da duração do evento e de uma combinação de fatores ambientais e genéticos que os cientistas ainda não compreendem totalmente. O gráfico a seguir apresenta dados de variação da temperatura no arquipélago de Abrolhos entre os meses de fevereiro e abril de 2016, quando ocorreu branqueamento de corais.

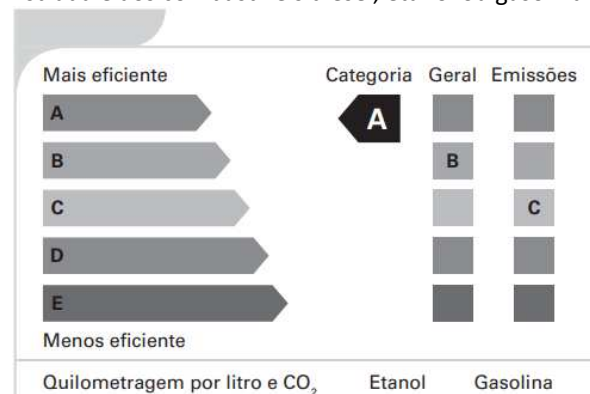


Disponível em: <https://infograficos.estadao.com.br>. Acesso em: 3 dez. 2022. (adaptado)

Uma medida a ser tomada para combater esse fenômeno é

- diminuir os valores de pH da superfície dos oceanos.
- estimular a deposição de sedimentos em locais com recifes.
- reduzir as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera.
- combater a presença de peixes herbívoros próximos aos corais.
- aumentar o aporte de matéria orgânica em ambientes aquáticos.

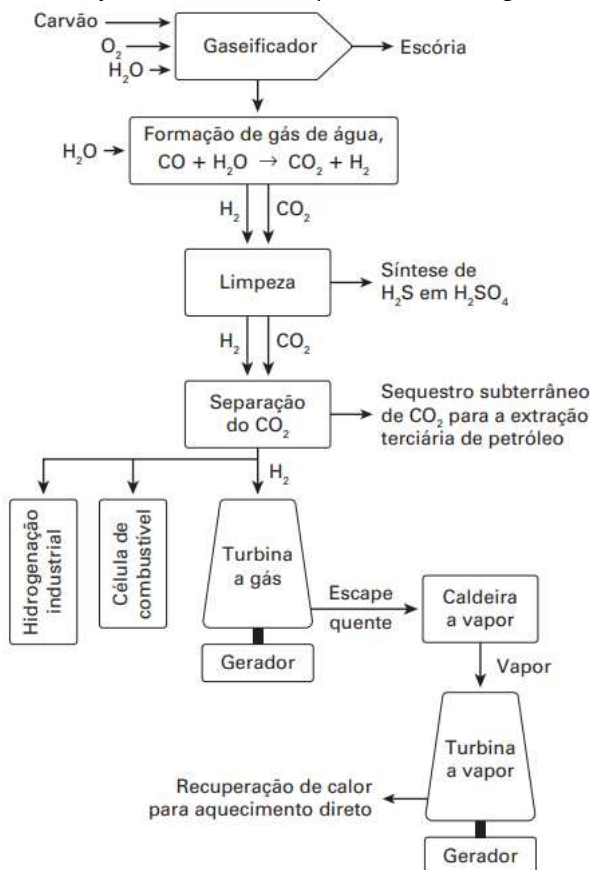
13 - A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) destaca as classificações dos modelos com relação ao consumo energético na categoria e no geral, bem como sua classificação com relação aos poluentes controlados. A ENCE é de uso obrigatório para os modelos participantes do programa. 1. A barra Emissões mostra o nível de emissão dos poluentes controlados (NMHC, NOX e CO) segundo normas do IBAMA, cuja classificação "A" significa que o veículo emite menos poluentes controlados e "C", que emite mais; 2. As barras Categoria e Geral classificam o veículo quanto ao consumo de combustível na combinação dos ciclos Cidade e Estrada e aos combustíveis diesel, etanol ou gasolina.



Um proprietário de um veículo, com as mesmas classificações da tabela do texto, decide trocar o seu carro por um mais potente, classificado como Categoria B, Geral C e Emissões D na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Em relação ao carro antigo, o carro novo emite

- a) menos poluentes, porém tem maior eficiência energética.
- b) menos poluentes com gasolina e possui maior eficiência energética com etanol.
- c) mais CO₂ e menos de outros poluentes, além de possuir menor eficiência energética.
- d) mais poluentes e possui menor eficiência energética, independentemente do combustível.
- e) mais poluentes na cidade e menos na estrada, além de possuir maior eficiência energética.

14 - A geração de energia via queima do carvão com lançamento de CO₂ na atmosfera está entrando em desuso graças à introdução de plantas de sequestro de gás carbônico como a FutureGen, projeto norte-americano do início do milênio, cuja estrutura está esquematizada na figura.



Nessas usinas, operadas a carvão, a produção de energia se dá em três vias, aumentando o potencial energético da instalação em comparação com as tradicionais termoeletricas, além de reduzir as emissões de gás prejudicial ao ambiente. Para produzir energia nas usinas que operam com sequestro de gás carbônico como a esquematizada, necessita-se

- a) iniciar o processo com a redução do carbono do carvão a CO.

- b) utilizar ácido sulfídrico em detrimento de hidrogênio molecular.
- c) produzir dióxido de carbono na queima do carvão no gaseificador.
- d) utilizar a célula de combustível de hidrogênio, a partir de reação de óxido redução.
- e) elaborar formas de armazenagem de ácido sulfúrico industrial formado via redução com O₂.

15 - O eFuel é um novo tipo de combustível sintético que vem sendo desenvolvido para substituição de combustíveis poluentes. O eFuel pode ser obtido através de algumas etapas, sendo a principal delas, a obtenção do gás hidrogênio, que é produzido através da eletrólise da água utilizando energia eólica ou solar. Com o hidrogênio disponível, em uma segunda etapa, a molécula é combinada com CO₂ atmosférico através de processos controlados de pressão e temperatura. Dessa mistura resulta o metanol cru, que contém água. Essa substância será processada em mais algumas etapas, para a obtenção de outros produtos através do refino. Considerando todo o processo de obtenção e utilização do eFuel, do ponto de vista energético e ambiental, a) A primeira etapa, de obtenção de hidrogênio, não consome energia.

- b) A segunda etapa contribui para o agravamento do aquecimento global.
- c) A queima dos combustíveis obtidos no processo é exotérmica e limpa.
- d) O metanol cru é utilizado diretamente como combustível automotivo.

Gabarito

Exercícios Fundamentais e Aprofundamento

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	C	A	B	D	A	B	E	B	D	C	C	E

Exercícios ENEM e Simulados

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gabarito	B	C	E	A	B	E	C	B	E	A	A	C

Questão	13	14	15
Gabarito	D	D	C