

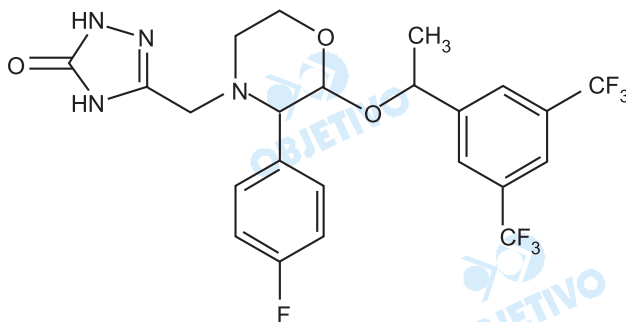
TABELA PERIÓDICA																	
1																	18
H 1,01																	He 4,00
2																	
3	4											13	14	15	16	17	18
Li 6,94	Be 9,01											B 10,8	C 12,0	N 14,0	O 16,0	F 19,0	Ne 20,2
11	12											13	14	15	16	17	18
Na 23,0	Mg 24,3											Al 27,0	Si 28,1	P 30,9	S 32,1	Cl 35,5	Ar 39,9
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 95,9	Tc (97,9)	Ru 101	Rh 103	Pd 106	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127	Xe 131
55	56	Série dos Lantanídeos		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Cs 133	Ba 137	La 139	Ce 140	Pr 141	Nd 144	Pm (145)	Sm 150	Eu 152	Gd 157	Tb 159	Dy 163	Ho 165	Er 167	Tm 169	Yb 173	Lu 175	
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111							
Fr (223)	Ra (226)	Série dos Atômicos	Rf (261)	Db (262)	Sg (266)	Bh (264)	Hs (277)	Mt (268)	Ds (271)	Rg (272)							
Série dos Lantanídeos																	
Número Atômico	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
Símbolo	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
Massa Atômica	139	140	141	144	(145)	150	152	157	159	163	165	167	169	173	175		
Série dos Atômicos																	
() = nº de massa do isótopo mais estável	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
	(227)	(232)	(232)	(231)	(238)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(258)	(259)	(262)	(262)	(262)	(262)
(IUPAC, 1.1.11.2004)																	

1ª Parte – Questões Objetivas

Química

1 c

Estudos pré-clínicos têm demonstrado que uma droga conhecida por aprepitant apresenta ação inibitória dos vômitos induzidos por agentes quimioterápicos citotóxicos, tais como a cisplatina. Essa droga apresenta a seguinte fórmula estrutural:

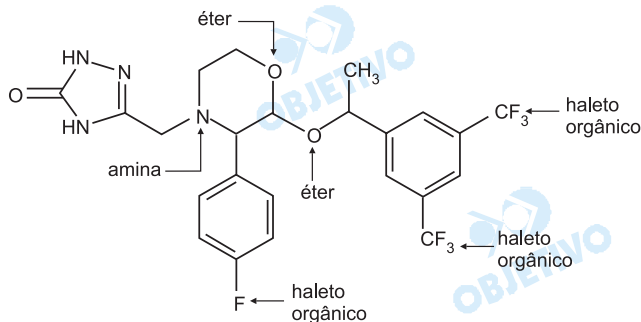


Duas das funções orgânicas encontradas na estrutura dessa droga são

- a) cetona e amina.
- b) cetona e éter.
- c) amina e éter.
- d) amina e éster.
- e) amida e éster.

Resolução

A estrutura, a seguir, apresenta as funções:



Em um experimento de laboratório, um aluno adicionou algumas gotas do indicador azul de bromotimol em três soluções aquosas incolores: A, B e C. A faixa de pH de viragem desse indicador é de 6,0 a 7,6, sendo que o mesmo apresenta cor amarela em meio ácido e cor azul em meio básico. As soluções A e C ficaram com coloração azul e a solução B ficou com coloração amarela. As soluções A, B e C foram preparadas, respectivamente, com

- a) NaHCO_3 , NH_4Cl e NaClO .
- b) NH_4Cl , HCl e NaOH .
- c) NaHCO_3 , HCl e NH_4Cl .
- d) NaOH , NaHCO_3 e NH_4Cl .
- e) NaClO , NaHCO_3 e NaOH .

Resolução

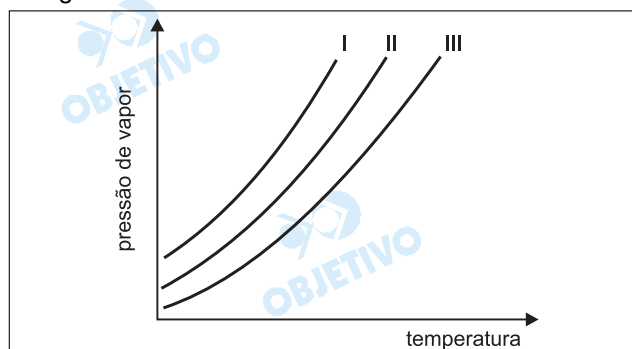
O bicarbonato de sódio (NaHCO_3), por ser derivado de ácido fraco e base forte, sofre hidrólise produzindo um meio básico ($\text{pH} > 7$). Sua solução aquosa, na presença do indicador azul de bromotimol, tornar-se-á azul.

O cloreto de amônio (NH_4Cl), por ser derivado de ácido forte e base fraca, sofre hidrólise produzindo um meio ácido ($\text{pH} < 7$). Com o indicador azul de bromotimol, sua solução ficará amarela.

O hipoclorito de sódio (NaClO) também sofre hidrólise básica (sal de ácido fraco e base forte) e adquire coloração azul na presença do indicador azul de bromotimol.

3 b

As curvas de pressão de vapor, em função da temperatura, para um solvente puro, uma solução concentrada e uma solução diluída são apresentadas na figura a seguir.



Considerando que as soluções foram preparadas com o mesmo soluto não volátil, pode-se afirmar que as curvas do solvente puro, da solução concentrada e da solução diluída são, respectivamente,

- a) I, II e III. b) I, III e II.
c) II, III e I. d) II, I e III.
e) III, II e I.

Resolução

Ao adicionar um soluto não-volátil ao solvente, o ponto de ebulição do solvente aumenta e há um abaixamento da pressão máxima de vapor do solvente. Assim, o líquido puro é mais volátil que o líquido quando está misturado com um soluto não-volátil.

Quanto maior a concentração do soluto não-volátil, maior é o abaixamento da pressão de vapor do líquido.

Assim, tem-se:

Curva I $\Rightarrow$ solvente puro

Curva II $\Rightarrow$ solução diluída

Curva III $\Rightarrow$ solução concentrada

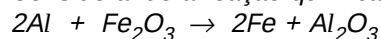
4 c

A termita é uma reação que ocorre entre alumínio metálico e diversos óxidos metálicos. A reação do Al com óxido de ferro(III), Fe_2O_3 , produz ferro metálico e óxido de alumínio, Al_2O_3 . Essa reação é utilizada na soldagem de trilhos de ferrovias. A imensa quantidade de calor liberada pela reação produz ferro metálico fundido, utilizado na solda. Dadas as massas molares, em g/mol: Al = 27 e Fe = 56, a quantidade, em kg, de ferro metálico produzido a partir da reação com 5,4 kg de alumínio metálico e excesso de óxido de ferro(III) é

a) 2,8. b) 5,6. c) 11,2. d) 16,8. e) 20,4.

Resolução

Considerando a reação química:



temos:

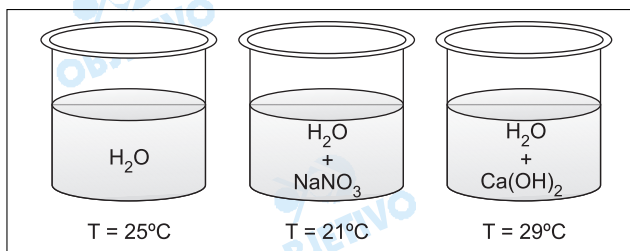
massa de Al	_____	massa de Fe
2 . 27g	_____	2 . 56g
5,4kg	_____	x (kg)

$$2 \cdot 27x = 5,4 \cdot 2 \cdot 56$$

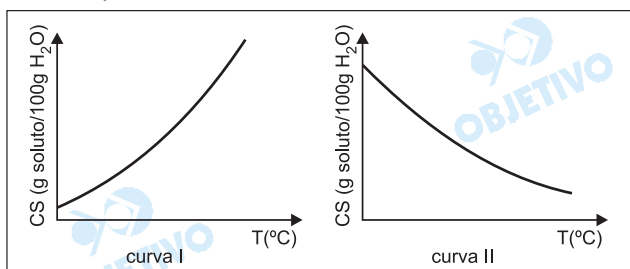
$$x = 11,2\text{kg de Fe}$$

5 a

A dissolução de uma substância em água pode ocorrer com absorção ou liberação de calor. O esquema apresenta as temperaturas da água destilada e das soluções logo após as dissoluções do nitrato de sódio e hidróxido de cálcio em água destilada.



Os gráficos seguintes representam as curvas de solubilidade para as duas substâncias consideradas.

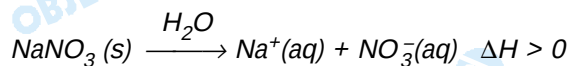
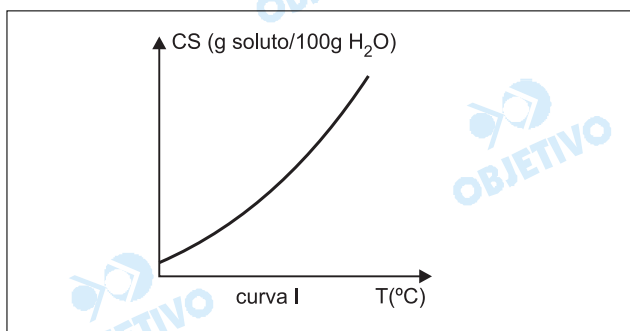


Quanto ao calor liberado ou absorvido na dissolução, o calor de dissolução (ΔH_{diss}) e a curva de solubilidade, assinale a alternativa que apresenta as propriedades que correspondem, respectivamente, à dissolução do nitrato de sódio e à do hidróxido de cálcio em água.

- a) Endotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} > 0$; curva I.
Exotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} < 0$; curva II.
- b) Endotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} > 0$; curva II.
Exotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} < 0$; curva I.
- c) Exotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} > 0$; curva I.
Endotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} < 0$; curva II.
- d) Exotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} < 0$; curva I.
Endotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} > 0$; curva II.
- e) Exotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} > 0$; curva II.
Endotérmica; $\Delta H_{\text{diss}} < 0$; curva I.

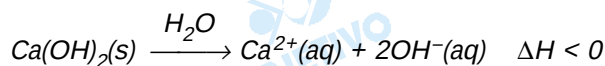
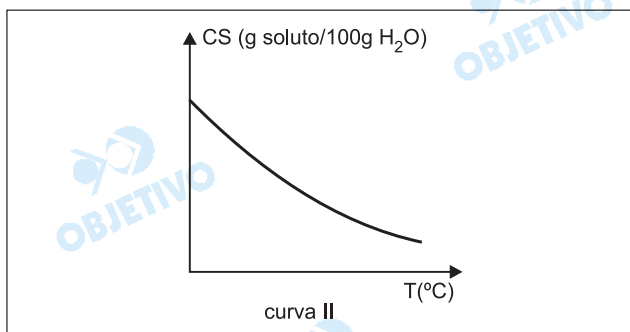
Resolução

A dissolução do NaNO_3 em água é **endotérmica**, pois houve diminuição da temperatura da água, isto é, houve transferência de energia das vizinhanças para o sistema em estudo.



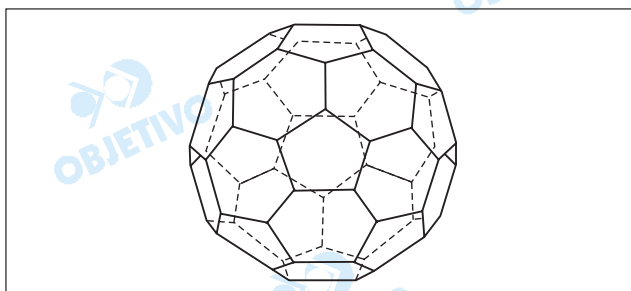
A dissolução do Ca(OH)_2 em água é **exotérmica**, pois

houve aumento da temperatura da água, isto é, o sistema forneceu energia para a água.



6 e

O prêmio Nobel de química em 1996 foi atribuído à descoberta da molécula C_{60} , com forma de bola de futebol, representada na figura.

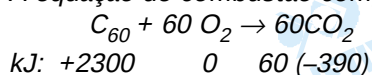


Seguindo a descoberta dos fullerenos, os nanotubos de carbono foram sintetizados. Esses avanços estão relacionados à promissora área de pesquisa que é a nanotecnologia. No C_{60} cada átomo de carbono está ligado a outros 3 átomos. Dadas as entalpias-padrão de formação do $\text{C}_{60}(\text{s})$ ($\Delta H_f^0 = +2300 \text{ kJ/mol}$) e do $\text{CO}_2(\text{g})$ ($\Delta H_f^0 = -390 \text{ kJ/mol}$), a entalpia de combustão completa, em kJ/mol , e a razão entre o número de ligações simples e duplas no C_{60} são, respectivamente, iguais a

a) -1910 e 3. b) -1910 e 2.
c) -21100 e 3. d) -25700 e 3.
e) -25700 e 2.

Resolução

A equação de combustão completa do fulereno é:

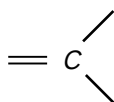


$$\Delta H = \sum \Delta H_{f \text{ produtos}} - \sum \Delta H_{f \text{ reagentes}}$$

$$\Delta H = (-23400 - 2300) \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -25700 \text{ kJ}$$

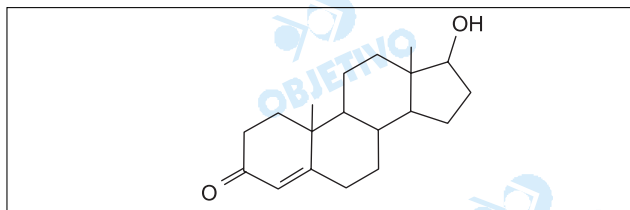
Pelo enunciado, cada carbono no fulereno está ligado a três outros átomos de carbono; como o carbono é tetravalente, teremos duas ligações simples e uma ligação dupla:



A razão entre o número de ligações simples e duplas é 2.

7 d

Pesquisas na área médica têm associado o câncer de próstata e a calvície ao hormônio DHT, um subproduto da testosterona, o principal hormônio masculino. Algumas drogas desenvolvidas nos últimos anos têm como função combater o DHT. No entanto, essas drogas têm efeitos colaterais. Uma substância produzida na digestão da soja combate o DHT. Por isso, alimentos à base de soja podem auxiliar no combate ao DHT. A figura a seguir apresenta a fórmula estrutural da testosterona.

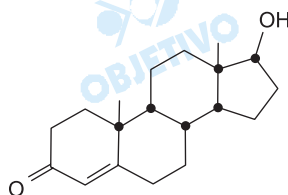


Na estrutura da testosterona, o número de átomos de carbono ligados a quatro grupos diferentes e o grupo funcional resultante da oxidação do carbono ligado à hidroxila são, respectivamente,

- a) 4 e ácido carboxílico. b) 5 e aldeído.
c) 3 e aldeído. d) 6 e cetona.
e) 5 e cetona.

Resolução

O número de átomos de carbono ligados a quatro grupos diferentes é 6 (bolinha escura).



O grupo funcional resultante da oxidação do carbono ligado à hidroxila (álcool secundário) é **cetona**.

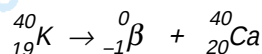
8 d

O aumento no volume das exportações no Brasil, em 2004, tem sido apontado como um dos responsáveis pela retomada do crescimento econômico do país. O Brasil exporta muitos tipos de minérios, sendo que alguns apresentam radioatividade natural. Certos países compradores exigem um certificado apresentando os valores de atividade de átomos que emitem radiação gama. O potássio-40, radioisótopo natural, é um dos emissores dessa radiação. No decaimento radiativo do potássio-40, em geral, há a emissão de uma partícula beta negativa. Neste caso, resulta um elemento com número atômico igual a

- a) 40. b) 39. c) 21. d) 20. e) 19.

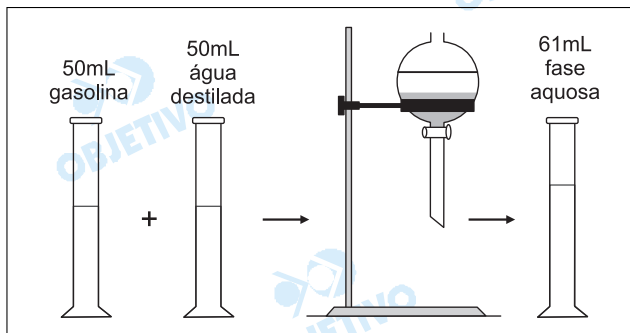
Resolução

Quando um átomo emite uma partícula beta, seu número atômico aumenta uma unidade e seu número de massa permanece constante:



O número atômico do potássio é 19 (observe a tabela periódica) e o elemento de número atômico 20 é o cálcio.

A figura representa o esquema de um experimento para determinação do teor de álcool na gasolina.

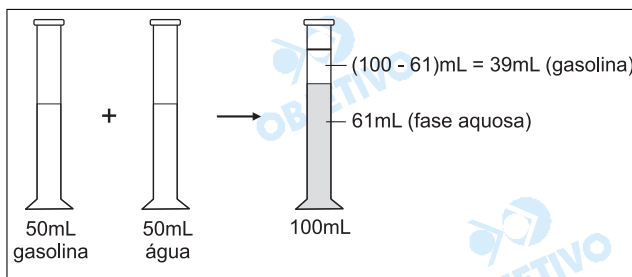


Com base no experimento e considerando que não há variação de volume, pode-se afirmar que o teor de álcool, em volume, na gasolina analisada e o processo de extração utilizado são, respectivamente,

- a) 11% e dissolução fracionada.
- b) 22% e dissolução fracionada.
- c) 11% e decantação fracionada.
- d) 22% e decantação fracionada.
- e) 11% e destilação fracionada.

Resolução

Ao se misturar gasolina, contendo álcool, com água, o álcool irá misturar-se com a água (substâncias polares) formando a fase aquosa imiscível com a gasolina.



O volume de álcool contido em 50mL do combustível será:

$$(61 - 50)\text{mL} = 11\text{mL} \text{ ou } (50 - 39)\text{mL} = 11\text{mL}$$

Teor de álcool na gasolina:

$$50\text{mL} \text{ ————— } 100\%$$

$$11\text{mL de álcool} \text{ ————— } x$$

$$x = 22\% \text{ de álcool em volume}$$

O processo de extração do álcool da gasolina poderia ser chamado de dissolução fracionada.

O caráter ácido dos compostos orgânicos difere bastante um dos outros. Uma comparação da acidez pode ser feita por meio das estruturas e das constantes de ionização, K_a . Os valores das constantes ao redor de 10^{-42} , 10^{-18} e 10^{-10} podem ser atribuídos, respectivamente, a

- a) fenóis, álcoois e alcanos.
- b) fenóis, alcanos e álcoois.
- c) álcoois, fenóis e alcanos.
- d) alcanos, fenóis e álcoois.
- e) alcanos, álcoois e fenóis.

Resolução

O valor de K_a serve para dar uma idéia da força do ácido. Quanto maior o valor de K_a , mais forte o ácido.

Comparando as estruturas de fenóis, álcoois e alcanos, verificamos que os fenóis são os ácidos mais fortes ($K_a \cong 10^{-10}$), pois o grupo benzênico é elétron-atraente, e os alcanos seriam os ácidos mais fracos ($K_a \cong 10^{-42}$) por apresentar grupos alquil que são elétron-repелentes.

$K_a \cong 10^{-42} \rightarrow$ alcanos

$K_a \cong 10^{-18} \rightarrow$ álcoois

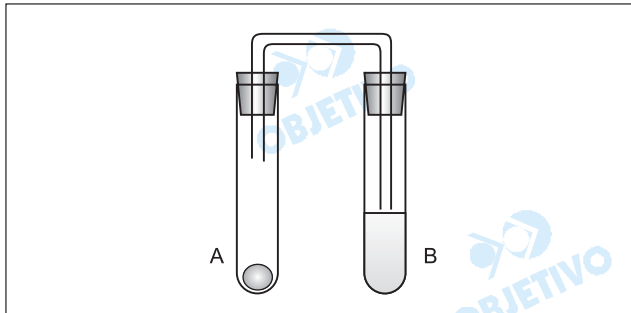
$K_a \cong 10^{-10} \rightarrow$ fenóis

2ª Parte – Questões Discursivas

Química

31

A figura apresenta o esquema de um experimento.



O tubo A, contendo NaHCO_3 , é aquecido a seco e o gás liberado é coletado em solução saturada de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ no tubo B. O gás produzido na decomposição do sal foi evidenciado ao reagir com a solução, produzindo um precipitado branco, o BaCO_3 . O gás do experimento é o mesmo gás cuja concentração na atmosfera vem aumentando a cada dia, juntamente com outros gases, o que resulta num problema ambiental bastante sério. O compromisso de reduzir a emissão desses gases foi assumido em Kyoto, num encontro sobre mudanças climáticas. Para que este protocolo entrasse em vigor, era necessária a ratificação de países industrializados que representassem pelo menos 55% das emissões globais de 1990. O boicote americano, principal emissor, não permitia atingir esse índice de adesão. Para comemoração dos ambientalistas, o governo da Rússia aderiu ao tratado em 05.11.2004, atingindo-se a adesão exigida, e o protocolo entrará em vigor em fevereiro de 2005.

- a) Escreva as equações devidamente balanceadas das reações ocorridas no experimento.
- b) De que problema ambiental esta questão trata? Cite a principal fonte emissora desse gás no planeta.

Resolução



- b) O problema ambiental causado pela emissão de CO_2 é o efeito estufa.

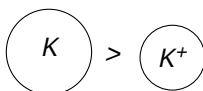
A principal fonte emissora de CO_2 é a combustão de combustíveis fósseis: carvão, derivados de petróleo e gás natural. As queimadas de florestas também contribuem muito para o efeito estufa.

O cloreto de potássio, KCl , é um composto utilizado como fertilizante para plantas. Os íons K^+ e Cl^- apresentam raios iônicos respectivamente iguais a 138 pm e 181 pm, onde $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$. O peróxido de hidrogênio, H_2O_2 , é um produto químico de grande importância industrial, decompondo-se quando exposto à luz. É usado em grande escala como alvejante para tecidos, papel e polpa de madeira.

- a) Faça uma estimativa dos raios atômicos do K e do Cl. Justifique a sua resposta.
- b) Escreva a equação da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio. Calcule a quantidade em mol de moléculas do gás produzido, na decomposição de 10 mols de moléculas de peróxido de hidrogênio.

Resolução

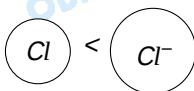
- a) Quando um átomo perde elétrons se transformando em cátion, seu raio diminui devido a uma maior atração do núcleo sobre os elétrons que restaram:



Podemos concluir que o raio atômico do potássio será maior que o raio do íon potássio:

$$r_K > 138 \text{ pm}$$

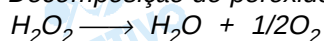
Quando um átomo ganha elétrons se transformando em ânion, seu raio aumenta graças a uma maior repulsão entre os elétrons:



Podemos concluir que o raio atômico do cloro será menor que o raio do íon cloreto:

$$r_{Cl} < 181 \text{ pm}$$

- b) Decomposição do peróxido de hidrogênio:



$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ 1 \text{ mol} & \text{-----} & 0,5 \text{ mol} \\ 10 \text{ mol} & \text{-----} & x \end{array}$$

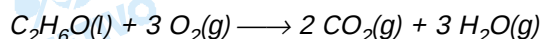
$x = 5 \text{ mols de moléculas de oxigênio}$

Veículos com motores flexíveis são aqueles que funcionam com álcool, gasolina ou a mistura de ambos. Esse novo tipo de motor proporciona ao condutor do veículo a escolha do combustível ou da proporção de ambos, quando misturados, a utilizar em seu veículo. Essa opção também contribui para economizar dinheiro na hora de abastecer o carro, dependendo da relação dos preços do álcool e da gasolina. No Brasil, o etanol é produzido a partir da fermentação da cana-de-açúcar, ao passo que a gasolina é obtida do petróleo.

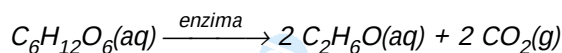
- a) Escreva as equações, devidamente balanceadas, da reação de combustão completa do etanol, C_2H_6O , e da reação de obtenção do etanol a partir da fermentação da glicose.
- b) Qual é o nome dado ao processo de separação dos diversos produtos do petróleo? Escreva a fórmula estrutural do 2,2,4 trimetil-pentano, um constituinte da gasolina que aumenta o desempenho do motor de um automóvel.

Resolução

- a) *Equação da reação de combustão do etanol:*

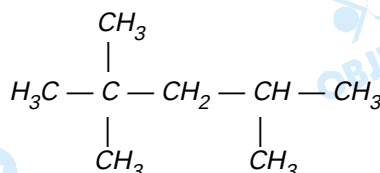


Equação da reação de fermentação da glicose:

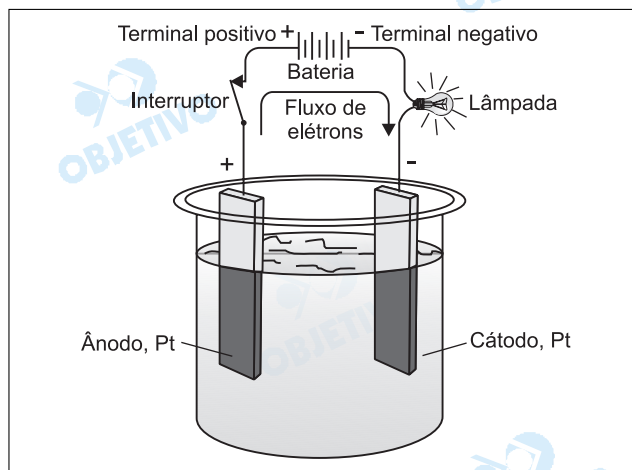


- b) A separação do petróleo é feita por destilação fracionada.

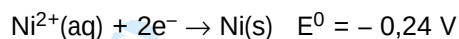
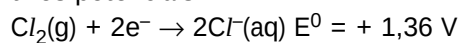
– fórmula estrutural do 2,2,4-trimetilpentano:



A figura apresenta a eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de níquel(II), NiCl_2 .



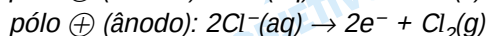
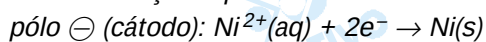
São dadas as semi-reações de redução e seus respectivos potenciais:



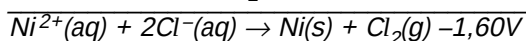
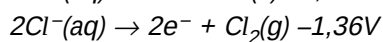
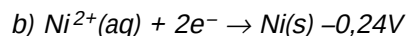
- Indique as substâncias formadas no ânodo e no cátodo. Justifique.
- Qual deve ser o mínimo potencial aplicado pela bateria para que ocorra a eletrólise? Justifique.

Resolução

a) As semi-reações que ocorrem na eletrólise são:

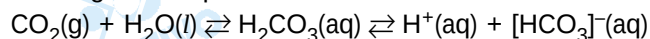


No cátodo (onde ocorre a redução), temos a formação do metal níquel e no ânodo (onde ocorre a oxidação), a formação do gás cloro.



O mínimo potencial aplicado pela bateria para que ocorra a eletrólise é 1,60V.

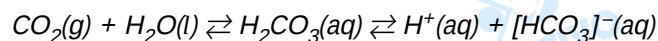
A acidose metabólica é causada pela liberação excessiva, na corrente sangüínea, de ácido láctico e de outras substâncias ácidas resultantes do metabolismo. Considere a equação envolvida no equilíbrio ácido-base do sangue e responda.



- Explique de que forma o aumento da taxa de respiração, quando se praticam exercícios físicos, contribui para a redução da acidez metabólica.
- O uso de diuréticos em excesso pode elevar o pH do sangue, causando uma alcalose metabólica. Explique de que forma um diurético perturba o equilíbrio ácido-base do sangue.

Resolução

a) Considere o equilíbrio:



Com o aumento da taxa da respiração, uma maior quantidade de CO_2 será expelida e, portanto, a sua concentração será diminuída. Com a diminuição da concentração de CO_2 , o equilíbrio será deslocado no sentido da formação de CO_2 e a concentração de íons H^+ irá diminuir, reduzindo a acidez.

- b) O uso de diuréticos irá diminuir a quantidade de H_2O , e o equilíbrio será deslocado no sentido da formação de CO_2 e, portanto, a concentração de H^+ irá diminuir, elevando o pH do sangue.

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

Comentário de Química

A prova foi de nível médio, procurando enfatizar os principais itens do programa de química do ensino médio.

