

CONSTANTES

Constante de Avogadro (N_A) = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} =$
 $= 9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Volume molar de gás ideal = 22,4 L (CNTP)

Carga elementar = $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1} =$
 $= 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} =$

$= 62,4 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Constante de Planck (h) = $6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kgs}^{-1}$

Velocidade da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Número de Euler (e) = 2,72

DEFINIÇÕES

Pressão: 1 atm = 760 mmHg = $1,01325 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 760$

Torr = 1,01325 bar

Energia: 1 J = 1 N m = $1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):
0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; concentração das soluções =
 $= 1 \text{ mol L}^{-1}$ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso.

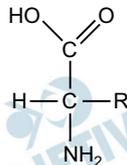
(CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [X] = concentração da espécie química X em mol L^{-1} .

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)
H	1	1,01
He	2	4,00
C	6	12,01
N	7	14,01
O	8	16,00
Na	11	22,99
S	16	32,06
Cl	17	35,45
Ca	20	40,08
Fe	26	55,85
Cu	29	63,55
Zn	30	65,38
Br	35	79,90
Pt	78	195,08
Pb	82	207,2
Ra	88	(não possui isótopos estáveis)
U	92	238,03

Aminoácidos são compostos orgânicos que contêm um grupo amina e um grupo carboxílico. Nos α -aminoácidos, os dois grupos encontram-se nas extremidades da molécula e entre eles há um átomo de carbono, denominado carbono- α , que também está ligado a um grupo R, conforme a figura.



Considere os seguintes aminoácidos:

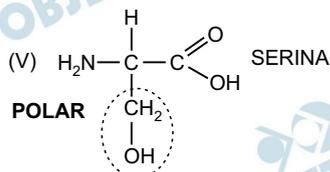
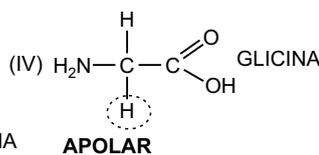
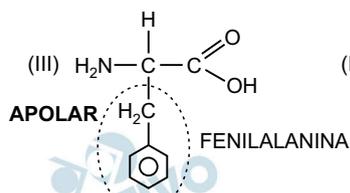
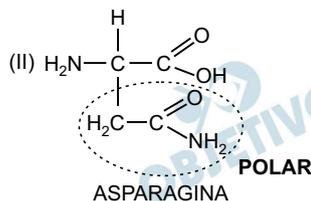
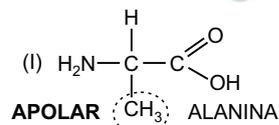
- I. Alanina, em que $R = \text{CH}_3$.
- II. Asparagina, em que $R = \text{CH}_2\text{CONH}_2$.
- III. Fenilalanina, em que $R = \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$.
- IV. Glicina, em que $R = \text{H}$.
- V. Serina, em que $R = \text{CH}_2\text{OH}$.

Assinale a opção que contém o(s) aminoácido(s) que possui(em) grupo(s) R polar(es):

- a) Alanina e Fenilalanina
- b) Asparagina e Glicina
- c) Asparagina e Serina
- d) Fenilalanina
- e) Glicina, Fenilalanina e Serina

Resolução

Analizando os aminoácidos dados:



Portanto, os aminoácidos que possuem o grupo R polar são asparagina e a serina.

Resposta: **C**

2

Considere as seguintes proposições a respeito dos valores, em módulo, da energia de orbitais atômicos 2s e 2p:

- I. $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para átomo de hidrogênio.
- II. $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para o íon de hélio carregado com uma carga positiva.
- III. $|E_{2s}| > |E_{2p}|$ para o átomo de hélio.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

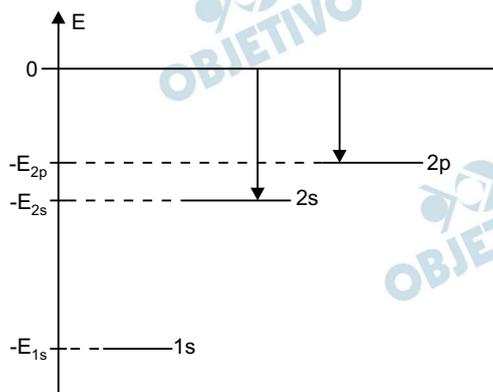
- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e III.
- e) todas.

Resolução

Para partículas hidrogenoides (apenas 1 elétron), não existe desdobramento em subníveis, logo

$|E_{2s}| = |E_{2p}|$, tanto para o hidrogênio, quanto para o íon ${}^2\text{He}^+$.

Para o átomo de hélio (${}^2\text{He}$), existe desdobramento em subníveis. As energias dos subníveis são negativas e, para o caso do hélio, crescentes na sequência $1s < 2s < 2p$. Logo, o módulo da energia do subnível 2s é maior que o módulo da energia do 2p ($|E_{2s}| > |E_{2p}|$).

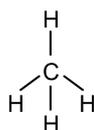


Resposta: E

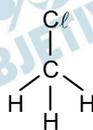
Entre as substâncias CH_4 , CH_3Cl , CH_2Br_2 , CH_2Cl_2 , CHBr_3 e CBr_4 ,

- CBr_4 é a de maior ponto de ebulição.
- CH_2Br_2 é mais volátil que o CH_2Cl_2 .
- CHBr_3 tem maior pressão de vapor que o CH_3Cl .
- CH_4 é a de maior força de interação intermolecular.
- quatro destas moléculas são apolares.

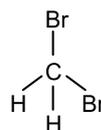
Resolução



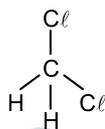
apolar
M = 16g/mol
PE = -161,5°C



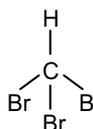
polar
M = 50,5g/mol
PE = -24,2°C



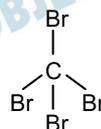
polar
M = 174g/mol
PE = 96,95°C



polar
M = 85g/mol
PE = 39,6°C



polar
M = 253g/mol
PE = 149,1°C



apolar
M = 332g/mol
PE = 189,5°C

- a) **Verdadeira.**

O maior ponto de ebulição é o do CBr_4 , devido à grande massa molar.

- b) **Falsa.**

CH_2Br_2 é menos volátil que CH_2Cl_2 , devido à grande massa molar.

- c) **Falsa.**

CHBr_3 tem menor pressão de vapor que CH_3Cl , devido à maior massa molar.

- d) **Falsa.**

CH_4 é a de menor força de interação intermolecular, devido à pequena massa molar.

- e) **Falsa.**

Duas dessas moléculas são apolares (CH_4 e CBr_4).

Resposta: **A**

Considere as proposições a seguir.

- I. O alceno C_6H_{12} apresenta cinco isômeros.
- II. Existem três diferentes compostos com a fórmula $C_2H_2Cl_2$.
- III. Existem quatro diferentes éteres com a fórmula molecular $C_4H_{10}O$.
- IV. O trimetilbenzeno tem três isômeros estruturais.

Das proposições acima estão CORRETAS

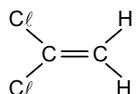
- a) apenas I, II e IV.
- b) apenas I e III.
- c) apenas II, III e IV.
- d) apenas II e IV.
- e) todas.

Resolução

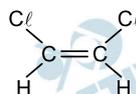
I) Correta.

Existem muito mais de 5 alcenos com fórmula C_6H_{12} . Como na alternativa não está escrita a palavra *apenas* (ou *somente*), consideramos este item correto.

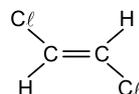
II) Correta.



1,1-dicloroeteno

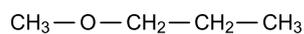


cis-1,2-dicloroeteno

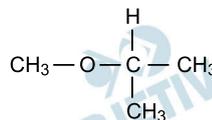


trans-1,2-dicloroeteno

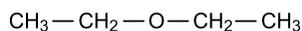
III) Incorreta.



éter metilpropílico



éter isopropilmetílico

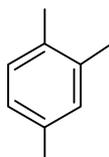


éter dietílico

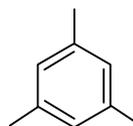
IV) Correta.



1,2,3-trimetilbenzeno



1,2,4-trimetilbenzeno



1,3,5-trimetilbenzeno

Resposta: **A**

Um recipiente de 240 L de capacidade contém uma mistura dos gases ideais hidrogênio e dióxido de carbono, a 27°C. Sabendo que a pressão parcial do dióxido de carbono é três vezes menor que a pressão parcial do hidrogênio e que a pressão total da mistura gasosa é de 0,82 atm, assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, as massas de hidrogênio e de dióxido de carbono contidas no recipiente.

- a) 2 g e 44 g
- b) 6 g e 44 g
- c) 8 g e 88 g
- d) 12 g e 88 g
- e) 16 g e 44g

Resolução

Dados:

$$V = 240L; 27^{\circ}C; T = 300K$$

$$P = 0,82 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = 3 P_{CO_2} \therefore n_{H_2} = 3 n_{CO_2}$$

Cálculo da quantidade em mols da mistura:

$$PV = nRT$$

$$0,82 \text{ atm} \cdot 240L = n \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \frac{\text{atm} \cdot L}{K \cdot \text{mol}} \cdot 300K$$

$$n = 8$$

Cálculo das massas de hidrogênio e oxigênio:

$$n = n_{H_2} + n_{CO_2}$$

$$8 = 3 n_{CO_2} + n_{CO_2} \therefore 8 = 4 n_{CO_2}$$

$$n_{CO_2} = 2$$

$$\therefore 1 \text{ mol} \text{ — } 44g$$

$$2 \text{ mol} \text{ — } x$$

$$x = 88g$$

$$n_{H_2} = 6$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 2g$$

$$6 \text{ mol} \text{ — } y \therefore y = 12g$$

Resposta: **D**

Deseja-se aquecer 586 g de água pura da temperatura ambiente até 91°C, em pressão ambiente. Utilizando um forno de microondas convencional que emite radiação eletromagnética com frequência de 2,45 GHz e considerando a capacidade calorífica da água constante e igual a 4,18 J g⁻¹ °C⁻¹, assinale a alternativa que apresenta o número aproximado de fótons necessário para realizar este aquecimento.

- a) 3 x 10²⁷
- b) 4 x 10²⁸
- c) 1 x 10²⁹
- d) 5 x 10³⁰
- e) 2 x 10³¹

Resolução

A energia radiante emitida pelo forno de micro-ondas, equivalente à energia de n fótons (n h f), é igual à quantidade de calor para aquecer a água (m c Δθ):

$$n h f = m c \Delta\theta$$

$$n = \frac{m c \Delta\theta}{h f}$$

$$n = \frac{586 \cdot 10^{-3} \cdot 4,18 \cdot 10^3 (91 - 25)}{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,45 \cdot 10^9}$$

$$n \cong 1 \cdot 10^{29} \text{ fótons}$$

Observação: A expressão capacidade calorífica não é adequada. O termo correto é calor específico sensível.

Resposta: C

Considere um recipiente de 320 L, ao qual são adicionados gases ideais nas seguintes condições:

- I. Hélio: 30.000 cm³ a 760 cmHg e 27°C
- II. Monóxido de carbono: 250 L a 1.140 mmHg e - 23°C
- III. Monóxido de nitrogênio: 2 m³ a 0,273 atm e 0 °C

Sabendo que a pressão total da mistura gasosa é de 4,5 atm, assinale a opção que apresenta a pressão parcial do hélio na mistura gasosa.

- a) 0,1 atm
- b) 0,2 atm
- c) 0,5 atm
- d) 1,0 atm
- e) 2,0 atm

Resolução

I) Cálculo da quantidade em mols de hélio:

$$V = 30\,000\text{ cm}^3 = 30\text{ L}; P = 760\text{ cmHg} = 10\text{ atm};$$

$$T = 300\text{ K}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$10\text{ atm} \cdot 30\text{ L} = n \cdot 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300\text{ K}$$

$$n = 12,180\text{ mol de He}$$

II) Cálculo da quantidade em mols de CO:

$$V = 250\text{ L}; P = 1140\text{ mmHg} = 1,5\text{ atm}; T = 250\text{ K}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1,5\text{ atm} \cdot 250\text{ L} = n \cdot 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 250\text{ K}$$

$$n = 18,27\text{ mol de CO}$$

III) Cálculo da quantidade em mols de NO:

$$V = 2\text{ m}^3 = 2\,000\text{ L}; P = 0,273\text{ atm}; T = 273\text{ K}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$0,273\text{ atm} \cdot 2000\text{ L} = n \cdot 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273\text{ K}$$

$$n = 24,36\text{ mol de NO}$$

IV) Cálculo da quantidade em mols total:

$$n_T = n_{\text{He}} + n_{\text{CO}} + n_{\text{NO}} \Rightarrow n = 54,810\text{ mol}$$

V) Cálculo da pressão parcial do hélio:

$$54,810\text{ mol} \xrightarrow{\quad} 4,5\text{ atm}$$

$$12,180\text{ mol de He} \xrightarrow{\quad} x$$

$$x = 1,0\text{ atm}$$

Resposta: **D**

Dentre os processos químicos abaixo, assinale aquele que ocorre em uma única etapa elementar.

- a) Eletrólise do metanol
- b) Decomposição do peróxido de hidrogênio
- c) Fotodecomposição do ozônio
- d) Produção de água a partir de $H_2(g)$ e $O_2(g)$
- e) Produção de cloreto de sódio a partir de $Na(s)$ e $Cl_2(g)$

Resolução

a) *Falsa.*

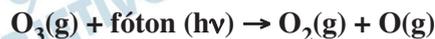
Processos eletrolíticos possuem, pelo menos, duas etapas: a semirreação anódica e a catódica.

b) *Falsa.*

A decomposição do peróxido de hidrogênio é uma reação radicalar, que normalmente ocorre na presença de um catalisador.

c) *Verdadeira.*

A fotodecomposição do ozônio ocorre com a absorção de fóton, originando O_2 e oxigênio atômico, em uma única etapa.



d) *Falsa.*

A produção de H_2O a partir de H_2 e O_2 envolve a quebra das ligações covalentes do H_2 e também do O_2 , em um processo radicalar com várias etapas.

e) *Falsa.*

A formação de $NaCl$ a partir de Na e Cl_2 envolve um processo de oxidorredução, ou seja, envolve uma etapa de oxidação (Na) e outra de redução (Cl_2).

Resposta: C

Considere as seguintes proposições:

- I. Massa crítica representa a massa mínima de um nuclídeo físsil em um determinado volume necessária para manter uma reação em cadeia.
- II. Reações nucleares em cadeia referem-se a processos nos quais elétrons liberados na fissão produzem nova fissão em, no mínimo, um outro núcleo.
- III. Os núcleos de ^{226}Ra podem sofrer decaimentos radioativos consecutivos até atingirem a massa de 206 (chumbo), adquirindo estabilidade.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

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

Resolução

I. Correta.

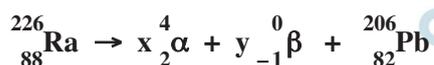
A massa crítica é a quantidade mínima de material físsil necessária para produzir uma reação em cadeia autossustentável.

II. Incorreta.

Reações nucleares em cadeia referem-se a processos nos quais nêutrons liberados na fissão produzem nova fissão em, no mínimo, um outro núcleo.

III. Correta.

O isótopo do rádio-226 pode sofrer decaimento até formar chumbo-206, segundo a reação:



em que x e y devem ser números inteiros (número de partículas α e β), assim:

$$226 = 4 \cdot x + 206$$

$$x = 5$$

$$88 = 10 - 1 \cdot y + 82$$

$$y = 4$$

Resposta: E

São feitas as seguintes proposições a respeito da produção de biocombustíveis:

- I. A hidrólise ácida de triacilgliceróis é a etapa final na produção do biodiesel.
- II. Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO_2 como subproduto.
- III. Na síntese do bioquerosene, podem ser utilizados ácidos graxos com cadeias lineares ou cíclicas, saturadas ou insaturadas.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

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

Resolução

I) *Incorreta.*

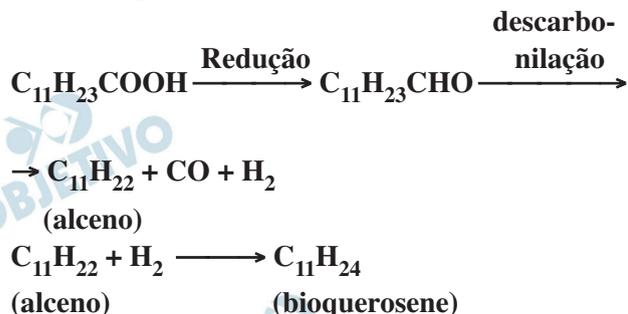
A fase final no processo de produção do biodiesel é a transesterificação.

II) *Correta.*

A fermentação alcoólica do carboidrato produz etanol e, como subproduto, o CO_2 .

III) *Correta*, pois a parte reativa das moléculas em questão independe do tipo de cadeia hidrocarbônica, sejam lineares, cíclicas, saturadas ou insaturadas.

A carboxila dos ácidos graxos sofre redução a aldeído, seguida de descarbonilação para formar CO e H_2 . Por fim, pode-se hidrogenar o alceno produzindo alceno (bioquerosene), como demonstrado a seguir:



Bioquerosene é um combustível renovável formado por uma mistura de hidrocarbonetos tanto lineares como cíclicos, com uma composição semelhante à do querosene de origem fóssil.

Resposta: E

Considere as seguintes proposições:

- I. A propriedade básica associada ao fracionamento do petróleo é o ponto de ebulição.
- II. Em geral, no craqueamento térmico do petróleo ocorre formação de radicais livres por meio da quebra de ligação homolítica, enquanto que no craqueamento catalítico ocorre a ruptura heterolítica.
- III. Metano não é produzido na destilação fracionada do petróleo.
- IV. Indústria petroquímica é o termo utilizado para designar o ramo da indústria química que utiliza derivados de petróleo como matéria-prima para a fabricação de novos materiais, como medicamentos, fertilizantes e explosivos.
- V. Os rendimentos de derivados diretos do petróleo no processo de destilação fracionada não dependem do tipo de petróleo utilizado,

Das proposições acima são CORRETAS

- a) apenas I, II e IV.
- b) apenas I, III, IV e V.
- c) apenas I, III e V.
- d) apenas II, IV e V.
- e) todas.

Resolução

Analisando as proposições:

I) *Correta.*

A propriedade para a separação das frações do petróleo é o ponto de ebulição.

II) *Correta.*

O craqueamento do petróleo transforma hidrocarbonetos de cadeia longa em hidrocarbonetos de cadeias menores. Em geral, no craqueamento térmico ocorre cisão homolítica (radicais livres) e no craqueamento catalítico ocorre ruptura heterolítica.

III) *Incorreta.*

Metano é um dos componentes da fração gasosa do petróleo.

IV) *Correta.*

Indústria petroquímica é um ramo da química que usa derivados de petróleo para fabricação de novos materiais.

V) *Incorreta.*

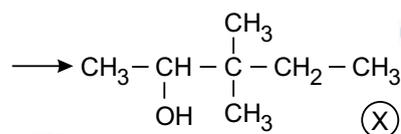
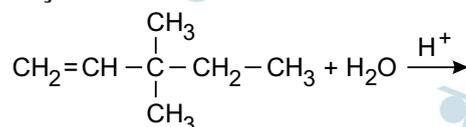
Dependendo do tipo de petróleo, teremos rendimento diferente das frações obtidas.

Resposta: **A**

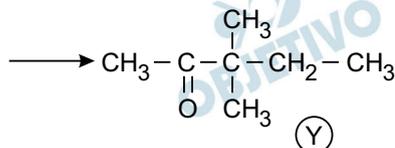
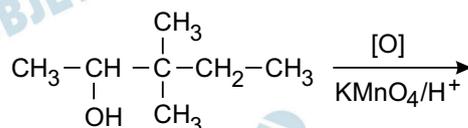
O composto 3,3-dimetil-1-penteno reage com água em meio ácido e na ausência de peróxidos, formando um composto X que, a seguir, é oxidado para formar um composto Y. Os compostos X e Y formados preferencialmente são, respectivamente,

- um álcool e um éster.
- um álcool e uma cetona.
- um aldeído e um ácido carboxílico.
- uma cetona e um aldeído.
- uma cetona e um éster.

Resolução



3,3-dimetilpentan-2-ol
(álcool secundário)



3,3-dimetilpentanona
(cetona)

Resposta: **B**

Um recipiente de paredes adiabáticas e de volume constante contém duas amostras de água pura separadas por uma parede também adiabática e de volume desprezível. Uma das amostras consiste em 54 g de água a 25°C e, a outra, em 126 g a 75°C. Considere que a parede que separa as amostras é retirada e que as amostras de água se misturam até atingir o equilíbrio. Sobre esse processo são feitas as seguintes afirmações:

- I. A temperatura da mistura no equilíbrio é de 323 K.
- II. A variação de entalpia no processo é nula.
- III. A variação de energia interna no processo é nula.
- IV. A variação de entropia no processo é nula.

Assinale a opção que apresenta a(s) afirmação(ões) CORRETA(S) sobre a mistura das amostras de água.

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas II e III
- d) Apenas III e IV
- e) Apenas IV

Resolução

Ao retirar a parede que separa as amostras de água, as quantidades de calor trocadas pela água numa temperatura maior (75°C) e pela água numa temperatura menor (25°C) serão as mesmas.

Como $Q = mc\Delta\theta$, temos:

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 c (25 + \theta_{\text{equi}}) = m_2 c (75 - \theta_{\text{equi}})$$

$$54 \cdot (25 + \theta_{\text{equi}}) = 126 (75 - \theta_{\text{equi}})$$

$$3 (25 + \theta_{\text{equi}}) = 7 (75 - \theta_{\text{equi}})$$

$$75 + 3 \theta_{\text{equi}} = 525 - 7 \theta_{\text{equi}}$$

$$10 \theta_{\text{equi}} = 450$$

$$\theta_{\text{equi}} = 45^\circ\text{C}$$

$$\theta_{\text{equi}} = 45 + 273 = 318\text{K}$$

Como a energia trocada é a mesma, e como o volume é constante e as paredes são adiabáticas, a variação de entalpia e a variação de energia interna do processo são nulas.

Ao retirar a parede que separa as amostras, aumenta o número de posições possíveis para cada molécula de água e, portanto, aumenta o grau de desorganização do sistema, aumentando a entropia dele.

Resposta: **C**

São feitas as seguintes proposições a respeito de propriedades coligativas:

- I. A pressão osmótica depende do tipo de solvente para um dado soluto.
- II. A criometria usa o abaixamento do ponto de congelamento do solvente para medir a massa molar do soluto.
- III. Na ebuliometria, a variação da temperatura de ebulição depende da concentração molal de soluto não volátil utilizado.
- IV. Na tonometria, ocorre abaixamento da pressão de vapor de uma solução que contém um soluto não volátil, em relação ao solvente puro.

Das proposições acima é(são) CORRETA(S)

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

Resolução

I) *Correta.*

A pressão osmótica depende da concentração da solução, e como, em geral, solutos polares dissolvem-se em solventes polares, concluímos que a dissolução de solutos polares em solventes apolares diminui o número de partículas dispersas. A pressão osmótica depende da interação soluto-solvente.

O gabarito oficial apresentou essa proposição como incorreta. Entendemos como correta a proposição. Para um dado soluto, a pressão osmótica depende do tipo de solvente.

O ácido acético ioniza em água fracamente, aumentando o número de partículas dispersas. Em amônia líquida (base mais forte que a água), o ácido acético ioniza mais fortemente, produzindo um maior número de partículas dispersas. Reforçando o argumento, as constantes tonométrica, ebuliométrica e criométrica dependem do solvente.

Os interessados sobre esse assunto podem acessar o site:

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hssDmZVYwOcJ:https://www.accademiadellescienze.it/media/91+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b>

“Osmotic pressure dependence on the solute-solvent interaction: thermodynamic model and experimental verification”.

II) *Correta.*

Lei de Raoult: $\Delta t_c = K_c \cdot M_m$

$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t_c: \text{abaixamento da temperatura de} \\ \text{congelamento} \\ K_c: \text{constante criométrica} \\ M_m: \text{concentração de partículas dispersas em} \\ \text{mol/kg de solvente} \end{array} \right.$

$$\Delta t_c = K_c \cdot \frac{n \text{ soluto}}{m \text{ solvente (kg)}}$$

$$\Delta t_c = K_c \cdot \frac{\frac{m \text{ soluto}}{M \text{ soluto}}}{m \text{ solvente (kg)}}$$

$$M = \frac{K_c \cdot m \text{ soluto}}{\Delta t_c \cdot m \text{ solvente (kg)}}$$

III) *Correta.*

Lei de Raoult: $\Delta t_e = K_e \cdot M_m$

$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t_e: \text{variação da temperatura de ebulição} \\ K_e: \text{constante ebulliométrica} \\ M_m: \text{concentração molar} \end{array} \right.$

IV) *Correta.*

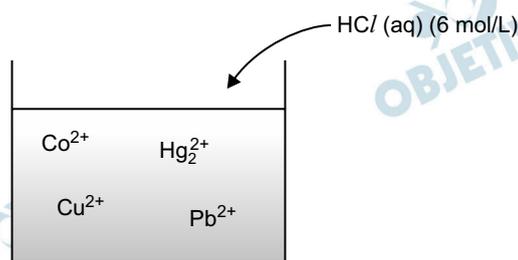
Tonometria estuda o abaixamento da pressão máxima de vapor de um solvente quando nele se dissolve um soluto não volátil.

Resposta: **E*** (GABARITO OFICIAL: C)

Em temperatura ambiente, adicionou-se uma porção de ácido clorídrico 6 mol L^{-1} a uma solução aquosa contendo os íons metálicos Co^{2+} , Cu^{2+} , Hg_2^{2+} e Pb^{2+} . Assinale a opção que apresenta os íons metálicos que não foram precipitados.

- a) Co^{2+} e Cu^{2+}
- b) Co^{2+} e Hg_2^{2+}
- c) Cu^{2+} e Hg_2^{2+}
- d) Cu^{2+} e Pb^{2+}
- e) Hg_2^{2+} e Pb^{2+}

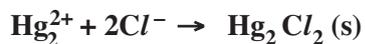
Resolução



O ácido clorídrico disponibiliza para a solução íons Cl^- de acordo com a equação química:



O íon Cl^- forma sais solúveis, exceto com os cátions Ag^+ , Hg_2^{2+} e Pb^{2+}



Assim, os íons metálicos que não serão precipitados são: Co^{2+} e Cu^{2+} .

Resposta: **A**

Considere dadas as constantes de dissociação ácida (K_a) ou básica (K_b) das seguintes substâncias, a 25°C : fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), $K_a = 1 \times 10^{-10}$ e anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$), $K_b = 7 \times 10^{-10}$.

Sobre o pH de soluções aquosas dessas substâncias são feitas as seguintes afirmações:

- I. A solução aquosa de fenol a $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ tem $\text{pH} < 5$.
- II. A solução aquosa de anilina a $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ tem $\text{pH} > 9$.
- III. Ambas as soluções aquosas a $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ têm pH aproximadamente iguais.

Das afirmações acima está(ão) CORRETA(S)

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

Resolução

I) *Incorreta.*

	H_2O		
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	\rightleftharpoons	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}^+$
Início	10^{-4} mol/L		0 0
Reage e forma	$x \text{ mol/L}$		$x \text{ mol/L}$ $x \text{ mol/L}$
Equilíbrio	$\underbrace{(10^{-4} - x)}_{\cong 10^{-4}} \text{ mol/L}$		$x \text{ mol/L}$ $x \text{ mol/L}$

$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} \Rightarrow 1 \cdot 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x^2 = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$x = 10^{-7}$$

$$[\text{H}^+] \cong 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-7} \Rightarrow \boxed{\text{pH} \cong 7}$$

O pH é um pouco menor que sete.

II) *Incorreta.*

	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$		
Início	10^{-4} mol/L	0	0
Reage e forma	$x \text{ mol/L}$	$x \text{ mol/L}$	$x \text{ mol/L}$
Equilíbrio	$(10^{-4} - x) \text{ mol/L}$	$x \text{ mol/L}$	$x \text{ mol/L}$

$$K_b = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]} \Rightarrow 7 \cdot 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x^2 = 7 \cdot 10^{-14}$$

$$x = \sqrt{7} \cdot 10^{-7}$$

$$[\text{OH}^-] \cong \sqrt{7} \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = -\log (\sqrt{7} \cdot 10^{-7}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 7 - 1/2 \log 7 \Rightarrow \boxed{\text{pOH} \cong 6,57}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} + 6,57 = 14 \Rightarrow \boxed{\text{pH} \cong 7,43}$$

III) *Correta.*

Os valores calculados nos itens I e II são aproximadamente iguais.

Resposta: E

Sobre indicadores de pH, é ERRADO afirmar que

- são ácidos ou bases fracas.
- em solução aquosa são usados como tampão.
- geralmente possuem anéis aromáticos em sua estrutura molecular.
- devem apresentar mínima interferência no sistema químico de interesse.
- respondem à presença de íons hidrogênio em solução aquosa por deslocamento de equilíbrio entre as formas associada e ionizada.

Resolução

- a) *Verdadeiro.*

Normalmente, um indicador é um ácido orgânico fraco ou uma base fraca em solução muito diluída.

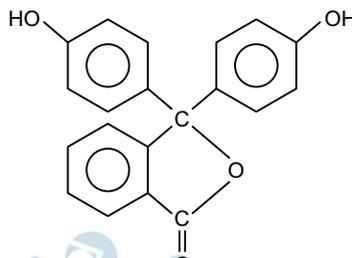
- b) *Falso.*

Os indicadores não são usados como tampão.

- c) *Verdadeiro.*

Como exemplo de indicador, temos:

fenolftaleína

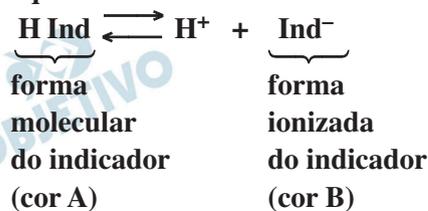


- d) *Verdadeiro.*

Indicadores devem influenciar minimamente as características do sistema a ser estudado.

- e) *Verdadeiro.*

A cor do indicador na forma iônica é diferente daquela da forma molecular. Por exemplo, se a solução na qual o indicador é adicionado for ácida (íons H^+), o equilíbrio da reação é deslocado para a esquerda, tornando visível a cor da forma molecular. Trata-se, portanto, de deslocamento de equilíbrio.



Resposta: **B**

Considere as seguintes semirreações de oxirredução e seus respectivos potenciais padrão na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH):

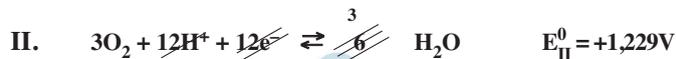
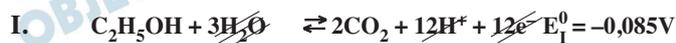


Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre uma célula eletroquímica em que a semirreação I ocorre no anodo e a semirreação II, no catodo.

- A reação global é exotérmica.
- Trata-se de uma célula a combustível.
- O potencial padrão da célula é de 1,144 V.
- O trabalho máximo que pode ser obtido é, em módulo, de 4.171 kJ por mol de etanol.
- A célula converte energia livre da reação de combustão do etanol em trabalho elétrico.

Resolução

Invertendo a reação I e multiplicando por três a reação II, temos:



O trabalho máximo pode ser obtido da expressão:

$$\tau = -n \cdot F \cdot \Delta E$$

em que: $n = 12$ (mols de elétrons por mol de etanol)

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Assim:

$$\tau = -12 \text{ mol} \cdot 9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{J}}{\text{V} \cdot \text{mol}} \cdot 1,144 \text{ V}$$

$$\tau = -1324,75 \text{ kJ} \text{ ou } 1324,75 \text{ kJ (em módulo)}$$

A reação global é exotérmica, pois trata-se da reação de combustão do etanol; esse combustível é utilizado na célula, que converte a energia livre da transformação química em trabalho elétrico.

Resposta: **D**

O perclorato de amônio (PA) é um dos componentes mais utilizados em propelentes de foguetes.

Para aperfeiçoar seu desempenho, hidrogênio pode ser utilizado como aditivo. Considere dadas as entalpias de combustão destas espécies: $\Delta H_{c,PA} = -189 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\Delta H_{c,H_2} = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta a equação linear da variação da entalpia de combustão da mistura de PA com H_2 em função da quantidade de H_2 .

a) $y = -0,48x + 189$

b) $y = -0,48x - 189$

c) $y = -0,48x + 208$

d) $y = -0,97x - 189$

e) $y = -0,97x - 208$

Resolução

Podemos representar a equação linear da variação da entalpia de combustão da mistura de PA com H_2 em função da quantidade de H_2 em porcentagem.

$$y = ax + b$$

$$y = \Delta H \text{ da mistura}$$

$$x = \text{quantidade de } H_2 \text{ em porcentagem em mols}$$

ΔH (kJ)	% H_2	% PA
- 189	0	100
- 237,5	50	50
- 286	100	0

$$x = 0 \therefore b = - 189$$

$$x = 100 \therefore y = - 286$$

$$- 286 = a \cdot 100 - 189$$

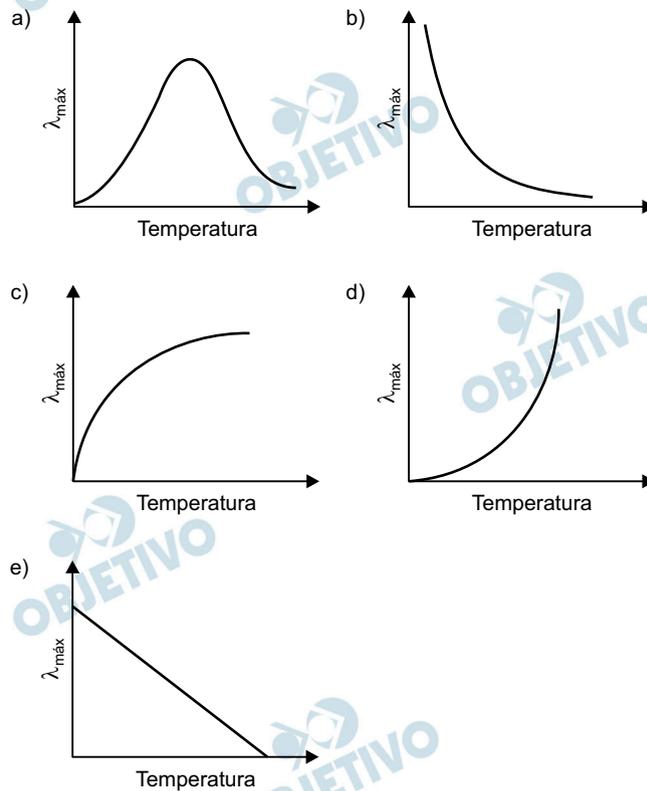
$$a = - 0,97$$

$$y = - 0,97x - 189$$

Nota: O enunciado deveria indicar a quantidade de hidrogênio em porcentagem em mols.

Resposta: **D**

Um dado material sólido em equilíbrio térmico emite radiação semelhante a de um corpo negro. Assinale a opção que apresenta a curva que expressa a relação experimental CORRETA entre o comprimento de onda do máximo de emissão ($\lambda_{\text{máx}}$) e a temperatura desse material.



Resolução

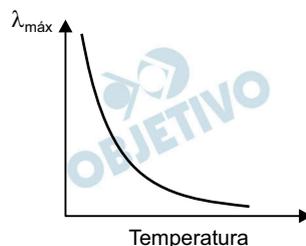
Um corpo negro é um corpo hipotético, que emite ou absorve radiação eletromagnética em todos os comprimentos de onda, e entre eles, um comprimento de onda máximo que caracteriza a temperatura do material.

A Lei de deslocamento de Wien pode ser expressa por:

$$\lambda_{(\text{máx})} = \frac{0,002897 \text{ (m} \cdot \text{K)}}{T(\text{K})}$$

Com ela, podemos estimar a temperatura de uma fonte de emissão a partir de seu espectro.

Quanto maior o comprimento de onda máximo, menor a temperatura do material emissor.



Resposta: **B**

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

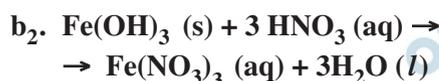
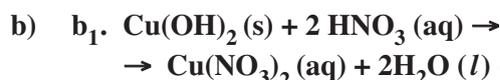
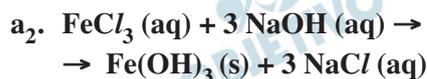
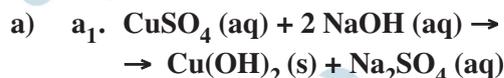
AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.

21

Uma mistura de CuSO_4 anidro e FeCl_3 com massa de 48,45 g é dissolvida em água e tratada com uma solução de NaOH em excesso. O precipitado formado (considere rendimento de 100%) é separado por filtração e, a seguir, é tratado com ácido nítrico a 126 g L^{-1} . São necessários 400 cm^3 desse ácido para dissolver todo o precipitado.

- Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) as reações envolvidas no tratamento com NaOH .
- Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) a dissolução do precipitado com ácido nítrico.
- Determine as massas, em g, de CuSO_4 anidro e de FeCl_3 presentes na mistura.

Resolução



- c) Massa de ácido nítrico usada para dissolver os precipitados:

$$C = \frac{m}{V} \quad \therefore 126 \text{ g/L} = \frac{m}{0,4\text{L}} \quad \therefore m = 50,4\text{g}$$

CuSO_4 : $M = 161,5\text{g/mol}$

FeCl_3 : $M = 162,5\text{g/mol}$

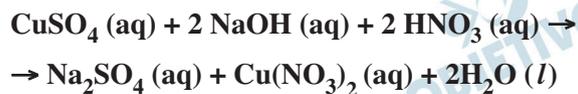
HNO_3 : $M = 63\text{g/mol}$

$48,45\text{g} = m \text{CuSO}_4 + m \text{FeCl}_3 \quad \therefore m \text{FeCl}_3 = x$

$50,4\text{g} = m \text{HNO}_3 + m \text{HNO}_3 (\text{y})$

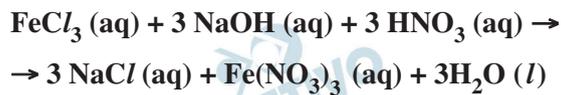
que dissolve + que dissolve
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$

1) Somando as equações $a_1 + b_1$, temos:



$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de CuSO}_4 & \text{-----} & 2 \text{ mol de HNO}_3 \\ 161,5 \text{ g} & \text{-----} & 2 \cdot 63 \text{ g} \\ (48,45 - x) \text{ g} & \text{-----} & (50,4 - y) \text{ g} \end{array}$$

2) Somando as equações a_2 e b_2 :



$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de FeCl}_3 & \text{-----} & 3 \text{ mol de HNO}_3 \\ 162,5 \text{ g} & \text{-----} & 3 \cdot 63 \text{ g} \\ x & \text{-----} & y \\ y = 1,16x \end{array}$$

Substituindo y na equação (1):

$$\begin{array}{rcl} 161,5 \text{ g} & \text{-----} & 126 \text{ g} \\ (48,45 - x) \text{ g} & \text{-----} & (50,4 - 1,16x) \text{ g} \end{array}$$

$$8140 - 187,3x = 6105 - 126x$$

$$x = 33,2 \text{ g}$$

$$m \text{ FeCl}_3 = 33,2 \text{ g}$$

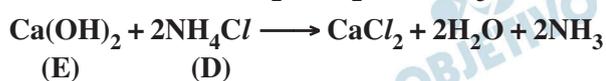
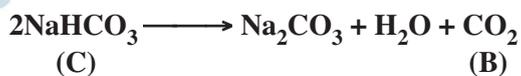
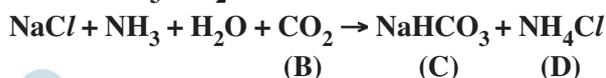
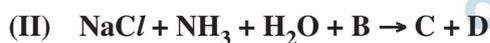
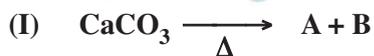
$$m \text{ CuSO}_4 = 15,25 \text{ g}$$

Considere as seguintes reações químicas:



Escreva as fórmulas químicas das espécies A, B, C, D e E envolvidas nas reações acima.

Resolução



Em um experimento, titularam-se 25 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio com ácido clorídrico, ambos com concentração igual a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Registrou-se a variação do pH da solução até a adição de um volume de 65 mL de ácido.

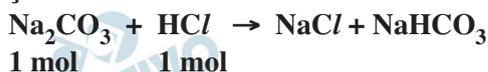
- Esboce a curva de titulação (pH versus volume).
- Explique o comportamento da curva de titulação usando equações químicas.
- Escreva a equação global balanceada.

Resolução

Cálculo da quantidade de matéria de Na_2CO_3 em 25 mL de solução $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ mol} \text{ ————— } 1 \text{ L} \\ x \text{ ————— } 0,025 \text{ L} \\ x = 0,0025 \text{ mol de } \text{Na}_2\text{CO}_3 \end{array}$$

Numa primeira etapa, ocorre a neutralização parcial do carbonato formando bicarbonato segundo a equação:

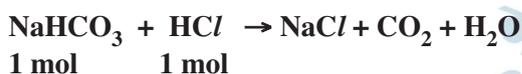


Portanto, é gasto $0,0025 \text{ mol}$ de HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, formando $0,0025 \text{ mol}$ de NaHCO_3 .

Volume de HCl gasto:

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ mol} \text{ ————— } 1 \text{ L} \\ 0,0025 \text{ mol} \text{ ————— } y \\ y = 0,025 \text{ L} = 25 \text{ mL} \end{array}$$

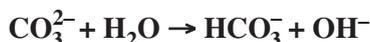
Numa segunda etapa, ocorre a neutralização do bicarbonato:



Para consumir todo o bicarbonato ($0,0025 \text{ mol}$), será gasto $0,0025 \text{ mol}$ de HCl , o que corresponde a mais 25 mL.

São necessários 50 mL do ácido para neutralização total do carbonato de sódio.

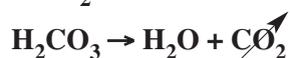
A solução inicial de carbonato é básica, devido à hidrólise do íon carbonato ($\text{pH} > 7$):



A solução de bicarbonato formada na primeira etapa da neutralização pelo ácido também é básica, embora menos básica que a do carbonato.



Admitindo a decomposição total de H_2CO_3 em CO_2 e H_2O , e supondo o CO_2 sair do sistema na forma de gás,



quando todo o carbonato for neutralizado (50 mL de

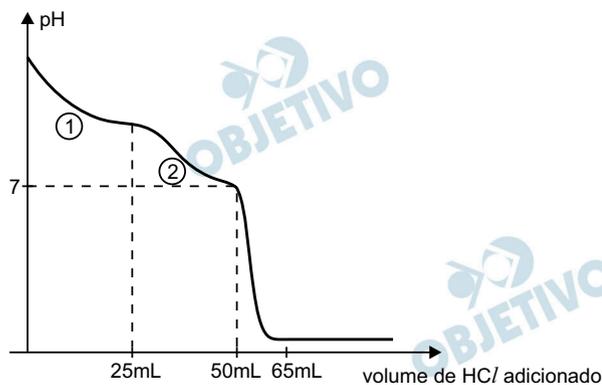
HCl adicionado), teremos apenas NaCl (aq) na solução:



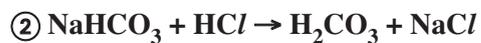
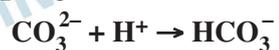
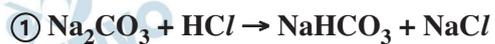
A solução será neutra (pH = 7).

Continuando a adição de HCl até 65 mL, teremos um meio ácido, pH < 7, que tenderá a pH = 1.

a) Um esboço da curva seria



b) Explicações dos trechos 1 e 2:



O seguinte sistema eletroquímico é construído:

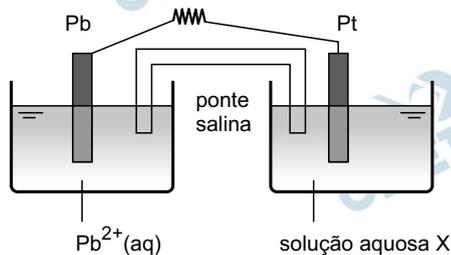
- I. Semicélula A constituída de placa de chumbo parcialmente imersa em uma solução aquosa de Pb^{2+} .
- II. Semicélula B constituída de placa de platina parcialmente imersa em uma solução aquosa X.
- III. As soluções aquosas das semicélulas A e B são conectadas por meio de uma ponte salina.
- IV. As placas metálicas das semicélulas A e B são conectadas por meio de fios condutores.

Considerando condições padrão e sabendo que o potencial padrão da semicélula A contra o eletrodo padrão de hidrogênio na temperatura de 25°C é $E^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,126\text{V}$, pedem-se:

- a) Desenhe esquematicamente a célula eletroquímica construída.
- b) Considerando que a solução X é uma solução aquosa de HCl , escreva a semirreação anódica, a semirreação catódica e a reação global que ocorre nessa célula.
- c) Considerando, agora, que a solução X é uma solução aquosa de Fe^{2+} e Fe^{3+} e que a placa de chumbo é conectada ao terminal negativo de uma bateria e a placa de platina, ao terminal positivo, escreva a semirreação anódica, a semirreação catódica e a reação global que ocorre nessa célula.

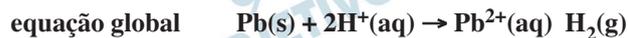
Resolução

a)



b) solução X = solução aquosa de HCl

O potencial de redução do cátion chumbo ($-0,126\text{V}$) é menor que o potencial de redução do cátion hidrogênio ($0,00\text{V}$).



c) solução X = solução aquosa de Fe^{2+} e Fe^{3+}

Placa de Pb : \ominus (catodo)

Placa de Pt : \oplus (anodo)

semirreação catódica: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$

semirreação anódica: $2\text{Fe}^{2+} \rightarrow 2\text{e}^- + 2\text{Fe}^{3+}$

equação global $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Pb} + 2\text{Fe}^{3+}$

 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

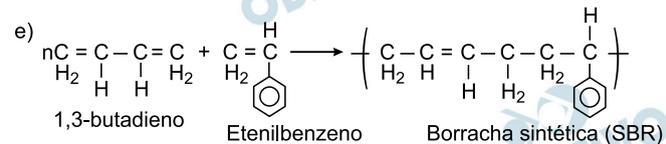
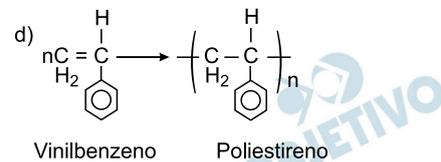
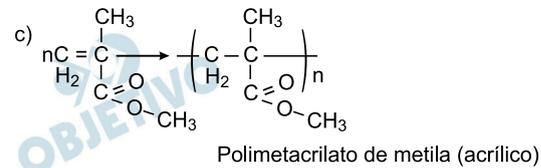
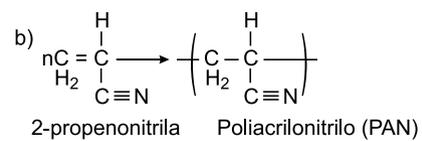
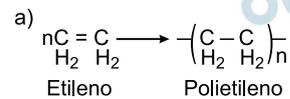
 **OBJETIVO**

 **OBJETIVO**

Escreva as equações químicas que representam as reações de polimerização ou copolimerização dos monômeros abaixo, apresentando as fórmulas estruturais de reagentes e produtos.

- Eteno
- 2-propeno-nitrila
- 2-metil-propenoato de metila
- Etenil-benzeno (vinil-benzeno)
- 1,3-butadieno com etenil-benzeno (vinil-benzeno)

Resolução



Uma dada reação (I), cujo calor liberado é desconhecido, é conduzida em um reator que utiliza um gás mantido a volume constante (V) como banho térmico. Outras duas reações (II e III) conduzidas em condições similares apresentam calor liberado a volume constante (Q_V) conforme apresentado na tabela abaixo:

Reação	Equação	Q_V (kJ mol ⁻¹)
I	$A + 1/2 B \rightarrow D$?
II	$A + B \rightarrow C$	400
III	$D + 1/2 B \rightarrow C$	300

Considere as seguintes informações sobre o gás do banho térmico, que tem comportamento não ideal e obedece à equação:

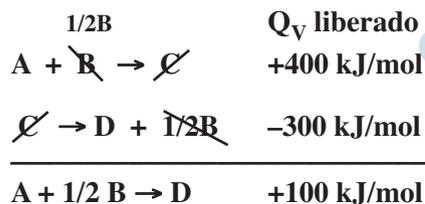
$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT,$$

em que: $a = 62,5 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-1}$; $b = 0,4 \text{ L mol}^{-1}$; $n = 0,4 \text{ mol}$; $V = 10 \text{ L}$; capacidade calorífica molar a volume constante ($C_{V,m}$) = $83,33 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; temperatura inicial (T_i) = 300 K .

- Sabendo que $0,1 \text{ mol}$ de A são utilizados na reação I, calcule o Q_V liberado nessa reação.
- Determine a temperatura final do banho térmico.
- Determine a pressão inicial e a pressão final do banho térmico.

Resolução

- a) Utilizando a Lei de Hess:



1 mol de A libera 100 kJ

0,1 mol de A libera x

$x = 10 \text{ kJ (liberados)}$

- b) $Q_V = n C_{V,m} \Delta T$

$$10000 \cancel{J} = 83,33 \frac{\cancel{J}}{\cancel{\text{mol}} \cdot \text{K}} \cdot 0,4 \cancel{\text{mol}} \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 300 \text{ K}$$

$$T_f = 600 \text{ K}$$

- c) Nota: a unidade do parâmetro “a”, constante do enunciado, está incorreta.

O correto seria $a = 62,5 \text{ L}^2 \text{ atm} \cdot \text{mol}^{-2}$.

Cálculo da pressão inicial (P_i):

$$\left(P_i + \frac{n^2 \cdot a}{V^2} \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T_i$$

$$\left(P_i + \frac{(0,4)^2 \cdot 62,5}{10^2} \right) \cdot (10 - 0,4 \cdot 0,4) =$$

$$= 0,4 \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \cdot 300$$

$$P_i = 0,9 \text{ atm}$$

Cálculo da pressão final (P_f):

$$\left(P_f + \frac{n^2 \cdot a}{V^2} \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T_f$$

$$\left(P_f + \frac{(0,4)^2 \cdot 62,5}{10^2} \right) \cdot (10 - 0,4 \cdot 0,4) =$$

$$= 0,4 \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \cdot 600$$

$$P_f = 1,9 \text{ atm}$$

Para cada uma das dispersões coloidais de natureza definida na tabela abaixo, cite um exemplo prático, explicitando quais são o dispersgente e o disperso. Copie e complete a tabela no caderno de respostas.

Dispersão coloidal	Natureza	Exemplo	Dispersgente	Disperso
Espuma sólida	Polímero			
Espuma líquida	Produto alimentício			
Aerossol líquido	Fenômeno natural			
Aerossol sólido	Fenômeno artificial			

Resolução

Dispersão coloidal	Natureza	Exemplo	Dispersgente	Disperso
Espuma sólida	Polímero	isopor	Poliestireno	ar
Espuma líquida	Produto alimentício	Chantilly	creme de leite	ar
Aerossol líquido	Fenômeno natural	Nuvem, neblina	ar	água
Aerossol sólido	Fenômeno artificial	Desodorante ou fumaça	ar	componentes ativos do desodorante no estado sólido ou carvão

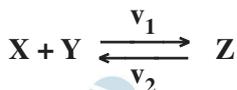
Considere a reação genérica equimolar: $X + Y \rightleftharpoons Z$, sendo que:

- I. as concentrações iniciais de X e de Y são iguais.
- II. a reação direta apresenta lei de velocidade de 2ª ordem.
- III. a energia de ativação da reação inversa é $2,49 \text{ kJ mol}^{-1}$, a 300 K .

Considere dados o fator pré-exponencial da reação inversa, $A_{-1} = 2,72 \times 10^5 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e a constante de equilíbrio da reação direta, $K_1 = 4,0$.

Com base nessas informações, determine o valor numérico da velocidade da reação direta, quando a concentração de Z for $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, o que corresponde a 25% de rendimento da reação.

Resolução



A constante de velocidade da reação inversa é dada pela Equação de Arrhenius: $k_2 = A_{-1} \cdot e^{-E_a/R.T}$

Substituindo os valores fornecidos, temos:

$$k_2 = 2,72 \cdot 10^5 \cdot 2,72 \cdot \frac{-2,49 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 300}$$

$$k_2 = 2,72 \cdot 10^5 \cdot 2,72^{-1}$$

$$k_2 = 10^5 \text{ L mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Cálculo da constante de velocidade da reação direta:

$$\text{Sendo } \frac{k_1}{k_2} = K_1$$

$$k_1 = 4 \cdot k_2$$

$$k_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Cálculos das concentrações dos reagentes quando a concentração de Z é igual a $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ com rendimento de 25%:

$$0,5 \text{ mol/L} \text{ — } 25\%$$

$$n \text{ — } 100\%$$

$$n = 2 \text{ mol/L (concentrações iniciais de X e Y)}$$

	X	+	Y	\rightleftharpoons	Z
início	2,0		2,0		0
reage/forma	0,5		0,5		0,5
condição do exercício	1,5		1,5		0,5

Nas condições do exercício, as concentrações de X e Y são iguais a 1,5 mol/L.

Cálculo da velocidade da reação direta:

$$v_1 = k_1 [X] [Y]$$

$$v_1 = 4 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 1,5$$

$$v_1 = 9 \cdot 10^5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Considere os experimentos abaixo, executados consecutivamente:

- I. Uma peça polida de cobre metálico é completamente mergulhada em um béquer que contém uma solução aquosa concentrada de sulfato de zinco e também aparas polidas de zinco metálico no fundo do béquer. A peça permanece completamente mergulhada na solução e em contato com as aparas de zinco, enquanto a solução é mantida em ebulição durante 50 minutos. Após transcorrido esse tempo, a peça de cobre adquire uma coloração prateada.
- II. A seguir, a peça de cobre com coloração prateada é removida do béquer, enxaguada com água destilada e colocada em um forno a 300°C por dez minutos, adquirindo uma coloração dourada.

Com base nesses experimentos,

- a) explique o fenômeno químico que provoca a mudança de coloração da peça de cobre no item I.
- b) explique o fenômeno químico que provoca a mudança de coloração da peça de cobre no item II.

Resolução

- a) **A lâmina de cobre, totalmente mergulhada na solução de ZnSO_4 , está em contato com aparas de Zn. O zinco sofre oxidação, perdendo elétrons. Como o cobre é excelente condutor de elétrons, estes são conduzidos aos íons Zn^{2+} da solução de ZnSO_4 , os quais se transformam em metal zinco, que se deposita em cima da lâmina, produzindo a coloração prateada.**

As aparas de zinco funcionam como anodo:



e a peça de cobre funciona como catodo:



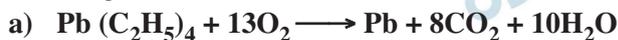
- b) **Quando a peça zincada é aquecida, o zinco e o cobre sofrem uma difusão interna, para formar uma liga de latão superficial (dourada).**

O tetraetilchumbo era adicionado à gasolina na maioria dos países até cerca de 1980.

- a) Escreva a equação química balanceada que representa a reação de combustão do composto tetraetilchumbo, considerando que o chumbo elementar é o único produto formado que contém chumbo.
- b) O ^{238}U decai a ^{206}Pb com tempo de meia-vida de $4,5 \times 10^9$ anos. Uma amostra de sedimento colhida em 1970 continha 0,119 mg de ^{238}U e 2,163 mg de ^{206}Pb . Assumindo que todo o ^{206}Pb é formado somente pelo decaimento do ^{238}U e que o ^{206}Pb não sofre decaimento, estime a idade do sedimento.
- c) Justifique o resultado obtido no item b) sabendo que a idade do Universo é de 13,7 bilhões de anos.

Dados: $\ln 2 = 0,693$; $\ln 22 = 3,091$.

Resolução



- b) • Quantidade de matéria:

$$\text{Pb: } \frac{2,163 \cdot 10^{-3}\text{g}}{207,2 \text{ g/mol}} = 0,0104 \cdot 10^{-3} \text{ mol de Pb}$$

$$\text{U: } \frac{0,119 \cdot 10^{-3}\text{g}}{238,03 \text{ g/mol}} = 0,0005 \cdot 10^{-3} \text{ mol de U}$$

- Número original de mols de urânio na amostra (N_0):
 $0,0104 \cdot 10^{-3} + 0,0005 \cdot 10^{-3} = 0,011 \cdot 10^{-3} \text{ mol de U}$

- Cálculo da idade do sedimento:

$$N = N_0 \cdot e^{-kt}$$

$$\ln N = \ln N_0 - kt$$

$$t = \frac{\ln N_0/N}{k}$$

$$t = \frac{\ln N_0/N}{\frac{\ln 2}{t_{1/2}}}$$

Sendo:

$$\frac{N_0}{N} = \frac{0,011 \cdot 10^{-3}}{0,0005 \cdot 10^{-3}} = \frac{11 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-4}} = 22$$

temos:

$$t = \frac{\ln 22}{\frac{\ln 2}{4,5 \cdot 10^9}} \Rightarrow t = \frac{3,091}{\frac{0,693}{4,5 \cdot 10^9}}$$

$$t = 2 \cdot 10^{10} \text{ anos}$$

- c) De acordo com os dados e informações apresentados no enunciado, a idade do sedimento ($2 \cdot 10^{10}$ anos) é maior que a idade do Universo ($1,37 \cdot 10^{10}$ anos), o que é impossível. Concluímos que o chumbo da amostra não é proveniente exclusivamente do decaimento do urânio. Por exemplo, o chumbo proveniente da combustão do composto tetraetilchumbo que foi muito utilizado por um longo período como aditivo da gasolina.