

ITA 2018

CONSTANTES

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

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 = $8,21 \cdot 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 = $62,4 \text{ mm Hg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

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

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

Número de Euler (e) = 2,72

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $1,01325 \times \text{N} \cdot \text{m}^{-2} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$

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

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

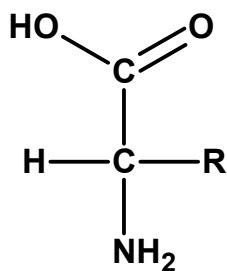
(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado. (ua) = unidades arbitrárias. [X] = concentração da espécie química X em mol L^{-1} .

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

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g. mol ⁻¹)
Ca	20	40,08
Fe	29	55,85
Cu	29	63,55
Zn	30	65,38
Br	35	79,90
Pb	82	207,2
Ra	88	(não possui isótopos estáveis)
U	92	238,03

Questão 1. 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 $\text{R} = \text{CH}_3$.
- II. Asparagina, em que $\text{R} = \text{CH}_2\text{CONH}_2$.
- III. Fenilalanina, em que $\text{R} = \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$.
- IV. Glicina, em que $\text{R} = \text{H}$.
- V. Serina, em que $\text{R} = \text{CH}_2\text{OH}$.

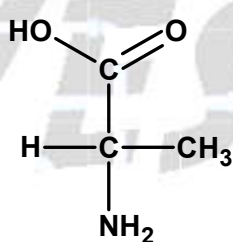
Assinale a opção que contém o(s) aminoácido(s) que possui(em) grupo(s) R polar(es).

- A () Alanina e Fenilalanina
- B () Asparagina e Glicina
- C () Asparagina e Serina
- D () Fenilalanina
- E () Glicina, Fenilalanina e Serina

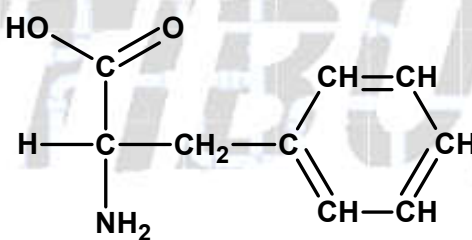
Resolução: alternativa C

- I. Alanina; $\text{R} = \text{CH}_3$ (apolar).
- II. Asparagina; $\text{R} = \text{CH}_2\text{CONH}_2$ (polar).
- III. Fenilalanina; $\text{R} = \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (apolar)
- IV. Glicina; $\text{R} = \text{H}$ (apolar).
- V. Serina; $\text{R} = \text{CH}_2\text{OH}$ (polar).

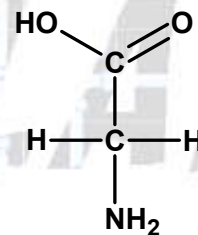
Os aminoácidos que possuem os grupos R apolares são a asparagina e a serina:



Alanina

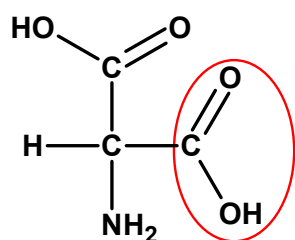


Fenilalanina

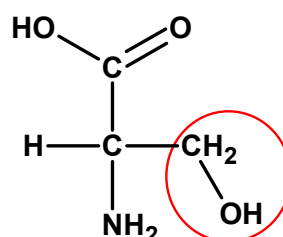


Glicina

Os aminoácidos que possuem os grupos R polares (presença de carboxila e hidroxila) são a asparagina e a serina:



Asparagina



Serina

Questão 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: alternativa E

Para partículas monoelétrônicas como o hidrogênio ou hidrogenoides como o íon de hélio (He^+) é válida a equação:

$$E_n = -\frac{Z^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right)$$

Z: carga do núcleo

n: número quântico principal

$$E_n = -\frac{Z^2}{2n^2} \text{ hartree}$$

Como existe apenas um elétron, não ocorre interferência "entre elétrons" e:

$$E_{2s} = -\frac{Z^2}{2n^2} \Rightarrow |E_{2s}| = \left| -\frac{Z^2}{2n^2} \right|$$

$$E_{2p} = -\frac{Z^2}{2n^2} \Rightarrow |E_{2p}| = \left| -\frac{Z^2}{2n^2} \right|$$

Conclusão: $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para átomo de hidrogênio e para o íon de hélio.

No caso do átomo de hélio, existem dois elétrons e um interfere no comportamento do outro, consequentemente a energia dos orbitais 2s e 2p não será igual.

Z: carga do núcleo

$Z_{n,\ell}$: carga efetiva do núcleo

Z_e : número de elétrons da partícula

$$E_{n,\ell} = -\frac{Z_{n,\ell}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right)$$

$$Z - Z_e + 1 \leq Z_{n,\ell} \leq Z$$

Para o átomo de hélio (${}_2\text{He}$):

$$E_{2s} = -\frac{Z_{2s}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right)$$

$$E_{2p} = -\frac{Z_{2p}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right)$$

2s está mais próximo do núcleo do que 2p, então a carga efetiva para 2s será maior:

$$Z_{2s} > Z_{2p} \text{ ou } Z_{2p} < Z_{2s}$$

$$-\frac{Z_{2s}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right) < -\frac{Z_{2p}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right)$$

$$\left| -\frac{Z_{2s}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right) \right| > \left| -\frac{Z_{2p}^2}{2n^2} \left(\frac{me^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \right) \right|$$

$$|E_{2s}| > |E_{2p}|$$

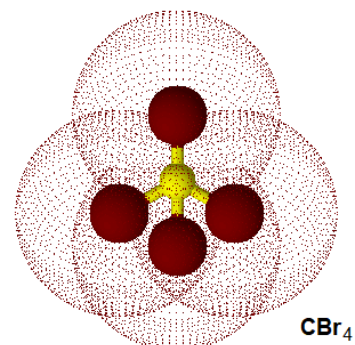
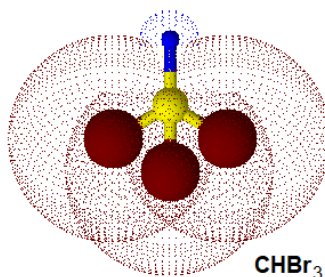
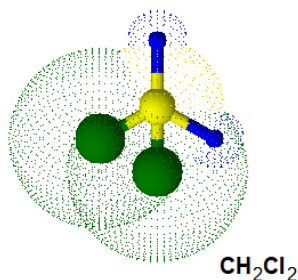
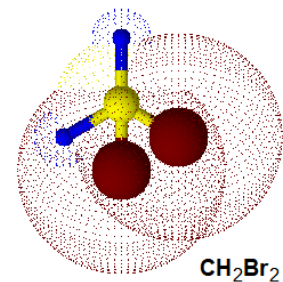
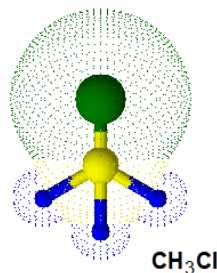
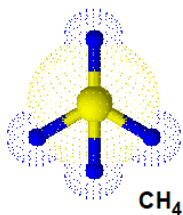
Questão 3. Entre as substâncias CH_4 , CH_3Cl , CH_2Br_2 , CH_2Cl_2 , CHBr_3 e CBr_4 ,

- A** () CBr_4 é a de maior ponto de ebulição.
B () CH_2Br_2 é mais volátil que o CH_2Cl_2 .
C () CHBr_3 tem maior pressão de vapor que o CH_3Cl .
D () CH_4 é a de maior força de interação intermolecular.
E () quatro destas moléculas são apolares.

Resolução: alternativa A

Todas as moléculas representadas no texto apresentam baixa polaridade. O CBr_4 possui a maior superfície de contato, conseqüentemente a maior atração intermolecular e a temperatura de ebulição mais elevada em relação aos outros compostos.

Comparativamente, conclui-se que o CH_4 possui a menor superfície de contato e maior pressão de vapor.



Questão 4. 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.

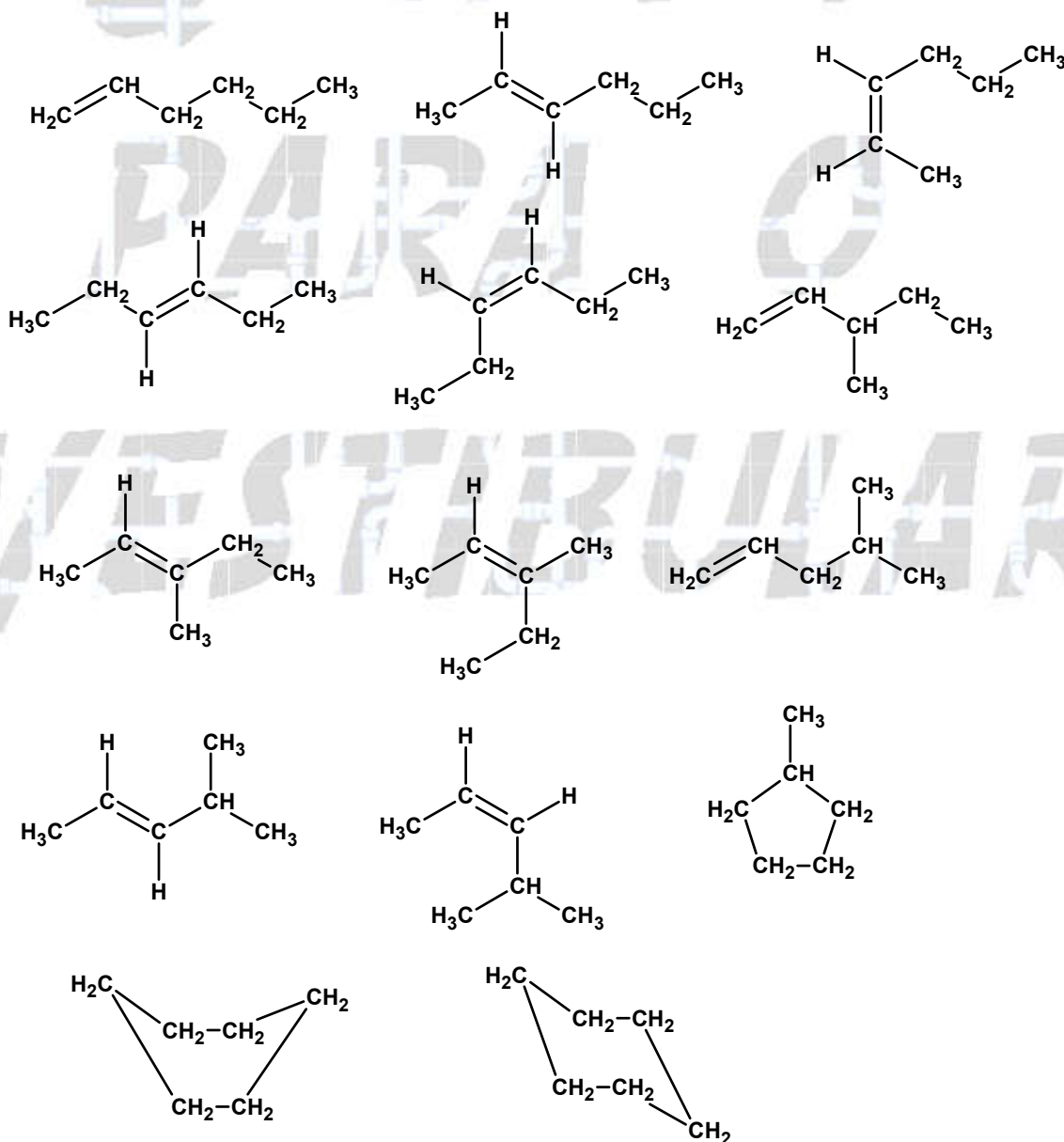
C () apenas II, III e IV.

D () apenas II e IV.

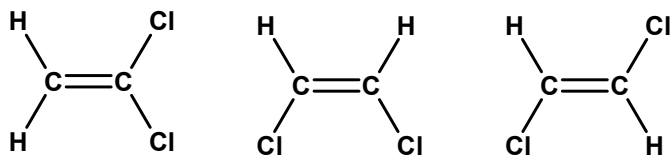
E () todas.

Resolução: anulada (considerada correta para todos os candidatos)

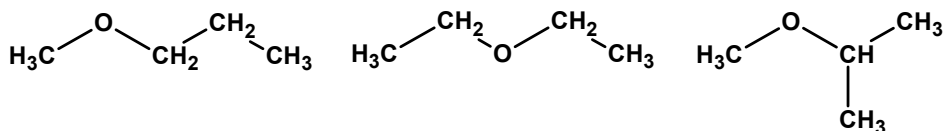
I. Incorreta. O alceno C_6H_{12} apresenta mais de cinco isômeros, dentre estes existem planos e espaciais. Alguns exemplos:



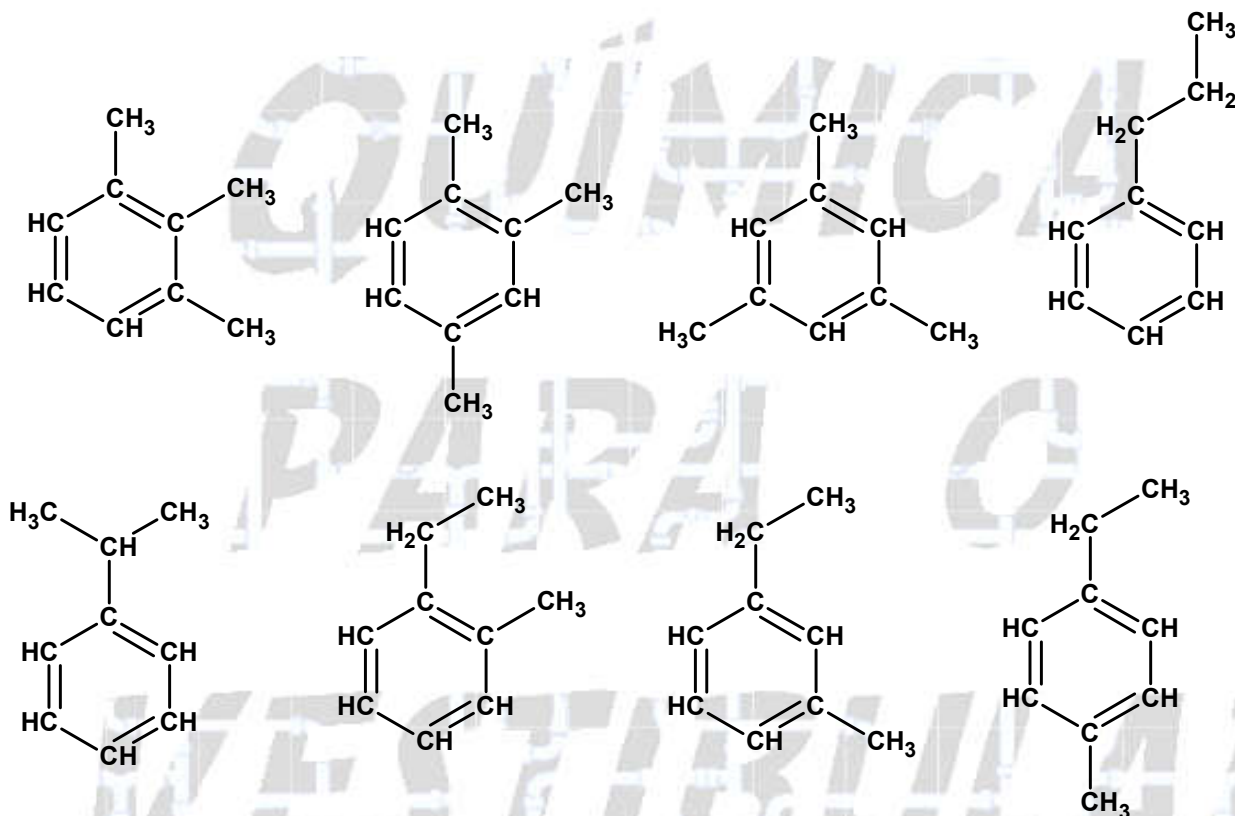
II. Correta. Existem três diferentes compostos com a fórmula $C_2H_2Cl_2$.



III. Incorreta. Existem três diferentes éteres com a fórmula molecular $C_4H_{10}O$.



IV. Incorreta. O trimetilbenzeno apresenta vários isômeros estruturais, veja alguns exemplos:



Questão 5. 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 44 g

Resolução: Alternativa D

$$T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300\text{ K}; V = 240\text{ L}; R = 8,21 \times 10^{-2}\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{1}{3} p_{\text{H}_2} \Rightarrow p_{\text{H}_2} = 3p_{\text{CO}_2}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{1}{3} n_{\text{H}_2} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = 3n_{\text{CO}_2}$$

$$n_{\text{total}} = n_{\text{H}_2} + n_{\text{CO}_2} = 3n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}_2} = 4n_{\text{CO}_2}$$

$$P \times V = n_{\text{total}} \times R \times T$$

$$0,82 \times 240 = 4n_{\text{CO}_2} \times 8,21 \times 10^{-2} \times 300$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{0,82 \times 240}{4 \times 8,21 \times 10^{-2} \times 300} = 1,9976 \text{ mol} \approx 2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 2 \times 44 \text{ g}$$

$$m_{\text{CO}_2} = \boxed{88 \text{ g}}$$

$$n_{\text{H}_2} = 3n_{\text{CO}_2} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = 3 \times 2 = 6 \text{ mol}$$

$$m_{\text{H}_2} = 6 \times 2 \text{ g}$$

$$m_{\text{H}_2} = \boxed{12 \text{ g}}$$

Questão 6. 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 × 10²⁷

B () 4 × 10²⁸

C () 1 × 10²⁹

D () 5 × 10³⁰

E () 2 × 10³¹

Resolução: Alternativa C

$$T_{\text{ambiente}} = 25 \text{ °C}; T = 91 \text{ °C}; m = 586 \text{ g}; c = 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ °C}^{-1}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 586 \text{ g} \times 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ °C}^{-1} \times (91 \text{ °C} - 25 \text{ °C})$$

$$Q = 161.665,68 \text{ J}$$

$$f = 2,45 \text{ GHz} = 2,45 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} = 6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \frac{\text{s}^{-2}}{\text{s}^{-1}} = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{Hz}^{-1}$$

$$\text{número de fótons} = n$$

$$\text{Energia radiante} = n \times h \times f$$

$$\text{Energia radiante} = Q$$

$$n \times h \times f = Q$$

$$n = \frac{Q}{h \times f}$$

$$n = \frac{161.665,68 \text{ J}}{6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{Hz}^{-1} \times 2,45 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

$$n = 9.958,6 \times 10^{25} \text{ fótons}$$

$$n \approx 1 \times 10^{29} \text{ fótons}$$

Questão 7. 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: Alternativa D

Hélio: 30.000 cm³ (30 L) a 760 cmHg (7.600 mmHg = 10 atm) e 27 °C (300 K)

$$R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$p_{\text{He}} \times V = n_{\text{He}} \times R \times T \Rightarrow n_{\text{He}} = \frac{p_{\text{He}} \times V}{R \times T}$$

$$n_{\text{He}} = \frac{10 \times 30}{8,21 \times 10^{-2} \times 300} = 12,18 \text{ mol}$$

Monóxido de carbono: 250 L a 1.140 mmHg (1,5 atm) e -23 °C (250 K)

$$p_{\text{CO}} \times V = n_{\text{CO}} \times R \times T \Rightarrow n_{\text{CO}} = \frac{p_{\text{CO}} \times V}{R \times T}$$

$$n_{\text{CO}} = \frac{1,5 \times 250}{8,21 \times 10^{-2} \times 250} = 18,27 \text{ mol}$$

Monóxido de nitrogênio: 2 m³ (2.000 L) a 0,273 atm e 0 °C (273 K)

$$p_{\text{NO}} \times V = n_{\text{NO}} \times R \times T \Rightarrow n_{\text{NO}} = \frac{p_{\text{NO}} \times V}{R \times T}$$

$$n_{\text{NO}} = \frac{0,273 \times 2.000}{8,21 \times 10^{-2} \times 273} = 24,36 \text{ mol}$$

$$n_{\text{total}} = n_{\text{He}} + n_{\text{CO}} + n_{\text{NO}} = 12,18 \text{ mol} + 18,27 \text{ mol} + 24,36 \text{ mol} = 54,81 \text{ mol}$$

$$\frac{p_{\text{He}}}{p_{\text{total}}} = \frac{n_{\text{He}}}{n_{\text{total}}} \Rightarrow \frac{p_{\text{He}}}{4,5} = \frac{12,18}{54,81}$$

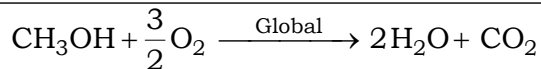
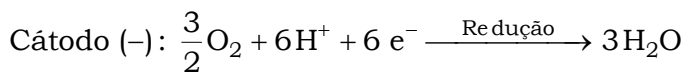
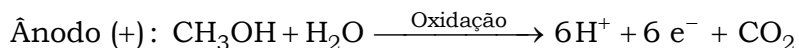
$$p_{\text{He}} = 1,05 \text{ atm} \approx 1,0 \text{ atm}$$

Questão 8. Dentre os processos químicos abaixo, assinale aquele que ocorre em uma única etapa elementar.

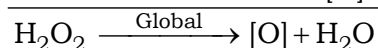
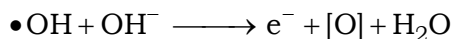
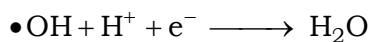
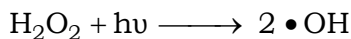
- A** () Eletrólise do metanol
B () Decomposição do peróxido de hidrogênio
C () Fotodecomposição do ozônio
D () Produção de água a partir de H₂(g) e O₂(g)
E () Produção de cloreto de sódio a partir de Na(s) e Cl₂(g)

Resolução: Alternativa C

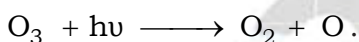
Eletrólise do metanol:



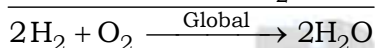
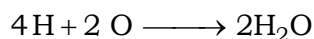
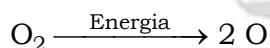
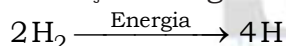
Decomposição do peróxido de hidrogênio:



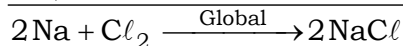
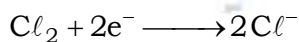
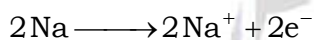
Fotodecomposição do ozônio: ocorre em uma única etapa elementar.



Produção de água a partir de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{O}_2(\text{g})$



Produção de cloreto de sódio a partir de $\text{Na}(\text{s})$ e $\text{Cl}_2(\text{g})$



Questão 9. 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)

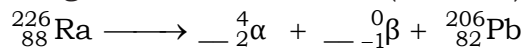
- A** () apenas I.
B () apenas II.
C () apenas III.
D () apenas I e II.
E () apenas I e III.

Resolução: Alternativa E

I. Correta. A massa crítica representa a massa mínima de um nuclídeo físsil em um determinado volume necessária para manter uma reação em cadeia.

II. Incorreta. As 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. Os núcleos de ^{226}Ra podem sofrer decaimentos radioativos consecutivos até atingirem a massa de 206 (chumbo), adquirindo estabilidade.



Questão 10. 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: Alternativa E

I. Incorreta. A transesterificação é a segunda etapa na produção do biodiesel.

Primeira etapa: preparação da matéria prima, na qual os óleos vegetais passam por tratamento para diminuir a acidez.

Segunda etapa: reação de transesterificação, metanol ou etanol e uma base forte são adicionados ao óleo vegetal e a mistura é aquecida, aproximadamente, a $56\text{ }^\circ\text{C}$.

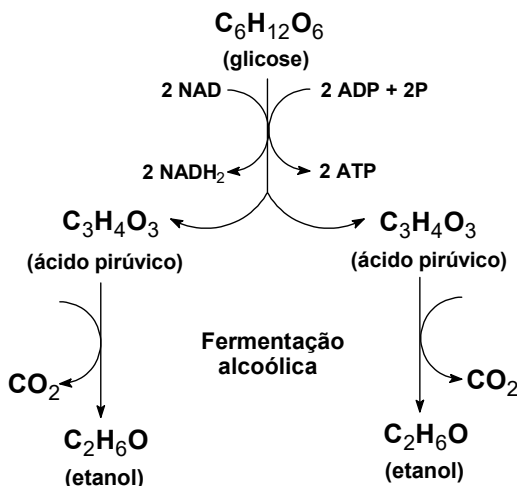
Terceira etapa: separação de fases por decantação onde a fase mais pesada formada por glicerina vai para o fundo e a fase mais leve formada por ésteres fica em cima.

Quarta etapa: recuperação do álcool, da glicerina e dos ésteres.

Quinta etapa: destilação da glicerina.

Sexta etapa: purificação dos ésteres através de lavagem com água. Agita-se e faz-se destilação para a eliminação desta água que contém impurezas.

II. Correta. Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO_2 como subproduto.



III. Correta. O bioquerosene é um combustível renovável formado por hidrocarbonetos lineares ou cíclicos. Ele é obtido a partir da hidrogenação de compostos oxigenados formados na descarboxilação de ésteres produzidos no processo de transesterificação de óleos vegetais.

Questão 11. 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: Alternativa A

I. Correta. A propriedade básica associada ao fracionamento ou destilação fracionada do petróleo é o ponto de ebulição.

II. Correta. No craqueamento térmico do petróleo ocorre a cisão homolítica da ligação covalente e a formação de radicais livres, enquanto que no craqueamento catalítico ocorre a ruptura heterolítica.

III. Incorreta. O metano compõe a fração menos densa do petróleo obtida após sua destilação fracionada.

IV. Correta. 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. Incorreta. Os rendimentos de derivados diretos do petróleo no processo de destilação fracionada dependem do tipo de petróleo utilizado, pois os tipos de misturas extraídas do solo variam de região para região do planeta.

Questão 12. 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,

A () um álcool e um éster.

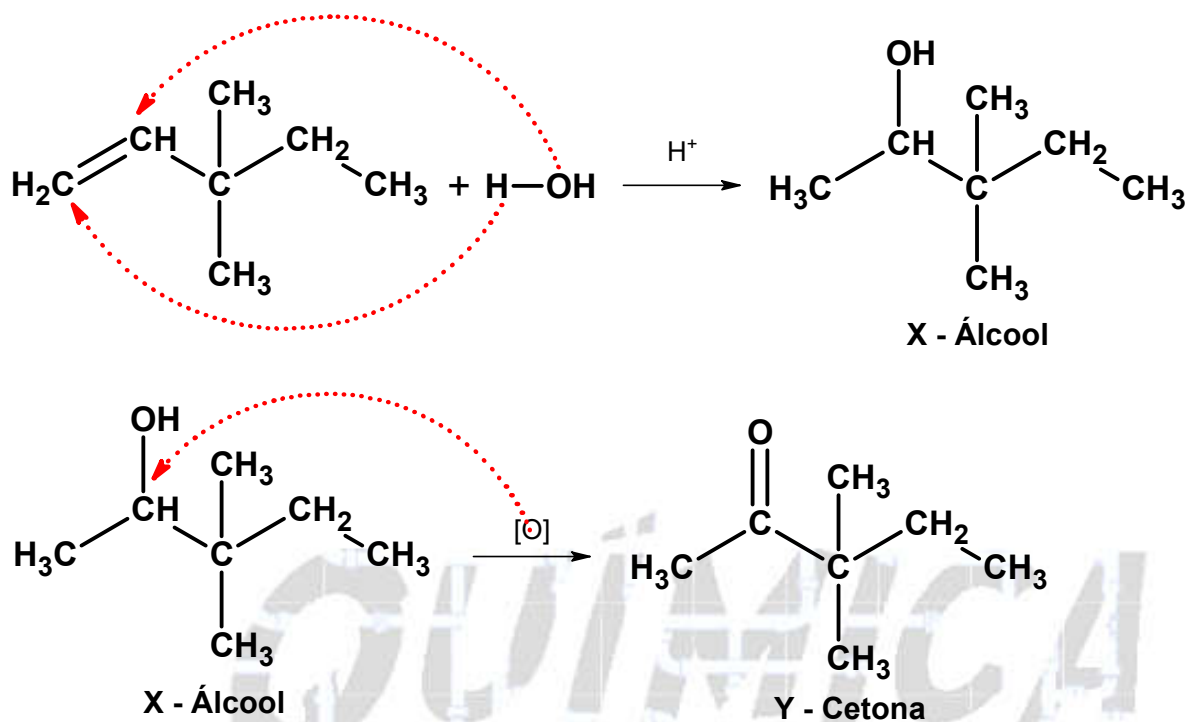
B () um álcool e uma cetona.

C () um aldeído e um ácido carboxílico.

D () uma cetona e um aldeído.

E () uma cetona e um éster.

Resolução: Alternativa B



Questão 13. 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: Alternativa C

I. Incorreta. A temperatura da mistura no equilíbrio é de 333 K.

Amostra	Massa (m)	c (cal/g.°C)	T _{inicial}	T _{final}	ΔT
I	54 g	c	25°C	T	$T - 25^\circ\text{C}$
II	126 g	c	75°C	T	$T - 75^\circ\text{C}$

Calor recebido pela amostra I:

$$Q_I = m_I \times c \times (T - 25) = 54 \times c \times (T - 25)$$

Calor perdido pela amostra II:

$$Q_{II} = m_{II} \times c \times (T - 75) = 126 \times c \times (T - 75)$$

Pelo princípio geral das trocas de calor a soma das quantidades de calor trocadas é igual a zero.

$$Q_I + Q_{II} = 0$$

$$54 \times c \times (T - 25) + 126 \times c \times (T - 75) = 0$$

$$54 \times c \times (T - 25) = -[126 \times c \times (T - 75)]$$

$$54T - 1.350 = -126T + 9.450$$

$$180T = 10.800$$

$$T = 60 \text{ }^\circ\text{C (temperatura final)}$$

$$T_K = T_{^\circ\text{C}} + 273 \Rightarrow T_K = 60 + 273 = 333 \text{ K}$$

II. Correta. Como as paredes do recipiente são adiabáticas e o volume constante, a variação de entalpia no processo é nula, pois não ocorre troca de calor com o meio.

III. Correta. Como o volume é constante, o trabalho é igual a zero.

$$Q = W + U \Rightarrow 0 = 0 + U$$

$$U = 0$$

IV. Incorreta. A variação de entropia no processo é diferente de zero, pois quando a parede que separa as duas amostras é retirada ocorre desorganização das moléculas de água das duas amostras.

Questão 14. 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: Alternativa C

I. Incorreta. Levando-se em conta a abordagem do programa do vestibular, ou seja, a abordagem do ensino médio, conclui-se que a pressão osmótica depende da concentração de uma solução em relação à outra, pois se trata da migração de solvente da região de maior pressão de vapor para a região de menor pressão de vapor do solvente comum às soluções comparadas.

$$\Pi \times V = n \times R \times T \times i$$

$$\Pi = \frac{n}{V} \times R \times T \times i \Rightarrow \Pi = \mathfrak{M} \times R \times T \times i$$

\mathfrak{M} : Concentração molar da solução

II. Correta. A criometria usa o abaixamento do ponto de congelamento do solvente para medir a massa molar do soluto.

$$\Delta T = \underbrace{K_c}_{\text{Constante crioscópica}} \times W \times i$$

$$\Delta T = K_c \times \frac{n_{\text{soluto}}}{m_{\text{solvente (kg)}}} \times i$$

$$n_{\text{soluto}} = \frac{\Delta T \times m_{\text{solvente (kg)}}}{K_c \times i}$$

$$\frac{m_{\text{soluto}}}{M_{\text{soluto}}} = \frac{\Delta T \times m_{\text{solvente (kg)}}}{K_c \times i}$$

$$M_{\text{soluto}} = \frac{m_{\text{soluto}} \times K_c \times i}{\Delta T \times m_{\text{solvente (kg)}}$$

III. Correta. Na ebuliometria, a variação da temperatura de ebulição depende da concentração molar de soluto não volátil utilizado.

$$\Delta T = \underbrace{K_e}_{\text{Constante ebulioscópica}} \times W \times i$$

IV. Correta. Na tonometria, ocorre abaixamento da pressão de vapor de uma solução que contém um soluto não volátil, em relação ao solvente puro.

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \underbrace{K_t}_{\text{Constante tonoscópica}} \times W \times i$$

Questão 15. Em temperatura ambiente, adicionou-se uma porção de ácido clorídrico 6 mol L⁻¹ a uma solução aquosa contendo os íons metálicos Co²⁺, Cu²⁺, Hg₂²⁺ e Pb²⁺.

Assinale a opção que apresenta os íons metálicos que não foram precipitados.

A () Co²⁺ e Cu²⁺

B () Co²⁺ e Hg₂²⁺

C () Cu²⁺ e Hg₂²⁺

D () Cu²⁺ e Pb²⁺

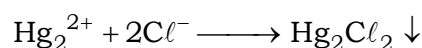
E () Hg₂²⁺ e Pb²⁺

Resolução: Alternativa A

A adição de ácido clorídrico provoca a formação de cloretos (Cl⁻) dos respectivos metais.

Cloretos de mercúrio e de chumbo são insolúveis em água.

Conclusão: os íons metálicos que não foram precipitados são Co²⁺ e Cu²⁺.



Questão 16. Considere dadas as constantes de dissociação ácida (K_a) ou básica (K_b) das seguintes substâncias, a 25°C: fenol (C_6H_5OH), $K_a = 1 \times 10^{-10}$ e anilina ($C_6H_5NH_2$), $K_b = 7 \times 10^{-10}$.

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.

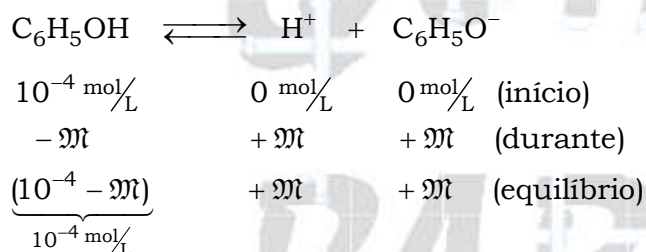
Das afirmações acima está(ão) CORRETA(S)

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

Resolução: Alternativa E

I. Incorreta. A solução aquosa de fenol a $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ tem $\text{pH} > 5$.

Fenol (C_6H_5OH), $K_a = 1 \times 10^{-10}$



$$K_a = \frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]}$$

$$K_a = \frac{x \times x}{10^{-4}}$$

$$1 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{10^{-4}} \Rightarrow x^2 = 10^{-14}$$

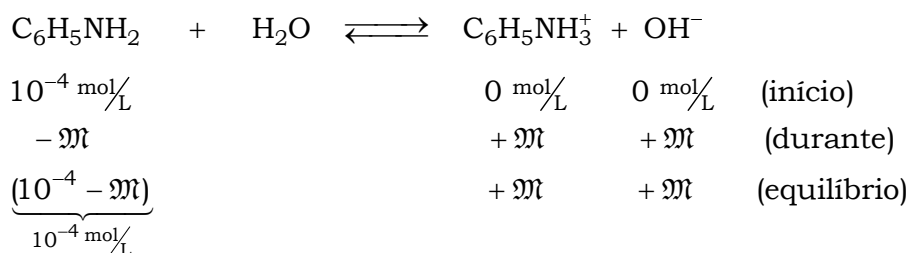
$$x = \sqrt{10^{-14}} \Rightarrow x = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$x = [H^+] = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow [H^+] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 7$$

II. Incorreta. A solução aquosa de anilina a $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ tem $\text{pH} < 9$.

Anilina ($C_6H_5NH_2$), $K_b = 7 \times 10^{-10}$



$$K_b = \frac{[C_6H_5NH_3^+][OH^-]}{[C_6H_5NH_2]}$$

$$7 \times 10^{-10} = \frac{x \times x}{10^{-4} \text{ mol/L}}$$

$$M^2 = 7 \times 10^{-14} \text{ mol/L} \Rightarrow M = \sqrt{7} \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$M = [\text{OH}^-] = \sqrt{7} \times 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

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

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - \text{pH}$$

$$14 - \text{pH} = -\log(\sqrt{7} \times 10^{-7})$$

$$14 - \text{pH} = 7 - \log \sqrt{7}$$

$$\text{pH} = 14 - 7 + \log \sqrt{7}$$

$$\text{pH} = 7 + \underbrace{\log \sqrt{7}}_{0,4225} \Rightarrow \text{pH} \approx 7,42$$

III. Incorreta. Ambas as soluções aquosas a $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ têm pH aproximadamente iguais, ou seja a primeira tem pH igual a 7 e a segunda tem pH igual a 7,42.

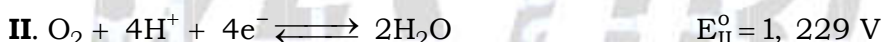
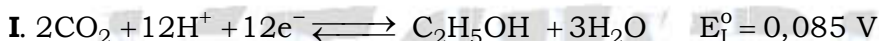
Questão 17. Sobre indicadores de pH, é ERRADO afirmar que

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

Resolução: Alternativa B

Em solução aquosa, indicadores de pH produzem um equilíbrio químico ácido-base conjugados. Os indicadores não são utilizados como tampão em solução aquosa.

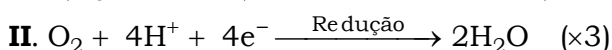
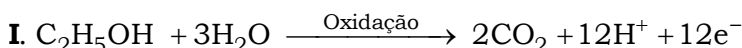
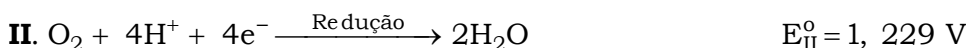
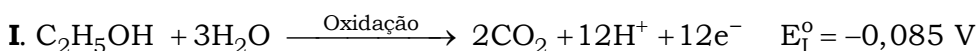
Questão 18. Considere as seguintes semirreações de oxirredução e seus respectivos potenciais padrão na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH):

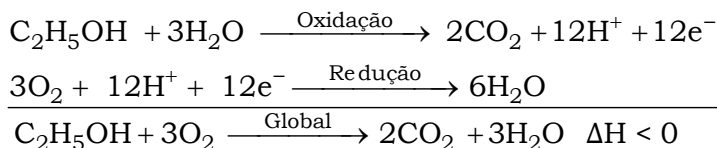


Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre uma célula eletroquímica em que a semirreação I ocorre no anodo e a semirreação II, no catodo.

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

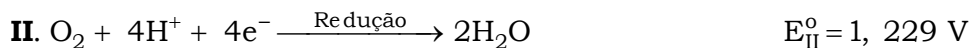
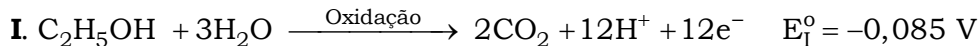
Resolução: Alternativa D





A reação global é exotérmica e trata-se de uma célula de combustível.

A célula converte energia livre da reação de combustão do etanol em trabalho elétrico.



$$\Delta E = E_{\text{oxidação}} + E_{\text{redução}}$$

$$\Delta E = -0,085 \text{ V} + 1,229 \text{ V}$$

$$\Delta E = +1,144 \text{ V}$$

$n = 12$ mol de elétrons transferidos

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

$$W = -n \times F \times \Delta E$$

$$W = -12 \text{ mol} \times 9,65 \times 10^4 \text{ J.V}^{-1}.\text{mol}^{-1} \times 1,144 \text{ V}$$

$$W = -132,4752 \times 10^4 \text{ J} = -1.324,752 \text{ kJ}$$

$$|W| \approx 1.325 \text{ kJ}$$

Questão 19. 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: $\Delta H_{\text{c,PA}} = -189 \text{ kJ mol}^{-1}$;

$$\Delta H_{\text{c,H}_2} = -286 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

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: Alternativa D

$$1 = X_{\text{H}_2} + X_{\text{PA}} \quad (\text{a soma das frações molares é igual a 1})$$

$$1 = \frac{n_{\text{H}_2}}{n} + \frac{n_{\text{PA}}}{n} \Rightarrow 1 = \% n_{\text{H}_2} + \% n_{\text{PA}} \Rightarrow \% n_{\text{PA}} = 1 - \% n_{\text{H}_2}$$

$$\underbrace{100 \% \times \Delta H_{\text{mistura}}}_{1} = \% n_{\text{H}_2} \times \Delta H_{\text{c,H}_2} + \% n_{\text{PA}} \times \Delta H_{\text{c,PA}}$$

$$\Delta H_{\text{mistura}} = \% n_{\text{H}_2} \times (-286) + (1 - \% n_{\text{H}_2}) \times (-189)$$

$$\Delta H_{\text{mistura}} = \% n_{\text{H}_2} \times (-286) - 189 - \% n_{\text{H}_2} \times (-189)$$

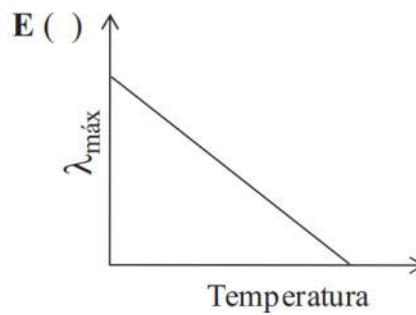
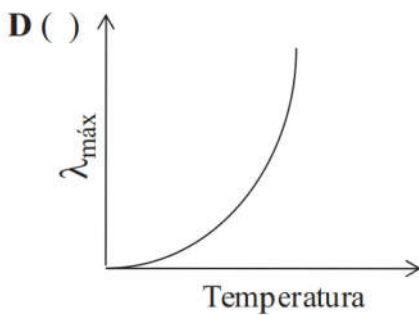
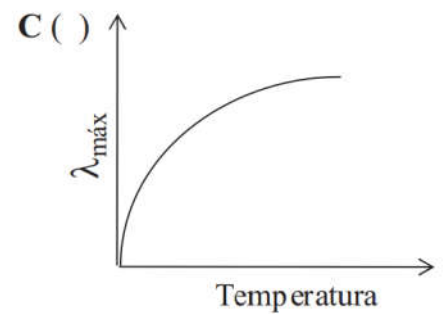
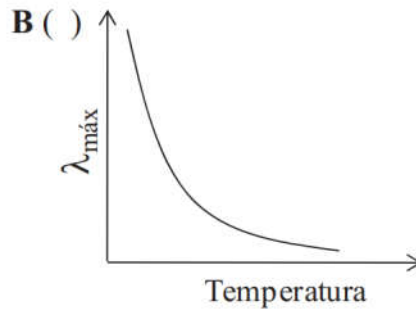
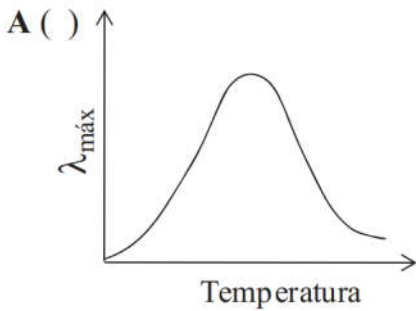
$$\Delta H_{\text{mistura}} = \% n_{\text{H}_2} \times (-97) - 189 = \frac{1}{100} n_{\text{H}_2} \times (-97) - 189$$

$$\underbrace{\Delta H_{\text{mistura}}}_y = -0,97 \underbrace{n_{\text{H}_2}}_x - 189$$

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

Questão 20. 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.

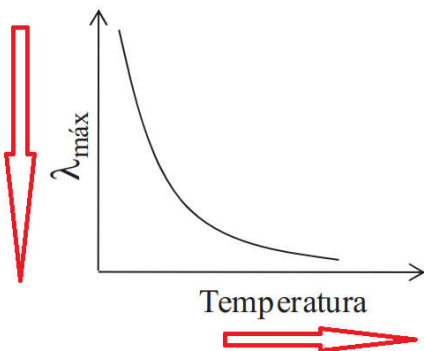


Resolução: Alternativa B

Quanto menor for o comprimento de onda máximo de emissão ($\lambda_{\text{máx}}$), maior será a frequência e, conseqüentemente, maior será a energia emitida pelo corpo negro o que caracterizará sua temperatura.

Deve-se procurar uma curva na qual a temperatura aumenta e o comprimento de onda máximo de emissão ($\lambda_{\text{máx}}$) diminui, porém sem relação direta.

Conclusão:



Observação teórica: a relação entre o comprimento de onda máximo de emissão ($\lambda_{\text{máx}}$) e a temperatura de um corpo negro é dada por (lei de Wien):

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{b}{T}$$

$$b = 2,8977685 \times 10^{-3} \text{ m.K}$$

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.

Questão 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.

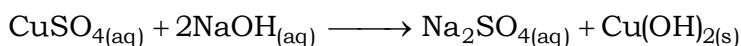
a) Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) as reações envolvidas no tratamento com NaOH .

b) Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) a dissolução do precipitado com ácido nítrico.

c) Determine as massas, em g, de CuSO_4 anidro e de FeCl_3 presentes na mistura.

Resolução:

a) Uma mistura de CuSO_4 anidro e FeCl_3 é dissolvida em água e tratada com uma solução de NaOH em excesso:



b) Equações que representam a dissolução dos precipitados com ácido nítrico:



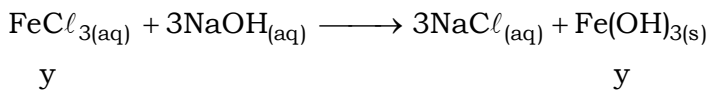
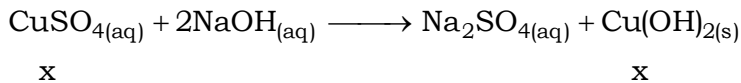
c) Determinação das massas, em g, de CuSO_4 anidro e de FeCl_3 presentes na mistura:

$$C_{\text{HNO}_3} = 126 \text{ g/L}; V = 400 \text{ cm}^3 = 0,4 \text{ L}; M_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ g/mol}$$

$$[\text{HNO}_3] = \frac{C_{\text{HNO}_3}}{M_{\text{HNO}_3}} = \frac{126 \text{ g/L}}{63 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol/L}$$

$$[\text{HNO}_3] = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{V} \Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = [\text{HNO}_3] \times V$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 2 \text{ mol/L} \times 0,4 \text{ L} = 0,8 \text{ mol}$$



QUÍMICA
PARA O
VESTIBULAR

$$m_{\text{CuSO}_4} + m_{\text{FeCl}_3} = 48,45 \text{ (I) (massa da mistura)}$$

x : número de mols de CuSO_4

y : número de mols de FeCl_3

$$x = \frac{m_{\text{CuSO}_4}}{M_{\text{CuSO}_4}} = \frac{m_{\text{CuSO}_4}}{159,61}$$

$$y = \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{M_{\text{FeCl}_3}} = \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{162,2}$$

$$2x + 3y = 0,8 \text{ (II) (número de mols de HNO}_3\text{)}$$

Substituindo x e y :

$$2 \times \frac{m_{\text{CuSO}_4}}{159,61} + 3 \times \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{162,2} = 0,8 \text{ (II)}$$

Utilizando (I) e (II), teremos :

$$\begin{cases} m_{\text{CuSO}_4} + m_{\text{FeCl}_3} = 48,45 \\ 2 \times \frac{m_{\text{CuSO}_4}}{159,61} + 3 \times \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{162,2} = 0,8 \end{cases}$$

Resolvendo o sistema, vem :

$$m_{\text{CuSO}_4} = 48,45 - m_{\text{FeCl}_3}$$

$$2 \times \frac{(48,45 - m_{\text{FeCl}_3})}{159,61} + 3 \times \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{162,2} = 0,8$$

$$2 \times \frac{162,2}{162,2} \times \frac{(48,45 - m_{\text{FeCl}_3})}{159,61} + 3 \times \frac{159,61}{159,61} \times \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{162,2} = 0,8$$

$$2 \times 162,2 \times (48,45 - m_{\text{FeCl}_3}) + 3 \times 159,61 \times m_{\text{FeCl}_3} = 0,8 \times 162,2 \times 159,61$$

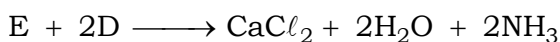
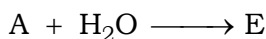
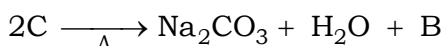
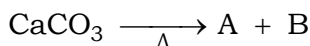
$$15.733,4 - 324,4m_{\text{FeCl}_3} + 478,83m_{\text{FeCl}_3} = 20.710,993$$

$$m_{\text{FeCl}_3} = 32,232 \text{ g}$$

$$m_{\text{CuSO}_4} + m_{\text{FeCl}_3} = 48,45 \Rightarrow m_{\text{CuSO}_4} + 32,232 \text{ g} = 48,45$$

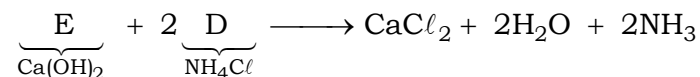
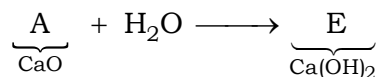
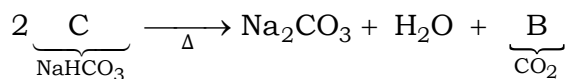
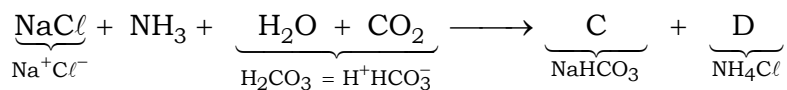
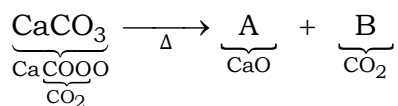
$$m_{\text{CuSO}_4} = 16,218 \text{ g}$$

Questão 22. Considere as seguintes reações químicas:



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

Resolução:



A : CaO

B : CO₂

C : NaHCO₃

D : NH₄Cl

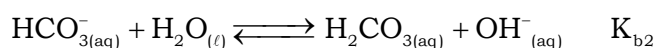
E : Ca(OH)₂

Questão 23. 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 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.

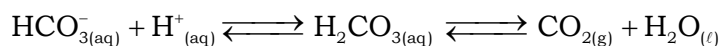
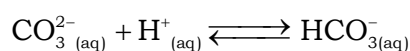
Resolução:

a) e b) O carbonato de sódio ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$) dissocia-se completamente em solução aquosa. O íon carbonato (CO_3^{2-}) é classificado como uma base diprótica fraca:



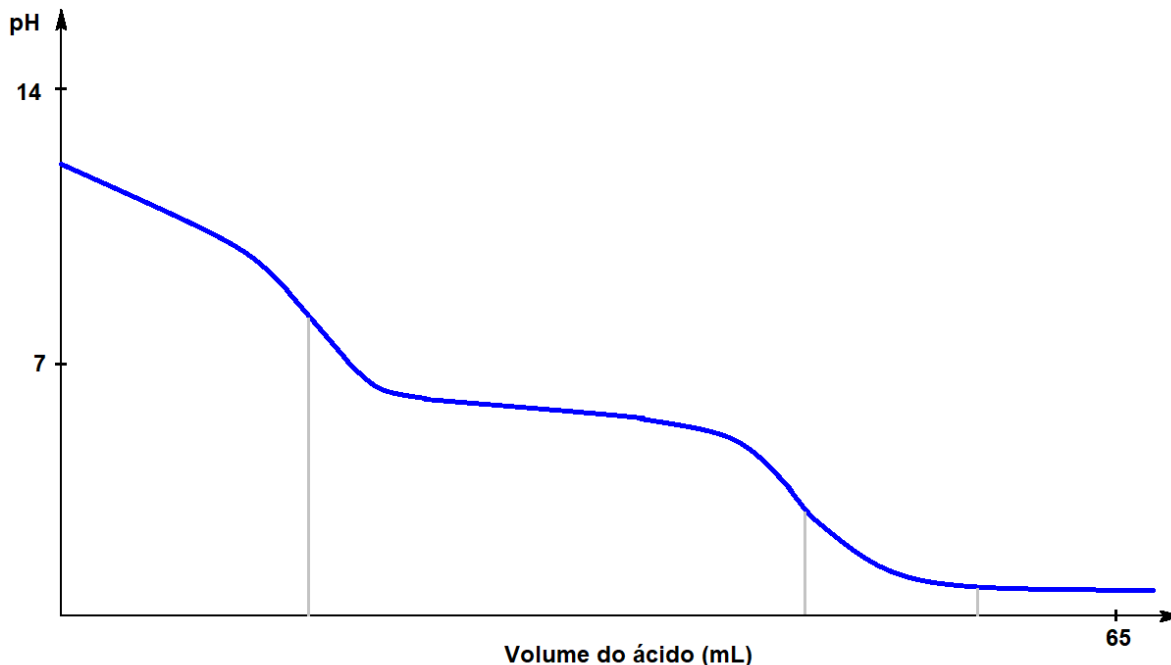
Como $K_{b1} \gg K_{b2}$ a curva de titulação apresentará dois patamares, com dois pontos de equivalência.

Na titulação com ácido clorídrico (HCl) ocorrem duas reações:

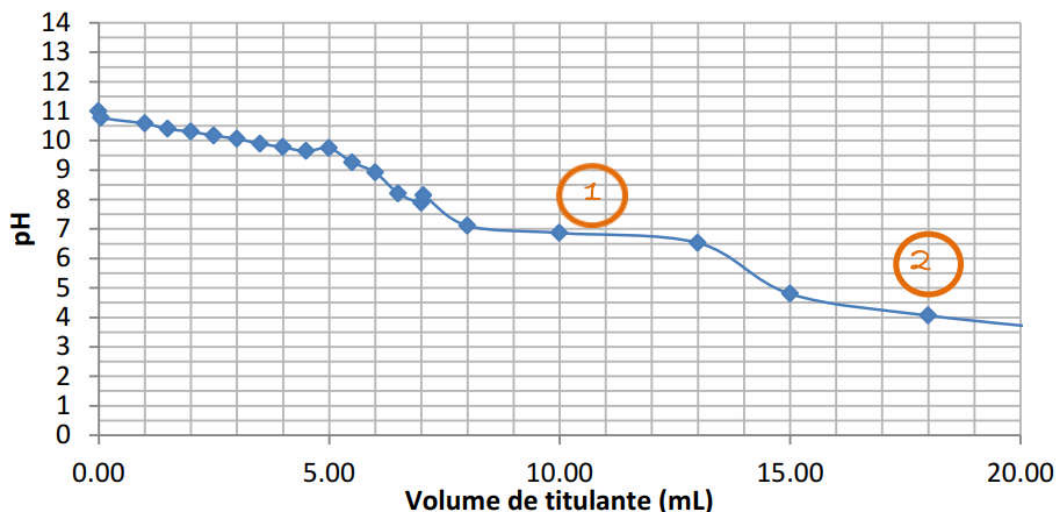


Na primeira titulação ($\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq})$) o ponto de equivalência contém hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e é alcalino. O pH fica dentro da zona de viragem básica, ou seja, maior do que sete.

Na segunda titulação ($\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$) o ponto de equivalência será ácido e menor do que sete.

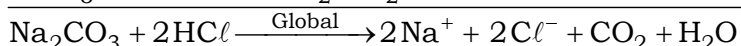
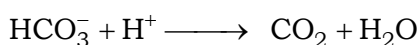
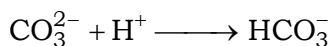
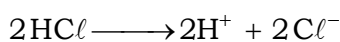
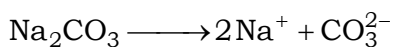


Observação teórica: abaixo, tem-se uma curva de titulação base fraca/ácido forte ($\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{HCl}$). Os pontos 1 e 2 correspondem aos tampões existentes.



Fonte: Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Lisboa

c) Equação global balanceada: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{NaCl}$.



Questão 24. O seguinte sistema eletroquímico é construído:

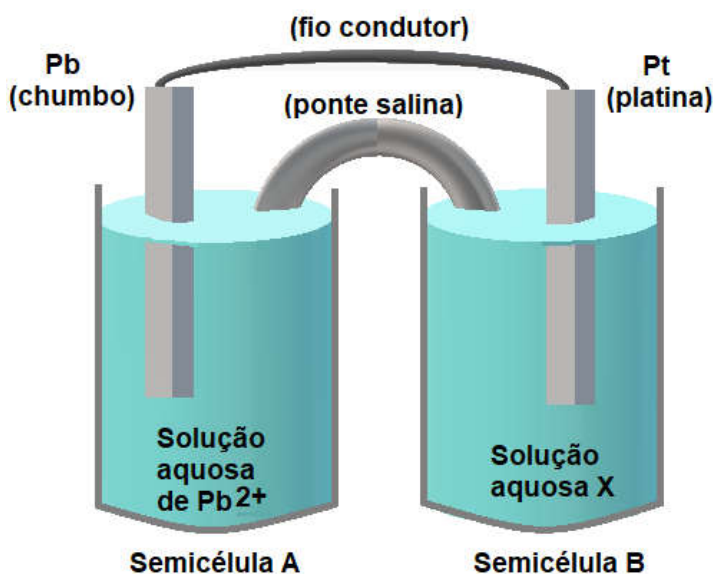
- I.** Semicélula A constituída de placa de chumbo parcialmente imersa em uma solução aquosa de Pb^{2+} .
- II.** Semicélula B constituída de placa de platina parcialmente imersa em uma solução aquosa X.
- III.** As soluções aquosas das semicélulas A e B são conectadas por meio de uma ponte salina.
- 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 $25^{\circ}C$ é $E^{\circ}_{Pb^{2+}/Pb} = -0,126 V$, 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:

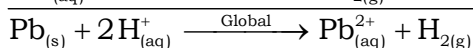
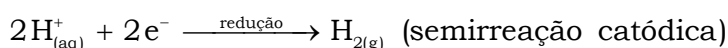
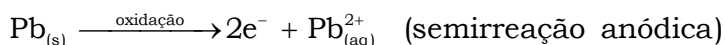
- a)** Desenho esquemático, obtido a partir das informações contidas em I, II, III e IV:



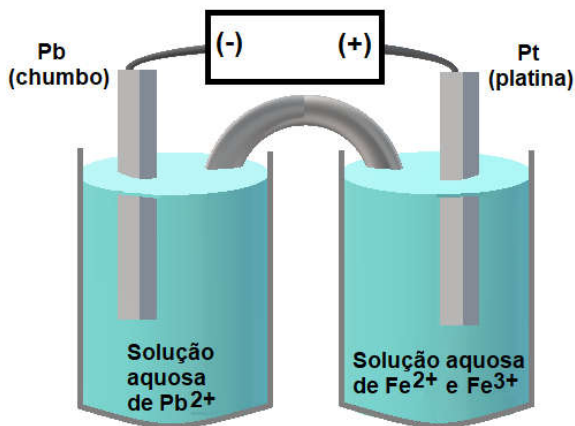
- b)** Considerando que a solução X seja uma solução aquosa de HCl :

$$E^{\circ}_{Pb^{2+}/Pb} = -0,126 V; E^{\circ}_{H^+/H_2} = 0,000 V$$

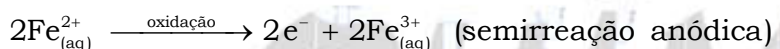
$$E_{red}(H^+) > E_{red}(Pb^{2+})$$



c) Considerando:



$$E_{\text{red}}(\text{Pb}^{2+}) > E_{\text{red}}(\text{Fe}^{3+}) > E_{\text{red}}(\text{Fe}^{2+})$$

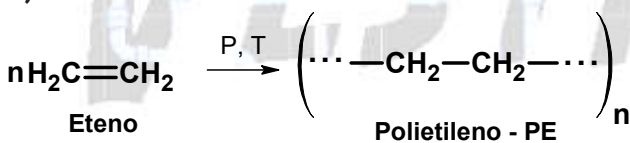


Questão 25. Escreva as equações químicas que representam as reações de polimerização ou copolimerização dos monômeros abaixo, apresentando as fórmulas estruturais de reagentes e produtos.

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

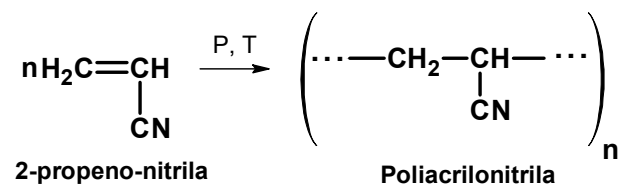
Resolução:

a) Eteno:



Observação teórica: o polietileno é empregado na fabricação de recipientes como sacos, garrafas, etc. Existem inúmeras utilidades.

b) 2-propeno-nitrila:



Observação teórica: a poliácrlonitrila é usada como fibra têxtil e na produção de tecido, entre outras aplicações.

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

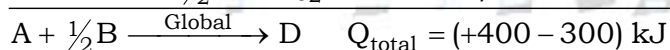
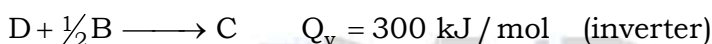
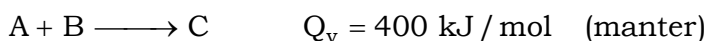
em que: $a = 62,5 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$; $b = 0,4 \text{ L mol}^{-1}$; $n = 0,4 \text{ mol}$; $V = 10 \text{ L}$; capacidade calorífica molar a volume constante ($C_{V,m}$) = $83,33 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; temperatura inicial (T_i) = 300 K .

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

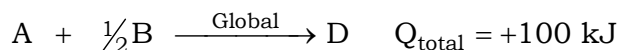
Resolução:

a) Aplicando a lei de Hess para a tabela, vem:

Reação	Equação	$Q_v \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$
I	$A + \frac{1}{2}B \longrightarrow D$? (global)
II	$A + B \longrightarrow C$	400
III	$D + \frac{1}{2}B \longrightarrow C$	300



$$Q_{\text{total}} = +100 \text{ kJ}$$



$$1 \text{ mol} \xrightarrow{\hspace{10em}} 100 \text{ kJ liberados}$$

$$0,1 \text{ mol} \xrightarrow{\hspace{10em}} E$$

$$E = 100 \times 0,1 \text{ kJ}$$

$$E = 10 \text{ kJ liberados} \quad (10.000 \text{ J})$$

b) Determinação da temperatura final do banho térmico:

$$Q_{\text{total}} = 10.000 \text{ J}; n = 0,4 \text{ mol}; C_{V,m} = 83,33 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; T_i = 300 \text{ K}.$$

$$Q_{\text{total}} = n \times C_{V,m} \times \Delta T$$

$$Q_{\text{total}} = n \times C_{V,m} \times (T_f - T_i)$$

$$10.000 \text{ J} = 0,4 \text{ mol} \times 83,33 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (T_f - 300 \text{ K})$$

$$T_f - 300 \text{ K} = \frac{10.000 \text{ J}}{0,4 \text{ mol} \times 83,33 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$$

$$T_f = 600,012 \text{ K}$$

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

c) Considerando que o gás não é ideal e aplicando a equação de Van der Waals para gases reais, vem:

$$n = 0,4 \text{ mol}; a = 62,5 \text{ L}^2\text{atm mol}^{-2}; b = 0,4 \text{ L mol}^{-1};$$

$$V = 10 \text{ L}; T_i = 300 \text{ K}; R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}.$$

$$\left(P_{\text{inicial}} + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT_i$$

$$\left(P_{\text{inicial}} + \frac{(0,4 \text{ mol})^2 \times 62,5 \text{ L}^2\text{atm mol}^{-2}}{(10 \text{ L})^2} \right) (10 \text{ L} - (0,4 \text{ mol}) \times 0,4 \text{ L mol}^{-1}) = (0,4 \text{ mol}) \times 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$(P_{\text{inicial}} + 0,1) \times 9,84 = 9,852$$

$$9,84 \times P_{\text{inicial}} = 9,852 - 0,984$$

$$P_{\text{inicial}} = \frac{9,852 - 0,984}{9,84} = 0,9012 \text{ atm}$$

$$\boxed{P_{\text{inicial}} = 0,9 \text{ atm}}$$

Analogamente,

$$n = 0,4 \text{ mol}; a = 62,5 \text{ L}^2\text{atm mol}^{-2}; b = 0,4 \text{ L mol}^{-1}; V = 10 \text{ L}; T_f = 600 \text{ K}; R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}.$$

$$\left(P_{\text{final}} + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT_f$$

$$\left(P_{\text{final}} + \frac{(0,4 \text{ mol})^2 \times 62,5 \text{ L}^2\text{atm mol}^{-2}}{(10 \text{ L})^2} \right) (10 \text{ L} - (0,4 \text{ mol}) \times 0,4 \text{ L mol}^{-1}) = (0,4 \text{ mol}) \times 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 600 \text{ K}$$

$$(P_{\text{final}} + 0,1) \times 9,84 = 19,704$$

$$9,84 \times P_{\text{final}} = 19,704 - 0,984$$

$$P_{\text{final}} = \frac{19,704 - 0,984}{9,84} = 1,9024 \text{ atm}$$

$$\boxed{P_{\text{final}} = 1,9 \text{ atm}}$$

Questão 27. 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	Espuma de poliestireno (isopor)	Dispersgente no estado sólido: poliestireno.	Disperso no estado gasoso: ar.
Espuma líquida	Produto alimentício	Clara em neve ou clara batida	Dispersgente no estado líquido: clara de ovo.	Disperso no estado gasoso: ar.
Aerossol líquido	Fenômeno natural	Neblina	Dispersgente no estado gasoso: ar.	Disperso do no estado líquido: água.
Aerossol sólido	Fenômeno artificial	Fumaça	Dispersgente no estado gasoso: ar.	Disperso no estado sólido: fuligem.

Questão 28. Considere a reação genérica equimolar: $X + Y \rightleftharpoons Z$, sendo que:

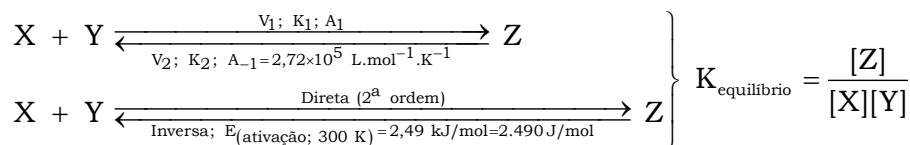
- I. as concentrações iniciais de X e de Y são iguais.
- II. a reação direta apresenta lei de velocidade de 2ª ordem.
- III. a energia de ativação da reação inversa é 2,49 kJ mol⁻¹, a 300 K.

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 mol L⁻¹, o que corresponde a 25 % de rendimento da reação.

Resolução:

$$R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; e = 2,72; K_{\text{equilíbrio}} = 4,0$$



$$v_1 = K_1[X][Y]$$

$$v_2 = K_2[Z]$$

No equilíbrio: $v_1 = v_2$.

$$K_1[X][Y] = K_2[Z]$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[Z]}{[X][Y]} = K_{\text{equilíbrio}} \Rightarrow K_{\text{equilíbrio}} = \frac{K_1}{K_2}$$

Aplicando a equação de Arrhenius :

$$K_2 = A_{-1} \times e^{\left(\frac{E_{\text{ativação}}}{R \times T}\right)}$$

$$K_2 = (2,72 \times 10^5) \times (2,72)^{\left(\frac{2.490}{8,31 \times 300}\right)}$$

$$K_{\text{equilíbrio}} = \frac{K_1}{K_2}$$

$$4,0 = \frac{K_1}{(2,72 \times 10^5) \times (2,72)^{\left(\frac{2.490}{8,31 \times 300}\right)}} \Rightarrow 4,0 = \frac{K_1}{(2,72 \times 10^5) \times (2,72)^{\frac{(-0,9987966)}{-1}}}$$

$$4,0 = \frac{K_1}{(2,72 \times 10^5) \times (2,72)^{(-1)}}$$

$$K_1 = 4,0 \times 10^5$$

$[Z] = 0,5 \text{ mol/L} \Rightarrow 25 \% \text{ de rendimento}$

$$[X] = [Y] = \mathfrak{M}_{\text{inicial}}$$

$$0,25 \times \mathfrak{M}_{\text{inicial}} = 0,5$$

$$\mathfrak{M}_{\text{inicial}} = 2,0 \text{ mol/L}$$



\mathfrak{M} \mathfrak{M} 0 (início)

-0,25 \mathfrak{M} -0,25 \mathfrak{M} +0,5 mol/L (durante)

0,75 \mathfrak{M} 0,75 \mathfrak{M} +0,5 mol/L (equilíbrio)

$0,75 \times 2,0 = 1,5 \text{ mol/L}$ $0,75 \times 2,0 = 1,5 \text{ mol/L}$

$$v_1 = K_1 \times [X] \times [Y]$$

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

$$v_1 = 9,0 \times 10^5 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Questão 29. 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.

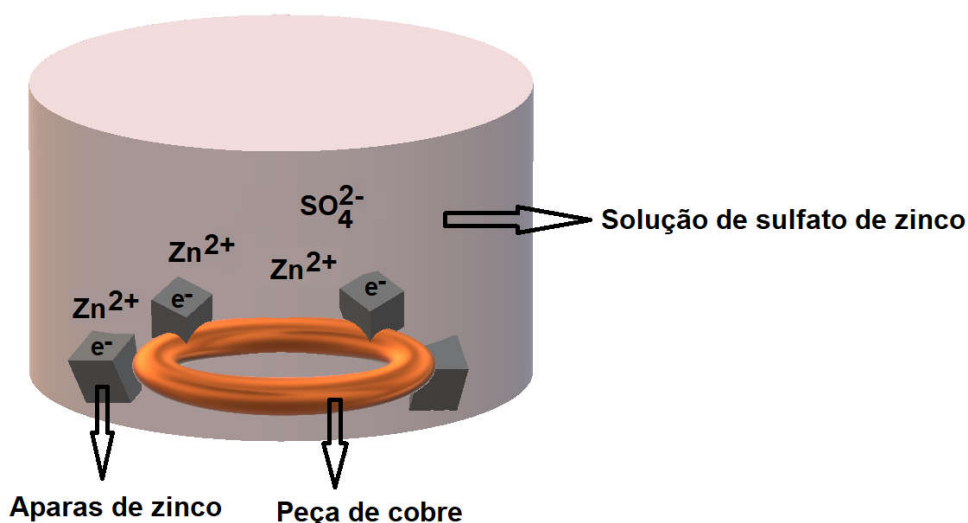
Com base nesses experimentos,

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.

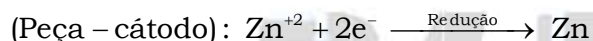
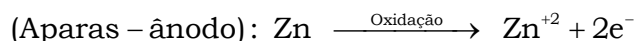
Resolução:

a) Esquemáticamente:



O zinco das aparas apresenta maior potencial de oxidação do que o cobre presente na peça, e consequentemente, sofre oxidação a cátion zinco.

Os cátions zinco presentes na solução reagem com os elétrons presentes nas aparas que são conduzidos pela peça de cobre e depositam.



b) Quando a peça recoberta de zinco é aquecida a 300 °C ocorre a formação da liga metálica conhecida como latão, que tem coloração dourada.

Questão 30. 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.

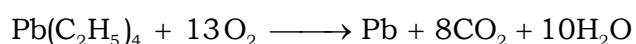
b) O ^{238}U decai a ^{206}Pb com tempo de meia-vida de $4,5 \times 10^9$ anos. Uma amostra de sedimento colhida em 1970 continha 0,119 mg de ^{238}U e 2,163 mg de ^{206}Pb . Assumindo que todo o ^{206}Pb é formado somente pelo decaimento do ^{238}U e que o ^{206}Pb não sofre decaimento, estime a idade 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:

a) Equação química balanceada que representa a reação de combustão do composto tetraetilchumbo ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$):



b) Estimativa da idade do sedimento:

Como a curva de desintegração radioativa é exponencial, podemos usar a cinética de desintegração de primeira ordem: $N = N_0 \times e^{-Kt}$.

Onde:

N: quantidade de átomos não desintegrados.

N_0 : quantidade de inicial de átomos radioativos.

t: tempo de meia-vida.

K: constante.

$$t = 4,5 \times 10^9 \text{ anos}$$

$$N = \frac{m}{M}; M_{238\text{U}} = 238,03 \text{ g/mol e } M_{206\text{Pb}} = 207,2 \text{ g/mol}$$

$$N_{\text{inicial de } 238\text{U}} = \frac{0,119 \times 10^{-3}}{238,03} \approx 0,0005 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N_{\text{inicial } 206\text{Pb}} = \frac{2,163 \times 10^{-3}}{207,2} \approx 0,01044 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Como o chumbo é formado pelo decaimento do urânio:

$$N_{\text{total de } 238\text{U}} = N_{\text{inicial de } 238\text{U}} + N_{\text{inicial } 206\text{Pb}}$$

$$N_{\text{total de } 238\text{U}} = 0,0005 \times 10^{-3} \text{ mol} + 0,01044 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0,01094 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N_{\text{total de } 238\text{U}} \approx 0,011 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N = 0,0005 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N_0 = 0,011 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$K = \frac{0,693}{t} \Rightarrow K = \frac{0,693}{4,5 \times 10^9} = 0,154 \times 10^{-9}$$

$$N = N_0 \times e^{-Kt} \Rightarrow e^{Kt} = \frac{N_0}{N}$$

$$e^{(0,154 \times 10^{-9})t} = \frac{0,011 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,0005 \times 10^{-3} \text{ mol}} \Rightarrow e^{(0,154 \times 10^{-9})t} = 22$$

$$\ln(e^{(0,154 \times 10^{-9})t}) = \ln 22$$

$$0,154 \times 10^{-9} t = 3,091$$

$$t = 20,07 \times 10^9 \text{ anos} = 2 \times 10^{10} \text{ anos}$$

$$t \approx 20 \text{ bilhões de anos (idade do sedimento)} > 13,7 \text{ bilhões de anos (idade do Universo)}$$

c) Como a idade do sedimento (20 bilhões de anos) é incompatível com a idade do Universo (13,7 bilhões de anos), conclui-se que a quantidade de chumbo encontrada na amostra é muito superior àquela decorrente do decaimento do ^{238}U , ou seja, com o passar do tempo a amostra foi contaminada com chumbo derivado de outras fontes.

O texto cita o tetraetilchumbo que era adicionado à gasolina na maioria dos países até cerca de 1980. Isto nos leva à conclusão de que os aditivos acrescentados à gasolina poderiam ser uma fonte desta contaminação.