

o **anglo**
resolve



a prova de
Química
do
ITA
2001

**O
ANGLO
RESOLVE**

É trabalho pioneiro.

Prestação de serviços com tradição de confiabilidade.

Construtivo, procura colaborar com as Bancas Examinadoras em sua tarefa árdua de não cometer injustiças.

Didático, mais do que um simples gabarito, auxilia o estudante em seu processo de aprendizagem.

**A PROVA
DE
QUÍMICA
DO ITA**

O Instituto Tecnológico de Aeronáutica — ITA — é uma escola de engenharia mundialmente conhecida.

Com o mesmo zelo com que trata seus excelentes cursos (Engenharia Aeronáutica, Engenharia Mecânica Aeronáutica, Engenharia de Infra-Estrutura, Engenharia Elétrica e Engenharia de Computação), trata seu vestibular.

De forma inteligente, em 4 dias de prova, tem conseguido selecionar os candidatos mais aptos.

Química

CONSTANTES

Constante de Avogadro	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	=	$22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $1,98 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

DEFINIÇÕES

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

Condições ambientes: 25°C e 1 atm .

Condições padrão: 25°C , 1 atm , concentrações das soluções 1 mol/L (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (CM) = Circuito Metálico.

MASSAS MOLARES

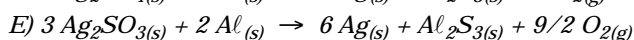
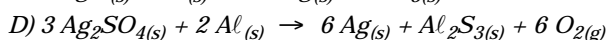
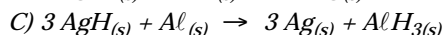
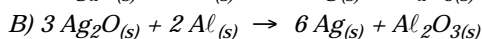
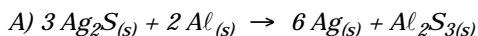
Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g/mol)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g/mol)
H	1	1,01	K	19	39,10
B	5	10,81	Ca	20	40,08
C	6	12,01	Cr	24	52,00
N	7	14,01	Fe	26	55,85
O	8	16,00	Ni	28	58,69
F	9	19,00	Cu	29	63,54
Na	11	22,99	Br	35	79,91
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87
Al	13	26,98	Sn	50	118,71
P	15	30,97	Xe	54	131,29
S	16	32,06	Ba	56	137,33
Cl	17	35,45			

As questões de **01 a 20 NÃO devem ser resolvidas no caderno de soluções**. Para respondê-las, marque a opção escolhida para cada questão na **folha de leitura óptica** e na **reprodução da folha de leitura óptica** (que se encontra na última página do caderno de soluções).

QUESTÃO 01

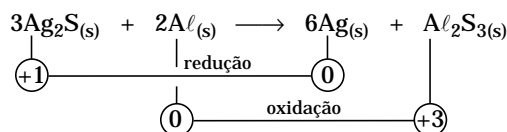
Resposta: A

Uma camada escura é formada sobre objetos de prata expostos a uma atmosfera poluída contendo compostos de enxofre. Esta camada pode ser removida quimicamente envolvendo os objetos em questão com uma folha de alumínio. A equação química que melhor representa a reação que ocorre neste caso é



RESOLUÇÃO:

A camada escura que se forma sobre objetos de prata é constituída de sulfeto de prata (Ag_2S). Quando o Ag_2S entra em contato com o alumínio, ocorre a redução dos íons prata (Ag^+) e a oxidação do alumínio. A equação química que melhor representa a reação é:



QUESTÃO 02

Resposta: A

A 25°C, adiciona-se 1,0 mL de uma solução aquosa 0,10 mol/L em HCl a 100 mL de uma solução aquosa 1,0 mol/L em HCl. O pH da mistura final é

- A) 0
B) 1
C) 2
D) 3
E) 4

RESOLUÇÃO:

$$1,0 \text{ mL} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

$$0,10 \text{ mol/L HCl}$$

$$0,10 \text{ mol HCl} \text{ ----- } 1,0 \text{ L}$$

$$x \text{ ----- } 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

$$x = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol HCl}$$

$$100 \text{ mL} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ L}$$

$$1,0 \text{ mol/L HCl}$$

$$1,0 \text{ mol HCl} \text{ ----- } 1,0 \text{ L}$$

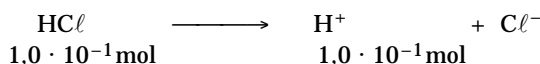
$$y \text{ ----- } 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ L}$$

$$y = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol HCl}$$

$$\text{Quantidade em mol de HCl} = x + y = 0,0001 + 0,1$$

$$x + y = 0,1001$$

$$x + y = 1,0 \cdot 10^{-1}$$



$$[\text{H}^+] = \frac{1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}}{1,0 \cdot 10^{-1} \text{ L}} = 1,0 \text{ mol/L}$$

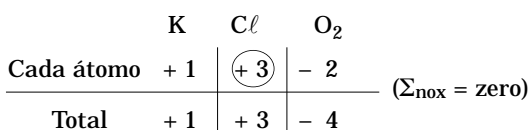
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \therefore \quad \text{pH} = -\log 1 \quad \therefore \quad \text{pH} = 0$$

QUESTÃO 03

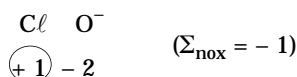
Resposta: E

Assinale a opção relativa aos números de oxidação **CORRETOS** do átomo de cloro nos compostos KClO_2 , Ca(ClO)_2 , $\text{Mg(ClO}_3)_2$ e $\text{Ba(ClO}_4)_2$, respectivamente.

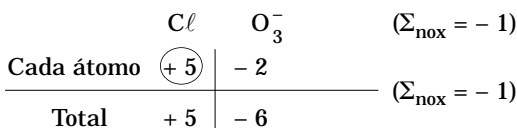
- A) -1, -1, -1 e -1.
B) +3, +1, +2 e +3
C) +3, +2, +4 e +6
D) +3, +1, +5 e +6
E) +3, +1, +5 e +7

RESOLUÇÃO:

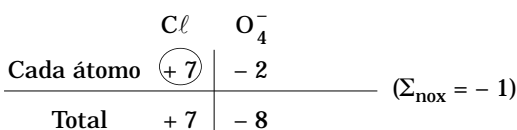
Em Ca(ClO)_2 , há o ânion ClO^- .



Em $\text{Mg(ClO}_3)_2$, há o ânion ClO_3^- .



Em $\text{Ba(ClO}_4)_2$, há o ânion ClO_4^- .



QUESTÃO 04

Resposta: D

Um copo aberto, exposto à atmosfera, contém água sólida em contato com água líquida em equilíbrio termodinâmico. A temperatura e pressão ambientes são mantidas constantes e iguais, respectivamente, a 25°C e 1 atm. Com o decorrer do tempo, e enquanto as duas fases estiverem presentes, é **ERRADO** afirmar que

- A) a temperatura do conteúdo do copo permanecerá constante e igual a aproximadamente 0°C.
- B) a massa da fase sólida diminuirá.
- C) a pressão de vapor da fase líquida permanecerá constante.
- D) a concentração (mol/L) de água na fase líquida será igual à da fase sólida.
- E) a massa do conteúdo do copo diminuirá.

RESOLUÇÃO:

A 0°C, na água líquida, a densidade é praticamente igual a 1 g/cm³ (25°C). Na água sólida, a densidade diminui para cerca de 0,9 g/cm³.

Se considerarmos 1,0L de água, teremos:

V = 1,0L de água (1000cm ³)		
Água líquida	d = 1 g/cm ³	massa = 1000g
Água sólida	d = 0,9 g/cm ³	massa = 900g

Determinando-se a quantidade em mols para cada estado físico:

$$\text{Água líquida} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ ——— } 18 \text{ g} \\ n \text{ ——— } 1000 \text{ g} \\ n = 55,5 \text{ mol} \end{array} \right.$$

$$\text{Assim: } [\text{H}_2\text{O}_{(l)}] = 55,5 \text{ mol/L}$$

$$\text{Água sólida} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ ——— } 18 \text{ g} \\ n' \text{ ——— } 900 \text{ g} \\ n' = 50 \text{ mol} \end{array} \right.$$

$$\text{Portanto: } [\text{H}_2\text{O}_{(s)}] = 50 \text{ mol/L}$$

QUESTÃO 05

Resposta: A

Considere as afirmações abaixo relativas à concentração (mol/L) das espécies químicas presentes no ponto de equivalência da titulação de um ácido forte (do tipo HA) com uma base forte (do tipo BOH):

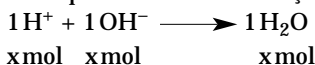
- I. A concentração do ânion A⁻ é igual à concentração do cátion B⁺.
- II. A concentração do cátion H⁺ é igual à constante de dissociação do ácido HA.
- III. A concentração do cátion H⁺ consumido é igual à concentração inicial do ácido HA.
- IV. A concentração do cátion H⁺ é igual à concentração do ânion A⁻.
- V. A concentração do cátion H⁺ é igual à concentração do cátion B⁺.

Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

- A) apenas I e III.
- B) apenas I e V.
- C) apenas I, II e IV.
- D) apenas II, IV e V.
- E) apenas III, IV e V.

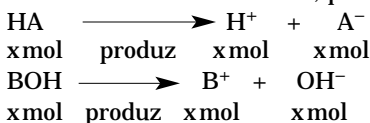
RESOLUÇÃO:

No ponto de equivalência da titulação de um ácido forte (HA) com uma base forte (BOH), a reação



foi completa, isto é, todo o H⁺ foi consumido pelo OH⁻.

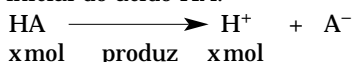
Tanto o ácido como a base são fortes, portanto estão totalmente dissociados.



I – Correta: as concentrações [A⁻] e [B⁺] são iguais = x mol/L

$$\text{II – Incorreta: } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \neq [\text{H}^+]$$

III – Correta: como todo o ácido se ionizou, a concentração de H⁺ consumido é igual à concentração inicial do ácido HA.



IV e V – Incorretas: os íons H⁺ foram totalmente consumidos na neutralização e só restaram na solução o íon A⁻, proveniente do ácido, e o íon B⁺, proveniente da base.



QUESTÃO 06

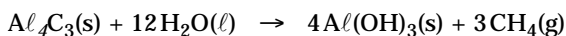
Resposta: D

Quando carbeto de alumínio (Al_4C_3) é adicionado em um béquer contendo água líquida a $25^\circ C$, ocorre a formação de hidróxido de alumínio e a liberação de um gás. O gás formado é o

- A) H_2 D) CH_4
 B) CO E) C_2H_2
 C) CO_2

RESOLUÇÃO:

A reação pode ser representada por:

**QUESTÃO 07**

Resposta: B

Considere as seguintes afirmações relativas a reações químicas em que não haja variação de temperatura e pressão:

- I. Uma reação química realizada com a adição de um catalisador é denominada heterogênea se existir uma superfície de contato visível entre os reagentes e o catalisador.
- II. A ordem de qualquer reação química em relação à concentração do catalisador é igual a zero.
- III. A constante de equilíbrio de uma reação química realizada com a adição de um catalisador tem valor numérico maior do que o da reação não catalisada.
- IV. A lei de velocidade de uma reação química realizada com a adição de um catalisador, mantidas constantes as concentrações dos demais reagentes, é igual àquela da mesma reação não catalisada.
- V. Um dos produtos de uma reação química pode ser o catalisador desta mesma reação.

Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

- A) apenas I e III. D) apenas II, IV e V.
 B) apenas I e V. E) apenas III, IV e V.
 C) apenas I, II e IV.

RESOLUÇÃO:

Analisando as afirmações, temos:

- I. Quando o catalisador e os reagentes estão em fases diferentes, o processo é denominado catálise heterogênea.
- II. Um catalisador pode participar da etapa lenta de uma reação e, assim, fazer parte da equação de velocidade.
- III. A constante de equilíbrio de uma reação tem seu valor alterado somente com a variação da temperatura.
- IV. A presença do catalisador modifica o mecanismo da reação e, portanto, altera a lei de velocidade.
- V. Nas reações de autocatálise, um dos produtos atua como catalisador da própria reação.

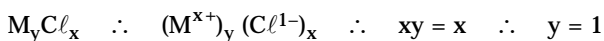
Assim, as afirmativas corretas são I e V.

QUESTÃO 08

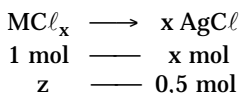
Resposta: C

Em um béquer, contendo uma solução aquosa $1,00 \text{ mol/L}$ em nitrato de prata, foi adicionado uma solução aquosa contendo um sal de cloreto (M_yCl_x). A mistura resultante foi agitada, filtrada e secada, gerando $71,7 \text{ gramas}$ de precipitado. Considerando que não tenha restado cloreto no líquido sobrenadante, o número de mols de íons M^{x+} adicionado à mistura, em função de x e y é

- A) x/y D) $2y/x$
 B) $2x/y$ E) x^2/y
 C) $y/2x$

RESOLUÇÃO:

$$n_{AgCl} = \frac{71,7 \text{ g}}{143,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,5 \text{ mol}$$



$$z = \frac{0,5}{x} \text{ mol de } MCl_x = \frac{0,5}{x} \text{ mol de } M^{x+}$$

$$\frac{0,5}{x} = \frac{1}{2x} = \frac{y}{2x}$$



QUESTÃO 09

Resposta: E

Considere as afirmações abaixo relativas a hidrocarbonetos normais e saturados na temperatura de 25°C e pressão de 1 atm.

- I. O estado físico mais estável de hidrocarbonetos contendo de 1 a 4 átomos de carbono é o gasoso.
- II. O estado físico mais estável de hidrocarbonetos contendo de 5 a 12 átomos de carbono é o líquido.
- III. O estado físico mais estável de hidrocarbonetos contendo de 25 a 50 átomos é o sólido cristalino.
- IV. Hidrocarbonetos contendo de 25 a 50 átomos de carbono são classificados como parafina.
- V. Hidrocarbonetos contendo de 1000 a 3000 átomos de carbono são classificados como polietileno.

Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

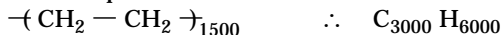
- | | |
|--------------------------|-------------------|
| A) apenas I, II, IV e V. | D) apenas IV e V. |
| B) apenas I, II e V. | E) todas. |
| C) apenas III, IV e V. | |

RESOLUÇÃO:

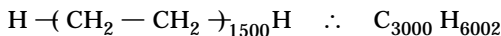
Para hidrocarbonetos normais e saturados, a 25°C e 1 atm, temos:

Número de átomos de carbono	Estado físico
de 1 a 4	gasoso
de 5 a 12	líquido
de 25 a 50	sólido cristalino (parafinas)

O polietileno é formado pela união de grupos — CH₂ — CH₂ — que se repetem milhares de vezes. Supondo um polietileno com 3000 C, temos:



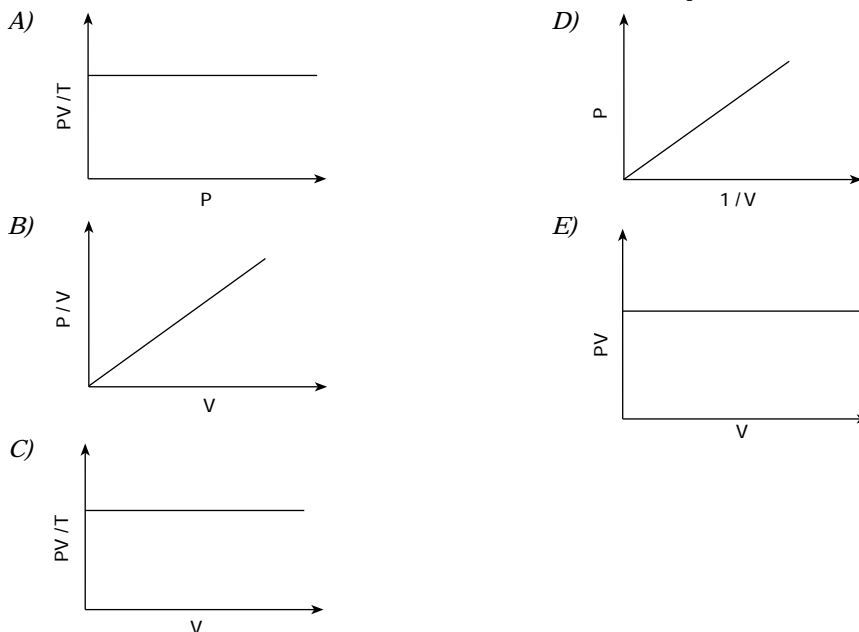
Hidrocarboneto normal saturado com 3000 C:



Como resultado experimental, as duas fórmulas podem ser consideradas iguais.

QUESTÃO 10 Sem Resposta

Um cilindro provido de um pistão móvel, sem atrito, contém um gás ideal. Qual dos gráficos abaixo representa, qualitativamente, o comportamento **CORRETO** do sistema quando a pressão (P) e/ou o volume (V) são modificados, sendo mantida constante a temperatura (T)?



RESOLUÇÃO:

Para um gás ideal, mantida a temperatura constante, tem-se:

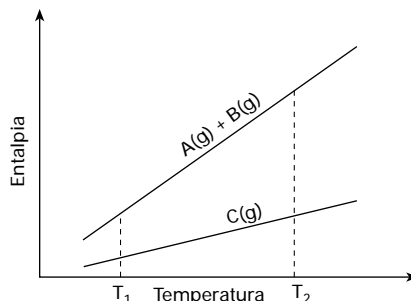
$$PV = k \text{ (constante)}$$

Portanto, a alternativa **B** é a única que mostra um comportamento **incorreto** do sistema. Todas as demais alternativas mostram comportamentos corretos. Sendo assim, a questão não tem resposta.



QUESTÃO 11
Resposta: C

A figura abaixo mostra como a entalpia dos reagentes e dos produtos de uma reação química do tipo $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ varia com a temperatura.



- Levando em consideração as informações fornecidas nesta figura, e sabendo que a variação de entalpia (ΔH) é igual ao calor trocado pelo sistema à pressão constante, é **ERRADO** afirmar que
- A) na temperatura T_1 a reação ocorre com liberação de calor.
 - B) na temperatura T_1 , a capacidade calorífica dos reagentes é maior que a dos produtos.
 - C) no intervalo de temperatura compreendido entre T_1 e T_2 , a reação ocorre com absorção de calor ($\Delta H > \text{zero}$).
 - D) o ΔH , em módulo, da reação aumenta com o aumento de temperatura.
 - E) tanto a capacidade calorífica dos reagentes como a dos produtos aumentam com o aumento da temperatura.

RESOLUÇÃO:

A alternativa **C** está errada, pois, no intervalo de temperatura compreendido entre T_1 e T_2 , a entalpia dos reagentes é maior que a do produto. Logo, a reação ocorre com liberação de calor ($\Delta H < 0$).

QUESTÃO 12
Resposta: E

Considere as seguintes afirmações:

- I. O nível de energia de um átomo, cujo número quântico principal é igual a 4, pode ter, no máximo, 32 elétrons.
- II. A configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$ representa um estado excitado do átomo de oxigênio.
- III. O estado fundamental do átomo de fósforo contém três elétrons desemparelhados.
- IV. O átomo de nitrogênio apresenta o primeiro potencial de ionização menor que o átomo de flúor.
- V. A energia necessária para excitar um elétron do estado fundamental do átomo de hidrogênio para o orbital $3s$ é igual àquela necessária para excitar este mesmo elétron para o orbital $3d$.

Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

- A) apenas I, II e III.
- B) apenas I, II e V.
- C) apenas III e IV.
- D) apenas III, IV e V.
- E) todas.

RESOLUÇÃO:

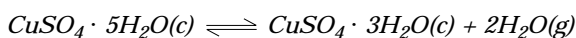
- I — Correta. O número máximo de elétrons permitido para um átomo cujo número quântico principal é igual a 4 pode ser determinado pela expressão de Rydberg $2^n = 2^4 = 32$
- II — Correta. A configuração fundamental para o átomo de oxigênio é $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$. Ao fornecermos energia aos elétrons, poderemos obter várias configurações eletrônicas (vários estados de excitação), entre eles $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$
- III — Correta. ${}_{15}\text{P} \quad 1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2 \quad 3p^3$

↓	↓	↓
---	---	---

3e⁻ desemparelhados
- IV — Correta. O átomo de nitrogênio, por ser maior, apresenta o primeiro potencial de ionização menor que o do átomo de flúor.
- V — Correta. Como o hidrogênio apresenta um único elétron, a excitação deste atingirá um nível qualquer, em que os possíveis subníveis possuirão a mesma energia. No caso:
 $3s = 3p = 3d$

QUESTÃO 13
Resposta: D

Sulfato de cobre sólido penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(c)$) é colocado em um recipiente fechado, de volume constante, previamente evacuado, provido de um medidor de pressão e de um dispositivo de entrada/saída para reagentes. A 25°C é estabelecido, dentro do recipiente, o equilíbrio representado pela equação química:

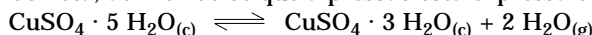


Quando o equilíbrio é atingido, a pressão dentro do recipiente é igual a 7,6 mmHg. A seguir, a pressão de vapor da água é aumentada para 12 mmHg e um novo equilíbrio é restabelecido na mesma temperatura. A respeito do efeito e aumento da pressão de vapor da água sobre o equilíbrio de dissociação do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(c)$, qual das opções seguintes contém a afirmação **ERRADA**?

- A) O valor da constante de equilíbrio K_p é igual a $1,0 \times 10^{-4}$.
 B) A quantidade de água na fase gasosa permanece praticamente inalterada.
 C) A concentração (em mol/L) de água na fase $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(c)$ permanece inalterada.
 D) A concentração (em mol/L) de água na fase sólida total permanece inalterada.
 E) A massa total do conteúdo do recipiente aumenta.

RESOLUÇÃO:

Alternativa A — Correta, admitindo-se que a pressão está expressa em atm.



$$K_p = p_{\text{H}_2\text{O}(g)}^2$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}(g)} = 7,6 \text{ mmHg} = 10^{-2} \text{ atm}$$

$$K_p = (10^{-2})^2 = 10^{-4}.$$

Alternativa B — Correta. Ao ser restabelecido o novo equilíbrio, na mesma temperatura, o K_p permanece constante, portanto $p_{\text{H}_2\text{O}(g)}$ permanece constante e a quantidade de água na fase gasosa permanece inalterada.

Alternativa C — Correta. A concentração da água na fase sólida $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}(c)$ é constante.

Alternativa D — Errada. A concentração de água na fase sólida total ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}(c) + \text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}(c)$) não permanece inalterada, porque devido ao deslocamento do equilíbrio para a esquerda, a quantidade de $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}(c)$ diminui e a de $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}(c)$ aumenta.

Alternativa E — Correta. A massa total do conteúdo do recipiente aumenta porque nele foi introduzido H_2O , para aumentar a pressão de vapor de 7,6 mmHg para 12 mmHg.

QUESTÃO 14

Resposta: B

Uma célula eletrolítica foi construída utilizando-se 200 mL de uma solução aquosa 1,0 mol/L em NaCl com pH igual a 7 a 25 °C, duas chapas de platina de mesmas dimensões e uma fonte estabilizada de corrente elétrica. Antes de iniciar a eletrólise, a temperatura da solução foi aumentada e mantida num valor constante igual a 60 °C. Nesta temperatura, foi permitido que corrente elétrica fluísse pelo circuito elétrico num certo intervalo de tempo. Decorrido esse intervalo de tempo, o pH da solução, ainda a 60 °C, foi medido novamente e um valor igual a 7 foi encontrado. Levando em consideração os fatos mencionados neste enunciado e sabendo que o valor numérico da constante de dissociação da água (K_w) para a temperatura de 60 °C é igual a $9,6 \times 10^{-14}$, é **CORRETO** afirmar que

- A) o caráter ácido-base da solução eletrolítica após a eletrólise é neutro.
 B) o caráter ácido-base da solução eletrolítica após a eletrólise é alcalino.
 C) a reação anódica predominante é aquela representada pela meia-equação:
 $4\text{OH}^-(aq) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{O}_2(g) + 4e^-(CM)$.
 D) A reação catódica, durante a eletrólise, é aquela representada pela meia-equação:
 $\text{Cl}_2(g) + 2e^-(CM) \rightarrow 2\text{Cl}^-(aq)$.
 E) A reação anódica, durante a eletrólise, é aquela representada pela meia-equação:
 $\text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 2e^-(CM)$.

RESOLUÇÃO:



$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]; \text{ a } 60^\circ\text{C} \quad \left\{ \begin{array}{l} K_w = 9,6 \cdot 10^{-14} \\ \text{pH} = 7 \quad \therefore \\ [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \end{array} \right.$$

Assim,

$$9,6 \cdot 10^{-14} = 10^{-7} \cdot [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{9,6 \cdot 10^{-14}}{10^{-7}} = 9,6 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$



Logo, o caráter ácido-base da solução eletrolítica será alcalino, pois:

$$[\text{OH}^-] = 9,6 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}} > [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

QUESTÃO 15

Resposta: B

Um litro de uma solução aquosa contém 0,30 mols de íons Na^+ , 0,28 mols de íons Cl^- , 0,10 mols de íons SO_4^{2-} e x mols de íons Fe^{3+} . A concentração de íons Fe^{3+} (em mol/L) presentes nesta solução é

- A) 0,03
- B) 0,06
- C) 0,08
- D) 0,18
- E) 0,26

RESOLUÇÃO:

A solução resultante deve estar eletricamente neutra.

Em 1,0L de solução, temos:

0,30 mol de íons Na^+ corresponde a 0,30 mol de cargas \oplus

0,28 mol de íons Cl^- corresponde a 0,28 mol de cargas \ominus

0,10 mol de íons SO_4^{2-} corresponde a 0,20 mol de cargas \ominus

x mol de íons Fe^{3+} corresponde a $3x$ mol de cargas \oplus

Logo:

Total de cargas $\oplus = (0,30 + 3x)$ mol

Total de cargas $\ominus = (0,28 + 0,20)$ mol

$$0,30 + 3x = 0,48$$

$$x = 0,06$$

$[\text{Fe}^{3+}] = 0,06 \text{ mol/L}$

QUESTÃO 16

Resposta: C

Assinale a alternativa **ERRADA** relativa à comparação do ponto de ebulição de algumas substâncias orgânicas.

- A) A etilamina tem ponto de ebulição maior que o do éter metílico.
- B) O n-butanol tem ponto de ebulição maior que o do n-pentano.
- C) O éter metílico tem ponto de ebulição maior que o do etanol.
- D) O etanol tem ponto de ebulição maior que o do etanal.
- E) O butanol tem ponto de ebulição maior que o do éter etílico.

RESOLUÇÃO:

Para substâncias que apresentam moléculas com tamanhos aproximadamente iguais, as que apresentam pontes de hidrogênio têm maiores pontos de ebulição.

Analisando as alternativas, temos:

	Substâncias	Presença de pontes de hidrogênio	Comparação entre os P.E.
A	etilamina $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$	sim	maior
	éter metílico $\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$	não	
B	n-butanol $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	sim	maior
	n-pentano $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	não	
C	éter metílico $\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$	não	maior
	etanol $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$	sim	
D	etanol $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$	sim	maior
	etanal $\text{H}_3\text{C} - \text{CHO}$	não	
E	butanol $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	sim	maior
	éter etílico $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	não	

A única alternativa incorreta é a C.



QUESTÃO 17

Resposta: B

Uma determinada substância apresenta as seguintes propriedades físico-químicas:

- I. O estado físico mais estável a 25°C e 1 atm é o sólido.
- II. No estado sólido apresenta estrutura cristalina.
- III. A condutividade elétrica é praticamente nula no estado físico mais estável a 25°C e 1 atm.
- IV. A condutividade elétrica é alta no estado líquido.

A alternativa relativa à substância que apresenta **todas** as propriedades acima é o/a

- A) poliacetileno.
- B) brometo de sódio.
- C) iodo.
- D) silício.
- E) grafita.

RESOLUÇÃO:

- I. Nas condições ambientes, um composto iônico é sólido.
 - II. O composto iônico apresenta estrutura cristalina.
 - III. O composto iônico no estado sólido não conduz corrente elétrica.
 - IV. Quando fundido, um composto iônico conduz corrente elétrica.
- Dos compostos citados nas alternativas, o único que representa um composto iônico é o brometo de sódio Na^+Br^- ou NaBr .

QUESTÃO 18

Resposta: D

A calcinação de 1,42 g de uma mistura sólida constituída de CaCO_3 e MgCO_3 produziu um resíduo sólido que pesou 0,76 g e um gás. Com estas informações, qual das opções a seguir é a relativa à afirmação **CORRETA**?

- A) Borbulhando o gás liberado nesta calcinação em água destilada contendo fenolftaleína, com o passar do tempo a solução irá adquirir uma coloração rósea.
- B) A coloração de uma solução aquosa, contendo fenolftaleína, em contato com o resíduo sólido é incolor.
- C) O volume ocupado pelo gás liberado devido à calcinação da mistura, nas CNTP, é de 0,37 L.
- D) A composição da mistura sólida inicial é 70% (m/m) de CaCO_3 e 30% (m/m) de MgCO_3 .
- E) O resíduo sólido é constituído pelos carbonatos de cálcio e magnésio.

RESOLUÇÃO:

A calcinação da amostra produz 3 substâncias:

- CaO (óxido de cálcio)
- MgO (óxido de magnésio)
- CO_2 (gás carbônico)

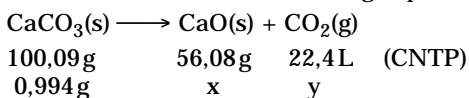
O CO_2 é um óxido ácido e, quando borbulhado em água destilada, produz uma solução ácida. Em meio ácido, a fenolftaleína é incolor.

Tanto o CaO como o MgO são óxidos básicos, originando soluções aquosas básicas. Em meio básico, a fenolftaleína apresenta coloração rósea.

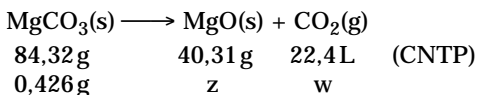
Considerando que a amostra inicial de massa igual a 1,42 g seja formada por 70% de CaCO_3 e 30% de MgCO_3 , podemos determinar a massa dos dois sais na mistura:

$$\begin{aligned} \text{massa de } \text{CaCO}_3 &= 0,994 \text{ g} \\ \text{massa de } \text{MgCO}_3 &= 0,426 \text{ g} \end{aligned}$$

Aplicando esses valores às equações estequiométricas das reações de decomposição, podemos obter a massa do resíduo sólido e o volume de gás produzido:



$$\text{onde } x = 0,557 \text{ g} \quad \text{e} \quad y = 0,222 \text{ L}$$



$$\text{onde } z = 0,203 \text{ g} \quad \text{e} \quad w = 0,113 \text{ L}$$

Massa de resíduo sólido:

$$\begin{aligned} \text{massa de CaO} &+ \text{massa de MgO} \\ 0,557 \text{ g} &+ 0,203 \text{ g} = 0,76 \text{ g} \end{aligned}$$

Volume de gás obtido (CO_2) nas CNTP:

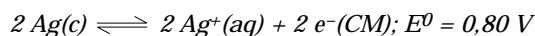
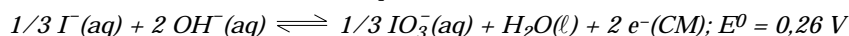
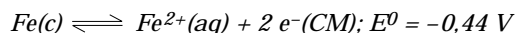
$$0,222 \text{ L} + 0,113 \text{ L} = 0,335 \text{ L}$$



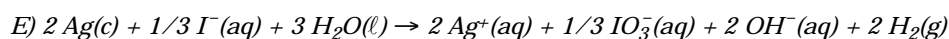
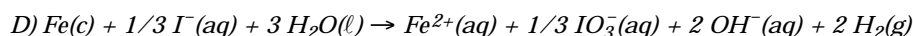
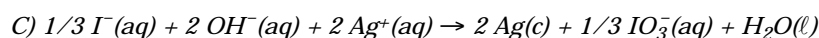
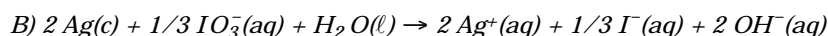
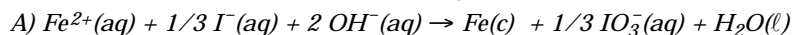
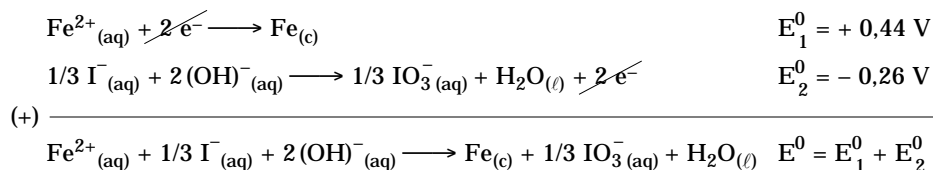
QUESTÃO 19

Resposta: A

Considere as semi-reações representadas pelas semi-equações abaixo e seus respectivos potenciais padrão de eletrodo:



Com base nas informações acima, qual das opções abaixo é relativa à equação química de uma reação que deverá ocorrer quando os reagentes, nas condições padrão, forem misturados entre si?

**RESOLUÇÃO:**

$$E^0 = +0,44 \text{ V} - 0,26 \text{ V} = +0,18 \text{ V}$$

$E^0 > 0 \quad \therefore$ a reação é espontânea.

Pelo mesmo raciocínio, concluímos que as reações das demais alternativas são não-espontâneas, porque $E^0 < 0$.

QUESTÃO 20

Resposta: E

Considere as seguintes afirmações a respeito da aplicação do fenol: Fenol é utilizado

- I. na síntese da baquelite.
- II. na produção de tintas.
- III. como agente bactericida.
- IV. na obtenção de explosivos.
- V. na síntese do ácido acetilsalicílico.

Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

- A) apenas I e II.
- B) apenas I, II, III e V.
- C) apenas II e III.
- D) apenas III e IV.
- E) todas.

RESOLUÇÃO:

O fenol apresenta todas as aplicações citadas nos itens I, II, III, IV e V.

As questões de 21 a 30 devem ser resolvidas no caderno de soluções.

QUESTÃO 21

Justificar por que cada uma das opções **D** e **E** da **Questão 04** está **CORRETA** ou **ERRADA**.

RESOLUÇÃO:

Na questão 4, a alternativa **D** está errada, e a justificativa consta da resolução. A alternativa **E** corresponde a um fato verdadeiro, já que a evaporação provocará diminuição da massa do conteúdo do copo.

QUESTÃO 22

Justificar por que cada uma das **cinco** afirmações da **Questão 05** estão **CORRETA** ou **ERRADA**.

RESOLUÇÃO:

Ver a resolução da questão 5.

QUESTÃO 23

Justificar por que cada uma das **cinco** opções da **Questão 11** está **CORRETA** ou **ERRADA**.



RESOLUÇÃO: A alternativa **A** está correta. O gráfico mostra que, na temperatura T_1 , a entalpia do produto é menor que a dos reagentes. Logo, a reação é exotérmica ($\Delta H < 0$).

A alternativa **C** está errada, já que, no intervalo entre T_1 e T_2 , a entalpia dos produtos se mantém menor que a dos reagentes ($\Delta H < 0$).

As alternativas **B**, **D** e **E** estão corretas.

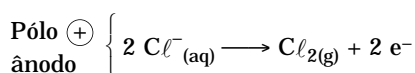
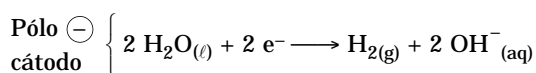
O gráfico mostra que, no intervalo entre T_1 e T_2 , a entalpia dos reagentes aumenta mais que a dos produtos, o mesmo ocorrendo com as capacidades caloríficas.

QUESTÃO 24 Justificar por que cada uma das opções **A**, **C** e **D** da **Questão 13** está **CORRETA** ou **ERRADA**.

RESOLUÇÃO: Ver a resolução da questão 13.

QUESTÃO 25 Justificar por que cada uma das opções **B** e **C** da **Questão 14** está **CORRETA** ou **ERRADA**.

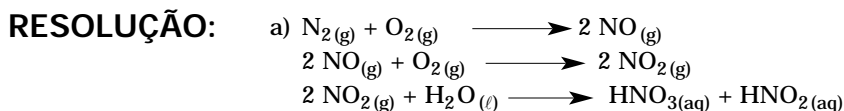
RESOLUÇÃO: A alternativa **B** está correta.



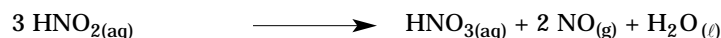
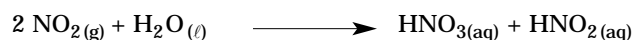
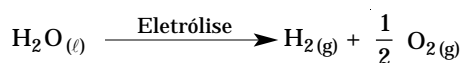
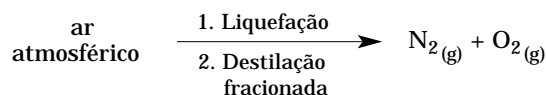
A semi-reação do cátodo evidencia o caráter alcalino da solução após a eletrólise. A alternativa **C** está incorreta. A reação anódica está acima representada.

QUESTÃO 26 Quando relâmpagos ocorrem na atmosfera, energia suficiente é fornecida para a iniciação da reação de nitrogênio com oxigênio, gerando monóxido de nitrogênio, o qual, em seguida, interage com oxigênio, gerando dióxido de nitrogênio, um dos responsáveis pela acidez de chuvas.

- Escreva a equação química, balanceada, de cada uma das três transformações mencionadas no enunciado.
- Descreva o método industrial utilizado para obter ácido nítrico. De sua descrição devem constar a matéria prima utilizada, as equações químicas balanceadas para reações que ocorrem durante cada etapa do processo e a concentração (em %*m/m*) do ácido vendido comercialmente.
- Cite **três** aplicações para o ácido nítrico.



b) Matérias-primas utilizadas na obtenção do ácido nítrico: ar atmosférico e água.



A concentração do ácido nítrico vendido no comércio varia entre 65% e 68%, em massa.



- c) Aplicação para o ácido nítrico:
- produção de explosivos;
 - fabricação de fertilizantes;
 - produção de vasodilatadores coronários.

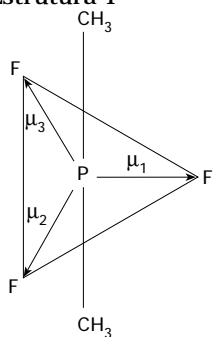
QUESTÃO 27

Existem três estruturas possíveis para a molécula de $\text{PF}_3(\text{CH}_3)_2$, onde o átomo de fósforo é o átomo central. Desenhe as três estruturas e explique como valores de momento de dipolo obtidos experimentalmente podem ser utilizados para distingui-las.

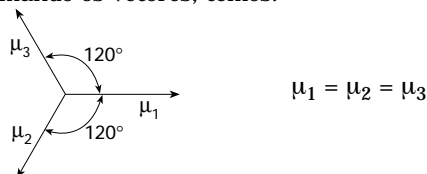
RESOLUÇÃO:

A seguir mostramos as três estruturas possíveis para a molécula $\text{PF}_3(\text{CH}_3)_2$, com os vetores (μ) que representam os momentos de dipolo. Como a diferença de eletronegatividade entre o C e o P é muito pequena, essa ligação será considerada praticamente apolar.

Estrutura 1

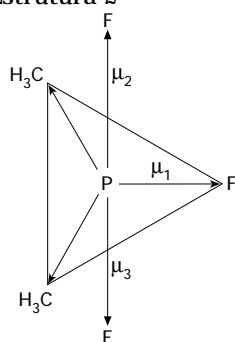


Somando os vetores, temos:



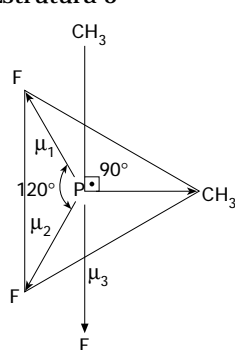
Verificamos que a resultante (μ_R) é igual a zero, e portanto essa molécula é apolar.

Estrutura 2

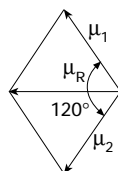


Somando-se os vetores, verificamos que os vetores μ_2 e μ_3 se anulam. Assim, a resultante (μ_R) corresponde ao vetor μ_1 , e a molécula é polar.

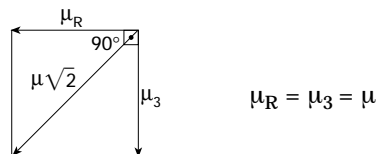
Estrutura 3



Somando os vetores μ_1 e μ_2 , obtemos um vetor resultante (μ_R) com a mesma intensidade dos vetores μ_1 ou μ_2 .



A seguir, somando o vetor resultante μ_R com o vetor μ_3 , obtemos um novo vetor resultante com intensidade $\mu\sqrt{2}$.



Esta é uma molécula polar, com uma polarização maior que a da anterior.

Experimentalmente, essas moléculas podem ser diferenciadas pela sua polaridade.

Estruturas: $\xrightarrow{\quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad}$
polarização crescente



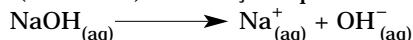
QUESTÃO 28

Quando se deseja detectar a presença de NH_4^+ em soluções aquosas, aquece-se uma mistura da solução que contém esse íon com uma base forte, NaOH por exemplo; testa-se então o gás produzido com papel indicador tornassol vermelho umedecido em água.

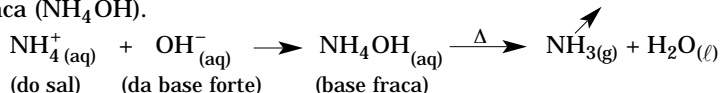
Explique por que esse experimento permite detectar a presença de íons NH_4^+ em soluções aquosas. Em sua explicação devem constar a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) da(s) reação(ões) envolvida(s).

RESOLUÇÃO:

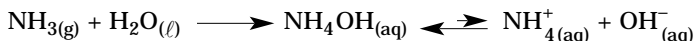
O NaOH (base forte) em solução aquosa está totalmente ionizado:



O hidróxido de amônio é uma base fraca. Sais de bases fracas reagem com bases fortes, liberando as respectivas bases fracas. Portanto, sais de amônio (NH_4^+) reagem com bases fortes, liberando a base fraca (NH_4OH).



O tornassol é um indicador ácido-base que adquire cor vermelha em meio ácido e azul em meio básico. Com o aquecimento da solução, o $\text{NH}_3(g)$ é liberado e, em contato com o papel vermelho de tornassol umedecido, torna-o azul, devido à formação da base $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$.

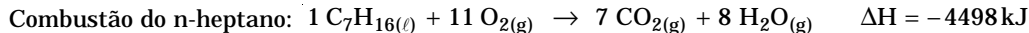
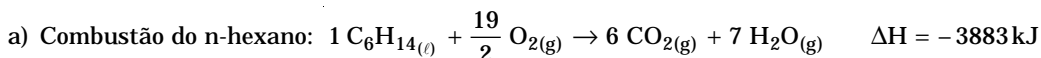


QUESTÃO 29

A 25°C e pressão de 1 atm, a queima completa de um mol de n-hexano produz dióxido de carbono e água no estado gasoso e libera 3883 kJ, enquanto que a queima completa da mesma quantidade de n-heptano produz as mesmas substâncias no estado gasoso e libera 4498 kJ.

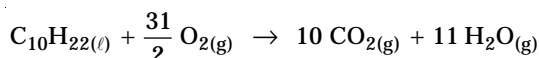
- Escreva as equações químicas, balanceadas, para as reações de combustão em questão.
- Utilizando as informações fornecidas no enunciado desta questão, faça uma estimativa do valor do calor de combustão do n-decano. Deixe claro o raciocínio utilizado na estimativa realizada.
- Caso a água formada na reação de combustão do n-hexano estivesse no estado líquido, a quantidade de calor liberado seria MAIOR, MENOR OU IGUAL a 3883 kJ? Por quê?

RESOLUÇÃO:



b) Diferença entre a combustão de n-hexano e n-heptano:

no n-heptano rompe-se 1 mol de ligações C — C, 2 mol de ligações C — H e 1,5 mol de ligações O = O a mais que no n-hexano. Formam-se 2 mol de ligações C = O e 2 mol de ligações O — H a mais que no n-hexano. Essa diferença implica uma liberação de energia de 615 kJ a mais.



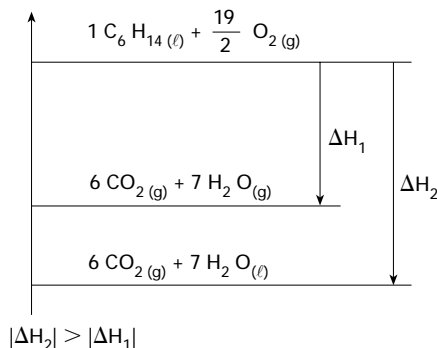
Diferença entre a combustão de n-heptano e n-decano:

no n-decano, rompem-se 3 mol de ligações C — C, 6 mol de ligações C — H e 4,5 mol de ligações O = O a mais que no n-heptano. Formam-se 6 mol de ligações C = O e 6 mol de ligações O — H e a mais que no n-heptano.

Como essa diferença representa o triplo do número de mols de ligações rompidas / formadas em relação à diferença entre n-hexano e n-heptano, é de se supor que a combustão do n-decano libere (3×615) kJ a mais. Portanto:

$$\Delta H = - [4498 + 3(615)] \Rightarrow \Delta H = -6343 \text{ kJ/mol}$$

c) Se a água formada estivesse no estado líquido, a energia liberada seria maior, como mostra o diagrama:



Isso se justifica pelo fato de a entalpia da $\text{H}_2\text{O}(g)$ ser maior que a entalpia da $\text{H}_2\text{O}(l)$.



QUESTÃO 30

A tabela a seguir mostra as observações feitas, sob as mesmas condições de pressão e temperatura, com pregos de ferro, limpos e polidos e submetidos a diferentes meios:

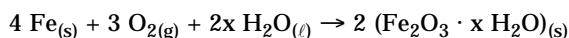
Tabela. Corrosão do ferro em água aerada.

Sistema Inicial	Observações durante os experimentos
1. <i>Prego limpo e polido imerso em água aerada.</i>	<i>Com o passar do tempo surgem sinais de aparecimento de ferrugem ao longo do prego (formação de um filme fino de uma substância sólida com coloração marrom-alaranjada).</i>
2. <i>Prego limpo e polido recoberto com graxa imerso em água aerada.</i>	<i>Não há alteração perceptível com o passar do tempo.</i>
3. <i>Prego limpo e polido envolvido por uma tira de magnésio e imerso em água aerada.</i>	<i>Com o passar do tempo observa-se a precipitação de grande quantidade de uma substância branca, mas a superfície do prego continua aparentemente intacta.</i>
4. <i>Prego limpo e polido envolvido por uma tira de estanho e imerso em água aerada.</i>	<i>Com o passar do tempo surgem sinais de aparecimento de ferrugem ao longo do prego.</i>

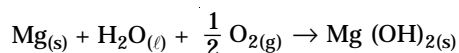
- a) *Escreva as equações química balanceadas para a(s) reação(ões) observada(s) nos experimentos 1, 3 e 4, respectivamente.*
 b) *Com base nas observações feitas, sugira duas maneira diferentes de evitar a formação de ferrugem sobre o prego.*
 c) *Ordene os metais empregados nos experimentos descritos na tabela acima segundo o seu poder redutor. Mostre como você raciocinou para chegar à ordenação proposta.*

RESOLUÇÃO:

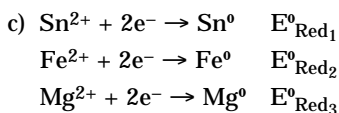
- a) Experimentos 1 e 4:



Experimento 3:



- b) 1 — Revestir o prego com graxa, que, sendo insolúvel em água, impede o contato do metal ferro com a água aerada (proteção mecânica).
 2 — Revestir o prego com magnésio, que atuaria como “metal de sacrifício” sofrendo oxidação e mantendo o ferro intacto (proteção eletrolítica).



E°_{Red} são os respectivos potenciais de redução

Ferro envolvido por magnésio: o magnésio sofre oxidação, mantendo o ferro reduzido:

$$E^{\circ}_{\text{Red}_2} > E^{\circ}_{\text{Red}_3}$$

Ferro envolvido por estanho: o ferro sofre oxidação, mantendo o estanho reduzido:

$$E^{\circ}_{\text{Red}_1} > E^{\circ}_{\text{Red}_2}$$

$$\text{Conclusão: } E^{\circ}_{\text{Red}_1} > E^{\circ}_{\text{Red}_2} > E^{\circ}_{\text{Red}_3}$$

Poder redutor:

$$\text{Sn} < \text{Fe} < \text{Mg}$$

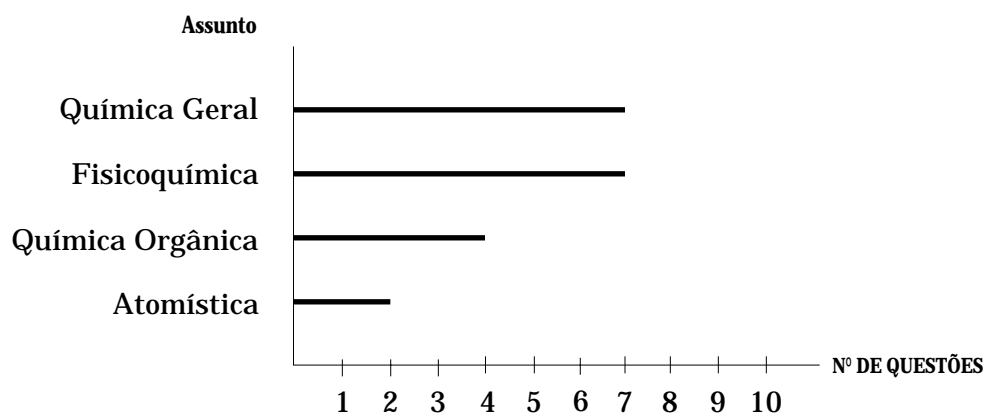


Comentário

A prova apresentou algumas imperfeições técnicas, que não irão comprometer o processo seletivo. Foi abrangente, cobrou acima de tudo o conceito e exigiu poucos cálculos numéricos. Foi uma boa prova, seguindo a tradição do vestibular do ITA.

Incidência

Testes



Questões Dissertativas

