CIÊNCIA PARA A REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

Em um país com tanta desigualdade social como o Brasil, investir em ciência e tecnologia é indispensável para garantir a qualidade de vida da população. Assim, este foi o tema escolhido para a 15ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT 2018, inspirado nos objetivos de desenvolvimento sustentável, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU).

A desigualdade social é caracterizada por dimensões que não são produzidas pelas cidades, como a própria renda e o mercado de trabalho, ou por dimensões claramente associadas às cidades, como a desigualdade de acesso, falta de mobilidade e ausência de estruturas urbanas. A falta de saneamento básico, por exemplo, é um elemento que compõe um quadro de desigualdade social, na medida em que expõe parte da população a um ambiente que facilita a transmissão de doenças, contaminação do solo, deslizamentos e inundações.

Diante disso, surge o questionamento: a Química pode ajudar a minimizar desigualdades sociais? A resposta para esta pergunta tem uma dimensão imensurável. Ao aperfeiçoar, desenvolver e inovar técnicas que possam prevenir e combater doenças, aumentar a produção agrícola, tratar água e efluentes, elaborar novos materiais biodegradáveis (tecidos, embalagens, tintas etc.), preservar o meio ambiente, a ciência Química pode promover a qualidade de vida às pessoas, desde que usada de forma responsável e sustentável.

Contudo, a capacidade de uma sociedade de incorporar a ciência e a tecnologia como fatores dinâmicos para seu progresso, depende também de condições políticas, econômicas e sociais.

A Comissão.

PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1 – O escritor italiano Primo Levi, em seu livro de contos Sistema Periódico (*O Sistema Periódico, Ed. Leya*), narra fatos de sua vida e os associa a elementos químicos. Em um dos trechos, ele narra: *"(este metal) é mole como a cera. Reage com a água onde flutua (um metal que flutua!), dançando freneticamente e produzindo hidrogênio*.". Sobre esse metal, assinale a alternativa que está correta:

a) É um metal de transição, caracterizado por sua baixa densidade. A reação química com a água é devida ao baixo potencial de oxidação desse metal, frente ao potencial de oxidação do hidrogênio.

b) É um metal que possui uma grande variação de número de oxidação (Nox), indo de +1 até +6. Esta grande variação de números de oxidação Nox confere ao elemento baixa densidade e alta reatividade, uma vez que a perda significativa de elétrons altera suas propriedades físicas.

c) É um metal radioativo ($Z > 91$). A instabilidade nuclear, observada pela razão entre número de prótons e número de nêutrons, faz com que o elemento tenha uma massa atômica elevada e um volume atômico grande, originando uma densidade menor do que 1,0 g cm^{-3} nas condições ambientes.

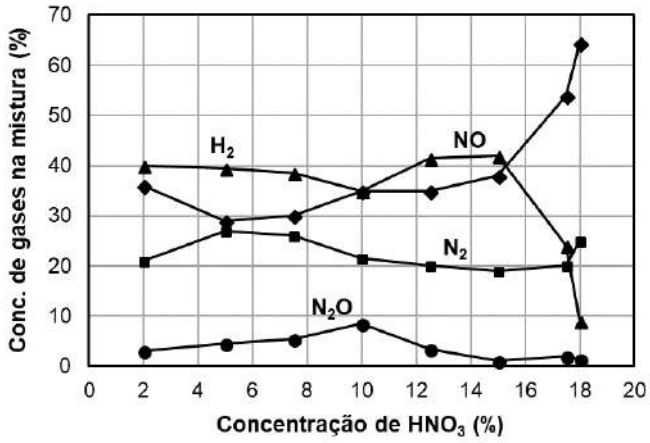
d) É um metal que apresenta propriedades diamagnéticas, por isso sofre a repulsão elétrica dos polos das moléculas de água, que o fazem flutuar. A reação que ocorre é de oxirredução, uma vez que os polos elétricos da água reagem com os polos elétricos do metal.

e) É um metal representativo, que reage com a água formando um hidróxido correspondente, com a liberação de gás hidrogênio. O referido metal possui potencial padrão de redução negativo.

RESPOSTA:

Letra **e:** Das respostas apresentadas, somente os elementos do Grupo 1 (metais representativos) podem reagir com a água violentamente e apresentam uma baixa densidade, como, por exemplo o sódio. Ele reage violentamente com a água e forma hidróxido, com liberação de gás hidrogênio.

Questão 2 – Um dos principais contaminantes da água para o consumo humano são os cátions alcalino-terrosos, que lhe conferem a dureza, sendo assim é indispensável à remoção desses para o atendimento aos padrões de potabilidade. Quando o magnésio reage com uma solução de HNO_3 é formada uma mistura gasosa constituída por hidrogênio, nitrogênio, monóxido de nitrogênio e óxido de dinitrogênio, cuja composição é dependente da concentração de ácido nítrico utilizada. O gráfico abaixo mostra como essa composição (em porcentagens molares) varia com a concentração da solução de ácido (SULCIUS, A. Journal of Chemical Education, v.92, p. 1971−1972, 2015):



Sobre as reações citadas e o gráfico mostrado, analise as afirmativas abaixo e assinale a correta:

a) Apenas a reação de produção de $H_2(g)$ e $N_2(g)$ correspondem a reações de oxirredução.

b) Utilizando concentrações de ácido nítrico entre 2 % e 18 %, a reação que envolve a redução do nitrogênio de um número de oxidação +5 para +1 é aquela com formação de menor % de produto.

c) Na reação, ao utilizar a concentração de 10 % de ácido nítrico, pode se afirmar que a diferença de potencial padrão da reação de produção de gás hidrogênio é igual àquela da reação de produção de monóxido de nitrogênio, uma vez que as concentrações destes gases são iguais na composição da mistura gasosa produzida.

d) Os dados apresentados no gráfico possibilitam concluir que utilizando concentração acima de 16 % de ácido nítrico a reação com a produção de NO é aquela termodinamicamente mais favorável.

e) Através apenas do cálculo das diferenças de potenciais padrão das reações de produção dos gases (hidrogênio, nitrogênio, monóxido de nitrogênio e óxido de dinitrogênio) pode-se prever qual ou quais os produtos termodinamicamente mais favoráveis.

RESPOSTA:

Letra **a**- Falsa: todas as reações são de oxidação-redução.

Letra **b**- Verdadeira: a reação citada é aquela com formação de $N_2O(g)$ e uma vez que este é produzido em menor proporção significa que é aquele com menor diminuição de energia livre de Gibbs. Reações mais favoráveis têm maior diminuição de energia livre de Gibbs.

Letra **c**- Falsa: na concentração de 10 % de ácido nítrico, a diminuição da energia livre de Gibbs é a mesma para a formação de gás hidrogênio e monóxido de nitrogênio, e não a diferença de potencial. A menos que tenhamos alguma regra prática, para avaliarmos a tendência das reações devemos verificar a variação de energia livre, uma vez que o número de elétrons transferidos é diferente em cada caso.

Letra **d -** Falsa: pelo gráfico, acima de 16 % de ácido nítrico a termodinamicamente mais favorável é aquela que produz gás hidrogênio.

Letra **e**- Falsa: da mesma forma que na afirmação acima, devemos calcular a variação de energia livre de Gibbs pela equação $\Delta G^0 = -nF\Delta E^0$ e não somente os valores de ΔE^0.

3 – Há muitos sais que são solúveis em água como, por exemplo, o cloreto de sódio e o cloreto de magnésio que se encontram presentes na água do mar. Uma amostra de 0,930 g de uma mistura de NaCℓ e MgCℓ_2 foi dissolvida em água. A adição de excesso de $AgNO_3(aq)$ fez com que todos os íons cloreto precipitassem como AgC$\ell(s)$. A massa do precipitado seco foi 2,676 g. A partir desses dados, qual foi a porcentagem em massa de NaCℓ na mistura original?

a) 45,7 %
b) 16,9 %
c) 29,2 %
d) 23,8 %
e) 39,8 %

Resposta:
Letra **d**.

Reação I: $NaC\ell(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(g) + AgC\ell(aq)$

Reação II: $MgC\ell_2(aq) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2NaNO_3(g) + 2AgC\ell(aq)$

A massa da mistura de NaCℓ e MgCℓ_2:

$$m(\mathrm{NaC\ell})_{\mathrm{I}} + m(\mathrm{MgC\ell_2})_{\mathrm{II}} = 0{,}930\ \mathrm{g}$$

A massa de cloreto formada pela adição de $AgNO_3$ na mistura:

$$m(\mathrm{AgC\ell})_{\mathrm{I}} + m(\mathrm{AgC\ell})_{\mathrm{II}} = 2{,}676\ \mathrm{g}$$

Fazendo a relação entre a quantidades de massa e de mols, e aplicando nas duas equações, tem-se (unidade grama será omitida para facilitar os cálculos):

$$n(\mathrm{NaC\ell})_{\mathrm{I}} \times M(\mathrm{NaC\ell})_{\mathrm{I}} + n(\mathrm{MgC\ell_2})_{\mathrm{II}} \times M(\mathrm{MgC\ell_2})_{\mathrm{II}} = 58{,}5n_{\mathrm{I}} + 95{,}3n_{\mathrm{II}} = 0{,}930$$

$$n(\mathrm{AgC\ell})_{\mathrm{I}} \times M(\mathrm{AgC\ell})_{\mathrm{I}} + 2n(\mathrm{AgC\ell})_{\mathrm{II}} \times M(\mathrm{AgC\ell})_{\mathrm{II}} = 143{,}2n_{\mathrm{I}} + 286{,}4n_{\mathrm{II}} = 2{,}676$$

Assim, obtemos duas equações e duas incógnitas:

$$n_{\mathrm{I}} + 1{,}629n_{\mathrm{II}} = 0{,}0159$$

$$n_{\mathrm{I}} + 2n_{\mathrm{II}} = 0{,}0187$$

$$0{,}371n_{\mathrm{II}} = 2{,}8\times10^{-3}$$

$$n_{\mathrm{II}} = \frac{2{,}8\times10^{-3}}{0{,}371} = 7{,}547\times10^{-3}\mathrm{mol}$$

$$n_{\mathrm{I}} = 0{,}0187 - 2\times7{,}547\times10^{-3} = 3{,}606\times10^{-3}\mathrm{mol}$$

Logo, a massa de NaCℓ é:

$$m(\mathrm{NaC\ell}) = n_{\mathrm{I}}(\mathrm{NaC\ell}) \times M(\mathrm{NaC\ell}) = (3{,}606\times10^{-3}\mathrm{mol}) \times (58{,}5\ \mathrm{g\ mol^{-1}})$$

$$m(\mathrm{NaC\ell}) = 0{,}211\ \mathrm{g}$$

A porcentagem de massa de NaCℓ na mistura original é

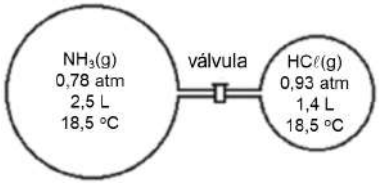
$$\%m(NaC\ell) = \frac{m(NaC\ell)}{m_T} \times 100\ \% = \frac{0{,}211\ \mathrm{g}}{0{,}930\ \mathrm{g}} \times 100\ \% = 22{,}7\ \%$$

Questão 4 – A formação de um sólido a partir de líquidos e/ou de gases é uma das evidências de que ocorreu uma reação química. Para demostrar tal evidência, um recipiente de 2,5 L que contém amônia gasosa a 0,78 atm e 18,5 °C foi conectado em outro recipiente de 1,4 L com

cloreto de hidrogênio gasoso a 0,93 atm e 18,5 °C, respectivamente. Sabe-se que a combinação desses gases leva a formação de cloreto de amônio sólido, logo, qual a quantidade aproximada de massa formada desse composto, o gás que sobrou nos recipientes conectados e a sua pressão?

a) 1,44 g; amônia; 0,166 atm.
b) 3,19 g; cloreto de hidrogênio; 0,332 atm.
c) 1,44 g; cloreto de hidrogênio; 0,332 atm.
d) 1,44 g; amônia; 0,332 atm.
e) 2,91 g; amônia; 0,166 atm.

Resposta:
Letra **e**.



Antes da válvula ser aberta, a quantidade em mols de cada gás é:

$$n(\mathrm{NH_3}) = \frac{(0{,}78\ \mathrm{atm})\times(2{,}5\ \mathrm{L})}{(0{,}082\ \mathrm{atm\ L\ K^{-1}mol^{-1}})\times(291{,}65\ \mathrm{K})} \approx 0{,}0815\ \mathrm{mol}$$

$$n(\mathrm{HC\ell}) = \frac{(0{,}93\ \mathrm{atm})\times(1{,}4\ \mathrm{L})}{(0{,}082\ \mathrm{atm\ L\ K^{-1}mol^{-1}})\times(291{,}65\ \mathrm{K})} \approx 0{,}0544\ \mathrm{mol}$$

Assim, que a válvula é aberta os gases começam a se combinarem formando o cloreto de amônio sólido:

$$\mathrm{NH_3(g) + HC\ell(g) \rightarrow NH_4C\ell(s)}$$

Como o HCℓ(g) está em menor quantidade de mols, este é o reagente limitante, logo a quantidade mols de $NH_4C\ell$(s) formado é:

$$n(\mathrm{HC\ell}) = n(\mathrm{NH_4C\ell}) \approx 0{,}0544\ \mathrm{mol}$$

E a quantidade de $NH_4C\ell$(s) em massa é:

$$m(\mathrm{HC\ell}) = (0{,}0544\ \mathrm{mol})\times(53{,}5\ \mathrm{gmol^{-1}}) \approx 2{,}91\ \mathrm{g}$$

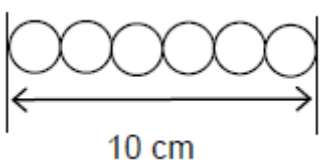
E como o NH_3(g) é o reagente em excesso (gás que sobrou), a quantidade de mols remanescente é:

$$n(\mathrm{NH_3})_{rem} = n(\mathrm{NH_3}) - n(\mathrm{HC\ell}) = (0{,}0815 - 0{,}0544)\mathrm{mol} = 0{,}0271\ \mathrm{mol}$$

A pressão resultante do gás remanescente é:

$$p(\mathrm{NH_3})_{rem} = \frac{(0{,}0271\ \mathrm{mol})\times(0{,}082\ \mathrm{atm\ L\ K^{-1}mol^{-1}})\times(291{,}65\ \mathrm{K})}{(2{,}5 + 1{,}4)\mathrm{L}} = 0{,}166\ \mathrm{atm}$$

Questão 5 – As dimensões de átomos, íons e comprimentos de ligação situam-se na faixa de 10^{-10} m, que equivale 1 Å (ângstron) ou 100 pm (picômetro). Por exemplo, o raio covalente do hidrogênio é de 74 pm. Suponha que os átomos de hidrogênio possam ser dispostos lado a lado em uma única linha, conforme sugerido no diagrama abaixo:



Qual é a massa de uma linha de átomos de hidrogênio com exatamente 10 cm de comprimento?

a) $7{,}4 \times 10^{-11}$ g
b) $7{,}4 \times 10^{-10}$ g
c) $2{,}3 \times 10^{-15}$ g
d) $1{,}1 \times 10^{-21}$ g
e) $1{,}1 \times 10^{-15}$ g

RESPOSTA:
Letra **e**.
O diâmetro de um átomo de hidrogênio é

$$d_H = 2 \times r_H = 2 \times 74\ \text{pm} = 148 \times 10^{-12}\text{m} = 148 \times 10^{-10}\text{cm}$$

O número de átomos de hidrogênio alinhados no intervalo de 10 cm é

$$N(H) = \frac{10\ \text{cm}}{148 \times 10^{-10}\text{cm}} = 6{,}757 \times 10^{8}$$

E o número de mols de átomos de hidrogênio é

$$n(H) = \frac{N(H)}{N_A} = \frac{6{,}757 \times 10^{8}}{6{,}022 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}} = 1{,}122 \times 10^{-15}\text{mol}$$

E a massa de hidrogênio é

$$m(H) = n(H) \times M(H) = (1{,}122 \times 10^{-15}\text{mol}) \times (1{,}008\ \text{g mol}^{-1}) \approx 1{,}1 \times 10^{-15}\text{g}$$

Questão 6 – O conhecimento e o estudo da velocidade das reações são de grande interesse industrial, pois permitem reduzir custos e aumentar a produtividade dos processos fabris. Sabe-se que as reações químicas ocorrem com velocidades diferentes e estas podem ser alteradas. Para exemplificar, considere a reação abaixo representada:

$$5\ Br^-(aq) + BrO_3^-(aq) + 6\ H^+(aq) \rightarrow 3\ Br_2(aq) + 3\ H_2O(\ell)$$

A representação matemática de velocidade desta reação é:

$$v = k[Br^-][BrO_3^-][H^+]^2$$

Assim sendo, para esse caso, qual afirmação está correta?

a) A ordem geral é 12.
b) Dobrando a concentração de Br^- e BrO_3^- e reduzindo a metade da concentração de H^+ a velocidade de reação não se altera.
c) A unidade da constante de velocidade, k, é mol dm^{-3} s^{-1}.
d) Uma alteração na concentração de Br^- ou BrO_3^- não afeta a velocidade de reação.
e) Dobrando a concentração de Br^- ou BrO_3^- e reduzindo a metade da concentração de H^+ a velocidade de reação não se altera.

RESPOSTA:
Letra **a**:
A ordem geral é a soma dos expoentes atribuídas as concentrações dos componentes da reação. Assim sendo, $r = 1 + 1 + 2 = 4$

A afirmação é FALSA.

Letra **b**:

$$v = k[Br^-][BrO_3^-][H^+]^2$$

$$v_a = k(2[\mathrm{Br^-}])\times(2[\mathrm{BrO_3^-}])\times\left(\frac{[\mathrm{H^+}]}{2}\right)^2 = \frac{4}{4}\times k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2 = v$$

A afirmação é VERDADEIRA.

Letra **c**:

A constante k é dada pela expressão:

$$k = \frac{[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2}{v}$$

Logo, a unidade da constante k será

$$\frac{(\mathrm{mol\ dm^{-3}})\times(\mathrm{mol\ dm^{-3}})\times(\mathrm{mol\ dm^{-3}})^2}{\mathrm{mol\ dm^{-3}\ s^{-1}}} = (\mathrm{mol\ dm^{-3}})^3\mathrm{s\ ou\ mol^3\ dm^{-9}s}$$

A afirmação é FALSA.

Letra **d**:

$$v = k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2$$

$$v_a = k(2[\mathrm{Br^-}])\times[\mathrm{BrO_3^-}]\times[\mathrm{H^+}]^2 = 2\times k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2 = 2v$$

ou

$$v_a = k[\mathrm{Br^-}]\times(2[\mathrm{BrO_3^-}])\times[\mathrm{H^+}]^2 = 2\times k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2 = 2v$$

A afirmação é FALSA.

Letra **e**:

$$v = k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2$$

$$v_a = k(2[\mathrm{Br^-}])\times[\mathrm{BrO_3^-}]\times\left(\frac{[\mathrm{H^+}]}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}\times k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2 = \frac{1}{2}v$$

ou

$$v_a = k[\mathrm{Br^-}]\times(2[\mathrm{BrO_3^-}])\times\left(\frac{[\mathrm{H^+}]}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}\times k[\mathrm{Br^-}][\mathrm{BrO_3^-}][\mathrm{H^+}]^2 = \frac{1}{2}v$$

A afirmação é FALSA.

Questão 7 – O Fleróvio (Fℓ) é um elemento químico artificial, de número atômico 114, criado em laboratório e na Tabela Periódica está situado imediatamente abaixo do chumbo. Até o momento, cientistas nucleares conseguiram sintetizar apenas alguns átomos do elemento 114 e, portanto, a aparência física de uma amostra maior ainda não é conhecida. Com base na sua posição na Tabela Periódica, o elemento 114 é mais provável que seja um:

a) Metal cinza-prateado.
b) Líquido volátil avermelhado.
c) Gás verde amarelo pálido.
d) Cristal incolor.
e) Sólido em pó preto.

RESPOSTA:

Letra **a** - Esse elemento está situado no grupo 14, ou seja, a partir do estanho para baixo os elementos são metálicos sólidos, assim como o estanho e chumbo, ambos apresentam cor acinzentada com brilho tipicamente prateado. Seguindo essa

dedução, o elemento 114 que está logo abaixo do chumbo deve ser um metal de aspecto cinza-prateado.

Questão 8 – Visto que o petróleo é um combustível não renovável e que contribui para a poluição do meio ambiente, várias indústrias e centros de pesquisas têm se mobilizado na busca por novas fontes de energia combustível. É nesse contexto que surge o hidrogênio combustível, considerado como o combustível do futuro, por ser renovável, inesgotável e principalmente por não liberar gases tóxicos para a atmosfera. Abaixo têm-se algumas vantagens do combustível hidrogênio:

- ✓ Utilização de motores elétricos no lugar de motores a combustão, minimizando a poluição do meio ambiente;
- ✓ Seu processo de geração de energia é descentralizado, não sendo necessária a construção de hidrelétricas;
- ✓ A geração de energia por meio de pilhas à combustível é mais eficiente do que a obtida pelos processos tradicionais.

A reação abaixo representada indica a possibilidade de obtenção de hidrogênio a partir do monóxido de carbono:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \qquad \Delta H_m^o = -41{,}5\ \text{kJ mol}^{-1} \text{ e } K_C = 0{,}625 \text{ a } 1240\text{K}$$

Analisando os dados da reação acima, afirma-se:

I. Um aumento da pressão total sobre o sistema não altera o estado de equilíbrio;
II. Uma diminuição da temperatura favorece o aumento na produção de gás hidrogênio;
III. O valor de $K_p > K_C$ nas condições dadas;
IV. A concentração final de cada componente do sistema, em equilíbrio, quando se misturam um mol de cada um dos reagentes com dois mols de cada um dos produtos, na temperatura da experiência, considerando um balão volumétrico de 1 L é: $[CO] = [H_2O] = 0{,}46\ \text{mol L}^{-1}$ e $[CO_2] = [H_2] = 2{,}54\ \text{mol L}^{-1}$.

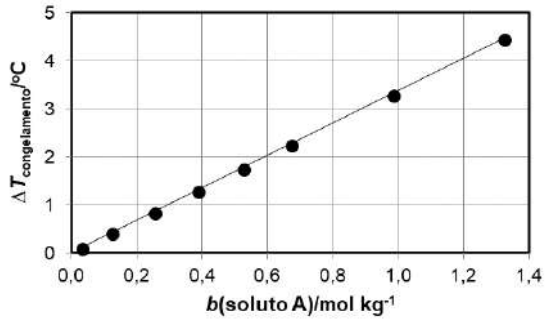
Estão corretas as afirmações:

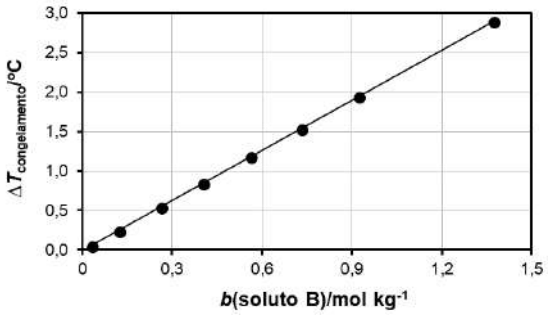
a) I, II e IV apenas.
b) II e IV apenas
c) I e II apenas.
d) III e IV apenas.
e) I e III apenas.

RESPOSTA:
Letra **c**.
I – Verdadeiro: nº mols dos produtos= nºmols dos reagentes;
II– Verdadeiro: como a reação é exotérmica no sentido da produção de H_2, a diminuição da temperatura favorece o deslocamento para direita(lado exotérmico);
III – Falsa: como $\Delta n = 0$, logo $K_p = K_C$.
IV –Falsa: $[CO] = [H_2O] = 2{,}1\text{mol L}^{-1}$ e $[CO_2] = [H_2] = 0{,}9\text{mol L}^{-1}$.

Questão 9 – Os efeitos dos solutos nas propriedades físicas da água podem ser vistos em algumas situações comuns e de fácil compreensão, como por exemplo, ao evitar o congelamento da água nos radiadores de carros em lugares muito frios. Os gráficos abaixo

foram construídos após a avaliação da variação na temperatura de congelamento de duas soluções aquosas: uma constituída pelo soluto A e outra constituída pelo soluto B.





Considerando as informações contidas nos gráficos pode-se afirmar que os solutos A e B eram respectivamente:

a) Brometo de cálcio e cloreto de férrico.
b) Cloreto de potássio e sulfato de sódio.
c) Glicose e cloreto de sódio.
d) Sacarose e glicose.
e) Iodeto de potássio e sacarose.

RESPOSTA:

Letra **e**: Nessa questão o estudante deve avaliar os gráficos e perceber que, ao se considerar a mesma concentração para as duas soluções (mol kg^{-1}), aquela que apresenta maior variação de temperatura corresponde ao sistema com maior número de partículas (único fator que afeta as propriedades coligativas).

Questão 10 – Segundo o cientista da NASA, James Hansen, a temperatura da Terra alcançou, nas últimas décadas, uma rápida ascensão de cerca de 0,2 ºC, fenômeno esse que não havia ocorrido desde a última era glacial, há 12.000 anos. Tal aquecimento se explica, conforme o cientista, pelo aumento da emissão de gases estufa. Com base nestes estudos, pode-se afirmar corretamente que são consequências do fenômeno de aquecimento global:

I. Devastação das florestas e savanas.
II. Redução do volume das geleiras alpinas e das calotas glaciais.
III. Maior possibilidade de formações de tempestades e ciclones tanto no Atlântico Norte quanto no Atlântico Sul.
IV. Redução da acidez das chuvas.
V. Transgressão marinha sobre partes das faixas costeiras.
VI. Rebaixamento do nível dos oceanos e consequente expansão das áreas litorâneas.
VII. Aumento do risco de degradação dos ecossistemas coralíneos.

A alternativa que apresenta apenas as consequências desse fenômeno é:

a) II, III, V e VII, apenas.
b) I, II, III, IV, VI e VII.
c) I, III, IV e VI, apenas.
d) II, IV, VI e VII, apenas.
e) II, III e VI, apenas.

RESPOSTA:

Letra **a**: Os demais itens são as causas do aquecimento global ou fenômenos adversos.

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

Questão 11 – As histórias em quadrinhos (HQs) e os filmes de série daí derivados cativam milhões de fãs pelo mundo. Muitas vezes, existem erros científicos grosseiros, que fogem da realidade. Por outras vezes, as HQs criam uma ponte entre o conhecimento científico e o dia a dia das pessoas. A franquia Marvel Comics ® tem lançado filmes que se tornam grandes eventos para os aficionados. Dois metais fictícios foram utilizados em seus enredos: o *adamantium* (usado principalmente no esqueleto e nas garras do Wolverine e nas espadas de Deadpool), e o *vibranium*, utilizado na armadura do Pantera Negra e no escudo do Capitão América, além de outros usos.

Considere esses metais fictícios e responda os itens abaixo:

a) Levando-se em conta a atual Tabela Periódica, justifique o fato não ser possível a inserção de uma nova família (ou grupo) na mesma, como, por exemplo, a família 19, situada logo após a família dos gases nobres.

RESPOSTA:

A Tabela Periódica está organizada em número atômico crescente. Assim, por exemplo, no segundo período e última família, o neônio apresenta $Z = 10$. Já no terceiro período e primeira família, o sódio tem $Z = 11$. Um suposto elemento que esteja entre o neônio e o sódio deveria ter um número fracionário, o que é impossível.

b) Explique como a temperatura influi na condutividade elétrica de um condutor metálico e de um semicondutor.

RESPOSTA:

De acordo com a teoria da ligação metálica, a diminuição de temperatura favorece uma maior organização eletrônica, fazendo com que os elétrons se desloquem de forma mais organizada. O caso inverso é observado no caso de um semicondutor.

c) Quais as propriedades físicas comumente apresentadas pelos metais? Quais são as características estruturais responsáveis por essas propriedades?

RESPOSTA:

Os metais apresentam alta densidade, opacidade, condutibilidade elétrica, alto empacotamento cristalino.

d) O *vibranium* apresenta alta resistência mecânica, baixa densidade e é um isolante elétrico. Isso por si só é uma contradição. Explique essa contradição.

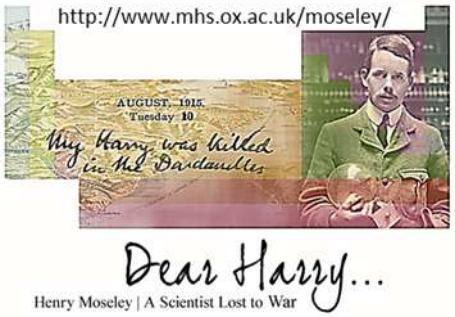
RESPOSTA:

A teoria de ligação metálica aponta que um metal que tem uma alta resistência mecânica apresenta uma alta densidade, por conta de seu reticulo cristalino. Além disso, a teoria do “mar de elétrons”, base da ligação metálica, explica o motivo de todo metal conduzir corrente elétrica. Assim, o vibranium deveria ser condutor e não isolante.

e) O *adamantium* apresenta uma alta densidade e uma alta resistência mecânica. Conforme a HQ, sabe-se que ele uma vez resfriado, não pode ser mais fundido ou moldado. Justifique a esse fato.

RESPOSTA:
Ainda sobre a teoria da ligação metálica, uma das características do metal genérico é ser dúctil e maleável, por conta do deslizamento entre os cátions. Assim, se o adamantium fosse um metal real, ele possuiria essas características, ou seja, poderia ser sim fundido e/ou moldado.

Questão 12 – Henry G. J. Moseley (1887-1915), físico inglês, foi declarado por Rutherford como seu aluno mais talentoso. Ele estabeleceu o conceito de número atômico ao estudar os raios X emitidos pelos elementos químicos. Os raios X emitidos por alguns elementos têm os seguintes comprimentos de onda:



Elemento	Comprimento de ondas (Å)
Ne	14,610
Ca	3,358
Zn	1,435
Zr	0,786
Sn	0,491

a) Calcule a frequência, ν, dos raios X emitidos por cada um dos elementos, em Hz.
Dados: Constante da velocidade da luz, c = 3 $\times 10^8$ m s^{-1}.

RESPOSTA:
Considerando que $1\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$ e que $1\text{s}^{-1} = 1\text{Hz}$, a frequência pode ser calculada pela equação:

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

$$\upsilon(\text{Ne}) = \frac{3\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{14{,}610\times10^{-10}\,\text{m}} = 2{,}053\times10^{17}\,\text{Hz}$$

$$\upsilon(\text{Ca}) = \frac{3\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{3{,}358\times10^{-10}\,\text{m}} = 8{,}934\times10^{17}\,\text{Hz}$$

$$\upsilon(\text{Zn}) = \frac{3\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{1{,}435\times10^{-10}\,\text{m}} = 2{,}091\times10^{18}\,\text{Hz}$$

$$\upsilon(\text{Ne}) = \frac{3\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{0{,}786\times10^{-10}\,\text{m}} = 3{,}817\times10^{18}\,\text{Hz}$$

$$\upsilon(\text{Ne}) = \frac{3\times10^{8}\,\text{m s}^{-1}}{0{,}491\times10^{-10}\,\text{m}} = 6{,}110\times10^{18}\,\text{Hz}$$

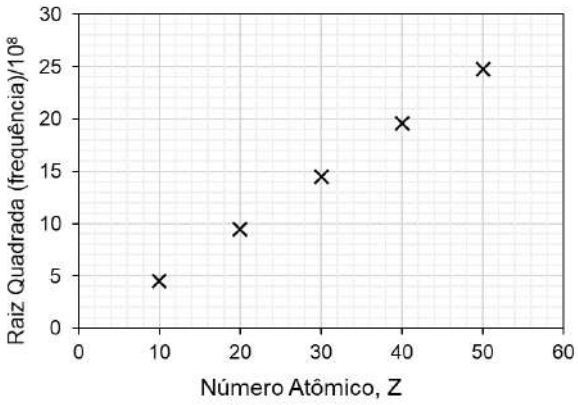
b) Desenhe e analise o gráfico da raiz quadrada de ν *versus* número atômico do elemento.

RESPOSTA:

A tabela de dados de número atômico (Z) e a raiz quadrada da frequência ($\sqrt{\nu/\mathrm{Hz}}/10^8$) é dada abaixo:

Elemento	*Z*	$\sqrt{\nu/\mathrm{Hz}}/10^8$
Ne	*10*	*4,531*
Ca	*20*	*9,452*
Zn	*30*	*14,459*
Zr	*40*	*19,537*
Sn	*50*	*24,718*

Com base nos dados pode plotar o gráfico ilustrado abaixo:



Os dados mostram uma aparente linearidade, ou melhor, a raiz quadrada da frequência é proporcional ao número de atômico do elemento.

c) Explique como a curva do item (b) permitiu a Moseley prever a existência de elementos ainda não descobertos.

RESPOSTA:

Como observado no gráfico do item (b), a tendência altamente linear entre a raiz quadrada da frequência e número atômico do elemento sugeriram a Moseley que os elementos estariam dispostos em ordem crescente de número atômico, que esses dados podem ser extrapolados observando a mesma tendência. Assim, naquele momento vários elementos ainda não eram conhecidos, mas estavam sendo previsto de acordo com esse estudo experimental.

d) Use o resultado do item (b) para prever o comprimento de onda dos raios X emitidos pelo elemento ferro.

RESPOSTA:

Fazendo uma interpolação pode-se obter facilmente a frequência do elemento Fe ($Z = 26$):Å

$$\frac{\sqrt{\nu/\mathrm{Hz}} - 9{,}452\times10^8}{14{,}458\times10^8 - 9{,}452\times10^8} = \frac{Z-20}{30-20}$$

$$\frac{\sqrt{\nu/\mathrm{Hz}} - 9{,}452\times10^8}{5{,}006\times10^8} = \frac{26-20}{30-20} = \frac{6}{10} = 0{,}6$$

$$\sqrt{\nu/\mathrm{Hz}} = 9{,}452\times10^8 + 0{,}6\times5{,}006\times10^8 = 12{,}456\times10^8$$

$$v = (12{,}456\times10^{8})^{2}\text{Hz} = 1{,}551\times10^{18}\text{Hz ou s}^{-1}$$

E agora calcular a comprimento de onda de raios X para o Fe:

$$\lambda = \frac{3\times10^{8}\text{m s}^{-1}}{1{,}551\times10^{18}\text{s}^{-1}} = 1{,}934\times10^{-10}\text{m ou } 1{,}934\ \text{Å}$$

e) Se um determinado elemento emite raios X com um comprimento de onda de 0,980 Å, qual seria esse elemento?

RESPOSTA:

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$$v(x) = \frac{3\times10^{8}\text{m s}^{-1}}{0{,}980\times10^{-10}\text{m}} = 3{,}061\times10^{18}\text{Hz}$$

Fazendo a raiz quadrada da frequência, tem-se:

$$\sqrt{v(x)/\text{Hz}} = \sqrt{3{,}061\times10^{18}} = 17{,}496\times10^{8}$$

Agora interpolando os dados entre os elementos Zn e Zr, tem-se:

$$\frac{17{,}496\times10^{8} - 14{,}458\times10^{8}}{19{,}537\times10^{8} - 14{,}458\times10^{8}} = \frac{Z - 30}{40 - 30}$$

$$Z = 30 + 10\times0{,}598 = 35{,}98 \approx 36$$

Logo, o elemento é o Kr (Criptônio).

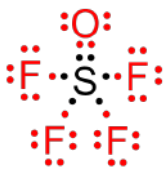
Questão 13 – O tetrafluoreto de enxofre (SF_4) reage vagarosamente com oxigênio (O_2) para formar monóxido de tetrafluoreto de enxofre (SF_4O), de acordo com a reação representada a seguir:

$$2SF_4(g) + O_2(g) \rightarrow 2SF_4O(g)$$

a) Escreva a estrutura de Lewis para SF_4O, na qual as cargas formais de todos os átomos sejam iguais a zero.

RESPOSTA:

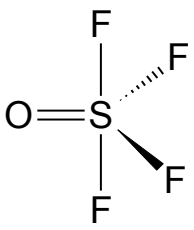
elétrons	S	F	O
valência	6	7	6
– nãocompartilhados	0	6	4
– 1/2 ×compartilhados	6	1	2
carga formal	0	0	0



Estrutura de Lewis

b) Determine o arranjo estrutural de SF_4O e defina qual é a geometria molecular mais provável baseada nesse arranjo.

RESPOSTA:



Arranjo Molecular Bipirâmide trigonal distorcida

c) Use as entalpias médias de ligação fornecidas na tabela abaixo para calcular a entalpia de reação e indique se a reação é endotérmica ou exotérmica.

Ligação	Entalpia(kJ/mol)
S=O	523
O=O	495
S-F	327
O-F	190
F-F	155
O-O	146

RESPOSTA:

$$2SF_4(g) + O_2(g) \rightarrow 2S(g) + 4F(g)+2O(g)$$

$\Delta H_1 = 8H(\text{S–F}) + H(\text{O=O}) = (8\times327 + 495)\text{kJ mol}^{-1} = 3111\ \text{kJ mol}^{-1}$

$$2S(g) + 4F(g)+2O(g) \rightarrow 2SF_4O(g)$$

$\Delta H_2 = 8H(\text{S–F}) + 2H(\text{S=O}) = [8\times(-327) + 2\times(-523)]\text{kJ mol}^{-1} = -3662\ \text{kJ mol}^{-1}$

$\Delta_f H_m = \Delta H_1 + \Delta H_2 = (3111 - 3662)\text{kJ mol}^{-1} = -551\ \text{kJ mol}^{-1}$

A reação é exotérmica.

d) A reação do enxofre e flúor forma vários compostos diferentes, inclusive o tetrafluoreto de enxofre e o hexafluoreto de enxofre que podem ser precursores para o monóxido de tetrafluoreto de enxofre. A decomposição de uma amostra de tetrafluoreto de enxofre produz 4,43 g de flúor e 1,87 g de enxofre, enquanto que a decomposição de uma amostra de hexafluoreto de enxofre produz 4,45 g de flúor e 1,25 g de enxofre. Mostre que os dados são consistentes com a lei de proporções múltiplas.

RESPOSTA:

Massa de flúor por grama de enxofre no SF_4:

$$\frac{\text{massa de flúor}}{\text{massa de enxofre}} = \frac{4{,}43\ \text{g}}{1{,}87\ \text{g}} = 2{,}36$$

Massa de flúor por grama de enxofre no SF_6:

$$\frac{\text{massa de flúor}}{\text{massa de enxofre}} = \frac{4{,}45\ \text{g}}{1{,}25\ \text{g}} = 3{,}56$$

Razão entre as massas de flúor por grama de enxofre de SF_4 e SF_6:

$$\frac{\text{massas de flúor por grama de enxofre de } SF_4}{\text{massas de flúor por grama de enxofre de } SF_6} = \frac{2{,}36}{3{,}56} = \frac{1}{1{,}5}\times\frac{4}{4} = \frac{4}{6}$$

Logo, o resultado obtido apresenta uma proporção de pequenos números inteiros que correspondem a lei de proporções múltiplas.

e) O decafluoreto de dissulfeto é intermediário em reatividade entre SF_4 e SF_6. Ele se decompõe a 150 °C resultando nestes fluoretos monossulfurados. Escreva uma equação

balanceada para esta reação e identifique o estado de oxidação de enxofre em cada composto.

RESPOSTA:

Reação balanceada: $S_2F_{10}(g) \rightarrow SF_4(g) + SF_6(g)$

NOx do S no S2F10 é +5

NOx do S no SF4 é +4

NOx do S no SF_6 é +6

Questão 14 – O grau de dissociação, α, é definido como a fração de reagente que se decompõe, quando a quantidade inicial de reagente é n e a quantidade em equilíbrio é n_{eq}, então $\alpha = \frac{n-n_{eq}}{n}$. A energia de Gibbs padrão de reação para a decomposição $H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ é +118,08 kJ mol^{-1} a 2300 K.

a) Calcule a constante de equilíbrio a partir da energia de Gibbs padrão de reação no equilíbrio pela equação $\Delta G_m^o = -RT\ln K$.

Dado da constante dos gases: $R = 8{,}314\ \mathrm{JK^{-1}mol^{-1}}$.

RESPOSTA:

Rearranjando a equação acima, tem-se:

$$\ln K = -\frac{\Delta G_m^o}{RT} = -\frac{118{,}08\times10^3\ \mathrm{J\ mol^{-1}}}{(8{,}314\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}})\times(2300\ \mathrm{K})} = -6{,}175$$

$$K = e^{-6{,}175} = 2{,}08\times10^{-3}$$

b) Mostre que

$$\alpha = \left(\frac{2^{1/2}K}{p^{1/2}}\right)^{2/3}$$

RESPOSTA:

	H_2O	H_2	O_2	
Quantidade inicial	n	0	0	
Quantidade intermediaria	$-\alpha n$	$+\alpha n$	$+\frac{1}{2}\alpha n$	
Quantidade no equilíbrio	$(1-\alpha)n$	αn	$\frac{1}{2}\alpha n$	Total: $\left(1+\frac{1}{2}\alpha\right)n$
Fração molar, X_j	$\frac{1-\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha}$	$\frac{\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha}$	$\frac{\frac{1}{2}\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha}$	
Pressão parcial, $p_j = X_j p$	$\frac{(1-\alpha)p}{1+\frac{1}{2}\alpha}$	$\frac{\alpha p}{1+\frac{1}{2}\alpha}$	$\frac{\frac{1}{2}\alpha p}{1+\frac{1}{2}\alpha}$	

A constante de equilíbrio em função das pressões parciais é

$$K = \frac{p(H_2)\times[p(O_2)]^{1/2}}{p(H_2O)} = \frac{\left(\frac{\alpha p}{1+\frac{1}{2}\alpha}\right)\times\left(\frac{\frac{1}{2}\alpha p}{1+\frac{1}{2}\alpha}\right)^{1/2}}{\frac{(1-\alpha)p}{1+\frac{1}{2}\alpha}}$$

$$K = \frac{\alpha^{3/2}\times p^{1/2}}{(1-\alpha)\times(2+\alpha)^{1/2}}$$

Nesta expressão, escrevemos p no lugar de p/p^o, para manter a notação simples. Como $\alpha \ll 1$, pode-se fazer as seguintes aproximações: $1-\alpha \approx 1$ e $2-\alpha \approx 2$.

Substituindo na expressão tem-se:

$$K = \frac{\alpha^{3/2}\times p^{1/2}}{1\times 2^{1/2}}$$

$$\alpha^{3/2} = \frac{2^{1/2}K}{p^{1/2}}$$

$$\alpha = \left(\frac{2^{1/2}K}{p^{1/2}}\right)^{2/3}$$

c) Calcule o grau de dissociação de H_2O a 2300 K e 1,00 bar.

RESPOSTA:

Sob a condição de estado, $p = 1{,}00$ bar (isto é, $p/p^o = 1{,}00$), então:

$$\alpha = \left(2^{1/2}K\right)^{2/3} = \left(2^{1/2}\times 2{,}08\times 10^{-3}\right)^{2/3}$$

$$\alpha = 0{,}0205$$

Ou seja, aproximadamente 2 % da água se decompôs.

d) Calcule as frações molares das substâncias no equilíbrio.

RESPOSTA:

Fração molar da H_2O:

$$X(\mathrm{H_2O}) = \frac{1-\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha} = \frac{1-0{,}0205}{1+\frac{1}{2}0{,}0205} = 0{,}9697$$

Fração molar da H_2:

$$X(\mathrm{H_2}) = \frac{\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha} = \frac{0{,}0205}{1+\frac{1}{2}0{,}0205} = 0{,}0202$$

Fração molar da O_2:

$$X(\mathrm{O_2}) = \frac{\frac{1}{2}\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha} = \frac{\frac{1}{2}\times 0{,}0205}{1+\frac{1}{2}\times 0{,}0205} = 0{,}0101$$

e) O grau de dissociação aumentará ou diminuirá, se o valor da pressão for duplicado na mesma temperatura? Além do cálculo, qual o efeito que justifica que mantem o equilíbrio?

RESPOSTA:

Considerando que a pressão seja duplicada, tem-se:

$$\alpha = \left[\frac{2^{1/2}K}{(2p)^{1/2}}\right]^{2/3} = \left(\frac{2^{1/2}K}{2^{1/2}p^{1/2}}\right)^{2/3} = \left(\frac{K}{p^{1/2}}\right)^{2/3}$$

Logo, observa-se que o grau de dissociação diminuirá.

Para aumentar a pressão do sistema é necessário reduzir o volume ocupado pelos gases, então o equilíbrio se deslocaria para o lado do reagente, nesse caso para $H_2O(g)$, devido a menor quantidade de volume e mols de gás, consequentemente diminui o grau de dissociação, não favorecendo a formação dos gases H_2 e O_2 (produtos).

Questão 15 – Com base em medidas experimentais e cálculos de mudanças de entalpia, o químico suíço G. H. Hess sugeriu em 1840, que para uma dada reação, a variação de entalpia é sempre a mesma, esteja essa reação ocorrendo em uma ou em várias etapas (Lei de Hess). Para exemplificar, em um experimento para estimar a entalpia molar padrão de formação de butano (a partir de seus elementos), os seguintes valores foram determinados por calorimetria:

(1) $C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$

$$\Delta_c H_m^o = -2657{,}4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(2) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

$$\Delta_f H_m^o = -393{,}5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(3) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

$$\Delta_f H_m^o = -483{,}6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Figura 1. Nesta ilustração é mostrada o transporte de tijolos do chão para o segundo piso por dois caminhos diferentes, sendo: (i) o primeiro, os tijolos são transportados por uma esteira vertical para o terceiro piso e carregado descendo uma escada até o segundo piso e (ii) o segundo, os são transportados por uma escada até o segundo piso em uma única etapa. Em ambos os casos, o resultado é o mesmo (Jenkins, F. Nelson Chemistry Alberta 20–30, 2016).

Considerando os dados acima:

a) Qual é a variação de entalpia molar padrão de formação do butano?

RESPOSTA:

$$\begin{array}{lcl} 1 & 4CO_2(g) + 5H_2O(g) \rightarrow C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) & -1\times(-2657{,}4 \text{ kJ mol}^{-1}) \\ 2 & 4C(s) + 4O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) & 4\times(-393{,}5 \text{ kJ mol}^{-1}) \\ 3 & 5H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 5H_2O(g) & 5\times(-483{,}6 \text{ kJ mol}^{-1}) \\ \hline & 4C(s) + 5H_2(g) \rightarrow C_4H_{10}(g) & \end{array}$$

$$\Delta_f H_m^o = \Delta_1 H_m^o + \Delta_2 H_m^o + \Delta_3 H_m^o$$

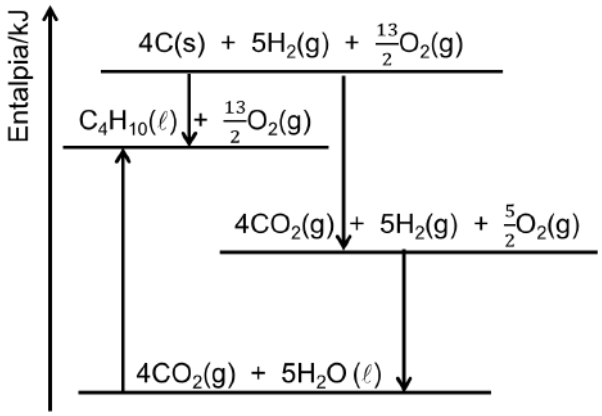
$$\Delta_f H_m^o = (+2657{,}4 - 1574{,}0 - 1209{,}0)\text{kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_m^o = -125{,}6\text{kJ mol}^{-1}$$

b) A partir dos dados das reações de combustão e de formação faça um diagrama de entalpia representando a formação do butano.

RESPOSTA:

A figura abaixo ilustra o diagrama de entalpia de formação do butano.



c) A partir dos dados de entalpias de ligação e mudança de estado físico estime a entalpia de formação para 1 mol de butano?

Tipo de Ligação	ΔH_m^o/k J mol^{-1}
C–C	346,8
C–H	413,4
H–H	436,0
Mudança de estadofísico	
C(grafita, s) → C(g)	716,7

RESPOSTA:

A reação de formação de 1 mol de butano é:

$$4\text{C(grafita, s)} + 5\text{H}_2(g) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}(g)$$

Etapa 1:

$$4\text{C(grafita, s)} + 5\text{H}_2(g) \rightarrow 4\text{C(g)} + 10\text{H(g)}$$

$$\Delta H_{m,1}^o = 4\times\Delta H_m^o(\text{C, s} \rightarrow \text{g}) + 5\times\Delta H_m^o(\text{H} - \text{H})$$

$$\Delta H_{m,1}^o = (4\times 716{,}7 + 5\times 436{,}0)\text{kJ mol}^{-1} = +5046{,}8\ \text{kJ mol}^{-1}$$

Etapa 2:

$$4\text{C(g)} + 10\text{H(g)} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}(g)$$

$$\Delta H_{m,2}^o = 3\times\Delta H_m^o(\text{C} - \text{C}) + 10\times\Delta H_m^o(\text{C} - \text{H})$$

$$\Delta H_{m,2}^o = [3\times(-346{,}8) + 10\times(-413{,}4)]\text{kJ mol}^{-1} = -5174{,}4\ \text{kJ mol}^{-1}$$

A entalpia de formação do $C_4H_{10}(g)$ é:

$$\Delta_f H_m^o(\text{C}_4\text{H}_{10}, g) = \Delta H_{m,1}^o + \Delta H_{m,2}^o = [+5046{,}8 + (-5174{,}4)]\ \text{kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_m^o(\text{C}_4\text{H}_{10}, g) = -127{,}6\ \text{kJ mol}^{-1}$$

d) Qual o erro percentual observado para a entalpia de formação de 1 mol de $C_4H_{10}(g)$ estimada no item (a) e (c), respectivamente? A que você atribuiria tal erro?

Dado Tabelado: $\Delta_f H_m^o(C_4H_{10}, g) = -126{,}15\ \text{kJ mol}^{-1}$(Atkins, P.; Paula, J. PhysicalChemical, 2006).

RESPOSTA:

Erro porcentual para entalpia do item (a):

$$\%E = \frac{-125{,}6 - (-126{,}15)}{-126{,}15} \times 100\ \% = -0{,}44\ \%$$

Erro porcentual para entalpia do item (b):

$$\%E = \frac{-127{,}6 - (-126{,}15)}{-126{,}15} \times 100\ \% = +1{,}15\ \%$$

Em módulo o $|\%E(b)| > |\%E(a)|$, a entalpia calculada no item (b) apresenta maior discrepância em relação ao valor tabela, isto está relacionado com os valores de energia de ligação, uma vez que, estes são estimados em valores médios de energia de ligação em relação ao tipo de ligação dos átomos, sem se preocupar com a interferência provocadas geralmente por outros átomos ou átomos vizinhos ligados a distância.

e) O butano é o principal componente do GLP (gás liquefeito de petróleo), conhecimento como gás de cozinha. Atualmente, o valor comercial médio de um botijão de gás de 13 kg é de R$ 70,00, e ocupa o volume de 31 litros. Considere que uma doméstica comprou um botijão de gás para seu consumo em um fogão a gás, após certo período não se conseguia produzir chama no fogão a 25° C. Com base nas informações acima, calcule a massa de GLP retido no botijão e qual a perda financeira na substituição do mesmo (considere que esse GLP seja composto apenas de butano).

RESPOSTA:

Quando o botijão parar de produzir a chama, a pressão interna é igual a pressão externa de 1 atm, então a massa retida é:

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{(1\ \text{atm}) \times (31\ \text{L}) \times (58\ \text{g mol}^{-1})}{(0{,}082\ \text{atm LK}^{-1}\text{mol}^{-1}) \times (298\ \text{K})} = 73{,}6\ \text{g}$$

O valor da perda financeira é:

$$70{,}00 \quad \text{-------} \quad 13 \times 10^3\text{g}$$
$$x \quad \text{-------} \quad 73{,}6\ \text{g}$$
$$x = \frac{70{,}00 \times 73{,}6\ \text{g}}{13 \times 10^3\text{g}} \approx 0{,}40$$

Ou melhor, é R$ 0,40 (quarenta centavos de reais).

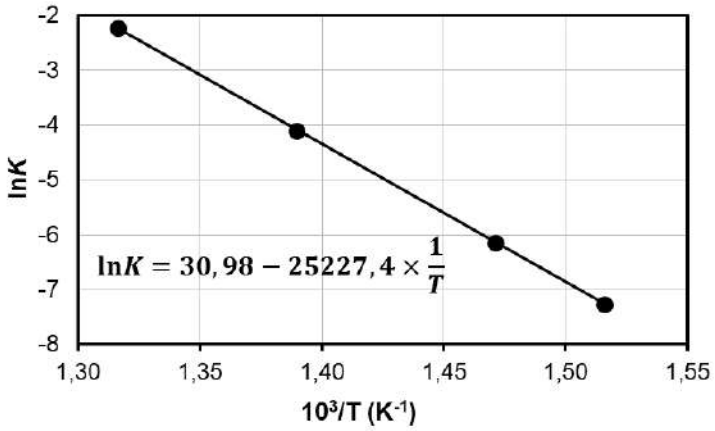
Questão 16 – O iodoetano é um líquido incolor usado como precursor em reações orgânicas de alquilação na indústria farmacêutica e na produção de defensivos agrícolas. A decomposição do iodoetano é representada pela equação abaixo.

$$C_2H_5I(g) \rightarrow C_2H_4(g) + HI(g)$$

Considere o conjunto de dados apresentado abaixo, obtidos durante o estudo da reação citada:

k	$7{,}20 \times 10^{-4}$	$2{,}20 \times 10^{-3}$	$1{,}70 \times 10^{-2}$	0,110

T/K	660,0	680,0	720,0	760,0



a) Determine a energia de ativação de Arrhenius para a reação citada e o valor do fator A.

RESPOSTA:

$k = A\, e^{-E/RT}$ ou seja $\ln k = \ln A - \frac{E}{R} \times \frac{1}{T}$

$-\frac{E}{R} = -25227{,}4$ ou seja $E = 209{,}75\ \text{kJ mol}^{-1}$

e

$\ln A = 30{,}98$ ou seja $A = 2{,}847 \times 10^{13}$

b) Determine o valor da constante de velocidade da reação à temperatura de 400 °C.

RESPOSTA:

$$\ln\left(\frac{K_1}{K_2}\right) = \frac{E}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

ou seja

$$\ln\left(\frac{0{,}110}{K_2}\right) = \frac{209750}{8{,}314}\left(\frac{1}{673{,}15} - \frac{1}{760}\right)$$

$$K_2 = 1{,}519 \times 10^{-3}$$

c) Explique como um catalisador influencia na variação de entalpia e constante de equilíbrio de uma reação química.

RESPOSTA:

Um catalisador não afeta os valores de entalpia ou constante de equilíbrio de uma reação química. Ele apenas propicia um caminho com menor energia de ativação para a ocorrência da reação.

d) Apresente as estruturas de Lewis para o reagente e para os produtos da reação representada, indicando a geometria de cada carbono.

RESPOSTA:

Os dois primeiros carbonos (presentes no reagente) têm geometria tetraédrica, com ângulos de 109 º. Já, os dois carbonos presentes no produto têm geometria trigonal planar, com ângulos de 120 º.

e) Faça uma previsão comparativa das polaridades do iodoetano, do eteno e do iodeto de hidrogênio.

RESPOSTA:
O iodeto de hidrogênio é uma molécula fortemente polar, devido à diferença de eletronegatividade entre os átomos ligados entre si. Já a molécula de eteno é apolar, devido à soma de seus momentos dipolares. O iodo etano encontra-se numa situação intermediaria, pois parte de sua molécula tem uma característica apolar e parte (a que contem o iodo) tem uma característica polar.

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1																	18
1 Hidrogênio **H** 1,008	2											13	14	15	16	17	2 Hélio **He** 4,003
3 Lítio **Li** 6,941	4 Berílio **Be** 9,012											5 Boro **B** 10,811	6 Carbono **C** 12,011	7 Nitrogênio **N** 14,007	8 Oxigênio **O** 15,999	9 Flúor **F** 18,998	10 Neônio **Ne** 20,180
11 Sódio **Na** 22,990	12 Magnésio **Mg** 24,305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Alumínio **Al** 26,982	14 Silício **Si** 28,086	15 Fósforo **P** 30,974	16 Enxofre **S** 32,066	17 Cloro **Cl** 35,453	18 Argônio **Ar** 39,948
19 Potássio **K** 39,098	20 Cálcio **Ca** 40,078	21 Escândio **Sc** 44,956	22 Titânio **Ti** 47,867	23 Vanádio **V** 50,943	24 Crômio **Cr** 51,996	25 Manganês **Mn** 54,938	26 Ferro **Fe** 55,845	27 Cobalto **Co** 58,933	28 Níquel **Ni** 58,696	29 Cobre **Cu** 63,546	30 Zinco **Zn** 65,390	31 Gálio **Ga** 69,723	32 Germânio **Ge** 72,640	33 Arsênio **As** 74,922	34 Selênio **Se** 78,960	35 Bromo **Br** 79,904	36 Criptônio **Kr** 83,800
37 Rubídio **Rb** 85,468	38 Estrôncio **Sr** 87,620	39 Ítrio **Y** 88,906	40 Zircônio **Zr** 91,224	41 Nióbio **Nb** 92,906	42 Molibdênio **Mo** 95,940	43 Tecnécio **Tc** (98)	44 Rutênio **Ru** 101,07	45 Ródio **Rh** 102,91	46 Paládio **Pd** 106,42	47 Prata **Ag** 107,87	48 Cádmio **Cd** 112,41	49 Índio **In** 114,82	50 Estanho **Sn** 118,71	51 Antimônio **Sb** 121,75	52 Telúrio **Te** 127,60	53 Iodo **I** 126,90	54 Xenônio **Xe** 131,29
55 Césio **Cs** 132,91	56 Bário **Ba** 137,33	57-71 **La-Lu** Lantanídeos	72 Háfnio **Hf** 178,49	73 Tântalo **Ta** 180,95	74 Tungstênio **W** 183,84	75 Rênio **Re** 186,21	76 Ósmio **Os** 190,23	77 Irídio **Ir** 192,22	78 Platina **Pt** 195,08	79 Ouro **Au** 196,97	80 Mercúrio **Hg** 200,59	81 Tálio **Tl** 204,38	82 Chumbo **Pb** 207,20	83 Bismuto **Bi** 209,98	84 Polônio **Po** (209)	85 Astato **At** (210)	86 Radônio **Rn** (222)
87 Frâncio **Fr** 223,02	88 Rádio **Ra** 226,02	89-103 **Ac-Lr** Actinídeos	104 Ruterfórdio **Rf** (261)	105 Dúbnio **Db** (262)	106 Seabórgio **Sg** (263)	107 Bóhrio **Bh** (262)	108 Hássio **Hs** (265)	109 Meitnério **Mt** (266)	110 Darmstádio **Ds** (269)	111 Roentgênio **Rg** (272)	112 Copernício **Cn** (285)	113 Nihônio **Nh** (286)	114 Fleróvio **Fl** (289)	115 Moscóvio **Mc** (288)	116 Livermório **Lv** (293)	117 Tenessino **Te** (294)	118 Oganessônio **Og** (294)

Lantanídios ▶	57 Lantânio **La** 139,91	58 Cério **Ce** 140,12	59 Praseodímio **Pr** 140,91	60 Neodímio **Nd** 144,24	61 Promécio **Pm** (145)	62 Samário **Sm** 150,36	63 Európio **Eu** 151,96	64 Gadolínio **Gd** 157,25	65 Térbio **Tb** 158,93	66 Disprósio **Dy** 162,50	67 Hólmio **Ho** 164,93	68 Érbio **Er** 167,26	69 Túlio **Tm** 168,93	70 Itérbio **Yb** 173,04	71 Lutécio **Lu** 174,97
Actinídios ▶	89 Actínio **Ac** (227)	90 Tório **Th** 232,04	91 Protactínio **Pa** 231,04	92 Urânio **U** 238,03	93 Netúnio **Np** (237)	94 Plutônio **Pu** (244)	95 Amerício **Am** (243)	96 Cúrio **Cm** (247)	97 Berquélio **Bk** (247)	98 Califórnio **Cf** (251)	99 Einstênio **Es** (252)	100 Férmio **Fm** (257)	101 Mendelévio **Md** (258)	102 Nobélio **No** (259)	103 Laurêncio **Lr** (262)