

FEZ

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

Aprovou!

ELITE
Resolve



2015

química

www.elitecampinas.com.br

OS MELHORES GABARITOS DA INTERNET

QUÍMICA

DADOS

CONSTANTES

- Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
 = $9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1}$
 = $9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 Volume molar de gás ideal = 22,4 L (CNTP)
 Carga elementar = $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
 Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 = $8,31 \times \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 = $1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 = $62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ ms}^{-2}$

DEFINIÇÕES

- Pressão de 1 atm = 760 mmHg = 101 325 N.m⁻²
 = 760 Torr = 1,01325 bar
 1 J = 1 N m = 1 kg m² s⁻²
 Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):
 0 °C e 760 mmHg
 Condições ambientes: 25 °C e 1 atm
 Condições-padrão: 1 bar;
 concentração das soluções = 1 mol L⁻¹ (rigorosamente: atividade unitária das espécies);
 sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.
 (s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso.
 (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.
 (ua) = unidades arbitrárias.
 [X] = concentração da espécie química X em mol L⁻¹.

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g.mol ⁻¹)
H	1	1,01
Li	3	6,94
B	5	10,81
C	6	12,01
N	7	14,01
O	8	16,00
F	9	19,00
Na	11	22,99
P	15	30,97
S	16	32,07
Cl	17	35,45
K	19	39,10
Ca	20	40,08
Cr	24	52,00
Mn	25	54,94
Fe	26	55,85
Zn	30	65,38
Br	35	79,90
Ag	47	107,90
Pt	78	195,08
Hg	80	200,59
Pu	94	238

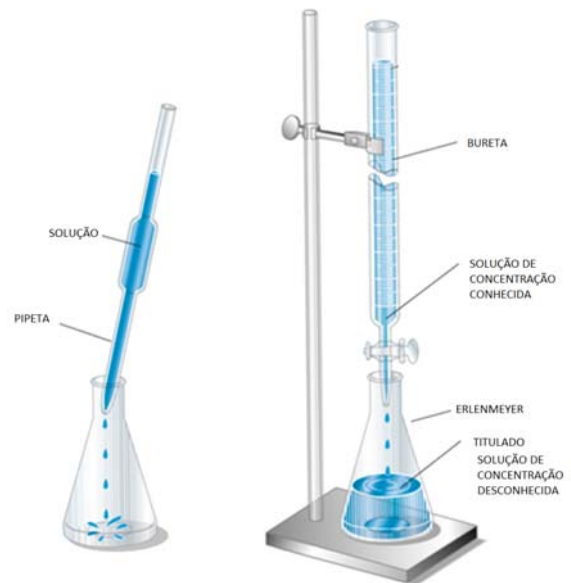
QUESTÃO 01

- Assinale a opção que apresenta os instrumentos de medição de volume mais indicados para a realização de uma titulação.
 a) Bureta e erlenmeyer
 b) Proveta e erlenmeyer
 c) Pipeta volumétrica e erlenmeyer
 d) Proveta e bôquer
 e) Pipeta volumétrica e bôquer

Resolução

Sem Resposta

A partir do esquema abaixo, pode-se notar que os equipamentos mais adequados que se enquadram nas alternativas apresentadas pelo exame e que apresentam maior precisão deverão ser: a bureta, que mede o volume de titulante consumido, e a pipeta volumétrica, para a transferência de uma quantidade exata de titulado ao erlenmeyer.



<http://zeus.qui.ufmg.br/~qgeral/wp-content/uploads/2012/08/Titula%C3%A7%C3%A3o.jpg> (ADAPTADA)

Na realização de uma titulação também se utiliza o erlenmeyer, porém apenas como frasco de reação, uma vez que as medidas de volume dessa vidraria são pouco precisas, gerando erros grosseiros no processo analítico. Tendo em vista o enunciado, no qual pede os **instrumentos de medição de volume**, o mais adequado seria a utilização da pipeta volumétrica e da bureta. Acreditamos que a banca esperava que os alunos marcassem a alternativa A, pois são as principais vidrarias utilizadas numa titulação. Porém, o volume do titulante jamais poderia ser medido no erlenmeyer.

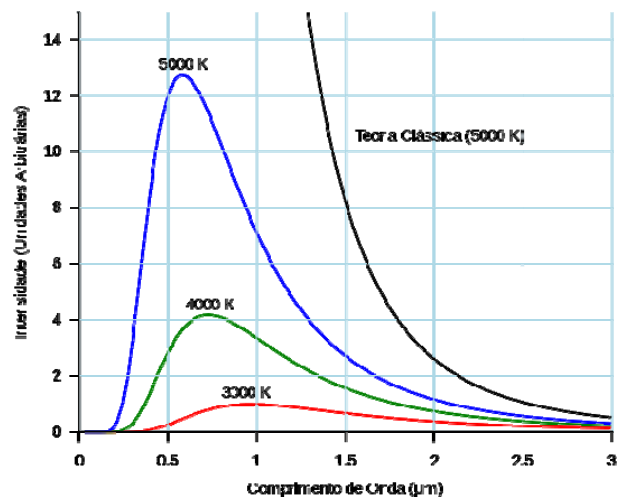
QUESTÃO 02

- Cinco amostras idênticas de um mesmo metal são aquecidas a diferentes temperaturas até à incandescência. Assinale a opção que apresenta a cor da amostra submetida a uma maior temperatura.
 a) Vermelho
 b) Laranja
 c) Amarelo
 d) Verde
 e) Branco

Resolução

Alternativa E

A partir do gráfico abaixo, pode-se verificar que quanto maior a temperatura maior o espectro de cores, o que pode ser verificado pela cor branca, uma vez que resulta da sobreposição das cores primárias: verde, azul e vermelho (figura 1).



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Corpo_negro.svg

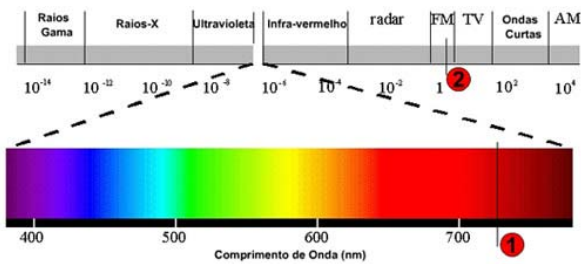


FIGURA 1 (http://educaping.zip.net/imagens/espectro_eletrromagnetico.jpg)

Com a excitação dos elétrons da eletrosfera do referido metal do singlete fundamental para o singlete excitado, sabe-se que estes ao retornarem para as camadas de menor energia, liberam energia sob a forma de ondas eletromagnéticas, de baixa frequência e alto comprimento de onda ($E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$), o que se refere ao espectro infravermelho (figura 1).

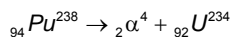
QUESTÃO 03

O elemento Plutônico-238 é utilizado para a geração de eletricidade em sondas espaciais. Fundamenta-se essa utilização porque esse isótopo tem

- a) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas beta.
- b) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas gama.
- c) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas alfa.
- d) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas delta.
- e) tempo de meia-vida curto e é emissor de partículas alfa.

Resolução **Alternativa E**

O elemento plutônio-238 é um emissor α , como mostra a equação:



A meia-vida desse radioisótopo é de 87,7 anos, sendo considerado um elemento radioativo de meia-vida **curta**, pois a energia gerada nesse decaimento deve ser transformada em energia elétrica. Caso a meia vida fosse muito maior, a energia gerada num determinado tempo (Potência) não seria suficiente para sustentar a sonda, necessitando de uma grande quantidade de matéria, o que seria inviável.

Fontes:

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Plutonium-238>
- <http://gizmodo.uol.com.br/como-os-foquetes-termonucleares-da-nasa-nos-levarao-para-alem-de-marte/>

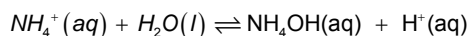
QUESTÃO 04

Se o pK do NH_4OH igual a 4,74 o pH de uma solução aquosa 0,10 mol L^{-1} em NH_4Cl é

- a) 1,00
- b) 3,74
- c) 4,74
- d) 5,13
- e) 8,87

Resolução **Alternativa: D**

A dissolução do NH_4Cl em água ocorre com a hidrólise do cátion NH_4^+ tornando a solução ácida, conforme o equilíbrio a seguir:



Início	0,1 mol.L ⁻¹	—	0	0
Reage	x	—	—	—
Forma	—	—	x	x
Equilíbrio	0,1 - x	—	x	x

Usando a constante de hidrólise (K_h):

$$K_h = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow \frac{x \cdot x}{0,1} = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow -\log\left(\frac{x^2}{0,1}\right) = -\log\left(\frac{K_w}{K_b}\right) \Rightarrow$$

$$-\log x^2 - (-\log 10^{-1}) = -\log K_w - (-\log K_b) \Rightarrow -\log x^2 - 1,0 = pK_w - pK_b \Rightarrow$$

$$-\log x^2 = 14 - 4,74 + 1,0 \Rightarrow -\log x^2 = 10,26 \Rightarrow x^2 = \sqrt{10^{-10,26}} \Rightarrow$$

$$x = 10^{-5,13} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-5,13} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-5,13} \Rightarrow \text{pH} = 5,13$$

QUESTÃO 05

Considere uma reação química hipotética representada pela equação $X \rightarrow \text{Produtos}$. São feitas as seguintes proposições relativas a essa reação:

- I. Se o gráfico de $[X]$ em função do tempo for uma curva linear, a lei de velocidade da reação dependerá somente da constante de velocidade.
- II. Se o gráfico de $\frac{1}{[X]}$ em função do tempo for uma curva linear, a ordem de reação será 2.
- III. Se o gráfico da velocidade da reação em função de $[X]$ for uma curva linear, a ordem de reação será 1.
- IV. Se o gráfico da velocidade de reação em função de $[X]^2$ for uma curva linear, a ordem de reação será 2.

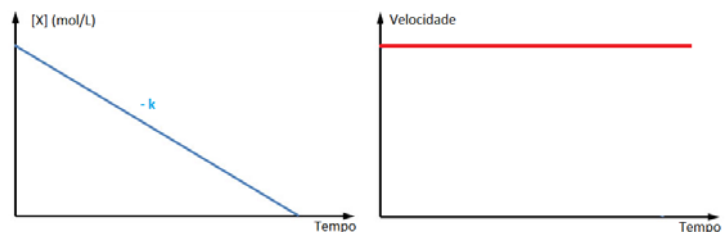
Das proposições acima, está(ão) CORRETAS(S)

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

Resolução **Alternativa E**

Para cinética de reação de ordem zero, temos a seguinte expressão:

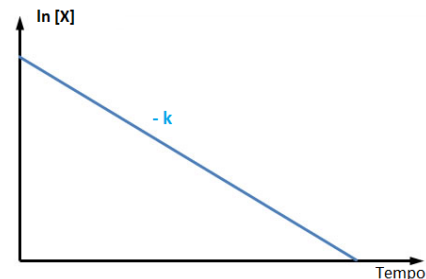
$$-\frac{d[X]}{dt} = k \cdot [X]^0 \Rightarrow -\frac{d[X]}{dt} = k \Rightarrow \frac{d[X]}{dt} = -k$$



Para cinética de reação de primeira ordem, temos a seguinte expressão:

$$-\frac{d[X]}{dt} = k \cdot [X]^1 \Rightarrow -\frac{d[X]}{[X]} = k \cdot dt \Rightarrow \int_{[X]_0}^{[X]_t} \frac{d[X]}{[X]} = -k \int_0^t dt \Rightarrow$$

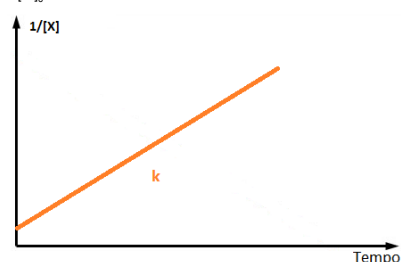
$$\ln\left(\frac{[X]_t}{[X]_0}\right) = -k \cdot t \Rightarrow k = -\frac{\ln\left(\frac{[X]_t}{[X]_0}\right)}{t}$$



Para cinética de reação de segunda ordem, temos a seguinte expressão:

$$-\frac{d[X]}{dt} = k \cdot [X]^2 \Rightarrow -\frac{d[X]}{[X]^2} = k \cdot dt \Rightarrow \int_{[X]_0}^{[X]_t} \frac{d[X]}{[X]^2} = -k \int_0^t dt \Rightarrow$$

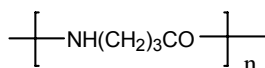
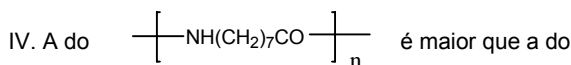
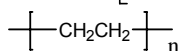
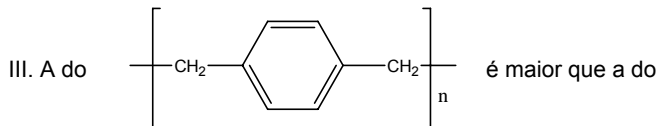
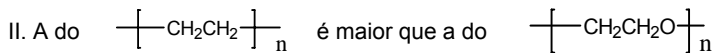
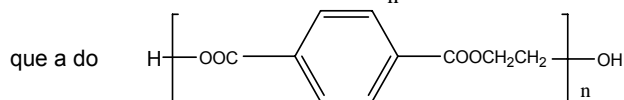
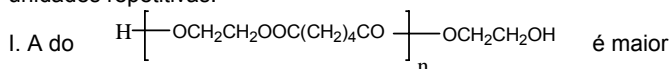
$$\int_{[X]_0}^{[X]_t} \frac{d[X]}{[X]^2} = -k \int_0^t dt \Rightarrow \frac{1}{[X]_t} - \frac{1}{[X]_0} = k \cdot t$$



Através das demonstrações acima é possível afirmarmos que todas as assertivas propostas estão corretas.

QUESTÃO 06

Considere as seguintes comparações entre as respectivas temperaturas de fusão dos polímeros representados pelas suas unidades repetitivas:



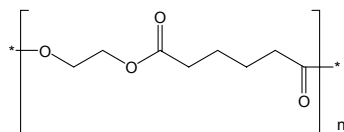
Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) ERRADA(S).

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

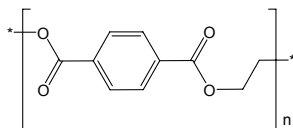
Resolução

Alternativa B

I) **FALSA**. Podemos reescrever os polímeros da seguinte maneira:



Polímero A



Polímero B

O Polímero A é um poliéster cuja unidade de repetição é mais longa e menos planar que o polímero B (PET), e os dois monômeros possuem o mesmo número de funções ésteres. A partir desse fato podemos tirar duas observações:

1) Para uma cadeia polimérica de mesmo tamanho o polímero B apresenta mais interações dipolo-dipolo (interações do grupo éster) que o polímero A

2) O Polímero B apresenta um sistema aromático que devido a sua planaridade facilita a organização estrutural do polímero e aumenta as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido.

Assim o polímero B apresenta maior ponto de fusão.

II) **VERDADEIRA**. O primeiro polímero é o polietileno que é um polímero cristalino com alta organização estrutural. Ao compararmos esse polímero com o polietileno glicol PEG (segundo polímero), temos átomos de oxigênio na sua estrutura. O átomo de oxigênio possui dois elétrons e não gera um ângulo de ligação menor que 109° (ângulo do carbono). O fato do oxigênio apresentar um ângulo de ligação diferente do carbono forma uma desorganização estrutural do polímeros (o PEG não é cristalino) e essa desorganização dificulta as interações intermoleculares o que diminui o ponto de fusão.

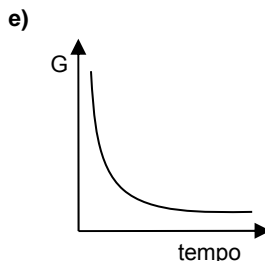
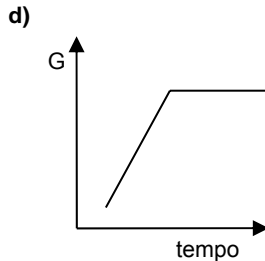
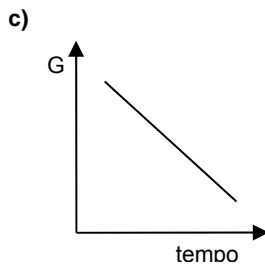
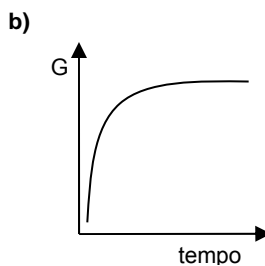
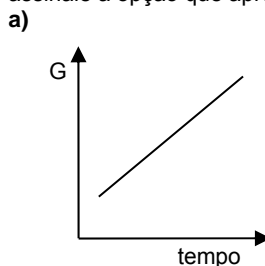
III) **VERDADEIRA**. A presença do anel aromático deixa a estrutura do polímero mais planar o que facilita a organização estrutural das moléculas e conseqüentemente facilita as interações dipolo instantâneo – dipolo induzido. Assim sendo, o primeiro polímero, que é aromático, possui maior ponto de fusão.

IV) **FALSA**.

Nos dois casos temos uma poliamida, que pode realizar ligação de hidrogênio, pois possuem grupos N-H. Temos que o primeiro polímero apresenta 7 grupos CH_2 entre as amidas e o segundo polímero apresenta 3 grupos CH_2 entre as amidas. Assim sendo, para uma cadeia de mesmo comprimento o segundo polímero apresenta mais ligações de hidrogênio que o primeiro, sendo portanto esse o polímero de maior ponto de fusão.

QUESTÃO 07

Considere a reação química hipotética realizada em sistema fechado a pressão e temperatura constantes representada pela equação $X + Y \rightleftharpoons W + Z$. Supondo que no início da reação haja apenas os reagentes X e Y, e considerando um intervalo de tempo que se estender de $t = 0$ até um instante t após o equilíbrio ter sido atingido, assinale a opção que apresenta a variação da energia livre de Gibbs.



Resolução

Alternativa E

O valor da variação da energia livre de Gibbs para um processo espontâneo tem que ser menor que zero. Considerando que no início havia apenas reagentes no sistema. Conforme a reação ocorre, o valor de G deve diminuir, para que $\Delta G < 0$. Quando o equilíbrio é atingido, o valor de G fica constante, pois ΔG deve ser igual a zero. Assim, o gráfico que descreve esse comportamento é o da alternativa E.

QUESTÃO 08

Borbulha-se gás cloro em solução aquosa diluída de hidróxido de sódio a 25°C . Assinale a opção que contém apenas produtos clorados resultantes

- a) Cl^- , ClO_3^-
- b) OCl^- , Cl^-
- c) ClO_3^- , ClO_4^- , Cl^-
- d) ClO_3^- , OCl^-
- e) ClO_4^- , ClO_3^-

Resolução **Alternativa B**

A reação entre o gás cloro e água a 25°C pode ser equacionada como:



No entanto, com o aquecimento em meio básico, poderia ocorrer a reação:



QUESTÃO 09

O grau de dissociação, α , do ácido acético em solução aquosa 0,10 mol L⁻¹ é 100 vezes menor que o do ácido clorídrico também em solução aquosa 0,10 mol L⁻¹. Com base nestas informações, pode-se afirmar que o pH da solução aquosa do ácido acético 0,10 mol L⁻¹ é

- a) zero.
- b) um.
- c) dois.
- d) três.
- e) quatro.

Resolução **Alternativa D**

O ácido clorídrico é um ácido forte. Assim, podemos aproximar seu grau de ionização (α) para 100%. Sendo $\alpha_{HAc} = \frac{\alpha_{HCl}}{100}$, temos que a $[H^+]$ no ácido acético será também 100 vezes menor:

$$[H^+]_{HAc} = \frac{0,1}{100} = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calculando o pH:

$$\text{pH} = -\log[H^+] = -\log 10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{\text{pH} = 3}$$

QUESTÃO 10

Para determinar a entalpia de vaporização do composto hipotético MX₄(ℓ), o mesmo foi colocado num recipiente equipado com uma serpentina de aquecimento resistivo, a 80 °C e sob pressão de 1,0 bar. Para a manutenção da temperatura, foi utilizada uma fonte de 30 V com passagem de corrente de 900 mA durante 30 s, tendo sido vaporizados 2,0 g de MX₄(ℓ). Sabendo que a massa molar desse composto é 200 g mol⁻¹, assinale a opção que apresenta a entalpia molar de vaporização em kJ mol⁻¹, a 80 °C.

- a) 4,1
- b) 8,1
- c) 81
- d) 405
- e) 810

Resolução **Alternativa C**

O calor absorvido no processo, que durou 30 s, é calculado por:

$$P = U \cdot i \Leftrightarrow \frac{Q}{\Delta t} = U \cdot i \Leftrightarrow Q = U \cdot i \cdot \Delta t = 30 \cdot 0,9 \cdot 30 = 810 \text{ J} = 0,81 \text{ kJ}$$

Já o número de mols do composto envolvido nessa vaporização é:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,0}{200} = 0,01 \text{ mol}$$

Portanto, a entalpia molar de vaporização será:

$$\Delta H_{VAP} = \frac{Q}{n} = \frac{0,81 \text{ kJ}}{0,01 \text{ mol}} \Leftrightarrow \boxed{\Delta H_{VAP} = 81 \text{ kJ/mol}}$$

QUESTÃO 11

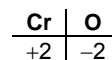
Os óxidos de metais de transição podem ter caráter ácido, básico ou anfótero. Assinale a opção que apresenta o caráter dos seguintes óxidos: CrO, Cr₂O₃ e CrO₃.

- a) Ácido, anfótero, básico
- b) Ácido, básico, anfótero
- c) Anfótero, ácido, básico
- d) Básico, ácido, anfótero
- e) Básico, anfótero, ácido

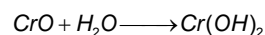
Resolução **Alternativa E**

Podemos determinar o caráter dos óxidos a partir do NOX (número de oxidação) do Cr:

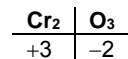
(I)



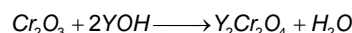
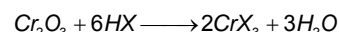
Como o Cr tem NOX +2, trata-se de um **óxido básico** que, em água, forma uma base:



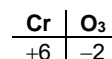
(II)



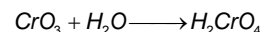
Como o Cr tem NOX +3, trata-se de um **óxido anfótero** que reage tanto com ácido como com bases, formando sal e água:



(III)

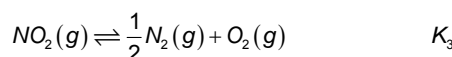
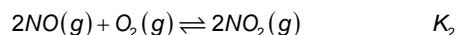


Como o Cr tem NOX +6, trata-se de um **óxido ácido** que, em água, forma um ácido:



QUESTÃO 12

Considere as seguintes reações químicas e respectivas constantes de equilíbrio:



Então, K₃ é igual a

- a) $\frac{1}{(K_1 \cdot K_2)}$
- b) $\frac{1}{(2K_1 \cdot K_2)}$
- c) $\frac{1}{(4K_1 \cdot K_2)}$
- d) $\left(\frac{1}{K_1 \cdot K_2}\right)^{\frac{1}{2}}$
- e) $\left(\frac{1}{K_1 \cdot K_2}\right)^2$

Resolução **Alternativa D**

Escrevendo a equação da constante de equilíbrio para cada reação acima, temos:

$$K_1 = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]} \Leftrightarrow [N_2] = \frac{[NO]^2}{K_1 \cdot [O_2]} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} \Rightarrow [NO_2] = (K_2 \cdot [NO]^2 \cdot [O_2])^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$K_3 = \frac{[N_2]^{\frac{1}{2}} \cdot [O_2]}{[NO_2]} \quad (3)$$

Deste modo, substituindo as equações (1) e (2) na equação (3), obtemos:

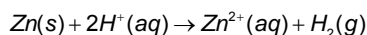
$$K_3 = \frac{[N_2]^{\frac{1}{2}} \cdot [O_2]}{[NO_2]} = \frac{\left(\frac{[NO]^2}{K_1 \cdot [O_2]}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot [O_2]}{(K_2 \cdot [NO]^2 \cdot [O_2])^{\frac{1}{2}}}$$

$$K_3 = \frac{[NO] \cdot [O_2]}{(K_1)^{\frac{1}{2}} \cdot ([O_2])^{\frac{1}{2}} \cdot (K_2)^{\frac{1}{2}} \cdot [NO] \cdot ([O_2])^{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{(K_1)^{\frac{1}{2}} \cdot (K_2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\boxed{K_3 = \left(\frac{1}{K_1 \cdot K_2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

QUESTÃO 13

É de 0,76 V a força eletromotriz padrão, E^0 , de uma célula eletroquímica, conforme a reação



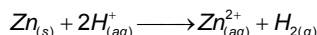
Na concentração da espécie de Zn^{2+} igual a $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e pressão de H_2 de 1,0 bar, a 25 °C, foi verificado que a força eletromotriz da célula eletroquímica é de 0,64 V. Nestas condições, assinale a concentração de íons H^+ em mol L^{-1} .

- a) $1,0 \times 10^{-12}$
- b) $4,2 \times 10^{-4}$
- c) $1,0 \times 10^{-4}$
- d) $1,0 \times 10^{-2}$
- e) $2,0 \times 10^{-2}$

Resolução

Alternativa D

Considerando a reação:



Usando a equação de Nernst a 25 °C, temos:

$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0,0592}{n} \log Q \quad (I)$$

Em que:

ΔE : força eletromotriz;

ΔE^0 : força eletromotriz padrão;

n : número de mols de elétrons.

Q : quociente reacional, sendo nesse caso igual a $\frac{[\text{Zn}^{2+}] \cdot p_{\text{H}_2}}{[\text{H}^+]^2}$.

Substituindo os valores na equação (I):

$$0,64 = 0,76 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{1,1}{[\text{H}^+]^2} \Rightarrow -0,12 = -\frac{0,0592}{2} \log [\text{H}^+]^{-2}$$

$$\log [\text{H}^+] = -2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

QUESTÃO 14

Uma mistura de metanol e água a 25 °C apresenta o volume parcial molar de água igual a $17,8 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ e o volume parcial molar do metanol igual a $38,4 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Com base nestas informações e sendo a massa específica do metanol de $0,791 \text{ g cm}^{-3}$ e a da água igual a $1,000 \text{ g cm}^{-3}$, assinale a opção CORRETA do volume total (em cm^3) quando se adicionam 15 cm^3 de metanol em 250 cm^3 de água nessa temperatura.

- a) 250
- b) 255
- c) 262
- d) 270
- e) 280

Resolução

Alternativa C

Calculando primeiramente o volume parcial de metanol na mistura, temos:

I – A partir do volume de 15 cm^3 , pode-se calcular a massa de metanol usando a densidade:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 0,791 = \frac{m_{\text{metanol}}}{15} \Rightarrow m_{\text{metanol}} = 11,865 \text{ g}$$

II – Com a massa, podemos calcular o número de mol:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol CH}_3\text{OH} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 32 \text{ g} \\ n_1 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 11,865 \text{ g} \end{array}$$

$$n_1 = 0,37 \text{ mol}$$

III – Calculando o volume parcial:

$$\begin{array}{r} 38,4 \text{ cm}^3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ mol} \\ V_1 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 0,37 \text{ mol} \end{array}$$

$$V_1 = 14,208 \text{ cm}^3$$

Fazendo os mesmos cálculos para a água, temos:

I – A partir do volume de 250 cm^3 , pode-se calcular a massa de água usando a densidade:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 1,000 = \frac{m_{\text{água}}}{250} \Rightarrow m_{\text{água}} = 250 \text{ g}$$

II – Com a massa, podemos calcular o número de mol:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol H}_2\text{O} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 18 \text{ g} \\ n_2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 250 \text{ g} \end{array}$$

$$n_2 = 13,89 \text{ mol}$$

III – Calculando o volume parcial:

$$\begin{array}{r} 17,8 \text{ cm}^3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ mol} \\ V_2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 13,889 \text{ mol} \end{array}$$

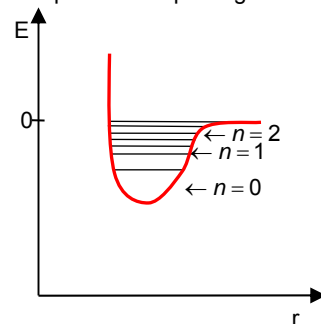
$$V_2 = 247,224 \text{ cm}^3$$

Portanto, o volume final da mistura será:

$$V_1 + V_2 = 14,208 + 247,224 = 261,432 \text{ cm}^3$$

QUESTÃO 15

Para uma molécula diatômica, a energia potencial em função da distância internuclear é representada pela figura abaixo.



As linhas horizontais representam os níveis de energia vibracional quanticamente permitidos para uma molécula diatômica. Uma amostra contendo um mol de moléculas diatômicas idênticas, na forma de um sólido cristalino, pode ser modelada como um conjunto de osciladores para os quais a energia potencial também pode ser representada qualitativamente pela figura. Em relação a este sólido cristalino, são feitas as seguintes proposições:

- I. À temperatura de 0 K, a maioria dos osciladores estará no estado vibracional fundamental, cujo número quântico vibracional, n , é igual a zero.
- II. À temperatura de 0 K, todos os osciladores estarão no estado vibracional fundamental, cujo número quântico vibracional, n , é igual a zero.
- III. O movimento vibracional cessa a 0 K.
- IV. O movimento vibracional não cessa a 0 K.
- V. O princípio da incerteza de Heisenberg será violado se o movimento vibracional cessar.

Das proposições acima estão CORRETAS

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

Resolução

Alternativa D

À medida que a temperatura diminui, a distribuição de energia vai se tornando cada vez mais estreita. Assim sendo, conforme o composto se aproxima do zero absoluto, o número de estados vibracionais vai diminuindo, conforme a distribuição de Boltzmann. Logo, no limite de temperatura a zero Kelvin, o número de estados possíveis é apenas 1, de modo que todas as moléculas estão no mesmo estado vibracional. Assim: **I é Falsa e II é Verdadeira.**

Se todos os movimentos cessassem, seria possível determinar a energia de todas as partículas, o que viola o princípio da incerteza de Heisenberg. Dessa forma, a zero Kelvin o movimento vibracional não cessa, somente os movimentos translacionais cessam.

Então: **III. é Falsa, IV. é Verdadeira e V. é Verdadeira.**

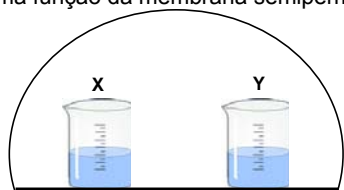
QUESTÃO 16

Dois béqueres, denominados "X" e "Y", encontram-se dentro de um recipiente hermeticamente fechado, à pressão de 1 bar e temperatura de 298 K. O béquer "X" contém 100 mL de uma solução aquosa de cloreto de sódio cuja concentração é de $0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. O béquer "Y" contém 100 mL de uma solução aquosa de cloreto de sódio cuja concentração é $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Se o recipiente for mantido fechado e em repouso até alcançar o equilíbrio termodinâmico, assinale o volume final (em mL) da solução no béquer "Y":

- a) 25 b) 50 c) 100
d) 150 e) 200

Resolução **Alternativa B**

Os béqueres X e Y contém soluções aquosas de cloreto de sódio com concentrações diferentes num recipiente fechado. A evaporação da solução menos concentrada (Y) será maior que a da solução mais concentrada. Também há liquefação da água nas duas soluções, sendo que a solução mais concentrada haverá maior taxa de liquefação, pois as interações são mais intensas. Esse fenômeno também pode ser conhecido como osmose, em que o ar presente ali dentro tem a mesma função da membrana semipermeável.



Assim, o equilíbrio termodinâmico será estabelecido quando as soluções apresentarem a mesma concentração (C):

$$\underbrace{C_X \cdot V_X + C_Y \cdot V_Y}_{\text{início}} = \underbrace{C \cdot V'_X + C \cdot V'_Y}_{\text{equilíbrio}}$$

Substituindo os valores:

$$0,3 \cdot 100 + 0,1 \cdot 100 = C \cdot V'_X + C \cdot V'_Y \Rightarrow C \cdot (V'_X + V'_Y) = 40$$

Sendo $V'_X + V'_Y = 200$, temos:

$$C \cdot 200 = 40 \Rightarrow C = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Para a solução Y:

$$C_Y \cdot V_Y = C \cdot V'_Y \Rightarrow 0,1 \cdot 100 = 0,2 \cdot V'_Y \Rightarrow \boxed{V'_Y = 50 \text{ mL}}$$

QUESTÃO 17

São feitas as seguintes comparações sobre as capacidades caloríficas de diferentes substâncias puras, todas à temperatura ambiente:

- I. A capacidade calorífica da água é menor que a do peróxido de hidrogênio.
- II. A capacidade calorífica do bromo é menor que a do tetracloreto de carbono.
- III. A capacidade calorífica do metanol é menor que a do mercúrio.

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) CORRETA(S).

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

Resolução **Alternativa B**

I. Correta. A capacidade calorífica pode ser relacionada com as interações intermoleculares. Quanto mais forte as interações, maior a capacidade calorífica. Nesse caso, as interações entre as moléculas de H_2O_2 são mais fortes que as interações que ocorrem entre as moléculas de H_2O , pois a massa molecular do H_2O_2 é maior que a da H_2O . Portanto, $C_{\text{H}_2\text{O}} < C_{\text{H}_2\text{O}_2}$.

II. Correta. As moléculas de CCl_4 e Br_2 são apolares e, portanto, apresentam o mesmo tipo de interação intermolecular: dipolo instantâneo-dipolo induzido. Assim, as moléculas de CCl_4 apresentam maior número de ligações, necessitando de maior quantidade de calor para aumentar a vibração das moléculas. Portanto, $C_{\text{Br}_2} < C_{\text{CCl}_4}$.

III. Incorreta. O metanol apresenta interações mais fortes que o mercúrio, que apresenta ligação metálica, na qual os elétrons livres podem absorver mais facilmente a energia. Assim, $C_{\text{CH}_3\text{OH}} > C_{\text{Hg}}$.

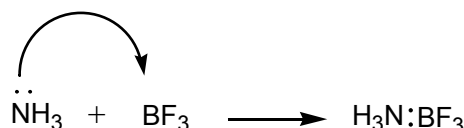
QUESTÃO 18

Considere a reação química representada pela equação $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{NBF}_3$. Pode-se afirmar que o BF_3 age

- a) como ácido de Bronsted.
- b) como ácido de Lewis.
- c) como base de Bronsted.
- d) como base de Lewis.
- e) tanto como ácido como base.

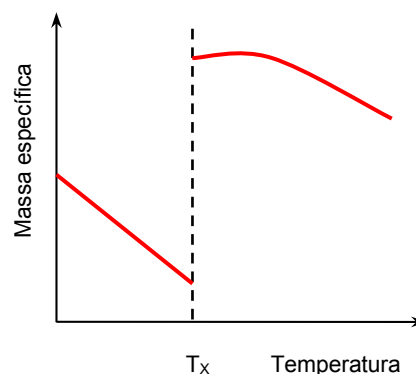
Resolução **Alternativa B**

A partir da reação: $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{NBF}_3$, temos a formação de um aduto entre o NH_3 e o BF_3 devido a doação de um par de elétrons do NH_3 para o BF_3 (espécie deficiente de elétrons pois o Boro, nesse composto, apresenta 6 elétrons na camada de valência). Assim, o BF_3 é um aceptor de par de elétrons, o que caracteriza um **ácido de Lewis**.



QUESTÃO 19

A figura mostra a variação da massa específica de uma substância pura com a temperatura à pressão de 1 bar. Então, é CORRETO afirmar que T_x pode representar a temperatura de:



- a) ebulição da água.
- b) ebulição do benzeno.
- c) fusão da água.
- d) fusão do benzeno.
- e) fusão do dióxido de carbono.

Resolução **Alternativa C**

No gráfico, observamos que houve aumento na massa específica da substância ao mudar de estado, o que descarta ser uma ebulição, já que gases são menos densos do que líquidos.

O dióxido de carbono, à pressão de 1 bar, não sofreria fusão, e sim sublimação, ao passo que o benzeno é mais denso no estado sólido do que no estado líquido.

Em relação à água, de fato ela apresenta densidade no estado líquido maior que a densidade no estado sólido (gelo), e sofre a chamada dilatação anômala na faixa de temperaturas entre 0°C e 4°C , tendo uma redução de volume com o aumento de temperatura, o que se traduz, portanto, num aumento de sua densidade nessa faixa de temperaturas. Como é exatamente esse comportamento que está sendo mostrado no gráfico, conclui-se que ele pode ser o gráfico da densidade da água em função da temperatura, ao passar do estado sólido para o estado líquido. Assim, a temperatura T_x poderia representar a fusão da água.

QUESTÃO 20

Contribuíram de forma direta para o desenvolvimento do conceito de pressão atmosférica.

- a) Friedrich August Kekulé e John Dalton.
- b) Michael Faraday e Fritz Haber.
- c) Galileu Galilei e Evangelista Torricelli.
- d) Jöns Jacob Berzelius e Eduard Büchner.
- e) Robert Bunsen e Henry Louis Le Chatelier.

Resolução **Alternativa C**

A primeira medida do valor da pressão atmosférica é creditada ao italiano Evangelista Torricelli que, em 1643, montou um experimento bem sucedido para mostrar que a pressão atmosférica era equivalente à pressão de uma coluna de mercúrio de aproximadamente 760 mm de altura.

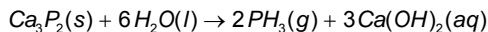
Torricelli era discípulo do também italiano Galileu Galilei, que na época já havia sido questionado sobre o problema das bombas hidráulicas, que não conseguiam elevar a água além de uma altura de aproximadamente 10 m. Galileu chegou a desenvolver um aparelho para medir a pressão atmosférica, denominado termobaroscópio, mas que acabou sendo usado de fato para medir temperaturas.

QUESTÃO 21

3,64 gramas de fosfeto de cálcio foram adicionados a uma certa quantidade de água. Após a reação completa, todo o produto gasoso formado foi recolhido em um recipiente de 8,2 mL. Calcule o valor numérico da pressão, em atm, exercida pelo produto gasoso a 27 °C.

Resolução

A reação citada no texto é a seguinte:



Cálculo da massa molar do fosfeto de cálcio:

$$M = (3 \times 40,08 + 2 \times 30,97) \text{ g/mol} = 182,18 \text{ g/mol}$$

Cálculo da quantidade de matéria (n) do fosfeto de cálcio:

$$\begin{array}{l} 3,64 \text{ g de Ca}_3\text{P}_2 \quad \text{---} \\ 182,18 \text{ g de Ca}_3\text{P}_2 \quad \text{---} \\ \therefore x \approx 0,04 \text{ mol de PH}_3 \end{array}$$

Dessa forma, o cálculo da pressão obtida a partir de 0,04 mol do gás será:

$$P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,04 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,0082} \Rightarrow \boxed{P = 120 \text{ atm}}$$

QUESTÃO 22

Considere uma solução saturada do sal MX que é pouco solúvel em água destilada a 25 °C. Seja y a condutância da água destilada e (y + 2,0 · 10⁻⁷) ohm⁻¹cm⁻¹ a condutância da solução. Sabendo que as condutividades iônicas molares dos íons M⁺ e X⁻ são, respectivamente, 60 ohm⁻¹cm²mol⁻¹ e 40 ohm⁻¹cm²mol⁻¹, determine a solubilidade do MX em água em mol dm⁻³.

Resolução

A condutância (G) da solução pode ser calculada pela soma das condutâncias dos íons M⁺ e X⁻. Como a proporção entre os íons é de 1 M⁺ : 1 X⁻, teremos a mesma concentração para esses íons.

Portanto:

$$[M^+] \cdot G_{M^+} + [X^-] \cdot G_{X^-} = G_{\text{solução}}$$

Substituindo os valores das condutâncias e as concentrações de M⁺ e X⁻ por y, temos:

$$y \cdot 60 + y \cdot 40 = 2 \cdot 10^{-7} \Rightarrow y = 2 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Como a solução está saturada, a concentração dos íons é igual a concentração do sal MX. Como o exercício pede a concentração em mol · dm⁻³, devemos multiplicar o valor encontrado por 10³ para a conversão de unidades:

$$2 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

QUESTÃO 23

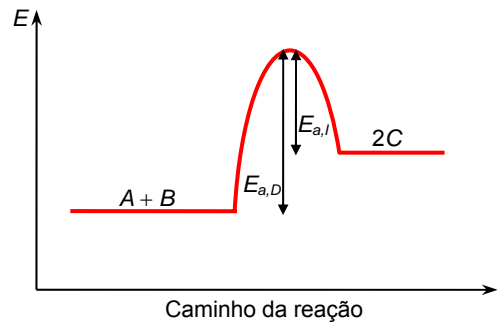
Considere uma reação genérica reversível A + B ⇌ 2C e os dados cinéticos para a reação direta (D) e inversa (I):

Sentido da reação	Constante de velocidade	Energia de ativação
A + B → 2C	k _D	E _{a,D}
2C → A + B	k _I = $\frac{3}{2}$ k _D	E _{a,I} = $\frac{1}{2}$ E _{a,D}

- a) Desenhe o gráfico de energia potencial versus coordenada da reação direta.
b) Determine o valor numérico da constante de equilíbrio da reação.
c) Qual sentido da reação é endotérmico?

Resolução

a) Uma vez que a Energia de ativação da reação direta é maior que a da inversa, temos o gráfico:



b) Na situação de equilíbrio, a velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa. Considerando que a reação ocorre somente em uma etapa, para a reação direta temos:

$$V_D = k_D \cdot [A] \cdot [B]$$

Para reação inversa temos:

$$V_I = k_I \cdot [C]^2 \Leftrightarrow V_I = \frac{3}{2} \cdot k_D \cdot [C]^2$$

No equilíbrio: V_D = V_I. Assim:

$$k_D \cdot [A] \cdot [B] = \frac{3}{2} \cdot k_D \cdot [C]^2 \Leftrightarrow \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]} = \frac{k_D}{\frac{3}{2} k_D} \Leftrightarrow k_c = \frac{2}{3}$$

constante de equilíbrio k_c

Portanto a constante de equilíbrio para a reação direta é $\frac{2}{3}$.

c) Como a entalpia dos produtos é maior que a entalpia dos reagentes (observando o gráfico do item a) conclui-se que o sentido direto é o **endotérmico** (ΔH > 0).

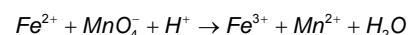
QUESTÃO 24

Uma amostra de ferro foi totalmente dissolvida a Fe(II) em 25,0 mL de solução aquosa ácida. A seguir, a solução de Fe(II) foi titulada com 20 mL de uma solução aquosa 0,01 mol · L⁻¹ em permanganato de potássio. Baseando-se nessas informações, responda os seguintes itens:

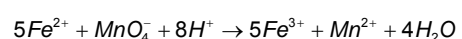
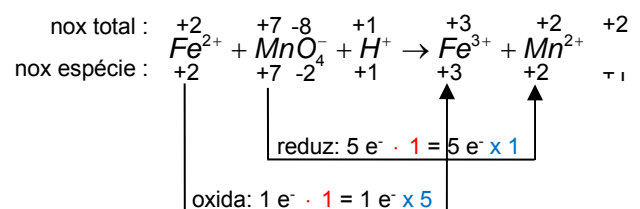
- a) Qual é a equação iônica balanceada que descreve a reação de titulação?
b) É necessária a adição de indicador para visualização do ponto final da titulação? Por quê?
c) Qual será a variação de cor e as espécies responsáveis por essa variação no ponto de viragem?
d) Qual é o valor numérico da massa (em g) de ferro na amostra dissolvida, considerando que não há interferentes na solução?

Resolução

a) A equação iônica da reação que ocorre na titulação pode ser escrita como:



Fazendo o balanceamento por oxirredução, temos:



b) Não, pois o MnO_4^- também atua como indicador, causando mudança de cor na solução e indicando o final da titulação.

c) As espécies responsáveis pela coloração são: antes do ponto final responsável é o íon Fe^{2+} que torna a solução esverdeada e após o ponto final, o íon MnO_4^- em excesso será responsável pela coloração violeta.

d) A partir da concentração e do volume da solução de MnO_4^- podemos calcular o número de mol de MnO_4^- consumido na reação:

$$[MnO_4^-] = \frac{n}{V} \Rightarrow 0,01 = \frac{n}{20 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow n = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Como a proporção é de $1 MnO_4^- : 5 Fe^{2+}$, o número de mols de Fe^{2+} é $10 \cdot 10^{-4}$ mol. O número de mols de Fe^{2+} presente na solução é igual ao número de mols de Fe da amostra.

Com isso, podemos calcular a massa de Fe:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol Fe} & \text{-----} & 55,85 \text{ g} \\ 10 \cdot 10^{-4} \text{ mol} & \text{-----} & x \end{array}$$

$$x = 0,05585 \text{ g de Fe}$$

QUESTÃO 25

Descreve-se o seguinte experimento:

i. São dissolvidas quantidades iguais de ácido benzoico e ciclohexanol em diclorometano.

ii. É adicionada uma solução aquosa de 10% massa/massa em hidróxido de sódio à solução descrita no item (i) sob agitação. A seguir, a mistura é deixada em repouso até que o equilíbrio químico seja atingido.

Baseando-se nessas informações, pedem-se

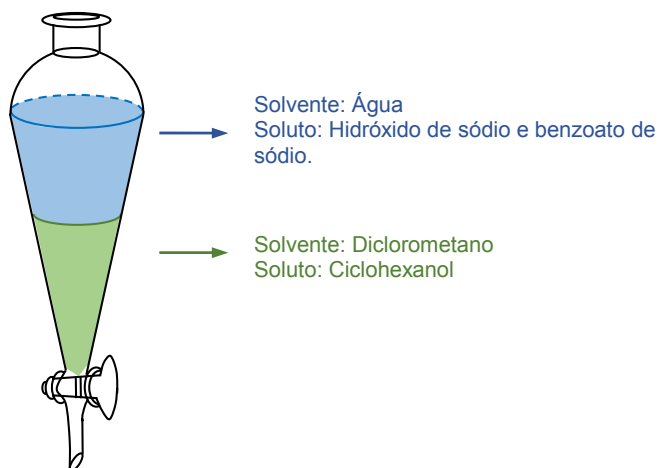
a) Apresente a(s) fase(s) líquida(s) formada(s).

b) Apresente o(s) componente(s) da(s) fase(s) formada(s).

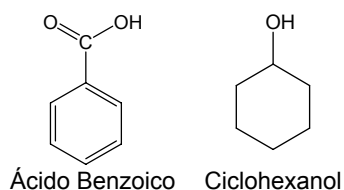
c) Justifique a sua resposta para o item b, utilizando a(s) equação(ões) química(s) que representa(m) a(s) reação(ões).

Resolução

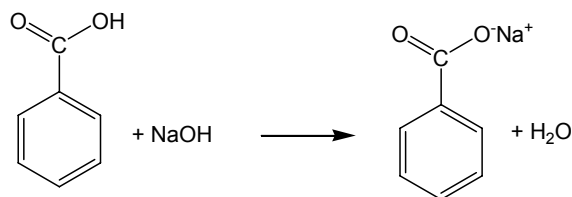
a)/b) Tendo em vista que compostos halogenados normalmente são mais densos que a água, temos:



c) As fórmulas estruturais dos compostos são:



O H do grupo hidroxila de álcoois são muito menos ácidos que o H da carboxila de ácidos, assim sendo, em meio básico, o álcool não reage e o ácido forma um sal.



O sal de ácido carboxílico, que é um composto iônico e, conseqüentemente, forma íons em H_2O (polar) e, desse modo, é extraído para a fase aquosa (polar) devido à maior interação.

O ciclohexanol possui uma cadeia carbônica grande e um grupo hidroxila (capaz de realizar ligação de hidrogênio). Esse composto é muito pouco polar, ficando solubilizado em diclorometano (CH_2Cl_2 composto pouco polar).

QUESTÃO 26

Considere um elemento galvânico formado por dois semielementos contendo soluções aquosas ácidas e cujos potenciais na escala do eletrodo de hidrogênio (E^0) nas condições-padrão são

$$E^0(Pt / PtO_2) = 1,00 \text{ V} \quad \text{e} \quad E^0(Br_2 / BrO_3^-) = 1,48 \text{ V}$$

Baseando-se nessas informações, pedem-se:

a) Calcule o valor numérico da força eletromotriz do elemento galvânico.

b) Apresente as equações químicas que representam as semirreações do anodo e catodo.

c) Apresente a equação química que representa a reação global.

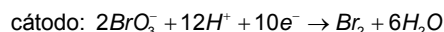
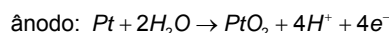
Resolução

a) A partir dos potenciais de redução fornecidos no enunciado, temos redução no eletrodo de Br_2 / BrO_3^- (cátodo) e oxidação no eletrodo de Pt / PtO_2 (ânodo).

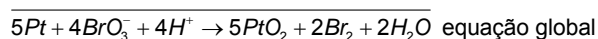
O valor da força eletromotriz pode ser calculado por:

$$\Delta E = E_{red}(cátodo) - E_{red}(ânodo) = 1,48 - 1,00 \Leftrightarrow \Delta E = 0,48 \text{ V}$$

b) As semirreações são:



c) A partir das semirreações do item anterior, podemos representar a equação global, multiplicando a primeira por 5 e a segunda por 2 para igualar o número de elétrons:



QUESTÃO 27

Com base no modelo atômico de Bohr:

a) Deduza a expressão para o módulo do momento angular orbital de um elétron na n -ésima órbita de Bohr, em termos da constante de Planck, h .

b) O modelo de Bohr prevê corretamente o valor do módulo do momento angular orbital do elétron no átomo de hidrogênio em seu estado fundamental? Justifique.

Resolução

a) A quantização do momento angular para a órbita de um elétron é dada por:

$$L_n = n \cdot \frac{h}{2 \cdot \pi}$$

Essa quantização foi a hipótese básica assumida por Bohr para o seu modelo atômico. Assim, **não há uma dedução para essa expressão dentro do modelo do átomo de Bohr.**

Poderíamos utilizar outras considerações, que foram apresentadas posteriormente dentro da Física, que conduzem a essa expressão,

como as regras de quantização de Wilson-Sommerfeld, ou a hipótese de Louis de Broglie, mas não seria uma demonstração intrínseca ao modelo de Bohr.

Seguindo, por exemplo, as ideias de de Broglie, temos que:

(I) um elétron, com momento linear p , pode ter um comprimento de onda (λ) associado, dado por:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

(II) o elétron, girando em torno do núcleo, pode ser interpretado como uma onda estacionária, de modo que, para a n -ésima órbita:

$$2 \cdot \pi \cdot r_n = n \cdot \lambda$$

Assim:

$$2 \cdot \pi \cdot r_n = n \cdot \frac{h}{p} \Leftrightarrow p \cdot r_n = n \cdot \frac{h}{2 \cdot \pi} \Leftrightarrow L_n = n \cdot \frac{h}{2 \cdot \pi}$$

b) Sim, o modelo de Bohr funciona bem para o átomo de hidrogênio, beneficiando-se do fato de que nesse caso só há um elétron na eletrosfera. Sendo assim, os subníveis dentro de um mesmo nível de energia são degenerados, tendo todos a mesma energia, de modo que o momento angular de um átomo hidrogenoide só depende do número quântico principal (n).

Para átomos com mais elétrons esse modelo acabou sendo insatisfatório, pois não levava em conta as interações desses elétrons entre si e, conseqüentemente, gerava fortes discrepâncias com as observações experimentais.

QUESTÃO 28

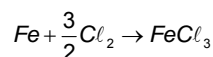
Escreva a fórmula estrutural do produto majoritário formado na reação entre 0,1 mol de tolueno (metilbenzeno) e 0,1 mol de Cl_2 nas seguintes condições:

a) Ausência de luz e presença de pequena quantidade de $Fe(s)$.

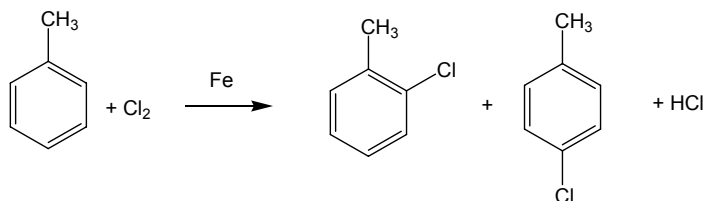
b) Presença de luz e ausência de $Fe(s)$.

Resolução

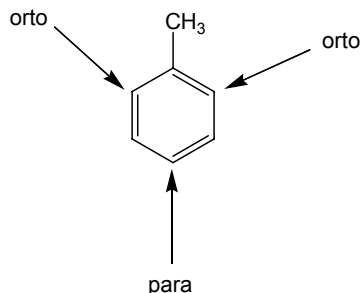
a) Primeiramente o ferro vai reagir com o Cl_2 :



O $FeCl_3$ é o catalisador da reação formado *in situ*. Esse composto é um ácido de Lewis que atua na cisão heterolítica do Cl_2 , gerando o eletrófilo Cl^+ . Portanto, nessa situação temos uma reação de substituição eletrofílica aromática. Tendo em mente que o grupo metila é orto/para dirigente temos:

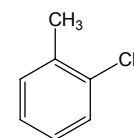


Analisando, os produtos percebe-se que existem duas posições possíveis para formar o isômero orto e uma para formar o isômero para:



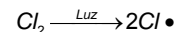
Assim sendo, a relação **aproximada** entre eles é de 2/3 de orto e 1/3 de para.

O produto majoritário é o:

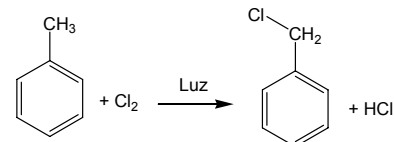


o-clorotolueno

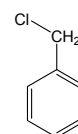
b) Na presença de luz o Cl_2 sofre cisão homolítica produzindo radicais $Cl \cdot$:



Dessa maneira, a reação se processa via radical livre. Em um mecanismo radicalar, o Cl_2 reage com os H da metila:



Assim, o produto principal da reação é:



Clorofenilmetano

QUESTÃO 29

Considere os compostos orgânicos metilfenilcetona e propanona.

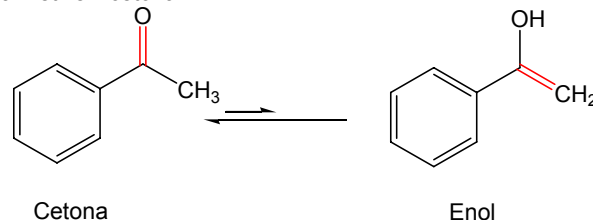
a) Apresente a equação química que representa o equilíbrio tautomérico para cada um dos compostos

b) Qual das duas cetonas acima tem maior conteúdo enólico? Justifique.

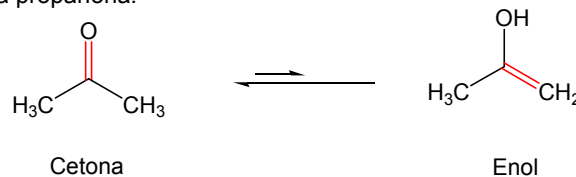
Resolução

a) O equilíbrio inerente de uma cetona com um sua forma de enol é chamado de equilíbrio tautomérico.

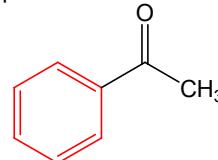
Para a metilfenilcetona:



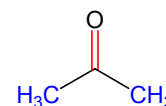
Para a propanona:



b) A partir das estruturas:



grupo retirador de densidade eletrônica



grupo doador de densidade eletrônica

O grupo fenila é um grupo retirador de elétrons, pois pares de elétrons vizinhos ao sistema aromático podem ser estabilizados por ressonância.

A forma enólica é estabilizada com grupos retiradores de elétrons. Já os grupos doadores de densidade eletrônica favorecem a forma carbonílica (cetona).

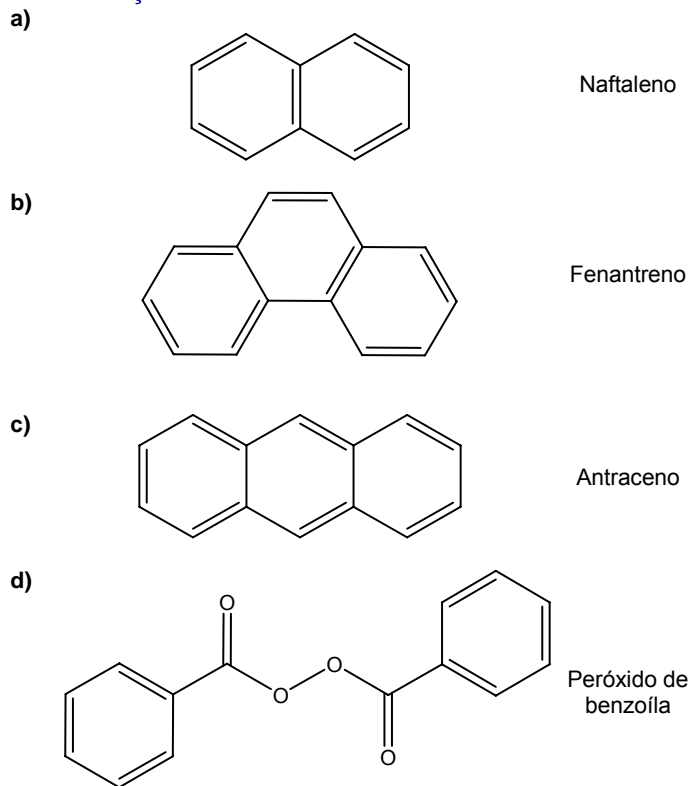
Portanto, a **metilfenilcetona** apresenta o maior conteúdo enólico no equilíbrio.

QUESTÃO 30

Desenhe a fórmula estrutural (IUPAC) das seguintes espécies químicas aromáticas.

- a) Naftaleno
- b) Fenantreno
- c) Antraceno
- d) Peróxido de benzoíla

Resolução



Equipe desta resolução

Química

Jean Carlos Corte Terencio
José Roberto Migliato
Roberto Bineli Mutterle
Tathiana de Almeida Guizzellini

Digitação e Diagramação

Lucas Rubi Rosas
Klaus Ramalho Van Behr

Revisão e Publicação

Daniel Simões Santos Cecílio
Danilo José de Lima
Eliel Barbosa da Silva
Fabiano Gonçalves Lopes
Felipe Eboli Sotorilli