

GABARITO ITA

QUÍMICA

GABARITO

01.	A	11.	E
02.	A	12.	D
03.	C	13.	D
04.	D	14.	C
05.	B	15.	E
06.	C	16.	B
07.	E	17.	B
08.	B	18.	B
09.	D	19.	C
10.	C	20.	C

GABARITO COMENTADO

CONSTANTES

Constantes de Avogrado	= $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
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)	= $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ = $1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	= $9,81 \text{ ms}^{-2}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101\,325 \text{ Nm}^{-2} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$

1 J = 1 Nm = $1 \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-2}$.

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

Condições ambientes: 25 °C e 1 atm⁻

Condições-padrão: 1 bar; concentração das soluções = 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estruturas cristalinas 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)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g.mol ⁻¹)
H	1	1,01	K	19	39,10
Li	3	6,94	Ca	20	40,08
B	5	10,81	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Mn	25	54,94
N	7	14,01	Fe	26	55,85
O	8	16,00	Zn	30	65,38
F	9	19,00	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Ag	47	107,90
P	15	30,97	Pt	78	195,08
S	16	32,07	Hg	80	200,59
Cl	17	35,45	Pu	94	238

Questão 01

Letra A

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 de erlenmeyer
- (C) Pipeta volumétrica e erlenmeyer
- (D) Proveta e béquer
- (E) Pipeta volumétrica e béquer

Solução:

No erlenmeyer está um volume conhecido da solução a ser titulada, adicionada a um indicador adequado.

Na bureta está o reagente de concentração conhecida que será usado na titulação, e que se deixa gotejar sobre a solução no erlenmeyer, até ser alcançado o ponto de viragem, ou seja, o ponto em que o indicador muda de cor permanentemente.

Lê-se então o volume de reagente da bureta que foi gasto nessa operação.

Tendo-se então a concentração em quantidade de matéria e o volume do reagente (MV) e conhecendo-se o volume V_2 da solução a ser titulada, calcula-se M_2 dessa solução.

Questão 02

Letra A

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

Solução:

Durante o aquecimento, a partir do instante em que o metal muda de cor, passa do rubro sombrio ao vermelho vivo, depois laranja, em seguida amarelo e, por fim, branco, na incandescência. Essa variação de cor acompanha o aumento da temperatura.

Questão 03

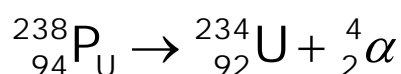
Letra C

O elemento Plutônio-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.

Solução:

$Pu - 238$ é um isótopo radioativo com decaimento:



$$T_{1/2} = 87,7 \text{ anos}$$

Questão 04

Letra: D

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

- (A) 1,00.
- (B) 3,74.
- (C) 4,74.
- (D) 5,13.
- (E) 8,87.

Solução:

$$pK(NH_4OH) = 4,74 \Leftrightarrow K_b = 10^{-4,74}$$

Hidrólise Salina do Cloreto de Amônio

	NH_4^+	+	H_2O	\rightleftharpoons	NH_4OH	+	H^+
Início	0,1		-		0		0
Equilíbrio	$0,1 - x$		-		x		x

$$K_H = \frac{K_w}{K_b} = \frac{x^2}{0,1 - x} \cong \frac{x^2}{0,1} \Leftrightarrow$$

$$\frac{10^{-14}}{10^{-4,74}} = \frac{x^2}{10^{-1}} \Leftrightarrow x^2 = 10^{-10,26} \Rightarrow x = [H^+] = 10^{-5,13} \text{ M}$$

$$pH = -\log x = 5,13$$

Questão 05

Letra B

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 de 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) CORRETA(S)

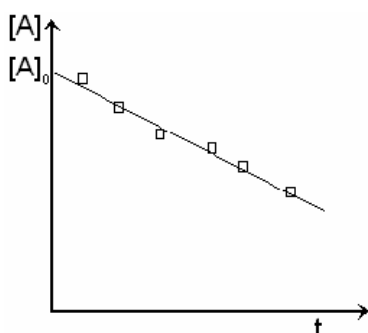
- (A) apenas I.
- (B) apenas I e II.
- (C) apenas I, III e IV.
- (D) apenas III.
- (E) todas.

Solução:

Analisando a cinética química para cada caso

Proposição I: verdadeira, pois para o gráfico $[X]$ versus o tempo, sendo linear, a equação será: $v = k \cdot [X]^0 = k$

Ordem zero: $-\frac{d[X]}{dt} = k$ Integrando para $[X] = [X]_0$ quando $t = 0$.



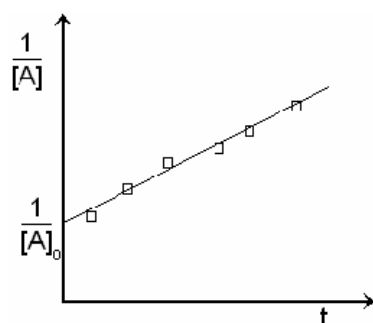
$[X]$ versus t será linear quando a ordem estiver correta.

Coef. ang. = $-k$

Proposição II: verdadeira, pois analisando o gráfico $1/[X]$ versus o tempo, sendo linear, a ordem de reação será igual a 2;

Segunda ordem: $-\frac{d[X]}{dt} = k \cdot [X]^2$ Integrando para $[X] = [X]_0$ quando $t = 0$.

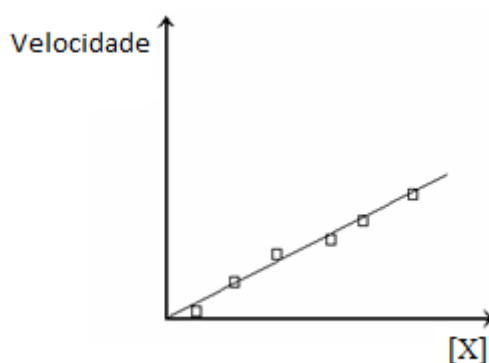
$$\frac{1}{[X]} - \frac{1}{[X]_0} = k \cdot t$$



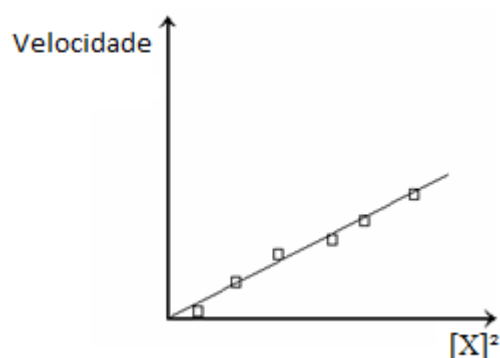
$1/[X]$ vs. t será linear quando a ordem estiver correta.

Coef. ang. = K

Proposição III: verdadeira, pois para o gráfico v versus o tempo, sendo linear, a equação apresenta cinética de primeira ordem ($v = k \cdot [X]$).



Proposição IV: verdadeira, pois para o gráfico velocidade versus $[X]^2$ versus o tempo, a curva será linear.



Questão 06

Letra: C

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

I. A do $\text{H} \left[\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO} \right]_n \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ é maior que a do $\text{H} \left[\text{OOC} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{COOCH}_2\text{CH}_2 \right]_n \text{OH}$

II. $\left[\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$ é maior que a do $\left[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n$

III. $\left[\text{CH}_2 \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{CH}_2 \right]_n$ é maior que a do $\left[\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$

IV. A do $\left[\text{NH}(\text{CH}_2)_7\text{CO} \right]_n$ é maior que a do $\left[\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CO} \right]_n$

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

Solução:

I. Verdadeira

O anel aromático é plano, e no primeiro composto, as linhas poliméricas se acomodam melhor umas sobre as outras, devido à hibridização sp^3 .

II. Falsa

$\left[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n$ é mais polar que $\left[\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$ e, portanto, a atração intermolecular é maior e o ponto de fusão mais alto.

III. Falsa.

Idem ao item I

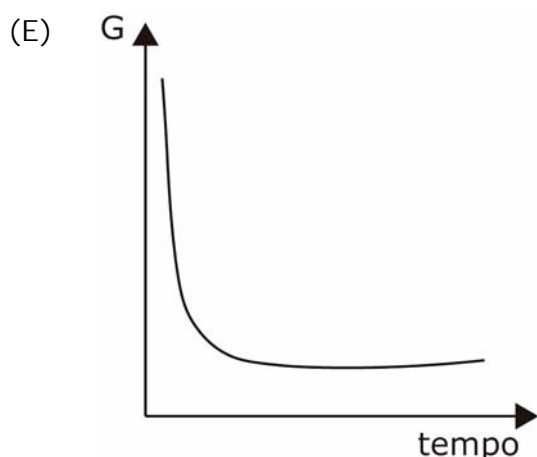
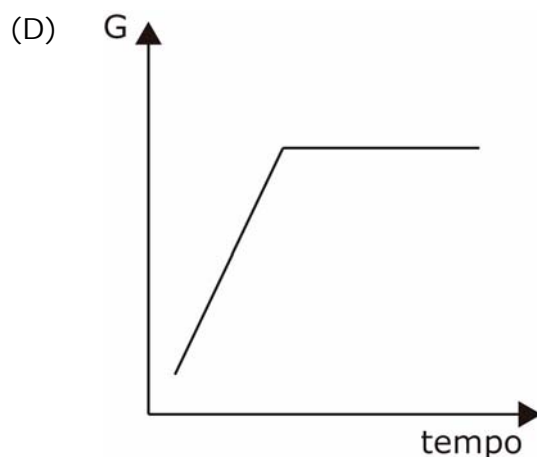
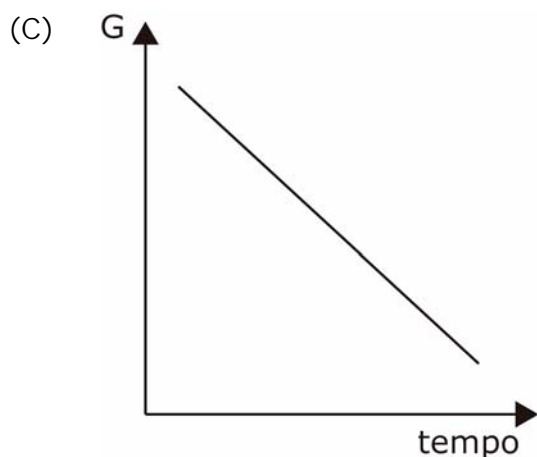
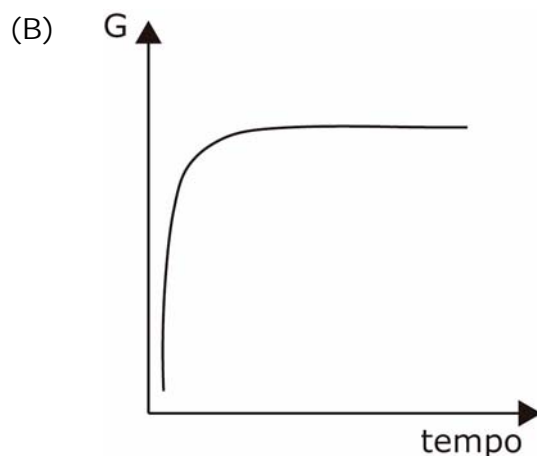
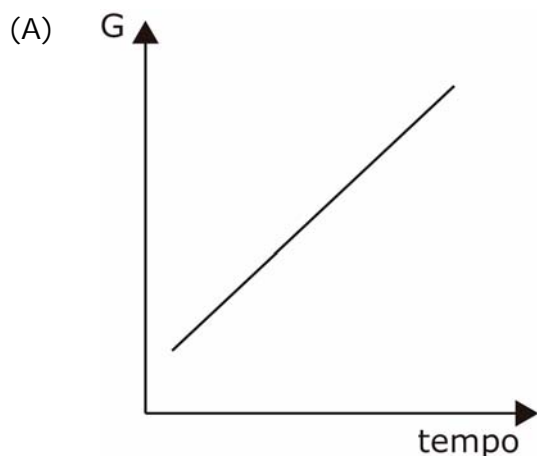
IV. Verdadeira

As polaridades são semelhantes e a massa molar do primeiro composto é menor que a do segundo.

Questão 07

Letra: E

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 estende 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.



Solução:

$$\Delta G = -RT \ln k + RT \ln Q$$

$$\Delta G = -RT (\ln k - \ln Q)$$

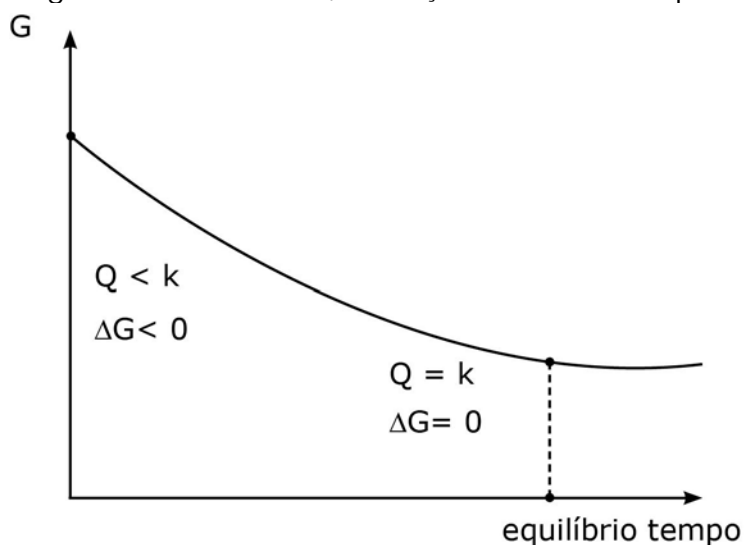
$$\Delta G = -RT \ln \frac{K}{Q}$$

No equilíbrio, $\Delta G = 0$

Sendo k a constante de equilíbrio e Q , o coeficiente reacional, ΔG pode ser escrito, como se escreveu acima: $\Delta G = RT \ln \frac{Q}{k}$

No equilíbrio, $\Delta G = 0$ e $Q = k$.

Segundo o enunciado, a reação é favorecida para o lado do produto:



A partir do equilíbrio, as concentrações mantêm-se constantes.

Questão 08**Letra B**

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^-

Solução:

Cl_2 , em meio básico, desproporciona para cloreto (Cl^-) e hipoclorito (OCl^-), a frio. A quente, formar-se-iam hipoclorito e clorato (ClO_3^-), além de água, em ambos os casos.

A reação proposta no enunciado pode ser representada por



Questão 09

Letra D

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

- (A) Zero
- (B) Um
- (C) Dois
- (D) Três
- (E) Quatro

Solução:

$$\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = \frac{M_1 \alpha_1}{M_2 \alpha_2}$$

$$\text{Para } HCl \uparrow 0,1 \text{ mol.L}^{-1} : \begin{cases} \alpha_1 = 100\% = 1 \\ [H^+]_1 = 10^{-1} \text{ mol/L} \end{cases}$$

$$\text{Para } CH_3COOH 0,1 \text{ mol.L}^{-1} : \begin{cases} \alpha_2 = 1\% = 0,01 \\ [H^+]_2 = x \end{cases}$$

$$\frac{10^{-1}}{x} = \frac{0,1 \cdot 1}{0,1 \cdot 0,01} \Leftrightarrow x = [H^+]_2 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log x \Rightarrow \boxed{pH = 3}$$

Questão 10

Letra C

Para determinar a entalpia de vaporização do composto hipotético $\text{MX}_4(\text{l})$, o mesmo foi colocado num recipiente equipado com uma serpentina de aquecimento resistivo, a 80°C e sob pressão de $1,0\text{ bar}$. 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 $2,0\text{ g}$ de $\text{MX}_4(\text{l})$. 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

Solução:

Dados:

$$T = 80^\circ\text{C}$$

$$p = 1,0\text{ bar}$$

$$V = 30\text{ V}$$

$$i = 900\text{ mA} = 900 \cdot 10^{-3}\text{ A} = 0,90\text{ A}$$

$$t = 30\text{ s}$$

Vaporizado: $2,0\text{ g}$ de $\text{MX}_4(\text{l})$

$$Q = \Delta H = mc\Delta T \Rightarrow \boxed{Q = \Delta H \cdot n} \text{ (a pressão constante)}$$

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Vi = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = 30 \cdot 900 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \Leftrightarrow \Delta H \cdot n = 810 \Rightarrow$$

$$\Delta H \cdot \frac{2}{200} = 810 \Leftrightarrow \boxed{\Delta H = 81\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Questão 11

Letra E

Os óxidos de metais de transição podem ter caráter ácido, básico ou anfótero. Assinale a opção que apresenta o caráter dos seguintes óxidos: CrO , Cr_2O_3 e CrO_3 .

- (A) ácido, anfótero, básico
- (B) ácido, básico, anfótero
- (C) anfótero, ácido, básico
- (D) básico, ácido, anfótero
- (E) básico, anfótero, ácido

Solução:

Quanto menor o Nox do cromo, maior seu caráter básico, assim:

CrO : óxido básico

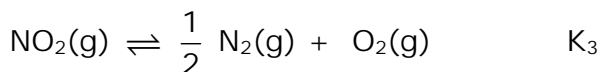
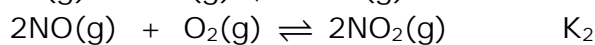
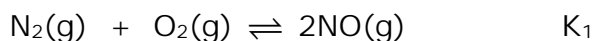
Cr_2O_3 : óxido anfótero

CrO_3 : óxido ácido

Questão 12

Letra: D.

Considere as seguintes reações químicas e respectivas constantes de equilíbrio:



Então, K_3 é igual a

(A) $\frac{1}{(K_1 K_2)}$

(B) $\frac{1}{(2K_1 K_2)}$

(C) $\frac{1}{(4K_1 K_2)}$

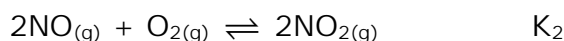
(D) $\left(\frac{1}{K_1 K_2}\right)^{\frac{1}{2}}$

(E) $\left(\frac{1}{K_1 K_2}\right)^2$

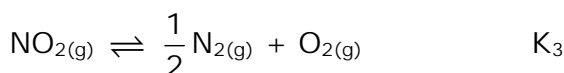
Solução:



$$K_1 = \frac{[\text{NO}(\text{g})]^2}{[\text{N}_2(\text{g})] \cdot [\text{O}_2(\text{g})]} \quad (\text{I})$$



$$K_2 = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{O}_2] \cdot [\text{NO}]^2} \quad (\text{II})$$



$$K_3 = \frac{[\text{N}_2(\text{g})]^{\frac{1}{2}} \cdot [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2(\text{g})]} \quad (\text{III})$$

Invertendo as expressões (I) e (II) e multiplicando temos:

$$\frac{1}{K_1} \cdot \frac{1}{K_2} = \frac{[\text{N}_2] \cdot [\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2} \cdot \frac{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2}$$

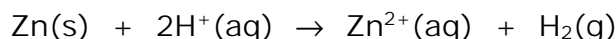
$$\frac{1}{K_1} \cdot \frac{1}{K_2} = \frac{[\text{N}_2] \cdot [\text{O}_2]^2}{[\text{NO}_2]^2} = K_3^2$$

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

Questão 13

Letra: D

É de 0,76 V a força eletromotriz padrão, E° , 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} .

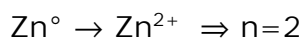
- (A) $1,0 \times 10^{-12}$
- (B) $4,2 \times 10^{-4}$
- (C) $1,0 \times 10^{-4}$
- (D) $1,0 \times 10^{-2}$
- (E) $2,0 \times 10^{-2}$

Solução:

$$E = E^\circ - \frac{0,059}{n} \cdot \log K$$

$$K = \frac{P(\text{H}_{2(\text{g})}) \cdot [\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}]}{[\text{H}^+_{(\text{aq})}]^2} = \frac{1 \cdot 1}{[X]^2}$$

$$K = \frac{1}{[X]^2}$$



$$0,64 = 0,76 - \frac{0,059}{n} \cdot \log[X]^{-2}$$

$$0,64 = 0,76 - \frac{0,059}{2} \cdot \log[X]^{-2}$$

$$\log[X] = \frac{-0,12}{-0,059}$$

$$\log[X] = -2$$

$$[X] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$$

Questão 14

Letra: C

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

Solução:

$$\begin{cases} V_m^{H_2O} = 17,80 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \therefore \mu^{H_2O} = 0,791 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \\ V_m^{met} = 38,4 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \therefore \mu^{met} = 1,000 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \end{cases}$$

→ Analisando para o metanol (H_3COH)

Cálculo da massa de metanol:

$$\mu = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = \mu V \Rightarrow m = 0,791 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 15 \text{ cm}^3 \Leftrightarrow m = 11,865 \text{ g}$$

Cálculo do número de mols de metanol:

$$n = \frac{m}{MM} = \frac{11,865 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,371 \text{ mol}$$

Cálculo do volume de metanol:

$$V_m^{met} = \frac{V^{met}}{n} \Leftrightarrow V^{met} = V_m^{met} \cdot n \Rightarrow V^{met} = 38,40 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \cdot 0,371 \text{ mol} = 14,24 \text{ cm}^3$$

→ Analisando para a água (H_2O)

Cálculo da massa de água:

$$\mu = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = \mu V \Rightarrow m = 1,000 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 250 \text{ cm}^3 \Leftrightarrow m = 250 \text{ g}$$

Cálculo do número de mols de água:

$$n = \frac{m}{MM} = \frac{250 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 13,89 \text{ mol}$$

Cálculo do volume de água:

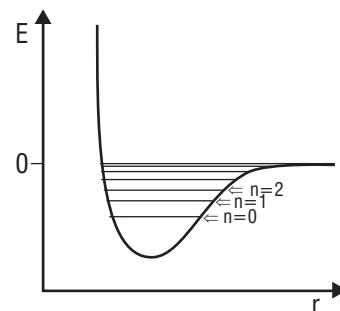
$$V_m^{H_2O} = \frac{V^{H_2O}}{n} \Leftrightarrow V^{H_2O} = V_m^{H_2O} \cdot n \Rightarrow V^{H_2O} = 17,80 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \cdot 13,89 \text{ mol} \Leftrightarrow \boxed{V^{H_2O} = 247,22 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Lei de Amagat: } V_T = V^{H_2O} + V^{met} \Rightarrow V_T = 247,22 \text{ cm}^3 + 14,24 \text{ cm}^3 \Leftrightarrow \boxed{V_T = 261,46 \text{ cm}^3}$$

Questão 15

Letra E.

Para uma molécula diatômica, a energia potencial em função da distância intermolecular é representada pela figura ao lado. 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.
- IV. O princípio da incerteza de Heisenberg será violado se o movimento vibracional cessar.

Das proporções acima estão CORRETAS

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

Solução:

- I. Falso
O conceito de temperatura é macroscópico. Quando se reduz a temperatura o número de microestados energéticos acessíveis se reduz e, quando T tende a zero, só resta um estado acessível. Logo, todas as moléculas se encontram neste estado.
- II. Verdadeiro
Há apenas um microestado acessível de energia para os osciladores.
- III. Falso
A energia vibracional não zera como mostra o gráfico.
- IV. Verdadeiro
Pode-se ver pelo gráfico que, quando $T = 0$, a energia vibracional não é zero.
- V. Verdadeiro
Como há energia e movimento, ainda há incerteza no momento e na posição da partícula.

Questão 16

Letra: B

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 $0,3 \text{ molL}^{-1}$. O béquer "Y" contém 100 mL de uma solução aquosa de cloreto de sódio, cuja concentração é $0,1 \text{ molL}^{-1}$. 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

Solução:

No equilíbrio termodinâmico as concentrações de NaCl serão idênticas nos 2 béqueres, assim:

$$\begin{aligned} \text{Béquer X: } M_x &= 0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ V_x &= 0,1 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Béquer Y: } M_y &= 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ V_y &= 0,1 \text{ L} \end{aligned}$$

Com a evaporação de água no béquer Y e posterior condensação dessa água no béquer X:

Volume de água retirado de Y: V L

$$M'_x = M'_y$$

$$\frac{n_x \cdot V_x}{V_x + V} = \frac{n_y \cdot V_y}{V_y - V}$$

$$\frac{0,3 \cdot 0,1}{0,1 + V} = \frac{0,1 \cdot 0,1}{0,1 - V}$$

$$0,3 - 3V = 0,1 + V$$

$$V = 0,05 \text{ L}$$

Novo volume do béquer Y: $V'_y = 0,10 - 0,05 = 0,05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$

Questão 17

Letra: B

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.

Solução:

- I. Verdadeiro: O peróxido de hidrogênio possui maior capacidade calorífica do que a água por formar maior número de ligações de hidrogênio, gerando maior número de regiões para armazenar calor como energia potencial vibracional;
- II. Verdadeiro: Os dois são líquidos apolares à temperatura ambiente com massas molares próximas. E o CCl_4 possui maior capacidade calorífica do que o Br_2 por possuir maior número de ligações, aumentando o número de graus de liberdade para armazenamento de energia cinética translacional;
- III. Falso: A rede de ligações metálicas entre os átomos de mercúrio aumenta a condutibilidade térmica e diminui a retenção de energia vibracional. No metanol a ligação de hidrogênio aumenta a capacidade calorífica.

Questão 18

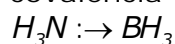
Letra: B

Considere a reação química representada pela equação $NH_3 + BF_3 \rightarrow H_3NBF_3$. 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

Solução:

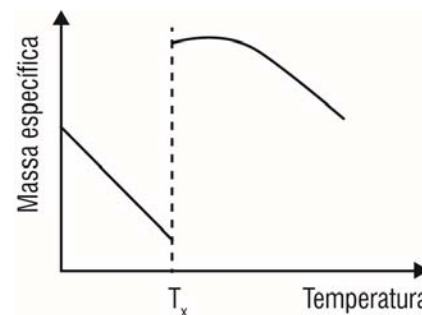
Boro faz predominantemente ligações covalentes e, no BH_3 , forma um sexteto de elétrons, de modo que o boro dispõe de um orbital vazio para acomodar um par de elétrons numa covalência dativa:



Questão 19

Letra: C

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.

Solução:

A diminuição progressiva de densidade até T_x e súbita elevação de densidade além dessa temperatura com um máximo de densidade alguns graus acima de T_x , pode indicar uma mudança de estado com dilatação anômala da substância sendo provavelmente devido a um novo arranjo de forças intermoleculares. Uma substância pura com esse comportamento é a água, onde T_x é o seu ponto de fusão com densidade máxima a 4°C .

Questão 20

Letra C

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.

Solução:

Galileu Galilei (1564-1642): Demonstração da pressão atmosférica ser aproximadamente igual à pressão de uma coluna de 10 m de água.

Evangelista Torricelli (1608-1647): Descoberta do princípio do barômetro.

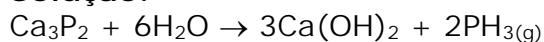
AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.

Questão 21

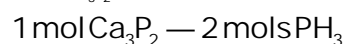
3,64 gramas de fosfato de cálcio foram adicionados a uma certa quantidade de água. Após a reação completa, todo o produto gasoso formado foi recolhido em um recipiente de 8,2 mL. Calcule o valor numérico da pressão, em atm, exercida pelo produto gasoso a 27°C.

Solução:



$$m_{\text{Ca}_3\text{P}_2} = 3,64 \text{ g}$$

$$\text{MM}_{\text{Ca}_3\text{P}_2} = 182 \Rightarrow n_{\text{Ca}_3\text{P}_2} = \frac{3,64}{182} = 0,02.$$



$$\begin{array}{r} 1 \quad \text{—} \quad 2 \\ 0,02 \quad \text{—} \quad X \end{array} \Rightarrow X = 0,04 \text{ mols}$$

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

$$P = \frac{0,04 \times 0,082 \times 300}{8,2 \times 10^{-3}} = \frac{4 \times 10^{-2} \times 8,2 \times 10^{-2} \times 300}{8,2 \times 10^{-3}}$$

$$P = 120 \text{ atm.}$$

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 $(y + 2, 0 \cdot 10^{-7}) \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1}$ a condutância da solução. Sabendo que as condutividades iônicas molares dos íons M^+ e X^- são, respectivamente, $60 \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$ e $40 \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$, determine a solubilidade do MX em água em mol dm^{-3} .

Solução:

Determinação da condutância do soluto:

$$\text{solução} = \text{soluto} + \text{solvente} \Rightarrow \cancel{y} + 2,0 \cdot 10^{-7} = \text{soluto} + \cancel{y} \Leftrightarrow \text{soluto} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$\begin{cases} \text{condutividade iônica molar do } M^+ = 60 \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \\ \text{condutividade iônica molar do } X^- = 40 \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \end{cases}$$

Cálculo da $[M^+]$:

$$2 \cdot 10^{-7} \cancel{\text{ohm}^{-1}} \cdot \text{cm}^{-1} = (60 + 40) \cdot \cancel{\text{ohm}^{-1}} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot [M^+] \Leftrightarrow$$

$$2 \cdot 10^{-7} \cdot \text{cm}^{-1} = 100 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot [M^+] \Leftrightarrow [M^+] = \frac{2 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^{-1}}{100 \text{ cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}} \Leftrightarrow$$

$$[M^+] = 2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{10^{-3} \text{ dm}^3} \Leftrightarrow [M^+] = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Cálculo da $[X^-]$:

$$2 \cdot 10^{-7} \cancel{\text{ohm}^{-1}} \cdot \text{cm}^{-1} = (60 + 40) \cdot \cancel{\text{ohm}^{-1}} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot [X^-] \Leftrightarrow [X^-] = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$K_{ps} = [M^+][X^-] = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \Rightarrow K_{ps} = 4 \cdot 10^{-12} = S^2 \Rightarrow \boxed{S = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}$$

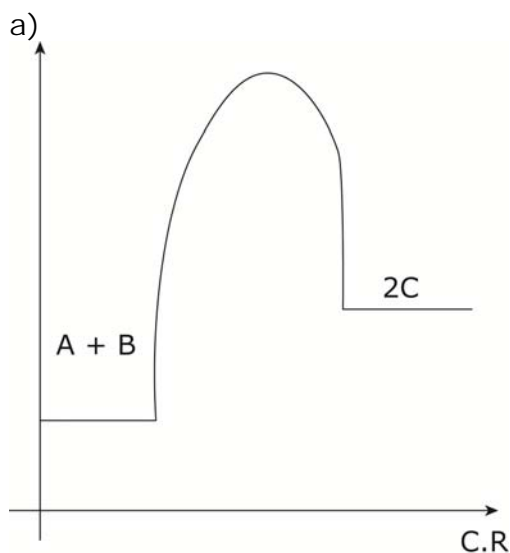
Questão 23	
------------	--

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

Sentido da reação	Constante de velocidade	Energia de ativação
$A + B \rightarrow 2C$	k_D	$E_{a,D}$
$2C \rightarrow A + B$	$k_I = \frac{3}{2}k_D K_1$	$E_{a,I} = \frac{1}{2}E_{a,D}$

- Desenhe o gráfico de energia potencial versus coordenada da reação direta.
- Determine o valor numérico da constante de equilíbrio da reação.
- Qual sentido da reação?

Solução:



b) $K_C = \frac{\text{constante de velocidade da reação direta}}{\text{constante de velocidade da reação inversa}}$

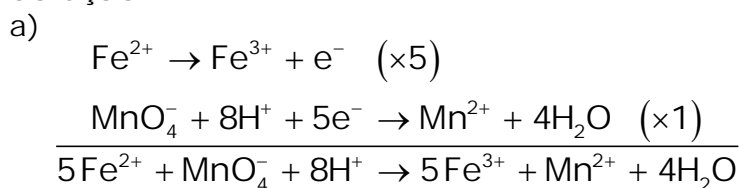
$$K_C = \frac{k_D}{k_I} = \frac{k_D}{\frac{3}{2}k_D} = \frac{2}{3}$$

c) como a energia de ativação do processo direto é maior que do processo inverso, a reação direta é endotérmica

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:

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

Solução:

b) Não, a variação de cor na solução é suficiente.

c) Do roxo (do MnO_4^{-}) para um leve amarelado, devido ao aparecimento amarelo do Fe^{3+} .

d) KMnO_4 : $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 20\text{mL} = 0,2\text{mmol}$

$$\frac{5\text{Fe}^{2+}}{m} = \frac{1\text{MnO}_4^{-}}{0,2\text{mmol}}$$

$$m = 1\text{mmol de Fe}^{2+} = 56 \times 10^{-3}\text{g de Fe}^{2+}$$

Questão 25	
------------	--

Descreve-se o seguinte experimento:

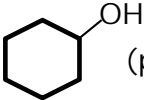
- i. São dissolvidas quantidades iguais de ácido benzoico e ciclohexanol em diclorometano.
- ii. É adicionada uma solução aquosa 10% massa/massa em hidróxido de sódio à solução descrita no item (i) sob agitação. A seguir, a mistura é deixada em repouso até que o equilíbrio químico seja atingido.

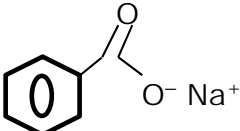
Baseando-se nessas informações, pedem-se:

- 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).

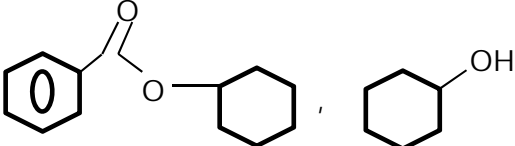
Solução:

a) Uma fase orgânica e uma aquosa.

b) Em solução aquosa: NaOH, e  (pouco)

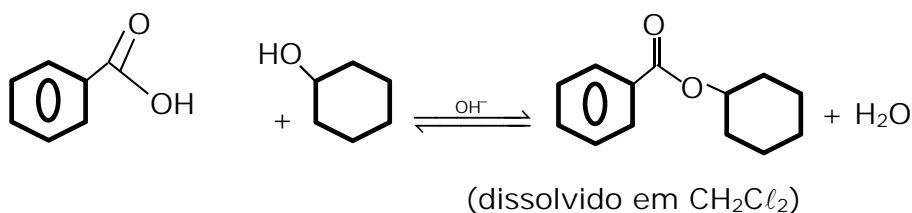
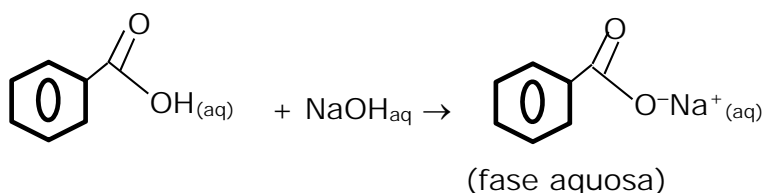
 e o éster (pouco)

Em CH_2Cl_2 :

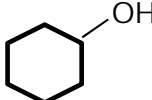


Com o meio básico (10% \approx 2,5 M de NaOH), praticamente não haverá ácido benzoico livre, para a ser dissolvido na água.

c) Ácido benzoico(aq) + NaOH(aq) \rightarrow benzoato de sódio(aq)



Devido ao meio básico, pequena porção do éster estará dissolvido na água.

 não reage com NaOH e estará dissolvido em CH_2Cl_2

Questão 26

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

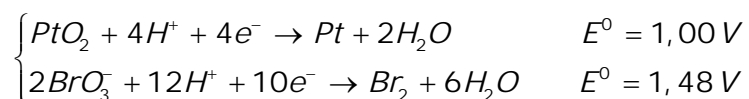
$$E^\circ(\text{Pt} / \text{PtO}_2) = 1,00 \text{ V} \text{ e } E^\circ(\text{Br}_2 / \text{BrO}_3^-) = 1,48 \text{ V}.$$

Baseando-se nessas informações, pedem-se:

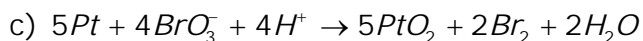
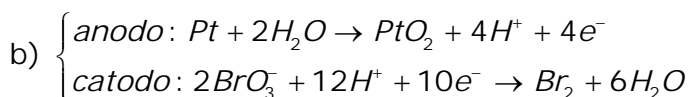
- Calcule o valor numérico da força eletromotriz do elemento galvânico.
- Apresente as equações químicas que representam as semirreações do anodo e catodo.
- Apresente a equação química que representa a reação global.

Solução:

Semirreações ajustadas:



$$\text{a) } E_{\text{elemento galvânico}} = E^\circ(\text{BrO}_3^- / \text{Br}_2) - E^\circ(\text{PtO}_2 / \text{Pt}) = 0,48 \text{ V}$$



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
- 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.

Solução:

a) De Broglie sugeriu que $\lambda = \frac{h}{p}$ e como $p = mv$, temos: $\lambda = \frac{h}{mv}$ (1)

Bohr em seu modelo sugere que $2\pi r = n\lambda$, logo: $\lambda = \frac{2\pi r}{n}$ (2)

Substituindo (2) em (1), tem-se:

$$\frac{2\pi r}{n} = \frac{h}{mv} \Leftrightarrow \underbrace{m \cdot v \cdot r}_{\text{momento angular}} = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow \boxed{L = n \frac{h}{2\pi}}$$

b) Usando o modelo de Bohr, para o estado fundamental do átomo de hidrogênio, o momento angular ficará: $L = \frac{nh}{2\pi}$

Para $n = 1 \rightarrow L = \frac{h}{2\pi}$

Para o átomo de hidrogênio, o modelo atômico atual prevê que o momento angular é calculado por:

$$L = \sqrt{\ell(\ell+1)} \frac{h}{2\pi}$$

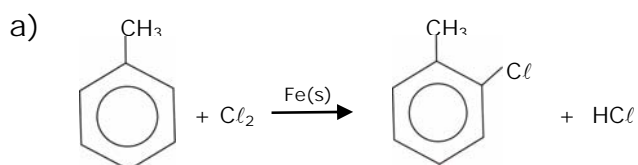
Para $\ell = 0 \rightarrow L = 0$

Os valores são muito próximos, mas não exatamente os mesmos.

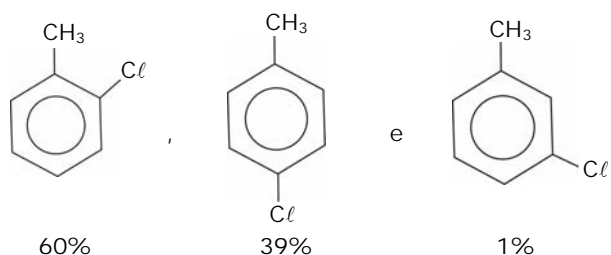
Questão 28	
-------------------	--

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

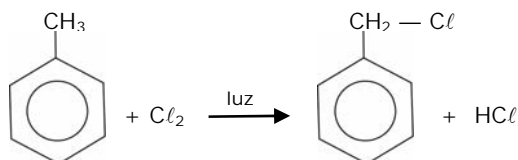
- a) Ausência de luz e presença de pequena quantidade de $Fe(s)$.
 b) Presença de luz e ausência de $Fe(s)$.

Solução:

O radical metil é um orientador orto-para. Há duas posições orto e uma posição para no anel. O íon clorônio, que ataca o anel, não é suficientemente grande para ser afastado pelo impedimento espacial do grupamento metil. Nessa reação se formam (substituição eletrofílica):



b) Substituição radicalar



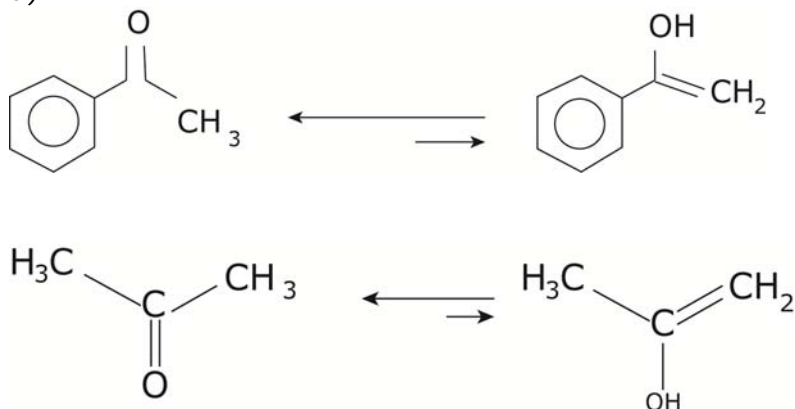
Questão 29

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.

Solução:

a)



- b) O propen-2-ol, porque apresenta duas possibilidades de formação: à direita e à esquerda da carbonila, o que não se verifica com a acetofenona.

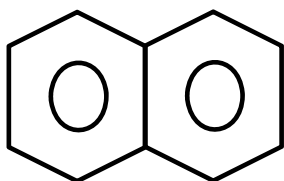
Questão 30

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

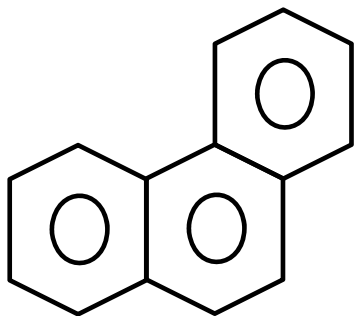
- a) Naftaleno
- b) Fenantreno
- c) Antraceno
- d) Peróxido de benzoíla

Solução:

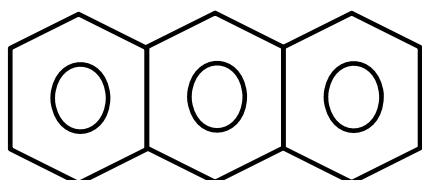
a)



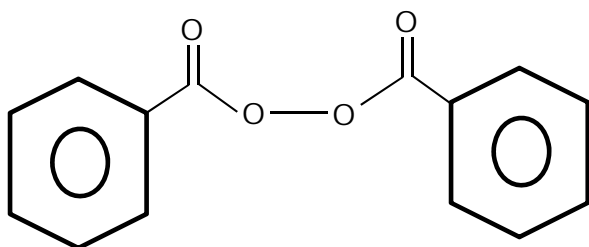
b)



c)



d)



Equipe de Professores Sistema Elite de Ensino

Química:

André Felipe

Marco Rogério

Alexandre Grillo

Eurico Dias

Nabuco

Jean Pierre