

O **ELITE CURITIBA** aprova mais porque tem qualidade, seriedade e profissionalismo como lemas. Confira nossos resultados e comprove porque temos mais a oferecer.

#### ESPCEX

2008: 9 aprovados  
GUILHERME PAPATOLO  
CONCEIÇÃO  
1º do Paraná e 9º do Brasil  
BRUNO TRENTINI LOPES RIBEIRO  
2º do Paraná e 32º do Brasil  
2007: 9 alunos convocados no Paraná  
2006: 9 alunos convocados no Paraná (turma de 20 alunos)  
2005: 100% de aprovação!



#### AFA

2009: 15 aprovados entre os 20 do Paraná (incluindo os 3 primeiros lugares)  
Leonardo Augusto Seki: 2º lugar nacional e 1º do Paraná  
2008: 13 aprovados  
1ºs lugares do Paraná em todas as opções de carreira  
2007: 10 dos 14 convocados do Paraná  
2006: 11 dos 18 convocados do PR, incluindo: 1º Lugar do Paraná (6º do Brasil) em Aviação  
1º Lugar do Paraná (9º do Brasil) em Intendência



#### IME

2008: 10 aprovados (3 primeiros da Ativa, 5º da Ativa e 6 entre os 10 1ºs da Reserva)  
2007: 11 dos 16 aprovados do Paraná, incluindo os 4 melhores da ativa e os 4 melhores da reserva  
2006: Os 4 únicos aprovados do Paraná  
2005: 7 aprovados e os 3 únicos convocados do Paraná



#### IITA

**Por 4 anos consecutivos a maior aprovação do Paraná**

2008: 3 dos 4 aprovados do Paraná  
2007: Os 2 únicos aprovados do PR  
2006: Os 3 únicos aprovados de Curitiba  
2005: 2 dos 3 aprovados do Paraná



#### EPCAR

2007: 3 dos 4 convocados do Paraná  
2006: 2 convocados  
2005: 1º lugar do Paraná



#### EEAR

2008: 4 aprovações (2ºs lugares dos grupos 1 e 2)  
2006: 2 convocados

#### Escola Naval

2008: 9 aprovados  
2007: 70% de aprovação na 1ª fase  
2005: 100% de aprovação!



#### UFPR

2008: 9 aprovados  
2007: 70% de aprovação na 1ª fase  
2006: 1º Lugar em Eng. Mecânica  
2º Lugar em Eng. Eletrônica  
2005: 1º Lugar Direito (matutino)  
1º Lugar Relações Públicas

#### UFTPR

Inverno 2008:  
1º, 2º e 4º lugares em Eng. Ind. Mecânica  
1º e 2º lugares em Eng. Eletrônica / Eletrotécnica  
1º lugar em Eng. de Computação  
Verão 2008: 13 aprovados  
2007: 11 aprovados em vários cursos  
2006: 1º Lugar em Eng. Mecânica  
2º Lugar em Eng. Eletrônica  
2005: 85% de aprovação em Engenharia, com 5 dos 8 1ºs colocados de Eng. Mecânica.



Só no **ELITE** você encontra:  
Simulados semanais/quinzenais;  
A maior carga horária.

Início das inscrições para o exame de bolsas:  
4 / 1 / 2009  
Realização do exame de bolsas:  
5 / 2 / 2009



CURITIBA

Fone : **3013-5400**

[www.ELITECURITIBA.com.br](http://www.ELITECURITIBA.com.br)

**QUÍMICA**

01. Sejam as representações para configurações eletrônicas do Cr (Z=24) abaixo. Identifique qual a configuração correta para o estado fundamental e explique por que as demais estão erradas.

- a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$
- b)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
- c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$
- d)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
- e)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 01**

Alternativa B

De acordo com o princípio da construção, a distribuição eletrônica do  ${}_{24}\text{Cr}$  seria dada por:  ${}_{24}\text{Cr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$  (alternativa E).

Entretanto, a configuração mais estável  ${}_{24}\text{Cr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$  (alternativa B) é obtida pelo semi-preenchimento do orbital 3d, uma vez que a retirada de um dos elétrons do orbital 4s contribui para a diminuição da energia potencial do conjunto de elétrons.

A redução da energia potencial está associada ao fato de que a distribuição com o orbital semi-preenchido permite que os elétrons dos orbitais 4s e 3d permaneçam todos com o mesmo "spin", ou seja, há alinhamento de todos com o sentido do campo magnético externo e, conseqüentemente, o paramagnetismo do elemento é mais acentuado.

Desta forma, a distribuição correta é a da alternativa B:  ${}_{24}\text{Cr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ .

A alternativa E está incorreta pelos motivos apresentados acima, assim como a alternativa D.

A alternativa A está errada por apresentar mais de um elétron com o mesmo conjunto de números quânticos em visível violação ao princípio da exclusão. A alternativa C está errada por violar a sequência correta de preenchimento dos orbitais com a inclusão de elétrons de mesmo "spin" em todos os orbitais do mesmo tipo, no caso 3d. Trata-se de um estado excitado do átomo de Crômio.

02. Uma mistura gasosa de hidrogênio e um composto A está contida em um recipiente de 10,0 L, sob pressão de 0,74 atm e temperatura de 27 °C. Posteriormente, adiciona-se ao recipiente a quantidade estequiométrica de oxigênio para a combustão completa da mistura, que gera 17,6 g de  $\text{CO}_2$ . Quando a mistura de produtos é resfriada a 27 °C, o valor da pressão se reduz a 2,46 atm. A análise elementar revelou que A é formado por carbono e hidrogênio. Sabe-se, ainda, que o composto A é gasoso a 25 °C e 1 atm. Considerando que os gases se comportam idealmente,

- A) determine a fórmula molecular de A e as pressões parciais de A e de hidrogênio nas condições iniciais do problema;  
B) sabendo que A apresenta isomeria cis-trans, represente as possíveis estruturas dos isômeros.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 02**

a) Antes da combustão temos:

$$n = n(\text{A}) + n(\text{H}_2)$$

$$V = 10 \text{ L}$$

$$P = 0,74 \text{ atm}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

Então, aplicando a equação de estado para um gás ideal, teremos:

$$PV = nRT$$

$$0,74 \times 10 = (n(\text{A}) + n(\text{H}_2)) \times 0,082 \times 300$$

$$n(\text{A}) + n(\text{H}_2) = 0,30 \text{ mol}$$

Como a combustão completa da mistura gera 17,6 g de  $\text{CO}_2$ , podemos calcular o número de mols desse gás:

$$n(\text{CO}_2) = m/M \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 17,6/44 = 0,40 \text{ mol}$$

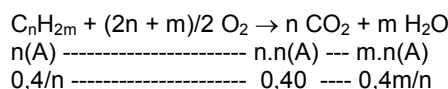
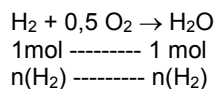
Após a combustão a mistura é resfriada a 27 °C (300 K) e o valor da pressão se reduz a 2,46 atm, então:

$$P(\text{final}) \times V = n(\text{final}) \times R \times T$$

$$2,46 \times 10 = n(\text{final}) \times 0,082 \times 300$$

$$n(\text{final}) = 1,0 \text{ mol}$$

Teremos as seguintes equações:



$$n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{final})$$

$$n(\text{H}_2) + n(\text{A}) = 0,30, \text{ então:}$$

$$0,40 + n(\text{H}_2) + 0,4m/n = 1,0 \Rightarrow n(\text{H}_2) + 0,4m/n = 0,6$$

$$n(\text{H}_2) + 0,4/n = 0,30$$

Resolvendo, teremos:

$$0,4 m - 0,4 = 0,3 n$$

$$0,4(m - 1) = 0,3 n$$

$$m - 1 = (3/4)n$$

$$m = (4/3)(m - 1) \text{ ou } m = (3/4)n + 1$$

$$\text{Para } n = 2 \Rightarrow m = 2,5 \text{ (incorreto)}$$

$$\text{Para } n = 3 \Rightarrow m = 3,25 \text{ (incorreto)}$$

$$\text{Para } n = 4 \Rightarrow m = 4 \text{ (correto)}$$

$\text{C}_n\text{H}_{2m} \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_8$  (Cadeia principal com quatro carbonos, logo é gasoso)

A fórmula molecular do hidrocarboneto A é  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

$$n(\text{A}) = 0,4/n = 0,4/4 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) + n(\text{A}) = 0,3 \Rightarrow n(\text{H}_2) = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ mol}$$

$$p(\text{A})/P = n(\text{A})/n \Rightarrow p(\text{A})/0,74 = 0,1/0,3 \Rightarrow p(\text{A}) = 0,25 \text{ atm}$$

$$P = p(\text{A}) + p(\text{H}_2) \Rightarrow 0,74 = 0,25 + p(\text{H}_2)$$

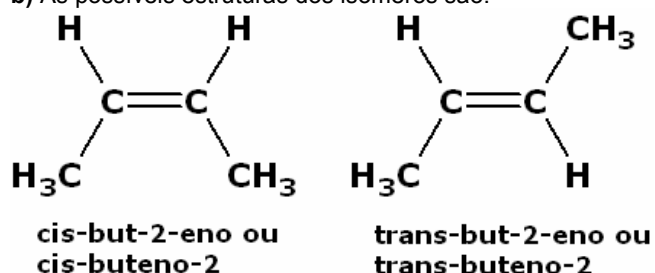
$$p(\text{H}_2) = 0,49 \text{ atm}$$

As pressões parciais são:

$$\text{Para A: } 0,25 \text{ atm}$$

$$\text{Para H}_2: 0,49 \text{ atm}$$

b) As possíveis estruturas dos isômeros são:



**03.** A pilha recarregável de níquel/cádmio, usada em diversos equipamentos eletrônicos portáteis, constitui-se, basicamente, de um eletrodo metálico de cádmio, um eletrodo de oxi-hidróxido de níquel (NiOOH) depositado sobre um suporte de níquel e um eletrólito aquoso de hidróxido de potássio, na forma de pasta. Na descarga da pilha, o cádmio metálico é consumido. Uma pilha desse tipo foi recarregada completamente durante 4825s, com corrente de 2 A. Pede-se:

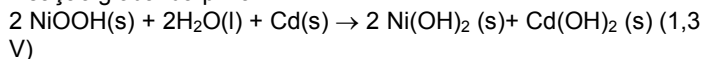
A) a reação da semi-pilha NiOOH(s) | Ni(OH)<sub>2</sub>(s) e a reação global que ocorrem na descarga da pilha;

B) a massa de NiOOH existente na pilha quando a mesma está carregada.

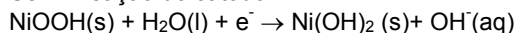
**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 03**

A)

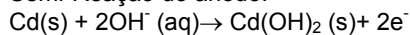
Reação global da pilha



Semi-Reação do cátodo:



Semi-Reação do ânodo:



B)

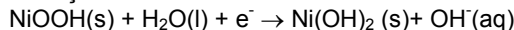
Cálculo da carga:

$$Q = i \cdot t$$

$$Q = 2 \times 4825$$

$$Q = 9650 \text{ Coulomb (0,1 Faraday)}$$

A reação é



Percebemos que a relação entre NiOOH e elétrons é 1:1.

Sabemos que um Faraday é a carga transportada por um mol de elétrons. Para 0,1 Faraday temos 0,1 mol de elétrons, correspondendo a 0,1 mols de NiOOH.

A Massa molar do NiOOH é de 92 gramas por mol, a massa existente na pilha é de 9,2 gramas.

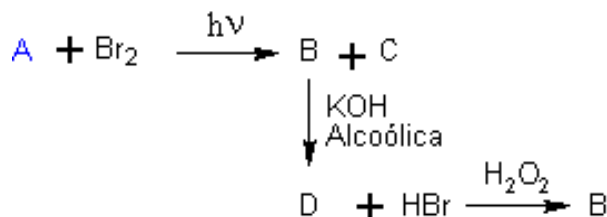
**04.** A reação de um composto A (em excesso) com gás bromo sob luz ultravioleta gera principalmente os compostos B e C. A reação de B e C com KOH em solução alcoólica gera D, o qual reage com HBr, na presença de peróxidos, formando novamente o composto B. Este último é uma substância orgânica acíclica e saturada, cuja análise elemental revela a presença apenas de átomos de carbono, hidrogênio e bromo.

Sabe-se que a pressão osmótica de uma solução de 4,1 g de B em 820 mL de solvente a 27°C é igual a 1 atm.

Com base nestes dados, determine as fórmulas estruturais dos compostos A, B, C e D.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 04**

Esquematizando a reação temos:



Sobre o composto B tem-se os dados:

Pressão osmótica ( $\pi$ ) = 1 atm.

$$m_{\text{solute}} = 4,1 \text{ g.}$$

$$V_{\text{solvente}} = 820 \text{ mL} = 0,82 \text{ L}$$

$$T = 300\text{K}$$

Da osmometria sabemos que:  $\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$

Como trata-se de uma substância orgânica, consideremos  $i = 1$ .

Consideremos também que com a adição de 4,1 g do soluto em 820 mL da solução o volume praticamente não se alterou, logo

$$V_{\text{solução}} = 0,82\text{L.}$$

$$\text{Sendo } M = m_{\text{solute}} / M_{\text{massa molar}} \cdot V_{\text{solução}}.$$

$$\pi = (m_{\text{solute}} / M_{\text{massa molar}} \cdot V_{\text{solução}}) \cdot R \cdot T$$

$$1 = (4,1 / M \cdot 0,82) \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$M = 123\text{g/mol}$$

Sabendo que o composto B tem apenas C, H e Br, coloquemos a fórmula para o composto B:

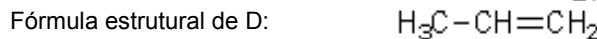


$z = 1$ , pois como  $M_{\text{Br}} = 80\text{g/mol}$ , só podemos ter este valor.

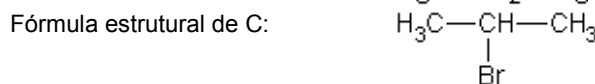
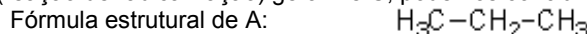
$M_{\text{C}_x\text{H}_y\text{Br}} = 12x + 1y + 80 = 123 \Rightarrow 12x + y = 43$ . Como  $x$  e  $y$  devem ser números inteiros e deve haver no máximo uma relação  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ , caso A seja um alcano ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , com um H substituído por um BR), vemos que os únicos valores possíveis são  $x = 3$  e  $y = 7$

Fórmula molecular de B =  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$

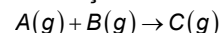
Como D + HBr na presença de peróxido dá B, vemos que D é um alceno de fórmula  $\text{C}_3\text{H}_6$  e vemos também que a entrada do Br seguirá a regra de anti-Markownikoff, entrando do H no carbono menos hidrogenado e o Br no carbono mais hidrogenado.



Como A reagindo com  $\text{Br}_2$  na presença de luz ultra-violeta (reação de radicalização) gera B e C, podemos concluir que:



**05.** A um reator de 16 L de capacidade, contendo 1 L de um líquido não-volátil e uma certa quantidade de um gás inerte não-solúvel, são adicionados dois gases puros e insolúveis A e B, que reagem entre si segundo a reação irreversível



Considerando que o reator é mantido a 300 K durante a reação, que no instante inicial não há composto C no reator e utilizando os dados da tabela abaixo, determine a pressão total no reator ao término da reação.

Tempo (min)	$n_A$ (moles)	$n_B$ (moles)	$P_T$ (atm)
0	0,5	0,75	3,05
$\tau$	0,25	$y$	2,59

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 05**

Analisemos os dois instantes dados, chamando de I(g) o gás inerte.

No instante  $t=0$  min, ainda não existe gás C. Da tabela dada, e considerando  $n_{\text{C}0} = 0$ , segue:

$$n_{\text{total},0} = n_{\text{A}0} + n_{\text{B}0} + n_{\text{C}0} + n_{\text{I}0} = 0,5 + 0,75 + 0 + n_{\text{I}0} = 1,25 + n_{\text{I}0} \quad (\text{i})$$

No instante  $\tau$ , temos, considerando que a quantidade de gás inerte se mantém constante:

$$n_{\text{total},\tau} = n_{\text{A}\tau} + n_{\text{B}\tau} + n_{\text{C}\tau} + n_{\text{I}\tau} = 0,25 + y + n_{\text{C}\tau} + n_{\text{I}0} \quad (\text{ii})$$

Subtraindo (i) de (ii) membro a membro temos que no intervalo de tempo  $\tau$ :

$$\Delta n = (0,25 + y + n_{\text{C}\tau} + n_{\text{I}0}) - (1,25 + n_{\text{I}0}) = y + n_{\text{C}\tau} - 1$$

Aplicando a equação de Clapeyron, no mesmo intervalo de tempo  $\tau$ :

$$\Delta p \cdot V = \Delta n \cdot R \cdot T \Rightarrow \Delta n = \Delta p \cdot \frac{V}{R \cdot T} \Rightarrow y + n_{\text{C}\tau} - 1 = \Delta p \cdot \frac{V}{R \cdot T}$$

$$y + n_{\text{C}\tau} = 1 + \Delta p \cdot \frac{V}{R \cdot T}$$

Mas, da tabela temos  $\Delta p = 2,59 - 3,05 = -0,46 \text{ atm}$ :

$$y + n_{C_r} = 1 + \Delta p \cdot \frac{V}{R \cdot T} \Rightarrow y + n_{C_r} = 1 + (-0,46) \cdot \frac{15}{0,082 \cdot 300}$$

$$y + n_{C_r} = 0,72 \text{ mol}$$

Supondo a reação do enunciado balanceada, a expectativa seria um mesmo consumo de B que foi de A, igual a 0,25 mol (restando 0,5 mol de B) e uma formação de 0,25 mol de C. Desta forma o valor  $y + n_{C_r}$  deveria ser 0,75 mol.

Daí conclui-se que C é solúvel no líquido presente.

Se A é o reagente limitante ou os reagentes estão em proporções estequiométricas, então o instante  $\tau$  representa exatamente o ponto médio do avanço da reação, o que nos leva imediatamente ao resultado:

$$\Delta p_{0 \rightarrow \tau} = \Delta p_{\tau \rightarrow \text{fim}} = (2,59 - 3,05) \text{ atm} = -0,46 \text{ atm}$$

Logo:

$$p_{\text{fim}} - p_{\tau} = -0,46 \text{ atm} \Rightarrow p_{\text{fim}} = p_{\tau} - 0,46 \text{ atm} = (2,59 - 0,46) \text{ atm}$$

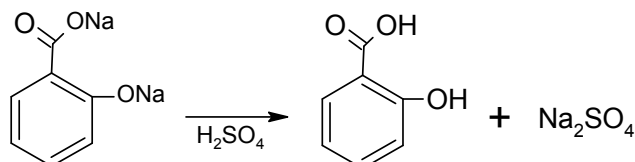
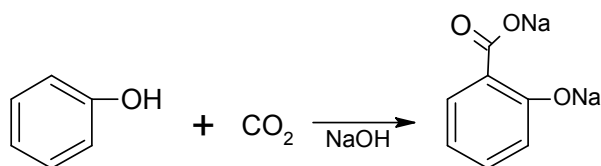
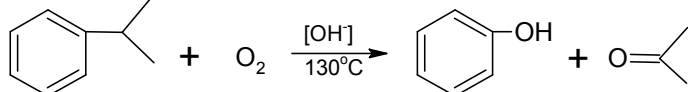
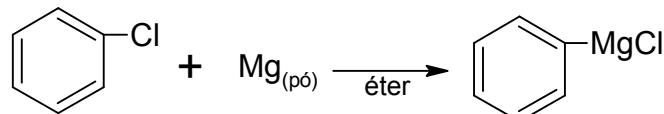
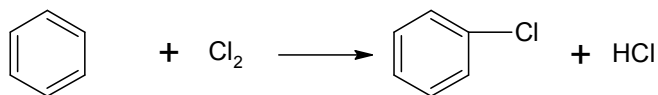
$$p_{\text{fim}} = 2,13 \text{ atm}$$

Note que esta análise já leva em consideração a quantidade de gás consumidas e formadas independente do balanceamento da equação (na mesma proporção da primeira metade do caminho). Também leva em consideração a quantidade de gás C dissolvida do líquido que, como é diretamente proporcional à pressão parcial de C, também será o dobro da quantidade dissolvida até a metade do caminho.

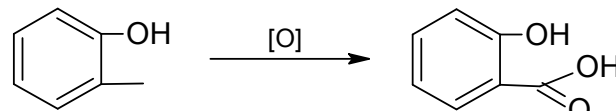
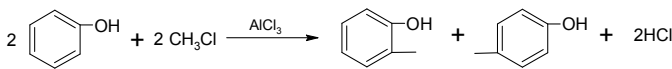
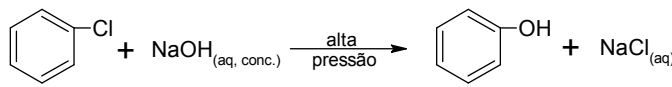
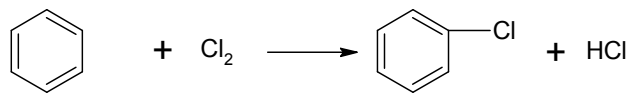
**06.** O ácido orto-hidroxibenzóico, mais conhecido como ácido salicílico, é um componente recomendado por dermatologistas e atua na pele ajudando as células a se renovarem mais rapidamente através da esfoliação superficial, evitando assim que os poros fiquem obstruídos. Proponha uma rota sintética para a obtenção do ácido salicílico a partir do benzeno.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 06**

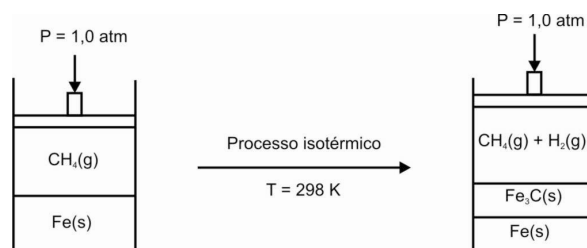
**SOLUÇÃO I:**



**SOLUÇÃO II:**



**07.** Considere a proposta de um processo para a obtenção da cementita, esquematizada abaixo.



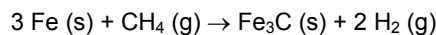
Sabe-se que a energia livre de Gibbs molar está relacionada diretamente com a constante de equilíbrio de uma reação química, conforme a seguinte equação termodinâmica:

$$\Delta G_{\text{reação}} = -RT \ln K_p$$

Determine as frações molares na fase gasosa, na situação de equilíbrio, e avalie se o processo é viável.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 07**

A reação que ocorre (supostamente) é:



$$\Delta H^\circ = H (\text{Fe}_3\text{C}) - H (\text{CH}_4) = 25,10 - (-74,50) = 99,90 \text{ kJ/mol} = 99 \text{ 900 J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta S^\circ = S (\text{Fe}_3\text{C}) + 2 S (\text{H}_2) - 3 S (\text{Fe}) - S (\text{CH}_4) = 104,6 + 2 (130,6) - 3 (27,30) - 186,20 = 97,70 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ = 99 \text{ 900} - (298 \cdot 97,70) = 70 \text{ 785,40 J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Como  $\Delta G^\circ > 0$ , reação endergônica, o processo não é viável.

Cálculo de  $K_p$ :

$$\ln K_p = -\frac{\Delta G^\circ}{RT} = -\frac{70 \text{ 785,40}}{8,314 \cdot 298} = -28,57$$

P/ transformar em logaritmo decimal dividimos por  $\frac{\ln 2}{\log 2} = 2,30$ .

$$\text{Assim, } \log K_p = \frac{-28,57}{2,30} = -12,42 \approx -12,4$$

Escrevemos  $\log K_p$  como  $-13 + 0,6$ , e determinaremos:

$K_p = 4 \cdot 10^{-13}$ . Isto aponta para uma reação "quase inexistente", e  $p (\text{H}_2) \rightarrow 0$ .

Usando o quadro de equilíbrio:

	3 Fe (s)	+	CH <sub>4</sub> (g)	→	Fe <sub>3</sub> C (s)	+	2 H <sub>2</sub> (g)
início	-		1 atm		-		0
estequiometria	-		x		-		2x
equilíbrio	-		1-x		-		2x

$$\text{Assim, } K_p = \frac{(2x)^2}{1-x} = 4x10^{-13}$$

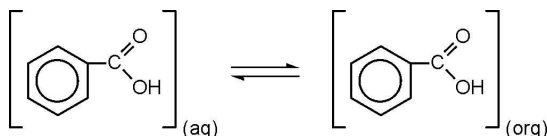
Como x é muito pequeno, podemos aproximar:

$$4x^2 \approx 4 \times 10^{-13}$$

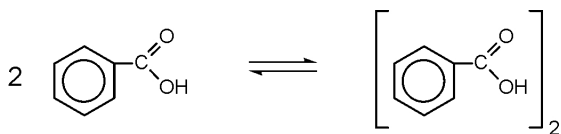
$$x \approx 3 \times 10^{-7}$$

A fração molar de H<sub>2</sub> é aproximadamente  $6 \times 10^{-7}$ , e a fração molar de CH<sub>4</sub> é aproximadamente 1.

**08.** Considere 100 mL de uma solução tampão aquosa (pH=4,70) que contém 12,2 g de ácido benzóico ( $K_a=4,50 \times 10^{-5}$ ). A fim de extrair o ácido dessa solução, utiliza-se o mesmo volume de um solvente orgânico imiscível em água. A mistura é agitada, deixada em repouso e, após a separação de fases, atinge o equilíbrio ( $K_e=0,5$ ):



Na fase orgânica, o ácido benzóico não se dissocia, mas sofre o seguinte processo dimerização parcial ( $K_d = 2$ ):

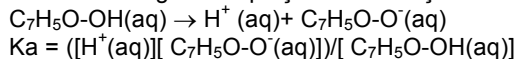


Calcule a concentração final do ácido benzóico na fase aquosa após a extração descrita acima.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 08**

$m(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}) = 12,2 \text{ g}$   
 $M(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}) = 122 \text{ g/mol}$   
 $n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}) = 12,2/122 = 0,1 \text{ mol de ácido benzóico}$

Teremos a seguinte equação de ionização do ácido benzóico:



Como o pH = 4,70  $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-4,70} \text{ e}$   
 $K_a = 4,50 \times 10^{-5}$ , teremos:  
 $10^{-4,70} \times [\text{C}_7\text{H}_5\text{O-O}^-(\text{aq})]/[\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH(aq)}] = 4,50 \times 10^{-5}$   
 Ou seja,  
 $10^{-4,70} \times n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-O}^-(\text{aq}))/n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH(aq)}) = 4,50 \times 10^{-5}$   
 $n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-O}^-(\text{aq})) = 2,255n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH(aq)})$

Do enunciado, teremos:

$$K_e = \frac{[\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}]_{org}}{[\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}]_{aq}} = \frac{1}{2}$$

Então:

$$\frac{n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{org}}{n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq}} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{org} = n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq}/2$$

Do enunciado, também teremos:

$$K_d = \frac{[(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_2]_{org}}{[\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}]_{org}} = 2$$

$$K_d = 2 = \frac{[(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_2]_{org}}{[(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{org}]^2} = \frac{\frac{n_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_2,org}}{V}}{\left[ \frac{n_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{org}}}{V} \right]^2}$$

$$K_d = 2 = \frac{n_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_2,org} V}{n^2_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{org}}} = \frac{n_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_2,org}}{n^2_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{org}}} \cdot 0,1$$

$$20n^2_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{org}} = n_{(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_2,org}$$

Então:

$$n((\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_2)_{org} = 5 [n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq}]^2$$

Como vimos,  $n(\text{total}) = 0,1 \text{ mol}$ , logo:

$$n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq} + n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-O}^-)_{aq} + n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{org} + n((\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_2)_{org} = 0,1$$

$$n(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{aq} + 2,255n(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{aq} + 0,5n(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{aq} + 2[5n(\text{C}_7\text{H}_5\text{OOH})_{aq}]^2 = 0,1$$

$$3,75n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq} + 50 (n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq})^2 = 0,1, \text{ cuja raiz é:}$$

$$n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq} = 0,0209 \text{ mol}$$

$$[\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}]_{aq} = n(\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH})_{aq}/V$$

$$[\text{C}_7\text{H}_5\text{O-OH}]_{aq} = 0,209 \text{ mol/L}$$

A concentração final do ácido benzóico não ionizado é de 0,209 mol/L.

**09.** Uma amostra de massa 1g de determinado elemento radioativo  $^{100}_z\text{Q}$  (meia-vida 23,0 anos) decai, por meio de uma emissão alfa, gerando o elemento R (meia-vida 34,5 anos). Este, por sua vez, emite uma partícula beta, dando origem ao elemento estável S.

Sabe-se que as frações molares dos elementos Q e S são funções do tempo de decaimento, expressas, respectivamente, por:

$$x_Q = e^{-k_1 t} \quad x_S = 1 - \frac{k_2}{k_2 - k_1} e^{-k_1 t} - \frac{k_1}{k_1 - k_2} e^{-k_2 t}$$

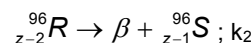
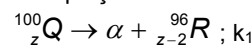
onde  $k_1$  e  $k_2$  são as constantes de velocidade da primeira e da segunda reação de decaimento, respectivamente.

Sabendo que o máximo de uma função da forma  $f(t) = e^{at} - e^{bt}$   $b < a < 0$ ,  $t > 0$ , é obtido quando  $ae^{at} - be^{bt} = 0$ , determine a máxima quantidade, em massa, que é atingida pelo elemento R.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 09**

A massa inicial de 1g corresponde a 0,01 mol de Q.

As equações de decaimento são dadas por:



A soma das quantidades em mols das substâncias Q, R e S é constante e igual a 0,01 durante todo o processo.

Assim:  $x_Q + x_R + x_S = 1 \rightarrow x_R = 1 - x_Q - x_S$

$$x_Q = e^{-k_1 t}$$

$$x_S = 1 - \frac{k_2}{k_2 - k_1} e^{-k_1 t} - \frac{k_1}{k_1 - k_2} e^{-k_2 t}$$

$$x_R = 1 - e^{-k_1 t} - \left( 1 - \frac{k_2}{k_2 - k_1} e^{-k_1 t} - \frac{k_1}{k_1 - k_2} e^{-k_2 t} \right)$$

$$x_R = \frac{k_1}{k_1 - k_2} (e^{-k_2 t} - e^{-k_1 t}) = 3(e^{-0,02t} - e^{-0,03t})$$

Da condição de máximo apresentada no enunciado:

$$\text{Se } X_R \text{ é máximo, então } -k_2 e^{-k_2 t} = -k_1 e^{-k_1 t}$$

$$\frac{e^{-k_2 t}}{e^{-k_1 t}} = \frac{k_1}{k_2}$$

$$e^{(k_1 - k_2)t} = \frac{k_1}{k_2}$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{k_1}{k_2}\right)}{(k_1 - k_2)} = \frac{\ln\left(\frac{3}{2}\right)}{(0,03 - 0,02)} = 100 \ln\left(\frac{3}{2}\right)$$

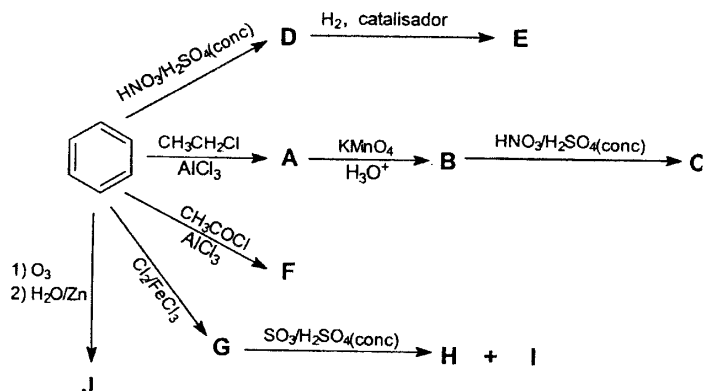
Assim,

$$X_{R,\max} = 3(e^{-2 \ln(3/2)} - e^{-3 \ln(3/2)}) = 4,44 \cdot 10^{-1}$$

$$n_{R,\max} = 0,01 \text{ mol} \cdot 3(e^{-2 \ln(3/2)} - e^{-3 \ln(3/2)}) = 4,44 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

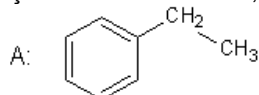
$$m_{R,\max} = 96 \text{ g/mol} \cdot 0,01 \text{ mol} \cdot 3(e^{-2 \ln(3/2)} - e^{-3 \ln(3/2)}) = 4,27 \cdot 10^{-1} \text{ g}$$

10. Determine as estruturas das substâncias identificadas pelas letras de A a J no esquema abaixo:

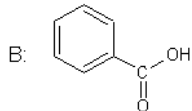


**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 10**

Reação A: Alquilação do anel benzênico;

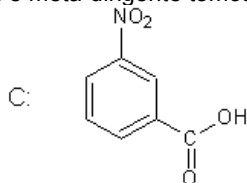


Reação B: Oxidação enérgica;

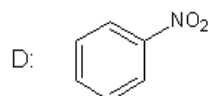


Reação C: reação com mistura sulfonítrica (adição de grupo nitro NO<sub>2</sub>).

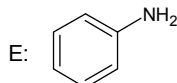
Como a carboxila é meta-dirigente temos:



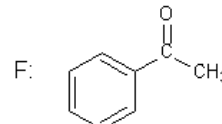
Reação D: reação com mistura sulfonítrica (adição de grupo nitro NO<sub>2</sub>).



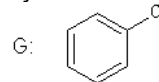
Reação E: Hidrogenação catalítica:



Reação F: Alcilação do anel benzênico:



Reação G: Halogenação do anel benzênico:



Reação H e I: Sulfonação do anel benzênico:

Como o cloro é orto-para dirigente, teremos dois compostos, o H e o I.



Reação J: ozonólise do anel benzênico:

