



## DADOS

Massas atômicas (u):	O	C	H	N	Na	S	Cu	Zn
	16	12	1	14	23	32	63,5	65,4

Tempo de meia-vida do  $U^{238}$ :  $4,50 \cdot 10^9$  anos

Tempo de meia-vida do  $U^{235}$ :  $7,07 \cdot 10^8$  anos

Abundância isotópica do  $U^{238}$ : 99,28%

Abundância isotópica do  $U^{235}$ : 0,72%

Potenciais padrão de eletrodo (V)	
$Zn + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$	+1,25
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	+0,76
$ZnO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow Zn + 4OH^-$	-1,21
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0,40
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1,23
$O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	+0,70

Energia Livre de Gibbs:  $\Delta G = -nFE$        $1F = 96485 \text{ C} \cdot (\text{mol} \cdot e^-)^{-1}$

$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\log 0,9928 = -0,0031$      $\log 2 = 0,30$      $\log 3 = 0,48$      $\log 3,1 = 0,49$

$\ln 2 = 0,69$                        $\ln 3 = 1,1$                        $\ln 137,9 = 4,9$      $5^{1/2} = 2,24$

## ▶ Questão 01

O elemento  $X$  tem dois isótopos estáveis. Um de tais isótopos é isótono do nuclídeo  ${}_{46}Q^{108}$  e isóbaro do nuclídeo  ${}_{48}Z^{109}$ . Com base nestas informações responda:

- Qual o número atômico de  $X$ ?
- A que grupo e período da Tabela Periódica pertence o elemento  $X$ ?
- Qual a configuração eletrônica de  $X$  no estado fundamental?
- Quais são os números quânticos principal, azimutal e magnético do elétron desemparelhado na configuração descrita no item c?

### Respostas

- $Z = 47$
- 5º período; grupo 11 ou IB.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$
- $n = 5$ ;  $\ell = 0$ ;  $m = 0$

### Resolução:

- $X$  é isótono de  ${}_{46}Q^{108}$   $\therefore Nx = 62$   
 $X$  é isóbaro de  ${}_{48}Z^{109}$   $\therefore Ax = 109$   
 Portanto,  $Ax = Zx + Nx$   
 $109 = Zx + 62 \therefore Zx = 47$

- b)  $1s^2$   
 $2s^2 2p^6$   
 $3s^2 3p^6 3d^{10}$   
 $4s^2 4p^6 4d^{10}$   
 $5s^1$
- c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$
- d) Elétron desemparelhado  $5s^1$

$$\begin{array}{l} 5s^1 \\ \boxed{\uparrow} \quad n = 5 \\ \quad \quad \ell = 0 \\ \quad \quad m = 0 \end{array}$$

## ▶ Questão 02

Os isótopos do urânio  $U^{238}$  e  $U^{235}$  aparecem na natureza sempre juntos. Como o  $U^{235}$  não é gerado a partir do  $U^{238}$  por desintegração e admitindo que não há razão para privilegiar um em relação ao outro, podemos supor que o Criador os tenha colocado em proporções iguais no momento da formação da Terra. Considerando válida tal hipótese, calcule a idade que nosso planeta teria.

### Resolução:

Fórmulas:

$$n_f = \frac{n_0}{2^x}; \Delta t = x \cdot t_{\frac{1}{2}}$$

Legenda:

$n_0$  = número de mol inicial

$n_f$  = número de mol final

$\Delta t$  = intervalo de tempo do processo (idade da Terra)

$x$  = número de meias-vidas

$t_{\frac{1}{2}}$  = período de meia-vida

$$n_0(U^{238}) = n_0(U^{235})$$

$$n_f \cdot 2^{\frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9}} = n_f \cdot 2^{\frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8}}$$

$$99,28 \cdot 2^{\frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9}} = 0,72 \cdot 2^{\frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8}}$$

$$137,9 \cdot 2^{\frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9}} = 2^{\frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8}}$$

$$\ln 137,9 + \ln 2^{\frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9}} = \ln 2^{\frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8}}$$

$$\ln 137,9 + \ln 2 \cdot \frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9} = \ln 2 \cdot \frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8}$$

$$4,9 + 0,69 \cdot \frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9} = 0,69 \cdot \frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8}$$

$$4,9 = \frac{0,69 \Delta t}{7,07 \cdot 10^8} - \frac{0,69 \Delta t}{4,5 \cdot 10^9}$$

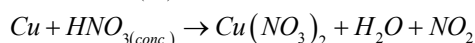
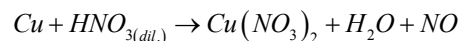
$$\frac{4,9}{0,69} = \frac{\Delta t}{7,07 \cdot 10^8} - \frac{\Delta t}{4,5 \cdot 10^9}$$

$$7,101 = \frac{4,5 \cdot 10^9 \Delta t - 7,07 \cdot 10^8 \Delta t}{7,07 \cdot 10^8 \cdot 4,5 \cdot 10^9}$$

$$\therefore \Delta t = 5,956 \cdot 10^9 \text{ anos}$$

**Questão 03**

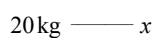
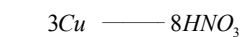
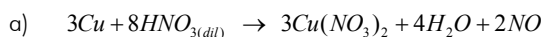
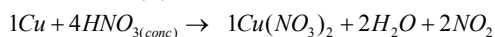
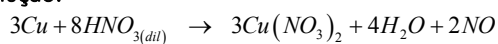
Podemos obter nitrato cúprico reagindo cobre tanto com ácido nítrico diluído quanto com ácido nítrico concentrado. As equações não balanceadas são:



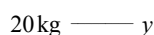
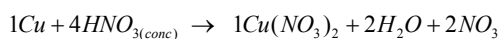
Para obter nitrato cúprico a partir de 20 kg de cobre, pergunta-se:

- Qual dos dois processos é o mais econômico em termos de consumo de  $\text{HNO}_3$ ?
- Qual a economia, em kg de  $\text{HNO}_3$ , pela escolha conveniente do processo?

**Resolução:**

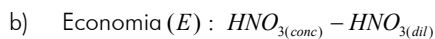


$$x = 52,9133 \text{ kg } \text{HNO}_{3(\text{dil.})}$$



$$y = 79,3700 \text{ kg } \text{HNO}_{3(\text{conc.})}$$

O processo mais econômico é o que utiliza  $\text{HNO}_{3(\text{dil.})}$



$$E = y - x$$

$$E = 79,37 - 52,9133$$

$$E = 26,4567 \text{ kg}$$

**Questão 04**

A adição de 8,90 g de um hidrocarboneto aromático  $X$  a 256 g de benzeno resulta em uma solução cuja temperatura de congelamento é  $1,39^\circ\text{C}$  inferior à do benzeno puro. Sabendo que a constante criométrica molal do benzeno é  $5,12^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ , dê as fórmulas estruturais dos produtos monossustituídos resultantes da reação de  $X$  com uma mistura sulfonítrica ( $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado). Despreze a existência do hidrocarboneto  $X$  na fase vapor.

**Resolução:**

$\Delta t_c$  = variação de temperatura de congelamento.

$k_c$  = constante crioscópica.

$$W = \text{molalidade.} \left( \frac{m_1}{M_x m_2 (\text{kg})} \right)$$

Cálculo da massa molar de  $X$ .

$$\Delta t = k_c \cdot W \therefore 1,39 = 5,12 \cdot \frac{8,90}{M_x \cdot 0,256} \therefore \underline{M_x = 128 \text{ g/mol}}$$

Considerando que  $X$  seja um hidrocarboneto aromático não ramificado.

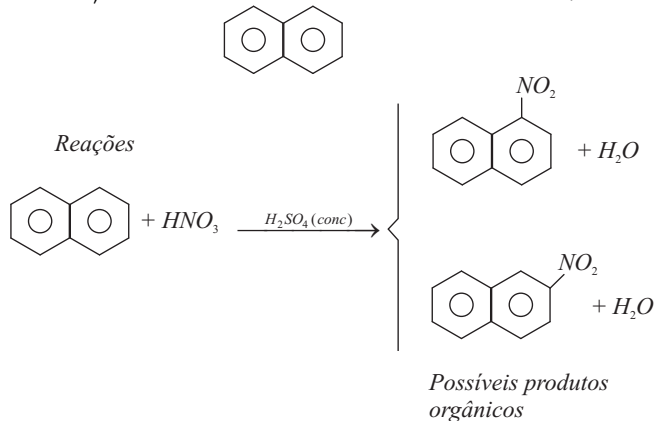
Para hidrocarboneto com 1 anel aromático  $C_n H_{2n-6}$

$$C_n H_{2n-6} = 128 \therefore 14n - 6 = 128 \therefore \underline{n = 9,57}$$

Para hidrocarboneto com 2 anéis aromáticos  $C_nH_{2n-12}$

$$C_nH_{2n-12} = 128 \quad \therefore 14n - 12 = 128 \quad \therefore \underline{n=2}$$

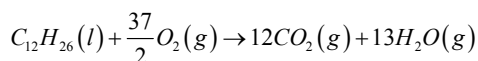
Portanto, o hidrocarboneto aromático  $X$  é o naftaleno.



### ▶ Questão 05

Um combustível de fórmula molecular média  $C_{12}H_{26}$  é alimentado em um queimador à taxa de  $0,6 \text{ mol/min}$ , com 40% de ar em excesso, de modo a garantir a combustão completa. Admitindo-se que a composição percentual molar do ar seja de 80% de nitrogênio e 20% de oxigênio, calcule a taxa total, em  $\text{mol/min}$ , de saída dos gases do queimador.

**Resolução:**



$$C_{12}H_{26} \quad \text{---} \quad O_2$$

$$1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad \frac{37}{2} \text{ mol}$$

$$0,6 \text{ mol} \quad \text{---} \quad x$$

$$x = 11,1 \text{ mol} \quad \therefore v_{O_2} = 11,1 \frac{\text{mol}}{\text{min}} \text{ (consumo)}$$

$$O_2 \quad \text{---} \quad Ar$$

$$20 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 100 \text{ mol}$$

$$11,1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad y$$

$$y = 55,5 \text{ mol} \cdot 1,4 = 77,7 \text{ mol/min} \text{ (entrada de ar)}$$

A composição da mistura gasosa na saída do queimador é:

$$\text{Excesso de } O_2 = 4,44 \text{ mol/min}$$

$$N_2 = 62,16 \text{ mol/min}$$

$$CO_2 = 7,2 \text{ mol/min}$$

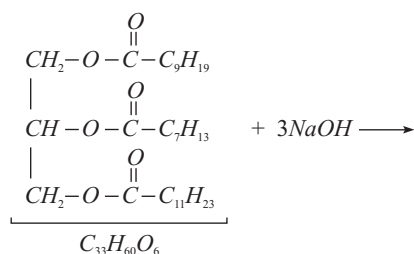
$$H_2O(v) = 7,8 \text{ mol/min}$$

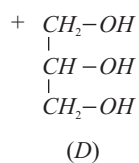
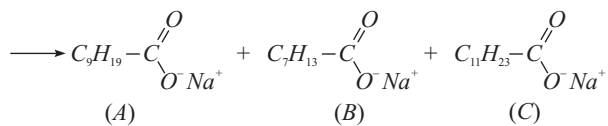
Portanto, a taxa total será  $81,6 \text{ mol/min}$ .

### ▶ Questão 06

Determine os percentuais em massa dos produtos na mistura obtida a partir da reação de saponificação completa, com  $NaOH$ , de  $1,00 \text{ mol}$  do triacilglicerol formado pelos ácidos decanóico, 2-octenóico e dodecanóico.

**Resolução:**





$$M(A) = 194 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}_{33}\text{H}_{60}\text{O}_6) = 672 \text{ g/mol}$$

$$M(B) = 164 \text{ g/mol}$$

$$M(C) = 222 \text{ g/mol}$$

$$M(D) = 92 \text{ g/mol}$$

$$\% A = \frac{194}{672} = 28,87\%$$

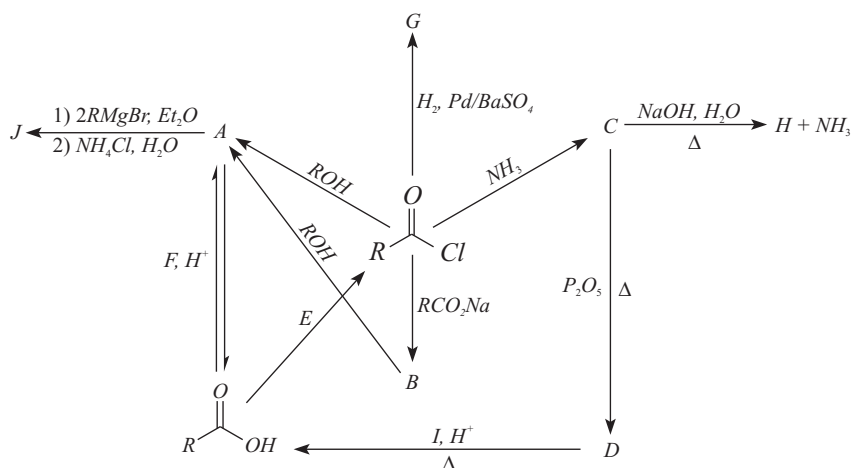
$$\% B = \frac{164}{672} = 24,40\%$$

$$\% C = \frac{222}{672} = 33,04\%$$

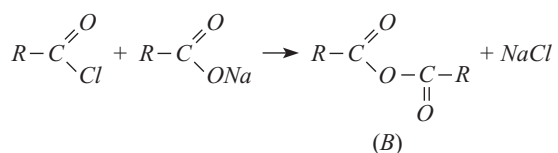
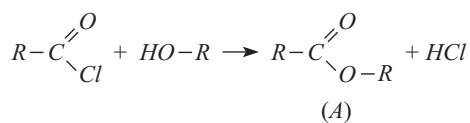
$$\% D = \frac{92}{672} = 13,69\%$$

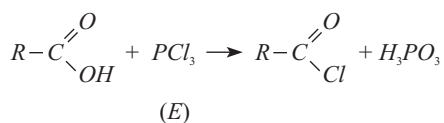
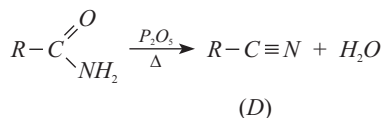
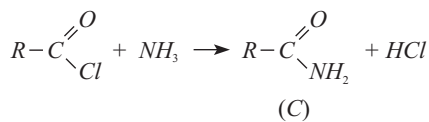
### ▶ Questão 07

Identifique cada reagente, produto ou função orgânica indicados pelas letras de *A* a *J* no esquema abaixo. Considere que *R* é um grupo alquila.

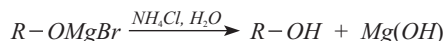
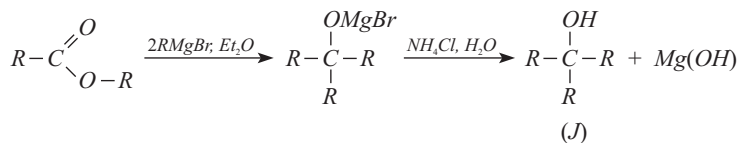
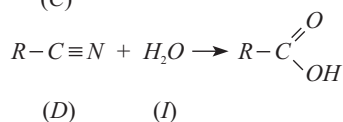
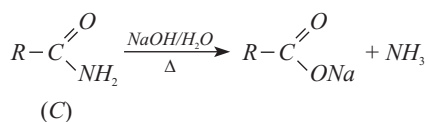
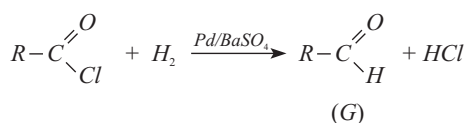
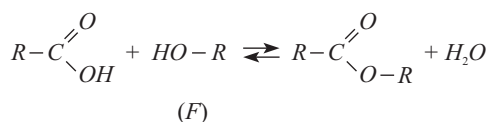


**Resolução:**





Obs.: (E) também pode ser  $\text{SOCl}_2$ .



### ▶ Questão 08

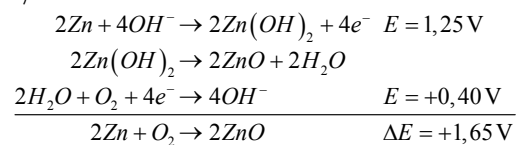
Em uma bateria do tipo ar-zinco, um dos eletrodos é composto por uma mistura de zinco em pó e  $\text{KOH}$ , contida em uma cápsula metálica isolada eletricamente do outro eletrodo. Este último é composto por uma placa porosa de carvão que permite a passagem de  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}(g)$ . A capacidade da bateria é limitada pela massa de zinco que é consumida

através da reação global  $\text{Zn} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}(s)$ , processo este que envolve a formação e decomposição de hidróxido de zinco. Para uma bateria desse tipo e com capacidade média de 160mAh, pede-se:

- A tensão padrão produzida pela bateria.
- A massa média de zinco necessária para que a bateria apresente a capacidade supracitada nas condições padrão.

#### Resolução:

a)



b)

$$1 \text{ mol } e^- \text{ ————— } 96485 \text{ C}$$

$$4 \text{ mol } e^- \text{ ————— } Q_T$$

$$\therefore Q_T = 4 \cdot 96485 \text{ C}$$

Cálculo da massa de zinco

$$2 \cdot 65,4 \text{ g Zn} \text{ ————— } 4 \cdot 96485 \text{ C}$$

$$m \text{ ————— } 160 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \text{ C}$$

$$m = \frac{2 \cdot 65,4 \cdot 160 \cdot 10^{-3} \cdot 3600}{4 \cdot 96485}$$

$$m = 0,195 \text{ g Zn}$$

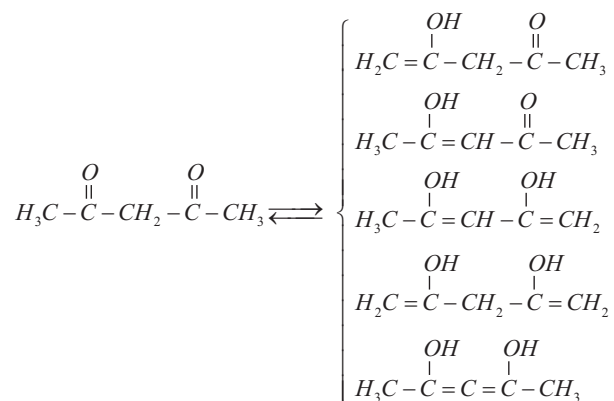
### ▶ Questão 09

Para cada composto abaixo, apresente as fórmulas estruturais planas das formas tautoméricas, se houver, ou justifique a inexistência de tautomeria.

- a)  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$   
 b) aldeído benzóico

#### Resolução:

a)



- b) Não há tautomeria, pois não existe átomo de hidrogênio no carbono alfa.

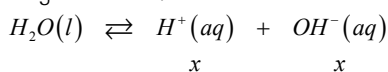
### ▶ Questão 10

Foi solicitado a um estudante que calculasse o  $pH$  de uma solução  $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$  de  $\text{NaOH}$ , a  $298,15 \text{ K}$  e  $100 \text{ kPa}$ . O estudante apresentou como resposta o valor  $7,0$ . Calcule o  $pH$  da solução em questão e explique eventuais divergências entre sua resposta e a resposta do estudante.

#### Resolução:

A solução  $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$  de  $\text{NaOH}$  fornece  $[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-7}$ .

A água fornece:



Assim, podemos totalizar:

$$[\text{H}^+] = x; [\text{OH}^-] = x + 10^{-7}$$

E escrever:

$$x \cdot (x + 10^{-7}) = 10^{-14}$$

$$x^2 + 10^{-7}x - 10^{-14} = 0$$

$$10^{14}x^2 + 10^7x - 1 = 0$$

$$x = \frac{-10^7 + \sqrt{10^{14} + 4 \cdot 10^{14}}}{2 \cdot 10^{14}} \quad (\text{só nos interessa a raiz positiva})$$

$$x = \frac{-10^7 + \sqrt{5} \cdot 10^7}{2 \cdot 10^{14}} = \left( \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \right) \cdot 10^{-7}$$

$$x = \frac{1,24}{2} \cdot 10^{-7} = 0,62 \cdot 10^{-7} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$pH = 7,21$$

A solução é levemente básica, os íons  $\text{OH}^-$  vêm de 2 fontes:  $\text{NaOH}$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

## **Professores**

### **Química**

Dalton Franco  
Everton  
João Neto  
Nelson Santos  
Thé

### **Colaboradores**

Aline Alkmin  
Fabrício Almeida  
Henrique  
José Diogo  
Paula Esperidião  
Pedro Gonçalves

### **Digitação e Diagramação**

Érika Rezende  
Márcia Santana  
Valdivina Pinheiro

### **Desenhistas**

Leandro Bessa  
Taís Dourado  
Vinicius Ribeiro

### **Projeto Gráfico**

Mariana Fiusa  
Vinicius Ribeiro

### **Assistente Editorial**

Valdivina Pinheiro

### **Supervisão Editorial**

Dalton Franco  
Marcelo Moraes  
Rodrigo Bernadelli

**Copyright©Olimpo2010**

A **Resolução Comentada** das provas do IME poderá ser obtida diretamente no

**OLIMPO** Pré-Vestibular.

**As escolhas que você fez nessa prova, assim como outras escolhas na vida, dependem de conhecimentos, competências, conhecimentos e habilidades específicos. Esteja preparado.**

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

