

GABARITO DE  
QUÍMICA

# IME 2010

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Realizada em 28 de outubro de 2010



**PENSI**  
Colégio e Curso

**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:  $\Delta G = - nFE$

$1F = 96485 \text{ C.}(\text{mol. } e^-)^{-1}$

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

$\log 0,9928 = -0,0031$

$\log 2 = 0,30$

$\log 3 = 0,48$

$\log 3,1 = 0,49$

$\ln 2 = 0,69$

$\ln 3 = 1,1$

$\ln 137,9 = 4,9$

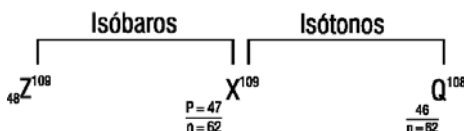
$5^{1/2} = 2,24$

**Questão 01**

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

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

**Gabarito:**



- (A)  $Z = 47$   
 (B) Configuração eletrônica  $1s^2, \dots, 5s^2, 4d^9$

Como é um Isótopo da prata, temos configuração específica

$$1s^2, \dots, 5s^1, 4d^{10} \left. \begin{array}{l} \text{5}^\circ \text{período} \\ \text{Grupo IB ou 11} \end{array} \right\}$$

- (C)  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1, 4d^{10}$

- (D) Elétron desemparelhado em  $5s^1$   $n=5$   $\ell=0$   $m=0$

**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.

**Gabarito:**

Início: teremos quantidades iguais de U-238 e U-235 ( $n_0$ )

$$U-238: n = \frac{n_0}{2^{\frac{t}{4,5 \cdot 10^9}}} \Rightarrow n_0 = n \cdot 2^{\frac{t}{4,5 \cdot 10^9}} \quad (1)$$

$$U-235: n' = \frac{n_0}{2^{\frac{t}{7,07 \cdot 10^8}}} \Rightarrow n_0 = n' \cdot 2^{\frac{t}{7,07 \cdot 10^8}} \quad (2)$$

Igualando (1) e (2) teremos:

$$n \cdot 2^{\frac{t}{4,5 \cdot 10^9}} = n' \cdot 2^{\frac{t}{7,07 \cdot 10^8}}$$

$$\frac{n}{n'} = \frac{2^{\frac{t}{7,07 \cdot 10^8}}}{2^{\frac{t}{4,5 \cdot 10^9}}} = 2^{\frac{t}{7,07 \cdot 10^8} - \frac{t}{4,5 \cdot 10^9}}$$

$$\frac{n}{n'} = 2^{\frac{t \cdot (4,5 \cdot 10^9 - 7,07 \cdot 10^8)}{7,07 \cdot 10^8 \cdot 4,5 \cdot 10^9}} \quad (3)$$

Nos dias de hoje temos 99,28% de U-238 e 0,72% de U-235.

$$\frac{n}{n'} = \left( \frac{n_{U-238}}{n_{U-235}} \right)_{\text{hoje}} = \frac{99,28}{0,72} = 137,9 \quad (4)$$

Substituindo (4) em (3):

$$137,9 = 2^{\frac{t \cdot (4,5 - 7,07) \cdot 10^9}{7,07 \cdot 10^8 \cdot 4,5 \cdot 10^9}} \Rightarrow 137,9 = 2^{\frac{t \cdot 37,93}{7,07 \cdot 4,5 \cdot 10^9}}$$

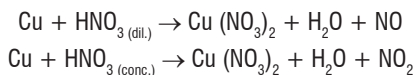
$$t \cdot \frac{37,93}{7,07 \cdot 4,5 \cdot 10^9} = \log_2^{137,9}$$

$$t \cdot \frac{7,07 \cdot 4,5 \cdot 10^9}{37,93} \cdot \frac{\log_{137,9}}{\log_2} = \frac{7,07 \cdot 4,5 \cdot 10^9 \cdot 4,9}{37,93 \cdot 0,69}$$

$$t = 5,96 \cdot 10^9 \text{ anos.}$$

**Questão 03**

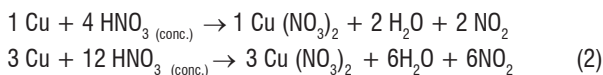
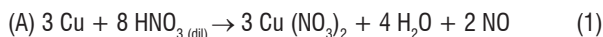
Podemos obter nitrato cúprico reagindo cobre tanto com ácido nítrico diluído quanto com ácido nítrico concentrado. As equações não balanceadas são:



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

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

**Gabarito:**



(1) gasta 8 mols de  $\text{HNO}_3$  para 3 mols de Cu enquanto, (2) gasta 12 mols de  $\text{HNO}_3$  para os mesmos 3 mols.

(B) Para cada 3 mols de Cu teremos uma economia de 4 mols de  $\text{HNO}_3$  na (1) em relação a (2)

3 mols Cu	4 mols $\text{HNO}_3$
3 . 63,5g	4 . 63g
20 . $10^3$ g	x

$$x = \frac{4 \cdot 63 \cdot 20 \cdot 10^3}{3 \cdot 63,5} = 26,5 \cdot 10^3 \text{g}$$

**Questão 04**

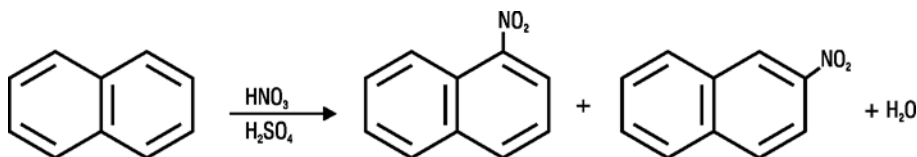
A adição de 8,90 g de um hidrocarboneto aromático X a 256 g de benzeno resulta em uma solução cuja temperatura de congelamento é 1,39 °C inferior à do benzeno puro. Sabendo que a constante criométrica molal do benzeno é 5,12 °C.kg.mol<sup>-1</sup>, dê as fórmulas estruturais dos produtos monossubstituídos resultantes da reação de X com uma mistura sulfonítrica (HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado). Despreze a existência do hidrocarboneto X na fase vapor.

**Gabário:**

$$\Delta T_{\text{cong}} = K_{\text{cong}} \cdot W$$

$$1,39 = 5,12 \cdot \frac{\frac{8,9}{MM_1}}{1000}$$

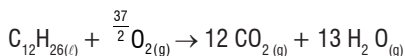
$$MM_1 = 128 \text{ g/mol}$$



Obs.: Não houve amarração para o composto X, sendo assim deveríamos considerar outras possibilidades com o benzeno substituído.

**Questão 05**

Um combustível de fórmula molecular média C<sub>12</sub>H<sub>26</sub> é alimentado em um queimador à taxa de 0,6 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 mol/min, de saída dos gases do queimador.

**Gabário:**

Da proporção estequiométrica temos:

$$1 : 18,5 : 12 : 13$$

Considerando o tempo de 1 min, temos:

$$0,6 : n_{\text{O}_2} : n_{\text{CO}_2} : n_{\text{H}_2\text{O}}$$

Calculando as proporções acima os números de mols:

$$n_{\text{O}_2} = 11,1 \text{ mols (consumido na reação de combustão).}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 7,2 \text{ mols.}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 7,8 \text{ mols.}$$

Como há excesso de 40% de ar, com 20% de  $\text{O}_2$  e 80% de  $\text{N}_2$ , então:

$$\text{Total } n_{\text{O}_2} \text{ disponível} = 1,4 \cdot 11,1 = 15,54 \text{ mols, dos quais } 11,1 \text{ foram consumidos, restando } 4,44 \text{ mols.}$$

$$\text{Total } n_{\text{N}_2} \text{ disponível no ar} = 4 \cdot n_{\text{O}_2} = 62,16 \text{ mols.}$$

Os gases são liberados na seguinte taxa:

$$\text{O}_2: 4,44 \text{ mols por minuto.}$$

$$\text{N}_2: 62,16 \text{ mols por minuto.}$$

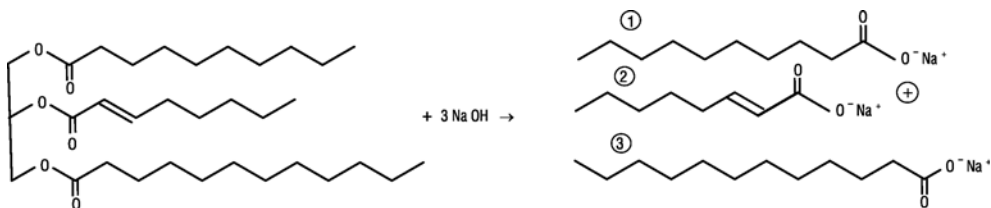
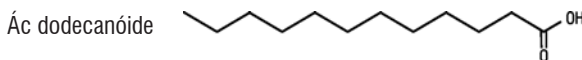
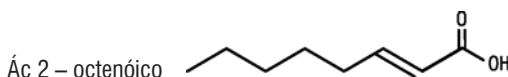
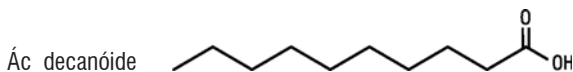
$$\text{CO}_2: 7,2 \text{ mols por minuto.}$$

$$\text{H}_2\text{O}: 7,8 \text{ mols por minuto.}$$

$$\text{Taxa total} = 81,6 \text{ mols por minuto.}$$

### Questão 06

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



$$\left. \begin{array}{l} 1. MM = 10 \times 12 + 2 \times 16 + 23 + 19 = 194 \\ 2. MM = 8 \times 12 + 2 + 16 + 23 + 13 = 164 \\ 3. MM = 12 \times 12 + 2 \times 16 + 23 + 23 = 222 \\ 4. MM = 3 \times 12 + 3 \times 16 + 8 = 92 \end{array} \right\} \text{total} = 672$$

$$1. \frac{194}{672} \times 100 = 28,9\%$$

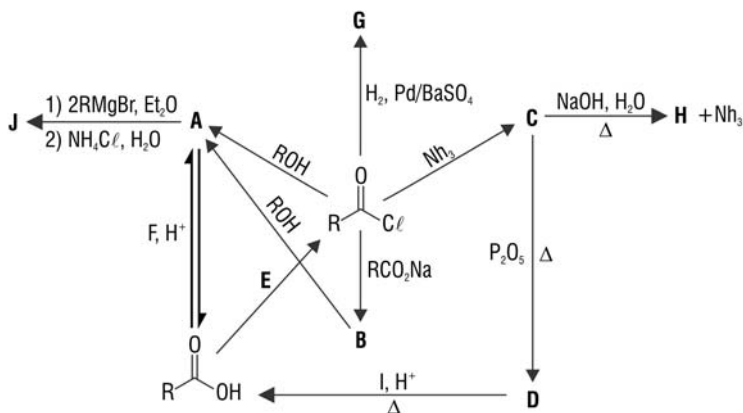
$$2. \frac{164}{672} \times 100 = 24,4\%$$

$$3. \frac{222}{672} \times 100 = 33,0\%$$

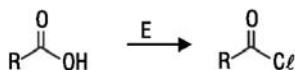
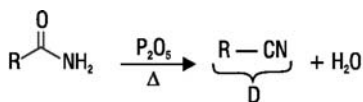
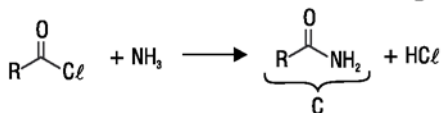
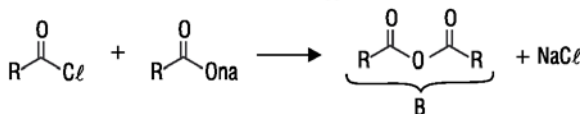
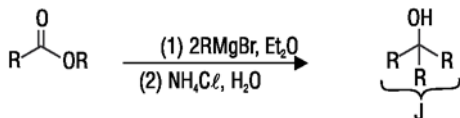
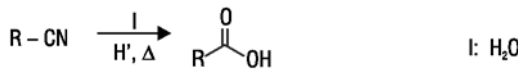
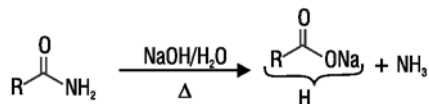
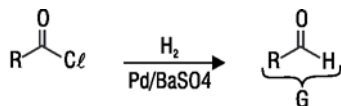
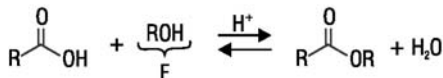
$$4. \frac{92}{672} \times 100 = 13,7\%$$

**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.






 E:  $\text{PCl}_3, \text{PCl}_5, \text{SOCl}_2, \text{SO}_2\text{Cl}_2$ 


**Questão 08**

Em uma bateria do tipo ar-zinco, um dos eletrodos é composto por uma mistura de zinco em pó e 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  $O_2$  e  $H_2O(g)$ . A capacidade da bateria é limitada pela massa de zinco que é consumida através da reação global  $Zn + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow ZnO(s)$ , processo este que envolve a formação e decomposição de hidróxido de zinco. Para uma bateria desse tipo e com capacidade média de 160 mAh, pede-se:

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

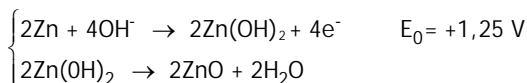
**Gabarito:**

(A) Das informações do enunciado temos:

**OXIDAÇÃO:**

– Consumo de zinco em pó

– Formação e decomposição de  $Zn(OH)_2$

**REDUÇÃO:**

– Reação entre  $O_2$  e  $H_2O$  na placa porosa de carvão.

**REAÇÃO GLOBAL:**

(B) Das reações acima temos:

1 mol de Zn consumido para cada 2 mols de elétrons

Logo:

Para tempo de 1h = 3600s

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$i = \frac{n \cdot F m_{Zn}}{\Delta t \cdot MM(Zn)} \Leftrightarrow 160 \cdot 10^{-3} = \frac{2 \cdot 96485 \cdot m_{Zn}}{3600 \cdot 65,4}$$

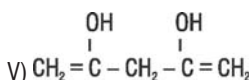
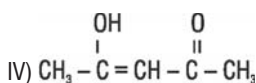
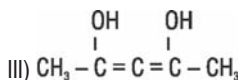
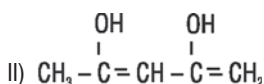
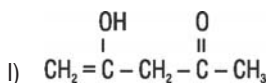
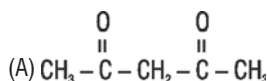
$$m_{Zn} = 0,195g$$

**Questão 09**

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



(B) aldeído benzóico

**Gabarito:**


(B) Neste composto não temos tautomeria, já que para isso deveria haver rompimento do ciclo, o que não ocorre. O objetivo da tautomeria é a formação de um composto mais estável e não ocorreria isso com a quebra do benzeno.

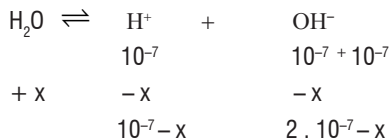
**Questão 10**

Foi solicitado a um estudante que calculasse o pH de uma solução  $1,0 \cdot 10^{-7}$  mol/L de NaOH, a 298,15 K e 100 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.

**Gabarito:**

O estudante ao apresentar como resposta  $\text{pH} = 7$  para uma solução  $10^{-7} \frac{\text{mol}}{\ell}$  de NaOH, desconsiderou a contribuição da auto-ionização da água, dado que a solução de NaOH é muito diluída.



$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$(10^{-7} - x) (2 \cdot 10^{-7} - x) = 10^{-14}$$

$$x^2 - 3 \cdot 10^{-7} \cdot x + 10^{-14} = 0$$

$$\text{Resolvendo a equação teremos: } x = 10^{-7} \cdot \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{final}} = 10^{-7} - x = 10^{-7} \cdot \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{2} \text{ mol/L}$$

$$\text{Sendo } [\text{H}^+]_{\text{final}} > 0 \rightarrow [\text{H}^+]_{\text{final}} = 10^{-7} \cdot \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log \left( 10^{-7} \cdot \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \right)$$

$$\text{pH} = -\log \left( 10^{-7} \cdot \frac{2,24 - 1}{2} \right) = -\log 0,62 \cdot 10^{-7} = 7 - \log 0,62$$

$$\text{pH} = 7 - \log \frac{3,1}{5} = 7 - \log \frac{3,1 \cdot 2}{10} = 7 - \log 3,1 + 1 - \log 2$$

$$\text{pH} = 7 - 0,49 + 1 - 0,30 = 7,21.$$

**Comentários Finais**

Diferente de anos anteriores a prova do vestibular IME/2011 não apresentou questões com alto grau de dificuldade.

Com exceção da questão 8 (onde havia como dado uma semi-reação errada que, apesar de não ser necessária para resolução da questão, pode ter confundido os candidatos), toda a prova foi muito bem estruturada contendo questões bem elaboradas abrangendo assuntos diversos.

Há de se destacar ainda a presença de 4 questões relacionadas total ou parcialmente à química orgânica. Em anos anteriores a frequência deste tipo de questão foi sempre menor.

**Professores:** Marcio Santos, Sand Jorge, Eurico Dias e Rafael Alves.