



# DESAFIO EM QUÍMICA

## PUC-RIO

**Leia atentamente as instruções abaixo:**

- Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 3ª série do ensino médio.
- A prova contém cinco questões discursivas, cada uma valendo 16 pontos.
- A prova possui **CINCO** folhas de questões. **A RESOLUÇÃO DE CADA QUESTÃO DEVE SER FEITA NA FOLHA DA MESMA QUESTÃO (FRENTE OU VERSO).**
- **TODAS** as folhas devem estar identificadas com o **NOME COMPLETO LEGÍVEL** em **LETRA DE FORMA.**
- **NÃO** utilize uma mesma folha de resposta para mais de uma questão.
- A duração da prova é de **TRÊS** horas.
- O uso de calculadoras comuns ou científicas é permitido. Estão proibidos a consulta a outros materiais e o uso de aparelhos celulares (mesmo como calculadora).

Rio de Janeiro, 15 de outubro de 2011.

**Realização:**



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO





# 6ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2011

## EM3 – 2ª Fase

ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ – PUC-Rio

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1																		18																	
1 H 1,0																	2 He 4,0																		
3 Li 6,9	4 Be 9,0	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>nº atômico</td> </tr> <tr> <td>SÍMBOLO</td> </tr> <tr> <td>massa atômica</td> </tr> </table>										nº atômico	SÍMBOLO	massa atômica	5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9									
nº atômico																																			
SÍMBOLO																																			
massa atômica																																			
11 Na 23,0	12 Mg 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9																		
19 K 39,0	20 Ca 40,0	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 55,0	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8																		
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc 98	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 127,0	54 Xe 131,3																		
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222																		
87 Fr 223	88 Ra 226	89-103	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 262	108 Hs 265	109 Mt 266																											
Série dos Lantanídeos		57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 159,0	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 174,97																			
Série dos Actinídeos		89 Ac 227	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262																			

**Dados:**

$R = 8,314 \text{ J/mol.K}$

$R = 0,08206 \text{ atm.L.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

$k = A.e^{-E_a/RT}$

$P.V=n.R.T$

Constante do Avogadro =  $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$



Nome completo: \_\_\_\_\_

Modalidade: \_\_\_\_\_

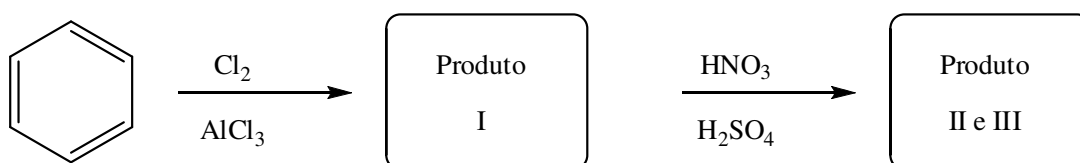
NOTA:

(Preenchido pela banca.  
Não use esse espaço!)

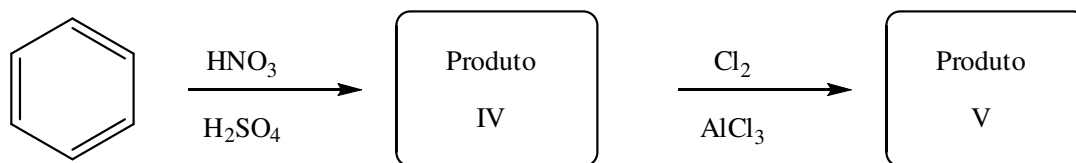
### QUESTÃO 01

São apresentadas abaixo duas possibilidades de sequências de reações de substituição eletrofílica aromática.

#### Sequência 1



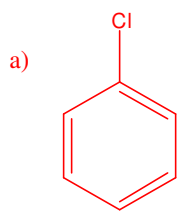
#### Sequência 2



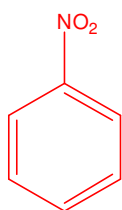
A respeito das reações anteriores:

- Apresente a estrutura e nomenclatura dos produtos I e IV.
- Apresente a estrutura dos produtos II, III e V.
- Justifique a formação de dois produtos na sequência 1 e de apenas um produto na sequência 2.
- Entre os produtos I e IV, qual reage mais rápido na segunda etapa? **Justifique a sua resposta.**

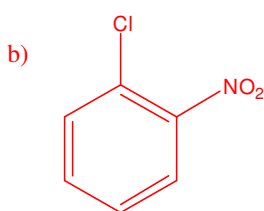
Gabarito



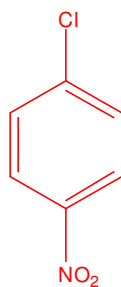
I = Clorobenzeno



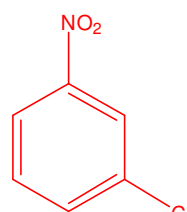
IV = Nitrobenzeno



II ou III



III ou II



V

c) O produto I tem um grupo (Cloro) que orienta a entrada do eletrófilo tanto em orto como em para, logo possibilita a formação de dois produtos. Já o produto IV (Nitro) que orienta a entrada do eletrófilo na posição meta levando à formação de um tipo de produto apenas.

d) A molécula I por possuir o átomo de cloro tem o anel aromático mais rico em elétrons do que a molécula IV que tem o grupo nitro, como a reação se dá com eletrófilos quem é mais rico em elétrons reage mais rápido.



Nome completo: \_\_\_\_\_

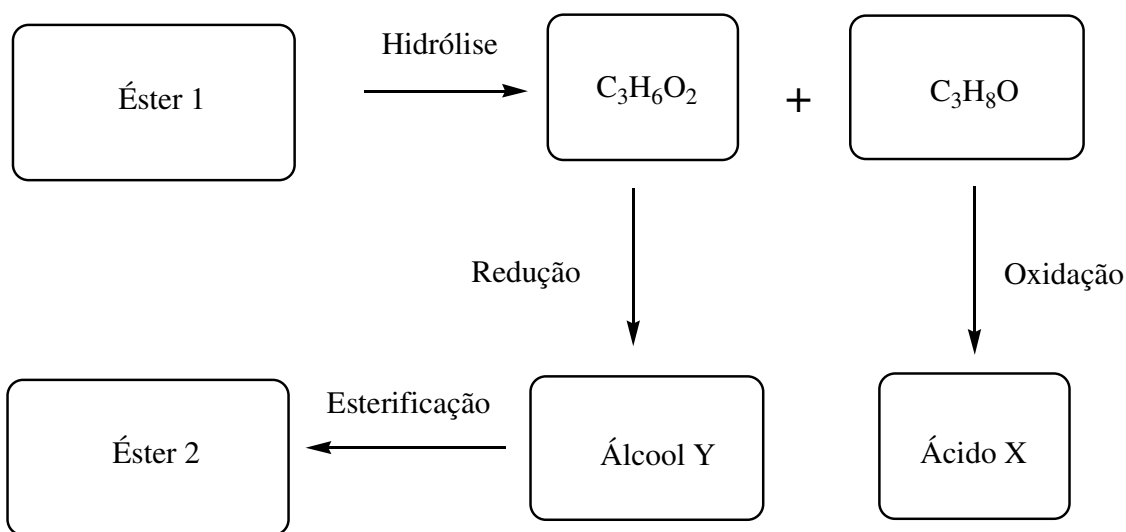
NOTA:

Modalidade: \_\_\_\_\_

(Preenchido pela banca.  
Não use esse espaço!)

### QUESTÃO 02

Considere o esquema abaixo:

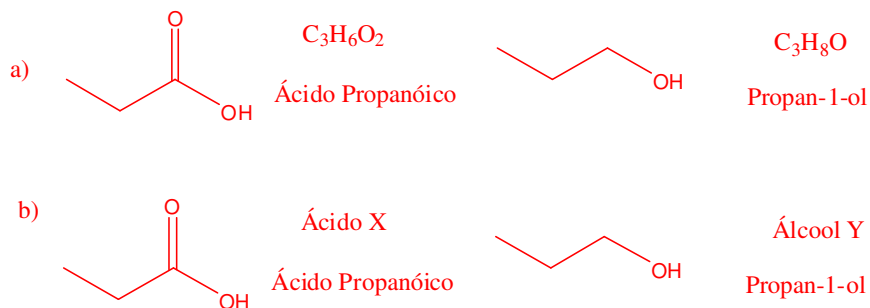


Sobre essa seqüência de reações, seus reagentes e produtos:

- Apresente as estruturas, com nomenclatura, dos produtos de hidrólise do Éster 1.
- Apresente as estruturas, com nomenclatura, do álcool Y e do ácido X.
- Considerando que os pontos de ebulição dos compostos  $C_3H_8O$  e  $C_3H_6O_2$  são, respectivamente, 97 °C e 141 °C, determine uma metodologia de separação destas duas substâncias.
- Explique a grande diferença entre os pontos de ebulição dos compostos  $C_3H_8O$  e  $C_3H_6O_2$ .
- Apresente as estruturas, com nomenclatura, dos Ésteres 1 e 2.



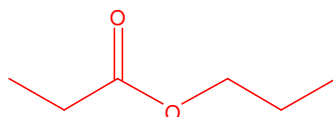
Gabarito



c) A melhor metodologia para separar dois líquidos miscíveis entre si e com pontos de ebulição diferentes é a destilação fracionada

d) O ácido propanóico apresenta massa molar maior e tem interações intermoleculares mais fortes, pois pode fazer mais ligações de hidrogênio que o álcool. Um átomo de oxigênio a mais na estrutura do ácido representa mais um aceptor de ligações de hidrogênio além da hidroxila (que o álcool também possui).

e) O ésteres 1 e 2 são iguais, a molécula é o Propanoato de n-Propila





Nome completo: \_\_\_\_\_

Modalidade: \_\_\_\_\_

NOTA:

(Preenchido pela banca.  
Não use esse espaço!)

### QUESTÃO 03

Uma liga contendo cobre e zinco é colocada em um béquer grande. A massa da liga é de 15,0 g. A liga então é atacada com solução de ácido clorídrico em excesso. Um dos componentes da liga é totalmente consumido numa reação que gera grande quantidade de um gás. Após a liberação de todo o gás hidrogênio, o excesso da solução de ácido clorídrico é completamente removido por aquecimento. O material sólido restante e seco apresentou a massa de 28,0 g.

A) Escreva a reação química balanceada do ácido com o componente da liga que reagirá.

B) Calcule a porcentagem de cobre e zinco na liga.

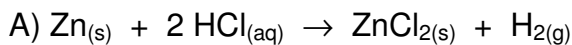
C) Considerando o gás liberado como ideal, determine o número de moléculas de gás produzidas na reação.

D) Suponha que todo o gás liberado na reação seja armazenado em um recipiente fechado com 3500 mL de volume. O recipiente já contém certa quantidade de um gás X. A pressão total no recipiente registrado no recipiente foi de 1,80 atm. Considerando que em todo o processo a temperatura permaneceu constante em 25,0 °C, qual é a fração molar do gás X e quantas moléculas do mesmo encontram-se presentes no recipiente?

---



**Gabarito**

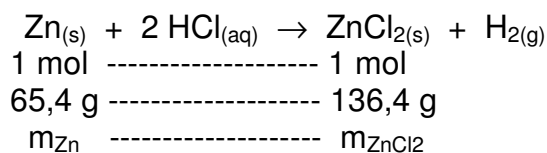


B)

Massa da liga  $\rightarrow m_{Zn} + m_{Cu} = 15 \text{ g}$  (eq.1)

A massa ao final da reação consiste na soma das massas do cobre que não reagiu e do sal formado

Massa final  $\rightarrow m_{Cu} + m_{ZnCl_2} = 28 \text{ g}$  (eq.2)



$$136,4 \cdot m_{Zn} = 65,4 \cdot m_{ZnCl_2} \Rightarrow m_{ZnCl_2} = 2,08 m_{Zn} \text{ (eq.3)}$$

Temos três incógnitas e três equações.

$$\begin{aligned} \text{(eq.3)} \rightarrow \text{(eq.2)} \quad m_{Cu} + 2,08 m_{Zn} &= 28 \\ m_{Cu} &= 28 - 2,08 m_{Zn} \text{ (eq.4)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(eq.4)} \rightarrow \text{(eq.1)} \quad m_{Zn} + 28 - 2,08 m_{Zn} &= 15 \\ m_{Zn} &= 12 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{l} \text{Massa de liga} \rightarrow 15 \text{ g} \text{ ---- } 100\% \\ \quad \quad \quad 12 \text{ g} \text{ ---- } x \quad \quad x = 80\% \text{ Zn (consequentemente 20\% Cu)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{C) } Zn \text{ ----- } H_{2(g)} \\ \quad 1 \text{ mol ----- } 1 \text{ mol} \\ \quad 65,4 \text{ g ----- } 6,022 \times 10^{23} \\ \quad 12 \text{ g ----- } x \end{array} \quad x = 1,1 \times 10^{23} \text{ moléculas (0,18 mol)}$$

D) Pressão total –  $P_T = 1,8 \text{ atm}$

$$\begin{aligned} V &= 3,5 \text{ L} \\ T &= 298 \text{ K} \end{aligned}$$

$$n_T = \frac{PV}{RT} = \frac{1,8 \cdot 3,5}{0,082 \cdot 298} = 0,26 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} 0,26 - 0,18 &= 0,08 \text{ mol de X} \rightarrow 4,8 \times 10^{22} \text{ moléculas} \\ \text{Fração molar } X_x &= 0,08/0,26 = 0,31 \end{aligned}$$



Nome  
completo: \_\_\_\_\_

NOTA:

Modalidade: \_\_\_\_\_

(Preenchido pela banca.  
Não use esse espaço!)

### QUESTÃO 04

Na odontologia, o material mais usado (no século passado) para obturar dentes cariados era conhecido como amálgama dental (amálgama é uma substância formada pela combinação de mercúrio com outro metal ou metais). Esse amálgama consiste de três fases sólidas que correspondem, aproximadamente, a  $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$ ,  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  e  $\text{Sn}_8\text{Hg}$ . Os potenciais de redução dessas fases são:



Se a obturação entra em contato com metais de outros tratamentos dentários, como uma coroa de ouro ( $E^0 = 1,93\text{ V}$ ), uma pequena dor aguda e momentânea é sentida. Também é possível sentir um desagradável gosto metálico. Sabendo que o gás oxigênio ( $E^0 = 1,23\text{ V}$ ) atua como agente oxidante nesse processo:

A) Qual é o íon mais provável que dá origem ao gosto metálico desagradável? **Justifique sua resposta.**

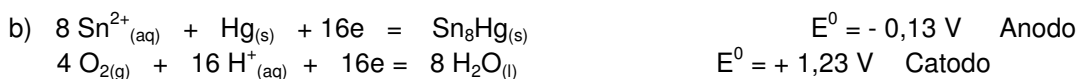
B) Identifique o catodo e o anodo na pilha descrita e escreva a reação global do processo.

Considere que na saliva existam íons, como o cloreto e o sódio, dissolvidos.

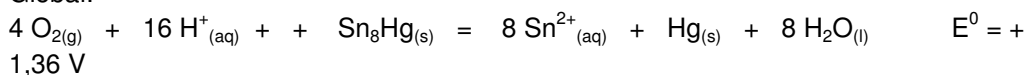
C) Explique para que eletrodo (catodo ou anodo) cada íon deve migrar.

### Gabarito

a) O íon  $\text{Sn}^{2+}$ , por possuir o menor potencial de redução dos metais presentes.  
(4,0 pontos)



Global:



c) Para que haja um equilíbrio elétrico, íons Cloreto migrarão para o anodo e os íons sódio migrarão para o catodo.



Nome completo: \_\_\_\_\_

Modalidade: \_\_\_\_\_

NOTA:

(Preenchido pela banca.  
Não use esse espaço!)

### QUESTÃO 05

O DNA é o carreador primário da informação genética em organismos vivos. O DNA perde a sua atividade pelo desenrolamento da sua estrutura de dupla hélice. Este é um processo de primeira ordem com energia de ativação de 400 kJ/mol. A 37 °C (temperatura fisiológica), a meia vida para este desenrolamento é de 1045 minutos.

A) Supondo que a energia de ativação de desenrolamento seja toda utilizada em rompimento de ligações de hidrogênio (cada uma na ordem de 5 kJ/mol), calcule quantas ligações seriam rompidas para desativar o DNA.

B) Estime a meia vida, em minutos, para o desenrolamento à uma temperatura crítica de 44 °C no corpo humano. Explique a importância do controle da temperatura do corpo humano.

### Gabarito

A)

O número de ligações de hidrogênio rompidas necessárias para desativar o DNA é:

$$N = E_a/E_{LH} = 400/5 = 80 \text{ ligações de hidrogênio}$$

B)

$$\text{A } 37 \text{ }^\circ\text{C: } k_{37} = \ln 2 / t_{1/2} = \ln 2 / 1045 = 6,63 \times 10^{-4} \text{ min}^{-1}$$

A 44 °C :

$$\ln ( k_{44} / k_{37} ) = (-E_a/R) [ (1/317) - (1/310) ]$$

$$\ln ( k_{44} / k_{37} ) = (-400000/8,31) [ (1/317) - (1/310) ] = 3,429$$

$$k_{44} / k_{37} = e^{3,429} = 30,84$$

$$k_{44} = 6,63 \times 10^{-4} \times 30,84 = 0,0204 \text{ min}^{-1}$$

$$t_{1/2} = \ln 2 / k_{44} = \ln 2 / 0,0204 = 33,9 \text{ min}$$

A velocidade da reação de desenrolamento do DNA é cerca de 30 vezes maior a 44 °C comparada a 37 °C, ou seja, o tempo de meia vida do desenrolamento é muito menor a 44 °C. Portanto, é muito importante controlar a temperatura corporal para não desativar o DNA que é necessário para várias funções biológicas vitais.