



# 8ª OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO DE JANEIRO – 2013

## MODALIDADE EM3

**Leia atentamente as instruções abaixo:**

- Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 3ª série do ensino médio.
- A prova contém vinte questões objetivas, cada uma com cinco alternativas, das quais apenas uma é correta. Assinale na folha de respostas a alternativa que julgar correta.
- A prova deve ter um total de **SETE** páginas, sendo a primeira folha a página de instruções e a sétima a folha de respostas.
- Cada questão tem o valor de um ponto.
- A duração da prova é de **DUAS** horas.
- O uso de calculadoras comuns ou científicas é permitido.
- Fica proibida a consulta de qualquer material.

Rio de Janeiro, 06 de setembro de 2013.

**Realização:**





# 8ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2013

## EM3 – 1ª Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

#### TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1																	18
1 H 1,0																	2 He 4,0
3 Li 6,9	4 Be 9,0	n° 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
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:**  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$i = 1 + \alpha \cdot (q - 1)$$

$$F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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

$$\Delta c = Kc \cdot w \cdot i$$

$$i = i_0 / 2^x$$

$$T(\text{K}) = 273 + T(^{\circ}\text{C})$$

$$m = i \cdot t \cdot M / (n \cdot F)$$

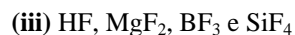
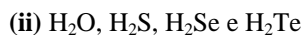
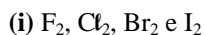
$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

## QUESTÕES

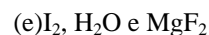
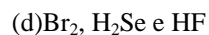
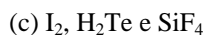
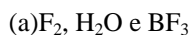
01 – Restos de um barco de guerra grego foram encontrados no porto de Atenas. Historiadores levantaram as suspeitas de que a embarcação tivesse participado da Batalha de Salamina, onde a frota de Temístocles resistiu ao avanço do império persa. Uma análise de datação por carbono-14 foi feita para se determinar a idade da embarcação. O estudo mostrou que as emissões radioativas ainda tinham uma atividade de 0,26 Bq/g (0,26 desintegrações por segundo e por grama de carbono). Sabendo que uma amostra recentemente produzida de um material semelhante possui uma atividade de 0,35 Bq/g e que o período de meia-vida do carbono-14 é de 5730 anos, determine a idade, em anos, da embarcação.

- (a) 1200                      (b) 2464                      (c) 3125                      (d) 3432                      (e) 3811

02 – Considere os três grupos de compostos abaixo:



Os compostos com os maiores pontos de ebulição em cada grupo são



03 – Antigamente a manteiga não possuía conservantes e muitas vezes a exposição desse produto ao calor e umidade levava ao chamado ranço, onde reações químicas formavam substâncias de odor e gosto desagradáveis. A principal delas é o ácido butanóico, também conhecido como butírico (relativo a *butter*, manteiga em inglês). Quantos ésteres isômeros do ácido butanóico existem?

(a) 2

(b) 3

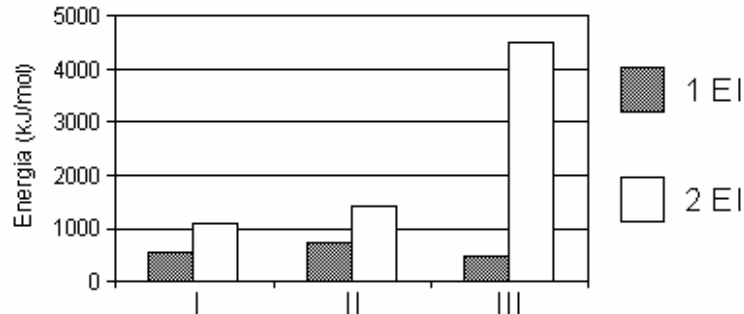
(c) 4

(d) 5

(e) 6



04 – O gráfico abaixo apresenta as primeiras e segundas energias de ionização (1ª EI e 2ª EI) para os elementos sódio, magnésio e cálcio, indicados como I, II e III, não necessariamente nessa ordem.



Dentre esses elementos, aqueles que apresentam os maiores valores para a primeira e para a segunda energia de ionização são, respectivamente,

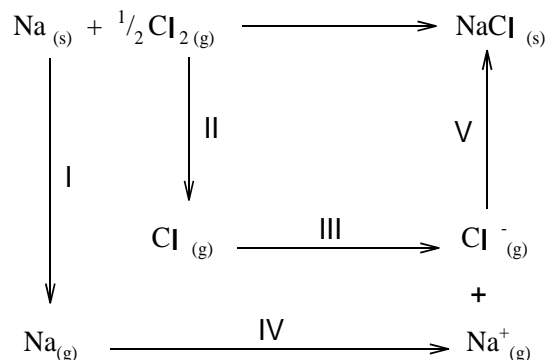
- (a) Cálcio e magnésio. (d) Magnésio e sódio.  
(b) Cálcio e sódio. (e) Sódio e magnésio.  
(c) Magnésio e cálcio.

05 – Um técnico de laboratório precisava descartar 300 mL de uma solução de NaOH. Porém, sabia que a solução deveria ser neutralizada antes de ser descartada. Para isso, determinou o pH da solução obtendo um valor de 10,3. Comprou uma lata de suco de limão (325 mL) e também determinou o pH, obtendo como resultado o valor de 3,6. Misturou o suco e a solução e descartou a mistura. Qual foi o pH da mistura descartada?

- (a) 3,0 (b) 4,5 (c) 6,0 (d) 7,5 (e) 9,0

06 – A formação de um composto iônico pode ser discutida, simplificada, por perda e ganho de elétrons entre as espécies envolvidas. Contudo, o processo de formação de um composto iônico não é tão simples e envolve uma série de etapas que juntas formam o chamado Ciclo de Born-Haber.

A figura abaixo mostradas todas as etapas para a formação do NaCl sólido, a partir de sódio metálico e cloro gasoso.



Neste ciclo as etapas que envolvem ruptura de ligação intramolecular e ionização são, respectivamente:

- (a) I e II (b) I e IV (c) II e III (d) II e IV (e) III e IV

07 – Um volume de 150 mL de solução aquosa de NaOH de concentração  $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  é misturado com 50,0 mL de solução aquosa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de concentração  $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  e com água suficiente para se obter solução com volume final igual a 250 mL. O pH da solução resultante é igual a

- (a) 3. (b) 5. (c) 7. (d) 9. (e) 11.



## 8ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2013

### EM3 – 1ª Fase

#### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

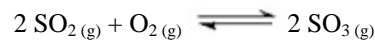
08 – Certa amostra de uma água mineral do município de Paço do Lumiar, MA, apresenta pH = 4 a 25°C. Outra amostra de água mineral, de Igarapé, MG, também a 25°C, apresenta pH = 6. Sendo assim, pode-se afirmar que

- I) as duas águas minerais são misturas de substâncias.  
II) a água mineral do município maranhense é mais ácida do que a do município mineiro.  
III) a concentração de íons  $H^+_{(aq)}$  varia de aproximadamente 100 vezes de uma água para outra.  
IV) essas amostras de água de mineral não estão próprias para o consumo devido à acidez.

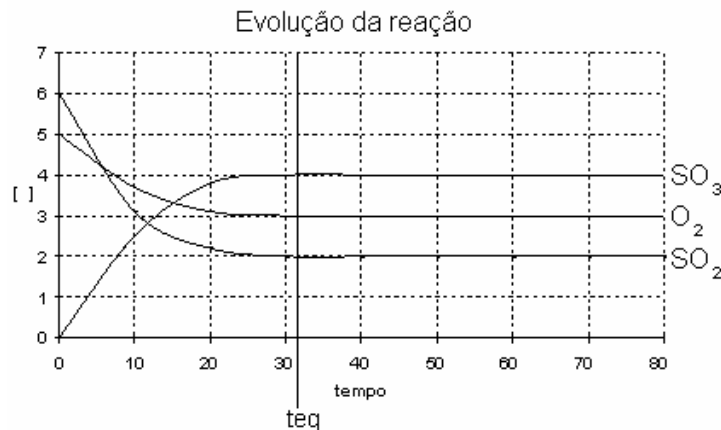
Estão CORRETAS as afirmativas:

- (a) I e II.                      (b) I e IV.                      (c) III e IV.                      (d) I, II e III.                      (e) II, III e IV.

09 – O ácido sulfúrico é um dos responsáveis pela formação da chuva ácida. O primeiro equilíbrio envolvido na formação desse ácido na água da chuva é representado pela equação:



O equilíbrio foi estabelecido em determinadas condições e está representado no gráfico abaixo, com as concentrações no eixo das ordenadas, em mol/L, e o tempo na abscissa, em segundos.



Pela análise do gráfico, o valor numérico da constante de equilíbrio para esse sistema é de

- (a) 0,66                      (b) 0,75                      (c) 1,33                      (d) 1,50                      (e) 3,00

10 – Para se determinar a concentração de uma solução de hidróxido de sódio, um estudante extraiu uma alíquota de 50,00 mL e, utilizando um balão volumétrico, avolumou para 250,0 mL. Desta diluição, ele extraiu 20,00 mL e titulou com uma solução de ácido sulfúrico com a concentração de  $0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . O volume de ácido gasto foi de 18,50 mL. A concentração da solução inicial de hidróxido de sódio é de

- (a)  $0,18 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .                      (b)  $0,37 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .                      (c)  $0,92 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .                      (d)  $1,85 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .                      (e)  $2,15 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

11 – O clorato de potássio, ao ser aquecido, se decompõe gerando cloreto de potássio e gás oxigênio. Num experimento, foram aquecidos 25 g de clorato de potássio e constatou-se que 75 % do sal se decompuseram. Todo o gás liberado foi coletado sobre a água, o volume ocupado foi de 2,25 L obtendo-se uma pressão de 1,25 atm. A temperatura do sistema era de 25 °C. Considerando o oxigênio um gás ideal, determine o grau de pureza do clorato de potássio.

- (a) 100 %                      (b) 84 %                      (c) 72 %                      (d) 61 %                      (e) 50 %

12 – A gordura hidrogenada é um produto feito a partir de reações de hidrogenação de óleos vegetais. Se o processo não for bem controlado pode haver a formação das chamadas gorduras trans em tais reações. Um dos principais ácidos graxos encontrados em óleos vegetais é o linoléico ( $C_{18}H_{32}O_2$ , com duplas Z em C9 e C12). Quantos isômeros geométricos o ácido linoléico apresenta?

- (a) 2                      (b) 3                      (c) 4                      (d) 5                      (e) 6

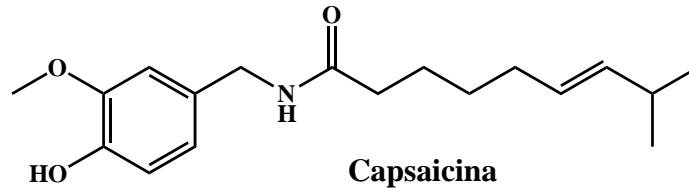


## 8ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2013

### EM3 – 1ª Fase

#### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

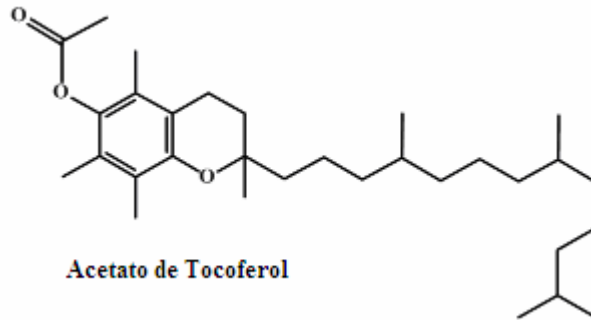
13 – A capsaicina (abaixo) é a substância altamente irritante às mucosas oculares que está presente no spray de pimenta. As principais funções presentes na estrutura da capsaicina são



**Capsaicina**  
molécula ativa da pimenta

- (a) amina, álcool, aromático, cetona e éster. (d) amina, alceno, cetona, éter e fenol.  
(b) amida, alceno, aromático, éter e fenol. (e) amida, álcool, aldeído, aromático e cetona.  
(c) amida, alceno, aldeído, éster e fenol.

14 – A vitamina E pertence ao grupo das lipossolúveis e é um antioxidante natural muitas vezes utilizado como aditivo em alimentos e medicamentos. O número de isômeros ópticos que ela pode ter é de



**Acetato de Tocoferol**

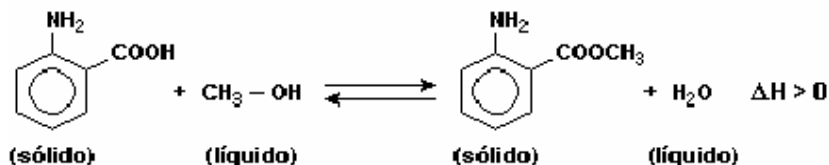
- (a) 4  
(b) 6  
(c) 7  
(d) 8  
(e) 9

15 – Para determinar a concentração molal de uma solução aquosa de nitrato de magnésio, um técnico transferiu 200 mL da solução para um béquer e o resfriou até o congelamento da solução. O experimento foi realizado quatro vezes por razões estatísticas. O técnico definiu a temperatura de início de congelamento da solução como sendo  $-2,80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Considerando os dados fornecidos no problema, determine a concentração encontrada pelo técnico.

**Dados:** Temperatura de congelamento ( $\text{H}_2\text{O}$ ) =  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Constante crioscópica ( $\text{H}_2\text{O}$ ) =  $1,86\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$   
Grau de dissociação do nitrato de magnésio = 100 %

- (a) 0,5 molal. (b) 1,0 molal. (c) 1,5 molal. (d) 2,0 molal. (e) 2,5 molal.

16 – A equação a seguir representa um processo de obtenção do antranilato de metila, largamente utilizado como flavorizante de uva em balas e chicletes.



Quando realizado em condições adequadas, o processo atinge o equilíbrio após um determinado período de tempo. Com o objetivo de aumentar o rendimento na produção, foram propostas as seguintes ações:

- I) aumento da temperatura III) adição de água  
II) aumento da pressão IV) retirada de água

A opção mais adequada para este objetivo seria a conjunção das ações

- (a) I e II. (b) I e IV. (c) II e III. (d) III e IV. (e) I, II e IV.



## 8ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2013

### EM3 – 1ª Fase

#### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

17 – Um experimento foi projetado para se determinar a quantidade de água de cristalização no carbonato de sódio hidratado, ou seja, determinar o valor de “n” na fórmula  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Para isso, pesou-se um cadinho de porcelana (limpo e seco) obtendo-se a massa de 32,325 g. Foram colocados 10,000 g do sal mencionado dentro do cadinho e este foi posto em aquecimento em alta temperatura. Após a decomposição total do sal, o cadinho e seu conteúdo foram novamente pesados, obtendo-se uma massa de 34,495 g. Qual o valor aproximado de “n” para a fórmula do sal?

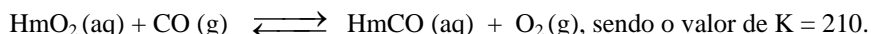
- (a) 2                      (b) 4                      (c) 6                      (d) 8                      (e) 10

18 – Um engenheiro químico recebeu o encargo de escolher o próximo processo químico que seria realizado por sua empresa. Cinco reações químicas, com seus dados de entropia e entalpia, foram apresentadas para sua avaliação. A temperatura deveria ser a mesma para todos os processos. Considerando apenas a questão termodinâmica, qual será a melhor escolha do engenheiro?

- (a) Processo I -  $\Delta H$  positivo e  $\Delta S$  negativo, sendo que o  $\Delta S$  multiplicado pela temperatura gera um valor numérico menor que o do  $\Delta H$ .
- (b) Processo II -  $\Delta H$  positivo e  $\Delta S$  positivo, sendo que o  $\Delta S$  multiplicado pela temperatura gera um valor numérico menor que o  $\Delta H$ .
- (c) Processo III -  $\Delta H$  positivo e  $\Delta S$  negativo, sendo que o  $\Delta S$  multiplicado pela temperatura gera um valor numérico maior que o  $\Delta H$ .
- (d) Processo IV -  $\Delta H$  negativo e  $\Delta S$  negativo, sendo que o  $\Delta S$  multiplicado pela temperatura gera um valor numérico maior que o  $\Delta H$ .
- (e) Processo V -  $\Delta H$  positivo e  $\Delta S$  positivo, sendo que o  $\Delta S$  multiplicado pela temperatura gera um valor numérico maior que o  $\Delta H$ .

19 – Recomenda-se aos fumantes que abandonem o vício, já que, dentre os vários produtos formados pela queima do fumo está o monóxido de carbono. Esse composto não reage com a água, pois se trata de um óxido neutro; porém, reage com a hemoglobina que existe no sangue, impedindo-a de transportar o oxigênio para as várias partes do organismo. De acordo com a OMS, em ambientes fechados, o monóxido de carbono à concentração de 10 % é fatal em dois minutos. (*Adaptado de "Época", 09/06/2003*)

O equilíbrio se estabelece com base na reação



Estima-se que os pulmões de um fumante estejam expostos a uma concentração de monóxido de carbono igual a  $2,2 \cdot 10^{-6}$  mol/L e de gás oxigênio igual a  $8,8 \cdot 10^{-3}$  mol/L. Nesse caso, a razão entre a concentração de hemoglobina ligada ao monóxido de carbono  $[\text{HmCO}]$  e a concentração de hemoglobina ligada ao oxigênio  $[\text{HmO}_2]$  é de

- (a)  $5,75 \cdot 10^{-2}$                       (b)  $5,25 \cdot 10^{-2}$                       (c)  $2,50 \cdot 10^{-2}$                       (d)  $4,50 \cdot 10^{-3}$                       (e)  $4,00 \cdot 10^{-3}$

20 – Os romanos utilizavam cal como argamassa nas construções rochosas. O óxido era misturado com água, produzindo  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , que reagia lentamente com o  $\text{CO}_2$  atmosférico, produzindo calcário. A tabela abaixo mostra a variação de entalpia de formação padrão para as substâncias envolvidas no processo romano.

Substância	$\Delta H_f^0$ (kJ/mol)
$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})}$	-986,1
$\text{CaCO}_{3(\text{s})}$	-1206,9
$\text{CO}_{2(\text{g})}$	-393,5
$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	-241,8

A partir dos dados da tabela acima, a variação de entalpia da reação, em kJ/mol, será de

- (a) - 2828,3                      (b) - 220,8                      (c) - 69,1                      (d) + 69,1                      (e) + 138,2



**FOLHA DE RESPOSTA – EM3**

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

Questão 01	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 02	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 03	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 04	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 05	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 06	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 07	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 08	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 09	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 10	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 11	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 12	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 13	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 14	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 15	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 16	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 17	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 18	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 19	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Questão 20	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)

Número de acertos: