



## 11ª OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO DE JANEIRO – 2016

### 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 **OITO** páginas, sendo a primeira folha a página de instruções e a oitava 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, 02 de setembro de 2016.

#### Realização:



#### Apoio:



#### Dados:

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

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$\text{Volume molar nas CNTP: } 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$$

$$\ln(2) = 0,69$$

$$\ln(3) = 1,1$$

$$\ln(5) = 1,6$$



# 11ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

## 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:**

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

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$\text{Volume molar nas CNTP: } 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$$

$$\ln(2) = 0,69$$

$$\ln(3) = 1,1$$

$$\ln(5) = 1,6$$

**QUESTÕES**

I – As leis termodinâmicas se baseiam nas variações energéticas na forma de calor, luz e eletricidade. O Calor se manifesta nos sistemas químicos de uma forma complexa, envolvendo um conjunto de energias potenciais e cinéticas associadas à estrutura eletrônicas, vibracional, rotacional e translacional das moléculas (energia interna). Além disso, o trabalho mecânico produzido, por exemplo, no processo de expansão ou compressão de um gás. Sobre a termodinâmica, considere as afirmações abaixo:

- I) Ao fornecer calor, **q**, a um sistema, este levará a uma variação na sua energia interna,  $\Delta U$  e/ou realização de um trabalho, **w**.
- II) O primeiro princípio da termodinâmica é respaldado na relação entre energia e trabalho quando enunciado como um princípio de conservação de energia.
- III) O trabalho utiliza principalmente as energias vibracionais das moléculas para produzir um deslocamento, ou expansão de volume, como é o caso dos gases.
- IV) Somente as grandezas, como pressão (P), temperatura (T) e Volume (V) são conhecidas como função de estado. Elas se relacionam diretamente com um dado estado, independentemente da forma como foi alcançado.
- V) Nas reações que ocorrem sob pressão constante (como a atmosférica), o calor envolvido recebe o nome de entalpia, **H**, cujo símbolo é inspirado em *heat content* (conteúdo calorífico).

Estão corretas, apenas as afirmações:

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



# 11ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

## EM3 – 1ª Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

2 - Amostras de He, O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> contêm, cada uma, 2,00 g. Suponha que os gases sejam colocados conjuntamente em um recipiente de 15,0 L a 100 °C. Considere o comportamento ideal e calcule a pressão total em atmosfera.

- (a) 2,13 atm      (b) 0,620 atm      (c) 1,29 atm      (d) 2,58 atm      (e) 2,21 atm

3 - Dada a expressão da Lei de Equilíbrio, retirado de dados experimentais,  $K = [\text{O}_2]^{-3}$ , assinale a opção de qual reação que ela pertence:

- (a)  $4 \text{Al}_{(s)} + 3 \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 2 \text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$   
(b)  $3 \text{N}_{2(g)} + 3 \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 6 \text{NO}_{(g)}$   
(c)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{3(l)} + 3 \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 3 \text{CO}_{2(g)} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
(d)  $6 \text{NO}_{(g)} + 3 \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 6 \text{NO}_{2(g)}$   
(e)  $2 \text{Al}_2\text{O}_{3(s)} \leftrightarrow 4 \text{Al}_{(s)} + 3 \text{O}_{2(g)}$

4 - O hidróxido de cálcio é utilizado para regular o pH de solos ácidos e também em pintura de muros e paredes externas. Se adicionarmos um pouco de cloreto de cálcio, CaCl<sub>2</sub>, a uma solução saturada de hidróxido de cálcio, Ca(OH)<sub>2</sub>, podemos afirmar que:

- (1) ocorrerá um aumento do pH desta solução.  
(2) ocorrerá uma diminuição do pH desta solução.  
(3) não ocorrerá alteração no pH.  
(4) ocorrerá precipitação de Ca(OH)<sub>2</sub>.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s):

- (a) 3 e 4 (b) 1      (c) 2      (d) 3      (e) 2 e 4

5 - Nas estações de tratamento da água comumente provoca-se a formação de flocos de hidróxido de alumínio para arrastar partículas em suspensão. Suponha que o hidróxido de alumínio seja substituído pelo hidróxido férrico. Qual a menor concentração de íons Fe<sup>3+</sup>, em mol/L, necessária para provocar a precipitação da base, numa solução que contém 1,0 x 10<sup>-8</sup> mol/L de íons OH<sup>-</sup>?

Dado: Produto de solubilidade do Fe(OH)<sub>3</sub> = 4,0x10<sup>-38</sup>

- (a) 2,0 x 10<sup>-16</sup>      (b) 2,0 x 10<sup>-14</sup>      (c) 4,0 x 10<sup>-14</sup>      (d) 4,0 x 10<sup>-16</sup>      (e) 4,0 x 10<sup>-18</sup>

6 - Para comparar calores de reação, é necessário tê-los padronizados. Sobre condições padrão para medidas termodinâmicas, considere as seguintes afirmações:

- I) Se for um sólido ou um líquido, deve estar na forma de substância pura, submetido à pressão de 1 atm.  
II) Se for uma solução, deve estar na concentração saturada e submetida à pressão de 1 atm.  
III) Se for um gás, deve ter um comportamento ideal e estar submetida à pressão de 1 atm.  
IV) A temperatura a que o sistema no estado padrão está submetido pode ter qualquer valor, mas deverá ser sempre especificado.

São falsas, apenas as afirmações:

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



# 11<sup>a</sup> Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

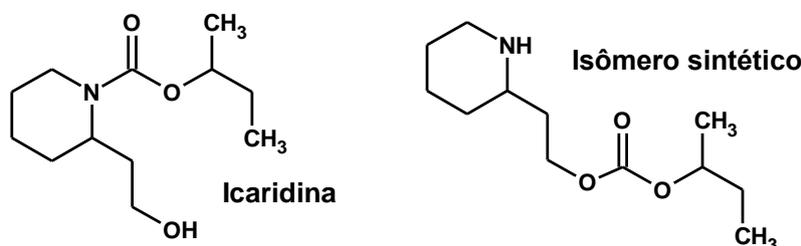
## EM3 – 1<sup>a</sup> Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

7 - Suponha que 0,157 g de um certo gás coletado sobre água ocupa um volume de 135 mL a 30 °C e 752,82 mmHg. Considerando o comportamento ideal, determine a massa molecular do gás. (A 30 °C a pressão de vapor da água é 31,82 mmHg)

- (a) 29,17 g.mol<sup>-1</sup>    (b) 29,45 g.mol<sup>-1</sup>    (c) 29,90 g.mol<sup>-1</sup>    (d) 30,45 g.mol<sup>-1</sup>    (e) 31,00 g.mol<sup>-1</sup>

8 - Recentemente no Brasil ocorreram muitos problemas de saúde pública devido ao mosquito *Aedes aegypti* que transmite três doenças graves (Dengue, Zika e Chikungunya) causadas por vírus que podem ter desdobramentos e complicações severas principalmente em crianças, idosos e gestantes. Os repelentes com maior eficiência em afastar o mosquito têm como princípio ativo a icaridina. Na tentativa de descobrir uma nova substância repelente um pesquisador sintetizou em laboratório um isômero da icaridina (estruturas abaixo).



Que tipo de isomeria existe entre as duas moléculas acima?

- (a) Função.    (b) Posição.    (c) Cadeia.    (d) Tautomeria.    (e) Geométrica.

9 - A tomografia por emissão de pósitrons (PET), utilizando a fluordesoxiglicose marcada com flúor-18 (<sup>18</sup>F-FDG), é usada no diagnóstico de tumores benignos e malignos. Se o radiotraçador <sup>18</sup>F-FDG for administrado ao paciente para o exame de PET às 10:00 da manhã de uma segunda, a que horas sua atividade estará reduzida para 20% da inicial? A meia-vida do Flúor-18 é de 109,7 minutos.

- (a)14:15    (b)14:24    (c)10:35    (d)10:47    (e)14:57

10 - Três gases reagem de acordo com a seguinte reação:  $A(g) + 2B(g) + 2C(g) \rightarrow$  Produtos. Utilizando os dados experimentais da tabela a seguir prediga a velocidade inicial do experimento 6.

	Concentração inicial (mol/L)			Velocidade inicial (mol/L.s)
	[A] <sub>0</sub>	[B] <sub>0</sub>	[C] <sub>0</sub>	
1	0,10	0,10	0,20	24
2	0,10	0,25	0,20	150
3	0,25	0,10	0,50	60
4	0,25	0,35	0,50	735
5	0,25	0,10	0,20	24



# 11ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

## EM3 – 1ª Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

6	0,20	0,35	0,20	?
---	------	------	------	---

- (a) 588      (b) 735      (c) 168      (d) 84      (e) 294

11 - Os sais quando em solução aquosa podem formar soluções com caráter ácido, básico ou neutro. Este caráter pode ser percebido pela medição do pH da solução aquosa do sal. Assinale a opção que apresenta um sal que, quando dissolvido em água, produz uma solução aquosa ácida.

- (a) Fe(OH)<sub>3</sub>      (b) CH<sub>3</sub>COONa      (c) NH<sub>4</sub>Cl      (d) Mg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>      (e) NaF

12 - Uma mistura de gás nitrogênio e gás carbônico com volume igual a 100L foi colocada para reagir com óxido de cálcio, formando 300g de um sal insolúvel em água. Considerando que no momento da reação a temperatura era de 27°C e a pressão igual a 1 atm, calcule o volume de gás nitrogênio na mistura.

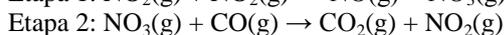
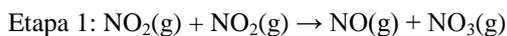
- (a) 26,2 L      (b) 27,2 L      (c) 28,2 L      (d) 29,2 L      (e) 30,2 L

13 - Calcule a entalpia molar da ligação H–Cl utilizando as informações dadas nas equações termoquímicas abaixo.



- a) - 769 kJ.mol<sup>-1</sup>    b) + 585 kJ.mol<sup>-1</sup>    c) + 685,5 kJ.mol<sup>-1</sup>    d) - 677 kJ.mol<sup>-1</sup>    e) -430,5 kJ.mol<sup>-1</sup>

14 - A reação global  $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  ocorre em duas etapas:



Considerando o processo descrito e que a energia de ativação da etapa I é muito maior que a energia de ativação da etapa II, assinale a alternativa correta:

- a) Com base na reação global, podemos dizer que a mesma é de segunda ordem, já que somente dois reagentes estão envolvidos na reação.
- b) Para concentrações molares iguais dos reagentes, a qualquer temperatura, a etapa 2 é mais rápida que a etapa 1.
- c) Se apenas a concentração molar de monóxido de carbono for dobrada, a velocidade da reação irá duplicar.
- d) A velocidade da reação global é expressa por  $v = k [\text{NO}_3][\text{CO}]$
- e) A reação global é uma etapa elementar.



# 11ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

## EM3 – 1ª Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

---

15 - A volumetria de oxirredução trata da reação de um agente oxidante com uma solução de um redutor e vice-versa. Este tipo de determinação compreende um grande número das análises volumétricas, devido ao grande número de substâncias susceptíveis de sofrer oxidação e redução, como é o caso da dicromatometria, representada pela equação iônica essencial abaixo:



Com a realização do balanceamento dessa reação, para fins de realização dos cálculos analíticos após certa análise, a soma dos valores dos coeficientes mínimos e inteiros encontrados é de:

- (a) 27                      (b) 28                      (c) 47                      (d) 54                      (e) 58
- 

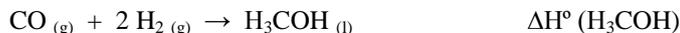
16 - Considerando a reação abaixo, em equilíbrio, num recipiente de 2,0 litros:



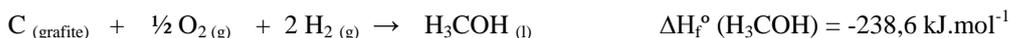
Observa-se o equilíbrio existente e verificam-se que estão presentes 1,0 mol de gás sulfídrico, 0,20 mol de gás hidrogênio e 0,80 mol de enxofre gasoso. Com base nos dados acima, qual o valor da constante de equilíbrio,  $K_c$ , da reação?

- (a)  $1,60 \cdot 10^{-2}$     (b)  $1,25 \cdot 10^1$     (c)  $3,20 \cdot 10^{-2}$     (d)  $6,25 \cdot 10^1$     (e)  $8,00 \cdot 10^{-2}$
- 

17 - Considere a síntese do metanol a partir do gás d'água (mistura de monóxido de carbono e hidrogênio):



É possível construir um ciclo termodinâmico, no qual a reação pode se processar por dois caminhos distintos:



Utilizando as informações dadas nas equações termoquímicas acima, calcule a variação de entalpia padrão para a síntese do metanol a partir do gás d'água.

- (a)  $-348,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$     (b)  $459,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$     (c)  $+128,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$     (d)  $-128,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$     (e)  $+348,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 

18 - A respeito da radioatividade, é correto afirmar que:

- a) A meia-vida de um isótopo radioativo varia com a temperatura e a pressão.  
b) Radioatividade é a atividade que certos átomos possuem de emitir partículas e radiações eletromagnéticas com o propósito de adquirir estabilidade eletrônica.  
c) No processo de conversão de  $^{238}_{92}\text{U}$  em  $^{206}_{82}\text{Pb}$ , ocorre a série de emissões de 8 partículas  $\alpha$  e 6 partículas  $\beta$ .  
d) Dispõe-se de 192 g de um isótopo radioativo cuja meia-vida é de 5 dias. Decorridos 20 dias, a quantidade residual do mesmo será de 6 g.  
e) Fissão nuclear é a junção de dois ou mais núcleos leves originando um único núcleo e a liberação de uma quantidade colossal de energia.



# 11<sup>a</sup> Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

## EM3 – 1<sup>a</sup> Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

---

19 - A respeito de cinética química, qual das alternativas abaixo é verdadeira:

- (a) A concentração do catalisador diminui com o decorrer da reação.
  - (b) Uma reação contendo um catalisador possui uma energia de ativação maior e, por isso, aumenta a velocidade da reação.
  - (c) A energia de ativação de uma reação química diminui com o aumento da temperatura do sistema reacional.
  - (d) A velocidade de uma reação depende da frequência e da energia dos choques entre as moléculas, independente da orientação das moléculas durante suas colisões.
  - (e) Para uma reação de segunda ordem em um reagente, ao dobrar a sua concentração a velocidade da reação é quadruplicada.
- 

20 - Ligas metálicas são uniões de dois ou mais metais, podendo ainda incluir semimetais ou não metais, mas sempre com predominância dos elementos metálicos. Considere as seguintes ligas: aço; bronze; ouro 14 quilates e latão. Indique a alternativa que apresenta os elementos predominantes.

- (a) Fe e C; Cu e Sn; Au e Cu; Cu e Zn.
- (b) Fe e Cu; Cu e Pb; Au e Ag; Cu e Sn.
- (c) Fe e C; Cu e Sn; Au e Co; Cu, Sn e Si.
- (d) Fe e Cd; Cu e Si; Au e Cu; Cu, Sn e Pb.
- (e) Fe e C; Pb, Zn e Sn; Au e Al; Cu e Pb.



# 11<sup>a</sup> Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

## EM3 – 1<sup>a</sup> Fase

### ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

#### FOLHA DE RESPOSTA – EM3

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

Colégio: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

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: