



**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, ΔU 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, O₂ e N₂ 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, CaCl₂, a uma solução saturada de hidróxido de cálcio, Ca(OH)₂, 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)₂.

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 Fe³⁺, em mol/L, necessária para provocar a precipitação da base, numa solução que contém 1,0 x 10⁻⁸ mol/L de íons OH⁻?

Dado: Produto de solubilidade do Fe(OH)₃ = 4,0x10⁻³⁸

- (a) 2,0 x 10⁻¹⁶ (b) 2,0 x 10⁻¹⁴ (c) 4,0 x 10⁻¹⁴ (d) 4,0 x 10⁻¹⁶ (e) 4,0 x 10⁻¹⁸

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



11ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

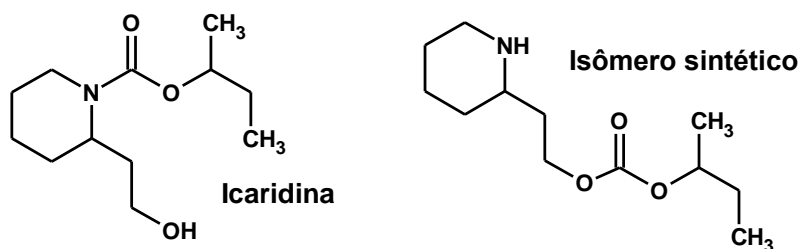
EM3 – 1ª Fase

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⁻¹ (b) 29,45 g.mol⁻¹ (c) 29,90 g.mol⁻¹ (d) 30,45 g.mol⁻¹ (e) 31,00 g.mol⁻¹

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 (¹⁸F-FDG), é usada no diagnóstico de tumores benignos e malignos. Se o radiotraçador ¹⁸F-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) → 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] ₀ | [B] ₀ | [C] ₀ | |
| 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)₃ (b) CH₃COONa (c) NH₄Cl (d) Mg(ClO₄)₂ (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.

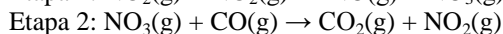
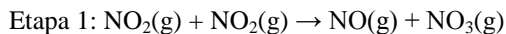
- (a) 26,2 L (b) 27,2 L (c) 28,2 L (d) 29,2 L (e) 30,2 L

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



- a) - 769 kJ.mol⁻¹ b) + 585 kJ.mol⁻¹ c) + 685,5 kJ.mol⁻¹ d) - 677 kJ.mol⁻¹ e) -430,5 kJ.mol⁻¹

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 $v = k [\text{NO}_3] \cdot [\text{CO}]$
- e) A reação global é uma etapa elementar.

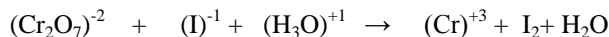


11ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

EM3 – 1ª Fase

ABQ RJ – Colégio Pedro II – IFRJ

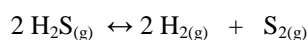
15 - A volumetria de oxirredução trata da reação de um agente oxidante com uma solução de um redutor e vice-versa. Este tipo de determinação compreende um grande número das análises volumétricas, devido ao grande número de substâncias susceptíveis de sofrer oxidação e redução, como é o caso da dicromatometria,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

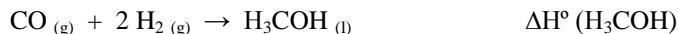
16 - Considerando a reação abaixo, em equilíbrio, num recipiente de 2,0 litros:



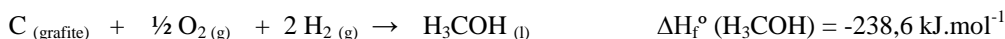
Observa-se o equilíbrio existente e verificam-se que estão presentes 1,0 mol de gás sulfídrico, 0,20 mol de gás hidrogênio e 0,80 mol de enxofre gasoso. Com base nos dados acima, qual o valor da constante de equilíbrio, K_c , da reação?

- (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 α e 6 partículas β .
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^a Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

EM3 – 1^a 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^a Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2016

EM3 – 1^a 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: