



# 7ª OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO DE JANEIRO – 2012

## 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, 17 de agosto de 2012.

### Realização:



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO





# 7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

## EM3 – 1ª 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											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											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											

$$\text{DADOS: } P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

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

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

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

$$\Delta e = K_e \cdot w \cdot i$$

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

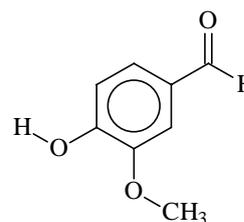
## QUESTÕES

01 – Em um experimento utilizando um calorímetro, foi feita uma reação de neutralização total, utilizando soluções aquosas de ácido clorídrico e hidróxido de sódio. O calor gerado por esta reação foi transferido para 700,0 g de água do calorímetro, cuja temperatura inicial era de 24,20 °C. A quantidade de calor gerada foi de 13,80 kcal. Considere que todo calor gerado pela reação é utilizado no aumento de temperatura da água e que o calor específico da água é de 1,000 cal.g<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>. Em um segundo experimento, ainda em uma reação de neutralização total, substituiu-se a solução de ácido clorídrico por uma de igual concentração de ácido sulfúrico. Partindo da mesma temperatura inicial, qual será a temperatura final, em °C, alcançada no calorímetro?

- (a) 24,24                      (b) 39,40                      (c) 43,91                      (d) 52,35                      (e) 63,63

02 – A baunilha é uma especiaria extraída de uma orquídea do gênero *Vanilla*, encontrada no México e muito apreciada por *chefs* de cozinha em suas receitas de sobremesas. Podemos também sentir o seu agradável cheiro quando o pipoqueiro coloca essência de baunilha ao fazer pipoca doce. O principal componente gerador do cheiro da baunilha é a vanilina, vista na figura abaixo. Quais as funções químicas presentes na molécula da vanilina?

- (a) Aldeído, éter e fenol.  
(b) Aldeído, álcool e éter.  
(c) Álcool, éter e fenol.  
(d) Ácido carboxílico, álcool e cetona.  
(e) Ácido carboxílico, cetona e fenol.



vanilina



## 7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

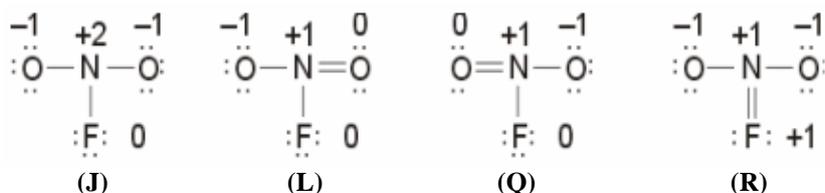
### EM3 – 1ª Fase

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

03 – Para a elaboração da estrutura de eletrônica de determinadas moléculas é fundamental o conhecimento da carga formal. A Carga formal é definida para cada átomo na estrutura e representa o número de elétrons que um átomo “ganharia” ou “perderia” na formação de uma ligação. Com relação às cargas formais em espécies covalentes, **NÃO** são favoráveis as estruturas que apresentam:

- Cargas iguais em átomos adjacentes.
- Cargas opostas em átomos não adjacentes.
- Cargas elevadas em qualquer átomo.
- Cargas em desacordo com a eletronegatividade dos átomos.

Analise as quatro estruturas apresentadas para a molécula do  $\text{NO}_2\text{F}$ :



As seguintes afirmativas têm como base as estruturas apresentadas e as informações sobre a carga formal.

- A estrutura (J) é a mais estável de todas porque apresenta apenas ligações simples.
- As estruturas (L) e (Q) são equivalentes e apresentam a mesma estabilidade relativa às demais.
- Na estrutura (R) a distribuição das cargas está de acordo com a eletronegatividade dos átomos.
- Nas quatro estruturas todos os átomos estão com o octeto completo.

Estão corretas **SOMENTE** as afirmativas

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

04 – Uma garrafa de vinho recém aberta teve o pH medido. O valor encontrado foi 3,49. Essa mesma garrafa foi deixada aberta e, após um mês, teve o seu pH medido novamente. A concentração de íons hidrônio encontrada foi de  $1,00 \cdot 10^{-3}$  mol/L. A concentração de íons hidrônio do vinho recém aberto, em mol/L, e o seu pH após um mês são, respectivamente

- (a)  $2,86 \cdot 10^{-4}$  e 3,49.                      (d)  $4,26 \cdot 10^{-3}$  e 3,00.  
(b)  $3,24 \cdot 10^{-4}$  e 3,00.                      (e)  $5,12 \cdot 10^{-2}$  e 3,49  
(c)  $1,02 \cdot 10^{-3}$  e 3,49.

05 – Uma solução aquosa de ácido sulfúrico para ser utilizada em baterias de chumbo de veículos automotivos deve apresentar concentração igual a 4,0 mol/L. O volume total, em litros, de uma solução para se utilizar nestas baterias que pode ser obtido a partir de 500 mL de solução de ácido sulfúrico de concentração 18,0 mol/L, é igual a

- (a) 1,50                      (b) 2,00                      (c) 2,25                      (d) 4,50                      (e) 9,00

06 – É possível determinar o calor latente de vaporização,  $L_v$ , de um determinado solvente a partir de sua constante ebulioscópica,  $Ke$  ( $Ke = (R \cdot T^2 \cdot L_v^{-1})/1000$ ), onde T é a temperatura de ebulição do solvente puro, em Kelvin, e R é a constante geral dos gases,  $2,0 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

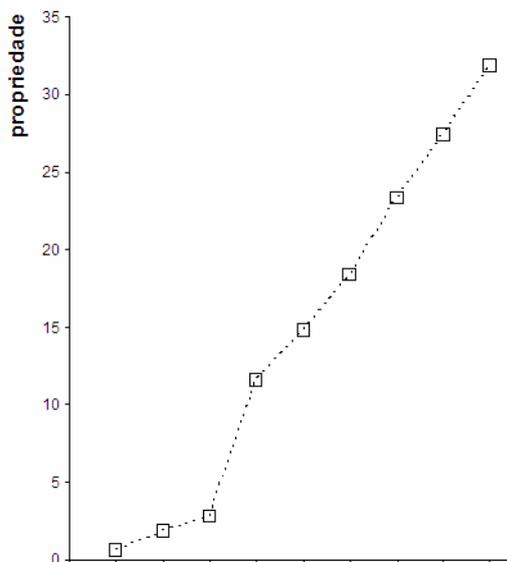
Em um experimento realizado com este intuito, determinou-se o ponto de ebulição de 200 mL de água pura ( $d = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), encontrando-se  $100,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Posteriormente, repetiu-se o experimento, adicionando 70,85 g de nitrato de cálcio aos 200 mL de água. O grau de dissociação do sal foi de 90% e o novo ponto de ebulição foi determinado como  $103,14 \text{ }^\circ\text{C}$ . Determine o calor latente de vaporização da água.

- (a)  $103 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$                       (b)  $192 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$                       (c)  $287 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$                       (d)  $536 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$                       (e)  $580 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$

07 – O gráfico ao lado mostra a variação de certa propriedade periódica de um elemento.

Analisando-se o gráfico é possível perceber que a propriedade em questão é

- (a) o número de elétrons de um elemento do grupo 14.
- (b) o raio atômico e iônico de um dos calcogênios.
- (c) a afinidade eletrônica de um dos gases nobres.
- (d) a eletronegatividade de um dos halogênios.
- (e) a energia de ionização de um elemento do grupo 13.

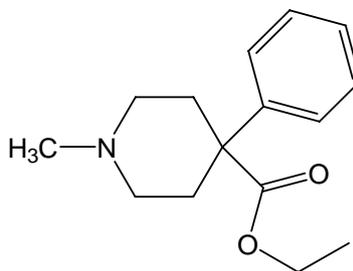


08 – Em relação às teorias que compõem a evolução dos modelos atômicos e suas estruturas, é **INCORRETO** afirmar que

- (a) pela regra de Hund a energia de um subnível incompleto é menor quando nele existe o maior número possível de elétrons com spins paralelos.
- (b) pelo princípio da exclusão de Pauli não se permite que em um mesmo átomo existam dois elétrons em estados em que coincidam os quatro números quânticos.
- (c) Bohr postulou que os níveis de energia do átomo são quantizados, numerados de  $n = 1$  até o “infinito” e quanto mais afastado o elétron estiver do núcleo, maior será sua energia.
- (d) Sommerfeld propôs que elétrons giram em órbitas circulares em volta do núcleo e não em órbitas elípticas, permitindo prever as séries de linhas observadas em espectros atômicos.
- (e) Thomson mediu a relação entre a carga e a massa do elétron através da análise do comportamento dos raios catódicos quando submetidos a um campo eletromagnético.

09 – Há três anos o cantor Michael Jackson morreu por excesso do uso de Demerol (cloridrato de meperidina), considerando a sua estrutura neutra (abaixo), quais as principais funções químicas presentes?

- (a) amina terciária e éster.
- (b) amina terciária e éter.
- (c) amida e éster.
- (d) amina secundária e éster.
- (e) amida e éter.



10 – Uma solução foi preparada dissolvendo-se 25,0 g de cloreto de cálcio dihidratado em 300 mL de água. Após dissolução, acrescentou-se água até que o volume final de solução fosse de 500 mL. A concentração, em mol/L, de íons cloreto em solução é de

- (a) 0,225
- (b) 0,340
- (c) 0,450
- (d) 0,680
- (e) 0,900



## 7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

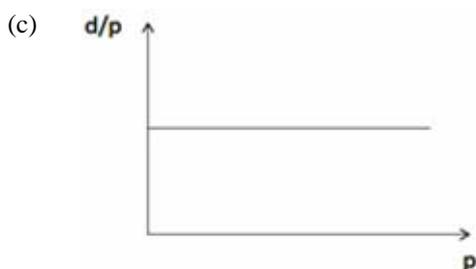
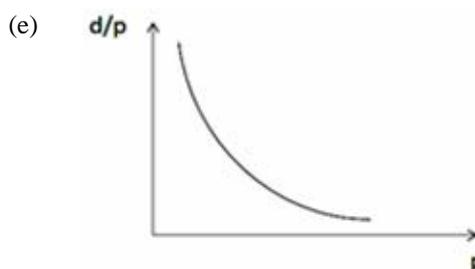
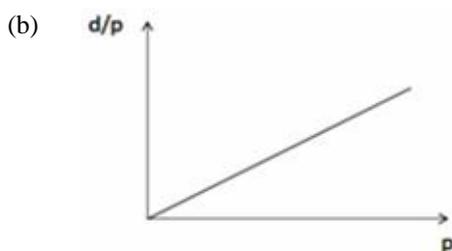
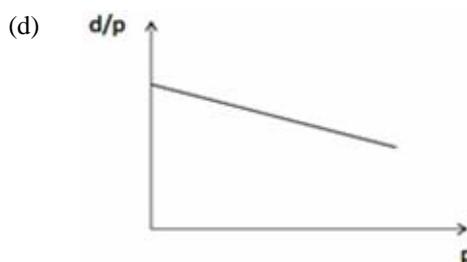
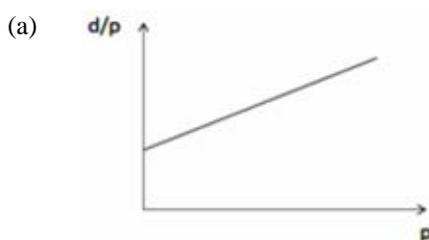
### EM3 – 1ª Fase

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

11 – Um método de datação para avaliar idades de rochas e objetos extraterrestres (por exemplo, meteoritos) é a utilização do decaimento do urânio 238. O tempo de meia vida desta espécie é  $4,51 \cdot 10^9$  anos e o seu produto final é o chumbo 206. Em minerais de urânio que é possível encontrar chumbo 206 formado por decaimento radioativo. A partir da razão das massas de urânio 238 e chumbo 206, é possível determinar, aproximadamente, a idade de uma rocha ou meteorito. No decaimento radioativo do urânio 238 para o chumbo 206, o número de partículas  $\alpha$  e  $\beta$  emitidas é de, respectivamente,

- (a) 5 e 9                      (b) 6 e 8                      (c) 7 e 7                      (d) 8 e 6                      (e) 9 e 5

12 – Em uma simulação feita em laboratório com o gás hidrogênio, construiu-se um gráfico para se avaliar a dependência da relação densidade/pressão com a pressão do gás. **Considerando o comportamento ideal**, que gráfico melhor representa o resultado observado?



13 – A palavra isótopo une dois radicais gregos, *isos* e *topos*, que juntos significam “*mesmo lugar*”. A palavra designa uma relação entre átomos que compartilham certa característica e que são representados no “*mesmo lugar*”. Os isótopos são utilizados para acompanhar reações e são fundamentais em algumas técnicas espectroscópicas. O conhecimento da existência de isótopos mostrou que

- (a) Dalton estava equivocado ao considerar que a massa é uma propriedade característica dos elementos.  
(b) Thomson estava equivocado ao considerar que a maior parte da massa do átomo está no seu núcleo.  
(c) Rutherford estava correto ao considerar que o núcleo possui uma força de atração aos elétrons da eletrosfera.  
(d) Bohr estava correto ao considerar que os elétrons possuem momento angular quantizado.  
(e) Schrödinger estava equivocado ao considerar que os elétrons apresentam comportamento ondulatório.



## 7ª Olimpíada de Química do Rio de Janeiro – 2012

### EM3 – 1ª Fase

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

14 – A constante de equilíbrio para a reação entre os gases hidrogênio e enxofre ( $S_2$ ) para formar o gás  $H_2S$  é de  $971 \text{ (mol/L)}^{-1/2}$ , a  $750^\circ \text{C}$ . Se em um recipiente com capacidade para 5,00 L há 2,12 mol de  $H_2S$  e 0,0140 mol de gás hidrogênio em equilíbrio, o número de mols de  $S_2$  presentes é de

- (a) 0,0243      (b) 0,0663      (c) 0,122      (d) 0,156      (e) 0,236

15 – Para a fórmula molecular  $C_5H_{10}$ , o número total de isômeros planares, de isômeros saturados e de isômeros insaturados é de, respectivamente,

- (a) 8, 4, 4      (b) 9, 4, 5      (c) 9, 5, 4      (d) 10, 6, 4      (e) 10, 4, 6

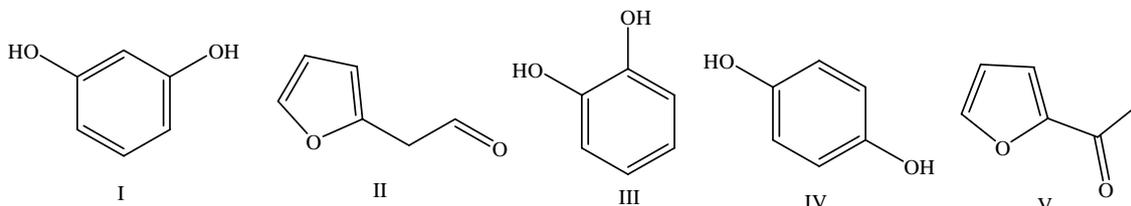
16 – Dois gases reagem de acordo com a seguinte reação:  $A + B \rightarrow C + D$ . Os dados para velocidade inicial desta reação para diferentes valores de concentração inicial dos reagentes são apresentados na tabela abaixo.

Concentração inicial ( $\text{mol.L}^{-1}$ )		Velocidade inicial ( $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ )
A	B	
0,0200	0,0200	$1,75 \cdot 10^{-4}$
0,0100	0,0200	$6,19 \cdot 10^{-5}$
0,0200	0,0100	$1,24 \cdot 10^{-4}$

Se a concentração inicial dos dois reagentes é de 0,0300 mol/L, a velocidade inicial, em  $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ , será

- (a)  $2,52 \cdot 10^{-4}$       (b)  $3,94 \cdot 10^{-4}$       (c)  $5,15 \cdot 10^{-4}$       (d)  $7,12 \cdot 10^{-4}$       (e)  $1,23 \cdot 10^{-3}$

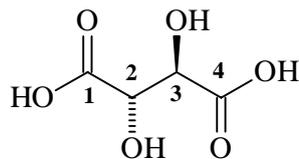
17 – O resorcinol (1,3-diidroxibenzeno) é uma molécula recorrente na natureza e tem funções antissépticas e desinfetantes assim como é um útil intermediário para a síntese orgânica. Dentre as moléculas abaixo quais são isômeros de posição do resorcinol?



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

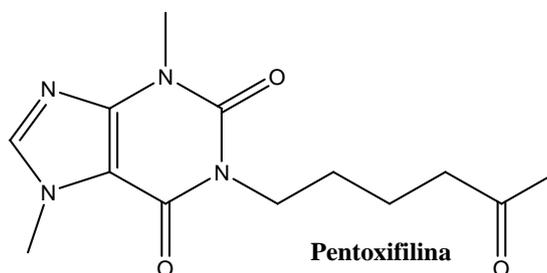
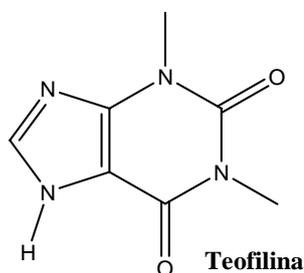
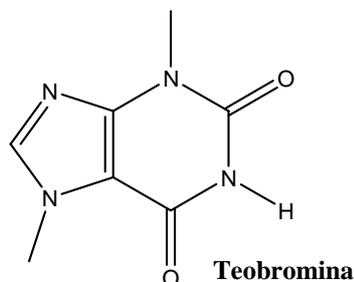
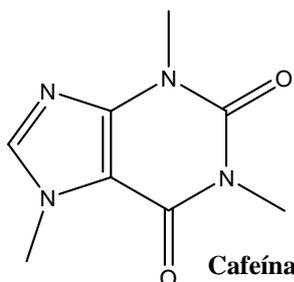
18 – Foi estudando os cristais de ácido tartárico depositados durante a produção de vinho que Louis Pasteur praticamente iniciou esta enorme área da química chamada isomeria espacial óptica. A partir da análise da estrutura do ácido *meso*-tartárico (abaixo) preveja, respectivamente, a configuração absoluta dos carbonos C-2 e C-3 (de acordo com as regras de Cahn-Ingold-Prelog) e o número total de estereoisômeros desta molécula.

- (a)  $2S, 3R$  e 2.  
(b)  $2S, 3S$  e 2.  
(c)  $2S, 3R$  e 4.  
(d)  $2R, 3R$  e 4.  
(e)  $2R, 3S$  e 4.



ácido *meso*-tartárico

19 – A cromatografia é uma técnica que separa as moléculas pela sua polaridade/capacidade de fazer ligações de hidrogênio utilizando um tubo preenchido com um sólido apolar e um líquido polar atravessando-o, p.ex. água, metanol, etanol. Considerando esta técnica e as estruturas das moléculas apresentadas abaixo, qual mistura seria mais difícil de separar?



(a) Cafeína e Teobromina

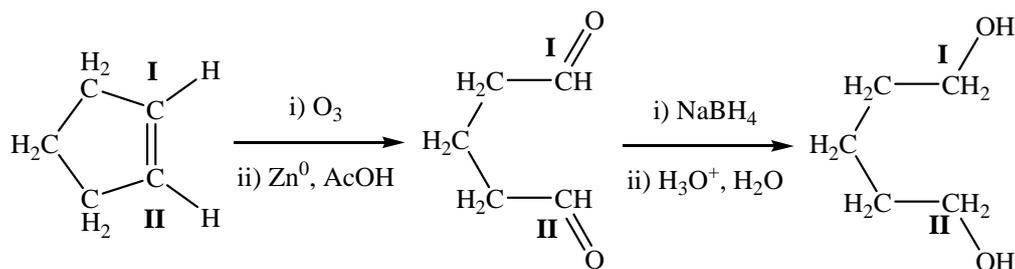
(d) Pentoxifilina e Teofilina

(b) Cafeína e Teofilina

(e) Teobromina e Teofilina

(c) Pentoxifilina e Teobromina

20 – Considere a seguinte seqüência reações envolvendo certo composto orgânico.



O número de oxidação dos carbonos **I** e **II** nas três estruturas apresentadas é, respectivamente, de

(a) -2, +2, 0

(b) -1, +1, -1.

(c) -1, +2, +1.

(d) 0, +2, +1.

(e) +2, +4, +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: