

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono

	1																	18
	1A																	0
I	1 H 1,008	2 2A																2 He 4,003
II	3 Li 6,941	4 Be 9,012																10 Ne 20,18
III	11 Na 23,00	12 Mg 24,30	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 Ar 39,95
IV	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
V	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	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 121,7	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
VI	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 - 71 SÉRIE DOS LANTANÍDIOS	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	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)
VII	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 - 103 SÉRIE DOS ACTINÍDIOS	104 Ku (261)	105 Ha (260)	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Une									

Série dos Lantanídeos

Número Atômico	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
VI	La 138,9	Ce 140,1	Pr 140,9	Nd 144,2	Pm (145)	Sm 150,4	Eu 152,0	Gd 157,3	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,9	Er 167,3	Tm 168,9	Yb 173,0	Lu 175,0

Série dos Actinídeos

Símbolo	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
VII	Ac (227)	Th 232,0	Pa (231)	U 238,0	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (260)

FORMULÁRIO

Utilize as informações abaixo para responder às questões objetivas indicadas.

Questão 18

$$\left\{ \begin{array}{l} K_s = a_+ a_- \\ a = \gamma \frac{C}{C^\circ} \\ \log_{10} \gamma_{\pm} = -|z_+ z_-| A \sqrt{I} \\ I = \frac{1}{2} \sum z_i^2 \frac{C_i}{C^\circ} \end{array} \right.$$

Questão 22

$$\Delta U = Q - W$$

Questão 23

Faixas características de absorção no infravermelho

GRUPOS CARACTERÍSTICOS	VIBRAÇÃO	FREQUÊNCIA (cm ⁻¹)
Álcool	Axial O-H	3645-3200
	Angular O-H	1430-1200
	Axial C-O	1210-1000
Aldeído	Axial C-H	2900-2695
	Axial C=O	1740-1685
	Angular C-H	1440-1325
Cetona	Axial C=O	1725-1640
	Axial e angular C-C(=O)-C	1300-1050
Ácido carboxílico	Axial O-H	3580-2950
	Axial C=O	1800-1680
	Angular O-H	1440-1280
	Axial C-O	1315-1075
Alcano	Axial C-H(CH ₃ e CH ₂)	2985-2840
	Angular C-H(CH ₃ e CH ₂)	1475-1440
	Angular C-H(CH ₃)	1385-1360

Questão 26

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \text{ (T cte)}$$

QUESTÕES OBJETIVAS

1

Considere o seguinte conjunto de números quânticos $n = 3$, $\ell = 2$, $m = +1$. Sobre ele, é correto afirmar que:

- (A) o orbital em que se encontra o elétron apresenta um plano nodal.
- (B) o orbital em que se encontra o elétron apresenta dois planos nodais.
- (C) existem no máximo dois orbitais associados a esse conjunto de números quânticos.
- (D) existem no máximo dez elétrons associados a esse conjunto de números quânticos.
- (E) de acordo com a teoria quântica, esse conjunto é inválido.

2

Entre as soluções aquosas de sais e ácidos apresentadas abaixo, a que tem capacidade tamponante é:

- (A) nitrato de sódio e ácido acético.
- (B) nitrato de sódio e ácido nítrico.
- (C) nitrato de sódio e acetato de sódio.
- (D) acetato de sódio e ácido acético.
- (E) acetato de sódio e ácido nítrico.

3

Um químico recorreu ao livro **Dangerous Properties of Industrial Materials** (SAX, 1979) para se informar sobre os riscos da manipulação de fosgênio, de onde selecionou o seguinte texto:

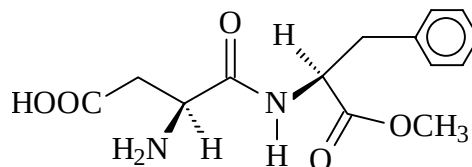
"PHOSGENE - Colorless gas or volatile liquid, odor of new mown hay or green corn. COCl_2 , mw:98.92, mp: -118° , bp: 8.3° . Summary toxicity statement = HIGH via inhalation route. HIGH irritant to eyes and mucous membranes. In the presence of moisture, phosgene decomposes to form hydrochloric acid and carbon dioxide. This action takes place within the body, when the gas reaches the bronchioles and the alveoli of the lungs. Degenerative changes in the nerves have been reported as later sequelae. Concentrations of 3-5 ppm of phosgene in air cause irritation of eyes and throat, with coughing; 25 ppm is dangerous for exposure lasting 30-60 min, and 50 ppm is rapidly fatal after even short exposure."

De acordo com o texto acima, ele concluiu que:

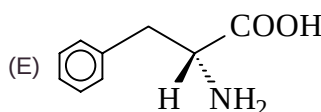
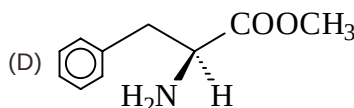
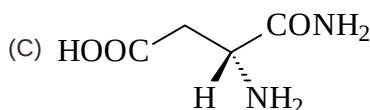
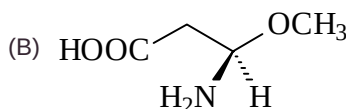
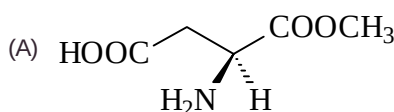
- (A) a reação do fosgênio com água produz ácido hipocloroso.
- (B) a manipulação de fosgênio requer ambiente isento de umidade.
- (C) o fosgênio é um gás amarelo de ponto de ebulição -118°C .
- (D) o fosgênio não apresenta toxidez em concentrações inferiores a 25 ppm.
- (E) o fosgênio é letal somente após contínua exposição a concentrações superiores a 50 ppm.

4

O adoçante artificial "aspartame" pode ser preparado a partir do éster metílico da L-fenilalanina (L-2-amino-3-fenil-propanoato de metila). Qual das substâncias abaixo, ao reagir com o éster citado, pode fornecer o "aspartame" ?



ASPARTAME



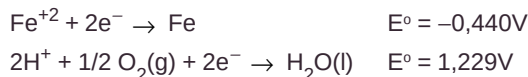
5

O modelo da repulsão dos pares de elétrons na camada de valência (RPECV) permite prever o arranjo espacial dos pares de elétrons, ligantes e isolados, ao redor do átomo central em uma molécula ou íon. Entre as espécies químicas BF_3 - PCl_3 - SO_3 - ClF_3 , quais devem apresentar um mesmo arranjo espacial dos pares de elétrons ao redor do átomo central?

- (A) PCl_3 - ClF_3
- (B) PCl_3 - SO_3
- (C) SO_3 - ClF_3
- (D) BF_3 - SO_3
- (E) BF_3 - PCl_3

6

Deseja-se analisar se ocorre ou não corrosão do ferro em meio ácido e determinar a força eletromotriz (f.e.m.) padrão de uma pilha formada por eletrodos que envolvem o ferro nesse meio. São dados os seguintes potenciais-padrão de eletrodos, a 298,15K:



- Com base nos dados apresentados, conclui-se que o ferro
- (A) sofre corrosão em meio ácido, e a f.e.m. padrão da pilha é de $-0,789\text{ V}$.
 - (B) sofre corrosão em meio ácido, e a f.e.m. padrão da pilha é de $0,789\text{ V}$.
 - (C) sofre corrosão em meio ácido, e a f.e.m. padrão da pilha é de $1,669\text{ V}$.
 - (D) é depositado em meio ácido, e a f.e.m. padrão da pilha é de $0,789\text{ V}$.
 - (E) é depositado em meio ácido, e a f.e.m. padrão da pilha é de $1,669\text{ V}$.

7

“La práctica del deporte se acompaña del deseo de aumentar y mejorar el rendimiento deportivo. Los estimulantes están incluidos en el grupo de sustancias prohibidas en el deporte por tener en común la capacidad de aumentar la estimulación motora y/o mental, reducir la capacidad de sentir fatiga y aumentar la competitividad y agresividad.

Uno de los métodos utilizados para la extracción de los estimulantes presentes en orina consiste en una extracción con solvente orgánico en pH fuertemente alcalino, conforme el procedimiento que se describe a continuación:

Añadir a un tubo
 5mL de orina;
 0,5mL de KOH, 5 mol/L;
 2mL de éter etílico;
 3g de Na_2SO_4 .
 Agitar durante 20 minutos y centrifugar 5 minutos.
 Transferir la fase etérea a otro tubo y analizar el extracto por cromatografía de gases utilizando un detector selectivo de nitrógeno y fósforo.”

De acordo com o texto acima, o uso de sulfato de sódio tem como objetivo:

- (A) tamponar o meio.
- (B) atuar como padrão interno na análise por cromatografia gasosa.
- (C) atuar como agente dessecante.
- (D) diminuir o pH do meio.
- (E) diminuir a solubilidade dos compostos de interesse na fase aquosa.

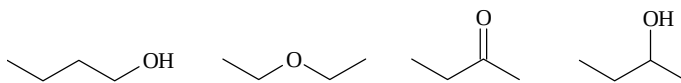
8

Sobre qual dos seguintes compostos devem atuar, exclusivamente, Forças de London (também chamadas forças de dispersão)?

- (A) Dióxido de enxofre.
- (B) Monóxido de carbono.
- (C) Pentacloreto de fósforo.
- (D) Sulfeto de hidrogênio.
- (E) Fluoreto de hidrogênio.

9

Considere os compostos oxigenados representados abaixo.



A respeito da volatilidade dessas substâncias, é correto afirmar que:

- (A) o éter apresenta a menor volatilidade por possuir o maior momento dipolar.
- (B) o álcool primário é menos volátil do que o secundário por apresentar maior interação entre as cadeias hidrocarbônicas.
- (C) os álcoois apresentam maior volatilidade devido à formação de ligações hidrogênio.
- (D) a cetona é mais volátil do que o éter por apresentar um carbono com hibridização sp^2 .
- (E) as volatilidades da cetona e do álcool secundário são semelhantes por apresentarem o mesmo arranjo geométrico.

10

São dados, na tabela abaixo, os valores das entalpias molares padrão e das energias livres de Gibbs molares padrão de formação do NO_2 e do N_2O_4 , a 298,15K e 1 bar.

	$\Delta H^{\circ}_{f,298,15}(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	$\Delta G^{\circ}_{f,298,15}(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$
$\text{NO}_2(\text{g})$	+33,85	+51,26
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{l})$	+9,66	+97,78
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	-19,50	+97,52

Com estes dados, pode-se concluir que a

- (A) formação do $\text{NO}_2(\text{g})$ é um processo exotérmico.
- (B) formação do $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ é um processo endotérmico.
- (C) formação do $\text{N}_2\text{O}_4(\text{l})$ é um processo exotérmico.
- (D) forma estável do N_2O_4 a 298,15K e 1 bar é a líquida.
- (E) forma estável do N_2O_4 a 298,15K e 1 bar é a gasosa.

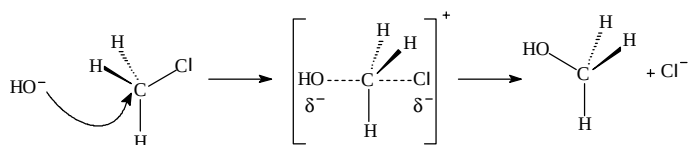
11

200 mg de uma amostra pura de um cloreto de metal alcalino foram dissolvidos em 150 mL de água, e a solução foi acidificada com HNO_3 concentrado. Adicionou-se então uma solução 0,1 mol/L de AgNO_3 até completa precipitação. O precipitado foi filtrado, lavado e seco. O sal foi pesado, e a secagem foi repetida até a obtenção de peso constante. O valor médio encontrado para três determinações foi de 490 mg. Assim, o sal em questão é o

- (A) KCl
- (B) LiCl
- (C) NaCl
- (D) RbCl
- (E) CsCl

12

Considere a transformação representada pelo esquema abaixo.

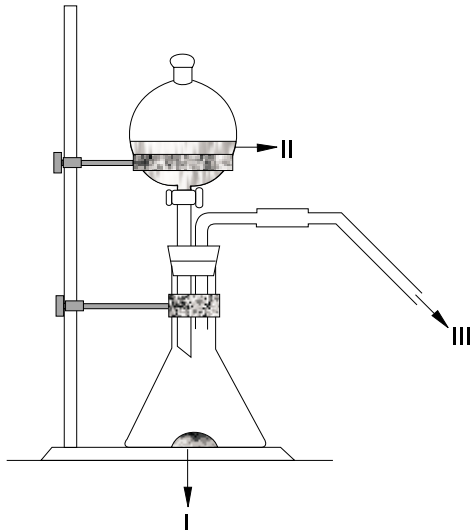


O tipo de reação e a expressão da lei de velocidade são:

	Tipo de Reação	Expressão da lei de velocidade
(A)	Substituição nucleofílica de primeira ordem	$v = k[\text{CH}_3\text{Cl}]$
(B)	Substituição nucleofílica de segunda ordem	$v = k[\text{CH}_3\text{Cl}][\text{OH}^-]$
(C)	Adição eletrofílica de primeira ordem	$v = k[\text{OH}^-]$
(D)	Adição eletrofílica de segunda ordem	$v = k[\text{CH}_3\text{Cl}]^2$
(E)	Adição eletrofílica seguida de eliminação	$v = k[\text{CH}_3\text{Cl}][\text{OH}^-]^2$

13

Numa aula prática de química inorgânica, foi montada a aparelhagem esquematizada abaixo, para ser usada na obtenção e posterior recolhimento de vários gases.

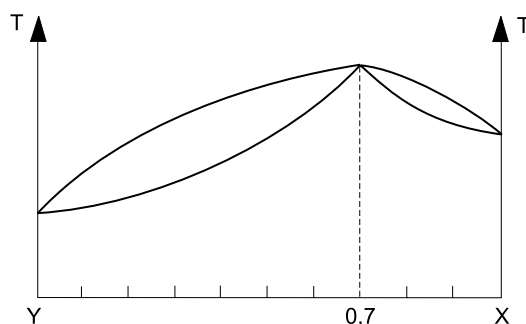


O conjunto de reagentes adequados (I e II) para a obtenção do gás III é:

	I	II	III
(A)	$\text{NH}_4\text{Cl (s)}$	NaOH (aq) concentrado	$\text{NH}_3\text{(g)}$
(B)	$\text{MnO}_2\text{(s)}$	HCl (aq) concentrado	$\text{O}_2\text{(g)}$
(C)	$\text{KNO}_3\text{(s)}$	$\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)}$ concentrado	$\text{NO}_2\text{(g)}$
(D)	$\text{Na}_2\text{SO}_4\text{(s)}$	$\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)}$ diluído	$\text{SO}_2\text{(g)}$
(E)	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{(s)}$	HCl (aq) diluído	$\text{CO}_2\text{(g)}$

14

O diagrama abaixo representa o equilíbrio líquido-vapor de dois líquidos X e Y completamente miscíveis e que formam azeótropo, tudo à pressão constante de 1,0 bar.



A destilação de um sistema equimolar de X e Y produz:

- (A) componente X puro seguido de Y puro.
 (B) componente X puro seguido de azeótropo.
 (C) componente Y puro seguido de X puro.
 (D) componente Y puro seguido de azeótropo.
 (E) somente o azeótropo.

15

Durante o processo de certificação da qualidade de um laboratório de análise de água, o órgão certificador solicitou a dosagem de chumbo em várias alíquotas de uma amostra padrão de água. Os resultados das análises realizadas em triplicata por cinco analistas estão listados na tabela abaixo.

Analista	Concentração de Pb^{+2} (ppm)			Média	Desvio-padrão
A	4,85	5,02	5,15	5,01	0,15
B	4,94	5,02	5,09	5,02	0,08
C	4,85	5,20	5,08	5,04	0,18
D	5,07	4,95	5,20	5,07	0,13
E	5,21	5,13	5,35	5,23	0,11

Sabendo-se que o teor real de Pb^{+2} na amostra em questão é de 5,00 ppm, qual analista apresentou resultado mais preciso?

- (A) A
 (B) B
 (C) C
 (D) D
 (E) E

16

Niels Bohr mostrou que a energia do elétron na n -ésima órbita do átomo de hidrogênio é dada pela equação: $E_n = -Rhc/n^2$, onde R é a Constante de Rydberg, h é a Constante de Planck e c é a velocidade da luz. Considere que o espectro de emissão de átomos de hidrogênio excitados seja formado, apenas, por transições entre os níveis: n_1 , n_2 , n_3 e n_4 .

Qual das transições emite fótons de menor energia?

- (A) $n = 2 \rightarrow n = 1$
 (B) $n = 3 \rightarrow n = 1$
 (C) $n = 3 \rightarrow n = 2$
 (D) $n = 4 \rightarrow n = 2$
 (E) $n = 4 \rightarrow n = 3$

17

Analise, na tabela apresentada a seguir, os valores de pressão de vapor de algumas substâncias nas suas temperaturas de fusão.

Substâncias	Pressão de vapor (mm de Hg)	Ponto de fusão (°C)
cânfora	370	179
iodo	90	114
naftaleno	7	80
ácido benzóico	6	122
p-nitrobenzaldeído	0,009	106

Em relação à capacidade de sublimação das substâncias listadas, conclui-se que:

- (A) o naftaleno é a substância mais facilmente purificada por sublimação porque apresenta o menor ponto de fusão.
 (B) o ácido benzóico não pode ser purificado por sublimação, pois sua pressão de vapor é menor do que a pressão atmosférica.
 (C) o p-nitrobenzaldeído só pode ser purificado por sublimação se forem utilizadas altas pressões.
 (D) para determinar o ponto de fusão da cânfora a amostra deve estar contida num tubo selado para evitar perdas por sublimação.
 (E) para determinar o ponto de fusão do iodo deve-se utilizar vácuo para compensar as perdas por sublimação.

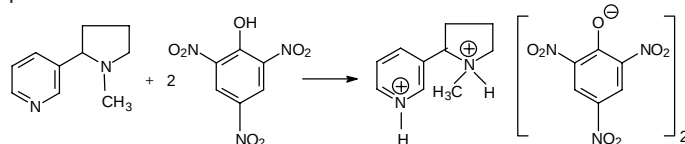
18

Prepara-se uma solução saturada de AgBr em água e, a seguir, dissolve-se NaCl nesta solução. Qual o efeito da adição do sal solúvel na força iônica (I) da solução saturada original, na concentração molar (C_s) dos íons Ag^+ e Br^- em equilíbrio com o AgBr e no produto de solubilidade (K_s) do AgBr?

	Força iônica	Concentração	Produto de solubilidade
(A)	altera	altera	altera
(B)	altera	altera	não altera
(C)	altera	não altera	altera
(D)	não altera	não altera	não altera
(E)	não altera	altera	altera

19

O principal alcalóide presente nas folhas de tabaco é a nicotina. Ela pode ser extraída por solvente orgânico em meio fortemente alcalino. A identificação da nicotina é feita através da formação do derivado dipicrato, conforme reação abaixo, seguida de purificação por recristalização e posterior determinação do ponto de fusão.

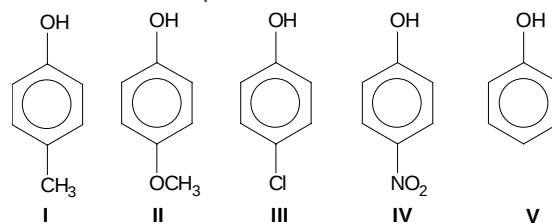


O solvente adequado para a recristalização é:

- (A) hexano.
 (B) benzeno.
 (C) acetona.
 (D) etanol/água (1:1).
 (E) tetracloreto de carbono.

20

Considere os fenóis representados abaixo.



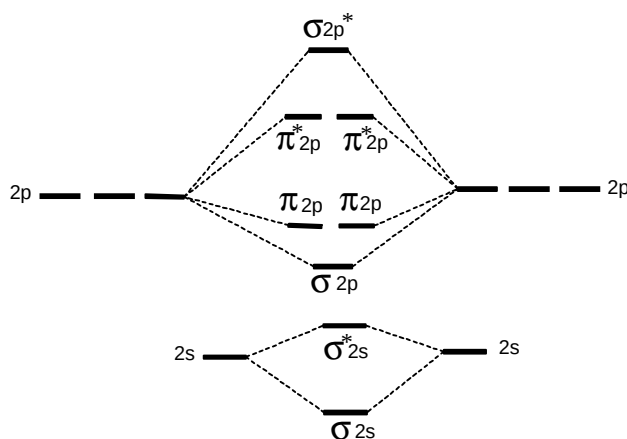
Sabe-se que a acidez desses fenóis é alterada em função da presença de grupos substituintes no anel aromático.

A respeito da acidez desses compostos, é correto afirmar que:

- (A) I é o menos ácido, pois o grupo metila é um fraco aceptor de elétrons.
 (B) I é mais ácido que V, pois o grupo metila é doador de elétrons.
 (C) II é mais ácido que V, pois o grupo metoxila é aceptor de elétrons.
 (D) III é mais ácido que IV, pois o cloro é mais eletronegativo do que o nitrogênio.
 (E) IV é o mais ácido, pois o grupo nitro é um forte aceptor de elétrons.

21

Considere o diagrama de níveis de energia dos orbitais moleculares apresentado abaixo.



Com base na configuração eletrônica dos orbitais moleculares das espécies gás oxigênio, íon peróxido (O_2^{2-}) e íon dioxigenilo (O_2^+), é correto afirmar que:

- (A) a molécula de oxigênio é diamagnética.
 (B) a ligação química no íon peróxido é mais fraca que no íon dioxigenilo.
 (C) as três espécies químicas do oxigênio são paramagnéticas.
 (D) o íon peróxido tem dois elétrons desemparelhados.
 (E) no íon dioxigenilo a ordem de ligação é igual a um.

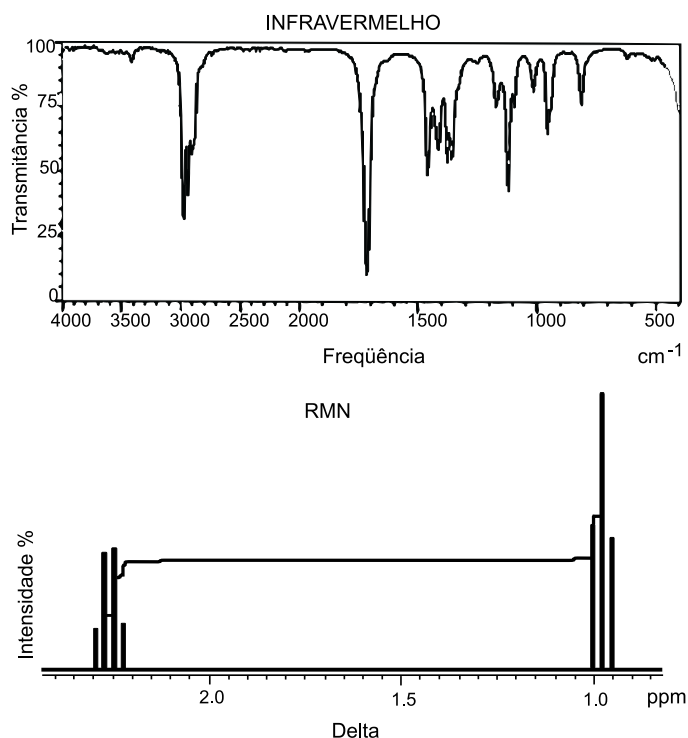
22

Uma certa massa de CO_2 , num estado caracterizado pela temperatura T_1 , pressão P_1 e volume V_1 , sofre um processo I que leva o gás ao estado T_2 , P_2 , V_2 . A seguir, o gás sofre um processo II, que o traz de volta ao seu estado inicial. A respeito dos processos I e II, pode-se afirmar que:

- (A) o calor trocado no processo I é necessariamente igual ao trocado no processo II.
 (B) o calor trocado no processo global (I + II) é nulo.
 (C) o trabalho trocado no processo I é necessariamente igual ao trocado no processo II.
 (D) o trabalho trocado no processo global (I + II) é nulo.
 (E) a energia interna do gás no processo global (I + II) não sofre variação.

23

Um composto **X** de fórmula molecular $C_5H_{10}O$ apresentou os seguintes espectros, quando analisado por espectrometria na região do infravermelho e ressonância magnética nuclear do hidrogênio:



Baseando-se na interpretação dos espectros, o composto **X** é:

- (A) 2-pentanona.
- (B) 3-pentanona.
- (C) 3-metilbutanal.
- (D) ciclopentanol.
- (E) pentanal.

24

A tabela abaixo apresenta os valores de pK_a de hidretos de elementos do bloco p.

GRUPO 14	GRUPO 15	GRUPO 16	GRUPO 17
CH_4 46	NH_3 35	H_2O 16	HF 3
SiH_4 35	PH_3 27	H_2S 7	HCl -7
GeH_4 25	AsH_3 23	H_2Se 4	HBr -9
		H_2Te 3	HI -10

Considerando a tendência observada na tabela, a acidez dos hidretos aumenta nos:

- (A) períodos, à medida que diminui a força da ligação química elemento-hidrogênio.
- (B) períodos, à medida que diminui a diferença de eletronegatividade elemento-hidrogênio.
- (C) grupos, à medida que diminui a polarizabilidade da molécula.
- (D) grupos, à medida que diminui a força da ligação química elemento-hidrogênio.
- (E) grupos, à medida que aumenta a diferença de eletronegatividade elemento-hidrogênio.

25

A vulcanização da borracha natural permite a transformação de um material termoplástico, sem propriedades mecânicas úteis, em uma borracha elástica, forte e resistente. Um dos processos de vulcanização consiste no aquecimento do cis-poliisopreno (cis-poli-2-metil-1,3-butadieno) com enxofre e envolve a alta reatividade das posições alílicas das unidades de isopreno. Assim, o aumento da resistência mecânica da borracha vulcanizada deve-se à:

- (A) diminuição da viscosidade do polímero.
- (B) formação de copolímeros de alto peso molecular.
- (C) formação de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas.
- (D) formação de ligações hidrogênio entre as cadeias poliméricas.
- (E) inversão de configuração das cadeias poliméricas para forma trans.

26

As entalpias de adsorção do oxigênio em molibdênio e em ródio são de -720 kJ.mol^{-1} e -494 kJ.mol^{-1} , respectivamente. Sobre a espontaneidade do processo, tipo de adsorção e seletividade em relação aos substratos envolvidos, pode-se afirmar que:

- (Dados adicionais: Energia da ligação $O = O \rightarrow 497 \text{ kJ.mol}^{-1}$.)
- (A) ocorre adsorção química do oxigênio em ambos os sólidos.
 - (B) ocorre adsorção física do oxigênio em ambos os sólidos.
 - (C) ocorre adsorção física do oxigênio no molibdênio e química no ródio.
 - (D) a adsorção do oxigênio se dá preferencialmente sobre o ródio.
 - (E) a adsorção do oxigênio em ambos os sólidos não é um processo espontâneo.

27

Uma mistura de dois isômeros foi analisada por cromatografia gasosa de alta resolução, utilizando-se as seguintes condições:

- coluna capilar de fase estacionária apolar;
- temperatura do injetor: 280°C ;
- temperatura do detetor: 290°C ;
- programação de temperatura: $60^\circ\text{C} \xrightarrow{8^\circ\text{C/min}} 240^\circ\text{C}$

O cromatograma obtido apresentou dois picos com tempos de retenção muito próximos. Para aumentar a resolução desta separação cromatográfica deve-se

- (A) diminuir o tamanho da coluna.
- (B) diminuir a temperatura do detetor.
- (C) diminuir a taxa de aquecimento do forno.
- (D) aumentar a vazão do gás de arraste.
- (E) aumentar o volume de amostra injetada.

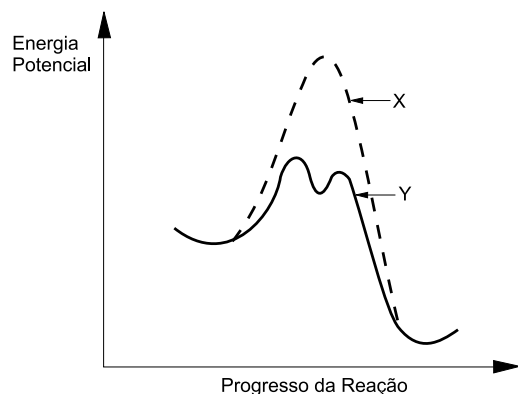
28

No modelo utilizado na teoria cinética dos gases, as moléculas são consideradas esferas rígidas que sofrem colisões totalmente elásticas e movem-se independentemente umas das outras. Assim, as forças intermoleculares são:

- (A) atrativas à longa distância e repulsivas à curta distância.
- (B) repulsivas à longa distância e atrativas à curta distância.
- (C) repulsivas à longa distância e nulas à curta distância.
- (D) nulas à longa distância e atrativas à curta distância.
- (E) nulas em qualquer distância, exceto durante as colisões.

29

As reações de hidrogenação de olefinas ocorrem muito mais rapidamente quando se emprega um catalisador metálico como, por exemplo, o Níquel de Raney. O gráfico abaixo apresenta as curvas de energia potencial em função do progresso da reação para hidrogenação de uma olefina com e sem catalisador.

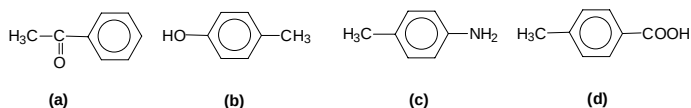


Baseado na energia de ativação (E_a) dos processos, a curva correspondente à reação catalisada e a justificativa respectiva são:

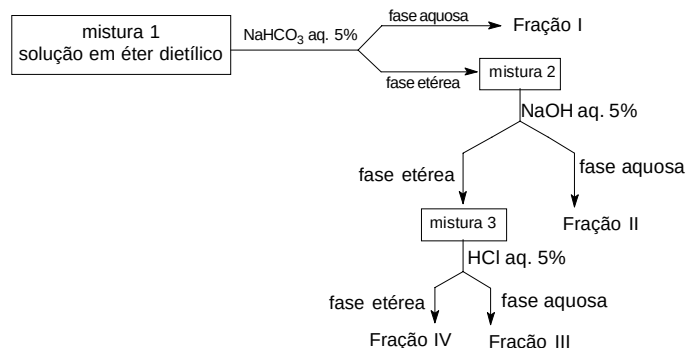
Curva	Justificativa: É uma reação ...
(A) X	de etapa única com maior E_a .
(B) X	cujo estado de transição requer uma menor E_a .
(C) X	cuja E_a é maior do que a E_a da reação da curva Y.
(D) Y	cuja E_a da etapa lenta é menor do que a E_a da reação da curva X.
(E) Y	que apresenta dois intermediários de baixa E_a .

30

Os compostos (a), (b), (c) e (d), representados abaixo, estão presentes na mistura 1.



Visando à separação desta mistura, foi executado o seguinte procedimento:



Os compostos (a), (b), (c) e (d) podem ser recuperados, respectivamente, das frações:

- (A) I, III, II e IV.
 (B) II, IV, III e I.
 (C) III, I, IV e II.
 (D) IV, II, I e III.
 (E) IV, II, III e I.

31

Considere os dados termodinâmicos abaixo.

$$\Delta H^\circ \text{ atomização } \text{Na}_{(s)} = +107 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$1^\circ \text{ Energia de ionização } \text{Na}_{(g)} = +496 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ \text{ atomização } \text{Cl}_{2(g)} = +244 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ \text{ eletroafinidade } \text{Cl}_{(g)} = -349 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

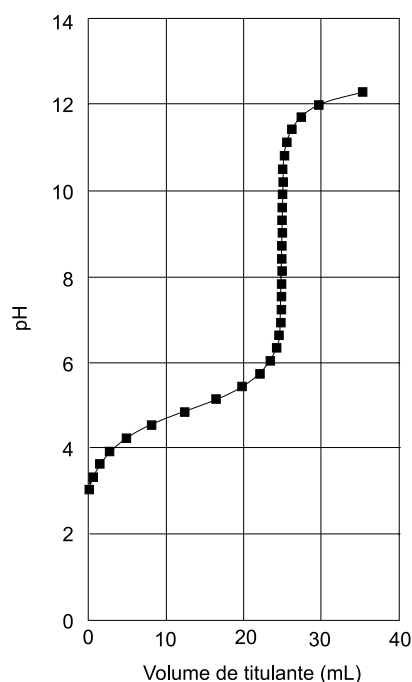
$$\text{Energia de rede } \text{NaCl}_{(s)} = -786 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

A entalpia molar de formação do $\text{NaCl}_{(s)}$, a partir das substâncias elementares em seus estados-padrão, em kJ.mol^{-1} , é:

- (A) -410
 (B) -185
 (C) -78
 (D) +78
 (E) +410

32

O gráfico abaixo representa uma curva de titulação potenciométrica de pH versus volume de solução aquosa 0,1 mol/L de titulante, para 25 mL de solução aquosa 0,1 mol/L de titulado.

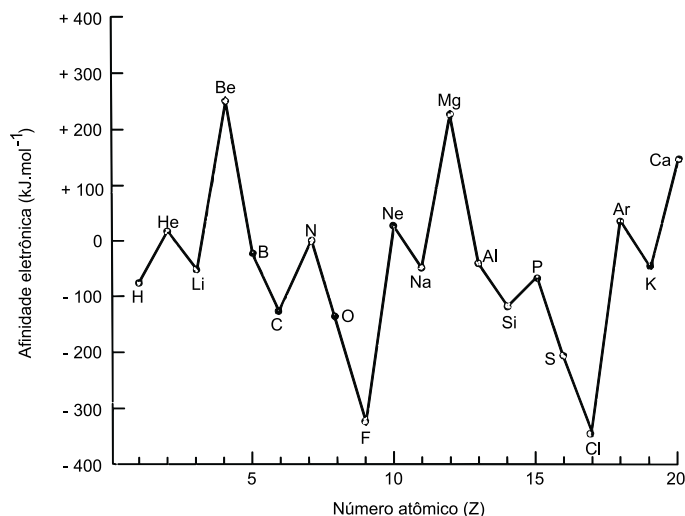


Qual dos seguintes sistemas apresentaria uma curva compatível com o gráfico traçado?

	Titulado	Titulante
(A)	CH_3COOH	NaOH
(B)	HCl	NaOH
(C)	H_3PO_4	KOH
(D)	NH_4OH	HCl
(E)	Fenol	NaHCO_3

33

O gráfico abaixo representa os valores das afinidades eletrônicas dos primeiros vinte elementos da Classificação Periódica em função do número atômico.



Analisando o gráfico em relação a esses vinte elementos, é certo afirmar que:

- (A) a formação do ânion monovalente do oxigênio é um processo favorável.
- (B) a formação de ânions monovalentes, a partir de átomos de gás nobre, é um processo espontâneo.
- (C) a formação de ânions monovalentes, a partir de átomos de halogênios, é um processo endotérmico.
- (D) as afinidades eletrônicas dos metais são positivas e as dos não-metais são negativas.
- (E) os metais alcalinos terrosos têm grande tendência para capturar elétrons.

34

O 2-propanol é preparado comercialmente pela reação do propeno com ácido sulfúrico, seguida da hidrólise do sulfato formado. As principais impurezas são água, álcoois de cadeias menores e produtos de oxidação, tais como aldeídos e cetonas. Uma das etapas de purificação deste álcool inclui adição de benzeno seguida de destilação. O objetivo deste procedimento é:

- (A) dissolver os produtos de oxidação.
- (B) reduzir a polaridade do meio reacional, para facilitar a remoção do sulfato.
- (C) remover o excesso de ácido por formação de ácido benzenossulfônico.
- (D) remover a água por destilação azeotrópica através de um sistema ternário.
- (E) remover os álcoois de cadeias menores por destilação com arraste a vapor.

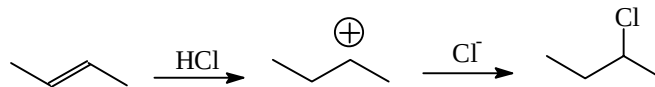
35

Uma câmara contém uma mistura equimolar de hidrogênio e oxigênio a 300K e 1 bar de pressão. Produz-se um pequeno orifício e a mistura gasosa começa a escapar para o vácuo. Acompanhando-se a pressão e a temperatura na câmara e a composição da mistura gasosa que efunde para o vácuo pouco após o início da efusão, verifica-se que a

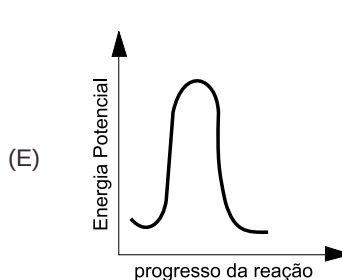
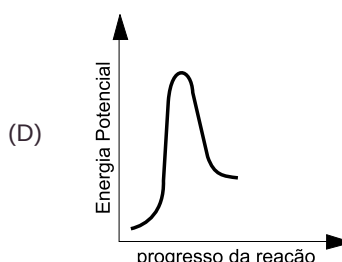
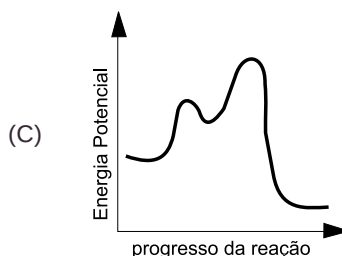
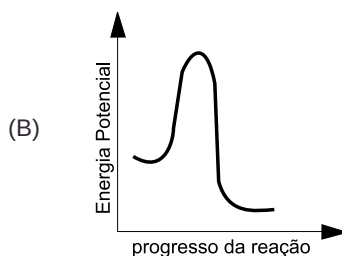
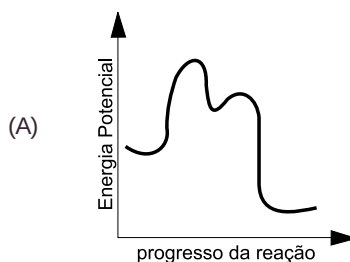
- (A) pressão da câmara se altera significativamente.
- (B) temperatura da câmara se altera significativamente.
- (C) mistura gasosa que efunde é mais rica em hidrogênio.
- (D) mistura gasosa que efunde é mais rica em oxigênio.
- (E) mistura gasosa que efunde tem a mesma composição que a da câmara.

36

Considere a reação de adição de HCl ao trans-2-buteno esquematizada abaixo.



O diagrama de energia correspondente ao mecanismo desta reação é:



37

As figuras abaixo apresentam três tipos de células unitárias cúbicas.

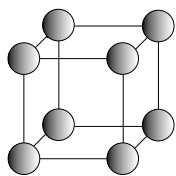


Figura I

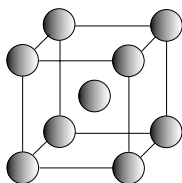


Figura II

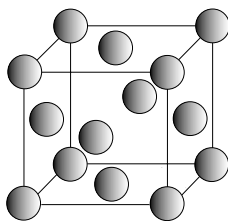


Figura III

Admitindo-se que as esferas têm o mesmo tamanho e que representam átomos ou íons, é correto afirmar que:

- (A) o número de coordenação de cada esfera na rede cúbica da figura I é quatro.
 (B) o número de coordenação de cada esfera nas redes cúbicas das figuras II e III é oito.
 (C) para a célula unitária representada na figura I há apenas um átomo ou íon "inteiro" por célula.
 (D) para a célula unitária representada na figura II há apenas um átomo ou íon "inteiro" por célula.
 (E) para a célula unitária representada na figura III há dois átomos ou íons "inteiros" por célula.

38

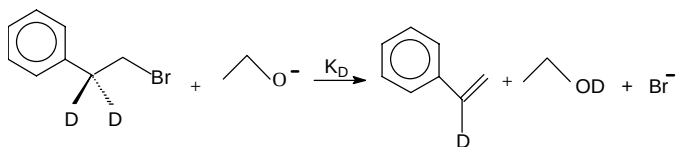
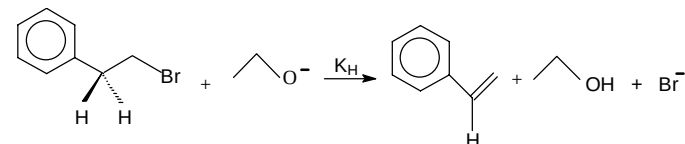
Na titulação condutimétrica, acompanha-se a mudança da condutividade de uma solução pela adição de um titulante adequado. Esta adição é feita até que haja excesso do titulante no meio reacional. Se o titulado for uma solução de KOH, a condutividade do meio logo após o ponto de equivalência

- (A) decresce caso o HCl seja o titulante.
 (B) decresce caso o ácido acético seja o titulante.
 (C) cresce caso o ácido acético seja o titulante.
 (D) não se altera caso o HCl seja o titulante.
 (E) não se altera caso o ácido acético seja o titulante.

39

A diferença de velocidade observada numa reação química, em virtude da substituição de um átomo do substrato por um isótopo desse átomo, é conhecida como efeito isotópico cinético e tem sido utilizada para elucidar mecanismos de reações.

Considere as reações abaixo para as quais foi determinada a razão entre as constantes de velocidade $k_H / k_D = 7$ (sendo D = deutério).

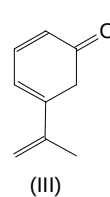
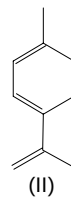
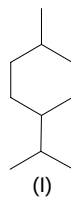


O valor determinado para esta razão permite concluir que:

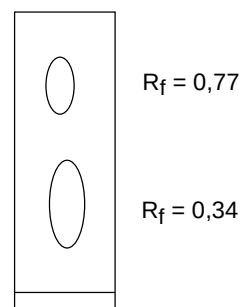
- (A) se trata de uma reação de eliminação de primeira ordem.
 (B) se trata de uma reação de eliminação de segunda ordem.
 (C) a reação passa por um intermediário do tipo carbocátion.
 (D) a reação será de primeira ordem, independente do substrato usado.
 (E) a reação será de segunda ordem, independente do nucleófilo usado.

40

Uma mistura contendo os compostos I, II e III, representados abaixo, foi analisada pela técnica de cromatografia em camada fina.



A mistura foi aplicada em uma cromatoplaça de sílica sem indicador de fluorescência. Após eluição com hexano:éter etílico (4:1) e revelação sob luz ultravioleta (254nm), a cromatoplaça apresentou o seguinte aspecto:



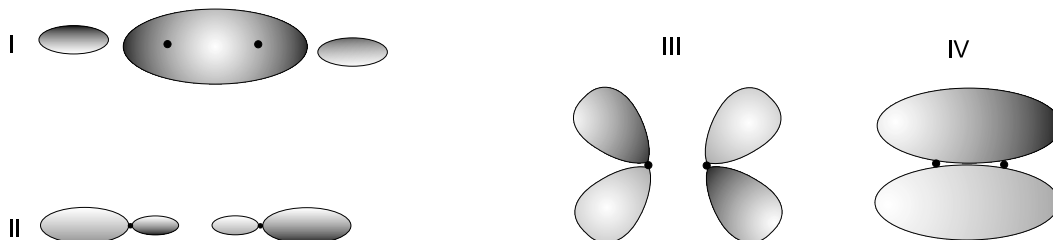
Quando a cromatoplaça foi revelada com iodo, foram observadas três manchas. Pode-se afirmar que as manchas obtidas nos R_f 0,34 e 0,77 correspondem, respectivamente, às estruturas:

- (A) I e II.
 (B) I e III.
 (C) II e III.
 (D) III e I.
 (E) III e II.

QUESTÕES DISCURSIVAS ESPECÍFICAS PARA OS FORMANDOS DE BACHARELADO

1

Encontram-se abaixo os diagramas de contorno de densidade eletrônica dos orbitais moleculares da ligação carbono-carbono do etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), formados a partir da combinação dos orbitais atômicos dos carbonos hibridizados sp^2 .



Com base nessas informações e utilizando os números relacionados com cada diagrama:

- a) indique quais são orbitais **sigma** (σ) e quais são **pi** (π), justificando sua resposta; (valor: 2,0 pontos)
- b) indique quais são os orbitais **ligantes** e quais são os **antiligantes**, justificando sua resposta; (valor: 2,0 pontos)
- c) coloque os orbitais moleculares em ordem **crescente** de energia relativa. (valor: 1,0 ponto)

2

Você precisa isolar os compostos da mistura **1** e identificar os compostos da mistura **2**, discriminadas abaixo.

MISTURA1: Amida + Álcool + Ácido carboxílico (20 mg de cada componente).

MISTURA2: Alcano + olefina + éter (3 mg de cada componente).

Dispondo de um cromatógrafo a líquido de alta eficiência (HPLC) e solventes como água, acetonitrila, benzeno e metanol, indique, **sempre justificando a escolha feita**:

- a) o tipo de coluna (analítica ou semipreparativa) e o tipo de enchimento da coluna (fase reversa ou fase normal) que você deveria empregar em cada caso; (valor: 2,0 pontos)
- b) uma mistura binária de solventes que pudesse ser empregada para cada caso; (valor: 2,0 pontos)
- c) a sequência de eluição dos compostos esperada para cada caso. (valor: 2,0 pontos)

Dados/Informações adicionais: considere que os compostos, em cada mistura, possuem o mesmo número de átomos de carbono.

3

Em um laboratório, necessita-se verificar o conteúdo dos frascos **A**, **B** e **C** que contêm as seguintes amostras:

A: um sólido contaminado com traços de chumbo;

B: oxalato de cálcio pentaidratado;

C: ácido benzóico.

Há disponibilidade de uso das seguintes técnicas:

1: Análise Térmica;

2: Ressonância Magnética Nuclear de Carbono-13;

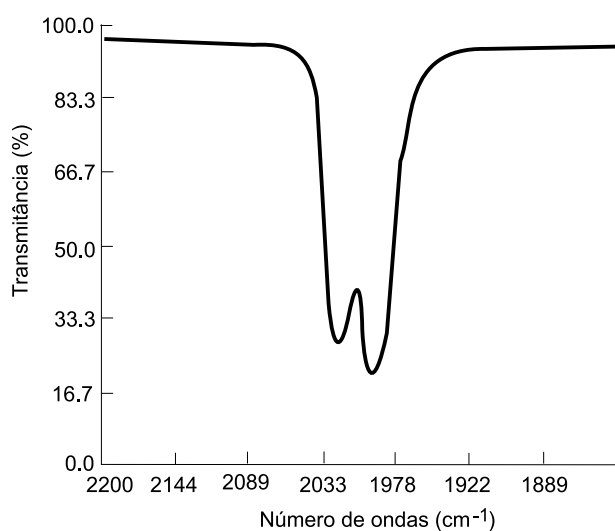
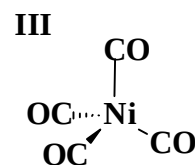
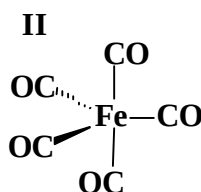
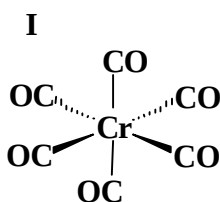
3: Absorção Atômica.

Indique a técnica mais adequada para a caracterização de cada amostra, justificando sua escolha para cada caso.

(valor: 5,0 pontos)

4

Uma parte considerável da teoria sobre compostos de coordenação/organometálicos foi desenvolvida com base nos aspectos estereoquímicos dos mesmos. Considere o espectro no infravermelho abaixo (faixa de absorção do estiramento da ligação carbono-oxigênio), e as estruturas em perspectivas de hexacarbonilcromo (I), pentacarbonilferro (II) e tetracarbonilníquel (III).



Indique:

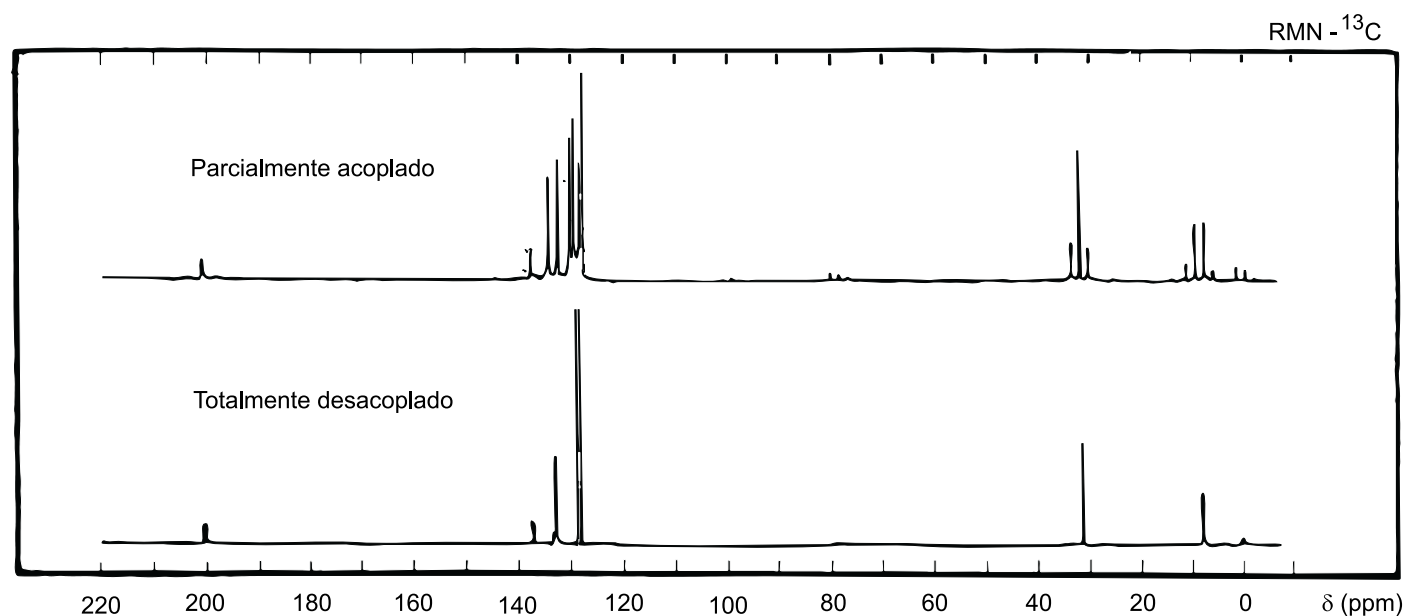
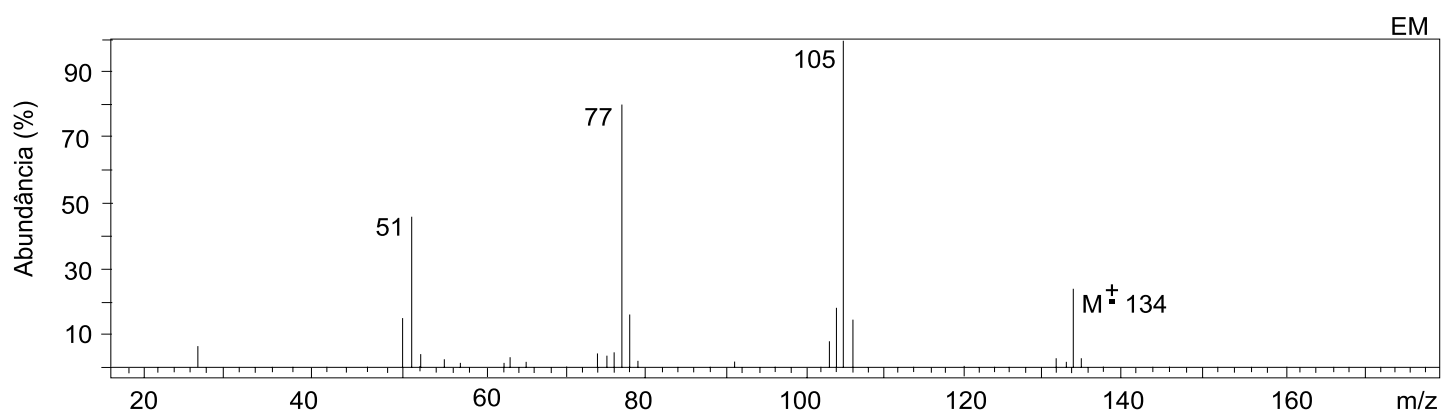
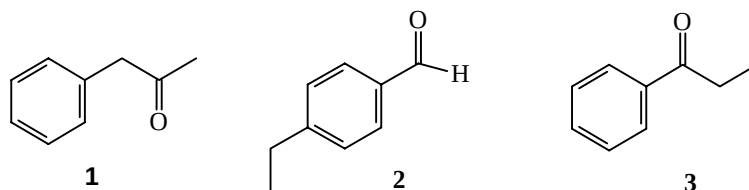
a) a geometria de cada molécula;

(valor: 2,0 pontos)

b) a estrutura do único composto ao qual o espectro fornecido poderia estar associado, justificando sua resposta. **(valor: 3,0 pontos)**

5

Abaixo são dados o espectro de massa (impacto de elétrons, 70 eV) e o espectro de ressonância magnética nuclear de carbono-13 (20 MHz, CDCl_3 + TMS), parcialmente acoplado e totalmente desacoplado, de uma substância orgânica relacionada com uma das seguintes estruturas:



- a) Escolha, entre as três estruturas fornecidas, aquela mais adequada para a substância. Justifique sua escolha com base nos dados de **ambos** os espectros. (valor: 4,0 pontos)
- b) Indique a razão massa/carga do íon molecular e do pico base. (valor: 1,0 ponto)
- c) Escreva as fórmulas estruturais correspondentes aos fragmentos iônicos com $m/z=77$ e $m/z=105$. (valor: 2,0 pontos)

QUESTÕES DISCURSIVAS ESPECÍFICAS PARA OS FORMANDOS DE LICENCIATURA

6

São apresentados, a seguir, dois esquemas de abordagem de conteúdos para o ensino de metais.

Esquema A

- I - definição e classificação dos metais, reconhecimento na tabela periódica;
- II - propriedades dos metais;
- III - estrutura atômica e ligação metálica;
- IV - métodos de obtenção de alguns metais (ferro, cobre, alumínio);
- V - propriedades e usos de alguns metais.

Esquema B

- I - materiais metálicos conhecidos pelos alunos- usos, semelhanças e diferenças;
- II - propriedades dos metais;
- III - produção do ferro-matérias-primas, processo industrial, quantidade produzida e seu comércio, problemas ambientais decorrentes da produção;
- IV - utilização de metais e ligas pela sociedade;
- V - pesquisa sobre outros metais - produção, uso, problemas ambientais, novos materiais.

Esses esquemas de abordagem de conteúdos revelam tendências diferentes no ensino da Química.

Identifique essas tendências e destaque dois itens de cada esquema que revelem essas diferenças.

(valor: 5,0 pontos)

7

No ensino da Química identificam-se pelo menos três diferentes maneiras de abordar o cotidiano:

- na motivação para o ensino dos conteúdos;
- na exemplificação ou aplicação dos conteúdos ensinados;
- na seleção e organização do conteúdo a ser ensinado.

Explique cada uma dessas abordagens, e analise o papel que os livros paradidáticos podem ter em cada uma delas.

(valor: 6,0 pontos)

8

No ensino de cinética química, é comum a utilização da teoria das colisões para explicar como certas condições alteram a velocidade de uma reação (por exemplo, temperatura, concentração, estado de agregação).

Estão descritas a seguir duas estratégias de ensino relativas à introdução desse modelo.

Estratégia I

- 1ª fase - apresentação da teoria das colisões;
- 2ª fase - apresentação do efeito da concentração, temperatura e estado de agregação na velocidade das reações;
- 3ª fase - explicação pelo modelo da teoria das colisões.

Estratégia II

- 1ª fase - apresentação do efeito da concentração, temperatura e estado de agregação na velocidade das reações;
- 2ª fase - criação, pelos alunos, de modelos explicativos para os fatos estudados, usando conhecimentos que já têm sobre átomos e moléculas;
- 3ª fase - apresentação do modelo da teoria das colisões, comparação com os modelos dos alunos.

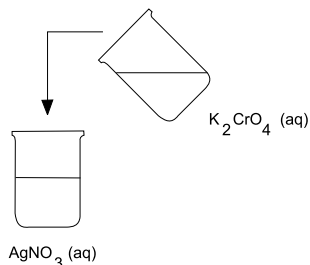
Apresente uma vantagem e uma limitação de cada uma dessas estratégias para a aprendizagem, pelo aluno, do significado de um modelo, e para que ele compreenda os fatos químicos dentro de uma visão microscópica.

(valor: 6,0 pontos)

Para avaliação da aprendizagem de seus alunos, um professor propôs as três situações-problema apresentadas a seguir, envolvendo transformação química e solubilidade.

Problema 1

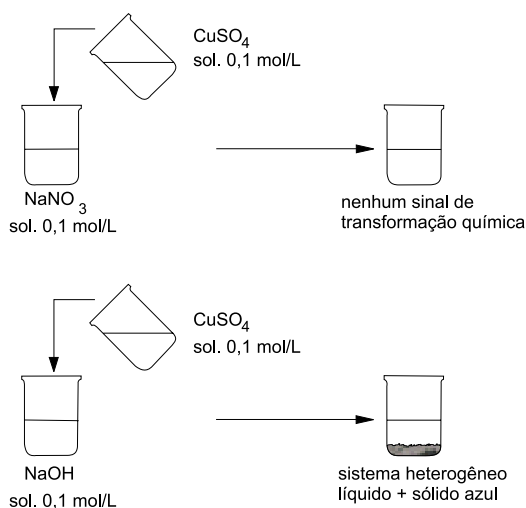
Considere o experimento representado na figura abaixo.



Ocorre precipitação? Se for o caso, equacione.

(obs: não são fornecidos dados de solubilidade aos alunos)

Problema 2



Com base nesses resultados, que substância deve ser o sólido azul?

Problema 3

Você recebeu de seu professor uma solução aquosa que contém um, dois ou três dos seguintes sais: $Ba(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$ e $Pb(NO_3)_2$. Com a ajuda da tabela a seguir, que apresenta dados de reação desses cátions, proponha um procedimento que permita identificar quais daqueles sais estão presentes na solução que você recebeu.

Resultados obtidos ao se misturar solução de Ba^{2+} , Mg^{2+} , ou Pb^{2+} a outras soluções:

Cátion	NH_4OH (aq)	$NaCl$ (aq)	Na_2SO_4 (aq)
Ba^{2+}	Solúvel	Solúvel	Precipita
Mg^{2+}	Precipita	Solúvel	Solúvel
Pb^{2+}	Precipita	Precipita	Precipita

Com relação a essas situações-problema, indique o que cada uma delas pode avaliar em termos de conteúdos químicos, competências e habilidades.

(valor: 6,0 pontos)

A introdução da História da Ciência e, particularmente, da História da Química no Ensino Médio vem sendo sugerida com certas características explicitadas nos textos a seguir.

“... a Química não é um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, como geralmente é entendida, mas sim uma construção humana, em contínua mudança. A história da Química deve permear todo o ensino de química, possibilitando a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento com seus avanços, erros e conflitos”.

(Proposta Curricular de Santa Catarina. Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina, 1998, p. 153)

“...a introdução da História da Ciência no ensino de Química permite a abordagem de aspectos importantes para a compreensão do processo de elaboração do conhecimento. Isso, quando consideramos a história não como uma coleção de erros a serem evitados, o que levaria à afirmação de que a ciência é quase que perfeita(...), mas, considerando-a como um referencial onde erros e acertos convivem, permutando seus status, num processo de idas e vindas constantes, ora a caminho do que entende por progresso, ora da dúvida”.

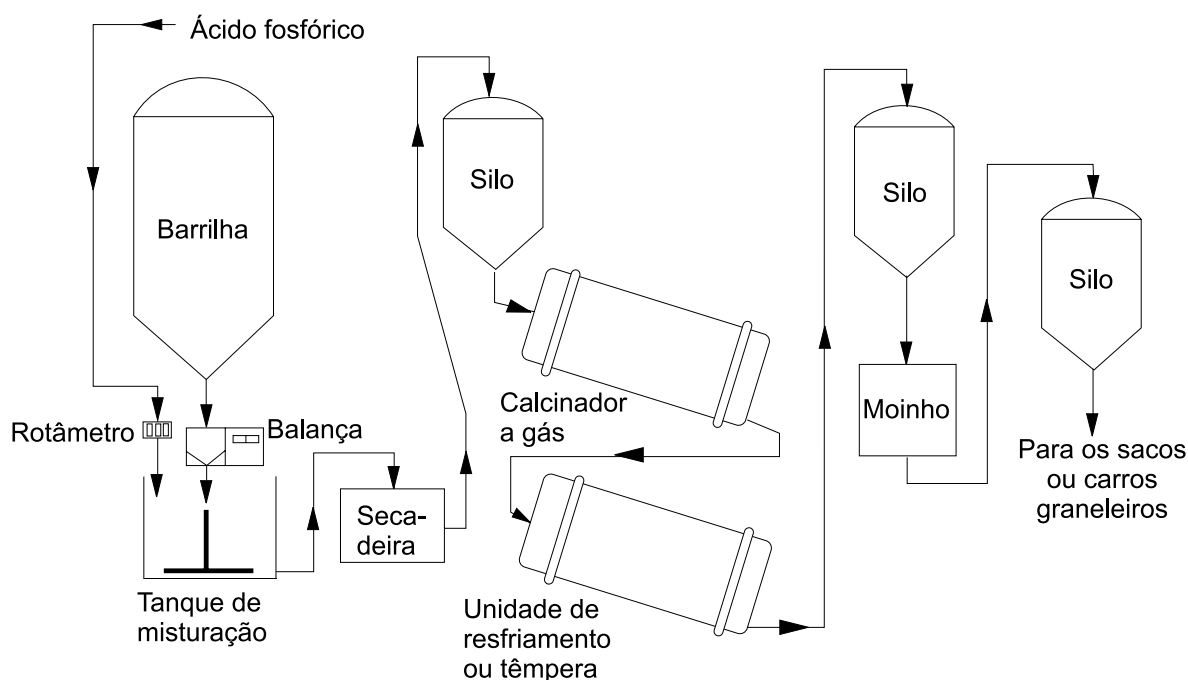
(Proposta Curricular para o Ensino de Química. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 1988, p.15)

Tendo como referencial as abordagens apontadas nesses dois textos, proponha dois critérios a serem considerados ao se analisar como a História da Ciência é tratada em livros de Química para o ensino médio. **(valor: 5,0 pontos)**

QUESTÕES DISCURSIVAS ESPECÍFICAS PARA OS FORMANDOS DA ÁREA TECNOLÓGICA

11

O fluxograma abaixo representa a obtenção do tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) a partir de barrilha e ácido fosfórico.



Para se obter o tripolifosfato de sódio, é indispensável um controle estrito da temperatura. Quando se aquecem entre 300° e 500°C, nas proporções corretas, o fosfato monossódico e o fosfato dissódico, e depois se resfria lentamente, o produto final está praticamente todo na forma do tripolifosfato.

a) Selecione no fluxograma acima e indique no Caderno de Respostas os seguintes tipos de operações unitárias:

- a1) operações de transferência de massa;
- a2) operações de transferência de calor;
- a3) operações baseadas em princípios mecânicos;
- a4) operações baseadas em mecânica dos fluidos.

(valor: 3,0 pontos)

b) Represente a equação química do processo unitário correspondente à formação do tripolifosfato.

(valor: 2,0 pontos)

12

A estrutura da indústria química no Brasil é fortemente oligopolizada. Esta realidade exige dos administradores de empresas estratégias específicas de sobrevivência e crescimento.

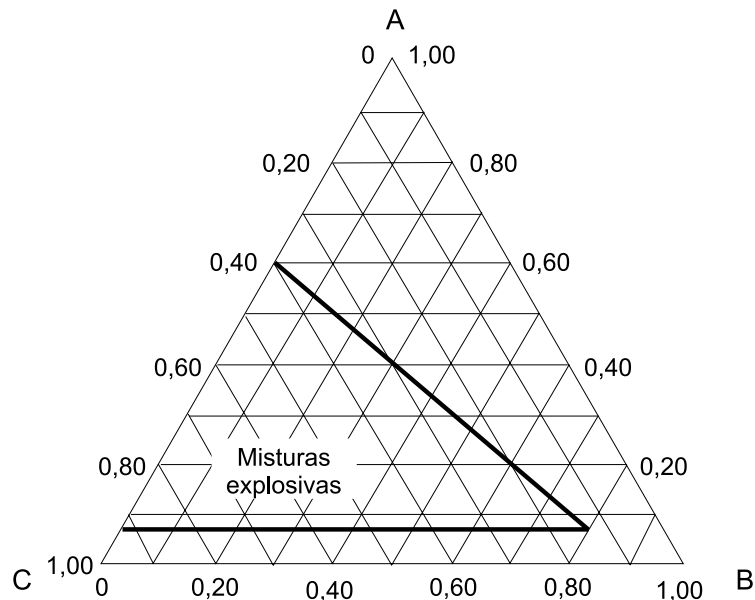
Neste contexto:

- a) aponte duas razões que explicam o fato de as empresas da indústria química serem predominantemente de grande porte; **(valor: 2,0 pontos)**
- b) destaque três estratégias competitivas entre as empresas líderes do mercado. **(valor: 3,0 pontos)**

13

No diagrama ternário a seguir, têm-se as composições em massa de nitrogênio, metano e oxigênio numa mistura gasosa a uma dada temperatura.

Os vértices A, B e C correspondem a 100% de CH_4 , N_2 e O_2 , respectivamente, e cada lado oposto a esses vértices corresponde à ausência do respectivo componente na mistura. As composições do triângulo de linhas em negrito indicam que a mistura é explosiva.



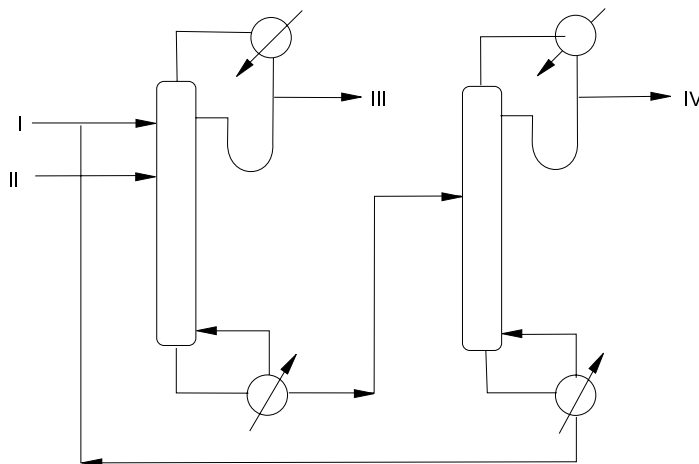
Com base no diagrama apresentado, responda às seguintes questões.

- a) A mistura de 30% de N_2 , 50% de O_2 e 20% de CH_4 em massa, num reator, é explosiva? Justifique sua resposta. **(valor: 3,0 pontos)**
- b) A partir de que percentagem em massa de N_2 a condição do item anterior será modificada, caso seja mantida a quantidade de CH_4 na mistura? Justifique sua resposta. **(valor: 3,0 pontos)**

14

O benzeno é uma importante matéria-prima da indústria química. Ele pode ser isolado a partir da destilação extrativa de gasolinas aromáticas. Este método de separação é geralmente utilizado para separar espécies de volatilidades semelhantes, através da interação preferencial de um ou mais componentes com um solvente apropriado.

O esquema simplificado abaixo representa um sistema de destilação extrativa, empregado no processo "Distapex", para separação de benzeno dos demais hidrocarbonetos não aromáticos presentes numa fração de gasolina de pirólise, utilizando N-metilpirrolidona como solvente.



a) Indique em qual dos seguintes pontos (I, II, III e IV) é feita a:

- alimentação da mistura;
- alimentação do solvente;
- remoção do benzeno;
- remoção dos compostos não aromáticos.

(valor: 2,0 pontos)

b) Enumere três características que o solvente deve apresentar para ser utilizado no processo de destilação extrativa e justifique sua resposta.

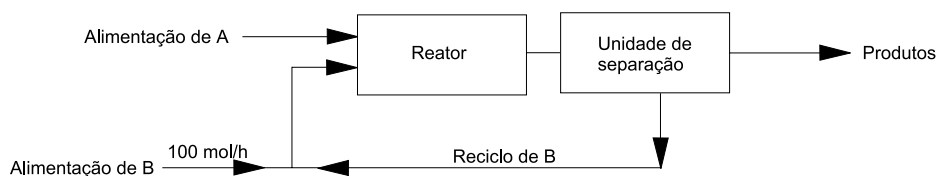
(valor: 2,0 pontos)

c) Cite três intermediários produzidos industrialmente a partir do benzeno.

(valor: 2,0 pontos)

15

O diagrama de fluxo abaixo ilustra o processo ($A + B \rightarrow \text{Produtos}$) composto por um reator químico e uma unidade de separação, onde uma corrente da substância B pura é separada dos produtos e reciclada.



Sabe-se que:

- o reagente A está em excesso;
- a conversão de B por passe no reator é de 60%;
- a conversão global de B aos produtos, no processo total, é de 90%.

Pergunta-se:

a) qual a utilidade da corrente de reciclo no processo?

(valor: 2,0 pontos)

b) qual a razão adequada de reciclo (mol de B no reciclo por mol de B na alimentação nova de B)?

(valor: 4,0 pontos)

IMPRESSÕES SOBRE A PROVA

As questões abaixo visam a levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar e também sobre o seu desempenho na prova.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião e à razão que explica o seu desempenho nos espaços próprios (parte inferior) do Cartão-Resposta.

Agradecemos sua colaboração.

41

Qual o ano de conclusão deste seu curso de graduação?

- (A) 2000.
- (B) 1999.
- (C) 1998.
- (D) 1997.
- (E) Outros.

42

Qual o grau de dificuldade desta prova?

- (A) Muito fácil.
- (B) Fácil.
- (C) Médio.
- (D) Difícil.
- (E) Muito difícil.

43

Quanto à extensão, como você considera a prova?

- (A) Muito longa.
- (B) Longa.
- (C) Adequada.
- (D) Curta.
- (E) Muito curta.

44

Para você, como foi o tempo destinado à resolução da prova?

- (A) Excessivo.
- (B) Pouco mais que suficiente.
- (C) Suficiente.
- (D) Quase suficiente.
- (E) Insuficiente.

45

As questões da prova apresentam enunciados claros e objetivos?

- (A) Sim, todas apresentam.
- (B) Sim, a maioria apresenta.
- (C) Sim, mas apenas cerca de metade apresenta.
- (D) Não, poucas apresentam.
- (E) Não, nenhuma apresenta.

46

Como você considera as informações fornecidas em cada questão para a sua resolução?

- (A) Sempre excessivas.
- (B) Sempre suficientes.
- (C) Suficientes na maioria das vezes.
- (D) Suficientes somente em alguns casos.
- (E) Sempre insuficientes.

47

Como você avalia a adequação da prova aos conteúdos definidos para o Provão/2000 desse curso?

- (A) Totalmente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço os conteúdos definidos para o Provão/2000.

48

Como você avalia a adequação da prova para verificar as habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas durante o curso, conforme definido para o Provão/2000?

- (A) Plenamente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço as habilidades definidas para o Provão/2000.

49

Com que tipo de problema você se deparou mais frequentemente ao responder a esta prova?

- (A) Desconhecimento do conteúdo.
- (B) Forma de abordagem do conteúdo diferente daquela a que estou habituado.
- (C) Falta de motivação para fazer a prova.
- (D) Espaço insuficiente para responder às questões.
- (E) Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

50

Como você explicaria o seu desempenho na prova?

- (A) Não estudei durante o curso a maioria desses conteúdos.
- (B) Estudei somente alguns desses conteúdos durante o curso, mas não os aprendi bem.
- (C) Estudei a maioria desses conteúdos há muito tempo e já os esqueci.
- (D) Estudei muitos desses conteúdos durante o curso, mas nem todos aprendi bem.
- (E) Estudei e conheço bem todos esses conteúdos.