

# TÉCNICO(A) QUÍMICO DE PETRÓLEO JÚNIOR

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

01 - Você recebeu do fiscal o seguinte material:

a) este caderno, com os enunciados das 50 questões objetivas, sem repetição ou falha, com a seguinte distribuição:

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS					
Questões	Pontos	Questões	Pontos	Questões	Pontos
1 a 10	1,0	21 a 30	2,0	41 a 50	3,0
11 a 20	1,5	31 a 40	2,5	-	-

b) 1 **CARTÃO-RESPOSTA** destinado às respostas às questões objetivas formuladas nas provas.

02 - Verifique se este material está em ordem e se o seu nome e número de inscrição conferem com os que aparecem no **CARTÃO-RESPOSTA**. Caso contrário, notifique **IMEDIATAMENTE** o fiscal.

03 - Após a conferência, o candidato deverá assinar no espaço próprio do **CARTÃO-RESPOSTA**, a caneta esferográfica transparente de tinta na cor preta.

04 - No **CARTÃO-RESPOSTA**, a marcação das letras correspondentes às respostas certas deve ser feita cobrindo a letra e preenchendo todo o espaço compreendido pelos círculos, a **caneta esferográfica transparente de tinta na cor preta**, de forma contínua e densa. A LEITORA ÓTICA é sensível a marcas escuras; portanto, preencha os campos de marcação completamente, sem deixar claros.

Exemplo:    (A)       ●       (C)       (D)       (E)

05 - Tenha muito cuidado com o **CARTÃO-RESPOSTA**, para não o **DOBRAR, AMASSAR ou MANCHAR**. O **CARTÃO-RESPOSTA SOMENTE** poderá ser substituído caso esteja danificado em suas margens superior ou inferior - **BARRA DE RECONHECIMENTO PARA LEITURA ÓTICA**.

06 - Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 alternativas classificadas com as letras (A), (B), (C), (D) e (E); só uma responde adequadamente ao quesito proposto. Você só deve assinalar **UMA RESPOSTA**: a marcação em mais de uma alternativa anula a questão, **MESMO QUE UMA DAS RESPOSTAS ESTEJA CORRETA**.

07 - As questões objetivas são identificadas pelo número que se situa acima de seu enunciado.

08 - **SERÁ ELIMINADO** do Processo Seletivo Público o candidato que:

a) se utilizar, durante a realização das provas, de máquinas e/ou relógios de calcular, bem como de rádios gravadores, *headphones*, telefones celulares ou fontes de consulta de qualquer espécie;

b) se ausentar da sala em que se realizam as provas levando consigo o Caderno de Questões e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**;

c) se recusar a entregar o Caderno de Questões e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA** quando terminar o tempo estabelecido.

09 - Reserve os 30 (trinta) minutos finais para marcar seu **CARTÃO-RESPOSTA**. Os rascunhos e as marcações assinaladas no Caderno de Questões **NÃO SERÃO LEVADOS EM CONTA**.

10 - Quando terminar, entregue ao fiscal **O CADERNO DE QUESTÕES E O CARTÃO-RESPOSTA** e **ASSINE A LISTA DE PRESENÇA**.

**Obs.** O candidato só poderá se ausentar do recinto das provas após **1 (uma) hora** contada a partir do efetivo início das mesmas. Por motivos de segurança, o candidato **NÃO PODERÁ LEVAR O CADERNO DE QUESTÕES**, a qualquer momento.

11 - **O TEMPO DISPONÍVEL PARA ESTAS PROVAS DE QUESTÕES OBJETIVAS É DE 3 (TRÊS) HORAS e 30 (TRINTA) MINUTOS**, findo o qual o candidato deverá, **obrigatoriamente**, entregar o **CARTÃO-RESPOSTA**.

12 - As questões e os gabaritos das Provas Objetivas serão divulgados no primeiro dia útil após a realização das mesmas, no endereço eletrônico da **FUNDAÇÃO CESGRANRIO** (<http://www.cesgranrio.org.br>).



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

1

A organização dos elementos químicos em um arranjo lógico era um objetivo de vários químicos do século XIX. Algumas tentativas de organização foram feitas, mas nenhuma delas alcançou o sucesso do modelo proposto pelo russo Mendeleev. Na tabela apresentada por Mendeleev, os elementos foram agrupados segundo suas (seus)

- (A) valores de eletronegatividade em ordem crescente.
- (B) configurações eletrônicas da camada de valência.
- (C) propriedades químicas semelhantes.
- (D) massas atômicas em ordem decrescente.
- (E) números atômicos em ordem crescente.

2

Um problema relativamente comum no tratamento de água para uso industrial é o da água dura. A água é considerada dura quando possui alto teor de íons magnésio e cálcio e, nessas condições, pode afetar tubulações e as condições de operação de equipamentos como caldeiras. A remoção da dureza pode ser feita através de resinas de troca iônica, adição de um agente quelante, como o EDTA, ou através da precipitação dos íons, utilizando soluções de

- (A) bicarbonato de sódio e ácido acético.
- (B) carbonato de sódio e ácido clorídrico.
- (C) cloreto de sódio e nitrato de sódio.
- (D) fosfato de sódio e hidróxido de sódio.
- (E) sulfato de sódio e acetato de potássio.

3

Em um caminhão, é colocado um contêiner de massa igual a 50.000 quilogramas, conforme esquematizado na figura abaixo. Sabe-se que o coeficiente de atrito estático entre a carroceria do caminhão e o contêiner vale 0,50. Pode-se considerar, com boa aproximação, a aceleração da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ .



A maior taxa de variação da velocidade, em  $\text{km/h.s}$ , que o motorista pode imprimir ao caminhão, tanto na aceleração quanto na desaceleração, a fim de o contêiner não escorregar, é

- (A) 7,2
- (B) 11
- (C) 18
- (D) 25
- (E) 36

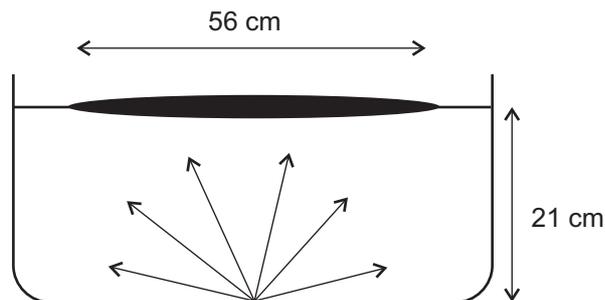
4

Um filamento de lâmpada, cuja área de seção transversal é igual a  $100 \text{ mm}^2$ , opera à temperatura de  $2.127 \text{ }^\circ\text{C}$ . A emissividade do filamento é 0,800 e a constante de Stefan-Boltzmann é  $5,7 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ . Supondo-se que toda a energia fornecida ao filamento é irradiada desse, a potência da lâmpada acesa, em W, é, aproximadamente,

- (A) 40
- (B) 60
- (C) 80
- (D) 100
- (E) 150

5

A fim de se determinar a velocidade da luz em um dado líquido, uma vasilha ampla foi preenchida pelo líquido até a altura de 21 cm. Uma pequena fonte de luz, que irradia em todas as direções, tal como uma pequena lâmpada de lanterna, foi colocada no fundo da vasilha. Quando se acende a fonte de luz, apenas uma região circular, com 56 cm de diâmetro, é iluminada na superfície livre do líquido. A figura a seguir ilustra essa situação. Considere que as paredes da vasilha não refletem a luz irradiada pela fonte.



Sabendo-se que a velocidade da luz no ar é  $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ , a velocidade da luz no líquido em questão, em  $\text{m/s}$ , é

- (A)  $2,8 \times 10^8$
- (B)  $2,7 \times 10^8$
- (C)  $2,6 \times 10^8$
- (D)  $2,5 \times 10^8$
- (E)  $2,4 \times 10^8$

6

Em uma cidade brasileira, em um dia quente de verão, a temperatura ambiente é de  $48 \text{ }^\circ\text{C}$ . No interior de um escritório, liga-se um aparelho de ar-condicionado que mantém a temperatura agradável de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ . A parede que separa o ambiente interior do escritório do ambiente externo apresenta espessura de 15 cm. Sabe-se que a condutividade térmica da parede é igual a  $5,4 \text{ cal/h.cm.}^\circ\text{C}$ . A quantidade de calor que atravessa  $1,0 \text{ m}^2$  dessa parede em sentido ao interior do escritório, em kcal, durante 8 h de funcionamento do escritório, é

- (A) 720
- (B) 662
- (C) 255
- (D) 172
- (E) 138



10

Um fotocolorímetro com resposta linear à radiação registrou um sinal de  $200 \mu\text{a}$  com uma solução de um branco na cubeta. A substituição desse branco por uma solução padrão a  $20,0 \text{ mg L}^{-1}$  produziu uma resposta de  $20 \mu\text{a}$ . Admitindo-se que esse sistema segue a Lei de Beer, uma solução com a concentração  $40,0 \text{ mg L}^{-1}$ , nas mesmas condições, produziria no registrador do fotocolorímetro, um sinal, em  $\mu\text{a}$ , de

- (A) 2
- (B) 10
- (C) 20
- (D) 40
- (E) 100

11

No interior de um calorímetro de cobre, são queimados integralmente  $10,0 \text{ g}$  de uma dada substância orgânica. A massa do calorímetro é  $2.000 \text{ g}$ . Inicialmente, antes da queima, o calorímetro apresenta-se em equilíbrio térmico com seu conteúdo interno, composto por  $1500 \text{ g}$  de água e  $500 \text{ g}$  de gelo, a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os calores específicos do cobre e da água são, respectivamente,  $0,093 \text{ cal g}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e  $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , e o calor latente do gelo é  $80 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ . Despreze as pequenas capacidades caloríficas dos gases envolvidos no processo. Ao término da combustão e estabelecido o equilíbrio térmico, a temperatura do calorímetro é  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . A quantidade de calor fornecida por grama pela substância orgânica, em kcal, é

- (A) 2,50
- (B) 3,02
- (C) 7,08
- (D) 14,9
- (E) 37,2

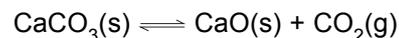
12

À temperatura de  $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , um frasco de vidro é preenchido por mercúrio até a marca de  $500 \text{ ml}$ . A seguir, o frasco e seu conteúdo são aquecidos até a temperatura de  $40,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Sabe-se que o coeficiente de expansão linear do vidro é  $9,0 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , e o coeficiente de expansão volumétrica do mercúrio é  $182 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . O volume de mercúrio, em mililitros, que ficará acima da marca é

- (A) 1,91
- (B) 1,82
- (C) 1,73
- (D) 1,55
- (E) 1,27

13

O carbonato de cálcio se decompõe termicamente de acordo com a reação a seguir.

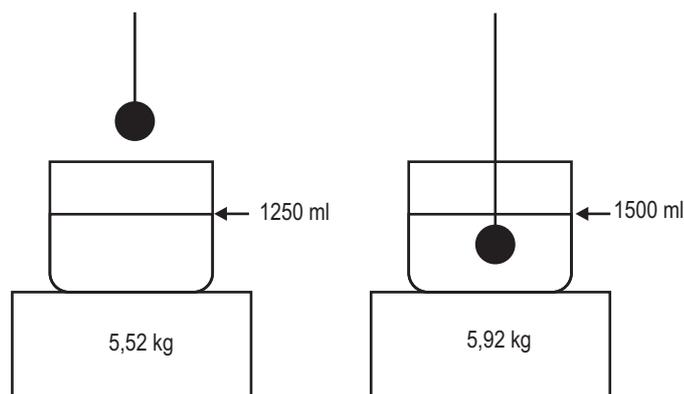


A uma determinada temperatura, para esse sistema, tem-se que a constante de equilíbrio, em termos das concentrações molares dos gases,  $K_c$  é igual a  $5,00 \cdot 10^{-2}$ . Se  $40,0 \text{ g}$  de carbonato de cálcio forem adicionados em um reator de  $5,00 \text{ L}$ , inicialmente isento de dióxido de carbono, a porcentagem de decomposição do sal, quando o equilíbrio químico for atingido, será igual a

- (A) 12,5
- (B) 37,5
- (C) 42,5
- (D) 57,5
- (E) 62,5

14

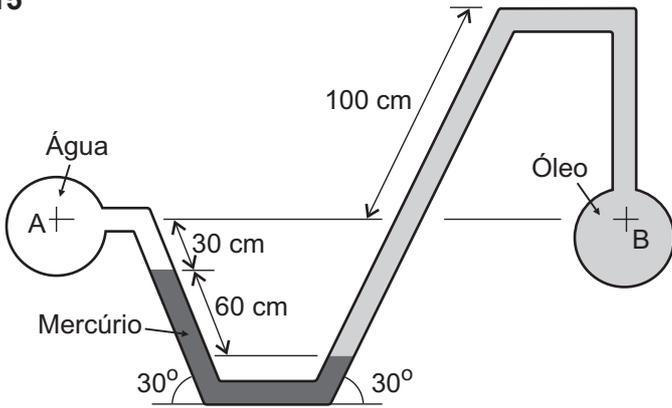
A fim de se determinar a densidade de um determinado líquido, um laboratorista realiza uma experiência. Sobre uma balança digital, coloca um *becker* graduado, contendo o líquido em questão. Nesse primeiro procedimento, a leitura da balança é  $5,52 \text{ kg}$ , e o nível do líquido no *becker* está na marca  $1250$  mililitros. Um objeto esférico e metálico é amarrado a uma extremidade de um pedaço de fio, inextensível e de volume desprezível. A outra extremidade do fio é sustentada pela mão do laboratorista. Quando o objeto é mergulhado no *becker*, o nível do líquido se eleva, alcançando a marca de  $1500$  mililitros, e a balança passa a indicar  $5,92 \text{ kg}$ . A figura abaixo ilustra dois momentos distintos da experiência.



Nesse caso, a densidade do líquido, determinada corretamente pelo laboratorista, em  $\text{g/cm}^3$ , é

- (A) 0,2
- (B) 0,8
- (C) 1,6
- (D) 2,0
- (E) 2,4

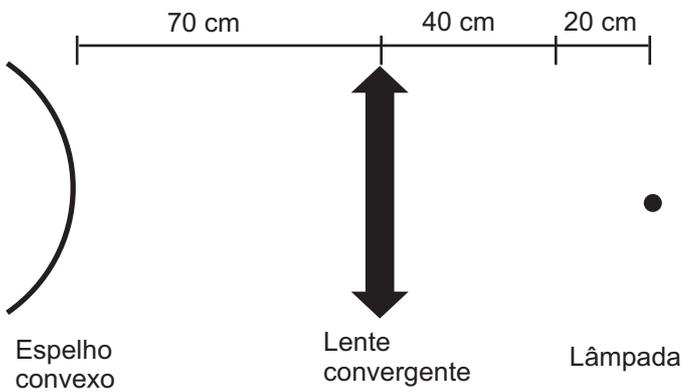
15



No manômetro ilustrado na figura ao lado, o fluido manométrico é o mercúrio, de massa específica  $13,6 \text{ g/cm}^3$ . Há água, de massa específica  $1,00 \text{ g/cm}^3$ , no ramo esquerdo, e óleo, de massa específica  $0,80 \text{ g/cm}^3$ , no ramo direito. Considerando a aceleração da gravidade local  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ , a diferença de pressão,  $p_B - p_A$ , em cmHg, entre os pontos A e B, é

- (A) 57,0
- (B) 28,5
- (C) 19,0
- (D) 8,30
- (E) 0,00

16

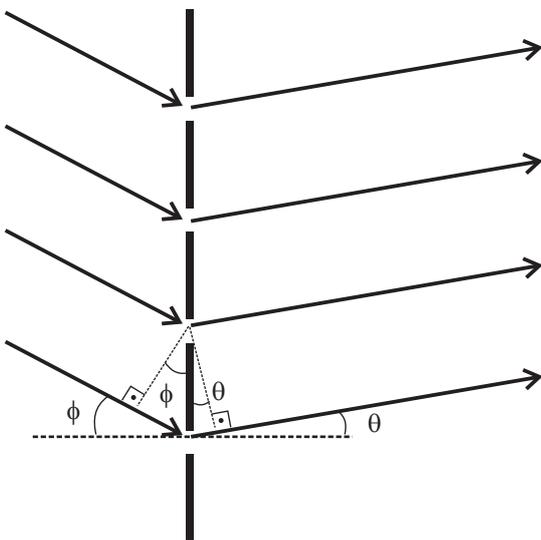


A fim de se determinar o raio de curvatura de um espelho convexo, uma lente convergente, de distância focal 40 cm, é colocada em frente ao espelho convexo. Uma pequena lâmpada de lanterna acesa é posicionada a 60 cm da lente. O espelho é movimentado, de forma a aproximá-lo ou afastá-lo da lente, com o intuito de colocá-lo em uma posição tal que se forme uma imagem da lâmpada exatamente no foco da lente, a 20 cm da lâmpada. Quando esse propósito é alcançado, o espelho situa-se a uma distância de 70 cm da lente, conforme ilustra a figura ao lado.

Desse modo, o raio de curvatura do espelho convexo, em cm, mede

- (A) 50
- (B) 60
- (C) 70
- (D) 80
- (E) 100

17



Com o intuito de se determinar a diferença entre níveis energéticos de um dado elemento químico, faz-se a luz emitida pelo elemento incidir em uma rede de difração com 26 mil linhas por centímetro. A luz emitida passa por uma fenda colimadora e, a seguir, por uma lente convergente que produz raios paralelos, que incidem na rede de difração, formando um ângulo  $\phi = 53^\circ$  com a direção normal à rede. A figura ao lado ilustra esse momento.

Sabendo-se que, nessa situação, o primeiro máximo de interferência da luz incidente é observado a  $\theta = 30^\circ$ , o comprimento de onda da luz emitida pelo elemento, em nm, é

Considere:  $\text{sen } 30^\circ = 0,50$ ;  $\text{cos } 30^\circ = 0,87$ ;  $\text{sen } 53^\circ = 0,80$ ;  $\text{cos } 53^\circ = 0,60$ .

- (A) 115
- (B) 192
- (C) 308
- (D) 500
- (E) 700

18

O volume de uma solução de cloreto a  $1000 \text{ mgL}^{-1}$  que deve ser transferido para um balão volumétrico de  $50,00 \text{ mL}$ , a fim de preparar  $50,00 \text{ mL}$  de uma solução aquosa de cloreto  $20 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$ , é

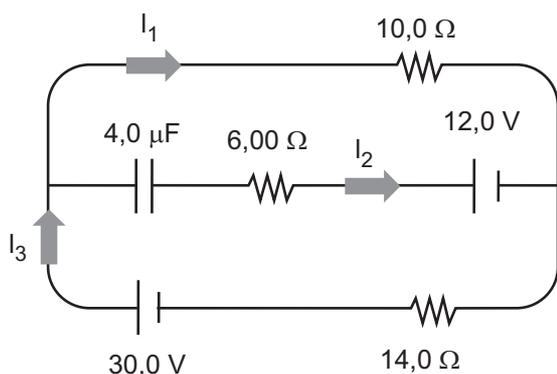
- (A) 1,00 mL
- (B) 2,00 mL
- (C) 5,00 mL
- (D) 10,00 mL
- (E) 20,00 mL

19

Os níveis de energia de um átomo ionizado, após haver sido removido um de seus elétrons, é dado, em eV, pela expressão  $E_n = -72,0/n^2$ , onde  $n$  é o número quântico principal. Considere a constante de Planck  $h = 4,14 \times 10^{-15} \text{ e.V.s}$  e a velocidade de propagação da onda eletromagnética no vácuo  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ . O comprimento de onda, em nm, de fótons provenientes da transição do nível  $n = 3$  para o nível  $n = 2$ , propagando-se em um meio onde o índice de refração vale 2,00, é

- (A) 62,1
- (B) 69,0
- (C) 72,5
- (D) 77,6
- (E) 124

20



Considere o circuito representado na figura acima. As correntes indicadas por  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  já alcançaram o equilíbrio. Despreze a resistência interna das fontes. Os valores da corrente  $I_1$ , em A, e da carga no capacitor, em  $\mu\text{C}$ , são, respectivamente,

- (A) 1,04 e 15
- (B) 1,25 e 2,0
- (C) 1,25 e 28
- (D) 1,40 e 8,0
- (E) 1,40 e 26

21

Medir a distância entre o núcleo de um átomo e seu último elétron, o raio atômico, é um desafio experimental.

Uma definição muito comum e que possibilita tal medida é considerar que o raio atômico é a metade da distância entre os núcleos de átomos vizinhos de uma substância simples. Essa definição permite a determinação de raios atômicos para grande parte dos elementos, mas alguns deles não podem ter seus valores de raio determinados segundo essa metodologia, por não formarem substâncias simples com ligações entre os átomos. Um exemplo desses elementos é o

- (A) ferro.
- (B) ouro.
- (C) flúor.
- (D) argônio.
- (E) hidrogênio.

22

A reação:



apresenta energia de ativação igual a  $121 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , se ouro for empregado como catalisador e  $134 \text{ kJ.mol}^{-1}$  se, alternativamente, platina for empregada como catalisador. Sobre esse sistema fechado, considere as afirmativas a seguir.

- I – Um aumento de temperatura diminuiria o tempo para se atingir o equilíbrio e aumentaria o rendimento do processo.
- II – O emprego de ouro como catalisador conduz o processo mais rapidamente ao equilíbrio, quando comparado ao emprego de platina.
- III – A uma dada temperatura, o emprego dos catalisadores ao processo altera a velocidade da reação, no entanto as concentrações dos gases no equilíbrio permanecem inalteradas.
- IV – Um aumento da pressão total do sistema (pela diminuição do volume) levaria a um aumento do rendimento da reação no equilíbrio.

Estão corretas **APENAS** as afirmativas

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

23

Barras metálicas de Zn(s), Cu(s) e Fe(s) foram mergulhadas separadamente em solução aquosa de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  de concentração igual a  $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  e deixadas em repouso por algumas horas. Sendo dados os potenciais padrão de redução:

$$\varepsilon^0[\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}_{(s)}] = -0,13\text{V}; \quad \varepsilon^0[\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}_{(s)}] = +0,34\text{V};$$

$$\varepsilon^0[\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}_{(s)}] = -0,44\text{V}; \quad \varepsilon^0[\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}_{(s)}] = -0,76\text{V},$$

será observada oxidação **APENAS** na(s) placa(s) de

- (A) zinco e de cobre.
- (B) zinco e de ferro.
- (C) ferro e de cobre.
- (D) zinco.
- (E) ferro.

24

Sobre as regras para o manuseio de reagentes e soluções no laboratório, **NÃO** é recomendável

- (A) observar os regulamentos locais relacionados ao descarte de reagentes e soluções.
- (B) manter a estante de reagentes e a bancada limpas e bem organizadas.
- (C) tampar o frasco imediatamente após a retirada de um produto químico.
- (D) devolver o excesso de reagente PA, previamente utilizado, ao frasco original.
- (E) utilizar óculos de segurança o tempo todo em que permanecer no laboratório.

25

A espectrofotometria de absorção na região visível do espectro eletromagnético é uma das ferramentas mais utilizadas para análise quantitativa. Sua aplicação se baseia na Lei de Beer, sobre a qual foram feitas as afirmações a seguir.

- I - Em uma série de soluções-padrão, de um determinado analito quanto mais fraca for a cor da solução, maior será a transmitância.
- II - O caminho óptico é o diâmetro externo da cubeta e não o seu diâmetro interno.
- III - A absorvância é diretamente proporcional ao poder radiante e ao comprimento de onda.

Está correto **APENAS** o que se afirma em

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

Considere o texto abaixo para responder às questões de nºs 26 e 27.

A emissão de gases para a atmosfera devido à atividade humana é motivo de preocupação para a sociedade por conta do impacto causado ao meio ambiente. Nos últimos anos, a atenção do mundo está na quantidade das emissões de gás carbônico e a sua relação com o aquecimento global. Mas, em décadas passadas, os principais problemas trazidos pelas emissões de gases eram o buraco na camada de ozônio e a chuva ácida.

26

O buraco na camada de ozônio era causado por gases conhecidos como CFC's, os cloro-flúor-carbonos, que interferiam no equilíbrio existente entre o gás oxigênio e o ozônio. Analise as afirmações abaixo sobre o ozônio e o oxigênio.

- I - A hibridação do oxigênio central do ozônio é  $sp^2$  e a geometria molecular é angular.
- II - O ozônio e o gás oxigênio por serem formados pelo mesmo elemento, são isômeros.
- III - As ligações entre os oxigênios são mais fracas no ozônio que no gás oxigênio.
- IV - O ozônio e o gás oxigênio são conhecidos pelo forte caráter redutor.

Estão corretas as afirmativas

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

27

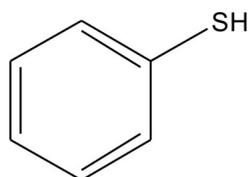
Um exemplo de danos materiais (e também culturais) causado pela chuva ácida ocorre na Grécia, onde diversos monumentos históricos feitos de mármore foram danificados, forçando o governo a trocar algumas esculturas por réplicas.

Os principais agentes da chuva ácida são óxidos do nitrogênio e do enxofre. Considere que 3,20 g de enxofre foram queimados em excesso de gás oxigênio, originando o óxido onde o enxofre se encontra em seu maior estado de oxidação. Tal óxido foi recolhido em quantidade suficiente de água em um erlenmeyer onde foi introduzido um pedaço de mármore de 10,00 g. Se todas as etapas do processo apresentam rendimento de 100 %, e apenas 80,0 % do mármore é formado por carbonato de cálcio, ao final da última reação, a massa de gás liberada, em g, foi de

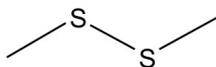
- (A) 3,52
- (B) 4,40
- (C) 4,96
- (D) 6,20
- (E) 8,00

28

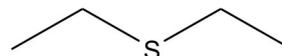
O petróleo é composto, de forma majoritária, por hidrocarbonetos. Porém, nele são encontradas pequenas quantidades (menor que 8 % em massa) de compostos que contêm enxofre



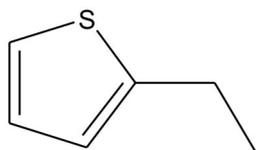
I



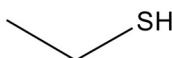
II



III



IV



V

A respeito dos compostos I, II, III, IV e V acima representados, tem-se que

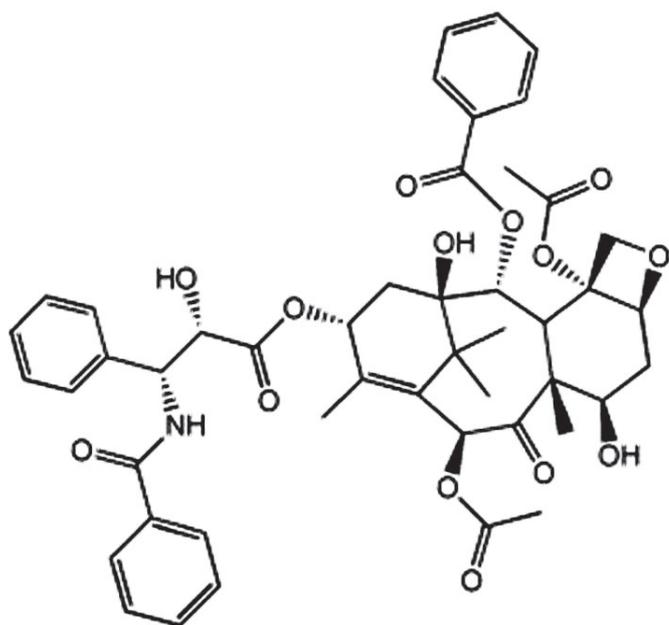
- (A) I é um tiofeno. (B) II é um tioéter.  
 (C) III é um tiol. (D) IV é um tiofenol.  
 (E) V é uma mercaptana.

29

O taxol é um diterpenoide natural que possui uma enorme atividade anticancerígena.

O único grupo funcional que **NÃO** está presente no taxol denomina-se

- (A) amida. (B) amina.  
 (C) cetona. (D) éster.  
 (E) éter.



Taxol

30

Um determinado gás, considerado ideal, quando mantido a uma pressão de 1,0 atm e uma temperatura de 310 K, apresenta massa específica igual a 1,73 g.L<sup>-1</sup>. A massa molar desse gás é

- (A) 16 g.mol<sup>-1</sup> (B) 28 g.mol<sup>-1</sup>  
 (C) 30 g.mol<sup>-1</sup> (D) 44 g.mol<sup>-1</sup>  
 (E) 58 g.mol<sup>-1</sup>

31

Um dado elemento **M** possui apenas um elétron em sua camada de valência e forma com o oxigênio dois compostos:  $M_2O$  e  $MO$ . Considere as afirmações abaixo sobre esse elemento e seus compostos.

- I - O elemento **M** pertence ao grupo dos metais alcalinos.
- II - No composto  $MO$ , o oxigênio apresenta estado de oxidação  $-1$ .
- III - O elemento **M** apresenta dois estados de oxidação.
- IV - No composto  $M_2O$ , o oxigênio apresenta estado de oxidação  $-2$ .

São corretas **APENAS** as afirmativas

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

32

Em um recipiente de 10 L, fechado e mantido a  $750\text{ }^\circ\text{C}$ , foram adicionados 1,5 mol de gás hidrogênio e 1,5 mol de dióxido de carbono gasoso. Após um intervalo de tempo suficientemente grande para que o equilíbrio químico fosse atingido, detectou-se a formação de 1,26 g de vapor d'água, como produto da seguinte reação:



A constante de equilíbrio em termos das concentrações molares ( $K_c$ ) a  $750\text{ }^\circ\text{C}$  para esse sistema é igual a

- (A)  $4,3 \cdot 10^{-7}$
- (B)  $2,2 \cdot 10^{-5}$
- (C)  $2,4 \cdot 10^{-3}$
- (D)  $4,2 \cdot 10^2$
- (E)  $2,0 \cdot 10^5$

33

Deseja-se neutralizar 5,0 L de uma solução de ácido perclórico, de pH igual a 2,0, pela adição de hidróxido de sódio sólido. Desprezando-se variações de volume e considerando-se que a pureza do reagente empregado (NaOH) é de 95%, a massa dessa base necessária para neutralização completa da solução ácida, em g, é igual a

- (A) 0,21
- (B) 0,42
- (C) 2,1
- (D) 2,4
- (E) 4,2

34

Uma mistura, contendo 6,4 g de gás oxigênio e certa massa de gás nitrogênio, foi colocada em um recipiente de 10 L. Sabendo-se que para esse sistema uma pressão total de 107 kPa foi medida a uma temperatura de 303 K, a massa de gás nitrogênio na mistura, em g, era igual a

Dado:  $R = 0,082\text{ L atm K}^{-1}\text{ mol}^{-1} = 8,31\text{ JK}^{-1}\text{ mol}^{-1}$

- (A) 1,1
- (B) 2,3
- (C) 3,2
- (D) 2,8
- (E) 5,5

35

Qual das substâncias a seguir pode ter isômeros ópticos?

- (A) 3-bromopentano.
- (B) 1,2-dicloroetano.
- (C) ácido 2-aminoetanoico.
- (D) 2-butanol.
- (E) brometo de ciclohexila.

36

Uma das características da espectroscopia de absorção atômica com chama é que a (o)

- (A) supressor de ionização (KCl) serve para evitar a ionização dos íons na solução.
- (B) pulsação do sinal luminoso da lâmpada de catodo oco minimiza a interferência de matriz causada pela viscosidade da amostra.
- (C) uso da chama de acetileno/óxido nitroso é adequado para a análise de elementos voláteis como o mercúrio.
- (D) lâmpada de catodo oco monoelementar emite um conjunto de comprimentos de onda característico de um determinado elemento.
- (E) célula fotomultiplicadora é uma fonte luminosa muito sensível, cuja função é transformar um sinal elétrico fraco em um sinal elétrico forte.

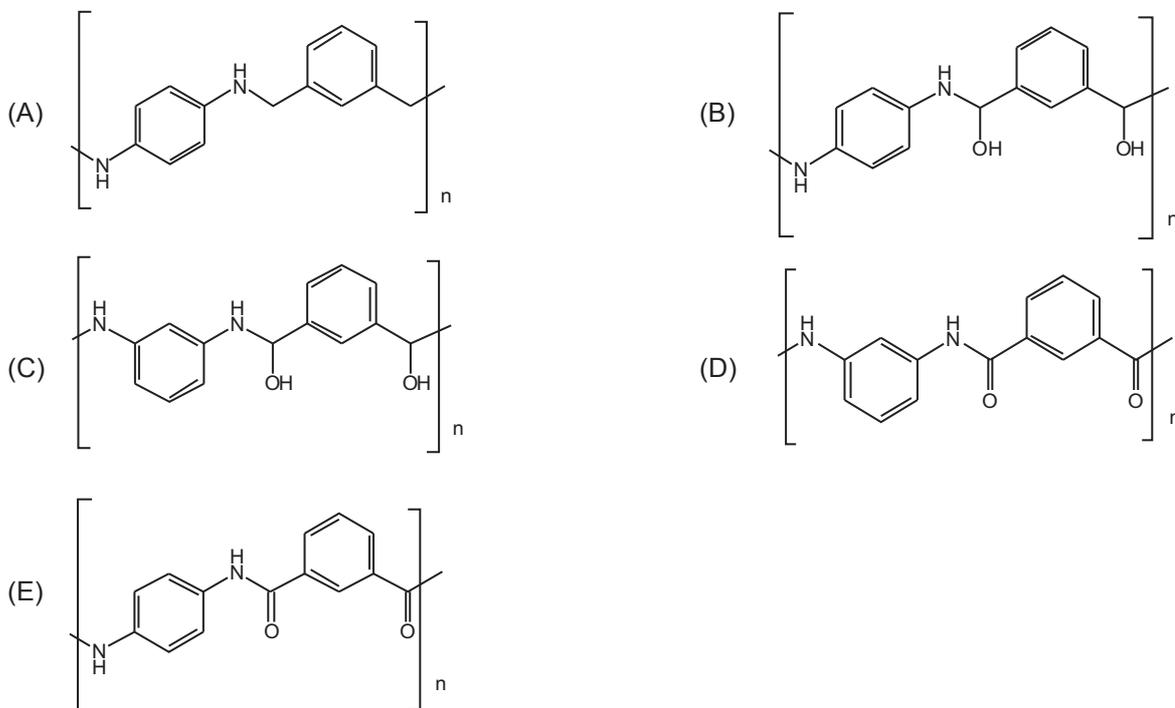
37

Em um método gravimétrico, foi constatada uma perda de 0,3 mg de Zn, que por sua vez corresponde a um erro relativo de 0,5%. De acordo com esse resultado, a massa de zinco analisada foi de

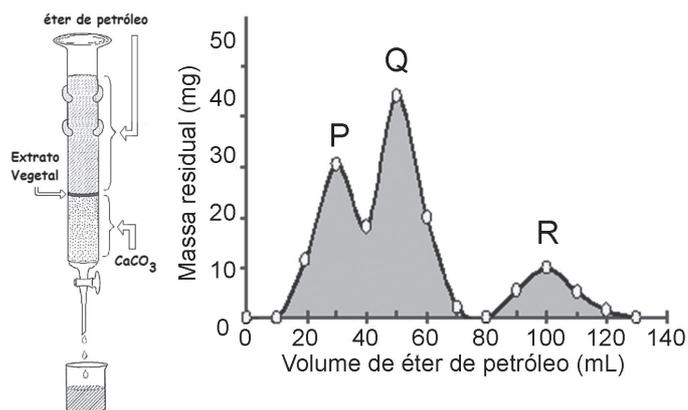
- (A) 20 mg
- (B) 60 mg
- (C) 100 mg
- (D) 200 mg
- (E) 600 mg

38

O Nomex é um polímero usado em roupas antichama, sintetizado a partir da *m*-diaminobenzeno e cloreto de *m*-dicarbonilbenzeno. A fórmula do Nomex está representada em



39



A separação cromatográfica dos componentes de um extrato vegetal foi feita a partir da técnica clássica usando  $\text{CaCO}_3$  como fase estacionária e éter de petróleo como fase móvel. A aparelhagem, de acordo com a figura ao lado, consistiu de uma coluna de vidro preenchida com camada compacta de  $\text{CaCO}_3$ , no topo da qual foi depositado o extrato vegetal (amostra). O leito da coluna foi lavado continuamente com éter de petróleo e os componentes do extrato, por sua vez, foram separados. Frações de 10 mL de éter de petróleo foram recolhidas, uma a uma, até totalizar 140 mL. Cada uma das frações foi evaporada sob vácuo até secar totalmente e a massa residual de cada fração foi medida. O cromatograma ao lado foi construído a partir dos valores de massa residual na respectiva fração de 10 mL, em função do somatório dos volumes de éter de petróleo coletados desde o início da corrida cromatográfica.

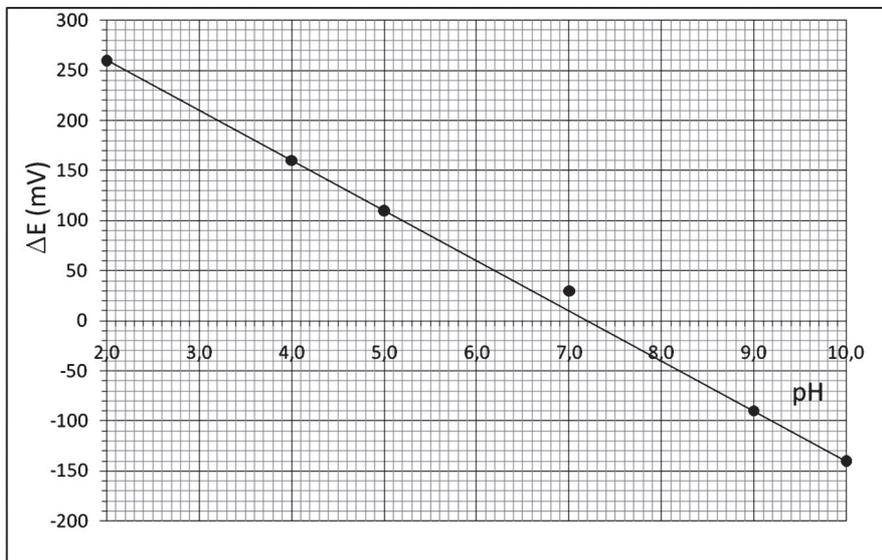
Sobre os componentes, P, Q e R do extrato vegetal e a ordem de eluição observada no cromatograma, constata-se que

(A) P é mais polar. (B) P tem mais afinidade pela fase estacionária.  
 (C) Q é mais volátil. (D) R está em maior proporção no extrato vegetal.  
 (E) R tem o maior tempo de retenção.



42

Um técnico preparou uma rotina para realizar medições de pH, utilizando um eletrodo de vidro combinado, um pHmetro e uma série de soluções tampão disponíveis no seu almoxarifado. Para avaliar a eficiência do método, ele fez uma curva de calibração a partir da leitura da diferença de potencial dos tampões frente ao eletrodo. Os dados experimentais obtidos a 25 °C, no modo de leitura mV, geraram a curva de calibração abaixo



A análise da curva de calibração mostra que

- (A) o fator de resposta (*slope*) desse eletrodo de vidro combinado é - 58 mV/pH.
- (B) uma amostra com leitura de - 50 mV tem pH 8,2.
- (C) o tampão 7,0 está com problemas, pois o seu valor correto deveria ser - 10 mV.
- (D) o potencial de junção é 7,2, pois é o valor de pH, cujas concentrações de  $H_3O^+$  e  $OH^-$ , são praticamente iguais.
- (E) a equação experimental dessa curva de calibração é  $\Delta E = 260 - 50 \text{ pH}$ .

43

Alíquotas de 25,00 mL de cinco soluções distintas (I a V - tabela abaixo) contendo NaOH,  $Na_2CO_3$  e  $NaHCO_3$ , isoladamente ou em combinação compatível, foram tituladas com HCl 0,1000 mol  $L^{-1}$  usando a fenolftaleína como indicador. Outras alíquotas de 25,00 mL das mesmas soluções foram tituladas usando dessa vez o verde de bromocresol como indicador. Os resultados das titulações estão expressas na tabela abaixo.

SOLUÇÃO	V (mL) de HCl 0,1000 mol $L^{-1}$	
	fenolftaleína	verde de bromocresol
I	20,0	20,0
II	10,0	40,0
III	0	20,0
IV	10,0	20,0
V	30,0	40,0

Sabendo que o intervalo de pH de mudança de cor da fenolftaleína é 8,2 - 10,0 e do verde de bromocresol é 3,8 - 5,4, a solução que apresenta corretamente as massas, em mg, dessas espécies em 25,00 mL, de acordo com os dados das titulações, é

- (A) Solução I  $\Rightarrow$  NaOH = 0 mg;  $Na_2CO_3$  = 212 mg;  $NaHCO_3$  = 0 mg
- (B) Solução II  $\Rightarrow$  NaOH = 80 mg;  $Na_2CO_3$  = 0 mg;  $NaHCO_3$  = 0 mg
- (C) Solução III  $\Rightarrow$  NaOH = 0 mg;  $Na_2CO_3$  = 0 mg;  $NaHCO_3$  = 168 mg
- (D) Solução IV  $\Rightarrow$  NaOH = 80 mg;  $Na_2CO_3$  = 212 mg;  $NaHCO_3$  = 0 mg
- (E) Solução V  $\Rightarrow$  NaOH = 80 mg;  $Na_2CO_3$  = 212 mg;  $NaHCO_3$  = 168 mg

44

Analise as afirmativas abaixo.

- I – O 3-metilbutan-2-ol e o pentan-2-ol são isômeros de posição.
- II – O álcool benzílico e o 1-hidroxi-2-metilbenzeno são isômeros de função.
- III – Os trans-but-2-eno e o cis-but-2-eno são isômeros de cadeia.
- IV – O butanal é um tautômero do but-1-en-2-ol.

Está correto **APENAS** o que se afirma em

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

45

O mercúrio é o único metal que se apresenta no estado líquido à temperatura ambiente. Por conta dessa característica, foi considerado por alquimistas como um elemento chave na transmutação de metais, como o chumbo em ouro. O mercúrio era obtido através do aquecimento direto do cinábrio (sulfeto mercúrico) na presença de ar. Além do metal, o dióxido de enxofre também se forma durante a reação. Uma amostra de 60,00 g do minério cinábrio foi submetida ao processo descrito acima, obtendo-se 2,965 mL de mercúrio ao final do processo. Se a massa específica do mercúrio é  $13,53 \text{ g/cm}^3$ , a massa de impurezas presentes no cinábrio utilizado na experiência, em g, é de

- (A) 7,080
- (B) 13,48
- (C) 14,36
- (D) 16,68
- (E) 19,88

46

Certo volume de uma solução aquosa de um sal desconhecido foi aquecido em uma caçarola até que toda a água evaporasse. Após resfriamento, acrescentou-se solução aquosa de ácido clorídrico  $0,5 \text{ mol/L}$  ao resíduo sólido até que o volume da nova solução fosse igual ao volume inicial. Observou-se a formação de precipitado, sendo este separado através de uma filtração. A formação de precipitado nesse ensaio é indício da presença de ao menos um dos cátions:

- (A) bário, cálcio e cromo III.
- (B) bário, cálcio e prata.
- (C) cádmio, chumbo II e prata.
- (D) cádmio, cromo III e mercúrio I.
- (E) chumbo II, mercúrio I e prata.

47

A pérola de vidro ou de impacto é uma das partes que compõem o dispositivo de nebulização e queima por mistura prévia, usado em espectroscopia de absorção atômica. A função de pérola de vidro ou de impacto é de

- (A) selecionar os componentes da amostra.
- (B) desobstruir a câmara de nebulização.
- (C) aumentar a formação de pequenas gotículas.
- (D) diminuir a temperatura da chama.
- (E) minimizar riscos de explosão.

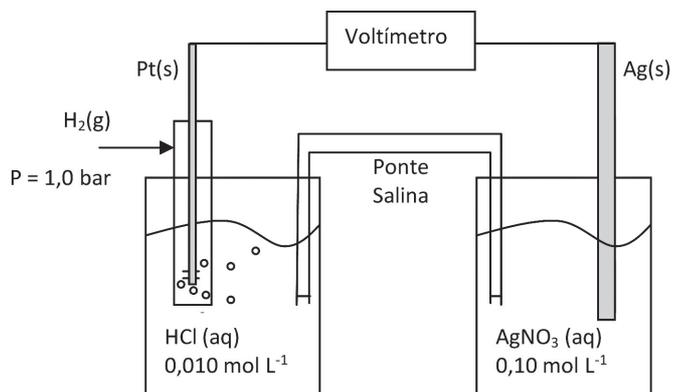
48

Uma solução de ácido fórmico foi preparada a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Após atingir o equilíbrio, a solução apresentou pH igual a 2. Sabendo-se que a constante de ionização ( $K_a$ ) para o ácido fórmico é igual a  $2 \cdot 10^{-4}$ , a concentração inicial da solução de ácido fórmico é igual a

- (A)  $5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- (B)  $4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- (C)  $7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- (D)  $2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- (E)  $8 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

49

Uma pilha foi montada (conforme esquema abaixo) empregando um eletrodo de gás hidrogênio – pressão parcial de  $\text{H}_2(\text{g}) = 1,0 \text{ bar}$  –, tendo como eletrólito uma solução de ácido clorídrico  $0,010 \text{ mol L}^{-1}$ , e outro eletrodo composto por uma bastão de prata mergulhado em solução de nitrato de prata  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ .



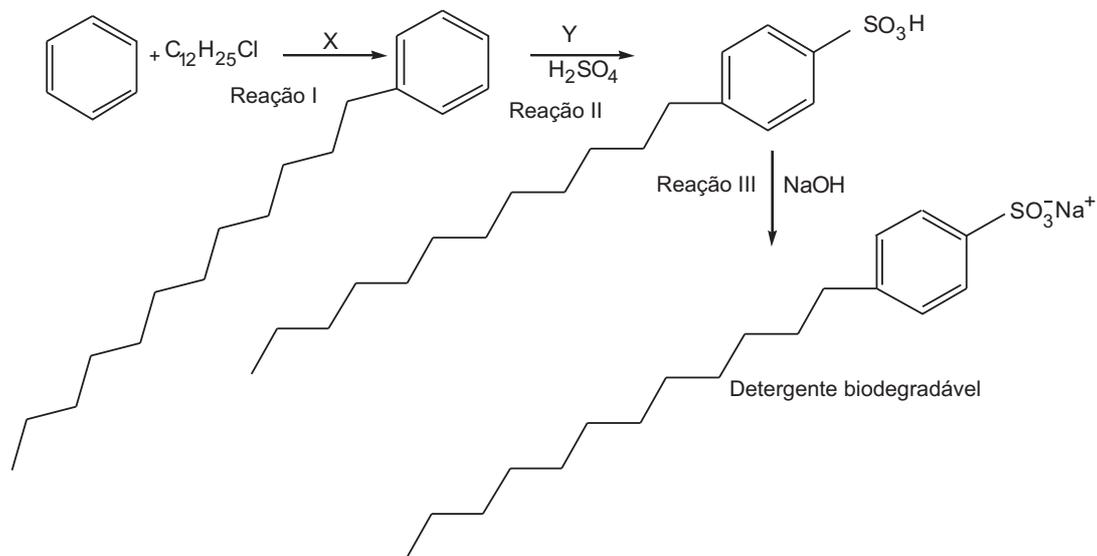
Sendo dados os potenciais padrão de redução

$$\varepsilon^0 [\text{Ag}^+ / \text{Ag}(\text{s})] + 0,80\text{V} \text{ e } \varepsilon^0 [\text{H}^+ / \text{H}_2(\text{g})] = 0,0\text{V} \text{ e, considerando-se uma temperatura de } 25 \text{ }^\circ\text{C}, \text{ a força eletromotriz registrada no voltímetro no início do processo será de}$$

- (A) 0,68 V
- (B) 0,74 V
- (C) 0,80 V
- (D) 0,86 V
- (E) 0,92 V

50

Uma das rotas para a obtenção de detergentes biodegradáveis está representada no esquema abaixo.



A respeito dessa síntese, constata-se que

- (A)  $X$  é o cloreto de alumínio e se comporta como um ácido de Bronsted.
- (B)  $Y$  é o anidrido sulfúrico e se comporta como um ácido de Lewis.
- (C) a reação I é uma reação de adição eletrofílica.
- (D) a reação II é uma substituição nucleofílica aromática.
- (E) a porção hidrocarbônica do detergente é lipofóbica.

RASCUNHO

RASCUNHO