

---

# MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT)

---

CONCURSO PÚBLICO

NÍVEL SUPERIOR

## CADERNO DE PROVAS – PARTE II

### CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

**CARGO:**

**ANALISTA EM C&T PLENO 1-I (B26)**

Aplicação: 30/11/2008

### ATENÇÃO!

- » Leia atentamente as instruções constantes na capa da Parte I do seu caderno de provas.
- » Nesta parte do seu caderno de provas, que contém os itens relativos à prova objetiva de **Conhecimentos Específicos**, confira inicialmente os seus dados pessoais transcritos acima. Em seguida, no rodapé de cada página numerada desta parte do caderno de provas, confira o seu nome e o código do seu cargo.

#### AGENDA (datas prováveis)

- 2/12/2008**, após as 19 h (horário de Brasília) – Gabaritos oficiais preliminares das provas objetivas: Internet — [www.cespe.unb.br](http://www.cespe.unb.br).
- 3 e 4/12/2008** – Recursos (provas objetivas): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- 30/12/2008** – Resultado final das provas objetivas e resultado provisório da prova discursiva: Diário Oficial da União e Internet.
- 2 e 3/1/2009** – Recursos (prova discursiva): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- 26/1/2009** – Resultado final da prova discursiva e convocação para a entrega de documentos para a avaliação de títulos: Diário Oficial da União e Internet.

#### OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o item 15 do Edital n.º 1 - MCT, de 28/8/2008.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet – [www.cespe.unb.br](http://www.cespe.unb.br).
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

De acordo com o comando a que cada um dos itens de 71 a 120 se refira, marque, na **folha de respostas**, para cada item: o campo designado com o código **C**, caso julgue o item **CERTO**; ou o campo designado com o código **E**, caso julgue o item **ERRADO**. A ausência de marcação ou a marcação de ambos os campos não serão apenadas, ou seja, não receberão pontuação negativa. Para as devidas marcações, use a **folha de respostas**, único documento válido para a correção das suas provas.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

O consumo de etanol de cana-de-açúcar como combustível tem crescido intensamente no Brasil nos últimos anos e já ultrapassou inclusive o de gasolina. No processo de produção do etanol, o caldo da cana concentrado (mosto) é primeiramente fermentado, com o auxílio de enzimas, de forma que os açúcares são transformados em etanol e  $\text{CO}_2$ . O mosto fermentado, que consiste em uma mistura de diversos componentes e apresenta pH ácido, é, na seqüência, submetido a um processo de destilação fracionada para separação de frações com crescentes proporções de etanol. As figuras I e II apresentadas a seguir ilustram, respectivamente, o diagrama temperatura-composição para a mistura etanol-água e o espectro de absorção na região do infravermelho para o etanol na fase gasosa.

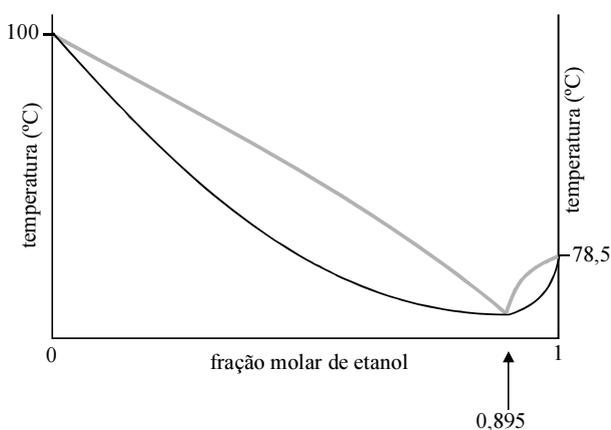


Figura I

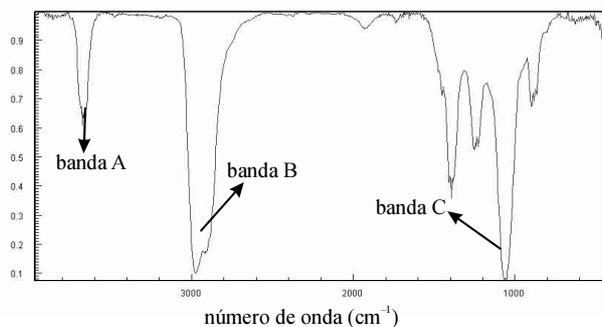
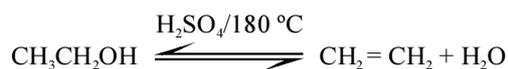


Figura II

Com relação ao etanol, ao seu processo de produção e às informações fornecidas pelas figuras I e II, julgue os itens a seguir.

- 71 A 25 °C o produto das atividades dos íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) no mosto fermentado é maior do que esse mesmo produto na água pura nessa mesma temperatura.
- 72 A partir da figura I é possível concluir que, se usada uma coluna suficientemente longa, será obtida, no topo da coluna, uma fração correspondente ao etanol puro.
- 73 Na figura II, as bandas de absorção assinaladas pelas letras A, B e C correspondem, respectivamente, às deformações axiais O—H, C—H e C—O.

A indústria alcoolquímica tem se expandido e, atualmente, um grande número de compostos de grande interesse comercial pode ser obtido a partir do etanol. Na produção do polietileno, por exemplo, o etanol é primeiramente convertido, por desidratação, a eteno, como ilustrado a seguir.



De uma maneira geral, o mecanismo de desidratação de um álcool em meio ácido envolve uma reação de eliminação de primeira ordem cuja velocidade é proporcional à concentração do álcool.

Levando em consideração as reações de desidratação de alcoóis e as informações acima fornecidas, julgue os itens seguintes.

- 74 Considerando a reação de desidratação de um álcool catalisada por ácido como uma reação de primeira ordem, é correto afirmar que a concentração do álcool ( $[\text{Alc}]$ ) no sistema reacional, em função do tempo de reação ( $t$ ), é dada por

$$[\text{Alc}] = [\text{Alc}]_0 \cdot e^{-k \cdot t},$$

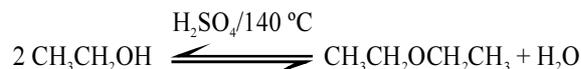
em que  $[\text{Alc}]_0$  é a concentração do álcool no instante inicial ( $t_0 = 0$ ) e  $k$  é a constante de velocidade da reação.

- 75 Ao atuar como catalisador da reação de desidratação do etanol, o ácido sulfúrico modifica a variação de entalpia da reação ( $\Delta_r H$ ) catalisada em relação à reação não-catalisada.

Um dos processos para produção do polietileno consiste em aquecer o eteno, sob pressões da ordem de 1000 atm, na presença de peróxidos orgânicos. Nessa reação o peróxido se dissocia em radicais livres que, por sua vez, iniciam uma reação em cadeia. Com relação à reação citada e ao produto obtido, julgue os itens que se seguem.

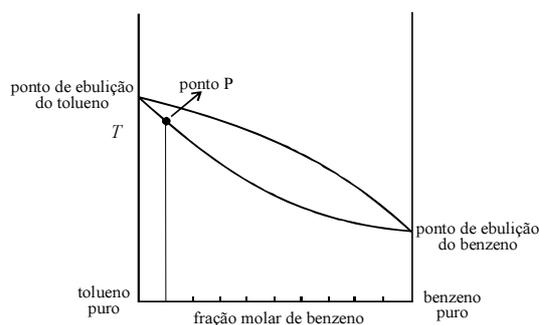
- 76 O polietileno obtido através da reação em cadeia do eteno, via radicais livres, apresenta uma distribuição de massas molares, sendo que o emprego de pequenas quantidades do iniciador (peróxido orgânico) favorece a obtenção de um produto com massa molar média mais elevada.
- 77 A cromatografia líquida por exclusão de tamanho é uma ferramenta que pode ser utilizada para estimar a massa molar média e o grau de dispersão do polietileno.

O etanol pode ser empregado na produção do éter dietílico, composto largamente usado como solvente e anestésico. Como a reação também é catalisada pelo ácido sulfúrico, ocorre uma competição entre as reações de formação do eteno e do éter, sendo que o emprego de temperaturas mais baixas, da ordem de 140 °C, favorece a obtenção éter.



Com relação ao éter dietílico e à reação acima apresentada, julgue os próximos itens.

- 78** A obtenção do éter dietílico ocorre por meio de uma reação de substituição nucleofílica.
- 79** De acordo com o princípio de Le Chatelier, a formação do éter dietílico pode ser favorecida pela remoção do mesmo à medida que for sendo formado.
- 80** O éter dietílico deve apresentar pontos de fusão e ebulição semelhantes aos do butanol porque, além de serem isômeros geométricos, ambos os compostos apresentam interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio.
- 81** O espectro de ressonância magnética nuclear de prótons do éter dietílico (RMN  $^1\text{C}$ ) deve apresentar dois sinais, um quarteto e um tripleto, sendo que o quarteto possui menor área sobre o pico e ocorre em uma região de campo magnético mais baixo (maior deslocamento químico com relação ao sinal do tetrametilsilano -TMS).

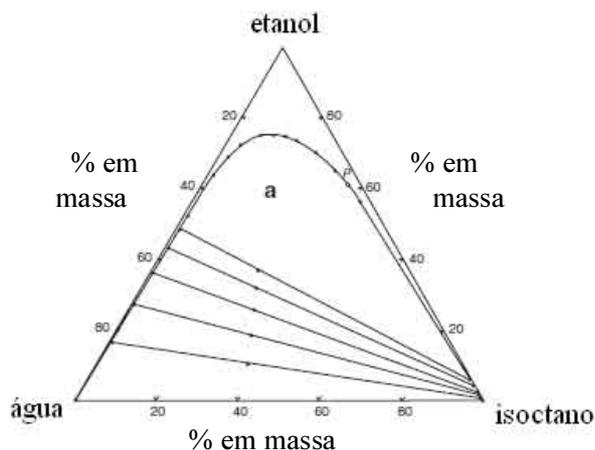


Internet: <www.chem.arizona.edu/> (com adaptações).

Na figura acima é apresentado o diagrama temperatura-composição para a mistura ideal benzeno-tolueno. A 40 °C, o tolueno e o benzeno apresentam pressões de vapor de 29,1 e 94,6 Torr, respectivamente. Considerando as informações e o diagrama acima fornecidos, julgue os itens que se seguem.

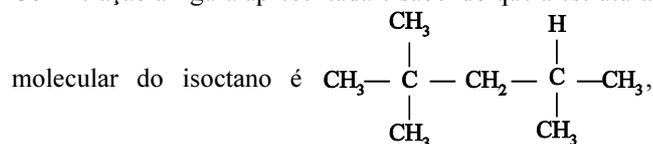
- 82** Considere que a partir de uma mistura benzeno-tolueno com fração molar 0,1 em benzeno, pretende-se, por destilação fracionada, obter uma mistura em que a fração molar de benzeno seja no mínimo 0,9. Nessa situação, a partir do diagrama temperatura-composição da mistura acima fornecido é correto concluir que uma coluna de destilação com número de pratos teóricos igual a 5 é suficiente para o sucesso da operação em questão.
- 83** O ponto P assinalado no diagrama temperatura-composição representa o ponto de orvalho para a mistura inicial correspondente à fração molar 0,10 de benzeno.
- 84** Uma mistura equimolar de benzeno e tolueno terá pressão de vapor, a 40 °C, maior do que 70 Torr.

A figura abaixo apresenta o diagrama ternário de fases para a mistura etanol/isoctano/água, no qual estão traçadas algumas linhas de correlação.



M. A. Rahman. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.* v.42, 2007, p.287 (com adaptações).

Com relação à figura apresentada e sabendo que a estrutura

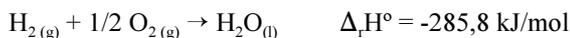
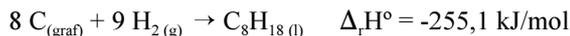


julgue os itens subseqüentes.

- 85** A extração da maior parte do etanol contido em uma mistura binária etanol-isooctano com 25% em massa de etanol pode ser reduzida por meio da adição de quantidade apropriada de água.
- 86** De acordo com as regras da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), o nome oficial do isooctano é 2,2,4-trimetiloctano.

RASCUNHO

São fornecidas a seguir as entalpias padrões de diversas reações ( $\Delta_r H^\circ$ ) a 25 °C.



Com base nessas informações, julgue o próximo item.

- 87** O módulo da entalpia padrão de combustão ( $\Delta_c H^\circ$ ) do isoctano líquido (reação indicada abaixo), a 25 °C, é maior que 4.000 kJ/mol.
- $$\text{C}_8\text{H}_{18(\text{l})} + 25/2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 8 \text{CO}_{2(\text{g})} + 9 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$

Considerando um gás com comportamento ideal, julgue os itens a seguir.

- 88** Um balão cheio do gás possui um volume de 300 L a 20 °C e 1 atm. Quando esse balão sobe (sem que ocorra perda de massa) e atinge uma camada de ar com temperatura de -30 °C, seu volume aumenta para 1.000 L. É correto afirmar então que, no ponto atingido pelo balão, a pressão atmosférica é menor do que 0,5 atm.
- 89** Para um gás ideal, a capacidade calorífica a volume constante ( $C_V$ ) será sempre maior do que a capacidade calorífica a pressão constante ( $C_p$ ).

A entalpia padrão de fusão ( $\Delta_f H^\circ$ ) do gelo ( $\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}$ ), a 273,15 K, é 6,0 kJ.mol<sup>-1</sup>. Com relação a essa transição de fase e levando-se em conta os dados acima fornecidos e a segunda lei da termodinâmica, julgue os próximos itens.

- 90** De acordo com a segunda lei da termodinâmica, toda transformação espontânea deve corresponder, obrigatoriamente, a um aumento da entropia do sistema.
- 91** A entropia padrão de fusão ( $\Delta_f S^\circ$ ) do gelo, a 273,15 K, é maior do que 10 J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>.

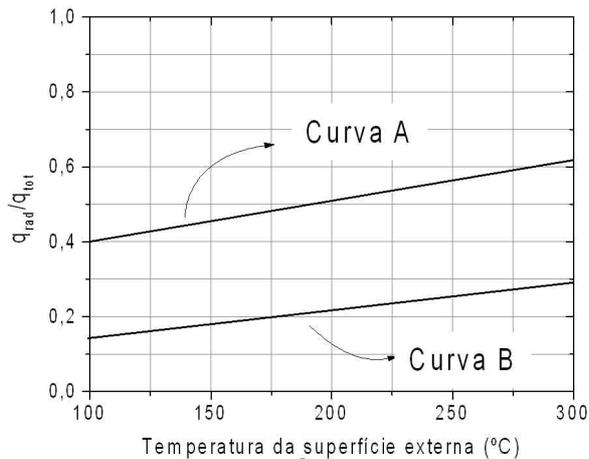
A reação mais característica do anel benzênico é a substituição eletrofilica. No caso de anéis substituídos, a natureza do substituinte afeta tanto a reatividade do anel quanto a orientação do ataque eletrofilico. Com relação ao benzeno e seus derivados, julgue os itens que se seguem.

- 92** O anel benzênico é formado por seis átomos de carbono ligados entre si por três ligações sigma ( $\delta$ ) e três ligações pi ( $\pi$ ).
- 93** Na anilina ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ), o grupo amina ( $-\text{NH}_2$ ) atua, frente à substituição eletrofilica, como ativador do anel e orientador orto-para dirigente.

A parede de um forno industrial é constituída por tijolos refratários de espessura 0,2 m e condutividade térmica 1,7 W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>. Considerando que as temperaturas nas paredes internas e externas do forno são de 1.100 °C e 900 °C, respectivamente, julgue o item a seguir.

- 94** A perda de calor através de uma parede do forno com dimensões de 0,5 m por 1,0 m é maior do que 1.000 W.

O fluxo total de calor a partir da superfície externa da parede de um forno ( $q_{\text{tot}}$ ) é a soma das contribuições devido aos fluxos de calor por convecção ( $q_{\text{conv}}$ ) e por radiação ( $q_{\text{rad}}$ ). A figura a seguir apresenta curvas de contribuição relativa do fluxo de calor por radiação ( $q_{\text{rad}}/q_{\text{tot}}$ ), em função da temperatura externa da parede de um forno, para uma superfície com emissividade 0,8.



D.P. Witt **Incropera** F.P. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., p. 13, 2003, (com adaptações).

Com base na figura e nas informações apresentadas, julgue o item subsequente.

- 95** A curva A corresponde a um coeficiente de convecção menor do que aquele correspondente à curva B.

Os trocadores de calor são largamente utilizados na engenharia para o processo de troca de calor entre dois fluidos que estão a diferentes temperaturas.

Julgue os seguintes itens, que versam acerca desses dispositivos.

- 96** Considerando um trocador de calor de tubos concêntricos e correntes contrárias utilizado para o resfriamento de um óleo lubrificante em uma turbina industrial, é correto afirmar que a temperatura de saída da água refrigerante ( $T'_{\text{água}}$ ) pode ser calculada pela equação:

$$T'_{\text{água}} = \frac{\dot{m}_{\text{óleo}} \cdot (T_{\text{óleo}} - T'_{\text{óleo}})}{\dot{m}_{\text{água}}} + T_{\text{água}}, \text{ em que}$$

$\dot{m}_{\text{óleo}}$  = vazão mássica de escoamento do óleo;

$\dot{m}_{\text{água}}$  = vazão mássica de escoamento da água refrigerante;

$T_{\text{óleo}}$  = temperatura de entrada do óleo;

$T'_{\text{óleo}}$  = temperatura de saída do óleo;

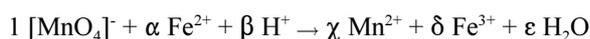
$T_{\text{água}}$  = temperatura de entrada da água refrigerante.

- 97** O coeficiente global de transferência de calor é propriedade intrínseca de um trocador de calor e independe dos fluidos que estejam sendo utilizados.

Considere a titulação de 40 mL de uma solução de ácido acético ( $\text{pK}_a = 4,74$ ) 0,10 mol/L com uma solução de hidróxido de sódio também 0,10 mol/L. Com relação a essa titulação, julgue os itens que se seguem.

- 98** Considerando  $\log(1/3) = -0,48$ , é correto afirmar que, quando tiverem sido adicionados 10 mL da solução de NaOH à solução de ácido acético, o pH da mistura será maior do que 4,0.
- 99** No ponto estequiométrico, o pH da solução resultante será básico.

Na reação redox abaixo indicada,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $x$ ,  $\gamma$  e  $\varepsilon$  representam, respectivamente, os coeficientes estequiométricos das espécies  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .



Levando em consideração essas informações, julgue o item a seguir.

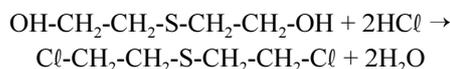
**100** Mantendo-se o coeficiente estequiométrico do íon  $[\text{MnO}_4]^-$  igual a um, a soma  $\alpha + \beta + x + \gamma + \varepsilon$  deve ser igual a 15 para que a reação redox esteja corretamente balanceada em termos de massa e de carga.

A pilha de Daniel é um dos exemplos mais antigos de células galvânicas. A mesma consiste na reação  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$  e possui um potencial padrão ( $E^0$ ) de 1,10 V a 25 °C. Com relação à pilha de Daniel e às informações acima fornecidas, julgue os itens subseqüentes.

**101** Na pilha de Daniel, a semi-reação que se passa no cátodo é  $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$ .

**102** Se uma pilha de Daniel for construída, a 25 °C, utilizando-se no cátodo uma solução de  $\text{Cu}^{2+}$  0,010 mol/L e no ânodo uma solução de  $\text{Zn}^{2+}$  0,0010 mol/L, é correto afirmar que o potencial da célula será maior do que 1,10 V.

Embora haja relatos do uso de armas químicas desde a Antigüidade, foi durante as duas grandes Guerras Mundiais que o emprego das mesmas teve maior disseminação. Um dos agentes mais empregados foi o sulfeto de bis (2-cloroetila), mais conhecido como gás mostarda ( $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ ). Esse gás pode ser obtido a partir de diferentes rotas sintéticas, sendo que uma delas envolve a reação do ditioglicol ( $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ ), um composto não tóxico, com o ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ), conforme reação descrita a seguir:



As massas molares dos elementos envolvidos na reação são fornecidas na tabela que segue.

elemento	MM (g/mol)
H	1,01
C	12,01
O	16,00
S	32,07
Cl	35,45

Com base nessas informações, julgue os próximos itens.

**103** De acordo com a Teoria das Ligações de Valência, o átomo de enxofre da molécula de gás mostarda pode utilizar, para formar as duas ligações com os átomos de carbono adjacentes, os orbitais  $p_y$  e  $p_z$  que possuem elétrons desemparelhados.

**104** A molécula do gás mostarda pode ser classificada como uma base de Lewis.

**105** Fazendo-se reagir 1,22 g de ditioglicol com 0,3645 g de  $\text{HCl}$ , é possível obter, desde que tomados os devidos cuidados experimentais, 1,59 g de sulfeto de bis (2-cloroetila).

Com relação à Convenção para Proibição de Armas Químicas (CPAQ), julgue o item a seguir.

**106** De acordo com a CPAQ, são expressamente proibidas aos Estados-Partes a produção, a comercialização e a estocagem de substâncias como o ditioglicol, pelo fato de as mesmas poderem ser utilizadas na síntese de armas químicas.

O Brasil possui legislação específica que trata da questão da exportação de bens sensíveis e serviços diretamente vinculados. Com relação à referida legislação, julgue os itens subseqüentes.

**107** De acordo com a Lei n.º 9.112/1995, os materiais da área química que possuam aplicações pacíficas não são enquadrados na categoria bens sensíveis, mesmo que possam ser utilizados também para fins bélicos.

**108** De acordo com o Decreto n.º 4.214/2002, a presidência da Comissão Interministerial de Controle de Exportação de Bens Sensíveis é atribuída ao Ministério de Relações Exteriores.

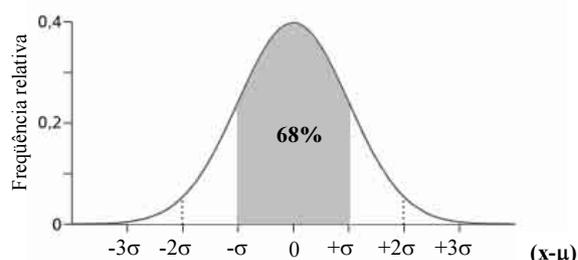
A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa é conhecida por possibilitar uma rápida e eficiente separação, identificação e quantificação de determinados compostos orgânicos, mesmo em níveis de traços. Por esse motivo, essa técnica é largamente empregada no controle do uso de armas químicas. Julgue os itens seguintes quanto às técnicas de cromatografia e espectrometria de massa.

**109** Na cromatografia gasosa, a separação entre diferentes moléculas sendo eluídas ocorre devido ao diferente grau de interação dessas com a fase móvel.

**110** Antes de serem analisadas por cromatografia gasosa, moléculas que sofrem fortes interações intermoleculares, como o ditioglicol, necessitam muitas vezes ser submetidas a um processo de derivatização com o objetivo de aumentar suas volatilidades.

**111** Considerando que o cloro, com massa atômica 35,45 u, é constituído por uma mistura dos isótopos com números de massa 35 e 37, então, o espectro de massas do gás mostarda apresentará três picos correspondentes ao íon molecular em  $m/z = 158$ , 160 e 162, sendo o último, em  $m/z = 162$ , o de menor intensidade.

Na curva de distribuição normal apresentada a seguir,  $\sigma$  representa o desvio-padrão e  $\mu$  o valor médio da população. A área sombreada corresponde a 68% do total da área sobre a curva.



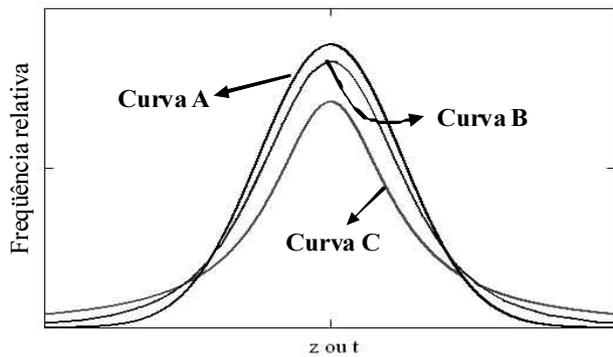
D.A. Skoog F. J. Holler e T.A. Nieman. *Princípios de análise instrumental*. Porto Alegre: Bookman, p. 758, 2002 (com adaptações).

Com base nessas informações, julgue o próximo item.

**112** Considerando que o valor médio e o desvio padrão para uma população de medidas que obedeça a uma distribuição normal valham 2,00 ppm e 0,10 ppm, respectivamente, é correto afirmar que menos de 50% dessa população situa-se na faixa entre 1,90 ppm e 2,10 ppm.

RASCUNHO

As três curvas A, B e C apresentadas na figura abaixo representam, respectivamente, uma distribuição normal e duas distribuições de *t-student* correspondentes a diferentes graus de liberdade.

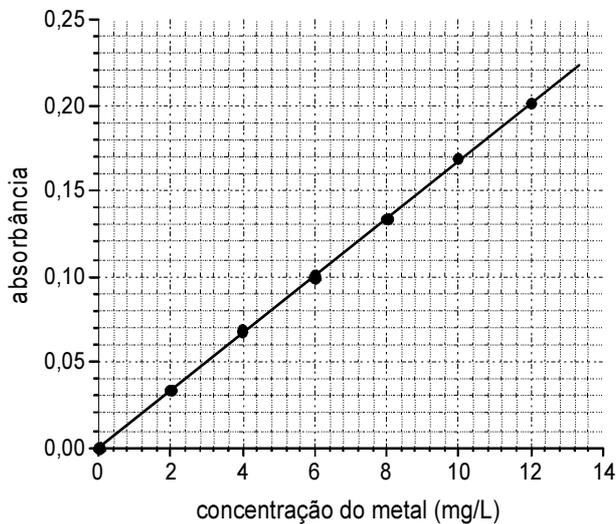


Internet: <pt.wikipedia.org> (com modificações).

Com relação a essas curvas, julgue o item subsequente.

**113** É correto afirmar que a distribuição normal corresponde à curva A e as distribuições de *t-student* às curvas B e C, sendo a curva B aquela que apresenta o maior número de graus de liberdade.

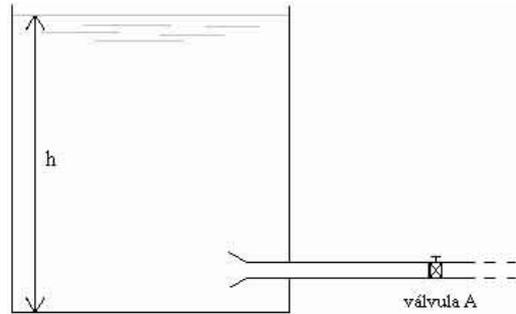
Na espectroscopia de absorção atômica, a identificação e quantificação de determinado elemento é possível devido ao efeito da quantização da energia dos elétrons nos átomos, o qual faz com que os átomos apresentem linhas de absorção características de cada elemento. A figura a seguir apresenta a curva de calibração construída a partir de análises de espectroscopia de absorção atômica de soluções padrão de determinado metal. As absorbâncias correspondem a um comprimento de onda  $\lambda$ , sendo o caminho óptico percorrido pelo feixe de radiação através das soluções igual a 2,0 cm.



Considerando as informações fornecidas e a quantização de energia dos elétrons nos átomos, julgue os itens que se seguem.

**114** A quantização da energia dos elétrons nos átomos deriva do fato de que esses elétrons apresentam propriedades de onda.

**115** A partir da lei de Beer, determina-se que o metal ao qual se refere a curva de calibração apresentada possui uma absorvidade maior do que  $10 \text{ L.g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  no comprimento de onda  $\lambda$ .



O esquema apresentado mostra um tanque, aberto na extremidade superior, inicialmente preenchido com água até um nível  $h$ . A partir desse tanque ocorre o escoamento de água por um tubo de vidro com diâmetro  $d$  e abertura em forma de sino, sendo a velocidade de escoamento controlado pela válvula A. Ao abrir-se completamente a referida válvula, o escoamento ocorre em regime turbulento. Considerando o sistema representado e as informações fornecidas, julgue os próximos itens.

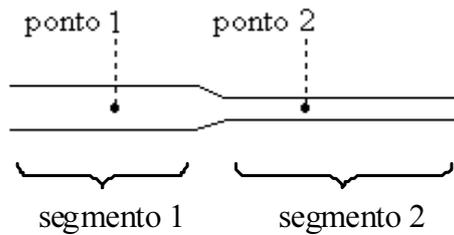
**116** Em um instante inicial em que a válvula A encontre-se fechada, a pressão absoluta ( $p$ ) em um ponto do fundo do tanque é calculada adequadamente pela equação

$$p = \frac{\rho \times g}{v} + P_{atm}, \text{ em que:}$$

- $\rho$  = densidade da água;
- $g$  = valor da aceleração da gravidade;
- $V$  = volume de líquido no tanque;
- $p_{atm}$  = pressão atmosférica.

**117** Duas possíveis providências a serem tomadas com o objetivo de tornar o fluxo laminar são a diminuição da abertura da válvula A e a redução do nível de água no tanque.

RASCUNHO

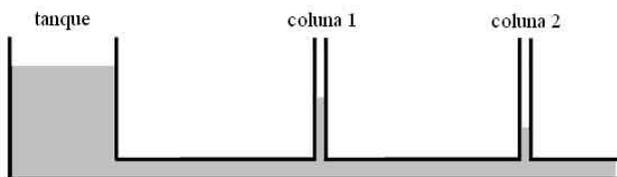


Considere que a tubulação acima representada é empregada para o transporte de um fluido. Para o segmento 1, o diâmetro do tubo é  $d$ ; já para o segmento 2, o diâmetro é  $d/2$ .

Com relação a esse sistema, julgue o item subsequente.

**118** Para um fluido ideal, a velocidade  $v_2$  de escoamento no ponto 2 será duas vezes maior do que a velocidade de escoamento,  $v_1$ , verificada no ponto 1.

A figura abaixo representa o escoamento de um fluido, a partir de um tanque, por meio de uma tubulação. Nesse sistema, verifica-se a ocorrência de perda de carga, sinalizada pela diminuição da altura de fluido nas colunas 1 e 2.



Com relação a esse sistema e às informações fornecidas, julgue o item a seguir.

**119** Uma possível causa da perda de carga verificada é a existência de forças de resistência ao escoamento, as quais podem ser atribuídas ao atrito entre o fluido e as paredes da tubulação e(ou) devido à própria viscosidade do fluido.

Com relação ao *tubo de pilot*, julgue o item a seguir.

**120** A velocidade de escoamento de um fluido incompressível ( $v$ ) através de uma tubulação pode ser estimada através de um *tubo de pilot*, sendo:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot \frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma}}$$

onde:  $g$  = valor da aceleração da gravidade;  $h$  = leitura realizada em um manômetro diferencial ligado ao tubo de pilot;  $\gamma_m$  = densidade do fluido manométrico;  $\gamma$  = densidade do fluido que escoa através do tubo.

