

FRENTE: QUÍMICA II

PROFESSOR(A): ANTONINO FONTENELLE

ASSUNTO: CALORIMETRIA – TERMODINÂMICA QUÍMICA

EAD – ITA

AULAS 05 A 08



Resumo Teórico

Calorimetria

Capacidade calorífica

A capacidade calorífica nos diz quanto calor é absorvido por grau Celsius de aumento da temperatura. Sua importância em calorimetria é que nos permite determinar a quantidade de energia transferida a partir da variação de temperatura, que é facilmente mensurável. A capacidade calorífica de um calorímetro é uma quantidade empírica e é medida em um experimento diferente.

A capacidade calorífica de uma substância pura (C) pode ser expressa em função da quantidade existente da substância. Se expressarmos em função da massa da amostra, teremos a capacidade calorífica específica (também chamada de calor específico e aqui representada por C_s). Se a expressão é realizada em função da quantidade de matéria da substância, teremos a capacidade calorífica molar (aqui representada por C_m). Assim, podemos resumir:

$$C_s = \frac{C}{m} \quad \text{e} \quad C_m = \frac{C}{n}$$

onde m é a massa da amostra e n é o número de moles da amostra.

Na equação matemática básica da calorimetria sabemos que: $q = C \cdot \Delta T$. Diante do exposto anteriormente, podemos afirmar que:

$$q = m \cdot C_s \cdot \Delta T \quad \text{ou} \quad q = n \cdot C_m \cdot \Delta T$$

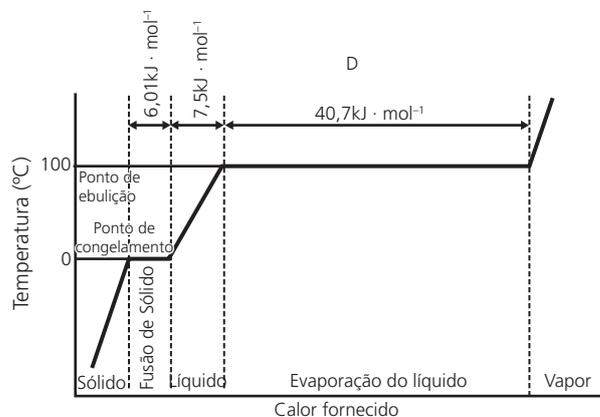
Num calorímetro típico, a capacidade calorífica é expressa para um conjunto complexo de substâncias e materiais, como isopor, vidro e uma certa quantidade de água. Portanto, sua capacidade calorífica (C_{cal}) deve ser calculada experimentalmente para cada situação particular.

Quando se utiliza a capacidade calorífica de um calorímetro, não se expressa essa grandeza por mol ou por massa, e sim em unidade de energia por variação de temperatura, como $\text{kJ}/^\circ\text{C}$ ou ainda $\text{kcal}/^\circ\text{C}$.

Quando se trata de uma reação química, as partículas reacionais constituem o sistema e tudo o mais ao redor constitui a sua vizinhança (ou ambiente). É na vizinhança onde se realizam as medidas necessárias, como por exemplo, as medidas de variação de temperatura. Assim, podemos considerar que o calorímetro seja a vizinhança de um sistema reacional qualquer e, dessa forma, deve aquecer (se a reação liberar calor) ou resfriar (caso a reação absorva calor). Podemos, enfim, utilizar a expressão: $q = -q_{cal}$, que nos diz que o calor liberado (ou absorvido) pela reação deve ser absorvido (ou liberado) pelo calorímetro, que atua como vizinhança.

Observações:

- Existem calorímetros que promovem reações em condições de pressão constante (os mais comuns). Nesse caso, o calor transferido pela reação (q) será igual à variação de entalpia (ΔH) da reação. Outros calorímetros promovem reações em condições de volume constante (como as bombas calorimétricas). Nessa situação, normalmente utilizada para reações com gases, o calor trocado pela reação é igual à variação de energia interna (ΔE ou ΔU).
- Na imensa maioria dos casos, o valor do calor trocado em condições de pressão constante (ΔH) é bem próximo do valor do calor trocado em condições de volume constante (ΔE).
- A capacidade calorífica de uma substância pode ser estimada a partir das chamadas curvas de aquecimento, onde se expressa um gráfico temperatura *versus* calor fornecido. A seguir, como ilustração, temos a curva de aquecimento para a água:



A capacidade calorífica molar de substâncias aumenta com o aumento da complexidade molecular, da massa molar e das interações intermoleculares. É de se esperar que o C_m de um líquido seja superior ao C_m da mesma substância gasosa e ao C_m da mesma substância sólida.

- A outra forma de se medir a quantidade de calor trocado em um processo é a variação de energia interna (ΔE ou ΔU), que corresponde ao calor trocado em condições de temperatura e volume constantes (para processos químicos). A variação de energia interna se relaciona com a variação de entalpia através da 1ª Lei da Termodinâmica:

$\Delta H = \Delta E + \mathcal{T}$, onde \mathcal{T} é o trabalho realizado pela expansão (ou compressão) dos gases na reação, e pode ser calculado como:

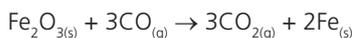
- $\mathcal{T} = P \cdot \Delta V = \Delta n \cdot R \cdot T$, para sistemas onde haja ao menos um componente gasoso, sendo Δn a variação dos números de moles gasosos (coeficientes) no processo.
- $\mathcal{T} \cong 0$, para processos onde não há gases.



Exercícios

01. (UFMG) A dissolução de cloreto de sódio sólido em água foi experimentalmente investigada, utilizando-se dois tubos de ensaio, um contendo cloreto de sódio sólido e, o outro, água pura, ambos à temperatura ambiente. A água foi transferida para o tubo que continha o cloreto de sódio. Logo após a mistura, a temperatura da solução formada decresceu pouco a pouco. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:
- A) a entalpia da solução é maior que a entalpia do sal e da água separados.
 - B) o resfriamento do sistema é causado pela transferência de calor da água para o cloreto de sódio.
 - C) o resfriamento do sistema é causado pela transferência de calor do cloreto de sódio para a água.
 - D) o sistema libera calor para o ambiente durante a dissolução.

02. (Fuvest) Uma das reações que ocorrem na obtenção de ferro, a partir da hematita, é:



O calor liberado por essa reação é cerca de 29 kJ por mol de hematita consumida. Supondo que a reação se inicie à temperatura ambiente (25 °C) e que todo esse calor seja absorvido pelo ferro formado (o qual não chega a fundir), a temperatura alcançada por este é da ordem de:

Dado:

Calor requerido para elevar de 1 °C a temperatura de um mol de ferro = 25 J/mol °C.

- $1 \cdot 10^2$ °C
 - $2 \cdot 10^2$ °C
 - $6 \cdot 10^2$ °C
 - $1 \cdot 10^3$ °C
 - $6 \cdot 10^3$ °C
03. (Efofm) Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 60% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 20 m². A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente seja de $20 \cdot 10^3$ w/m² e que a vazão de suprimento de água aquecida seja de 6,0 litros por minuto. Assinale a opção que indica, aproximadamente, a variação da temperatura da água.
- Dados:** $c_{\text{água}} = 1,0$ cal/g °C e $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.
- 12,2 °C
 - 22,7 °C
 - 37,3 °C
 - 45,6 °C
 - 57,1 °C
04. (UPF) Qual a quantidade de calor que devemos fornecer a 200 g de gelo a -20 °C para transformar em água a 50 °C?
- Dados:** $C_{\text{gelo}} = 0,5$ cal/g · °C; $C_{\text{água}} = 1$ cal/g · °C; $L_{\text{fusão}} = 80$ cal/g.
- 28 kcal.
 - 26 kcal.
 - 16 kcal.
 - 12 kcal.
 - 18 kcal.

05. (AFBJ) Num cilindro, provido de um pistão móvel sem atrito, é realizada a combustão completa de gás metano, formando produtos gasosos.

A temperatura no interior do cilindro é mantida constante desde a introdução dos reagentes até o final da reação.

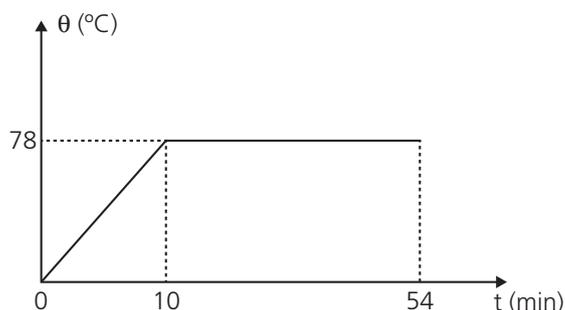
Considere as seguintes afirmações:

- O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero;
- A variação da energia interna do sistema é igual a zero;
- A variação da entalpia do sistema é igual à variação da energia interna;
- A quantidade de calor trocada entre o sistema e a vizinhança é igual a zero.

Dessas afirmações, estão corretas:

- apenas I e III.
- apenas I e IV.
- apenas I, II e III.
- apenas II e IV.
- apenas III e IV.

06. (Fac. Albert Einstein - Medicina) Sabe-se que um líquido possui calor específico igual a 0,58 cal/g · °C. Com o intuito de descobrir o valor de seu calor latente de vaporização, foi realizado um experimento onde o líquido foi aquecido, por meio de uma fonte de potência uniforme, até sua total vaporização, obtendo-se o gráfico a seguir. O valor obtido para o calor latente de vaporização do líquido, em cal/g, está mais próximo de



- 100
 - 200
 - 540
 - 780
07. (Efofm) Em um cilindro isolado termicamente por um pistão de peso desprezível, encontra-se $m = 30$ g de água a uma temperatura de 0 °C. A área do pistão é $S = 512$ cm², a pressão externa é $p = 1$ atm. Determine a que altura, aproximadamente, eleva-se o pistão, se o aquecedor elétrico, que se encontra no cilindro, desprende $Q = 24.200$ J.
- Dados:** Despreze a variação do volume de água; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$; $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$; $L_{\text{vapor}} = 540 \text{ cal/g}$.
- 1,6 cm
 - 8,0 cm
 - 17,0 cm
 - 25,0 cm
 - 32,0 cm

- 08.** (P. Atkins e L. Jones – ADAPTADA) Foi determinada a capacidade calorífica, a pressão constante, de um calorímetro como 6,27 kJ/°C. A combustão de 1,84 g de magnésio metálico levou a temperatura de 21,30 °C a 28,56 °C. Calcule a variação de entalpia para a reação:
 $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$
- 09.** (ITA) 300 gramas de gelo a 0 °C foram adicionados a 400 gramas de água a 55 °C. Assinale a opção correta para a temperatura final do sistema em condição adiabática.
Dados: calor de fusão do gelo = 80 cal g⁻¹; calor específico do gelo = 0,50 cal g⁻¹K⁻¹; calor específico da água líquida = 1 cal g⁻¹K⁻¹.
 A) -4 °C
 B) -3 °C
 C) 0 °C
 D) +3 °C
 E) +4 °C
- 10.** Determine a temperatura de equilíbrio térmico quando, em um calorímetro de capacidade calorífica desprezível, são misturados 36 g de gelo, a - 20 °C, com 108 g de água líquida a 45 °C. São conhecidos os valores das capacidades caloríficas molares de H₂O_(l) e H₂O_(s), iguais a, respectivamente, 80 J · mol⁻¹ · K⁻¹ e 40 J · mol⁻¹ · K⁻¹, e a entalpia de fusão do gelo, igual a + 6,0 kJ·mol⁻¹.
- 11.** 50,0 mL de NaOH_(aq) 0,500 mol/L e 50,0 mL de HNO_{3(aq)} 0,500 mol/L, ambos inicialmente a 18,6 °C, são misturados e agitados em um calorímetro, que tem capacidade calorífica igual a 525 J/°C, quando vazio. A temperatura da mistura atingiu 20,0 °C.
 A) Qual é a variação de entalpia para a reação de neutralização?
 B) Qual é a variação de entalpia para a reação de neutralização em kJ/mol de HNO₃? Considere as soluções suficientemente diluídas para que suas densidades e capacidades caloríficas sejam iguais às da água pura.
- 12.** Observe as reações a seguir e as afirmações a respeito das medidas dos calores de reação:
 I. $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HCl}_{(g)}$ $\Delta H = \Delta U$
 II. $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ $\Delta H < \Delta U$
 III. $\text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$ $\Delta H > \Delta U$
 IV. $\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H < \Delta U$
- Estão corretos:
 A) I, II, III e IV. B) III e IV, somente.
 C) I, III e IV, somente. D) I, II e III, somente.
 E) I e IV, somente.
- 13.** Em um sistema pistão-êmbolo (que se move sem atrito), ocorre, em fase gasosa, a decomposição do peróxido de hidrogênio em água e O₂. Sabe-se que essa reação é exotérmica. O sistema é mantido em temperatura constante de 25 °C durante todo o experimento. Sobre essa reação, são feitas as seguintes afirmações:
 I. O êmbolo não muda de posição, já que a temperatura se mantém constante e, portanto, não realiza trabalho;
 II. A variação da energia interna é nula;
 III. O sistema libera menos calor em pressão constante que em volume constante;
 IV. O sistema troca calor com as vizinhanças.
- Está(ão) correta(s), somente:
 A) I, II e III B) II e III
 C) IV D) III e IV
 E) I e II
- 14.** Duas soluções aquosas, inicialmente a 25,0 °C, foram misturadas em um calorímetro de capacidade calorífica desprezível. Uma das soluções consistia de 400 mL de uma solução de ácido acético (CH₃COOH) de concentração 0,2 mol · L⁻¹. A outra, continha 100 mL de solução aquosa 0,5 mol · L⁻¹ em NaOH. Após a mistura, a temperatura subiu até 25,8 °C. Qual o calor liberado na reação de neutralização, expresso em kJ · mol⁻¹ de ácido? Admita que as densidades das soluções iniciais sejam de 1,0 g · cm⁻³ e suas capacidades caloríficas sejam iguais a 4,0 J · g⁻¹ · K⁻¹.
 A) 32
 B) 20
 C) 44
 D) 52
 E) 56
- 15.** (UFG) Em um recipiente com paredes perfeitamente condutoras de calor, encontra-se uma solução altamente concentrada de ácido clorídrico à temperatura de 27 °C e à pressão atmosférica. Certa quantidade de pó de magnésio é colocada na solução e, imediatamente depois, o recipiente é tampado com um pistão de massa desprezível, que fica em contato com a superfície do líquido e que pode deslizar sem atrito ao longo do recipiente. Quando a situação de equilíbrio é alcançada, observa-se que o magnésio reagiu completamente com o ácido e que o pistão levantou-se em relação à superfície da solução devido à produção de gás. Sabendo que, no processo todo, o sistema realizou um trabalho de 240 J, e considerando o gás produzido como ideal, conclui-se que a massa, em gramas, de magnésio, inicialmente colocada na solução, foi:
Dados: R ≈ 8,0 J / Kmol; Mg = 24,30.
 A) 0,243
 B) 0,486
 C) 0,729
 D) 1,215
 E) 2,430
- 16.** Observe as reações de combustão propostas para o etanol líquido:
 Reação 1: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ΔH_1 e ΔE_1
 Reação 2: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ΔH_2 e ΔE_2
- Assinale a alternativa incorreta, sobre as relações propostas:
 A) $|\Delta H_1| > |\Delta E_1|$
 B) $|\Delta H_2| = |\Delta E_2|$
 C) $|\Delta H_1| > |\Delta E_2|$
 D) $|\Delta E_1| > |\Delta E_2|$
 E) $|\Delta H_2| > |\Delta E_1|$
- 17.** Em um cilindro provido de pistão móvel e sem atrito, é realizada a combustão incompleta de eteno (C₂H₄) gasoso, formando CO e água gasosos. A temperatura é mantida constante durante todo o processo. Assinale a alternativa falsa.
 A) Há realização de trabalho de expansão com a formação de produtos gasosos.
 B) A variação de entalpia é maior que a variação de energia interna.
 C) A variação de entalpia (em módulo) é menor que a variação de energia interna (em módulo).
 D) A variação da energia interna é nula.
 E) Há troca de calor entre o sistema e a vizinhança.

18. Quando 3,20 g de álcool etílico, $C_2H_5OH_{(l)}$, são queimados em uma bomba calorimétrica contendo 3,50 kg de água, a temperatura sobe $5,52\text{ }^\circ\text{C}$. A capacidade calorífica do calorímetro vazio é de $2550\text{ J/}^\circ\text{C}$ e a capacidade calorífica específica da água é de $4,2\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$. Considere a variação de volume entre produtos e reagentes desprezível e calcule o ΔH para a combustão completa do álcool etílico, em kJ/mol .
- A) - 1369
B) - 1166
C) - 278
D) - 202
E) - 95

19. Em um calorímetro adiabático, com capacidade térmica desprezível, são misturados um volume V_1 de uma solução $1,0\text{ mol/L}$ de ácido nítrico (HNO_3), com uma solução $2,0\text{ mol/L}$ de NaOH de volume V_2 . As seguintes misturas foram realizadas:
- I. $V_1 = 100\text{ mL}$ e $V_2 = 50\text{ mL}$ e elevação de temperatura ΔT_1 .
II. $V_1 = 100\text{ mL}$ e $V_2 = 100\text{ mL}$ e elevação de temperatura ΔT_2 .
III. $V_1 = 50\text{ mL}$ e $V_2 = 25\text{ mL}$ e elevação de temperatura ΔT_3 .

É verdadeira a relação:

- A) $\Delta T_1 \cong \Delta T_3 > \Delta T_2$
B) $\Delta T_1 > \Delta T_2 \cong \Delta T_3$
C) $\Delta T_1 \cong \Delta T_2 > \Delta T_3$
D) $\Delta T_2 > \Delta T_1 > \Delta T_3$
E) $\Delta T_1 \cong \Delta T_2 \cong \Delta T_3$
20. Observe as assertivas sobre capacidades caloríficas molares (C_m) de alguns materiais e substâncias:
- I. $C_m(\text{NO}_2\text{ gasoso}) > C_m(\text{NO gasoso})$
II. $C_m(\text{CH}_3\text{OH líquido}) > C_m(\text{CH}_4\text{ gasoso})$
III. $C_m(\text{Al}_2\text{O}_3\text{ sólido}) > C_m(\text{Al sólido})$
IV. $C_m(\text{Cu sólido}) > C_m(\text{Cu}_2\text{O sólido})$

São verdadeiras, somente:

- A) I e II
B) I, II e IV
C) III e IV
D) II e IV
E) I, II e III
21. (UPE-SSA 2) Um aprendiz de cozinheiro colocou $1,0\text{ litro}$ de água em temperatura ambiente ($25\text{ }^\circ\text{C}$) em uma panela sem tampa e a deixou aquecendo em um fogão elétrico, sobre uma boca de potência de 2 000 W .

Considerando-se que toda a energia fornecida pela boca é absorvida pela água, qual o tempo mínimo aproximado em que toda a água evapora?

Dados:

calor latente de vaporização da água = 2.256 kJ/kg

calor específico da água = $4,2\text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$

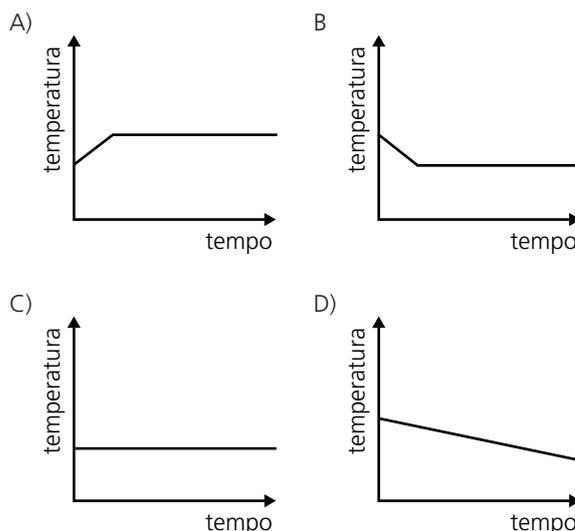
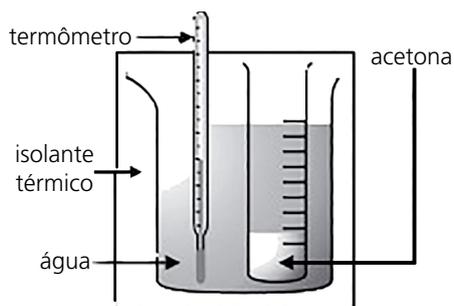
densidade da água = 1.000 kg/m^3

- A) 18,2 min
B) 21,4 min
C) 36,0 min
D) 42,7 min
E) 53,8 min

22. (UFMG) Um béquer aberto, contendo acetona, é mergulhado em outro béquer maior, isolado termicamente, o qual contém em água, conforme mostrado na figura a seguir.

A temperatura da água é monitorada durante o processo de evaporação da acetona, até que o volume desta se reduz à metade do valor inicial.

Assinale a alternativa cujo gráfico descreve qualitativamente a variação da temperatura registrada pelo termômetro mergulhado na água, durante esse experimento.



23. (ITA) Em um cilindro, provido de um pistão móvel sem atrito, é realizada a combustão completa de carbono (grafita). A temperatura no interior do cilindro é mantida constante, desde a introdução dos reagentes até o final da reação.

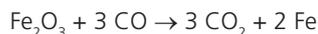
Considere as seguintes afirmações:

- I. A variação da energia interna do sistema é igual a zero;
II. O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero;
III. A quantidade de calor trocada entre o sistema e a vizinhança é igual a zero;
IV. A variação da entalpia do sistema é igual à variação da energia interna.

Dessas afirmações, está(ão) correta(s):

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

24. Da hematita obtém-se ferro. Uma das reações do processo é a seguinte:



Nessa reação, cada mol de hematita libera $30 \cdot 103 \text{J}$ na forma de calor. O ferro formado absorve 80% desse valor, aquecendo-se. São necessários 25 J por mol de ferro resultante para elevar sua temperatura de 1 °C. Supondo que a reação teve início à temperatura de 30 °C e que a massa de ferro resultante não apresentou sinais de fusão, a temperatura final do ferro é igual a:

- A) 630 °C
- B) 510 °C.
- C) aproximadamente 30,5 °C.
- D) 990 °C.
- E) 960 °C.

25. Sejam as seguintes reações:

1. $2 \text{H}_2\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$
2. $\text{C}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_{(g)}$
3. $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{HI}_{(g)}$
4. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 3 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_{2(g)} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Sabendo que apenas a reação 2 é endotérmica, assinale quais as reações em que $|\Delta H| > |\Delta U|$:

- A) 1 e 2, apenas.
- B) 3 e 4, apenas.
- C) 2 e 4, apenas.
- D) 1 e 3, apenas.
- E) 1 e 4, apenas.

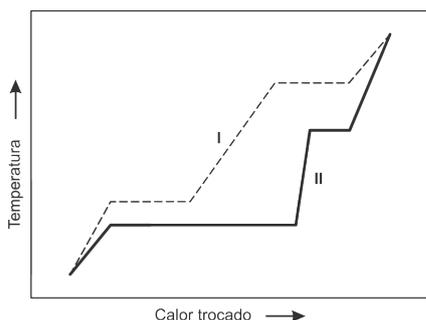
26. A 25 °C e 1 atm, considere o respectivo efeito térmico associado à mistura das soluções relacionadas a seguir:

- I. 500 mL de solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com 500 mL de solução aquosa 1 milimolar de hidróxido de sódio;
- II. 500 mL de solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com 500 mL de solução aquosa 1 milimolar de hidróxido de amônio;
- III. 400 mL de solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com 600 mL de solução aquosa 1 milimolar de hidróxido de amônio;
- IV. 400 mL de solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com 600 mL de solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico.

Qual das opções abaixo apresenta a ordem decrescente correta para o efeito térmico observado em cada uma das misturas acima?

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

27. (ITA) Amostras de massas iguais de duas substâncias, I e II, foram submetidas independentemente a um processo de aquecimento, em atmosfera inerte e à pressão constante. O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura em função do calor trocado entre cada uma das amostras e a vizinhança.



Dados: ΔH_f e ΔH_v , representam as variações de entalpia de fusão e de vaporização, respectivamente, e C_p é o calor específico.

Assinale a opção errada em relação à comparação das grandezas termodinâmicas.

- A) $\Delta H_f(I) < \Delta H_f(II)$
- B) $\Delta H_v(I) > \Delta H_v(II)$
- C) $C_{p, I(s)} < C_{p, II(s)}$
- D) $C_{p, II(g)} < C_{p, I(g)}$
- E) $C_{p, II(l)} < C_{p, I(l)}$

28. (Efomm) Em um dia muito quente, em que a temperatura ambiente era de 30 °C, sr. Aldemir pegou um copo com volume de 194 cm³ de suco, à temperatura ambiente, e mergulhou, nele, dois cubos de gelo de massa 15 g cada. O gelo estava a -4 °C e se fundiu por completo. Supondo que o suco tem o mesmo calor específico e densidade que a água e que a troca de calor ocorra somente entre o gelo e o suco, qual a temperatura final do suco do sr. Aldemir?

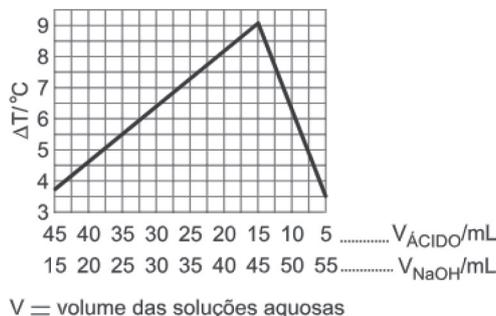
Assinale a alternativa correta.

- Dados: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e $L_{\text{gelo}} = 80 \text{ cal/g}$.
- A) 0 °C
 - B) 2 °C
 - C) 12 °C
 - D) 15 °C
 - E) 26 °C

29. Em uma solução aquosa, ocorre a reação $A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow C_{(aq)}$. Em um calorímetro tipo copo aberto, com capacidade calorífica de 400 J/°C, ainda vazio, são colocados 100 mL de solução 0,05 mol/L em A e 200 mL de solução 0,03 mol/L em B, que se combinam e elevam a temperatura da solução final em 2 °C. Determine a variação de entalpia para a reação ocorrida no calorímetro, em kJ/mol de A. Considere as densidades das soluções iguais a 1 g · cm⁻³ e suas capacidades caloríficas iguais a 4 J · g⁻¹ · (°C)⁻¹.

- A) - 320
- B) - 640
- C) - 1280
- D) - 3200
- E) - 6400

30. (Fuvest) Em um experimento para determinar o número x de grupos carboxílicos na molécula de um ácido carboxílico, volumes de soluções aquosas desse ácido e de hidróxido de sódio, de mesma concentração, em mol/L, à mesma temperatura, foram misturados de tal forma que o volume final fosse sempre 60 mL. Em cada caso, houve liberação de calor. No gráfico a seguir, estão as variações de temperaturas (ΔT) em função dos volumes de ácido e base empregados:



Partindo desse dados, pode-se concluir que o valor de x é

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

Nesse experimento, o calor envolvido na dissociação do ácido e o calor de diluição podem ser considerados desprezíveis

Gabarito

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
A	C	E	A	A	B	C	-	C	-
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-	E	D	A	E	E	D	A	A	E
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
B	B	D	B	C	C	B	D	B	C

- Demonstração.



Anotações