

## ENTALPIA DE LIGAÇÃO

## 01 - (Ueg GO/2007/Janeiro)

Ligação	Entalpia de Ligação/ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
C-H	412
C-C	348
C=O	743
O=O	484
O-H	463

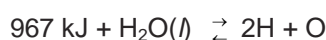
Baseado na tabela contendo valores de entalpias de ligação acima, o calor liberado em  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , na reação de combustão completa do butano em fase gasosa, seria:

- a) 1970
- b) 2264
- c) 4180
- d) 5410

**Gab:** B

## 02 - (F. med. Jundiai SP/2007/1ª Fase)

Dadas as transformações representadas pelas equações:



Para justificar os diferentes valores de energia requeridos nessas transformações, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. na vaporização são rompidas ligações intermoleculares;
- II. na atomização são rompidas ligações intramoleculares;
- III. ligações intramoleculares são mais fortes que as intermoleculares e, portanto, exigem mais energia para serem rompidas;
- IV. ambas as transformações são exotérmicas.

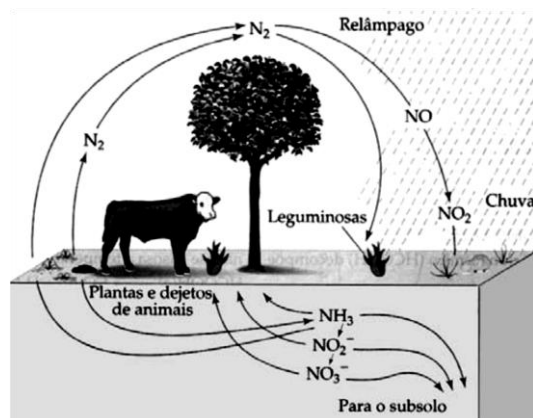
Estão corretas as afirmações

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

**Gab:** C

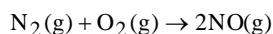
## 03 - (Ufba BA/2007/2ª Fase)

O nitrogênio é um dos elementos químicos essenciais aos seres vivos. É encontrado em muitos compostos importantes para a manutenção da vida, como as proteínas, os ácidos nucleicos, as vitaminas e os hormônios. Os animais são incapazes de sintetizar compostos complexos de nitrogênio de que necessitam, a partir de substâncias menos complexas, como fazem as plantas.



O nitrogênio é continuamente reciclado na natureza de várias formas como é mostrado, resumidamente, na ilustração. Microorganismos convertem compostos de nitrogênio presentes em dejetos de animais e em plantas e animais mortos, em nitrogênio gasoso,  $N_2(g)$ , o qual retorna à atmosfera. Para que a cadeia alimentar seja mantida, o  $N_2(g)$  atmosférico é convertido, no solo, por bactérias, em compostos que as plantas podem utilizar — a exemplo da amônia e de íons nitrato — e então incorporá-los. Em razão da estabilidade dessa molécula, que possui energia de ligação elevada, a fixação do nitrogênio no solo ocorre a partir da ação da enzima nitrogenase encontrada em bactérias que vivem nos nódulos das raízes de plantas, como as leguminosas. Essa enzima catalisa a conversão de  $N_2(g)$  em amônia. (BROWN e outros, 2005, p. 517).

Ligação química	Entalpiamédia padrão de ligação ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
$N \equiv N$	941
$O = O$	495
$N = O$	607



Com base na análise da ilustração, nas informações do texto e da tabela e na equação química representada,

- identifique, considerando a manutenção da cadeia trófica, uma das etapas de oxidação e uma das etapas de redução no ciclo de nitrogênio e explique a ação catalítica da enzima nitrogenase, em termos cinético e de energia, na conversão de nitrogênio gasoso em amônia, no ciclo de nitrogênio;
- determine o valor estimado da variação de entalpia de reação entre o nitrogênio e o oxigênio gasosos.

**Gab:**

Uma das etapas de oxidação é  $NH_3(aq) \rightarrow NO_3^-(aq)$  e uma das etapas de redução é  $N_2(g) \rightarrow NH_3(aq)$ .

A enzima nitrogenase diminui a energia de ativação da reação de conversão do  $N_2(g)$  em  $NH_3$ , aumentando a velocidade de reação.

Valor estimado da variação de entalpia da reação entre o nitrogênio e o oxigênio de acordo com a equação química  $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ .

Sendo  $\Delta H_1$  a entalpia de ligações rompidas e  $\Delta H_2$  a entalpia de ligações formadas, tem-se

$$\Delta H_1 = H_{N \equiv N} + H_{O = O} = 94 \text{ kJ} + 495 \text{ kJ} = 1436 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_2 = 2H_{N = O} = 2 \cdot 607 \text{ kJ} = 1214 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{reação}} = 1436 \text{ kJ} - 1214 \text{ kJ} = 222 \text{ kJ}$$

**04 - (Ufms MS/2007/Exatas)**

A Termoquímica é a parte da Química que se dedica ao estudo das variações de energia que se dão durante uma reação química. Com base nessa definição, analise as proposições a seguir e assinale a(s) correta(s).

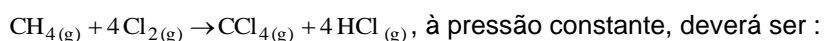
Dados: (metano: massa molar=16g $\text{mol}^{-1}$ ; calor de combustão=  $-890\text{kJmol}^{-1}$ ; energia de uma ligação carbono-hidrogênio=416 $\text{kJmol}^{-1}$ ).

01. Poder calorífico de um combustível pode ser definido como sendo a quantidade de calor liberado por quilograma de material queimado. Para o gás metano, seu poder calorífico vale 55625kJ.
02. Numa reação exotérmica, a entalpia dos produtos é maior que a dos reagentes.
04. A variação de entalpia ( $\Delta H$ ), necessária para quebrar um mol de uma dada ligação química, é chamada de "energia de ligação". Trata-se de um processo sempre endotérmico ( $\Delta H > 0$ ). Para o metano, esse  $\Delta H$  vale 1664 $\text{kJmol}^{-1}$ .
08. A energia envolvida na combustão de um mol de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) é de 2800kJ. Portanto, uma planta, ao sintetizar um mol e meio, deverá liberar  $4,2 \times 10^3$ kJ.
16. Reação de fotossíntese (ocorrendo em presença de luz e clorofila): trata-se de uma reação endotérmica, que ocorre entre dióxido de carbono e água.

**Gab:** 021

**05 - (Unifei MG/2007)**

Considerando os dados de entalpia de ligação abaixo, o calor associado (kJ/mol) à reação:



(C – H = 414 kJ/mol, H – Cl = 431 kJ/mol, Cl – Cl = 243 kJ/mol, C – Cl = 331 kJ/mol)

- a) + 420 kJ/mol  
 b) + 105 kJ/mol  
 c) – 105 kJ/mol  
 d) – 420 kJ/mol

**Gab:** D

**06 - (Ufpe PE/2007)**

Utilize as energias de ligação da Tabela abaixo para calcular o valor absoluto do  $\Delta H$  de formação (em kJ/mol) do cloro-etano a partir de eteno e do HCl.

Ligação	Energia/ kJ/mol	Ligação	Energia/ kJ/mol
H – H	435	C – Cl	339
C – C	345	C – H	413
C = C	609	H – Cl	431

**Gab:** 57

**07 - (Unifor CE/2006/Julho)**

A partir dos seguintes dados:

Entalpia padrão de ligação (25°C, 1 atm) kJ/mol	Entalpia padrão de formação (25°C, 1 atm) kJ/mol
Cℓ – Cℓ..... 242 (Estado gasoso)	CCℓ <sub>4</sub> (g)..... -108 C(g)..... 718 C(s, grafita)..... zero Cℓ <sub>2</sub> (g)..... zero

Calcula-se que a entalpia padrão média de ligação C – Cℓ é, em kJ/mol, aproximadamente,

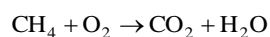
- 328
- 450
- 816
- 926
- 986

**Gab:** A

### 08 - (Uepg PR/2006/Julho)

Considere:

- a seguinte equação química não-balanceada:



- os valores aproximados de energia de dissociação de ligação ( $\Delta H_{\text{dis}}$  kJ/mol)

C–H = 410,0  
O=O = 500,0  
C=O = 800,0  
H–O = 460,0

e assinale o que for correto.

- A energia liberada por mol de água é maior que aquela liberada por mol de gás carbônico.
- A reação é reversível.
- Trata-se de reação exotérmica.
- A dissociação do metano e a formação do gás carbônico são processos exotérmicos.
- A entalpia da reação ( $\Delta H$ ) é –800 kJ/mol.

**Gab:** 20

### 09 - (Puc SP/2006)

Dados: Entalpia de ligação

H – H = 435 kJ/mol  
N – H = 390 kJ/mol

A reação de síntese da amônia, processo industrial de grande relevância para a indústria de fertilizantes e de explosivos, é representada pela equação:



A partir dos dados fornecidos, determina-se que a entalpia de ligação contida na molécula de N<sub>2</sub> (N ≡ N) é igual a:

- 645 kJ/mol

- b) 0 kJ/mol
- c) 645 kJ/mol
- d) 945 kJ/mol
- e) 1125 kJ/mol

**Gab: D**

**10 - (ITA SP/2006)**

Uma substância A apresenta as seguintes propriedades:

- Temperatura de fusão a 1 atm =  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de ebulição a 1 atm =  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Varição de entalpia de fusão =  $180\text{ J g}^{-1}$
- Varição de entalpia de vaporização =  $500\text{ J g}^{-1}$
- Calor específico de  $A(s)$  =  $1,0\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Calor específico de  $A(l)$  =  $2,5\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Calor específico de  $A(g)$  =  $0,5\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

À pressão de 1 atm, uma amostra sólida de 25 g da substância A é aquecida de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  até  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a uma velocidade constante de  $450\text{ J min}^{-1}$ . Considere que todo calor fornecido é absorvido pela amostra. Construa o gráfico de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) versus tempo (min) para todo o processo de aquecimento considerado, indicando claramente as coordenadas dos pontos iniciais e finais de cada etapa do processo. Mostre os cálculos necessários.

**Gab:**

De acordo com as informações fornecidas, temos:

$$-40^{\circ}\text{C a } -20^{\circ}\text{C} : Q = mc\Delta T = 25 \cdot 1 \cdot 20 = 500\text{ J}$$

$$500\text{ J} \cdot \frac{1\text{ min}}{450\text{ J}} \cong 1,1\text{ min} \quad (t_0 = 0 \text{ e } t_1 \cong 1,1\text{ min})$$

$$-20^{\circ}\text{C (fusão)} : Q = m \cdot L = 25 \cdot 180 = 4\ 500\text{ J}$$

$$4\ 500\text{ J} \cdot \frac{1\text{ min}}{450\text{ J}} \cong 10\text{ min} \quad (t_2 \cong 11,1\text{ min})$$

$$-20^{\circ}\text{C a } 85^{\circ}\text{C} : Q = mc\Delta T = 25 \cdot 2,5 \cdot 105 = 6\ 562,5\text{ J}$$

$$6\ 562,5\text{ J} \cdot \frac{1\text{ min}}{450\text{ J}} \cong 14,6\text{ min} \quad (t_3 \cong 25,7\text{ min})$$

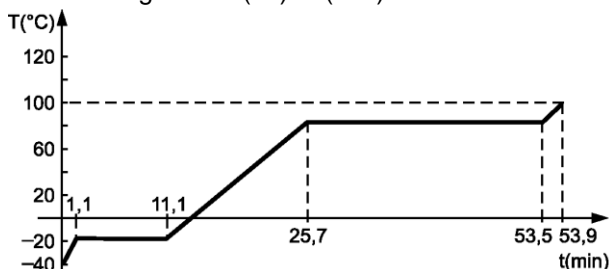
$$85^{\circ}\text{C (ebulição)} : Q = m \cdot L = 25 \cdot 500 = 12\ 500\text{ J}$$

$$12\ 500\text{ J} \cdot \frac{1\text{ min}}{450\text{ J}} \cong 27,8\text{ min} \quad (t_4 \cong 53,5\text{ min})$$

$$85^{\circ}\text{C a } 100^{\circ}\text{C} : Q = mc\Delta T = 25 \cdot 0,5 \cdot 15 = 187,5\text{ J}$$

$$187,5\text{ J} \cdot \frac{1\text{ min}}{450\text{ J}} \cong 0,4\text{ min} \quad (t_5 \cong 53,9\text{ min})$$

Portanto o gráfico  $T(^{\circ}\text{C}) \times t(\text{min})$  é:



**11 - (Uepg PR/2005/Julho)**

Considere o composto H<sub>2</sub> gasoso, e a quebra de 1 mol de ligações de moléculas desse composto em átomos de hidrogênio, H (g) a 25°C e 1 atm; assinale o que for correto.



- 01. A ligação que é rompida na molécula de H<sub>2</sub>, pode ser classificada como ligação covalente apolar.
- 02. A formação de H<sub>2</sub>(g) a partir da ligação entre átomos gasosos e isolados H(g) ocorre com liberação de calor.
- 04. Na molécula de H<sub>2</sub>(g), o compartilhamento de elétrons ocorre sem diferença de eletronegatividade entre os átomos.
- 08. A quebra das ligações da molécula H<sub>2</sub> origina, predominantemente, íons H<sup>+</sup> no meio gasoso.
- 16. A energia de ligação para a molécula de H<sub>2</sub>, no estado gasoso, é + 436 kJ/mol a 25°C e 1 atm.

**Gab:** 23

**12 - (Uftm MG/2004/2ªFase)**

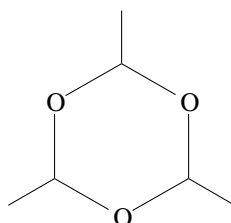
Utilizando os valores médios de energia de ligação (variação de energia quando 1,0 mol de ligações é quebrado no estado gasoso a 25°C e 1 atm) em kJ/mol (H-H: 436; O=O: 496; e O-H: 463) e a entalpia de vaporização de H<sub>2</sub>O a 25°C igual a 44 kJ/mol, a entalpia de formação da água no estado líquido, em kJ/mol, é

- a) + 286.
- b) + 242.
- c) + 198.
- d) - 242.
- e) - 286.

**Gab:** E

**13 - (Uerj RJ/2004/2ªFase)**

O ciclopropano, anestésico, e o 2,4,6-trimetil-s-trioxano, sedativo, cuja estrutura é apresentada a seguir, são dois compostos químicos utilizados como medicamentos.



A reação de combustão completa do ciclopropano tem, como produtos finais, dióxido de carbono e água. Na tabela adiante são apresentados os valores médios de energia de ligação envolvidos neste processo, nas condições-padrão.

Ligação	Energia de ligação (kcal mol <sup>-1</sup> )
C—C	83
C—H	99
C=O	178
H—O	111
O=O	119

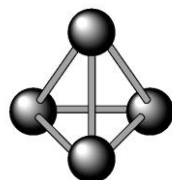
- a) Determine a fórmula mínima do 2,4,6-trimetil-s-trioxano.
- b) Calcule a entalpia-padrão de combustão do ciclopropano.

**Gab:**

- a)  $(C_2H_4O)_n$
- b)  $\Delta H = - 355 \text{ kcal/mol}$ .

**14 - (Uftm MG/2003/1ªFase)**

O fósforo branco e o fósforo vermelho são alótropos do elemento fósforo. O arranjo estrutural dessas moléculas é tetraédrico, com átomos de P em cada vértice. A energia de dissociação do fósforo branco,  $P_4$ , é 1 260 kJ/mol. O valor médio previsto para a energia de ligação P-P no fósforo branco é, em kJ/mol,



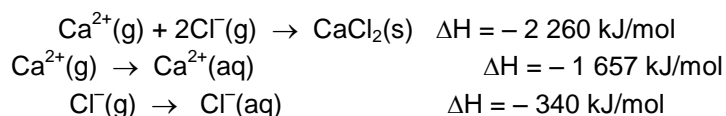
Fósforo Branco ( $P_4$ )

- a) 210.
- b) 252.
- c) 315.
- d) 420.
- e) 630.

**Gab:** A

**15 - (Ufscar SP/2003/1ªFase)**

Considere as equações:



A entalpia de dissolução, em kJ/mol, do cloreto de cálcio em água, é:

- a) + 714.
- b) + 263.
- c) + 77.
- d) - 77.
- e) - 263.

**Gab:** D

**16 - (Unifesp SP/2002/2ªFase)**

Com base nos dados da tabela:

Ligação	Energia média de ligação (kJ/mol)
O – H	460
H – H	436
O = O	490

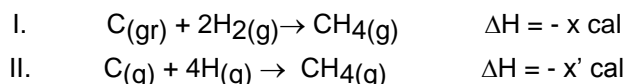
pode-se estimar que o  $\Delta H$  da reação representada por:  $2H_2O(g) \rightarrow \square 2H_2(g) + O_2(g)$ , dado em kJ por mol de  $H_2O(g)$ , é igual a:

- a) + 239.
- b) + 478.
- c) + 1101.
- d) - 239.
- e) - 478.

**Gab: A**

**17 - (Puc SP/1997)**

A respeito dos processos:



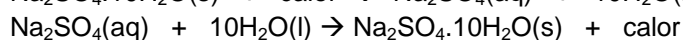
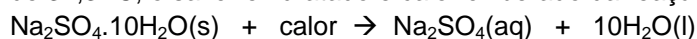
É correto afirmar que:

- $x = x'$  porque as massas de  $\text{CH}_4(\text{g})$  formadas são iguais.
- $x < x'$  porque a entalpia do  $\text{H}_2(\text{g})$  é menor que a do  $\text{H}(\text{g})$  e a do  $\text{C}_{(\text{gr})}$  é menor que a do  $\text{C}_{(\text{g})}$ .
- $x < x'$  porque o número de mols dos reagentes em I é menor que em II.
- $x > x'$  porque no processo I os reagentes não estão no mesmo estado físico.
- $x = x'$  porque nos dois processos os reagentes e os resultantes pertencem às mesmas.

**Gab: B**

**18 - (Ufc CE/2002/1ª Fase)**

Dentre as diversas alternativas de uso da energia solar, os denominados “aquecimentos solares ativos” baseiam-se nos efeitos térmicos originados das reações químicas. Por exemplo, a reação reversível de formação do sulfato de sódio decahidratado pode ser usada para estocar energia solar. Em temperaturas acima de  $32,3^\circ\text{C}$ , o sal hidratado absorve calor, liberando moléculas de água, formando solução concentrada do sal. Quando a temperatura cai abaixo de  $32,3^\circ\text{C}$ , o sal é reidratado e calor é liberado da reação reversa.



Assinale a alternativa correta.

- A eficiência na troca de calor durante o processo será tanto maior quanto menores forem as variações de temperatura experimentadas,  $T_2 - T_1$  ( $T_2 > 32,3^\circ\text{C} > T_1$ ).
- Em temperaturas acima de  $32,3^\circ\text{C}$ , as ligações químicas H-O são quebradas liberando calor.
- O calor envolvido nas reações origina-se da quebra das ligações Na-S, S-O e da formação das ligações do sal hidratado.
- O processo reversível descrito é exotérmico em valores de temperatura acima de  $32,3^\circ\text{C}$ , tornando-se endotérmico em temperaturas abaixo de  $32,3^\circ\text{C}$ .
- As variações de calor das reações originam-se da liberação ou da absorção de água da rede cristalina do sal.

**Gab: E**

**19 - (Puc RJ/1996)**

Dadas as energias de ligação (estado gasoso) abaixo

$$\text{H} - \text{H}, \Delta H = + 104 \text{ Kcal/mol}$$

$$\text{H} - \text{F}, \Delta H = + 135 \text{ Kcal/mol}$$

$$\text{F} - \text{F}, \Delta H = + 37 \text{ Kcal/mol}$$

O calor ( $\Delta H$ ) da reação  $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{F}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{HF}_{(\text{g})}$ , em Kcal/mol, será igual a:

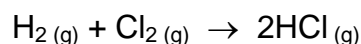
- 276
- 195
- 129
- 276
- 129



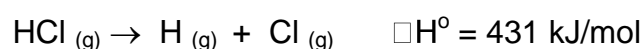
**Gab:** C

### 20 - (Ufg GO/1995/2ª Fase)

Determine a entalpia de formação de ácido clorídrico gasoso, segundo a reação representada pela equação:



**Dados:**



Indique os cálculos.

**Gab:** Aplicando os cálculos pela Lei de Hess temos que :  $\Delta H^\circ = -91,5 \text{ kJ/mol}$

### 21 - (ITA SP/1995)

Sob 1 atm. e a 25°C, qual das reações abaixo equacionadas deve ser a mais exotérmica?

- a)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HF}(\text{g})$
- b)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$
- c)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI}(\text{g})$
- d)  $\text{Br}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{IBr}(\text{g})$
- e)  $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ClBr}(\text{g})$

**Gab:** A

### RESOLUÇÃO

- a)  $\Delta H = -268,61 \text{ kJ/mol}$
- b)  $\Delta H = -92,3 \text{ kJ/mol}$
- c)  $\Delta H = +25,94 \text{ kJ/mol}$
- d)  $\Delta H = -16 \text{ kJ/mol}$
- e)  $\Delta H = +1 \text{ kJ/mol}$

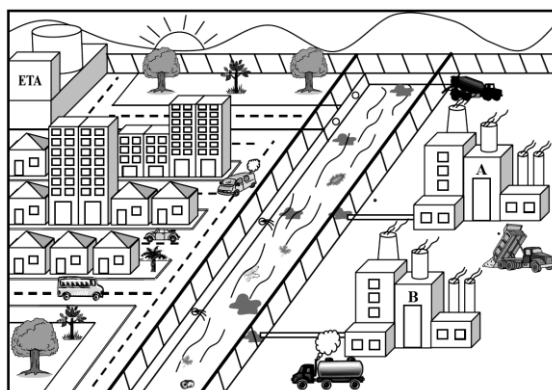
### 22 - (ITA SP/1992)

Assinale qual das reações abaixo é a mais endoenergética.

- a)  $\text{B}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{B}(\text{g})$
- b)  $\text{C}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{C}(\text{g})$
- c)  $\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g})$
- d)  $\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}(\text{g})$
- e)  $\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{F}(\text{g})$

**Gab:** C

TEXTO: 1 - Comum à questão: 23



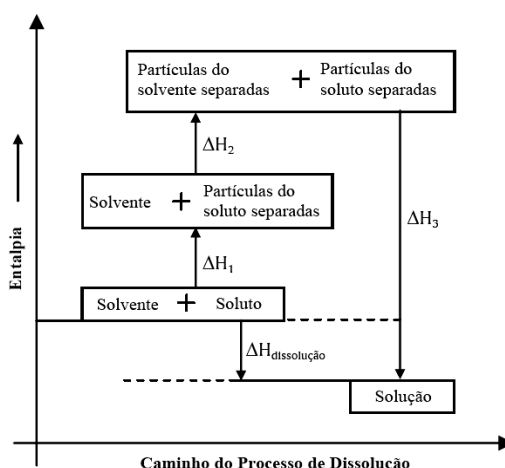
ETA: Estação de Tratamento de Água  
A e B: Indústrias

A figura acima ilustra parte de um ambiente urbano comum nos dias atuais. Nela pode-se observar a existência de indústrias produzindo bens de consumo e gerando alguns sub-produtos indesejáveis; a circulação de veículos e a presença de chaminés emitindo gases; a existência de um córrego recebendo dejetos domésticos e industriais; e a existência de uma estação de tratamento de água (ETA). Em todas essas situações, a Química está presente de forma positiva e, às vezes, de forma negligente. Desse modo, as questões que se seguem estão de alguma maneira associadas aos eventos que ocorrem nesse ambiente imaginário.

**23 - (Ufma MA/2006/1ªFase)**

Na etapa de sedimentação de uma estação de tratamento de água, é comum o uso de sulfato de alumínio –  $Al_2(SO_4)_3$ . A adição desse sal forma uma solução aquosa que, do ponto de vista energético (Energia Total de Dissolução), pode ser fracionada em três componentes: separação das moléculas do soluto ( $\Delta H_1$ ); separação das moléculas do solvente ( $\Delta H_2$ ); e formação das interações soluto-solvente ( $\Delta H_3$ ). A variação de entalpia total na formação da solução ( $\Delta H_{\text{dissolução}}$ ) é dada por:  $\Delta H_{\text{dissolução}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

Considerando as informações acima, analise o diagrama e as assertivas abaixo e, a seguir, identifique a alternativa correta.



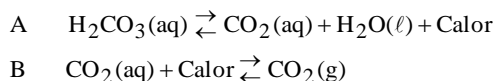
- I. O processo de separação das moléculas de soluto ( $\Delta H_1$ ) é endotérmico e o de separação das moléculas do solvente ( $\Delta H_2$ ) é exotérmico;
- II. Os processos  $\Delta H_1$  e  $\Delta H_2$  são endotérmicos;

- III. Os processos  $\Delta H_3$  e  $\Delta H_{\text{dissolução}}$  são endotérmicos;  
IV. O processo líquido ( $\Delta H_{\text{dissolução}}$ ) é exotérmico;  
V. O processo líquido ( $\Delta H_{\text{dissolução}}$ ) é endotérmico.  
a) II e IV  
b) I e V  
c) II e V  
d) I e IV  
e) III e IV

**Gab:** A

**TEXTO: 2 - Comum à questão: 24**

Um bom sistema para estudo de equilíbrio químico do dia-a-dia é o caso da garrafa de refrigerante. Neste sistema, por exemplo, pode-se estudar o equilíbrio heterogêneo (entre as fases líquida e gasosa) que é uma consequência do equilíbrio representado pelas equações abaixo.



Sabe-se, que mesmo quando a garrafa passa um certo tempo destampada e torna a ser tampada, volta a existir pressão no seu interior, resultante da formação de gases.

**24 - (Uepb PB/2007)**

Julgue os itens a seguir.

- I. A reação direta da equação (A) é uma reação de decomposição. Nesta reação ocorre quebra de ligação C–O e formação de ligação O–H  
II. A reação direta da equação (A) é uma reação de combustão completa, pois todo o reagente ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) se transforma em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , liberando calor.  
III. O equilíbrio representado na equação (B) é de um processo físico.

Estão corretas:

- a) apenas II e III  
b) apenas I e III  
c) apenas I e II  
d) Todas as alternativas  
e) Nenhuma das alternativas

**Gab:** B