

Lista de exercícios Termoquímica

Ludmila Ferreira, Miguel Almeida e Eliane de Sá Cavalcante



Problema 1 (ITA - 2008)

Assinale a opção ERRADA que apresenta (em kJ/mol) a entalpia de formação (ΔH_f) da substância a 25°C.

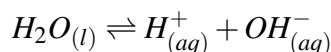
- a) $\Delta H_f(H_{2(g)}) = 0$
- b) $\Delta H_f(F_{2(g)}) = 0$
- c) $\Delta H_f(N_{2(g)}) = 0$
- d) $\Delta H_f(Br_{2(g)}) = 0$
- e) $\Delta H_f(Cl_{2(g)}) = 0$

Problema 2 (USNCO - 2015 / adaptada)

Considere os dados termodinâmicos a seguir:

Espécies	ΔH_f° (kJ/mol)	S_f° (J/mol.K)
$H_{(aq)}^+$	0	0
$OH_{(aq)}^-$	-229,9	
$H_2O_{(l)}$	-285,83	69,95

A auto-ionização da água pode ser descrita de acordo com a equação abaixo. A constante de equilíbrio, K_w , é $1,0 \times 10^{-14}$ a 25°C .



- Calcule ΔH° para a auto-ionização da água.
- Calcule ΔG° (a 298 K) para a auto-ionização da água.
- Calcule ΔS° para a auto-ionização da água e explique o porquê do sinal encontrado.
- Calcule S° para $OH_{(aq)}^-$.

Problema 3 (USNCO - 2013 / adaptada)

Algumas propriedades termodinâmicas do benzeno líquido e gasoso são dadas abaixo.

	ΔH_f° (kJ/mol)	S_f° (J/mol.K)	ΔH_{comb}° (kJ/mol)
$C_6H_6_{(l)}$	48,7	173,3	-3273
$C_6H_6_{(g)}$	82,9	269,0	

- Calcule a variação de entalpia associada à reação hipotética para 1,50 g de C_6H_6 :



- Escreva a equação balanceada para a combustão completa de um mol de benzeno.
- Use as energias de ligação dadas abaixo para calcular a energia aproximada da ligação carbono-carbono no benzeno.
- 1,50 g de benzeno é queimado em um calorímetro de bomba com capacidade calorífica de $5,99 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$ submerso em 1,00 kg de água a $22,5^\circ\text{C}$. Determine

Ligação	C-H	C-O	C=O	C≡O	H-O	O-O	O=O
Energia (kJ/mol)	414	351	799	1070	464	142	498

a temperatura final do sistema.

Problema 4 (UEM)

Leia os itens abaixo e dê a soma dos itens corretos.

01. Pelo enunciado da lei de Hess, o valor da variação de entalpia depende somente dos estados inicial, intermediário e final.

02. Na mudança de fase, à pressão constante de uma certa substância, há troca de calor com o ambiente. Um exemplo disso é a fusão de uma barra de gelo de 1 grama, na qual são absorvidos aproximadamente 330 joules. Considere a entalpia de fusão da água igual a 6 kJ/mol.

04. Quando duas barras de cobre metálico de massas iguais, com uma delas estando a 298 K e a outra a 373 K, são colocadas em contato até atingirem o equilíbrio térmico, as temperaturas de ambas se modificam gradualmente até se igualarem. A energia transferida entre essas duas barras é denominada temperatura.

08. Em dias quentes de verão, o indivíduo procura se refrescar de diversas maneiras. Uma delas consiste no ato de se molhar. O processo de resfriamento do corpo se dá pela evaporação das moléculas de água sobre a pele molhada, as quais, passando para o estado gasoso, liberam calor, diminuindo a temperatura corpórea, causando a sensação de frescor.

16. Na formação de dióxido de carbono gasoso a partir de monóxido de carbono, a entalpia padrão de combustão é -283 kJ/mol. A partir de carbono na forma grafite reagindo com oxigênio gasoso, são formados $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ e a entalpia padrão de combustão é $-110,5$ kJ/mol. Com base nessas informações, a formação de CO_2 gasoso a partir de carbono grafite é um processo que libera calor.

Problema 5 (ITA - 2005)

Qualitativamente (sem fazer contas), como você explica o fato de a quantidade de calor trocado na vaporização de um mol de água no estado líquido ser muito maior do que o calor trocado na fusão da mesma quantidade de água no estado sólido?

Problema 6 (Princípios de Química – Atkins e Jones)

Explique como uma reação endotérmica pode ser espontânea.

Problema 7 (ITA - 2006 - adaptada)

Para cada um dos processos listados a seguir, indique se a variação de entropia será positiva, negativa ou igual a zero. Justifique suas respostas.

- a) $N_{2(g)}(1atm, T = 300K) \rightarrow N_{2(g)}(0.1atm, T = 300K)$
- b) $C_{(graf)} \rightarrow C_{(diam)}$
- c) Solução supersaturada \rightarrow Solução saturada
- d) Sólido amorfo \rightarrow Sólido cristalino
- e) $N_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)}$ (adsorvido em sílica)

Problema 8 (Princípios de Química – Atkins e Jones - adaptada)

Analise as seguintes afirmações:

- a) Para qual das seguintes substâncias seria esperada a maior entropia molar na fase líquido: benzeno, metanol ou 1-propanol?
- b) Tal resposta seria diferente se essas substâncias estivessem na fase gasosa?

Problema 9 (FUVEST)

Tanto gás natural como óleo diesel são utilizados como combustível em transportes urbanos. A combustão completa do gás natural (CH_4) e do óleo diesel ($C_{14}H_{30}$) liberam, respectivamente, 9×10^2 kJ e 9×10^3 kJ por mol de hidrocarboneto. A queima desses combustíveis contribui para o efeito estufa. Para igual energia liberada, quantas vezes a contribuição do óleo diesel é maior que a do gás natural?

- a) 1,1
- b) 1,2

- c) 1,4
- d) 1,6
- e) 1,8

Problema 10

Qual das seguintes substâncias apresenta maior entropia molar nas condições de 1atm e 10°C

- A) HF
- B) IF_7
- C) SO_3
- D) Fe
- E) U

Gabarito

Problema 1

d) $\Delta H_f(Br_{2(g)}) = 0$

Problema 2

- a) $\Delta H^\circ = +55,9\text{kJ/mol}$
- b) $\Delta G^\circ = +79,9\text{kJ/mol}$
- c) $\Delta S^\circ = -80,5\text{J/mol.K}$, A variação de entropia é negativa porque os íons ordenam fortemente as moléculas de solvente ao redor deles.
- d) $S_{OH^-}^\circ = -10,6\text{J/mol.K}$
- e) $K_w = 5,7 \times 10^{-14}$

Problema 3

- a) $\Delta H = -935\text{J}$
- b) $C_6H_6(l) + \frac{15}{2}O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 3H_2O(g)$; $\Delta H = -3273\text{kJ/mol}$
- c) $|\Delta H_{lig}| = 480\text{kJ/mol}$

d) $T_f = 28,68^\circ\text{C}$

Problema 4

As únicas afirmações verdadeiras são a segunda e a quinta dessa forma temos:

$$2 + 16 = 18$$

Problema 5

Isso ocorre porque o trabalho que atua para quebrar as pontes de hidrogênio na água no estado líquido é maior do que o trabalho que atua para enfraquecer as pontes de hidrogênio da água no estado sólido. Durante a fusão apenas enfraquecemos as ligações por hidrogênio entre as moléculas enquanto que durante a ebulição rompemos todas as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água. Assim, gasta-se muito mais energia durante a ebulição do que na fusão.

Problema 6

De modo simples para uma reação ser espontânea basta que a mesma tenha um ΔG negativo. Como o termo da entalpia é positivo basta que o termo $T\Delta S$ seja maior em módulo que ΔH de forma que ΔS seja positivo (geração de desordem). Nesses parâmetros uma reação endotérmica pode ser espontânea.

Problema 7

a) Aumenta devido ao aumento da liberdade de movimento para as partículas de gás (pressão diminui e por isso volume aumenta) e assim entropia é gerada.

b) Diminui pois os átomos de carbono se encontram mais restringidos ao movimento devido a estrutura tetraédrica do diamante.

c) Aumenta pois como o processo é espontâneo e há formação de rede cristalina (processo exotérmico) o ΔS necessariamente tem de ser positivo. Algo que é fácil de se entender devido a perda da camada de solvatação do soluto.

d) Diminui pois no sólido amorfo os átomos se encontram em um estado de liberdade de movimento maior comparado ao de um sólido cristalino.

e) Diminui devido a formação de interações ordenadas das moléculas de gás no sólido.

Problema 8

a) Entre as três substâncias citadas, aquela que possui maior entropia molar na fase líquido é o 1-propanol. Isso é explicado pela maior complexidade molecular de tal substância - como existem mais átomos na molécula, existem mais vibrações das ligações que podem armazenar energia. Em consequência, ocorrerá uma maior medida de desordem.

b) Não. Independentemente do estado de agregação em que os três se encontram simultaneamente, a complexidade molecular da substância 1- propanol lhe configurará uma maior entropia molar.

Problema 9

c) 1,4 vezes

Problema 10

b) IF_7