



**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, BIOQUÍMICA E FARMÁCIA

Orientação tutorial

# **INTRODUÇÃO À QUÍMICA FÍSICA**

1º Ano

Q/BQ/CF/F/MIEB/BT

Ano Lectivo: 2008 / 2009 (5º Módulo)

2009

## **IQF TUTORIAIS\_ 2009**

**Sumário** Apresentação, conselhos aos alunos.

**1:** Resolução da 1ª folha do caderno de exercícios das aulas tutoriais.

**Sumário** Esclarecimento de dúvidas.

**2:** Resolução da 2ª folha do caderno de exercícios das aulas tutoriais.

**Sumário** Esclarecimento de dúvidas.

**3:** Resolução da 3ª folha do caderno de exercícios das aulas tutoriais.

**Sumário** Esclarecimento de dúvidas.

**4:** Resolução da 4ª folha do caderno de exercícios das aulas tutoriais.

**Sumário** Esclarecimento de dúvidas.

**5:** Resolução da 5ª folha do caderno de exercícios das aulas tutoriais.

**EXERCÍCIO 2.1 MAHAN**

Se a temperatura de uma amostra de gás ideal variar de 10°C a 750 Torr para -30°C, qual será a pressão final em torr e em atmosferas? Considere que o volume não se altera.

**EXERCÍCIO 2.3 MAHAN**

2,96 g de cloreto de mercúrio são vaporizados numa ampola de 1,00 L a 680 K e a uma pressão de 458 torr. Qual o peso molecular e a fórmula molecular do vapor de cloreto de mercúrio.

**EXERCÍCIO 2.5 MAHAN**

Um gás ideal a 650 torr ocupa uma ampola de volume desconhecido. Retira-se uma certa quantidade de gás e verifica-se que esta ocupa 1,52 cm<sup>3</sup> a 1 atm. A pressão do gás que permaneceu na ampola é de 600 torr. Admitindo-se que todas as medidas foram feitas à mesma temperatura, calcule o volume da ampola.

Unidades de pressão e factores de conversão

<b>Unidades SI: pascal (Pa)</b>	<b>1 Pa = 1 N m<sup>-2</sup></b>
<b>Bar</b>	<b>1 bar = 10<sup>5</sup> Pa</b>
<b>Atmosfera</b>	<b>1 atm = 101,325 kPa</b>
<b>Torr</b>	<b>760 Torr = 1 atm</b>
	<b>1 Torr = 133,32 Pa</b>

Tabela — A constante dos gases perfeitos em várias unidades

R

8,31451 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
 8,20578 × 10<sup>-2</sup> L atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
 8,31451 × 10<sup>-2</sup> L bar K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
 8,31451 Pa m<sup>3</sup> K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
 62,364 L torr K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>  
 1,98722 cal K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>

**Equação dos Gases perfeitos ou ideais**

$$P V = n R T$$

**Equação de van der Waals**

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - a \left( \frac{n}{V} \right)^2$$

- 1 Ao nível do mar, quando a pressão é de 104 kPa e a temperatura é de 21,1 °C, uma certa massa de ar ocupa 2,0 m<sup>3</sup>. Qual o volume ocupado quando a uma determinada altitude: **(a)** 52 kPa, -5,0 °C, **(b)** 880 Pa, -52,0 °C?
- 2 Uma mistura de gases é utilizada para simular a atmosfera de um outro planeta que consiste em 320 mg de metano, 175 mg de árgon, e 225 mg de néon. A pressão parcial do néon a 300 K é 15,2 kPa. Calcule **(a)** o volume e **(b)** a pressão total da mistura.

Constantes de Van der Waals

	a / L <sup>2</sup> atm mol <sup>-2</sup>	b / L mol <sup>-1</sup>
AR	1,4	0,039
ÁRGON	1,35	0,032
DIÓXIDO DE CARBONO	3,59	0,043
ETANO	5,49	0,064
ETENO	4,47	0,057
HIDROGÉNIO	0,244	0,027
AZOTO	1,39	0,039
OXIGÉNIO	1,36	0,032

- 3 Calcule a pressão exercida por 1,0 mol de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> considerado como **(a)** gás perfeito, **(b)** gás de van der Waals, quando está sob as seguintes condições: (i) a 273 K em 22,414 L, (ii) a 1000 K em 100 cm<sup>3</sup>. (Use os dados da tabela)
- 4 Um vaso de volume 22,4 L contém 2,0 mol de H<sub>2</sub> e 1,0 mol de N<sub>2</sub> a 273,15 K. Calcule **(a)** as pressões parciais e **(b)** a pressão total.

1. Calcule o trabalho realizado, em joules, quando 1.0 mole de água se vaporiza a 1.0 atm e 100 °C. Admita que o volume da água é desprezável comparado com o do vapor a 100 °C e que o gás se comporta como um gás perfeito.

2. O valor padrão da variação de entalpia  $\Delta H^\circ$  para a decomposição térmica do nitrato de prata de acordo com a seguinte equação é +78.67 kJ:



A entalpia de formação padrão de  $\text{AgNO}_3(\text{s})$  é -123.02 kJ/mol. Calcule a entalpia de formação padrão de  $\text{AgNO}_2(\text{s})$ .

3. Uma quantidade de 0.020 mole de um gás inicialmente a 20 °C num volume de 0.050 l sofre uma expansão, a temperatura constante até o seu volume ser de 0.50 l. Calcule o trabalho feito (em joules) pelo gás ao expandir-se:

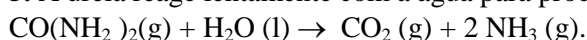
(a) contra o vácuo;

(b) contra uma pressão constante de 0.20 atm.

(c) Se deixássemos expandir o gás sem restrições em (b), qual seria o seu volume final quando a expansão parasse e qual seria o trabalho realizado?

4. A entalpia molar de vaporização do etanol é 39.3 kJ/mol e a temperatura de ebulição do etanol é 78.3 °C. Calcule  $\Delta S$  para a vaporização de 0.50 mol de etanol.

5. A ureia reage lentamente com a água para produzir os produtos que se seguem:



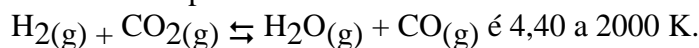
Qual a variação de entropia padrão, quando 1 mol de ureia reage com água.

Substância	$S^\circ / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{g})$	173.8
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	69.96
$\text{CO}_2(\text{g})$	213.6
$\text{NH}_3(\text{g})$	192.5

6. Calcule a variação de energia de Gibbs padrão partindo dos valores de  $\Delta H^\circ$  e de  $\Delta S^\circ$  para a reação proposta anteriormente.

Substância	$\Delta H_f^\circ / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{g})$	-319.2
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285.9
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393.5
$\text{NH}_3(\text{g})$	-46.19

- 1- A constante de equilíbrio ( $K_p$ ) para a reacção



(a) Calcule  $\Delta G^\circ$  para a reacção.

(b) Calcule  $\Delta G$  para a reacção, quando as pressões parciais forem  $P_{\text{H}_2} = 0,25 \text{ atm}$ ,  $P_{\text{CO}_2} = 0,78 \text{ atm}$ ,  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,66 \text{ atm}$  e  $P_{\text{CO}} = 1,20 \text{ atm}$ .

- 2- Para reacções realizadas em condições padrão,  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$ .

(a) Admitindo que  $\Delta H^\circ$  e  $\Delta S^\circ$  são independentes da temperatura, deduza a seguinte equação

$$\ln(K_2 / K_1) = (\Delta H^\circ / R) \cdot [(T_2 - T_1) / T_1 \cdot T_2]$$

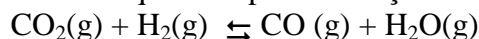
onde  $K_1$  e  $K_2$  são as constantes de equilíbrio a  $T_1$  e  $T_2$ , respectivamente.

(b) Sabendo que  $K_c$  para a reacção:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$   $\Delta H^\circ = 58,0 \text{ kJ/mol}$

é  $4,63 \times 10^{-3}$  a  $25^\circ\text{C}$ , calcule a constante de equilíbrio a  $65^\circ\text{C}$ .

- 3- Sabendo-se que  $\text{NO}_2$  é vermelho-castanho, enquanto que  $\text{N}_2\text{O}_4$  é incolor, a pressão parcial de  $\text{NO}_2$  pode ser determinada por absorção de luz. Se a  $35^\circ\text{C}$  a pressão total de um sistema em equilíbrio é de  $2,00 \text{ atm}$  e  $P_{\text{NO}_2} = 0,65 \text{ atm}$ , qual é o valor de  $K_p$  nessa temperatura? (4.19 Mahan)

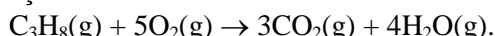
- 4- A constante de equilíbrio para a reacção



é  $0,10$  a  $690 \text{ K}$ . Se forem introduzidos numa grande ampola a  $690 \text{ K}$   $0,50 \text{ mol}$  de  $\text{CO}_2$  e  $0,50 \text{ mol}$  de  $\text{H}_2$ , quantos moles de cada um destes gases haverá no equilíbrio?

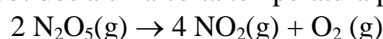
Nota: Uma vez que a constante de equilíbrio não depende das unidades, na fórmula de  $Q$  pode-se usar o mol em vez de concentração ou pressão. (4.23 (Mahan)

1. Considere a seguinte reacção:



Se a velocidade a que reage o  $\text{C}_3\text{H}_8$  for de  $0,400 \text{ mol.l}^{-1}\text{s}^{-1}$ , qual a velocidade de formação do  $\text{CO}_2$  e da  $\text{H}_2\text{O}$ ? Qual a velocidade a que reage o  $\text{O}_2$ ?

2. Os seguintes valores foram obtidos a uma certa temperatura para a reacção que se segue:

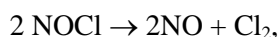


Experiência	$[\text{N}_2\text{O}_5] / (\text{mol.l}^{-1})$	Velocidade de formação do $\text{O}_2 / (\text{mol.l}^{-1}\text{s}^{-1})$
1	0,050	0,084
2	0,025	0,042
3	0,100	0,168

Qual a ordem da reacção relativa ao  $\text{N}_2\text{O}_5$ ?

Qual o valor da constante de velocidade a esta temperatura?

3. A decomposição do  $\text{NOCl}$ ,



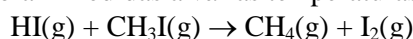
é uma reacção de segunda ordem com  $k = 6,7 \times 10^{-4} \text{ l.mol}^{-1}\text{s}^{-1}$  a 400 K.

Qual o tempo de meia vida para esta reacção se a concentração inicial de  $\text{NOCl}$  for  $0,20 \text{ mol.l}^{-1}$ ?

Deduza a expressão utilizada.

4. Se o tempo de meia vida de uma reacção de primeira ordem for de 15 min., qual a fracção da concentração de reagente inicial existe após 2,0 horas?

5. Constantes de velocidade foram medidas a várias temperaturas para a reacção que se segue



Os valores obtidos são apresentados na tabela que se segue

Constante de velocidade/ $(\text{l.mol}^{-1}\text{s}^{-1})$	Temperatura/ $(^\circ\text{C})$
$1,91 \times 10^{-2}$	205
$2,74 \times 10^{-2}$	210
$3,90 \times 10^{-2}$	215
$5,51 \times 10^{-2}$	220
$7,73 \times 10^{-2}$	225
$1,08 \times 10^{-1}$	230

Determine a energia de activação em  $\text{kJ.mol}^{-1}$  graficamente e por cálculo usando a equação(1). Para o cálculo da  $E_a$ , use o primeiro e o último dos valores da tabela.

$$\ln(k_2/k_1) = (-E_a/R).(1/T_2 - 1/T_1) \quad (1)$$

6. A decomposição do  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  é descrita por uma reacção de primeira ordem a constante de velocidade é  $k = 2,2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  a  $320^\circ\text{C}$ . A concentração inicial de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  é de  $0,0040 \text{ mol.l}^{-1}$ , qual deverá ser a sua concentração:

a) após 1,00 hora;

b) após 1,00 dia.