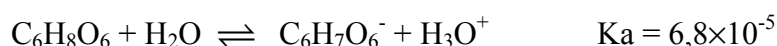


## Final 3 de Maio de 2003

*Cinco questões baseadas nos Exames Finais e nos Problemas Preparatórios das Olimpíadas Internacionais de Química (Holanda, 2002, Grécia 2003) e das Olimpíadas Ibero-americanas de Química (México 2003). Boa sorte!*

### Problema I - Titulação de ácidos fracos (Grécia 2003, Problemas Preparatórios)

O ácido ascórbico (Vitamina C,  $C_6H_8O_6$ ) é um ácido fraco com a seguinte equação de dissociação:



50,00 cm<sup>3</sup> de uma solução 0,1000 mol dm<sup>-3</sup> de ácido ascórbico foram titulados com uma solução 0,2000 mol dm<sup>-3</sup> de hidróxido de sódio (NaOH).

Nas questões seguintes, escolha a resposta correcta, justificando sucintamente.

**I-1** O pH inicial da solução de ácido ascórbico é:

7,00            2,58            4,17            1,00

**I-2** O volume de titulante necessário para atingir o ponto de equivalência é:

50,00 cm<sup>3</sup>    35,00 cm<sup>3</sup>    25,00 cm<sup>3</sup>    20,00 cm<sup>3</sup>

**I-3** O pH da solução no ponto de equivalência é:

7,00            8,50            8,43            8,58

**I-4** Um indicador apropriado para esta titulação é:

Azul de bromotimol (zona de viragem: 6,0-7,6)

Vermelho de fenol (zona de viragem: 6,8-8,2)

Fenolftaleína (zona de viragem: 8,0-9,8)

Timolftaleína (zona de viragem: 9,3-10,5)

**I-5** O pH da solução após adição de 26,00 cm<sup>3</sup> de titulante é:

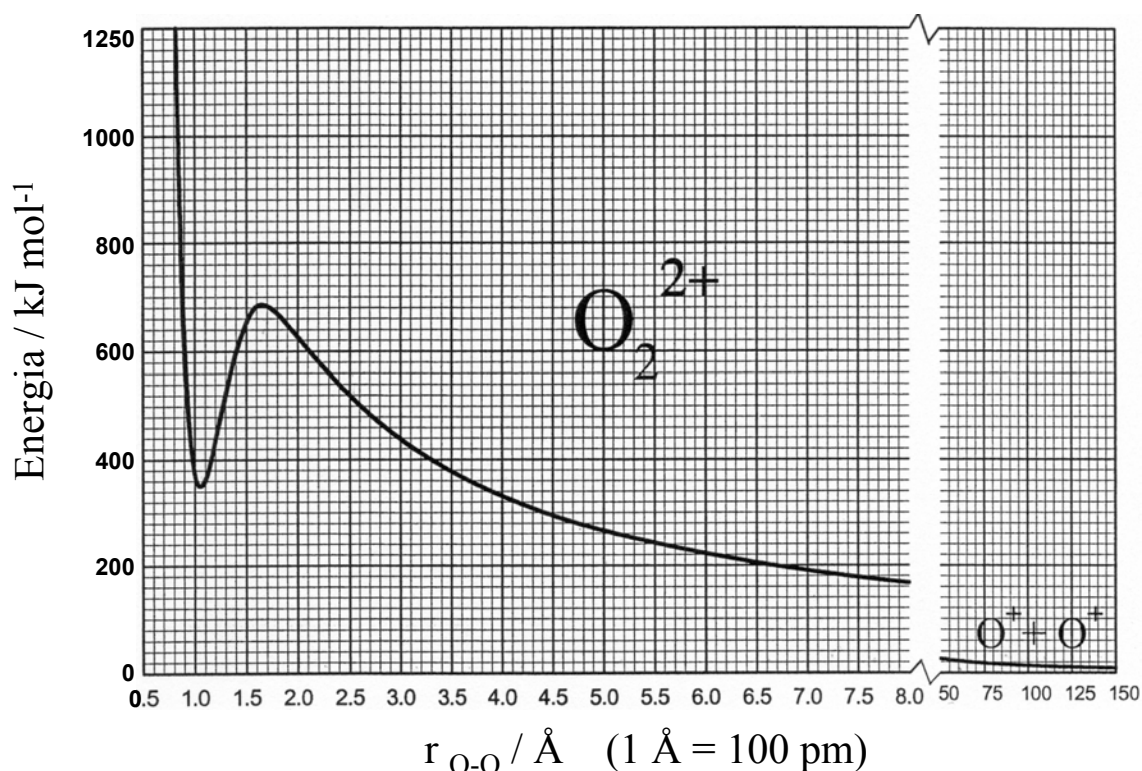
13,30            1,30            11,00            11,42

## Problema II - Ligação Química: o catião molecular $O_2^{2+}$

(Grécia 2003, Problemas Preparatórios)

$O_2^{2+}$  é uma molécula cuja existência é inesperada. De facto, seria de esperar que a repulsão entre dois catiões  $O^+$  tornasse impossível a formação do  $O_2^{2+}$ . Contudo, o catião  $O_2^{2+}$  foi já observado experimentalmente. Embora as forças de repulsão sejam importantes a curta distância, a formação de uma ligação covalente tripla  $[O\equiv O]^{2+}$  estabiliza o sistema.

A curva de energia potencial desta molécula (energia em função da distância O-O) está representada no gráfico abaixo. A partir do gráfico, responda às questões seguintes.

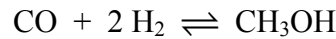


- II-1 Qual deve ser a energia cinética mínima de dois iões  $O^+$  para que da sua colisão resulte a formação de  $O_2^{2+}$  ?
- II-2 Qual a distância mínima a que se devem aproximar dois iões  $O^+$  para formar  $O_2^{2+}$  ?
- II-3 Qual a energia necessária para provocar a dissociação do  $O_2^{2+}$  ?
- II-4 Foi afirmado que o  $O_2^{2+}$  poderia ser usado para armazenar energia. Sendo verdade, que quantidade de energia poderia ser armazenada por molécula de  $O_2^{2+}$  ?
- II-5 Qual é o comprimento da ligação O-O nesta molécula ?
- II-6 Tendo em conta a ordem de ligação, o comprimento de ligação O-O na molécula de  $O_2$  será menor ou maior que no catião  $O_2^{2+}$  ?

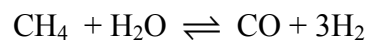
### Problema III - Produção de Metanol

(Holanda 2002, Exame final)

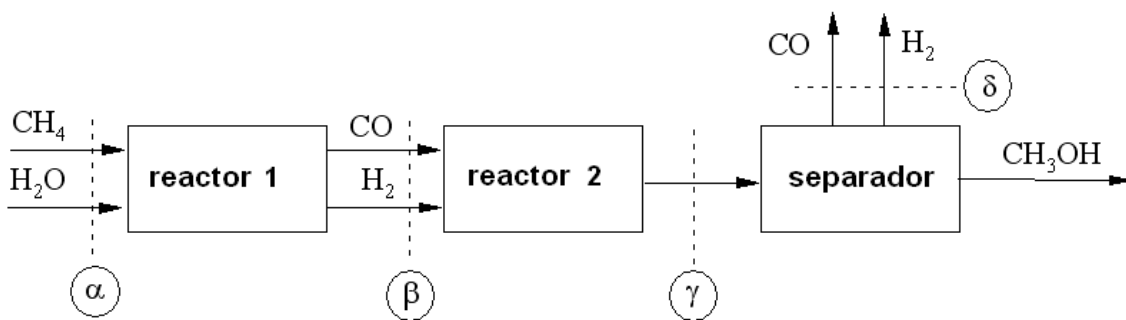
O metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) é um produto químico que é usado na produção de aditivos para a gasolina e plásticos comuns. Considere uma fábrica de produção de metanol baseada na reacção:



O hidrogénio e o monóxido de carbono necessários são obtidos pela reacção:



As três unidades da fábrica são: o “reactor 1”, para a produção de  $\text{H}_2$  e  $\text{CO}$ , o “reactor 2”, e o “separador”, para separar entre metanol produzido e  $\text{H}_2$  e  $\text{CO}$  não consumidos. Estas unidades estão representadas esquematicamente na Figura. Quatro posições são indicadas por  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ .



O caudal de metanol na posição  $\gamma$  é  $n[\text{CH}_3\text{OH}, \gamma] = 1000 \text{ mol s}^{-1}$ . A fábrica foi projectada de forma a que  $2/3$  do  $\text{CO}$  sejam convertidos em metanol. Assuma que a reacção no “reactor 1” é completa.

**III-1** Calcule os caudais de  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$  na posição  $\beta$ .

**III-2** Calcule os caudais de  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$  na posição  $\gamma$ .

**III-3** Calcule os caudais de  $\text{CH}_4$  e  $\text{H}_2\text{O}$  necessários na posição  $\alpha$ .

**III-4** Na posição  $\gamma$  todas as espécies estão em fase gasosa. Calcule as pressões parciais, em MPa, para o  $\text{CO}$ , o  $\text{H}_2$  e o  $\text{CH}_3\text{OH}$  na posição  $\gamma$  usando a equação:

$$p_i = p \frac{n_i}{n_{\text{tot}}}$$

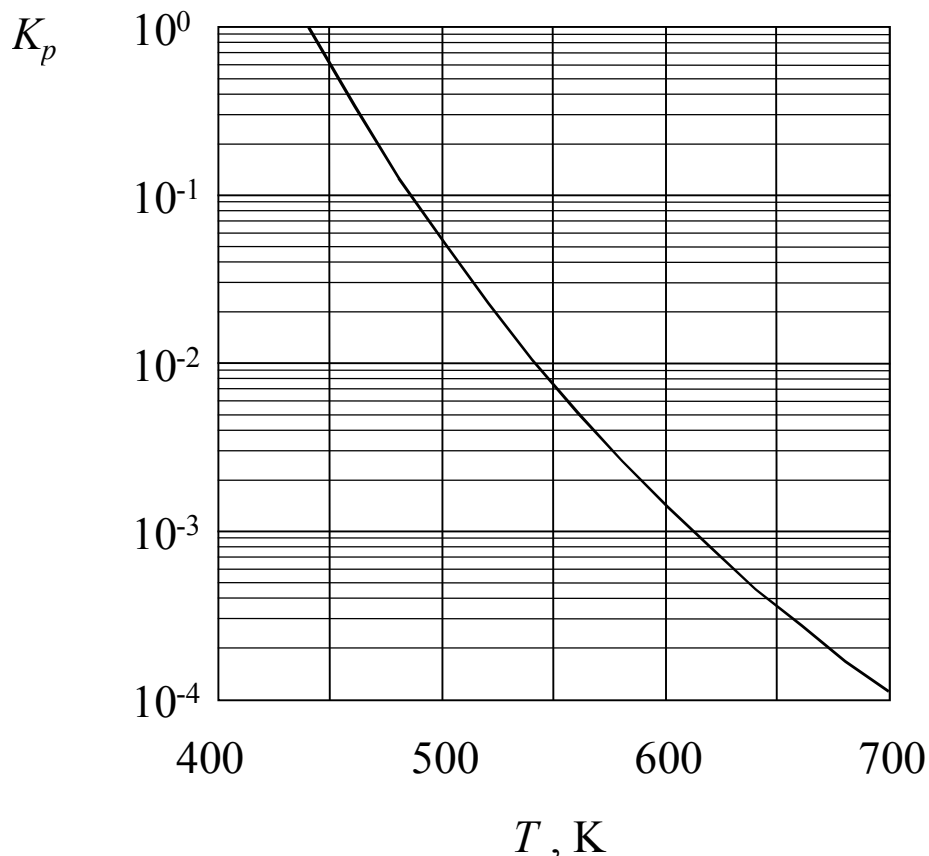
onde  $n_i$  é o caudal e  $p_i$  a pressão parcial do composto  $i$ ,  $n_{\text{tot}}$  é o caudal total na posição considerada, e  $p$  a pressão total do sistema, com o valor  $p = 10 \text{ Mpa}$ .

**III-5** Quando o reactor é suficientemente grande, a reacção atinge o equilíbrio. Nesta situação, as pressões parciais na posição  $\gamma$  obedecem à equação:

$$K_p = \frac{p_{\text{CH}_3\text{OH}} p_0^2}{p_{\text{CO}} p_{\text{H}_2}^2}$$

onde  $p_0$  é uma constante (0,1 MPa) e  $K_p$  é função da temperatura, como representado na Figura (a escala vertical é logarítmica).

Calcule  $K_p$  e indique a que temperatura  $T$  a que reacção deve ocorrer para que atinja este equilíbrio.



#### Problema IV - Química do Enxofre (Argentina 2002, Exame final )

O enxofre é uma substância que se encontra na natureza no estado elementar, em grandes depósitos subterrâneos. O enxofre arde em presença de  $O_2$  produzindo um gás incolor muito irritante, **A**. Ao borbulhar este gás em água forma-se o ácido **B**. A adição de peróxido de hidrogénio à solução de **B** origina **C**, que ao ser tratado com uma solução que contém iões bário forma um precipitado branco, **D**. Quando **D** é calcinado misturado com carbono num cadinho de porcelana e o resíduo da calcinação é tratado com ácido clorídrico, ocorre libertação de um gás muito tóxico de odor desagradável, **E**. Quando **E** é borbulhado sobre uma solução que contém iões cádmio obtém-se um precipitado de cor amarela **F**. A reacção do gás **E** com o gás **A** permite recuperar o enxofre.

**VI-1** Escreva as equações devidamente acertadas para todas as reacções químicas dos processos descritos.

**VI-2** Seleccionar duas reacções químicas da alínea anterior que sejam de tipo redox, indicando, em cada caso, a espécie que se oxida e a que se reduz.

**VI-3** O gás **A** reagiu com o gás **E** formando 0,96 gramas de enxofre e 0,36 gramas de água. Que quantidades de **A** e **E**, expressas em moles, reagiram?

$$[A_r(\text{S}) = 32; A_r(\text{O})=16; A_r(\text{H})=1]$$

## Problema V - Identificação de Compostos Orgânicos

(Vários – Problema muito adaptado)

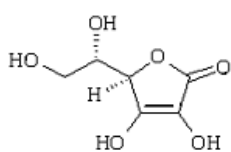
O progresso da química orgânica permitiu o desenvolvimento de um grande número de substâncias que fazem parte do nosso quotidiano. Selecciona, de entre os compostos orgânicos abaixo apresentados, os que obedecem aos critérios de cada alínea:

**V-1** Todos os que apresentam o grupo funcional característico da família dos *álcoois*.

**V-2** Todos os que apresentam o grupo funcional característico da família dos *ésteres*.

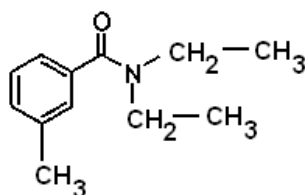
**V-3** Um composto que tenha o grupo funcional característico da família das *cetonas*.

**V-4** Um composto que tenha grupo funcional característico da família das *amidas*.



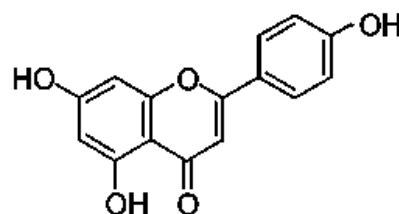
**Ácido ascórbico**

Vitamina C



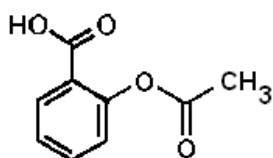
**DEET**

Repelente de insectos



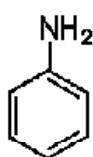
**Apigenina**

Flavenoide, agente anti-viral e anti-tumoral



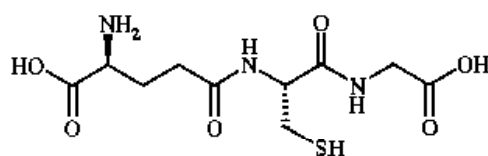
**Ácido acetilsalicílico**

Aspirina



**Anilina**

Corante industrial



**Glutaciona**

Peptídeo essencial