

## OBQ 2002 – EXAME MODALIDADE A

### Questão 1

(49<sup>th</sup> Chemistry Olympiad - Final National Competition - 2002 - Estonia)

O Professor Snape deu a Harry Potter uma ordem para preparar um quarto de onça de um pó especial **A**. A inalação de um pouco dos vapores que são formados no aquecimento do pó **A**, faz você dar risadas, a inalação de grandes quantidades destes vapores “coloca seu cérebro em repouso”. Para a preparação deste pó mágico o professor mandou Harry tomar alguns cristais de uréia, adicionar um pouco de suco gástrico e ferver a mistura até parar de borbulhar. À mistura obtida ele mandou adicionar uma solução de *lunar caustic* (nitrato de prata) e em seguida coletar o precipitado **B** formado. Este último experimento deveria ser realizado ao luar. Após a remoção do precipitado, a fase líquida deveria ser evaporada e o sólido branco, então obtido, seria o produto desejado.

a) Ajude Harry a lembrar:

- I) a fórmula estrutural da uréia ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ );
- II) um outro nome da uréia.

Hermione encontrou que este pó branco contém 35% de nitrogênio e 60 % de oxigênio, por massa, e contém também hidrogênio.

b) Ajude Harry a descobrir:

- III) a fórmula do pó **A**;
- IV) o nome do pó **A**.

c) Ajude Harry a entender que substâncias estão contidas nos vapores, obtidos quando o pó **A** é aquecido ? (Dica: são dois compostos binários com o mesmo número de átomos).

- V) Desenhe as fórmulas desses compostos;
- VI) dê seus nomes triviais

d) Ajude Harry a escrever as equações das reações:

VII) Uréia + suco gástrico  $\rightarrow$  .....

VIII) .....  $\rightarrow$  B + A

IX) A  $\rightarrow$  ..... (aquecimento de A)

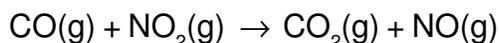
e) Ajude Harry a calcular quantas onças de uréia ele deve tomar para preparar a quantidade desejada do pó, se o rendimento da reação é de 40% ? (1 onça  $\approx$  28,5 g)

f) É possível Harry utilizar seu habitual pote de estanho para realizar este experimento ?

g) Por que é importante realizar a última reação “ao luar” ?

## Questão 2

Na reação abaixo, ocorre a transferência de um átomo de oxigênio do  $\text{NO}_2$  para o CO:



Esta reação foi estudada a  $267^\circ\text{C}$  obtendo-se os seguintes dados:

Concentrações		Velocidade inicial mol/L.min
[CO] mol/L	[NO <sub>2</sub> ] mol/L	
$5,0 \times 10^{-4}$	$0,35 \times 10^{-4}$	$5,65 \times 10^{-10}$
$5,0 \times 10^{-4}$	$0,70 \times 10^{-4}$	$1,13 \times 10^{-9}$
$1,0 \times 10^{-3}$	$0,35 \times 10^{-4}$	$1,13 \times 10^{-9}$

A partir destes dados determine:

- a expressão da velocidade;
- a ordem de reação em relação a cada reagente;
- calcule a constante de velocidade, expressando-a com suas unidades.

## Questão 3

(Belarusian National Chemistry Olympiad – Hrodna, March 25-30 - 2002 )

A maioria dos automóveis modernos é equipada com *air bags* que têm sido muito eficazes na redução de acidentes fatais no trânsito. Durante uma colisão frontal, o sensor do *air bag* envia um sinal elétrico que “detona” a rápida decomposição de um composto X, liberando uma grande quantidade de um certo gás. Dentro de um curto espaço de tempo o *air bag* infla, protegendo motorista e passageiros de um impacto frontal.

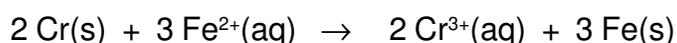
1,0 g de amostra de X é decomposto liberando 507 mL (a 110 kPa e  $18^\circ\text{C}$ ) de um gás A, que é um dos componentes do ar. A reação também produz um resíduo sólido. O tratamento deste resíduo com excesso de água produz 172 mL (em CNTP) de um gás B.

- Determine as fórmulas moleculares dos compostos A, B e X. Mostre os cálculos realizados para chegar à sua resposta.
- O composto X é esperado ser molecular ou iônico.
- Qual a estrutura de X no estado sólido ?

Dados: Constante dos Gases (R) =  $8,314 \text{ J/K.mol}$  ou  $0,082 \text{ atm/K.mol}$

## Questão 4

Considere a seguinte reação:



- Escreva o  $\Delta E^\circ$  desta reação

II) Desenhe um esboço de uma cela eletroquímica envolvendo a reação acima e, em seu desenho, assinale:

- a) o anodo;
- b) o catodo;
- c) a polaridade de cada eletrodo;
- d) a direção do fluxo de elétron no fio externo;
- e) a direção do fluxo de íons nitrato na ponte salina contendo  $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ .



### **Questão 5**

Imagine a reação hipotética:  $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ , apresentando  $K_c = 0,25$ , em uma dada temperatura e considere como sendo “x” a concentração do composto A, no equilíbrio, quando esta reação é iniciada com a colocação de 1 mol do composto C em um vaso de 1,00 L, na temperatura em que o valor de  $K_c$  foi determinado.

- (a) Em termos de “x”, quais as concentrações do composto B e C no equilíbrio?
- (b) Entre quais limites deve estar “x” para que todas as concentrações sejam positivas?
- (c) Expressando as concentrações (no equilíbrio), em função de “x”, na expressão da constante de equilíbrio, deduza a equação para calcular “x”.
- (d) A equação da parte (c) é uma equação cúbica de “x” (com a forma  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ ). É possível resolver a equação cúbica, seja algebricamente, seja com uma calculadora. Sugerimos estimar a solução fazendo o gráfico da curva no intervalo determinado em (b) e determinando a ordenada no ponto em que a curva corta o eixo dos y.
- (e) Pelo gráfico da parte (d), estime as concentrações, no equilíbrio, de A., B e C.

### **Questão 6**

Ácido furóico,  $\text{HC}_5\text{H}_3\text{O}_3$ , é usado extensivamente como um intermediário na indústria de perfumes e também como antisséptico e germicida. É irritante quando em contato com a pele e mucosas. A  $25^\circ\text{C}$ , apresenta  $K_a$  igual a  $6,76 \times 10^{-4}$ .

Determine o pH, a  $25^\circ\text{C}$ :

- (a) da solução preparada pela dissolução de 35,0 g de ácido furóico e 30,0 g de furoato de sódio,  $\text{NaC}_5\text{H}_3\text{O}_3$ , em água suficiente para se obter 0,250 L de solução;
- (b) da solução obtida a partir da mistura de 30,0 mL de uma solução de  $\text{HC}_5\text{H}_3\text{O}_3$  de concentração 0,250 mol/L e 20,0 mL de uma solução de  $\text{NaC}_5\text{H}_3\text{O}_3$  de concentração 0,22 mol/L, seguida de diluição para o volume de 125 mL;
- (c) da solução resultante da adição de 50,0 mL de uma solução de NaOH de concentração 1,65 mol/L a 0,500 L de uma solução de  $\text{HC}_5\text{H}_3\text{O}_3$  de concentração 0,0850 mol/L.

### Questão 7

Considere as fórmulas apresentadas abaixo:

- a)  $\text{AlF}_3$ ;                      b)  $\text{H}_2\text{O}_2$                       c)  $\text{H}_3\text{PO}_2$                       d)  $\text{H}_2\text{CO}_3$                       e)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ;  
f)  $\text{LiH}$                       g)  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ;                      h)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                       i)  $\text{Hg}_2\text{O}$                       j)  $\text{NaHCO}_3$

- I) Escreva os nomes de cada um desses compostos.  
II) Classifique-os segundo a função inorgânica a que pertencem.  
III) Identifique o metal de transição que apresenta o menor estado de oxidação.  
IV) Identifique o não-metal que apresenta o maior estado de oxidação.

### Questão 8

A tabela abaixo contém informações sobre algumas espécies químicas (átomos ou íons):

Símbolo	$^{31}\text{P}^{3-}$	$^{40}\text{Ca}^{2+}$				$^{16}\text{O}^{2-}$
Prótons			35		6	
Nêutrons			44	45	8	
Elétrons			36	36		
Carga líquida				2-	0	

- a) A partir dos dados fornecidos, complete as lacunas existentes  
b) Assinale, se houver:
- I) os pares de isótopos
  - II) os pares de isótonos
  - III) os pares de isóbaros
  - IV) os pares de espécies isoeletrônicas

## OBQ 2002 – EXAME MODALIDADE B

### Questão 1

(49<sup>th</sup> Chemistry Olympiad - Final National Competition - 2002 - Estonia)

O Professor Snape deu a Harry Potter uma ordem para preparar um quarto de onça de um pó especial **A**. A inalação de um pouco dos vapores que são formados no aquecimento do pó **A**, faz você dar risadas, a inalação de grandes quantidades destes vapores “coloca seu cérebro em repouso”. Para a preparação deste pó mágico o professor mandou Harry tomar alguns cristais de uréia, adicionar um pouco de suco gástrico e ferver a mistura até parar de borbulhar. À mistura obtida ele mandou adicionar uma solução de *lunar caustic* (nitrato de prata) e em seguida coletar o precipitado **B** formado. Este último experimento deveria ser realizado ao luar. Após a remoção do precipitado, a fase líquida deveria ser evaporada e o sólido branco, então obtido, seria o produto desejado.

a) Ajude Harry a lembrar:

X) a fórmula estrutural da uréia ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ );

XI) um outro nome da uréia.

Hermione encontrou que este pó branco contém 35% de nitrogênio e 60 % de oxigênio, por massa, e contém também hidrogênio.

b) Ajude Harry a descobrir:

XII) a fórmula do pó **A**;

XIII) o nome do pó **A**.

c) Ajude Harry a entender que substâncias estão contidas nos vapores, obtidos quando o pó **A** é aquecido ? (Dica: são dois compostos binários com o mesmo número de átomos).

XIV) Desenhe as fórmulas desses compostos;

XV) dê seus nomes triviais

d) Ajude Harry a escrever as equações das reações:

XVI) Uréia + suco gástrico  $\rightarrow$  .....

**XVII)** .....  $\rightarrow$  B + A

XVIII) A  $\rightarrow$  ..... (aquecimento de A)

e) Ajude Harry a calcular quantas onças de uréia ele deve tomar para preparar a quantidade desejada do pó, se o rendimento da reação é de 40% ? (1 onça » 28,5 g)

f) É possível Harry utilizar seu habitual pote de estanho para realizar este experimento ?

g) Por que é importante realizar a última reação “ao luar” ?

## Questão 2

Na reação abaixo, ocorre a transferência de um átomo de oxigênio do  $\text{NO}_2$  para o CO:



Esta reação foi estudada a  $267^\circ\text{C}$  obtendo-se os seguintes dados:

Concentrações		Velocidade inicial mol/L.min
[CO] mol/L	[NO <sub>2</sub> ] mol/L	
$5,0 \times 10^{-4}$	$0,35 \times 10^{-4}$	$5,65 \times 10^{-10}$
$5,0 \times 10^{-4}$	$0,70 \times 10^{-4}$	$1,13 \times 10^{-9}$
$1,0 \times 10^{-3}$	$0,35 \times 10^{-4}$	$1,13 \times 10^{-9}$

A partir destes dados determine:

- a expressão da velocidade;
- a ordem de reação em relação a cada reagente;
- calcule a constante de velocidade, expressando-a com suas unidades.

## Questão 3

(Belarusian National Chemistry Olympiad – Hrodna, March 25-30 - 2002 )

A maioria dos automóveis modernos é equipada com *air bags* que têm sido muito eficazes na redução de acidentes fatais no trânsito. Durante uma colisão frontal, o sensor do *air bag* envia um sinal elétrico que “detona” a rápida decomposição de um composto X, liberando uma grande quantidade de um certo gás. Dentro de um curto espaço de tempo o *air bag* infla, protegendo motorista e passageiros de um impacto frontal.

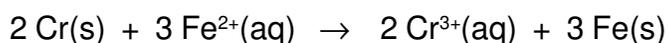
1,0 g de amostra de X é decomposto liberando 507 mL (a 110 kPa e  $18^\circ\text{C}$ ) de um gás A, que é um dos componentes do ar. A reação também produz um resíduo sólido. O tratamento deste resíduo com excesso de água produz 172 mL (em CNTP) de um gás B.

- Determine as fórmulas moleculares dos compostos A, B e X. Mostre os cálculos realizados para chegar à sua resposta.
- O composto X é esperado ser molecular ou iônico.
- Qual a estrutura de X no estado sólido ?

Dados: Constante dos Gases (R) = 8,314 J/K.mol ou 0,082 atm/K.mol

## Questão 4

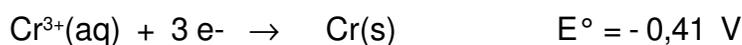
Considere a seguinte reação:



III) Escreva o  $\Delta E^\circ$  desta reação

IV) Desenhe um esboço de uma cela eletroquímica envolvendo a reação acima e, em seu desenho, assinale:

- a) o anodo;
- b) o catodo;
- c) a polaridade de cada eletrodo;
- d) a direção do fluxo de elétron no fio externo;
- e) a direção do fluxo de íons nitrato na ponte salina contendo  $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ .



### **Questão 5**

Imagine a reação hipotética:  $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ , apresentando  $K_c = 0,25$ , em uma dada temperatura e considere como sendo “x” a concentração do composto A, no equilíbrio, quando esta reação é iniciada com a colocação de 1 mol do composto C em um vaso de 1,00 L, na temperatura em que o valor de  $K_c$  foi determinado.

- a) Em termos de “x”, quais as concentrações do composto B e C no equilíbrio?
- b) Entre quais limites deve estar “x” para que todas as concentrações sejam positivas?
- c) Expressando as concentrações (no equilíbrio), em função de “x”, na expressão da constante de equilíbrio, deduza a equação para calcular “x”.
- d) A equação da parte (c) é uma equação cúbica de “x” (com a forma  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ ). É possível resolver a equação cúbica, seja algebricamente, seja com uma calculadora. Sugerimos estimar a solução fazendo o gráfico da curva no intervalo determinado em (b) e determinando a ordenada no ponto em que a curva corta o eixo dos y.
- e) Pelo gráfico da parte (d), estime as concentrações, no equilíbrio de A., B e C.

### **Questão 6**

Uma das preocupações da indústria de energia nuclear é a escassez do combustível, o urânio fissionável, que pode advir de uma possível proliferação das usinas nucleares. Uma solução para o caso seria a construção de reatores “reprodutores”, os quais, produziram mais combustível do que consumiriam. Esse processo poderia envolver o seguinte ciclo:

- a) um núcleo de  $^{238}\text{U}$  colide com um nêutron para produzir  $^{239}\text{U}$ ;
- b)  $^{239}\text{U}$  decai por emissão beta (b) ( $t_{1/2}=24 \text{ min}$ ) para dar um isótopo de netúnio.
- c) Este isótopo de netúnio decai por emissão beta (b) para dar um isótopo de plutônio.
- d) Este isótopo de plutônio é fissionável. Na colisão de um destes isótopos de plutônio com um nêutron, há produção de energia, de pelo menos dois nêutrons e de outro núcleo.

- I) Escreva as equações de cada uma destas etapas.
- II) Explique como este processo pode ser usado para “reproduzir” mais combustível do que o reator continha originalmente e ainda gerar energia.

### Questão 7

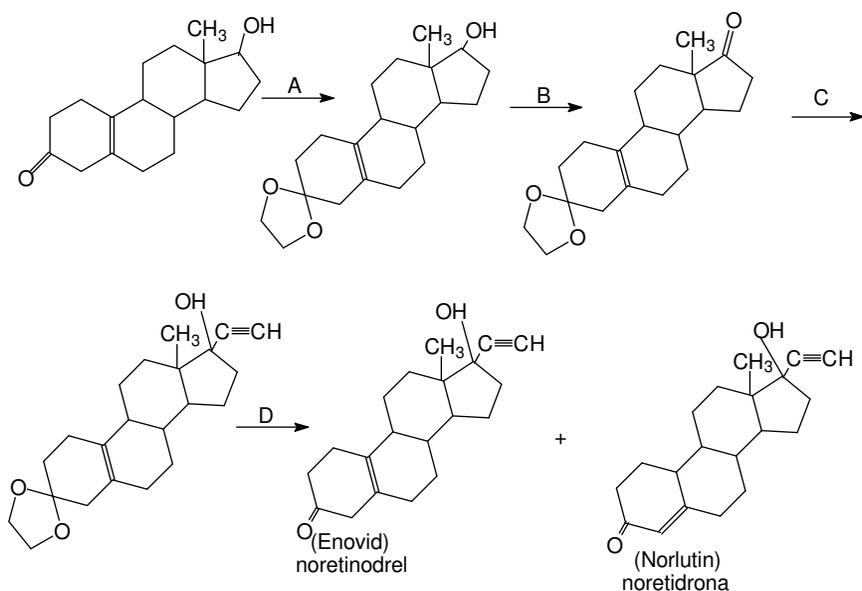
Antiácidos são usados como analgésicos e agentes terapêuticos no tratamento de úlceras gástricas benignas. Abaixo, estão relacionados os princípios ativos de alguns destes antiácidos:

- a)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ;    b)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ;    c)  $\text{MgCO}_3$ ;    d)  $\text{NaAl}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ;    e)  $\text{CaCO}_3$ .

Escreva as equações iônica livres, das reações entre o  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  do fluido estomacal e cada uma destas substâncias.

### Questão 8

As etapas finais da síntese dos constituintes de dois anticoncepcionais orais, noretinodrel (princípio ativo do Enovid) e noretindrona (princípio ativo do Nolutin), são mostradas abaixo:



- a) Escreva as fórmulas químicas do noretinodrel e da noretindrona
- b) Que relação estrutural há entre estes dois compostos?
- c) Indique os reagentes necessários para cada reação (A, B, C e D)
- d) Identifique o tipo de reação geral que ocorre em cada etapa.