

Olimpíada Brasileira de Química - 2000

Exame aplicado em 30.09.2000

Caro estudante,

Você pertence a um seletor grupo, escolhido dentre 10.000 outros participantes em todo o Território nacional, que conquistou o privilégio de representar seu estado na Olimpíada Brasileira de Química. Este exame traz uma novidade: metade das questões propostas foi utilizada nas provas finais das olimpíadas de Química de tradicionais países participantes desta modalidade de competição. Além de colocar nossa forma de avaliação no mesmo patamar desses países, temos, também, o propósito de demonstrar que você é capaz de apresentar semelhante desempenho. Que este evento resulte em estímulo para você aprofundar e prosseguir seus estudos no campo da Química.

Congratulações a você e aos seus mestres pelo memorável feito e bom desempenho neste exame, primeiro passo para conquistar umas das oito vagas nas Olimpíadas Internacionais do próximo ano.

Questão 1

(47th Chemistry Olympiad - Final National Competititon - 2000 - Estonia)

Em uma mistura, as quantidades de matéria de metais **A**, **B** e **C** estão na razão de 4:2:1. Suas massas molares são 3x g/mol; 5x g/mol; 7x g/mol, respectivamente (as massas molares estão na razão de 3:5:7). Quando 4,64 g da mistura de metais **A**, **B** e **C** reagem com ácido clorídrico, são despreendidos 3,136 dm³ de hidrogênio (CNTP). O estado de oxidação dos metais nos sais formados é II.

- Escreva uma equação geral para a reação de metal (Me) com ácido clorídrico, que possa mostrar a reação descrita acima.
- Calcule a quantidade de matéria de hidrogênio despreendido.
- Calcule as quantidades de matéria dos metais (i) **A**, (ii) **B** e (iii) **C**
- Escreva uma equação para os cálculos das massas molares dos metais e resolva-a (determine o valor de "x").
- Calcule as massas molares dos metais (i) **A**, (ii) **B** e (iii) **C**; identifique estes metais e dê seus nomes.

Questão 2

(Chemistry Olympiad - Final National Competititon - 2000 - Sweden)

Se ácido acético (HAc) é adicionado a uma solução de benzoato de sódio (NaB), ácido benzóico (HB) e íons acetatos (Ac⁻) são formados, em alguma extensão, de acordo com a equação química:

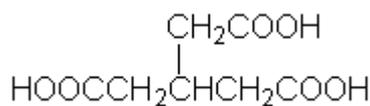


- Calcule a constante de equilíbrio para esta reação, sabendo que o pKa (HAc) = 4,77 e o pKa (HB) = 4,20.
Uma solução aquosa é preparada a partir de 0,050 mol de benzoato de sódio e 0,050 mol de ácido acético e é diluída para 0,500 dm³. A solubilidade do ácido benzóico é 0,020 mol/dm³.
- Mostre que há a formação de um precipitado de ácido benzóico.
- Calcule a quantidade de ácido benzóico precipitado.
- Calcule o pH da solução.

Questão 3

(2000 United States National Chemistry Olympiad Study Camp - Final Examination)

Um hidrocarboneto **A** tem fórmula C_9H_{12} e, quando hidrogenado sob catálise com Pd/C, consome 3 (três) equivalentes de H_2 para formar um composto **B**, C_9H_{18} . No tratamento de **A** com ácido sulfúrico aquoso, na presença de íon mercúrico (catalisador), são produzidas duas cetonas isoméricas, **C** e **D**. A oxidação de **A** com $KMnO_4$, dá uma mistura de ácido acético com o ácido tricarbóxico **E** (estrutura abaixo). Proponha as estruturas dos compostos **A**, **B**, **C** e **D** e escreva os respectivos nomes.



E

Questão 4

(Canadian Chemistry Olympiad - Final Selection Examination - 2000)

Uréia, $CO(NH_2)_2$, reage com água produzindo dióxido de carbono e amônia. Os dados termodinâmicos para os possíveis reagentes e produtos são dados abaixo (negligencie a solubilidade do dióxido de carbono e da amônia em água líquida).

Composto	DH_f° (kJ.mol ⁻¹)	S° (J.K ⁻¹ .mol ⁻¹)
$CO(NH_2)_2$ (s)	-333,51	104,60
H_2O (l)	-285,83	69,91
H_2O (g)	-241,82	188,83
CO_2 (g)	-393,51	213,74
NH_3 (g)	-46,11	192,45

- Considere a hidrólise de uréia com H_2O (l) (Reação A) e com H_2O (g) (Reação B), respectivamente. Calcule DH° , DS° e DG° , a 25 °C, para cada reação e especifique se a reação é espontânea ou não.
- Considerando que ambos, DH° e DS° , são independentes da temperatura, encontre a temperatura na qual a Reação A ocorrerá espontaneamente.
- Calcule K_p a 25 °C para cada reação, expressando esse valor em unidades apropriadas.

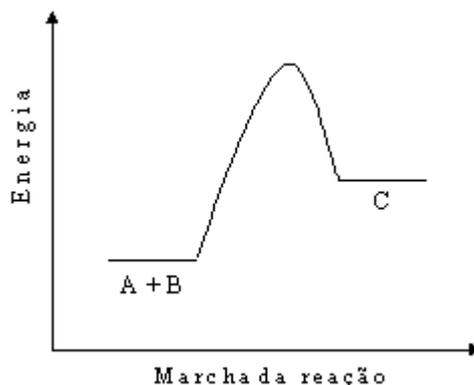
$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Questão 5

Considerando a reação hipotética $A + B \rightleftharpoons C$, que ocorre na direção direta, numa única etapa e cujo perfil energético está representado na figura ao lado.

Responda:

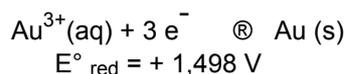
- Que reação é mais rápida no equilíbrio, a direta ou a inversa ?
- O equilíbrio favorece aos produtos ou aos reagentes ?
- Em geral, como um catalisador alteraria o perfil energético dessa reação ?
- Um catalisador afetaria a razão entre as constantes de velocidade das reações direta e inversa?
- Como varia a constante de equilíbrio dessa reação, com a temperatura ?



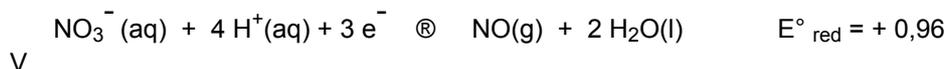
Justifique suas respostas

Questão 6

Ouro metálico dissolve em água régia, uma mistura de ácido clorídrico e ácido nítrico concentrados e, na química do ouro, as seguintes reações são importantes:



Utilizando as semi-reações acima e a semi-reação:



Responda às questões (a), (b), e (c)

- Dê a equação equilibrada da reação entre o ouro e o ácido nítrico, para formar Au^{3+} e $\text{NO}(\text{g})$ e calcule a fem-padrão (E°) associada a esta reação. Esta reação é espontânea ?
- Dê a equação da reação entre o ouro e o ácido clorídrico, formando AuCl_4^{-} e $\text{H}_2(\text{g})$ e calcule a fem-padrão (E°) associada a esta reação. Esta reação, em condições-padrão, é espontânea?
- Dê a reação entre o ouro e a água régia para dar AuCl_4^{-} e $\text{NO}(\text{g})$ e calcule a fem-padrão (E°) associada a esta reação. Esta reação é espontânea?
- Utilizando a equação de Nerst, explique a razão da água régia ser capaz de dissolver o ouro .

Questão 7

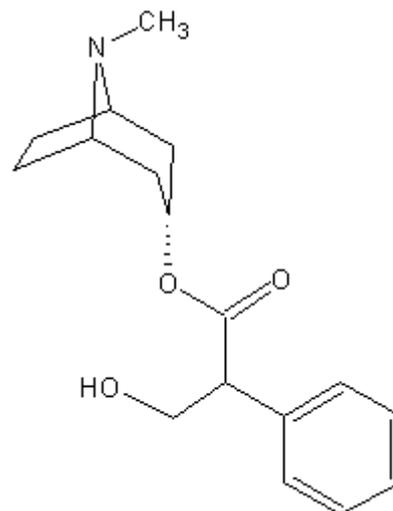
A atropina (estrutura abaixo) é um alcalóide obtido da *Atropa beladonna*, utilizado, em soluções diluídas (0,5 a 1%), para a dilatação da pupila. Em maiores concentrações este composto torna-se um poderoso veneno.

a. A hidrólise da atropina produz a tropina e o ácido (\pm)trópico. Quais são as estruturas e as fórmulas moleculares desses dois compostos?

b. Apesar de possuir carbonos assimétricos a tropina é opticamente inativa. Explique

c. Uma forma isomérica da tropina, chamada Y-tropina, também opticamente inativa, pode ser preparada pelo aquecimento da tropina em meio básico.

Qual é sua estrutura ?



Questão 8

Dentre os processos de separação de misturas mais utilizados, podemos incluir a destilação simples e a destilação fracionada.

- Em que consistem cada um desses métodos de separação ?
- Quando cada um deles pode ser empregado ? Dê exemplo.
- Descreva os utensílios (vidrarias e outros materiais de laboratório) utilizados em cada um desses dois processos de separação.