

Olimpíada Brasileira de Química

Exame aplicado em 16.05.98

Problema 1

Considere os seguintes elementos e suas características:

I) **X**: elemento de menor número atômico que contém 2 elétrons na última camada e 18 elétrons na penúltima camada;

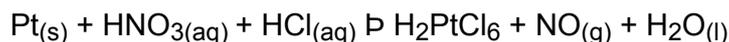
II) **Z**: pertence à segunda coluna do bloco "s" e está localizado no 6º período da tabela periódica;

III) **M**: possui um isótopo de número de massa 37 que contém 20 neutrons.

- Qual o número atômico de cada um desses elementos ?
- Ordene esses elementos em ordem crescente de eletronegatividade;
- Faça a distribuição eletrônica de "Z" e escreva o conjunto de números quânticos que identifica seu elétron mais externo;
- Escreva a fórmula de um hidreto salino formado por um desses elementos;
- Escreva a fórmula do composto de maior caráter iônico que poderia se formar a partir de dois desses elementos;
- Escreva a fórmula de um óxido de "X" e classifique-o quanto ao caráter ácido/base;
- Escreva a fórmula de um composto formado por fósforo e o elemento "M", cuja geometria molecular seja bipirâmide trigonal.

Problema 2

Uma das razões do vasto uso da platina é a sua relativa inércia química; entretanto, ela é "solúvel" na "água régia", uma mistura de ácido nítrico e ácido clorídrico, segundo a reação química (não balanceada) abaixo:



Faça o balanceamento desta equação e responda às questões que seguem:

- Se você dispõe de 11,7 g de platina, quantos gramas de ácido cloroplátinico, H_2PtCl_6 , poderá obter?
- Que volume de óxido de nitrogênio, medido em CNTP, pode ser obtido a partir de 11,7 mg de Pt ?

c) Quantos mililitros de ácido nítrico de concentração 10,0 mol/L são necessários para reagir completamente com 11,7 g de Pt?

d) Se você tem 10,0 g de Pt e 180 mL de HCl de concentração 5,00 mol/L, mais excesso de ácido nítrico, qual é o reagente limitante?

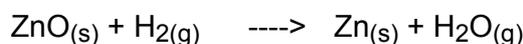
Massas atômicas (g/mol): H = 1; N = 14; O = 16; Cl = 35,5 e Pt = 195.

Constante universal dos gases (R) = 0,082 L.atm.mol⁻¹.K⁻¹

ou R = 8,314510 J/k.mol (valor recomendado pela IUPAC)

Problema 3

Óxidos metálicos podem ser reduzidos pelo hidrogênio gasoso, produzindo os respectivos metais. Exemplo:



Prediga os efeitos de cada uma dos seguintes procedimentos sobre a posição do equilíbrio, ou seja, para que lado o equilíbrio será deslocado em cada caso:

- Adição de ZnO_(s).
- Adição de H_{2(g)}.
- Retirada de Zn_(s).
- Retirada de vapor de água.

Usando os dados termodinâmicos fornecidos abaixo, responda os quesitos que seguem:

- Em que direção o equilíbrio será deslocado por um aumento de temperatura ?
- Calcule o valor de ΔG° para esta reação.
- Esta reação deverá ocorrer espontaneamente ou não ?
- A constante de equilíbrio para esta reação é maior ou menor que 1 ?

Espécie	ΔH°_f (298,15K), kJ/mol	S° (298,15K), J/K.mol	ΔG°_f (298,15K), kJ/mol
H ₂ O(g)	- 241,818	188,825	- 228,572
ZnO(s)	- 348,28	43,64	- 318,30

Fonte: "The NBS Tables of Chemical Thermodynamic Properties", 1982

Problema 4

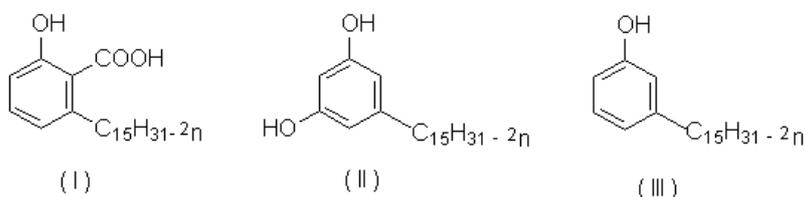
Na purificação de urânio para uso como combustível nuclear, um dos compostos isolados é $UO_x(NO_3)_y \cdot zH_2O$, onde o estado de oxidação do urânio pode ser +3, +4, +5 ou +6.

- a) O aquecimento deste composto, ao ar, a $400^\circ C$, leva à formação de um óxido, U_aO_b , que contém 83,22% de U. Qual sua fórmula empírica? Qual o seu nome?
- b) O aquecimento de $UO_x(NO_3)_y \cdot zH_2O$, ao ar, na faixa de 800 a $900^\circ C$, decompõe completamente o composto, formando um outro óxido, $UmOn$, cuja análise mostra que contém 84,8% de U. Qual a fórmula empírica deste segundo óxido?
- c) Para determinar a fórmula empírica do $UO_x(NO_3)_y \cdot zH_2O$, primeiro aqueceu-se 1,328 g deste composto, cuidadosamente, para perder toda a água, e obteve-se 1,042 g de $UO_x(NO_3)_y$. Em seguida, este resíduo foi mais severamente aquecido, produzindo 0,742 g do óxido $UmOn$. Baseado nestas informações e em outras, dadas ou calculadas acima, determine a fórmula do $UO_x(NO_3)_y \cdot zH_2O$.
- d) Uma série radioativa que começa com urânio-235 sofre a seguinte seqüência de decaimentos: $\alpha, \beta, \alpha, \beta, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \beta, \beta, \alpha$. Determine qual o radioisótopo formado ao final desta série.

Massas atômicas (g/mol): H = 1; N = 14; O = 16; U = 238.

Problema 5

O líquido da Casca da Castanha de Caju (LCC), um fluido viscoso, castanho-escuro, constitui uma das principais fontes vegetais de monômeros fenólicos insaturados e permite a obtenção de inúmeras resinas de policondensação (resinas tipo fenol-formol). A composição do LCC varia de acordo com a origem e também com o processo de extração. Seus principais constituintes são compostos fenólicos alquil-substituídos: ácido anacárdico (I), cardol (II) e cardanol (III), cujas estruturas estão mostradas abaixo:



Em todos esses compostos, "n", que corresponde ao número de insaturações da cadeia lateral, varia de zero a 3.

- a) Qual a ordem de reatividade desses compostos frente às reações de SEAr (Substituição eletrofílica aromática)?
- b) Qual desses compostos pode formar ligação de hidrogênio "intramolecular"?

- c) Considerando a ocorrência de isomeria geométrica e isomeria de posição na cadeia alifática (não ramificada) do cardanol, quantos monoenos ($n=1$) são, teoricamente possíveis, para o cardanol ?
- d) Qual a massa molecular do cardol trieno ?
- e) Qual o nome oficial do ácido anacárdico com " $n = 0$ " ?
- f) O principal constituinte do LCC natural é o ácido anacárdico (I), no entanto, no LCC industrial, obtido por extração a quente, o principal constituinte é o cardanol (III). Como explicar isto?

Massas atômicas (g/mol): H=1; C=12; O=16.

Problema 6

Escreva as estruturas e os nomes de todos os compostos orgânicos envolvidos na seguinte seqüência de reações (compostos de I a VIII):

- a) **I** ($C_5H_{11}Cl$), opticamente ativo + Mg \rightarrow **II** ($C_5H_{11}MgCl$)
- b) **II** + **III** (CH_2O) \rightarrow **IV** ($C_6H_{13}OMgCl$)
- c) **IV** + H^+ , H_2O \rightarrow **V** ($C_6H_{13}OH$) + $MgCl(OH)$
- d) **V** + $KMnO_4$ \rightarrow **VI** ($C_6H_{12}O_2$)
- e) **V** + H^+ , calor \rightarrow **VII** (C_6H_{12}), opticamente ativo + H_2O
- f) **VII** + H_2 , Pd/C \rightarrow **VIII** (C_6H_{14}), opticamente inativo

Problema 7

Na primeira parte de um experimento, testou-se a reatividade de metais, tomando-se 6 tubos de ensaio e colocando-se, em cada um deles, 3 mL de uma solução de nitrato de metal(II) de concentração 0,1 mol/L e um pequeno fragmento de um outro metal, conforme indicação da tabela abaixo:

Tubo	solução (mol/L)	metal adicionado
01	$Cu(NO_3)_2$ 0,1	Chumbo, Pb(s)
02	$Cu(NO_3)_2$ 0,1	Zinco, Zn(s)
03	$Pb(NO_3)_2$ 0,1	Cobre, Cu(s)
04	$Pb(NO_3)_2$ 0,1	Zinco, Zn(s)

05	Zn(NO ₃) ₂ 0,1	Cobre, Cu(s)
06	Zn(NO ₃) ₂ 0,1	Chumbo, Pb(s)

Na segunda parte deste experimento, testou-se a reatividade de halogênios, tomando-se 6 tubos de ensaio e colocando-se, em cada um deles, 3 mL de uma solução de haleto de sódio (NaX) de concentração 0,1 mol/L e 3 mL de uma solução de halogênio (X₂), conforme indicação da tabela abaixo:

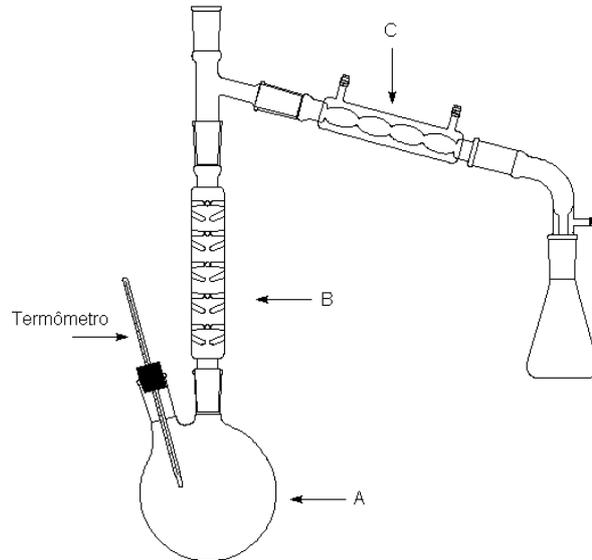
Tubo	solução (mol/L)	Halogênio adicionado
07	NaCl 0,1	Bromo, Br ₂ (l) em água
08	NaCl 0,1	Iodo, I ₂ (s) em etanol-água
09	NaBr 0,1	Cloro, Cl ₂ (g) em água
10	NaBr 0,1	Iodo, I ₂ (s) em etanol-água
11	NaI 0,1	Cloro, Cl ₂ (g) em água
12	NaI 0,1	Bromo, Br ₂ (l) em água

Neste experimento observou-se a ocorrência de reação, apenas nos tubos 01, 02, 04, 09, 11 e 12.

- Por que somente nos tubos citados acima, se constatou a ocorrência de reação ?
- Escreva as equações químicas de cada uma das reações observadas.
- Disponha as semi-reações metal-íon metálico, $M_{(s)} \rightarrow M^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$, por ordem crescente de facilidade de oxidação.
- Disponha as semi-reações íon haleto-halogênio, $2X^{-}_{(aq)} \rightarrow X_{2} + 2e^{-}$, por ordem crescente de facilidade de oxidação.
- Sabendo que o $I^{-}_{(aq)}$ é um agente redutor mais fraco que o Cu(s), construa uma série das seis reações parciais estudadas nessa experiência por ordem decrescente de facilidade de oxidação.
- Sabendo que o hidrogênio é um agente redutor mais fraco que o chumbo e mais forte que o cobre, diga qual (ou quais) dos metais aqui estudados são capazes de reduzir $H^{+}_{(aq)}$, e produzir o H₂(g).

Problema 8

- a) Escreva os nomes dos instrumentos de laboratório, identificados na figura, pelas letras A, B e C.
- b) Identifique e explique os SETE ERROS encontrados na figura e texto abaixo:



A figura acima mostra a aparelhagem utilizada em uma destilação simples, técnica que pode ser empregada na separação de líquidos miscíveis de pontos de ebulição muito próximos, exceto quando tratar-se de mistura azeotrópica (mistura de líquidos que à pressão constante, destila à temperatura constante).

No caso de mistura de líquidos que formam azeótropos, como etanol e água (o azeótropo contém 96% de etanol), a separação pode ser realizada por destilação fracionada. Na destilação fracionada de uma mistura etanol-água, obtém-se, como primeiro destilado, o etanol absoluto.

A separação, por destilação fracionada, de líquidos que formam azeótropos, é possível porque o azeótropo sempre apresenta ponto de ebulição superior ao constituinte mais volátil.