

# Torneio Virtual de Química

## 2010

*2ª fase*

### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova contém dez questões subjetivas (abertas)
- 02) Deve-se escolher cinco questões para responder
- 03) As resoluções das questões escolhidas (escaneadas ou digitadas) devem ser enviadas juntamente com a ficha de inscrição, disponível no seguinte endereço eletrônico, <http://torneiovirtualdequimica.com.br/fichadeinscricao2fase.doc>, como anexo para [torneiovirtualdequimica@gmail.com](mailto:torneiovirtualdequimica@gmail.com)
- 04) Em um prazo de até 3 (três) dias, contados após o recebimento da Ficha de Inscrição e das Resoluções, será enviado um e-mail de confirmação da inscrição. Caso este não seja recebido, é necessário o reenvio dos dados
- 05) Após o recebimento do e-mail de confirmação, não serão mais consideradas outras resoluções
- 06) A segunda fase terá duração de quatro semanas, encerrando o prazo para envio das respostas com a ficha de inscrição no dia 26 de setembro de 2010

Apoio:

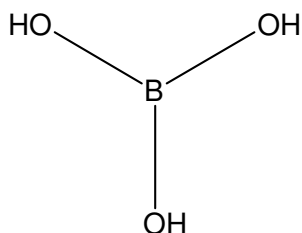


## Problema 1

Svante August Arrhenius, químico sueco, é considerado um dos pais da Físico-Química. Ganhou o terceiro Prêmio Nobel de Química (1903), pela sua teoria de dissociação eletrolítica, onde estabelece a noção de Ácidos e Bases.

Bases são substâncias que, pelo conceito de Arrhenius, liberam em solução aquosa íons  $\text{OH}^-$ . Classifica-se a “força” de uma base através do quanto essa base libera desse íon em relação à quantidade inicial de base em solução. Porém é comum confundir a capacidade de dissociação das bases iônicas com sua solubilidade em água, o que pode levar a classificar bases com mesma capacidade dissociativa em fortes e fracas.

- a) Adiciona-se 0,01 mol de hidróxido de magnésio, cálcio, estrôncio e bário em volumes de 1L de água. Ordene essas substâncias de forma crescente em função do pH das soluções obtidas. Justifique seu raciocínio.
- b) O  $\text{H}_3\text{BO}_3$ :

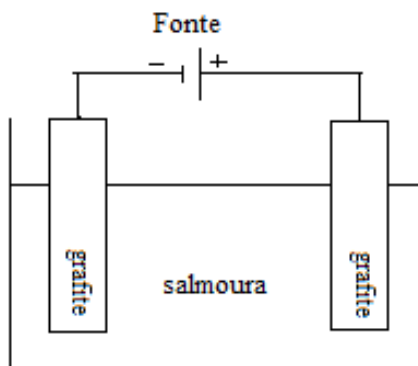


não apresenta hidroxila dissociável, sendo na verdade um ácido monoprótico pela definição de Arrhenius. Explique tal comportamento, equacionando a reação envolvida.

- c) A amônia não apresenta nenhuma hidroxila em sua estrutura, porém se comporta como uma base de Arrhenius. Explique tal comportamento e equacione a reação envolvida.

## Problema 2

A eletrólise é um processo bastante utilizado na indústria química. Um exemplo é a eletrólise da salmoura. Considere a figura a seguir, que mostra tal processo utilizando uma fonte de energia e eletrodos de grafite:



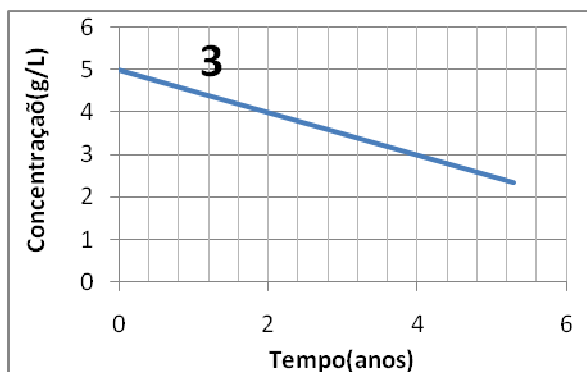
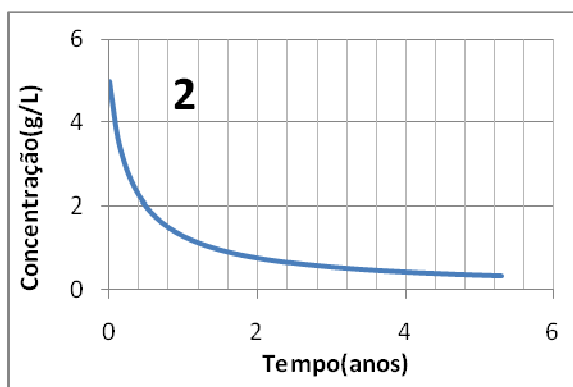
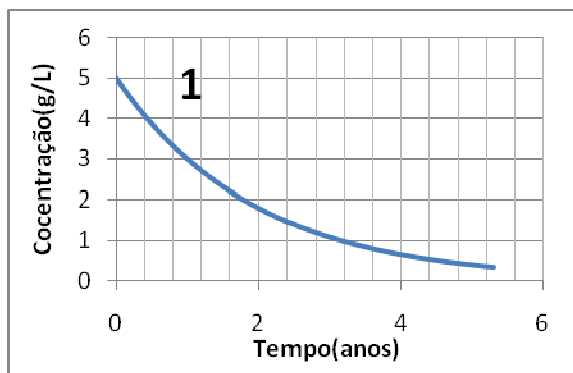
Baseado na figura e nos seus conhecimentos, responda as questões:

- Para que a eletrólise tenha êxito, a fonte de energia não pode utilizar corrente diretamente de uma usina de energia elétrica. Nesse caso, a corrente deve passar por um retificador. É possível também que a fonte de energia seja uma pilha química. Por que tal exigência é necessária?
- O que é salmoura? Baseado nisso, escreva as reações que acontecem nessa eletrólise.
- A solução aquosa formada nesse processo de eletrólise possui um odor característico e é vendida como um produto muito usado no dia-a-dia. Qual é esse produto? Cite dois usos para ele.

### Problema 3

A cinética de reações é um ramo da Química muito utilizado na Arqueologia, Engenharia e Química Forense. Basicamente estuda a velocidade de consumo ou formação de substâncias químicas e o tempo para que ocorram esses fenômenos.

- Têm-se 3 compostos A, B, C de concentrações 5 g/L. Sabe-se que a velocidade de decomposição do composto A é de 1ª ordem, a do composto B é de 2ª ordem e a do composto C é de ordem zero, e todos possuem a constante de velocidade com o mesmo valor numérico. Qual dos gráficos a seguir corresponde a qual composto? Explique o raciocínio que levou a tal conclusão.



b) “Tempo de meia vida” é o tempo que um material demora para se decompor até metade de sua massa, ou concentração. Tomando concentrações iniciais de 5,0; 4,0; 3,0 e 2,0g/L , calcule o tempo de meia vida para cada uma dessas concentrações para cada um dos compostos A, B, e C, indicando no gráfico. Se necessário use uma régua. O tempo de meia vida é dependente da concentração inicial em qual(is) deles?

c) O principal problema de alguns defensivos agrícolas utilizados pelo homem é a sua toxicidade unida ao fato de levarem muito tempo a se decompor, assim se acumulando no organismo de seres vivos através de uma cadeia alimentar. Considere os compostos A, B e C

como defensivos agrícolas de mesma concentração letal de  $5 \cdot 10^{-6}$  g/L. Qual deles demorará mais tempo para deixar de ser letal?

#### **Problema 4**

O fósforo é um elemento de grande importância na natureza, fazendo parte do metabolismo de uma série de seres vivos. É fundamental na indústria de fertilizantes e seus isótopos radioativos são utilizados como traçadores. Possui, além do mais, propriedades interessantes, entre elas o fato de apresentar uma variedade de alótropos. Sobre este elemento responda:

- a) Desenhe as estruturas do fósforo branco e fósforo vermelho. Qual o mais estável?
- b) Nos palitos de fósforos vendidos no Brasil é utilizado um dos alótropos do fósforo. Qual é? Onde está o fósforo nesse produto?
- c) No metabolismo dos seres vivos, existem duas substâncias bastante importantes: o ADP e o ATP. Desenhe a estrutura dessas substâncias de forma a ressaltar a diferença entre elas. Qual delas é mais estável?

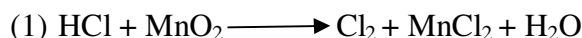
#### **Problema 5**

Grigoriy Yefimovich Rasputin (Григорий Ефимович Распутин) foi um famoso mago russo a quem se atribuiu a cura da hemofilia de Alexei Romanov, filho do czar Nicolau II. Devido à sua estreita relação com a corte russa e seu comportamento fora do comum, sofreu várias tentativas de assassinato. Numa delas, Cianeto de Potássio foi colocado no seu pudim. Para o espanto dos assassinos, Rasputin não morreu, e por isso lhe foram atribuídos poderes sobrenaturais. O fato, porém, tem uma explicação não sobrenatural. Sabendo que o pudim é um alimento rico em glicose:

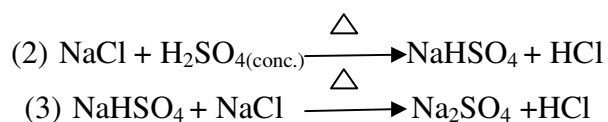
- a) Desenhe uma estrutura aberta e uma estrutura cíclica para a glicose.
- b) Explique como o fato de haver glicose no pudim diminui a toxicidade do Cianeto de Potássio.

## Problema 6

A descoberta das propriedades alvejantes do Cloro criou uma demanda pelo produto na indústria têxtil. O  $\text{Cl}_2$  foi descoberto em 1774 por C. W. Scheele pela seguinte reação:



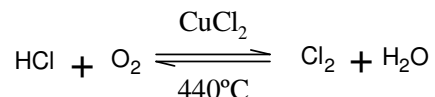
Porém, não existia um método satisfatório para a produção de HCl. O problema foi resolvido pelo Processo LeBlanc, equacionado a seguir:



O sulfato de sódio obtido era utilizado para a produção de carbonato de sódio ou soda cáustica.

- Balanceie a reação (1). Explique porque a produção do sulfato de sódio ocorre em duas etapas (2,3).
- Por que não é possível se obter carbonato de sódio ao se reagir em uma única etapa ácido clorídrico, cloreto de sódio e calcário?

Em 1868 o Processo Deacon propôs o uso de um catalisador de Cobre ( $\text{CuCl}_2$ ) para a produção de  $\text{Cl}_2$  pela seguinte reação:



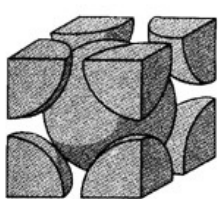
A reação, por ser reversível, apresenta 65% de rendimento.

- Calcule a razão em Volume de Cloro produzido pelo processo Deacon e pela reação de Scheele (para 100% de conversão nessa reação). Considere que os dois processos ocorrem nas mesmas condições de temperatura e pressão e partem da mesma quantidade de HCl.

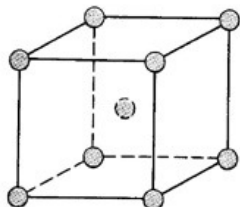
- d) Explora-se de depósitos naturais apenas um terço do carbonato de sódio utilizado na indústria mundial. Grande parte do restante é produzido sinteticamente pelo processo Solvay (proposto em 1869). Descreva e equacione de forma sucinta o processo Solvay.

### Problema 7

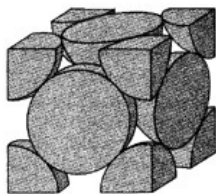
Todas as substâncias, com exceção do Hélio, apresentam fase sólida quando resfriadas o bastante. A vasta maioria delas forma uma ou mais estruturas cristalinas, onde átomos, íons ou moléculas estão arranjados em um retículo cristalino regular (que se repete ao longo da fase). A menor unidade de repetição é chamada de cela unitária. Os arranjos mais simples observados são os retículos Cúbicos, que se dividem em Cúbico Primitivo (CP), Cúbico de Corpo Centrado (CCC) e Cúbico de Face Centrada (CFC).



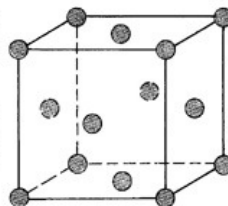
CCC - 1



CCC-2



CFC-1

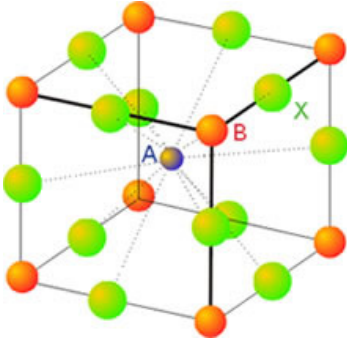


CFC-2

Por ser delimitada pelas arestas do cubo, os átomos (ou íons ou moléculas) não estão necessariamente dentro da cela por inteiro. Uma espécie que está no centro da face do cubo, por exemplo, só está metade dentro da cela, e uma espécie que esteja na aresta do cubo está apenas um quarto dentro da cela.

Sendo a cela unitária a menor unidade de repetição do sólido, obrigatoriamente os átomos dentro dela estão na mesma proporção da fórmula química do composto sólido.

- a) A partir do exposto acima e de seus conhecimentos químicos e geométricos indique a fórmula química do sólido abaixo. Explícite todo o seu raciocínio.



Apesar de normalmente representados como em CCC-2 e CFC-2, para o estudo dos retículos cristalinos, considera-se os átomos como esferas rígidas em contato (CCC-1 e CFC-1). A disposição dos átomos na cela limita o quanto se pode compactar o retículo, de forma a se ter uma condição limite (quando algum conjunto de esferas começa a se tocar). Nos retículos cúbicos isso pode ocorrer pela diagonal do cubo, pela diagonal da face ou pela própria aresta do cubo.

- b) Expresse em função do raio atômico  $r$  qual é o volume de uma cela unitária de Cubo Primitivo, de Cubo de Corpo Centrado e de Cubo de Face Centrada. Explique e ilustre.

Sabendo-se o volume de uma cela unitária e a massa contida dentro dela, é possível se calcular a densidade de uma substância sólida.

- c) O mercúrio é um metal líquido. Desprezando solubilidade e qualquer possível reação redox, indique quais metais irão afundar em mercúrio e quais não. Justifique todos os casos.
- i) Pt (CFC), raio atômico = 150 pm.
  - ii) Fe (CCC), raio atômico = 126 pm.
  - iii) Cu (CFC), raio atômico = 136 pm.
  - iv) W (CCC), raio atômico = 140 pm.

### Problema 8

A Lei de Dulong-Petit é uma lei empírica que pode ser expressa matematicamente por:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} C_v = 3R$$



Onde  $C_v$  é a capacidade térmica molar, a volume constante, de um sólido, e  $R$  é a constante dos gases. Foi proposta em 1819, num trabalho originalmente publicado na revista *Annales de Chimie et de Physique*. Qualitativamente ela significa que a temperaturas muito altas a capacidade térmica dos sólidos, mesmo sendo feitos de materiais completamente diferentes, têm o mesmo valor. Pôde ser deduzida teoricamente pelo Modelo da Equipartição da Energia, proposto por James Clerk Maxwell. A importância desta lei pode não parecer óbvia, mas permitiu durante anos a resolução de inúmeros problemas encontrados por cientistas e engenheiros.

a) Num autoclave, aparato utilizado para realizar reações a altas pressões, a  $25^\circ\text{C}$  adicionou-se 50 mL de uma solução aquosa  $0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de peróxido de hidrogênio e 50 mL de uma solução  $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de fenol. Todo o fenol foi convertido a  $\text{CO}_2$  e água, e a decomposição espontânea do peróxido de hidrogênio é desprezível sob estas condições.

Sabendo que o calor liberado pela combustão completa de 1 mol de fenol é de  $\approx 3000 \text{ kJ}$ , e o liberado pela decomposição de 1 mol de peróxido de hidrogênio é  $\approx 100 \text{ kJ}$ , calcule a temperatura final do sistema, desprezando a troca de calor com o autoclave. Considere que a capacidade térmica da solução é aproximadamente igual à da água.

b) Considere que ocorreu troca de calor entre a solução e o autoclave, e que a massa deste é 295,3g. Sabendo que a temperatura final do sistema foi registrada em  $29^\circ\text{C}$ , diga qual o principal elemento químico na composição do autoclave.

## Problema 9

A Tensão Superficial é uma das propriedades dos líquidos que depende intensamente de sua composição. A adição de certos compostos ao líquido pode ocasionar grandes alterações em sua tensão superficial. Compostos com tal efeito são chamados de agentes surfactantes.

a) Dê um exemplo de agente surfactante usado no cotidiano, deixando claro seu propósito e sua estrutura. Explique como sua estrutura é capaz de influenciar a tensão superficial da água.

b) Explique como alguns insetos conseguem caminhar sobre a água, e o que aconteceria com um destes se à água sobre a qual ele repousa fosse adicionado um agente surfactante.

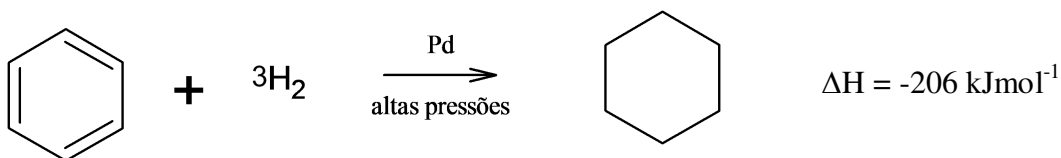
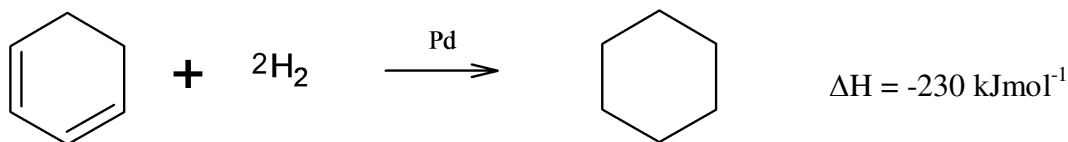
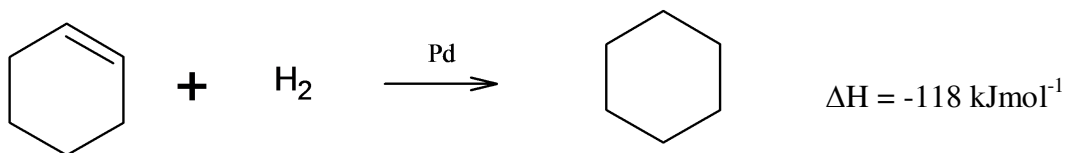
c) Explique porque os bombeiros adicionam agentes surfactantes na água que utilizam para apagar certos tipos de incêndio.



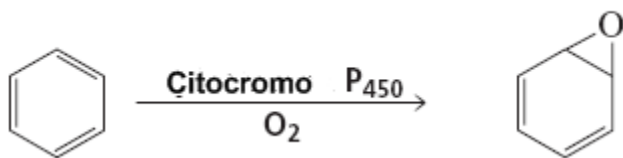
### Problema 10

A medida da entalpia de hidrogenação pode ser utilizada para comparar as estabilidades relativas de ligações duplas carbono-carbono.

As entalpias de hidrogenação do cicloexeno, do cicloexa-1,3-dieno e do benzeno são dadas a seguir:

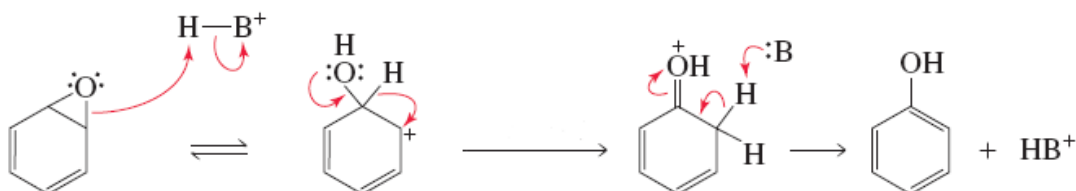


- a) Sugira uma explicação para as entalpias de hidrogenação observadas.
- b) O antraceno e o fenantreno são dois dos mais de 4720 compostos tóxicos encontrados na fumaça do cigarro. Escreva as estruturas de ressonância destes dois, e diga qual deve possuir entalpia de hidrogenação mais negativa, deixando claro seu raciocínio.
- c) Quando hidrocarbonetos aromáticos, como o benzeno, são ingeridos ou inalados convertem-se enzimaticamente a óxidos de areno, compostos onde uma “ligação dupla” no anel aromático foi convertida num epóxido.



Quais óxidos de areno podem ser obtidos a partir do fenantreno?

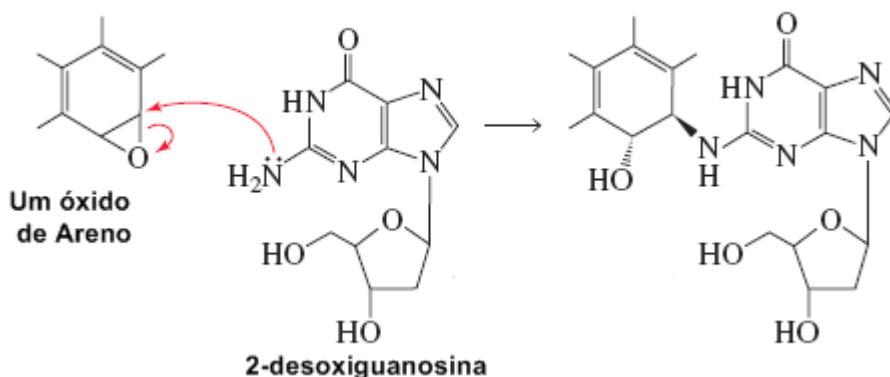
d) Em meio fisiológico estes óxidos podem sofrer um rearranjo em sua estrutura:



onde  $\text{BH}^+$  é um espécie protonada no meio fisiológico.

Quais óxidos de fenantreno podem formar mais de um fenol? Quais óxidos não podem formar fenóis? Deixe claro seu raciocínio, e mostre as reações de formação destes fenóis.

e) Alguns compostos aromáticos são carcinogênicos. Estudos revelaram que não são os hidrocarbonetos em si, mas os óxidos de arenos formados na metabolização destes os causadores do problema. Estes reagem com a 2-desoxiguanosina, um componente do DNA, formando um aduto que impede que o código genético seja corretamente transcrito, o que pode levar a mutações capazes de causar câncer.



Porém nem todos os óxidos de areno são carcinogênicos, isso depende das velocidades relativas de suas outras vias metabólicas, como a citada no item anterior. Se a velocidade com que ocorre o rearranjo em fenol for relativamente alta, então este composto não irá reagir com o DNA. Caso contrário, o composto será mais carcinogênico.

Dos óxidos de fenantreno, quais provavelmente devem ser os dois com maior potencial carcinogênico? Explique seu raciocínio.