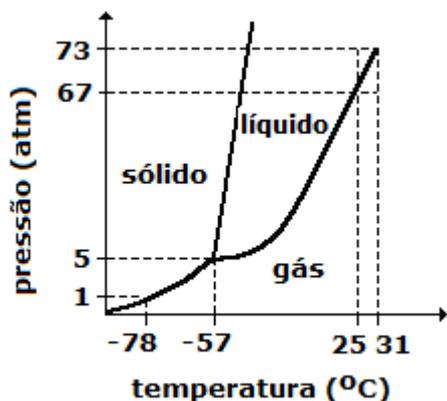


# FUVEST 2000 – Primeira fase e Segunda fase

## CONHECIMENTOS GERAIS

61. O diagrama esboçado abaixo mostra os estados físicos do CO<sub>2</sub> em diferentes pressões e temperaturas. As curvas são formadas por pontos em que coexistem dois ou mais estados físicos.



Um método de produção de gelo seco (CO<sub>2</sub> sólido) envolve

I. compressão isotérmica do CO<sub>2</sub> (g), inicialmente a 25 °C e 1 atm, até passar para o estado líquido;

II. rápida descompressão até 1 atm, processo no qual ocorre forte abaixamento de temperatura e aparecimento de CO<sub>2</sub> sólido

Em I, a pressão mínima a que o CO<sub>2</sub> (g) deve ser submetido para começar a liquefação, a 25 °C, é  $\underline{y}$  e, em II, a temperatura deve atingir  $\underline{x}$ .

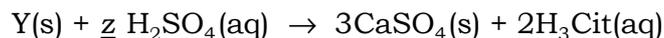
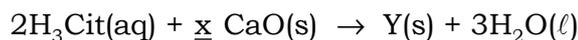
Os valores de  $\underline{y}$  e  $\underline{x}$  são, respectivamente,

- a) 67 atm e 0 °C
- b) 73 atm e -78 °C
- c) 5 atm e -57 °C
- d) 67 atm e -78 °C
- e) 73 atm e -57 °C

62. Do livro de Antoine Laurent Lavoisier, "Traité Élémentaire de Chimie", traduziu-se o seguinte trecho:

"Ácido cítrico é mais facilmente obtido saturando-se suco de limão com cal suficiente para formar citrato de cálcio, que é insolúvel em água. Lava-se esse sal e acrescenta-se quantidade apropriada de ácido sulfúrico. Forma-se sulfato de cálcio, que precipita, deixando o ácido cítrico livre na parte líquida".

Representando-se o ácido cítrico por H<sub>3</sub>Cit, o procedimento descrito por Lavoisier pode ser esquematizado pela seqüência de equações:



Em tal seqüência, x, Y, e z correspondem, respectivamente, a

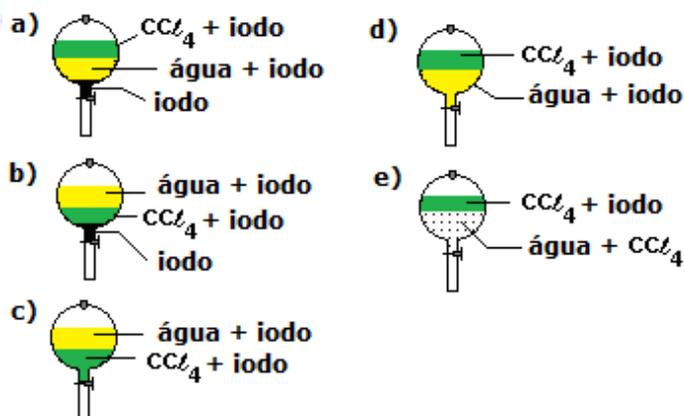
- a) 3, Ca<sub>3</sub>(Cit)<sub>2</sub> e 3
- b) 2, Ca<sub>2</sub>(Cit)<sub>3</sub> e 3
- c) 3, Ca<sub>3</sub>(Cit)<sub>2</sub> e 2
- d) 3, Ca<sub>2</sub>(Cit)<sub>3</sub> e 3
- e) 2, Ca<sub>3</sub>(Cit)<sub>2</sub> e 2

63. Propriedades de algumas substâncias:

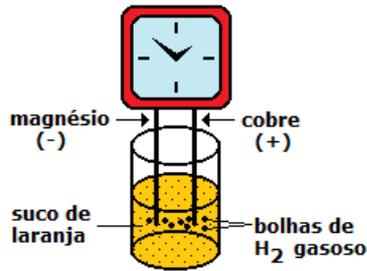
Substância	Ponto de fusão °C	Solubilidade (g/100 cm <sup>3</sup> ) a 25 °C		Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) a 25 °C
		em água	em CCl <sub>4</sub>	
CCl <sub>4</sub>	-23	≅ 0	-	1,59
iodo	113,5	0,03	2,90	4,93
água	0,0	-	≅ 0	1,00

\* CCl<sub>4</sub> = tetracloreto de carbono

A 25 °C, 3,00 g de iodo, 70 cm<sup>3</sup> de água e 50 cm<sup>3</sup> de CCl<sub>4</sub> são colocados em um funil de separação. Após agitação e repouso, qual dos esquemas seguir deve representar a situação final?



64. Um relógio de parede funciona normalmente, por algum tempo, por substituímos a pilha original por dois terminais metálicos mergulhados em uma solução aquosa ácida (suco de laranja), conforme esquematizado ao lado.



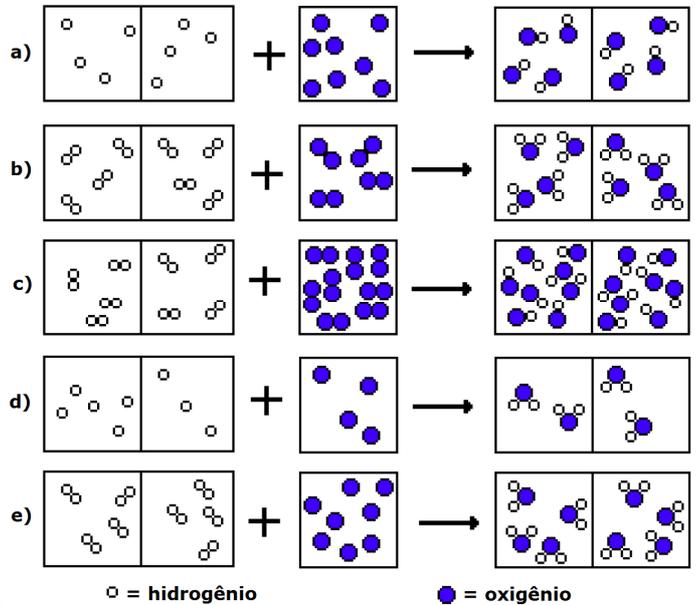
Durante o funcionamento do relógio,

- I. o pH do suco de laranja aumenta.
- II. a massa do magnésio diminui.
- III. a massa do cobre permanece constante.

Dessas afirmações,

- a) apenas a I é correta.
- b) apenas a II é correta.
- c) apenas a III é correta.
- d) apenas a II e a III são corretas.
- e) a I, a II e a III são corretas.

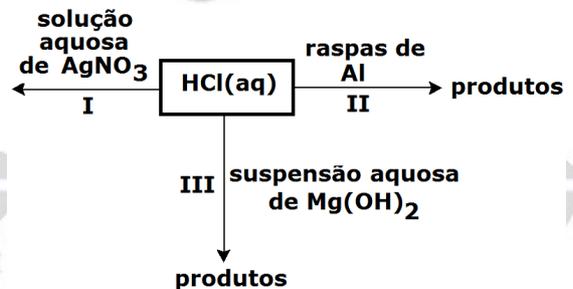
65. Em um artigo publicado em 1808, Gay-Lussac relatou que dois volumes de hidrogênio reagem com um volume de oxigênio, produzindo dois volumes de vapor de água (volumes medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura). Em outro artigo, publicado em 1811, Avogadro afirmou que volumes iguais, de quaisquer gases, sob as mesmas condições de pressão e temperatura, contêm o mesmo número de moléculas. Dentre as representações a seguir, a que está de acordo com o exposto e com as fórmulas moleculares atuais do hidrogênio e do oxigênio é:



66. As espécies  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$ , provenientes de isótopos distintos do ferro, diferem entre si, quanto ao número

- a) atômico e ao número de oxidação.
- b) atômico e ao raio iônico.
- c) de prótons e ao número de elétrons.
- d) de elétrons e ao número de nêutrons.
- e) de prótons e ao número de nêutrons.

67. Ácido clorídrico pode reagir com diversos materiais, formando diferentes produtos, como mostrado no esquema abaixo:



Os seguintes sinais evidentes de transformações químicas: liberação de gás, desaparecimento parcial ou total de sólido e formação de sólido são observáveis, respectivamente, em:

- a) I, II e III
- b) II, I e III
- c) II, III e I
- d) III, I e II
- e) III, II e I

68. Recentemente, na Bélgica, descobriu-se que frangos estavam contaminados com uma dioxina contendo 44 %, em massa, do elemento cloro. Esses frangos apresentavam, por kg,  $2,0 \times 10^{-13}$  mol desse composto, altamente tóxico.

Supondo que um adulto possa ingerir, por dia, sem perigo, no máximo  $3,23 \times 10^{-11}$  g desse composto, a massa máxima diária, em kg de frango contaminado, que tal pessoa poderia consumir seria igual a:

- a) 0,2
- b) 0,5
- c) 1
- d) 2
- e) 3

**Dados: 1 mol da dioxina contém 4 mols de átomos de cloro.**

massa molar do cloro  
(Cl) = 35,5 g/mol

69. Considere os seguintes materiais:

I. Artefato de bronze (confeccionado pela civilização inca).

II. Mangueira centenária (que ainda produz frutos nas ruas de Belém do Pará).

III. Corpo humano mumificado (encontrado em tumbas do Egito antigo).

O processo de datação, por carbono-14, é adequado para estimar a idade apenas

- a) do material I
- b) do material II
- c) do material III
- d) dos materiais I e II
- e) dos materiais II e III

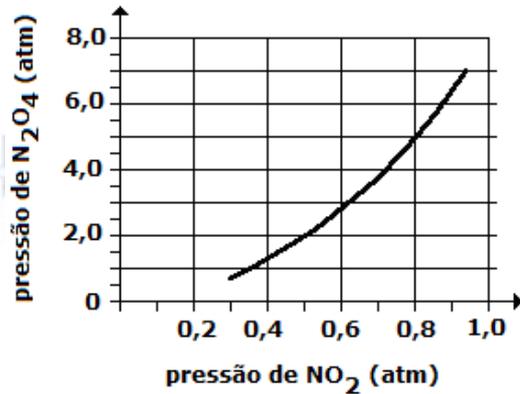
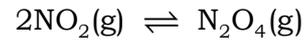
70. Deseja-se distinguir, de maneira simples, as substâncias de cada um dos pares a seguir, utilizando-se os testes sugeridos do lado direito da tabela:

Par de substâncias	Teste
I) nitrato de sódio e bicarbonato de sódio	X) dissolução e água
II) cloreto de sódio e glicose	Y) pH de suas soluções aquosas
III) naftaleno e sacarose	Z) condutibilidade elétrica de suas soluções aquosas

As substâncias dos pares I, II e III podem ser distinguidas, utilizando-se, respectivamente, os testes:

- a) X, Y e Z
- b) X, Z e Y
- c) Z, X e Y
- d) Y, X e Z
- e) Y, Z e X

71. No gráfico, estão os valores das pressões parciais de  $\text{NO}_2$  e de  $\text{N}_2\text{O}_4$ , para diferentes misturas desses dois gases, quando, a determinada temperatura, é atingido o equilíbrio:



Com os dados desse gráfico, pode-se calcular o valor da constante ( $K_p$ ) do equilíbrio atingido, naquela temperatura. Seu valor numérico é próximo de

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 8
- e) 12

72. A tabela seguinte fornece dados sobre duas soluções aquosas de certo ácido monoprótico, HA, a 25 °C.

Solução	Concentração de HA (mol/L)	pH
1	1,0	3,0
2	$1,0 \times 10^{-2}$	4,0

Esses dados indicam que,

I. a concentração de íons  $\text{H}^+(\text{aq})$ , na solução 2, é dez vezes maior do que na solução 1.

II. a solução 1 conduzirá melhor a corrente elétrica do que a solução 2.

III. o pH da solução do ácido HA, a 25 °C, tenderá ao valor 7,0 quando a concentração de HA tender a zero, ou seja, quando a diluição tender ao infinito.

Dessas afirmações, apenas a

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e a II são corretas.
- e) II e a III são corretas.

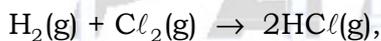
**73.** Um hidrocarboneto gasoso (que pode ser eteno, etino, propano, etano ou metano) está contido em um recipiente de 1 L, a 25 °C e 1atm. A combustão total desse hidrocarboneto requer exatamente 5 L de O<sub>2</sub>, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão. Portanto, esse hidrocarboneto deve ser:

- a) eteno.
- b) etino.
- c) propano.
- d) etano.
- e) metano.

**74.** Com base nos dados da tabela,

Ligação	Energia de ligação (kJ/mol)
H-H	436
Cl-Cl	243
H-Cl	432

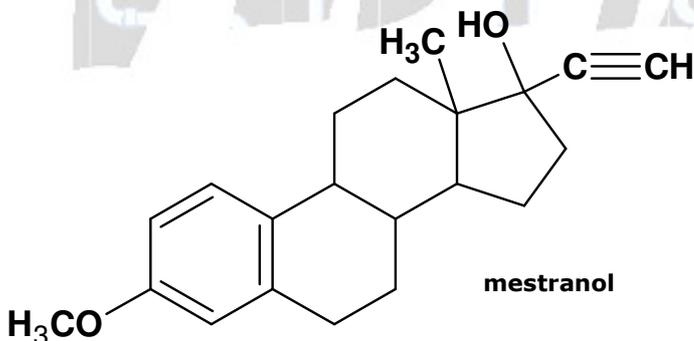
pode-se estimar que o ΔH da reação representada por



dado em kJ **por mol** de HCl(g), é igual a:

- a) - 92,5
- b) - 185
- c) - 247
- d) + 185
- e) + 92,5

**75.**



Analisando a fórmula estrutural do mestranol, um anticoncepcional, foram feitas as seguintes previsões sobre seu comportamento químico:

I. deve sofrer hidrogenação.

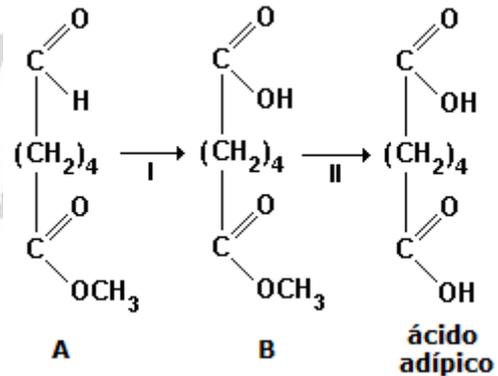
II. pode ser esterificado, em reação com um ácido carboxílico.

III. deve sofrer saponificação, em presença de soda cáustica.

Dessas previsões:

- a) apenas a I é correta.
- b) apenas a II é correta.
- c) apenas a I e a II são corretas.
- d) apenas a II e a III são corretas.
- e) a I, a II e a III são corretas.

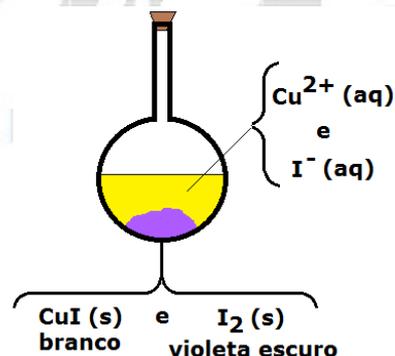
**76.** O ácido adípico, empregado na fabricação do náilon, pode ser preparado por um processo químico, cujas duas últimas etapas estão representadas a seguir:



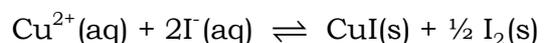
Nas etapas I e II ocorrem, respectivamente,

- a) oxidação de A e hidrólise de B.
- b) redução de A e hidrólise de B.
- c) oxidação de A e redução de B.
- d) hidrólise de A e oxidação de B.
- e) redução de A e oxidação de B.

**77.**



No sistema aquoso representado anteriormente, existe o seguinte equilíbrio químico:



Ao balão, foi acrescentado benzeno, que é um líquido incolor, imiscível com água, no qual,

dentre as espécies do equilíbrio, somente o iodo é muito solúvel, conferindo-lhe cor vermelha. Como resultado de tal perturbação, após agitação e repouso, estabelece-se um novo estado de equilíbrio.

Em relação à situação inicial, têm-se agora:

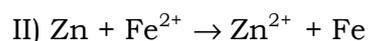
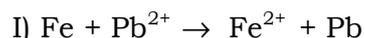
- a) maior  $[Cu^{2+}(aq)]$ , maior quantidade de  $CuI(s)$  e benzeno vermelho.
- b) maior  $[Cu^{2+}(aq)]$ , menor quantidade de  $CuI(s)$  e benzeno incolor.
- c) menor  $[Cu^{2+}(aq)]$ , menor quantidade de  $CuI(s)$  e benzeno vermelho.
- d) menor  $[Cu^{2+}(aq)]$ , menor quantidade de  $CuI(s)$  benzeno incolor.
- e) menor  $[Cu^{2+}(aq)]$ , e maior quantidade de  $CuI(s)$  e benzeno vermelho.

**78.** Misturando-se soluções aquosas de nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) e de cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ), forma-se um precipitado de cromato de prata ( $Ag_2CrO_4$ ), de cor vermelho-tijolo, em uma reação completa.

A solução sobrenadante pode se apresentar incolor ou amarela, dependendo de o excesso ser do primeiro ou do segundo reagente. Na mistura de 20 mL de solução 0,1 mol/L de  $AgNO_3$  com 10 mL de solução 0,2 mol/L de  $K_2CrO_4$ , a quantidade em mol do sólido que se forma e a cor da solução sobrenadante, ao final da reação, são respectivamente:

- a)  $1 \times 10^{-3}$  e amarela.
- b)  $1 \times 10^{-3}$  e incolor.
- c) 1 e amarela.
- d)  $2 \times 10^{-3}$  e amarela.
- e)  $2 \times 10^{-3}$  e incolor.

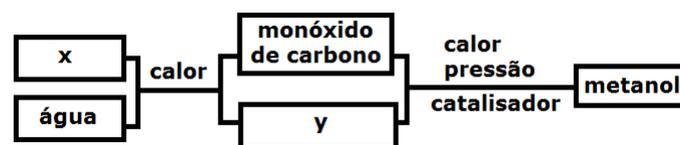
**79.** I e II são equações de reações que ocorrem em água, espontaneamente, no sentido indicado, em condições padrão.



Analisando tais reações, isoladamente ou em conjunto, pode-se afirmar que, em condições padrão,

- a) elétrons são transferidos do  $Pb^{2+}$  para o Fe.
- b) reação espontânea deve ocorrer entre Pb e  $Zn^{2+}$ .
- c)  $Zn^{2+}$  deve ser melhor oxidante do que  $Fe^{2+}$ .
- d) Zn deve reduzir espontaneamente  $Pb^{2+}$  a Pb.
- e)  $Zn^{2+}$  deve ser melhor oxidante do que  $Pb^{2+}$ .

**80.** Pode-se produzir metanol a partir de uma reserva natural (X), conforme o esquema seguinte:



Em tal esquema, X e Y devem ser, respectivamente,

- a) metano e oxigênio.
- b) carvão e hidrogênio.
- c) celulose e gás carbônico.
- d) calcário e soda cáustica.
- e) sacarose e etanol.

## Gabarito dos testes

- TESTE 61 – Alternativa D
- TESTE 62 – Alternativa A
- TESTE 63 – Alternativa B
- TESTE 64 – Alternativa E
- TESTE 65 – Alternativa B
- TESTE 66 – Alternativa D
- TESTE 67 – Alternativa C
- TESTE 68 – Alternativa B
- TESTE 69 – Alternativa C
- TESTE 70 – Alternativa E
- TESTE 71 – Alternativa D
- TESTE 72 – Alternativa E
- TESTE 73 – Alternativa C
- TESTE 74 – Alternativa A
- TESTE 75 – Alternativa C
- TESTE 76 – Alternativa A
- TESTE 77 – Alternativa E
- TESTE 78 – Alternativa A
- TESTE 79 – Alternativa D
- TESTE 80 – Alternativa B

## FUVEST 2000 – Segunda fase

### Questão 01

Deseja-se distinguir, experimentalmente, o estanho do zinco. Para tal, foram feitos três experimentos:

I. Determinou-se a densidade de um dos metais, a 20 °C, com margem de erro de 3 %, e achou-se o valor 7,2 g/cm<sup>3</sup>.

II. Colocou-se, separadamente, cada um dos metais em uma solução aquosa de ácido clorídrico, de concentração 1 mol/L.

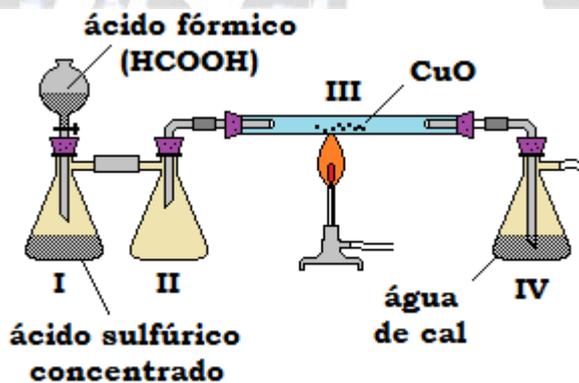
III. Colocou-se, separadamente, cada um dos metais em uma solução aquosa de sulfato ferroso, de concentração 1 mol/L.

Para cada um dos experimentos, com base nos dados fornecidos, explique se foi possível ou não distinguir um metal do outro.

Dados:

Metal (Me)	Densidade a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )	$E_{\text{red}}^0$ (Me <sup>2+</sup> , Me) (V)
Sn	7,29	- 0,14
Zn	7,14	- 0,76
Fe	-	- 0,44

### Questão 02



Atenção: A demonstração só deve ser feita em ambiente adequado e com os devidos cuidados!

Para demonstrar, em laboratório, a obtenção de metais por redução de seus óxidos, pode ser utilizada a aparelhagem esquematizada acima, em que:

I. gerador do gás redutor por desidratação do ácido fórmico

II. frasco de segurança

III. tubo de pirex contendo o óxido metálico

IV. absorvedor de gás

Para essa demonstração,

- a) dê as alterações que seriam observadas, visualmente, em III e IV.
- b) escreva as equações das reações que ocorrem em I e III.
- c) escolha uma substância química, utilizada ou formada, que não seja o ácido sulfúrico, e cite uma de suas propriedades, que exija cuidados especiais no seu uso.

### Questão 03

Os humanos estão acostumados a respirar ar com pressão parcial de  $O_2$  próxima de  $2,1 \times 10^4$  Pa, que corresponde, no ar, a uma porcentagem (em volume) desse gás igual a 21 %. No entanto, podem se adaptar a uma pressão parcial de  $O_2$  na faixa de  $(1 \text{ a } 6) \times 10^4$  Pa, mas não conseguem sobreviver se forçados a respirar  $O_2$  fora desses limites.

- a) Um piloto de uma aeronave, em uma cabine não pressurizada, voando a uma altitude de 12 km, onde a pressão atmosférica é de  $2,2 \times 10^4$  Pa, poderá sobreviver se a cabine for alimentada por  $O_2$  puro? Explique.
- b) Um mergulhador no mar, a uma profundidade de 40 m, está sujeito a uma pressão cinco vezes maior do que na superfície. Para que possa sobreviver, ele deve respirar uma mistura de gás He com  $O_2$ , em proporção adequada. Qual deve ser a porcentagem de  $O_2$ , nessa mistura, para que o mergulhador respire um "ar" com a mesma pressão parcial de  $O_2$  existente no ar da superfície, ou seja,  $2,1 \times 10^4$  Pa? Justifique.

Obs.: O He substitui com vantagem o  $N_2$ .

### Questão 04

Para diagnósticos de anomalias da glândula tireóide, por cintilografia, deve ser introduzido, no paciente, iodeto de sódio, em que o ânion iodeto é proveniente de um radioisótopo do iodo (número atômico 53 e número de massa 131). A meia-vida efetiva desse isótopo (tempo que decorre para que metade da quantidade do isótopo deixe de estar presente na glândula) é de aproximadamente 5 dias.

- a) O radioisótopo em questão emite radiação  $\beta^-$ . O elemento formado nessa emissão é  $_{52}\text{Te}$ ,  $_{127}\text{I}$  ou  $_{54}\text{Xe}$ ? Justifique. Escreva a equação nuclear correspondente.
- b) Suponha que a quantidade inicial do isótopo na glândula (no tempo zero) seja de 1,000  $\mu\text{g}$  e se reduza, após certo tempo, para 0,125  $\mu\text{g}$ . Com base nessas informações, trace a curva que dá a quantidade do radioisótopo na glândula em função do tempo, colocando os valores nas coordenadas adequadamente escolhidas.

### Questão 05

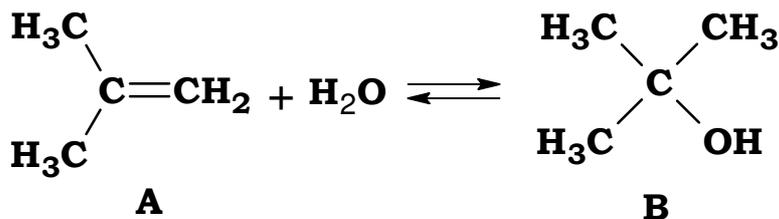
Um método de obtenção de  $H_2(g)$ , em laboratório, se baseia na reação de alumínio metálico com solução aquosa de hidróxido de sódio.

- a) Escreva a equação balanceada dessa reação, sabendo-se que o hidrogênio provém da redução da água e que o alumínio, na sua oxidação, forma a espécie aluminato,  $Al(OH)_4^-$ .
- b) Para a obtenção do  $H_2$ , foram usados 0,10 mol de alumínio e 100 mL de uma solução aquosa de NaOH, de densidade 1,08 g/mL e porcentagem em massa (título) 8,0 %. Qual dos reagentes, Al ou NaOH, é o reagente limitante na obtenção do  $H_2$ ? Justifique, calculando a quantidade, em mol, de NaOH usada.

Dado: Massa molar do NaOH = 40 g/mol

**Questão 06**

Considere o equilíbrio:



a) Calcule, usando as energias de ligação, o valor do  $\Delta H$  da reação de formação de 1 mol de **B**, a partir de **A**.

b) **B** é obtido pela reação de **A** com ácido sulfúrico diluído à temperatura ambiente, enquanto **A** é obtido a partir de **B**, utilizando-se ácido sulfúrico concentrado a quente. Considerando as substâncias envolvidas no equilíbrio e o sinal do  $\Delta H$ , obtido no item a, justifique a diferença nas condições empregadas quando se quer obter **A** a partir de **B** e **B** a partir de **A**.

Dados:	
Ligação	Energia (kJ/mol)
$(\text{CH}_3)_3\text{C} - \text{OH}$	389
$\text{OH} - \text{H}$	497
$(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}_2 - \text{H}$	410
$\text{C} = \text{C}$ (transformação de ligação dupla em simples)	267

**Questão 07**

A composição de óleos comestíveis é, usualmente, dada pela porcentagem em massa dos ácidos graxos obtidos na hidrólise total dos triglicerídeos que constituem tais óleos. Segue-se esta composição para os óleos de oliva e milho.

Tipo de óleo	Porcentagem em massa de ácidos		
	Palmítico $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{H}$ M = 256	Oléico $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CO}_2\text{H}$ M = 282	Linoléico $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{H}$ M = 280
<b>Oliva</b>	10	85	05
<b>Milho</b>	10	30	60

M = massa molar em g/mol

Um comerciante comprou óleo de oliva mas, ao receber a mercadoria, suspeitou tratar-se de óleo de milho. Um químico lhe explicou que a suspeita poderia ser esclarecida, determinando-se o índice de iodo, que é a quantidade de iodo, em gramas, consumida por 100 g de óleo.

a) Os ácidos graxos insaturados da tabela têm cadeia aberta e consomem iodo. Quais são esses ácidos? Justifique.

b) Analisando-se apenas os dados da tabela, qual dos dois óleos apresentará maior índice de iodo? Justifique.

**Questão 08**

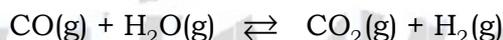
Frações do petróleo podem ser transformadas em outros produtos por meio de vários processos, entre os quais:

- I. craqueamento
- II. reforma catalítica (conversão de alcanos e cicloalcanos em compostos aromáticos)
- III. isomerização

Utilizando o n-hexano como composto de partida, escreva uma equação química balanceada para cada um desses processos, usando fórmulas estruturais.

**Questão 09**

Considere o equilíbrio, em fase gasosa,



cuja constante K, à temperatura de 430 °C, é igual a 4.

Em um frasco de 1,0 L, mantido a 430 °C, foram misturados 1,0 mol de CO, 1,0 mol de H<sub>2</sub>O, 3,0 mol de CO<sub>2</sub>, e 3,0 mol de H<sub>2</sub>. Esperou-se até o equilíbrio ser atingido.

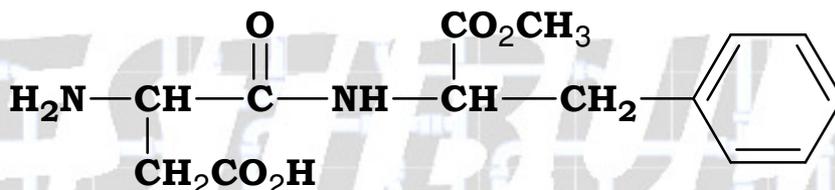
a) Em qual sentido, no de formar mais CO ou de consumi-lo, a rapidez da reação é maior, até se igualar no equilíbrio? Justifique.

b) Calcule as concentrações de equilíbrio de cada uma das espécies envolvidas (Lembrete:  $4 = 2^2$ ).

Obs.: Considerou-se que todos os gases envolvidos têm comportamento de gás ideal.

**Questão 10**

O aspartame, adoçante artificial, é um éster de um dipeptídeo.



Esse adoçante sofre hidrólise, no estômago, originando dois aminoácidos e uma terceira substância.

a) Escreva as fórmulas estruturais dos aminoácidos formados nessa hidrólise.

b) Qual é a terceira substância formada nessa hidrólise? Explique de qual grupo funcional se origina essa substância.