

## FUVEST 2007 – Primeira fase e Segunda fase

### CONHECIMENTOS GERAIS

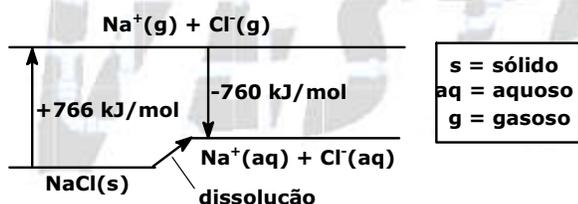
19. Um centro de pesquisa nuclear possui um ciclotron que produz radioisótopos para exames de tomografia. Um deles, o Flúor-18 ( $^{18}\text{F}$ ), com meia-vida de aproximadamente 1h30min, é separado em doses, de acordo com o intervalo de tempo entre sua preparação e o início previsto para o exame. Se o frasco com a dose adequada para o exame de um paciente A, a ser realizado 2 horas depois da preparação, contém  $N_A$  átomos de  $^{18}\text{F}$ , o frasco destinado ao exame de um paciente B, a ser realizado 5 horas depois da preparação, deve conter  $N_B$  átomos de  $^{18}\text{F}$ , com

- a)  $N_B = 2 N_A$
- b)  $N_B = 3 N_A$
- c)  $N_B = 4 N_A$
- d)  $N_B = 6 N_A$
- e)  $N_B = 8 N_A$

A meia vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo após o qual metade dos átomos inicialmente presentes sofreram desintegração.

20. A dissolução de um sal em água pode ocorrer com liberação de calor, absorção de calor ou sem efeito térmico.

Conhecidos os calores envolvidos nas transformações, mostradas no diagrama que segue, é possível calcular o calor da dissolução de cloreto de sódio sólido em água, produzindo  $\text{Na}^+(\text{aq})$  e  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ .



Com os dados fornecidos, pode-se afirmar que a dissolução de 1 mol desse sal

- a) é acentuadamente exotérmica, envolvendo cerca de  $10^3$  kJ.
- b) é acentuadamente endotérmica, envolvendo cerca de  $10^3$  kJ.
- c) ocorre sem troca de calor.
- d) é pouco exotérmica, envolvendo menos de 10 kJ.
- e) é pouco endotérmica, envolvendo menos de 10 kJ.

21. O cientista e escritor Oliver Sacks, em seu livro *Tio Tungstênio*, nos conta a seguinte passagem de sua infância: “Ler sobre [Humphry] Davy e seus experimentos estimulou-me a fazer diversos outros experimentos eletroquímicos... Devolvi o brilho às colheres de prata de minha mãe colocando-as em um prato de alumínio com uma solução morna de bicarbonato de sódio [ $\text{NaHCO}_3$ ] ”.

Pode-se compreender o experimento descrito, sabendo-se que

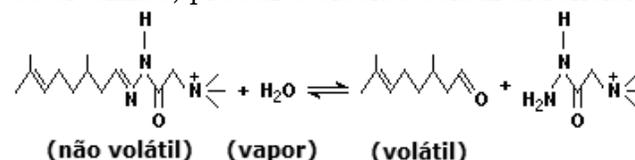
- objetos de prata, quando expostos ao ar, enegrecem devido à formação de  $\text{Ag}_2\text{O}$  e  $\text{Ag}_2\text{S}$  (compostos iônicos).

- as espécies químicas  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ag}^+$  têm, nessa ordem, tendência crescente para receber elétrons.

Assim sendo, a reação de oxirredução, responsável pela devolução do brilho às colheres, pode ser representada por:

- a)  $3\text{Ag}^+ + \text{Al}^0 \rightarrow 3\text{Ag}^0 + \text{Al}^{3+}$
- b)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{Ag}^0 \rightarrow \text{Al}^0 + 3\text{Ag}^+$
- c)  $\text{Ag}^0 + \text{Na}^+ \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Na}^0$
- d)  $\text{Al}^0 + 3\text{Na}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{Na}^0$
- e)  $3\text{Na}^0 + \text{Al}^{3+} \rightarrow 3\text{Na}^+ + \text{Al}^0$

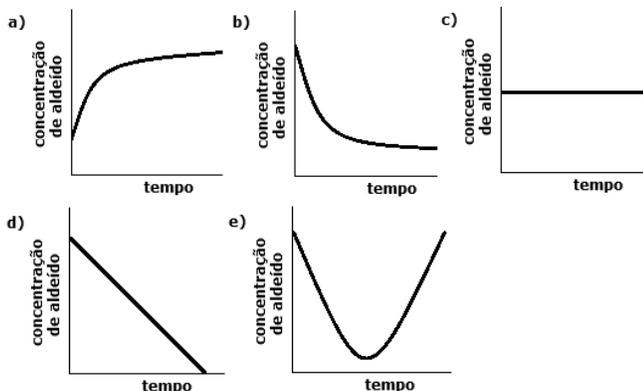
22. Alguns perfumes contêm substâncias muito voláteis, que evaporam rapidamente, fazendo com que o aroma dure pouco tempo. Para resolver esse problema, pode-se utilizar uma substância não volátil que, ao ser lentamente hidrolisada, irá liberando o componente volátil desejado por um tempo prolongado. Por exemplo, o composto não volátil, indicado na equação, quando exposto ao ar úmido, produz o aldeído volátil citronelal:



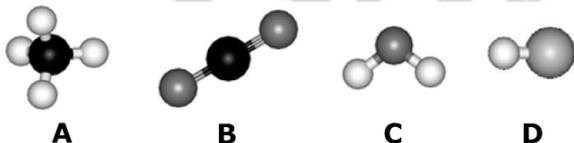
Um tecido, impregnado com esse composto não volátil, foi colocado em uma sala fechada, contendo ar saturado de vapor d'água. Ao longo do tempo, a concentração de vapor d'água e a temperatura mantiveram-se praticamente constantes.

Sabe-se que a velocidade de formação do aldeído é diretamente proporcional à concentração do composto não volátil. Assim sendo, o diagrama que corretamente relaciona

a concentração do aldeído no ar da sala com o tempo decorrido deve ser



23. A figura mostra modelos de algumas moléculas com ligações covalentes entre seus átomos.



Analise a polaridade dessas moléculas, sabendo que tal propriedade depende da

- diferença de eletronegatividade entre os átomos que estão diretamente ligados. (Nas moléculas apresentadas, átomos de elementos diferentes têm eletronegatividades diferentes.)
- forma geométrica das moléculas.

Dentre essas moléculas, pode-se afirmar que são polares apenas

- A e B
- A e C
- A, C e D
- B, C e D
- C e D

**Observação:** Eletronegatividade é a capacidade de um átomo para atrair os elétrons da ligação covalente.

24. Acreditava-se que a dissolução do dióxido de carbono atmosférico na água do mar deveria ser um fenômeno desejável por contribuir para a redução do aquecimento global. Porém, tal dissolução abaixa o pH da água do mar, provocando outros problemas ambientais. Por exemplo, são danificados seriamente os recifes de coral, constituídos, principalmente, de carbonato de cálcio.

A equação química que representa simultaneamente a dissolução do dióxido de carbono na água do mar e a dissolução dos recifes de coral é

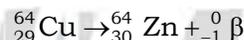
s = sólido  
g = gasoso  
ℓ = líquido  
aq = aquoso

- $\text{CaC}_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$
- $\text{CaC}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HCO}_3^-(\text{aq})$
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

25. A cúpula central da Basílica de Aparecida do Norte receberá novas chapas de cobre que serão envelhecidas artificialmente, pois, expostas ao ar, só adquiririam a cor verde das chapas atuais após 25 anos. Um dos compostos que conferem cor verde às chapas de cobre, no envelhecimento natural, é a malaquita,  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ . Dentre os constituintes do ar atmosférico, são necessários e suficientes para a formação da malaquita:

- nitrogênio e oxigênio.
- nitrogênio, dióxido de carbono e água.
- dióxido de carbono e oxigênio.
- dióxido de carbono, oxigênio e água.
- nitrogênio, oxigênio e água.

26. O isótopo radioativo Cu-64 sofre decaimento  $\beta$ , conforme representado:



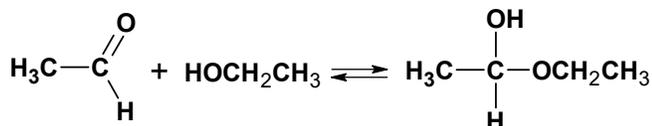
A partir de amostra de 20,0 mg de Cu-64, observa-se que, após 39 horas, formaram-se 17,5 mg de Zn-64. Sendo assim, o tempo necessário para que metade da massa inicial de Cu-64 sofra decaimento  $\beta$  é cerca de

- 6 horas.
- 13 horas.
- 19 horas.
- 26 horas.
- 52 horas.

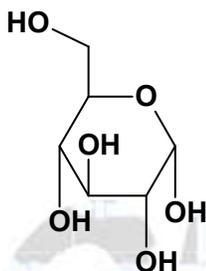
**Observação:**  ${}_{29}^{64}\text{Cu}$

64 = número de massa  
29 = número atômico

27. Aldeídos podem reagir com álcoois, conforme representado:



Este tipo de reação ocorre na formação da glicose cíclica, representada por



Dentre os seguintes compostos, aquele que, ao reagir como indicado, porém de forma intramolecular, conduz à forma cíclica da glicose é

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

28. Os comprimidos de um certo antiácido efervescente contêm ácido acetilsalicílico, ácido cítrico e determinada quantidade de bicarbonato de sódio, que não é totalmente consumida pelos outros componentes, quando o comprimido é dissolvido em água.

Para determinar a porcentagem em massa do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) nesses comprimidos, foram preparadas 7 soluções de vinagre, com mesmo volume, porém de concentrações crescentes. Em um primeiro experimento, determinou-se a massa de um certo volume de água e de um comprimido do antiácido. A seguir, adicionou-se o comprimido à água, agitou-se e, após cessar a liberação de gás, fez-se nova pesagem.

Procedimento análogo foi repetido para cada uma das 7 soluções. Os resultados desses 8 experimentos estão no gráfico.



Considerando desprezível a solubilidade do gás na água e nas soluções utilizadas, a porcentagem em massa de bicarbonato de sódio nos comprimidos de antiácido é, aproximadamente, de

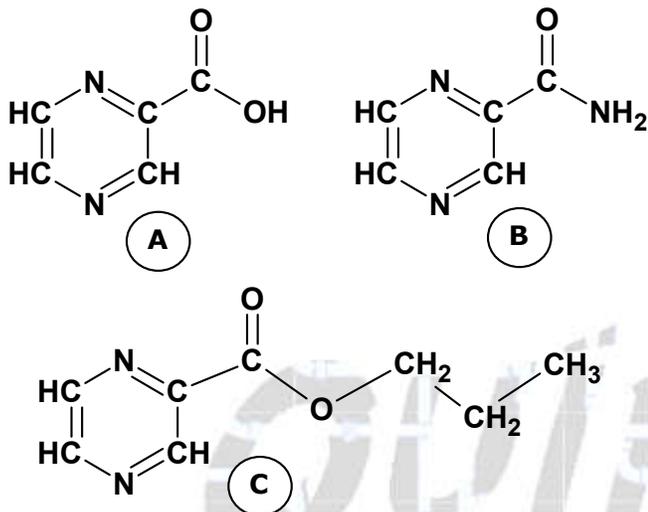
- a) 30  
b) 55  
c) 70  
d) 85  
e) 90

**Dados:**

massa do comprimido = 3,0 g  
massas molares (g/mol): dióxido de carbono = 44  
bicarbonato de sódio = 84  
vinagre = solução aquosa diluída de ácido acético

29. A tuberculose voltou a ser um problema de saúde em todo o mundo, devido ao aparecimento de bacilos que sofreram mutação genética (mutantes) e que se revelaram resistentes à maioria dos medicamentos utilizados no tratamento da doença. Atualmente, há doentes infectados por bacilos mutantes e por bacilos não-mutantes. Algumas substâncias (A, B e C) inibem o crescimento das culturas de bacilos não-

mutantes. Tais bacilos possuem uma enzima que transforma B em A e outra que transforma C em A. Acredita-se que A seja a substância responsável pela inibição do crescimento das culturas.



O crescimento das culturas de bacilos de bacilos mutantes é inibido por A ou C, mas não por B. Assim sendo, dentre as enzimas citadas, a que está ausente em tais bacilos deve ser a que transforma

- ésteres em ácidos carboxílicos.
- amidas em ácidos carboxílicos.
- ésteres em amidas.
- amidas em cetonas.
- cetonas em ésteres.

### Gabarito dos testes

- TESTE 19** – Alternativa C  
**TESTE 20** – Alternativa E  
**TESTE 21** – Alternativa A  
**TESTE 22** – Alternativa A  
**TESTE 23** – Alternativa E  
**TESTE 24** – Alternativa D  
**TESTE 25** – Alternativa D  
**TESTE 26** – Alternativa B  
**TESTE 27** – Alternativa C  
**TESTE 28** – Alternativa C  
**TESTE 29** – Alternativa B

## FUVEST 2007 – Segunda fase

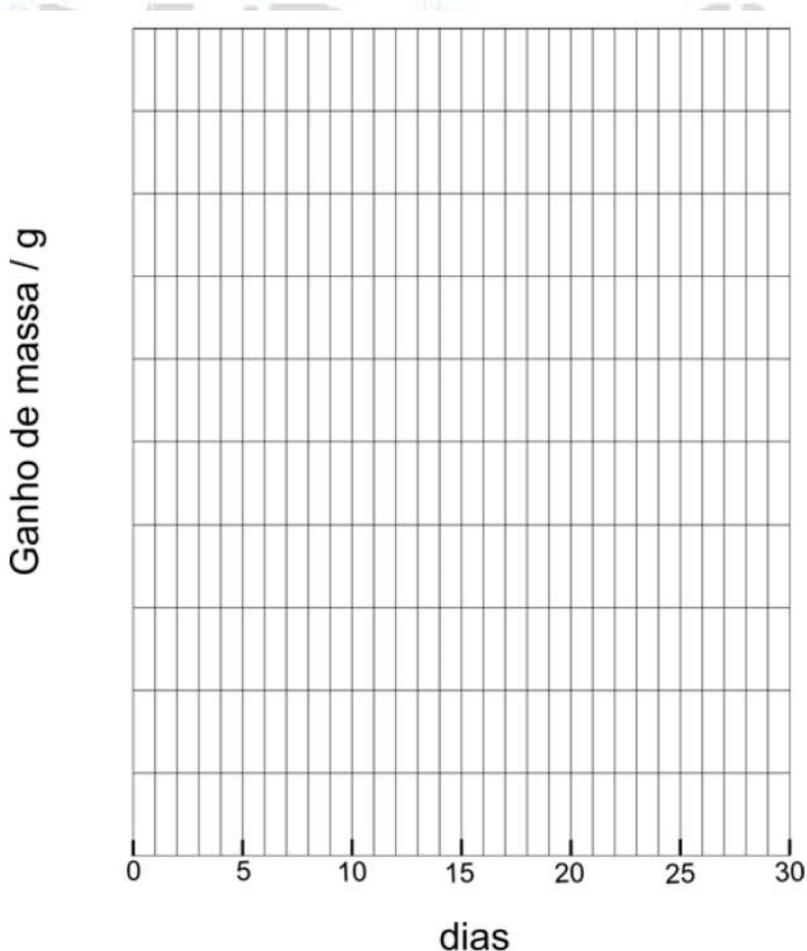
### Questão 01

Um determinado agente antimofa consiste em um pote com tampa perfurada, contendo 80 g de cloreto de cálcio anidro que, ao absorver água, se transforma em cloreto de cálcio diidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Em uma experiência, o agente foi mantido durante um mês em ambiente úmido. A cada 5 dias, o pote foi pesado e registrado o ganho de massa:

| dias | ganho de massa / g |
|------|--------------------|
| 0    | 0                  |
| 5    | 7                  |
| 10   | 15                 |
| 15   | 22                 |
| 20   | 30                 |
| 25   | 37                 |
| 30   | 45                 |

**Dados:** massas molares (g / mol)  
 água..... 18  
 cloreto de cálcio....111

a) Construa, o gráfico que representa o ganho de massa *versus* o número de dias.

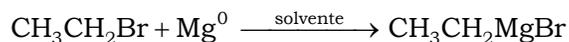


b) Qual o ganho de massa quando todo o cloreto de cálcio, contido no pote, tiver se transformado em cloreto de cálcio diidratado? Mostre os cálculos.

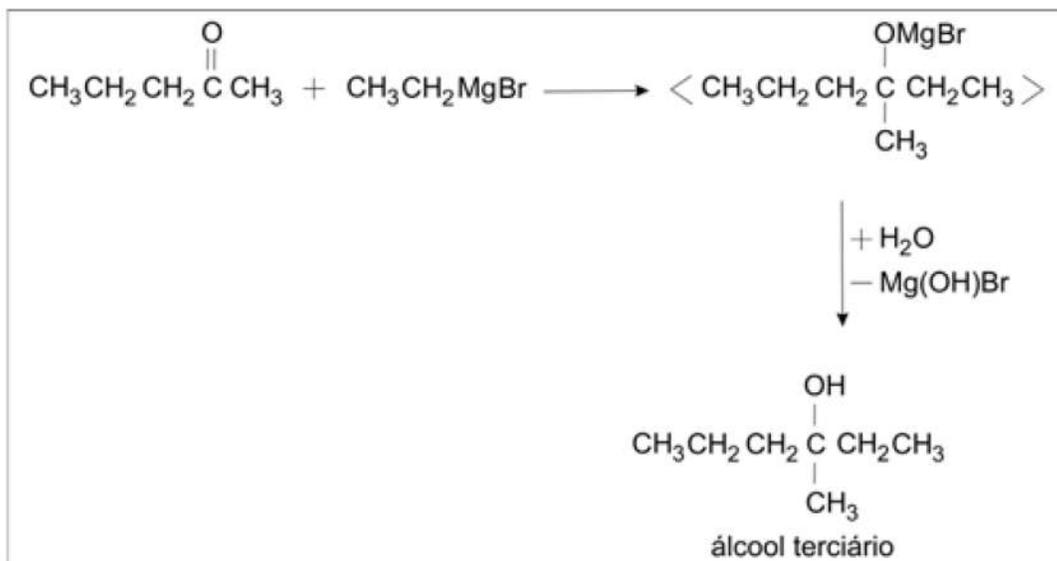
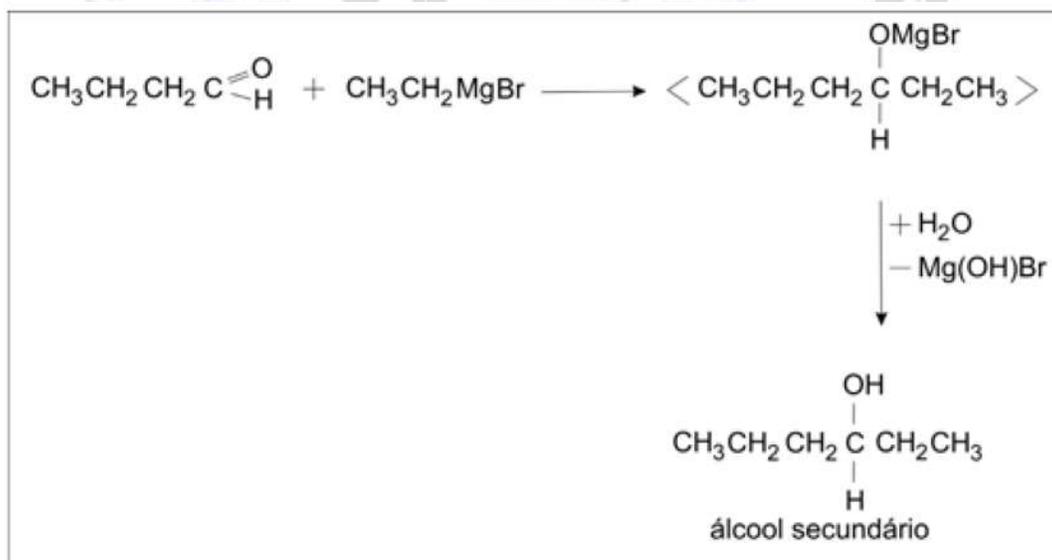
c) A quantos dias corresponde o ganho de massa calculado no item anterior? Indique no gráfico, utilizando linhas de chamada.

**Questão 02**

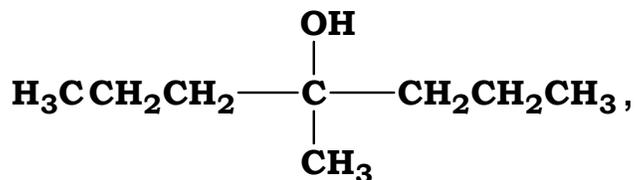
Em 1912, François Auguste Victor Grignard recebeu o prêmio Nobel de Química pela preparação de uma nova classe de compostos contendo, além de carbono e hidrogênio, magnésio e um halogênio – os quais passaram a ser denominados “compostos de Grignard”. Tais compostos podem ser preparados pela reação de um haleto de alquila com magnésio em solvente adequado.



Os compostos de Grignard reagem com compostos carbonílicos (aldeídos e cetonas), formando álcoois. Nessa reação, forma-se um composto intermediário que, reagindo com água, produz o álcool.



Por este método, para preparar o álcool terciário

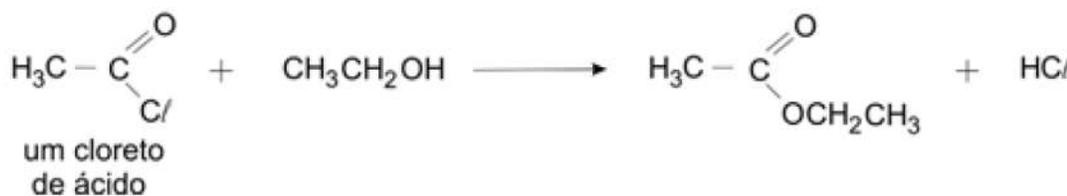


há duas possibilidades de escolha dos reagentes. Preencha a tabela a seguir para cada uma delas.

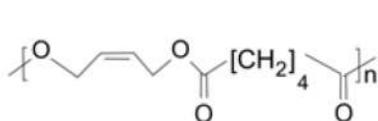
|                 | Composto carbonílico | Reagente de Grignard | Haleta de alquila |
|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Possibilidade 1 |                      |                      |                   |
| Possibilidade 2 |                      |                      |                   |

### Questão 03

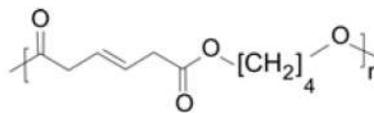
Ésteres podem ser preparados pela reação de ácidos carboxílicos ou cloretos de ácido, com álcoois, conforme exemplificado:



Recentemente, dois poliésteres biodegradáveis (I e II) foram preparados, utilizando, em cada caso, um dos métodos citados.



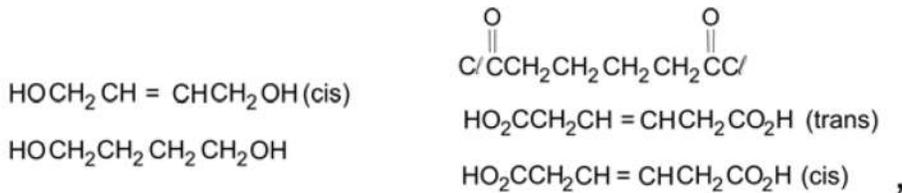
I



II

a) Escreva a fórmula mínima da unidade estrutural que se repete n vezes no polímero **I**.

Dentre os seguintes compostos,



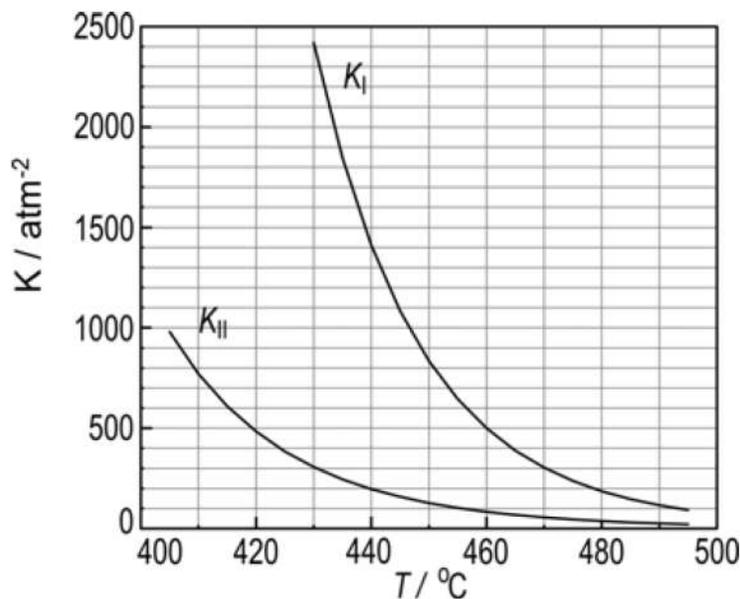
quais são os reagentes apropriados para a preparação de

b) ① ?

c) ② ?

#### Questão 04

Na produção de hidrogênio por via petroquímica, sobram traços de CO e CO<sub>2</sub> nesse gás, o que impede sua aplicação em hidrogenações catalíticas, uma vez que CO é veneno de catalisador. Usando-se o próprio hidrogênio, essas impurezas são removidas, sendo transformadas em CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>O. Essas reações ocorrem a temperaturas elevadas, em que reagentes e produtos são gasosos, chegando a um equilíbrio de constante K<sub>I</sub> no caso do CO e a um equilíbrio de constante K<sub>II</sub> no caso do CO<sub>2</sub>. O gráfico traz a variação dessas constantes com a temperatura.



a) Num experimento de laboratório, realizado a 460 °C, as pressões parciais de CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>O, eram, respectivamente, 4 × 10<sup>-5</sup> atm; 2 atm; 0,4 atm; e 0,4 atm. Verifique se o equilíbrio químico foi alcançado. Explique.

b) As transformações de CO e CO<sub>2</sub> em CH<sub>4</sub> mais H<sub>2</sub>O são exotérmicas ou endotérmicas? Justifique sua resposta.

c) Em qual das duas transformações, na de CO ou na de CO<sub>2</sub>, o calor despreendido ou absorvido é maior?

Explique, em termos do módulo da quantidade de calor (|Q|) envolvida.

### Questão 05

Foi realizado o seguinte experimento, em quatro etapas:

I) Em um copo de vidro, contendo alguns pregos de ferro lixados, foi colocada uma solução de tintura de iodo (iodo em solução de água e álcool comum, de cor castanho-avermelhada), em quantidade suficiente para cobrir os pregos. Depois de algumas horas, observou-se descoloração da solução.

II) A solução descolorida foi despejada em um outro copo, separando-se-a dos pregos.

III) À solução descolorida, foram adicionadas algumas gotas de água sanitária (solução aquosa de hipoclorito de sódio, cujo pH é maior que 7). Observou-se o reaparecimento imediato da cor castanho-avermelhada e formação de um precipitado.

IV) Adicionaram-se, à mistura heterogênea obtida em III, algumas gotas de ácido clorídrico concentrado. A solução continuou castanho-avermelhada, mas o precipitado foi dissolvido.

a) Escreva a equação química balanceada para a reação que ocorre na etapa I.

b) Quais os produtos das transformações que ocorrem na etapa III?

c) Escreva a equação química balanceada para a reação que ocorre na etapa IV.

#### Observações:

Hipoclorito,  $\text{ClO}^-$ , é um oxidante que se reduz a cloreto,  $\text{Cl}^-$ , em meio aquoso.

O precipitado da etapa III envolve o cátion formado na etapa I.

Na tintura de iodo, o álcool está presente apenas para aumentar a solubilidade do iodo.

### Questão 06

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) estabelece que o álcool combustível, utilizado no Brasil, deve conter entre 5,3 % e 7,4 % de água, em massa. Porcentagens maiores de água significam que o combustível foi adulterado. Um método que está sendo desenvolvido para analisar o teor de água no álcool combustível consiste em saturá-lo com cloreto de sódio,  $\text{NaCl}$ , e medir a condutividade elétrica da solução resultante. Como o  $\text{NaCl}$  é muito solúvel em água e pouco solúvel em etanol, a quantidade de sal adicionada para saturação aumenta com o teor de água no combustível. Observa-se que a condutividade elétrica varia linearmente com o teor de água no combustível, em um intervalo de porcentagem de água que abrange os limites estabelecidos pela ANP.

a) Explique por que o etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) forma mistura homogênea com água em todas as proporções.

b) Faça um desenho, representando os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em solução aquosa e mostrando a interação desses íons com as moléculas de água.

c) Esboce um gráfico que mostre a variação da condutividade elétrica da mistura combustível, saturada com  $\text{NaCl}$ , em função do teor de água nesse combustível. Justifique por que o gráfico tem o aspecto esboçado.

**Questão 07**

Existem vários tipos de carvão mineral, cujas composições podem variar, conforme exemplifica a tabela a seguir.

| tipo de carvão | umidade<br>(% em massa) | material volátil*<br>(% em massa) | carbono não volátil<br>(% em massa) | outros constituintes**<br>(% em massa) |
|----------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| antracito      | 3,9                     | 4,0                               | 84,0                                | 8,1                                    |
| betuminoso     | 2,3                     | 19,6                              | 65,8                                | 12,3                                   |
| sub-betuminoso | 22,2                    | 32,2                              | 40,3                                | 5,3                                    |
| lignito        | 36,8                    | 27,8                              | 30,2                                | 5,2                                    |

\* Considere semelhante a composição do material volátil para os quatro tipos de carvão.

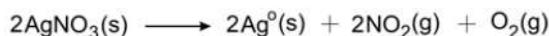
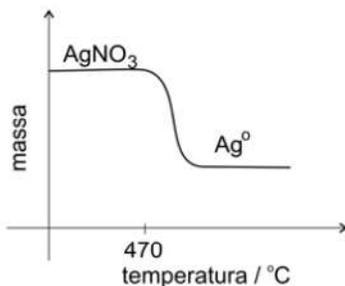
\*\* Dentre os outros constituintes, o principal composto é a pirita,  $Fe^{2+}S_2^{2-}$ .

- Qual desses tipos de carvão deve apresentar menor poder calorífico (energia liberada na combustão por unidade de massa de material)? Explique sua resposta.
- Qual desses tipos de carvão deve liberar maior quantidade de gás poluente (sem considerar CO e  $CO_2$ ) por unidade de massa queimada? Justifique sua resposta.
- Escreva a equação química balanceada que representa a formação do gás poluente a que se refere o item b (sem considerar CO e  $CO_2$ ).
- Calcule o calor liberado na combustão

**Dados:** entalpia de formação do dióxido de carbono gasoso .... - 400 kJ/mol  
 massa molar do carbono ..... 12 g/mol

**Questão 08**

Uma técnica de análise química consiste em medir, continuamente, a massa de um sólido, ao mesmo tempo em que é submetido a um aquecimento progressivo. À medida em que o sólido vai se decompondo e liberando produtos gasosos, sua massa diminui e isso é registrado graficamente. Por exemplo, se aquecermos  $AgNO_3(s)$  anidro, por volta de 470 °C, esse sal começará a se decompor, restando prata metálica ao final do processo.



No caso do oxalato de cálcio monohidratado,  $CaC_2O_4 \cdot H_2O (s)$ , ocorre perda de moléculas de água de hidratação, por volta de 160 °C; o oxalato de cálcio anidro então se decompõe, liberando monóxido de carbono (na proporção de 1 mol : 1 mol), por volta de 500 °C; e o produto sólido resultante, finalmente, se decompõe em óxido de cálcio, por volta de 650 °C.

- Escreva as equações químicas balanceadas, correspondentes aos três processos sucessivos de decomposição descritos para o  $CaC_2O_4 \cdot H_2O (s)$ .
- Esboce o gráfico que mostra a variação de massa, em função da temperatura, para o experimento descrito.

**Questão 09**

O Brasil é campeão de reciclagem de latinhas de alumínio. Essencialmente, basta fundi-las, sendo, entretanto, necessário compactá-las, previamente, em pequenos fardos. Caso contrário, o alumínio queimaria no forno, onde tem contato com oxigênio do ar.

- a) Escreva a equação química que representa a queima do alumínio.
- b) Use argumentos de cinética química para explicar por que as latinhas de alumínio queimam, quando jogadas diretamente no forno, e por que isso não ocorre, quando antes são compactadas?

Uma latinha de alumínio vazia pode ser quebrada em duas partes, executando-se o seguinte experimento:

- Com uma ponta metálica, risca-se a latinha em toda a volta, a cerca de 3 cm do fundo, para remover o revestimento e expor o metal.

- Prepara-se uma solução aquosa de  $\text{CuCl}_2$ , dissolvendo-se 2,69 g desse sal em 100 mL de água. Essa solução tem cor verde-azulada.

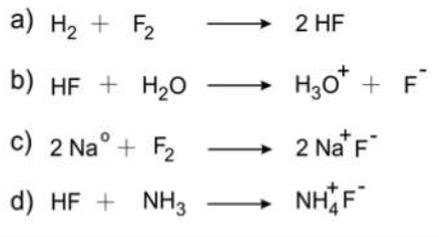
- A latinha riscada é colocada dentro de um copo de vidro, contendo toda a solução aquosa de  $\text{CuCl}_2$ , de tal forma a cobrir o risco. Mantém-se a latinha imersa, colocando-se um peso sobre ela. Após algum tempo, observa-se total descoramento da solução e formação de um sólido floculoso avermelhado tanto sobre o risco, quanto no fundo da latinha. Um pequeno esforço de torção sobre a latinha a quebra em duas partes.

- c) Escreva a equação química que representa a transformação responsável pelo enfraquecimento da latinha de alumínio.
- d) Calcule a massa total do sólido avermelhado que se formou no final do experimento, ou seja, quando houve total descoramento da solução.

**Dados:** massas molares (g/mol)  
 Cu ..... 63,5  
 Cl ..... 35,5

**Questão 10**

Reescreva as seguintes equações químicas, utilizando estruturas de Lewis (fórmulas eletrônicas em que os elétrons de valência são representados por • ou x), tanto para os reagentes quanto para os produtos.



| Dados:                         | H | N | O | F | Na |
|--------------------------------|---|---|---|---|----|
| número atômico                 | 1 | 7 | 8 | 9 | 11 |
| número de elétrons de valência | 1 | 5 | 6 | 7 | 1  |