

QUÍMICA

01. O elemento X forma moléculas diatômicas gasosas estáveis em condições ambiente. Por inalação, estas moléculas são bastante agressivas aos seres humanos. Este elemento também forma sólidos iônicos binários com metais alcalinos. Considerando essas características analise as afirmativas abaixo.

- 0-0) A ligação química das moléculas diatômicas do elemento X é do tipo covalente.
- 1-1) O elemento X deve possuir mais de 4 elétrons em sua camada de valência.
- 2-2) O elemento X possui afinidade eletrônica muito baixa.
- 3-3) O elemento X possui alta energia de ionização.
- 4-4) A ligação do elemento X com átomos de hidrogênio não é possível.

Resposta: VVFVF

Justificativa:

Moléculas diatômicas homonucleares estáveis na temperatura ambiente: H₂, O₂, N₂, F₂, Cl₂, Br₂. Para formar composto iônico binário, com metais alcalinos, excluimos H₂ e N₂ (deixando a possibilidade para peróxidos de metais alcalinos). Portanto, o elemento X é oxigênio ou um dos halogênios listados, ou seja, todos elementos não metálicos localizados do lado direito superior da tabela periódica. Portanto, formam moléculas (ligação covalente), possuem mais de 4 elétrons de valência, alta afinidade eletrônica, alta energia de ionização e se ligam ao hidrogênio. No entanto, ainda se tem a informação de que a molécula é agressiva por inalação, o que exclui o oxigênio.

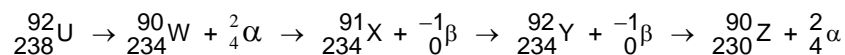
02. Uma série de processos de decaimento radioativo natural tem início com o isótopo 238 de urânio (Z = 92). Após um processo de emissão de partículas alfa, seguido de duas emissões sucessivas de radiação beta, uma nova emissão de partícula alfa ocorre. Com base nessas informações analise as proposições a seguir.

- 0-0) O isótopo 238 do urânio possui 148 nêutrons.
- 1-1) O elemento que emite a segunda partícula alfa, na série, possui número de massa 230, e não é um isótopo do urânio.
- 2-2) O elemento que resulta da emissão alfa do urânio 238 é o isótopo 234 do elemento de número atômico 90.
- 3-3) O elemento que resulta da última emissão de partícula alfa, descrita acima, possui 90 prótons e 140 nêutrons.
- 4-4) O elemento resultante da segunda emissão beta é isóbaro do elemento resultante da primeira emissão alfa.

Resposta: FFVVV

Justificativa:

A série pode ser representada como



Assim, temos o número de nêutrons do urânio = 238 – 92 = 146, o elemento Y possui massa 234 e número atômico 92, portanto, é isótopo do urânio, o elemento W é o isótopo 234 do elemento de número atômico 90, o elemento Z possui 90 prótons e 230 – 90 = 140 nêutrons, e o elemento Y possui a mesma massa do elemento W e, portanto, são isóbaros.

03. O metanol (CH₃OH) é utilizado como combustível, entre outras coisas. Dados os números atômicos: C = 6, H = 1, O = 8, avalie as seguintes afirmativas.

- 0-0) A ligação química entre oxigênio e hidrogênio, no metanol, é covalente, sigma, apolar.
- 1-1) O metanol, no estado líquido, apresenta ligações de hidrogênio intermoleculares.
- 2-2) O carbono e o oxigênio, apresentam, respectivamente, 1 par e 2 pares de elétrons não ligantes.

- 3-3) A molécula de metanol é polar.
4-4) O metanol é uma substância simples.

Resposta: FVFVF

Justificativa:

A ligação entre oxigênio e hidrogênio é sempre polar, independente do composto. Esta polaridade contribui para a existência de ligações de hidrogênio intermoleculares no metanol, envolvendo o átomo de hidrogênio que está ligado ao oxigênio e o átomo de oxigênio de outra molécula de metanol. No metanol o oxigênio apresenta 2 pares de elétrons não ligantes, enquanto que o carbono não apresenta nenhum par de elétrons não ligantes. Devido à sua falta de simetria e a existência de ligações polares, o metanol é uma molécula polar. Como envolve diversos elementos, o metanol é uma substância composta.

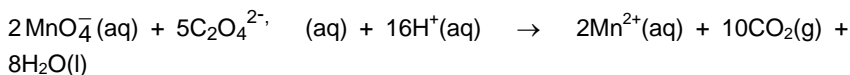
- 04.** A reação entre o íon permanganato (MnO_4^-) e o íon oxalato, ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) em meio aquoso ácido, é utilizada para titulações em alguns laboratórios de análise química. Nesta reação encontram-se além de outros produtos, o íon Mn^{2+} e o dióxido de carbono. A propósito dessa questão, avalie as afirmativas abaixo.

- 0-0) Nesta reação o íon permanganato é o agente oxidante.
1-1) O carbono é oxidado, perdendo 1 elétron.
2-2) Para balancear corretamente a reação química em questão (com coeficientes estequiométricos possuindo os menores valores inteiros possíveis), devemos adicionar 16 mols de íons H^+ no lado dos reagentes.
3-3) O estado de oxidação do manganês no íon permanganato é +5.
4-4) São produzidos 4 mols de moléculas de água para cada mol de íon permanganato consumido.

Resposta: VVVFV

Justificativa:

A equação balanceada corretamente é:



O estado de oxidação do manganês, no íon permanganato é +7, e passa para +2 no íon Mn^{2+} , sendo, portanto, o íon permanganato o agente oxidante na reação. O carbono passa do estado +3 para +4, portanto perde 1 elétron.

- 05.** Grafite e diamante são substâncias com propriedades bastante distintas, formadas, no entanto, pelo mesmo elemento, o carbono ($Z = 6$). Sobre essas substâncias, analise as proposições a seguir.

- 0-0) A combustão completa de 1 mol de grafite produz 1 mol de dióxido de carbono. O mesmo não acontece com o diamante.
1-1) Grafite e diamante são substâncias simples.
2-2) No diamante, a ligação entre os átomos de carbono é apolar, enquanto que, na grafite, a ligação é polar.
3-3) Por serem formadas pelo mesmo elemento, as duas substâncias apresentam o mesmo ponto de fusão.
4-4) As duas substâncias são variedades alotrópicas do carbono.

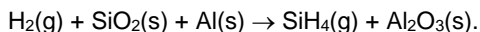
Resposta: FVFFV

Justificativa:

Grafite e diamante são substâncias simples formadas pelo carbono (portanto, são variedades alotrópicas do carbono), possuindo ligações químicas e estruturas distintas e assim, pontos de fusões distintos. Por envolverem somente carbono, as ligações são apolares em ambas as substâncias.

- 06.** O silano (SiH_4) é preparado comercialmente pela reação de SiO_2 com alumínio e hidrogênio sob alta pressão e alta temperatura, de acordo com a equação

química não balanceada:



Quando esta reação ocorre num recipiente fechado:

- 0-0) cada mol de silano produzido consome dois mols de hidrogênio.
- 1-1) a relação molar entre o alumínio metálico e o óxido de alumínio é de 2:1.
- 2-2) a pressão final é metade da pressão inicial, se os gases forem ideais.
- 3-3) não é possível balancear a reação, pois o elemento hidrogênio não está presente em todos os produtos.
- 4-4) a pressão parcial de $\text{H}_2(\text{g})$ não varia durante a reação.

Resposta: VVVF

Justificativa:

A equação balanceada é: $6\text{H}_2(\text{g}) + 3\text{SiO}_2(\text{s}) + 4\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 3\text{SiH}_4(\text{g}) + 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$. Para cada 3 mols de silano produzido são consumidos 6 mols de hidrogênio, ou então, para cada mol de silano produzido são consumidos dois mols de hidrogênio. A relação molar entre o alumínio metálico e o óxido de alumínio é de 4:2, isto é, 2:1. São consumidos 2 mols de gás hidrogênio para cada mol de gás silano produzido, logo a pressão final deve ser metade da pressão inicial quando a reação se completar. A ausência de hidrogênio em algum produto não impede seu balanceamento. A pressão parcial de $\text{H}_2(\text{g})$ é diretamente proporcional à sua fração molar no recipiente, a qual diminui durante a reação.

07. A espontaneidade de uma reação química é importante para avaliar sua viabilidade comercial, biológica ou ambiental. Sobre a termodinâmica de processos químicos, podemos afirmar que:

- 0-0) reações espontâneas são sempre exotérmicas.
- 1-1) reações espontâneas, ocorrendo dentro de sistemas fechados e isolados, causam um aumento da entropia do sistema.
- 2-2) para reações em sistemas fechados, as variações da entalpia e da entropia não podem ser utilizadas para determinar a sua espontaneidade.
- 3-3) reações que apresentam variação positiva da entropia são sempre espontâneas.
- 4-4) para reações ocorrendo em temperatura e pressão constantes, a energia livre de Gibbs é a função termodinâmica que determina a sua espontaneidade.

Resposta: FVFFV

Justificativa:

Reações espontâneas são sempre exergônicas, isto é, a variação de energia livre é negativa. Existem reações espontâneas que são endotérmicas, pois são exergônicas devido ao fator entrópico. Em sistemas fechados e isolados não há troca de matéria ou energia, e então qualquer processo espontâneo que ocorra nos sistemas causará aumento de entropia. Em sistemas fechados (sem troca de massa), as variações de entalpia e de entropia são combinadas para fornecer a variação de energia livre (de Gibbs ou de Helmholtz) e assim a espontaneidade das reações. Existem reações espontâneas que apresentam variação de entropia negativa, pois a espontaneidade é compensada pela variação de entalpia. A função de Gibbs é a função de energia livre para sistemas em que a pressão e a temperatura são controladas (constantes).

08. Ácidos são substâncias comuns em nosso cotidiano, como por exemplo, na indústria alimentícia. Logo, a quantificação da força dos ácidos em água é importante para a sua utilização correta e é dada pelo valor do $\text{p}K_a$. Os valores aproximados dos $\text{p}K_a$'s dos ácidos clórico (HClO_3), cloroso (HClO_2) e fluorídrico (HF) são 1, 2 e 3, respectivamente. Desconsiderando a contribuição da autoprotólise (auto-ionização) da água, podemos afirmar que:

- 0-0) o ácido HF é três vezes mais forte que o ácido HClO_3 .
- 1-1) o ácido HClO_3 libera duas vezes menos íons hidrogênio que o ácido HClO_2 em soluções com as mesmas concentrações.

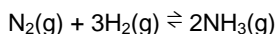
- 2-2) para duas soluções com as mesmas concentrações, a que contém o ácido HF apresenta pH maior que aquela com o ácido HClO₃.
- 3-3) o ácido HClO₂ é mais forte que o ácido HF, pois libera mais íons hidrogênio em água.
- 4-4) a ordem crescente da acidez é HClO₃ < HClO₂ < HF.

Resposta: FFVVF

Justificativa:

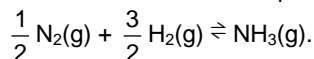
pK_a é o negativo do logaritmo da constante de dissociação do ácido em solução diluída, logo, quanto menor o valor do pK_a mais ácida é a substância. HF é mais fraco que HClO₃. HClO₃ é mais ácido que HClO₂, e, portanto, libera mais íons hidrogênio em soluções com a mesma concentração. HF é menos ácido que HClO₃, libera então menos íons hidrogênio e, portanto, apresenta maior pH. HClO₂ é mais ácido (mais forte) que HF e libera mais íons hidrogênio em soluções com a mesma concentração. A ordem crescente da acidez é HF < HClO₂ < HClO₃.

- 09.** A amônia é matéria prima importante na indústria e sua síntese envolve a reação



a qual apresenta $\Delta_r H^\circ = -92 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $\Delta_r S^\circ = -200 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ em 300 K. Sobre esta reação em equilíbrio num sistema fechado (volume constante) nas condições mencionadas, podemos afirmar que,

- 0-0) o valor da constante de equilíbrio não pode ser determinado, pois não foi fornecido o valor da pressão.
- 1-1) a constante de equilíbrio tem unidades de $\text{mol}^{-2} \text{ L}^2$.
- 2-2) a constante de equilíbrio é maior que 1 (um).
- 3-3) o equilíbrio se desloca no sentido de formação dos produtos em resposta a um aumento da temperatura.
- 4-4) o valor da constante de equilíbrio é igual ao da reação

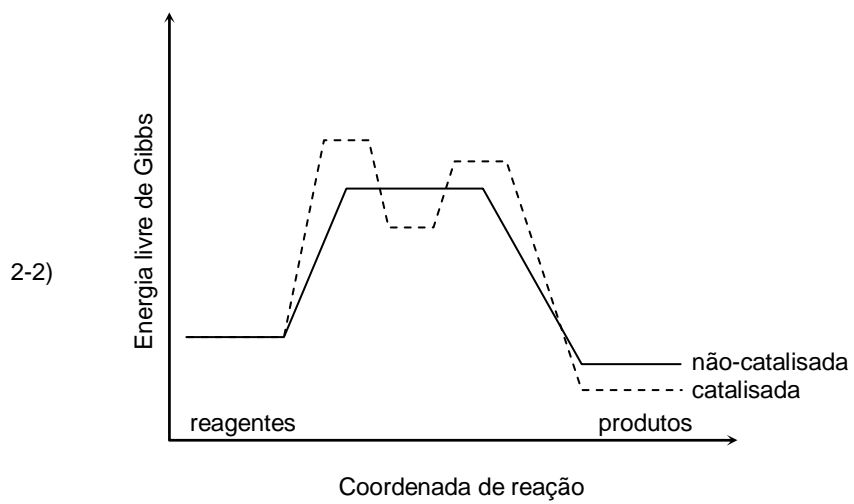
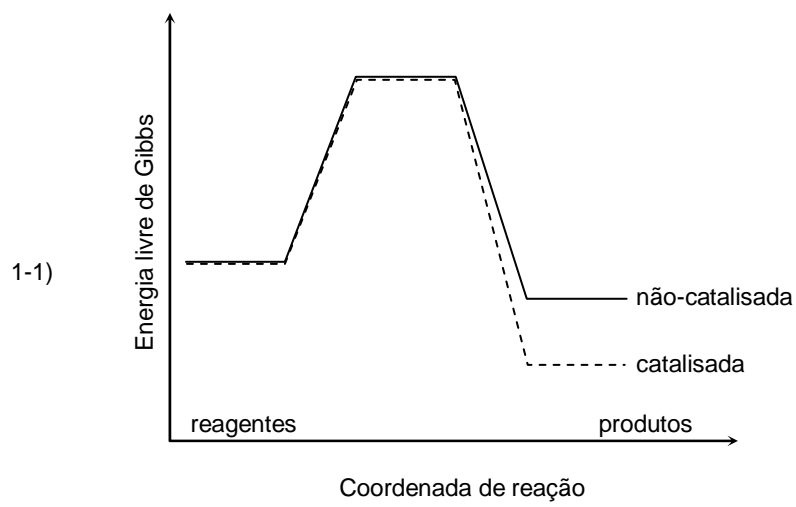
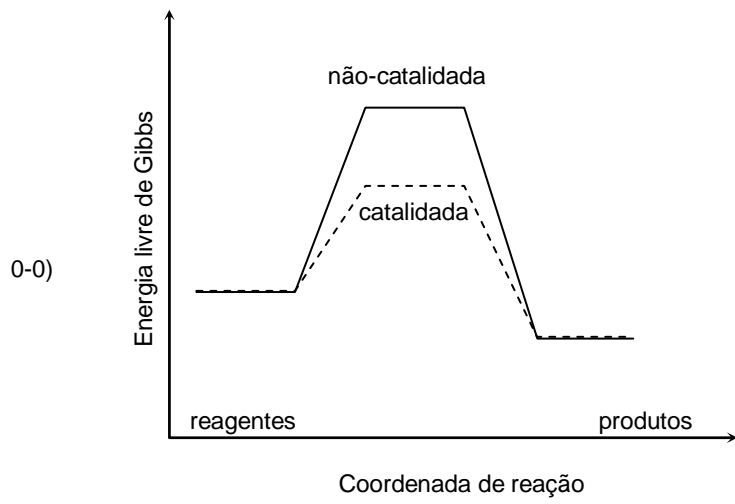


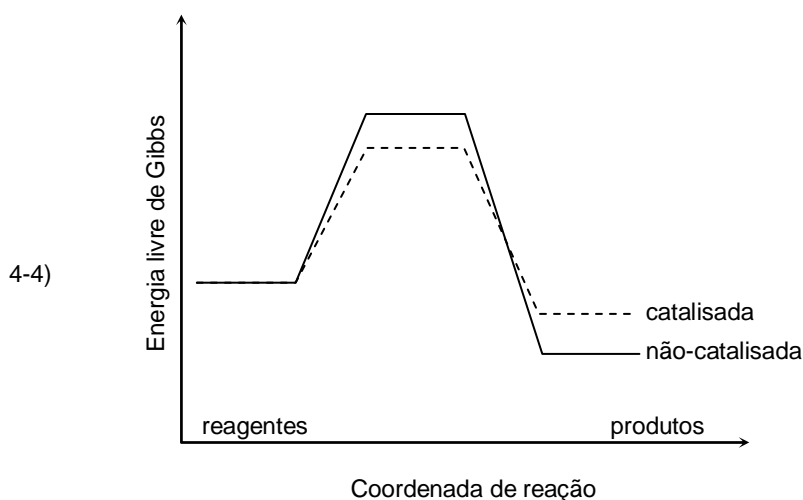
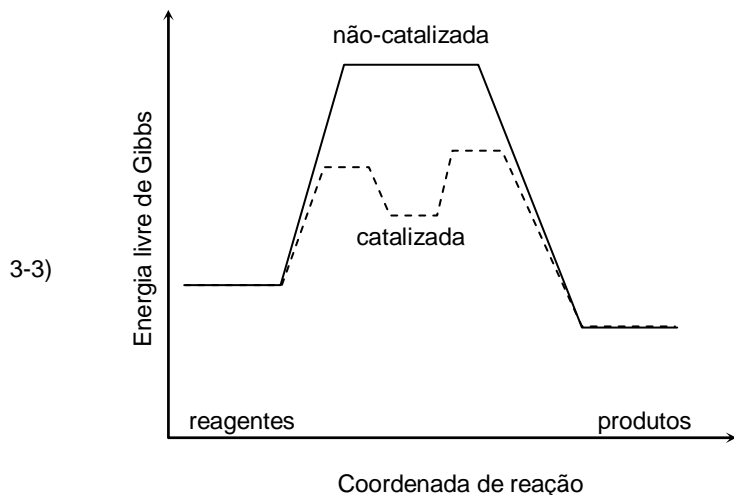
Resposta: FFVFF

Justificativa:

O valor da constante de equilíbrio depende da temperatura e de $\Delta_r G^\circ$ que pode ser obtido de $\Delta_r H^\circ$ e $\Delta_r S^\circ$. A constante de equilíbrio é adimensional. O valor de $\Delta_r G^\circ = -92 \text{ kJ mol}^{-1} - [300 \text{ K} \times (-200 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})] = -92.000 \text{ J mol}^{-1} + 60.000 \text{ J mol}^{-1} = -32 \text{ kJ mol}^{-1} < 0$, logo, a constante de equilíbrio é maior do que 1. De acordo com o princípio de Le Châtelier o equilíbrio se desloca para minimizar a perturbação, isto é, o aumento de temperatura deve deslocar o equilíbrio no sentido de consumir calor. Como a reação é exotérmica, o aumento da temperatura deve deslocar o equilíbrio no sentido dos reagentes. A constante de equilíbrio é uma grandeza extensiva, pois depende da energia de Gibbs padrão, e, portanto, o seu valor depende dos coeficientes estequiométricos da reação.

- 10.** Catalisadores viabilizam a maioria dos processos químicos comerciais, além de várias reações em sistemas biológicos e ambientais, alterando o perfil energético da reação. O perfil energético de uma reação, com e sem catalisador, pode ser representado por:



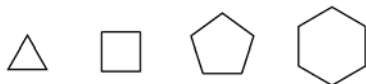


Resposta: VFFVF

Justificativa:

Catalisadores atuam, geralmente, pela diminuição da energia de ativação da etapa determinante da reação, mas não alteram a termoquímica da reação, isto é, $\Delta_r G$ permanece o mesmo na presença ou ausência de catalisador. O catalisador diminui a energia de Gibbs de ativação e não altera $\Delta_r G$ nos casos 0-0 e 3-3, e, portanto, representam o perfil de reação correto. Nos casos 1-1, 2-2 e 4-4 há alteração do valor de $\Delta_r G$.

11. Considere os cicloalcanos ilustrados a seguir:



e as massas atômicas $C = 12 \text{ g mol}^{-1}$ e $H = 1 \text{ g mol}^{-1}$. Com relação a esses compostos, analise os itens seguintes:

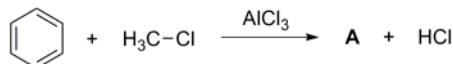
- 0-0) uma molécula de ciclobutano possui 48% da massa referente ao elemento carbono.
- 1-1) o menos estável é o ciclopropano devido ao fato de ser aquele com o anel mais tensionado.
- 2-2) todos possuem a mesma fórmula empírica.
- 3-3) o ciclopentano deve ser mais solúvel em água do que em *n*-hexano.
- 4-4) o ciclo-hexano é mais estável na conformação cadeira.

Resposta: FVVFV

Justificativa:

A molécula do ciclobutano possui 85,7% da massa referente ao elemento carbono. O ciclopropano é o mais tensionado por possuir um ângulo de ligação C–C–C de 60°, menor do que o ângulo esperado para estas ligações que é de ~109,5°. Todos os compostos possuem a mesma fórmula empírica CH₂. O ciclopentano é mais solúvel em *n*-hexano, pois ambos são apolares. A conformação cadeira é mais estável que a conformação bote, pois na conformação cadeira existe menor interação entre os hidrogênios axiais.

12. Observe o esquema abaixo:



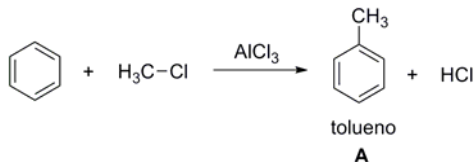
Considerando as massas atômicas C = 12 g mol⁻¹ e H = 1 g mol⁻¹, analise os itens a seguir.

- 0-0) O esquema mostra uma reação de substituição.
- 1-1) O produto A é o tolueno (metil-benzeno)
- 2-2) O AlCl₃ atua como base de Lewis.
- 3-3) Esta reação exemplifica uma alquilação de Friedel-Crafts.
- 4-4) Considerando um rendimento de 50% e partindo de 1 mol de benzeno obtém-se 46 g do produto A.

Resposta: VVFVV

Justificativa:

O átomo de hidrogênio é substituído pelo grupamento –CH₃ no anel benzênico tratando-se, portanto, de uma reação de substituição. O produto da reação é o tolueno de acordo com o esquema abaixo:



O AlCl₃ atua como um ácido de Lewis na reação. A reação é uma reação de alquilação de Friedel-Crafts. Partindo-se de 1 mol de benzeno e considerando-se o rendimento de 50%, seria obtido 0,5 mol tolueno. Uma vez que o tolueno possui massa molar 92 g mol⁻¹, a massa obtida seria de 46 g.

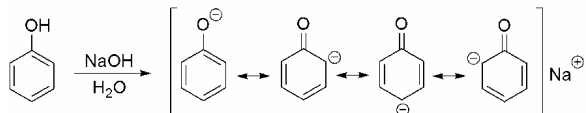
13. Fenóis são obtidos principalmente através da extração de óleos a partir do alcatrão de hulha. Fenol é também o nome usual do fenol mais simples, que consiste em uma hidroxila ligada ao anel benzênico. Outros nomes para esta substância incluem: ácido fênico, hidroxibenzeno ou monohidroxibenzeno. Com relação ao fenol (hidroxibenzeno), analise os itens a seguir.

- 0-0) Possui ponto de ebulição menor que o do benzeno.
- 1-1) É mais ácido do que o ciclo-hexanol.
- 2-2) Quando reage com uma base forma o ânion fenolato que é estabilizado por ressonância.
- 3-3) Reage com ácido acético na presença de H₂SO₄ como catalisador para formar o acetato de fenila.
- 4-4) Em uma reação de nitração, o produto principal é o *meta*-nitro-fenol, já que o grupo –OH é *meta* dirigente.

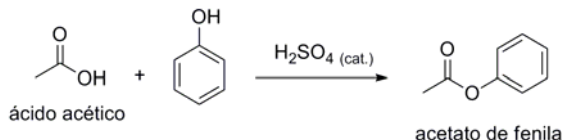
Resposta: FVVVF

Justificativa:

Devido à possibilidade de formação de ligações de hidrogênio intermoleculares, possui ponto de ebulição maior que o benzeno (apolar). É mais ácido do que o ciclo-hexanol devido à base conjugada ser estabilizada por ressonância. Após abstração de um próton forma-se o ânion fenolato:

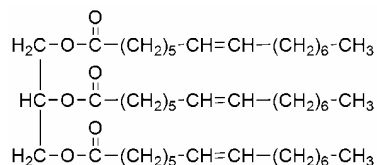


Sofre reação de esterificação catalisada por ácido sulfúrico:



Devido ao grupamento -OH ser *orto* e *para* dirigente, os produtos resultantes da nitração seriam *orto*- e *para*-substituídos.

14. Considere o composto:



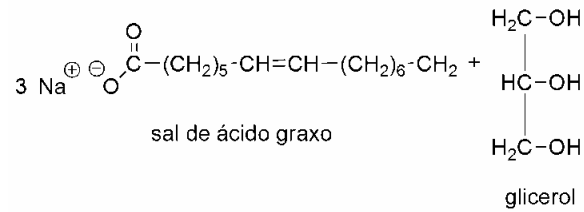
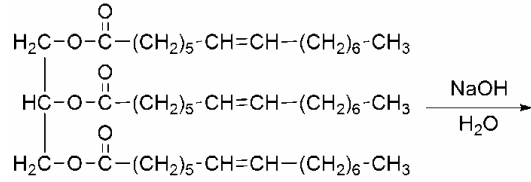
Sobre o composto representado, analise o que se afirma a seguir.

- 0-0) É um exemplo de um triacil-glicerol, ou triglicerídeo.
- 1-1) Pode participar de uma reação de saponificação formando sal de ácido graxo (sabão) e glicerol na proporção de 3 mols : 1 mol, respectivamente.
- 2-2) Pode ser encontrado em produtos como a manteiga e o leite, já que as gorduras de origem animal são predominantemente insaturadas.
- 3-3) Caso esse composto seja de origem natural, as insaturações com geometria *trans* são predominantes.
- 4-4) Os resíduos de ácido graxo provenientes desses compostos possuem cadeia ramificada.

Resposta: VVFFF

Justificativa:

Os triacilglicerídeos são formados pela reação entre glicerol e três moléculas de ácido graxo. A reação de saponificação levaria à formação de sal de ácido graxo e glicerol, na proporção de 3 mols : 1 mol, respectivamente:



Os ácidos graxos de origem animal são predominantemente saturados. Os ácidos graxos insaturados de origem natural possuem a geometria predominante *cis*. O resíduo de ácido graxo possui cadeia linear insaturada.

15. Uma célula para produção de cobre eletrolítico consiste de um ânodo de cobre impuro e um cátodo de cobre puro (massa atômica de $63,5 \text{ g mol}^{-1}$), em um eletrólito de sulfato de cobre (II). Qual a corrente, em Ampère, que deve ser aplicada para se obter 63,5 g de cobre puro em 26,8 horas? Dado: $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$.

Resposta: 02

Justificativa:

A redução de 63,5 g de Cu^{2+} requer 2×96500 Coulombs de carga elétrica que equivalem a $I \times t$ Coulombs, em que I é a corrente em Ampère e t o tempo em segundos. Logo:

$$I = 2 \times 96500 / (26,8 \times 3600) = 2,00 \text{ A.}$$

16. O ácido láctico apresenta $\text{p}K_a = 3,82$. Qual o valor aproximado do pH de uma solução de ácido láctico $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ em água? Assinale o inteiro mais próximo de sua resposta após multiplicá-la por 10 (dez).

Resposta: 24

Justificativa:

Assumindo comportamento ideal da solução, temos que $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ para concentração em mol L^{-1} , o ácido é fraco e a sua concentração é alta o suficiente para que $[\text{HA}]_{\text{equilíbrio}} \approx [\text{HA}]_{\text{inicial}} = [\text{HA}]_0$, e desconsiderando a autoprotólise (auto-ionização) da água, temos que a constante de equilíbrio de dissociação do ácido HA será

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \cong \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{HA}]_0} \Rightarrow K_a \times [\text{HA}]_0 = [\text{H}^+]^2 \Rightarrow -\log(K_a \times [\text{HA}]_0) = -\log[\text{H}^+]^2.$$

Utilizando as propriedades de logaritmo,

$$-\log K_a - \log[\text{HA}]_0 = 2 \times (-\log[\text{H}^+]) \Rightarrow \text{p}K_a - \log[\text{HA}]_0 = 2 \times \text{pH}. \text{ Logo,}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log[\text{HA}]_0) = \frac{1}{2}(3,82 - \log 10^{-1}) = \frac{1}{2}(3,82 + 1,00) = 4,82/2 = 2,41$$

$$\text{e, } 2,41 \times 10 = 24,1 \approx 24.$$