

EXERCÍCIOS PROPOSTOS
FRENTE 1 – FÍSICO-QUÍMICA E QUÍMICA GERAL E INORGÂNICA
MÓDULO 19
**CONCEITOS DE ÁCIDOS
E BASES II: A TEORIA DE LEWIS**

1. (ITA-SP) – “Ácido é uma substância capaz de receber 1 par de elétrons”. A definição acima corresponde à proposta de:

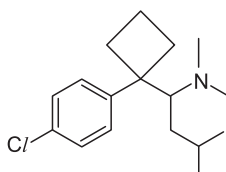
- a) Lewis b) Lavoisier c) Arrhenius
d) Ostwald e) Brönsted

RESOLUÇÃO:

Na teoria de G. N. Lewis, ácidos são espécies capazes de receber um par de elétrons, enquanto as bases são espécies capazes de doar um par de elétrons.

Resposta: A

2. (UNESP – 2012) – A sibutramina, cuja estrutura está representada, é um fármaco indicado para o tratamento da obesidade e seu uso deve estar associado a uma dieta e exercícios físicos.



Sibutramina

Com base nessa estrutura, pode-se afirmar que a sibutramina:

- a) é uma base de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio que pode doar um par de elétrons para ácidos.
b) é um ácido de Brönsted-Lowry, porque possui um átomo de nitrogênio terciário.
c) é um ácido de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio capaz de receber um par de elétrons de um ácido.
d) é um ácido de Arrhenius, porque possui um átomo de nitrogênio capaz de doar próton.
e) é uma base de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio que pode receber um par de elétrons de um ácido.

RESOLUÇÃO:

Base de Lewis é uma espécie química que pode doar par eletrônico para ácidos.

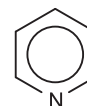
A sibutramina é uma base de Lewis, porque possui um átomo de nitrogênio (5 elétrons na camada de valência) que pode doar um par de elétrons para ácidos.



par de elétrons disponível

Resposta: A

3. (FGV-SP – 2012) – A piridina é uma substância empregada na indústria da borracha, de tintas e de corantes. Em solução aquosa $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, a 25°C , a piridina hidrolisa, resultando numa solução com $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.



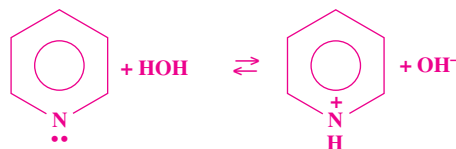
A classificação da piridina, de acordo com o conceito ácido-base de Lewis, e o pH da solução aquosa $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ a 25°C são, respectivamente:

- a) ácido de Lewis e 9. b) ácido de Lewis e 5.
c) base de Lewis e 9. d) base de Lewis e 8.
e) base de Lewis e 5.

Dado: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$; $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

RESOLUÇÃO:

Na estrutura da piridina, há um par de elétrons não ligantes no átomo de nitrogênio. Este par de elétrons pode ser compartilhado por meio de uma ligação covalente dativa; portanto, a piridina é uma base de Lewis:



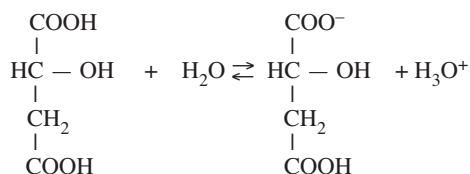
De acordo com o enunciado, uma solução aquosa $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, a 25°C , de piridina tem concentração de OH^- igual a $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Cálculo do pOH: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = 5$

$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 9$

Resposta: C

4. (UFPE – MODELO ENEM) – Os fabricantes de guloseimas têm avançado no poder de sedução de seus produtos, uma vez que passaram a incorporar substâncias de caráter ácido (ácido málico e ácido cítrico) e de caráter básico (bicarbonato de sódio) a elas. Criaram balas e gomas de mascar em que o sabor inicial é azedo graças, principalmente, aos ácidos presentes e que, após alguns minutos de mastigação, começam a produzir uma espuma brilhante, doce e colorida, que, acumulando-se na boca, passa a transbordar por sobre os lábios – essa espuma é uma mistura de açúcar, corante, saliva e bolhas de gás carbônico liberadas pela reação do cátion hidrônio, H_3O^+ ou simplesmente H^+ (proveniente da ionização dos ácidos málico e cítrico na saliva), com o ânion bicarbonato. A ionização do ácido málico presente nas balas acontece na saliva, de acordo com a equação:



Sobre a atuação da água na reação acima representada, é correto afirmar que ela atua como

- uma base de Brønsted-Lowry, por ceder prótons H^+ para o ácido málico.
- uma base de Arrhenius, por receber prótons H^+ do ácido málico.
- uma base de Brønsted-Lowry, por receber prótons H^+ do ácido málico.
- uma base de Lewis, por ceder prótons H^+ para o ácido málico.
- uma base de Arrhenius, por ceder par de elétrons para o ácido málico.

RESOLUÇÃO:



Ácido* Base**

* cede H^+ (Brønsted-Lowry)

** “doa” par de e^- (Lewis)

A água recebeu um próton, transformando-se em cátion hidrônio, portanto, é uma base de Brønsted.

Resposta: C

MÓDULO 20

FORÇA DE ÁCIDOS E BASES

1. Em 1899, o físico-químico dinamarquês Johannes Nicolaus Brønsted se formou em engenharia química pela Universidade de Copenhague, na qual, posteriormente, obteve o título de PhD, sendo nomeado professor nas áreas da química inorgânica e físico-química. Em 1923, formulou uma das teorias para reações ácido-base juntamente com o cientista britânico Thomas Martin Lowry, conhecida como a Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry

Segundo J. N. Brønsted:

“Força de um ácido é a intensidade com que fornece próton. O ácido forte fornece próton com mais facilidade.”

“Força de uma base é a intensidade com que recebe próton. A base forte recebe próton com mais facilidade.”

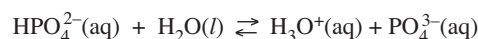
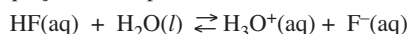
A tabela abaixo mostra a força de alguns pares conjugados:

	ÁCIDO	BASE	
100% ionizado em H_2O	Forte	Cl^-	Desprezível
	H_2SO_4	HSO_4^-	
	HNO_3	NO_3^-	
	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$	H_2O	
	HSO_4^-	SO_4^{2-}	
	H_3PO_4	H_2PO_4^-	
	HF	F^-	
	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	
	H_2CO_3	HCO_3^-	
	H_2S	HS^-	
Força ácida aumenta ↑	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}	Força básica aumenta ↓
	NH_4^+	NH_3	
	HCO_3^-	CO_3^{2-}	
	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}	
	H_2O	OH^-	
	Desprezível	O^{2-}	
	H_2	H^-	
	CH_4	CH_3^-	
			100% protonado em H_2O

Julgue as assertivas.

I. Ao observar a posição dos ácidos H_2SO_4 , HCl e HNO_3 , verificamos que possuem maior tendência em doar prótons do que o íon $(\text{H}_3\text{O})^+$.

II. Nas equações das espécies:

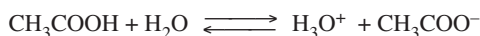


podemos concluir que a quantidade de íons formados nas duas reações é a mesma.

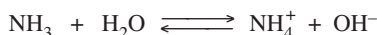
III. No equilíbrio: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, as concentrações de $(\text{CO}_3)^{2-}$ e de H_3O^+ são maiores do que a do íon $(\text{HCO}_3)^-$ e a da água, pois quanto mais fraco for um ácido, mais forte será sua base conjugada.

IV. Um processo ácido-base de Brønsted ocorre com maior intensidade no sentido de formação do ácido mais fraco a partir do ácido mais forte.

- V. Na reação entre ácido acético ($\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) e água, o ácido acético atua como um ácido por doar um próton à água, a qual atua como uma base:



enquanto a água atua como um ácido perante a amônia (NH_3):

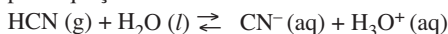


Então, conclui-se que a água é uma substância anfótera.

RESOLUÇÃO:

- I. **Correta.** Na tabela, estão posicionados acima do íon hidrônio, portanto, cedem H^+ com mais facilidade.
- II. **Incorreta.** As espécies citadas apresentam forças diferentes; o HF, sendo mais forte, doa íons H^+ com maior facilidade, portanto a quantidade de íons formados é maior.
- III. **Incorreta.** Quanto mais forte for um ácido de Brønsted, mais fraca será sua base conjugada.
- IV. **Correta.** Quanto mais forte o ácido, mais deslocado para direita estará o equilíbrio.
- V. **Correta.** Uma espécie que pode comportar-se como ácido e base é classificada com anfótera.

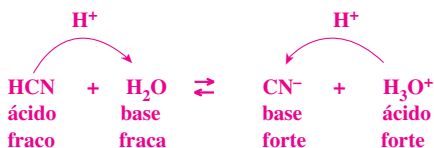
2. (UFV-MG) – A hidrólise da amigdalina, substância presente, por exemplo, em sementes de algumas frutas como a maçã, a ameixa e o pêssego, produz o ácido cianídrico (HCN), um agente altamente tóxico. Considere o equilíbrio químico de ionização do HCN, representado pela equação



A partir dessa equação de equilíbrio, é correto afirmar que

- a) as espécies HCN e H_2O são ácidas, segundo a teoria de Brønsted-Lowry.
- b) a forma ionizada do HCN predomina em relação à forma não ionizada.
- c) a espécie CN^- é uma base mais forte que a água, segundo a teoria de Brønsted-Lowry.
- d) as concentrações de íons CN^- e H_3O^+ no equilíbrio são elevadas, em comparação com a concentração de HCN.

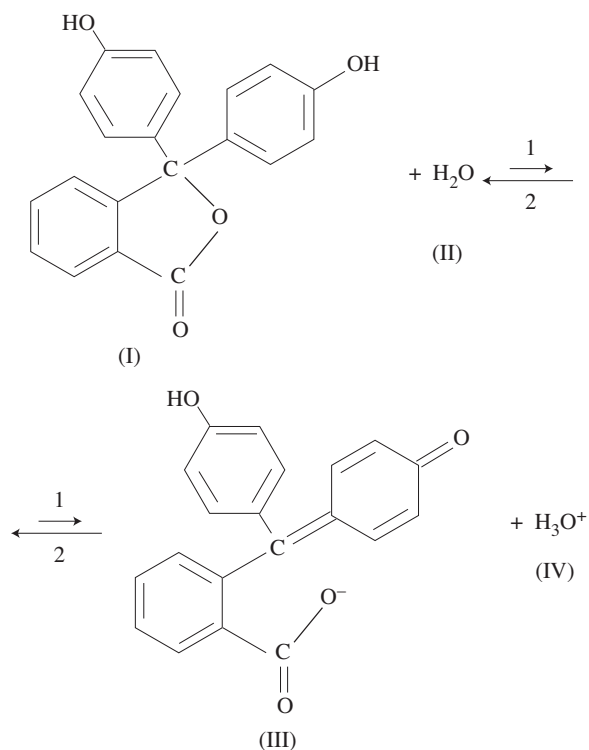
RESOLUÇÃO:



- a) HCN é ácido, mas H_2O é base.
- b) Se HCN é fraco, então predomina a forma não ionizada.
- c) CN^- é uma base mais forte que a H_2O .
- d) As concentrações de CN^- e H_3O^+ são pequenas em comparação com a concentração de HCN.

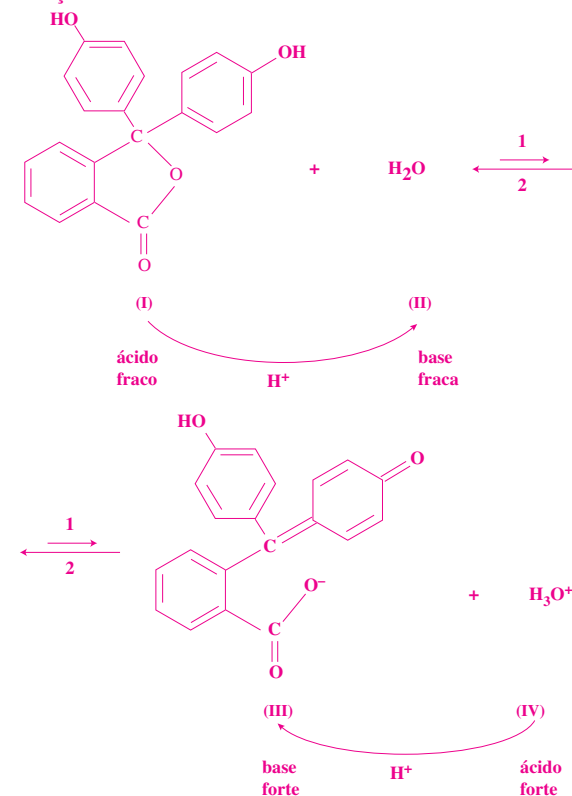
Resposta: C

3. (UERJ) – A fenolftaleína é uma substância muito utilizada como indicador ácido-base em laboratórios químicos e em escolas. A reação reversível abaixo descreve o comportamento da fenolftaleína em meio aquoso e nas condições ambientes; os algarismos romanos identificam as espécies químicas participantes.



Indique a espécie química de menor e a de maior acidez, segundo os critérios de Brønsted-Lowry, utilizando os algarismos romanos correspondentes.

Resolução:



Menor acidez $\Rightarrow$ base mais forte, portanto III.

Maior acidez $\Rightarrow$ ácido mais forte, portanto IV.

Como o equilíbrio está mais deslocado no sentido 2, as espécies mais fortes são III e IV.

4. (UNESP – ADAPTADA) – “Substância proibida no Brasil matou animais no zoológico de São Paulo”. Esta notícia, estampada nos jornais brasileiros no início de 2004, se refere à morte dos animais intoxicados pelo monofluoroacetato de sódio, um derivado do ácido monofluoroacético (ou ácido monofluoroetanoico), que age no organismo dos mamíferos pela inibição da enzima aconítase, bloqueando o Ciclo de Krebs e levando-os à morte.

Quanto maior a eletronegatividade do grupo ligado ao carbono 2 dos derivados do ácido acético, maior a constante de ionização do ácido (efeito indutivo). Considerando os ácidos monocloraacético, monofluoroacético e o próprio ácido acético, coloque-os em ordem crescente de acidez.

RESOLUÇÃO:



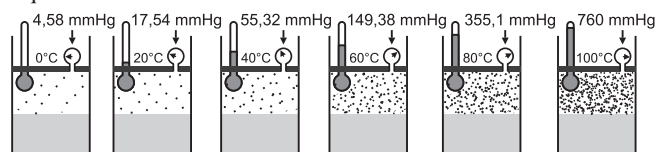
Lembrando que o átomo de flúor é mais eletronegativo que o cloro, o flúor provoca um deslocamento de elétrons no sentido do carbono 2, aumentando, portanto, a polarização da ligação O – H e tornando mais fácil a ionização do H.

MÓDULO 21

PROPRIEDADES COLIGATIVAS: PRESSÃO MÁXIMA DE VAPOR

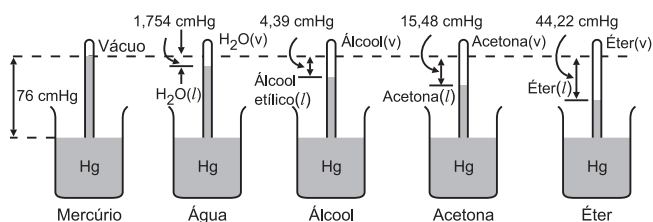
1. (MODELO ENEM) – O esquema 1 mostra, experimentalmente, os valores de pressão máxima de vapor da água destilada:

Esquema 1



O esquema 2 mostra os valores de pressão máxima de vapor de quatro líquidos puros, na mesma temperatura.

Esquema 2



Analizando os dois esquemas, a pressão de vapor de um líquido puro e molecular depende

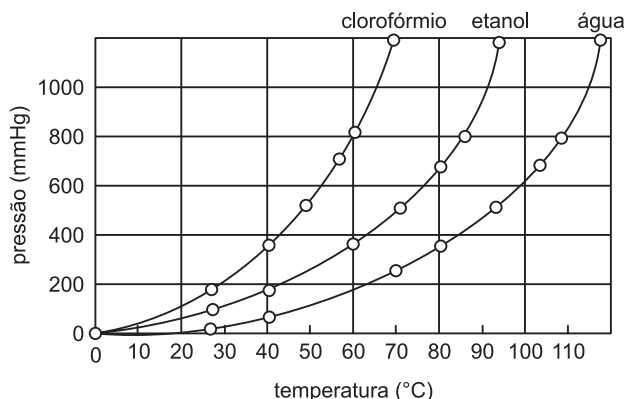
- a) apenas da estrutura de suas moléculas.
- b) apenas da massa específica do líquido.
- c) apenas da temperatura do líquido.
- d) da estrutura de suas moléculas e da temperatura do líquido.
- e) da estrutura do líquido e do volume ocupado pelo vapor.

RESOLUÇÃO:

A pressão máxima de vapor depende da natureza do líquido, isto é, das forças intermoleculares (quanto maior a força intermolecular menor a pressão de vapor) e da temperatura, pois quanto maior a temperatura, maior a pressão de vapor.

Resposta: D

2. Considere clorofórmio, etanol e água, todos líquidos, à temperatura ambiente. A dependência das pressões de vapor dos três líquidos em função da temperatura é mostrada no gráfico a seguir.



A leitura dos dados permite afirmar:

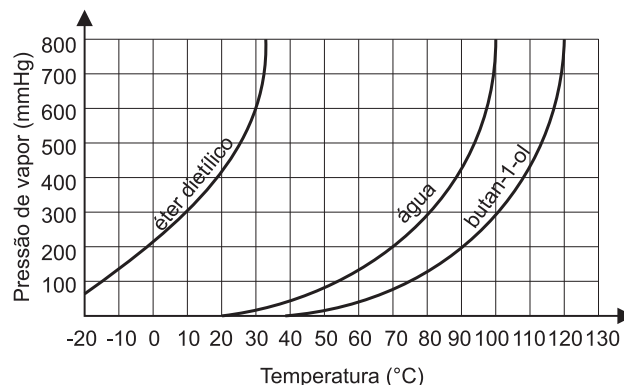
- Na temperatura de 60°C, o etanol é o líquido que apresenta maior pressão de vapor.
- As forças de atração intermoleculares dos líquidos aumentam na seguinte ordem: clorofórmio < água < etanol.
- Com os dados do gráfico, pode-se afirmar que, sob uma mesma pressão, o ponto de ebulição do etanol é menor do que o do clorofórmio.
- Na pressão de 800 mmHg e temperatura de 90°C, a água é a única substância no estado líquido.
- O gráfico estabelece uma relação inversamente proporcional da temperatura com a pressão máxima de vapor.

RESOLUÇÃO:

A PMV é diretamente proporcional à temperatura. O líquido mais volátil é o clorofórmio, pois suas moléculas estabelecem forças intermoleculares menos intensas, enquanto a água é o menos volátil, pois estabelece forças mais intensas do tipo ligação de hidrogênio. A 800 mmHg e temperatura de 90°C, o único ponto de ebulição que não foi atingido é o da água, portanto ela se encontra no estado líquido, enquanto o clorofórmio e o etanol já são gasosos.

Resposta: D

3. (FUVEST-SP) – A pressão máxima de vapor (PMV) depende da temperatura e da natureza do líquido. Observa-se experimentalmente que, numa mesma temperatura, cada líquido apresenta sua pressão de vapor, pois esta está relacionada com a volatilidade do líquido. O gráfico a seguir traz as curvas de pressão de vapor em função da temperatura do éter dietílico, da água e do butan-1-ol.

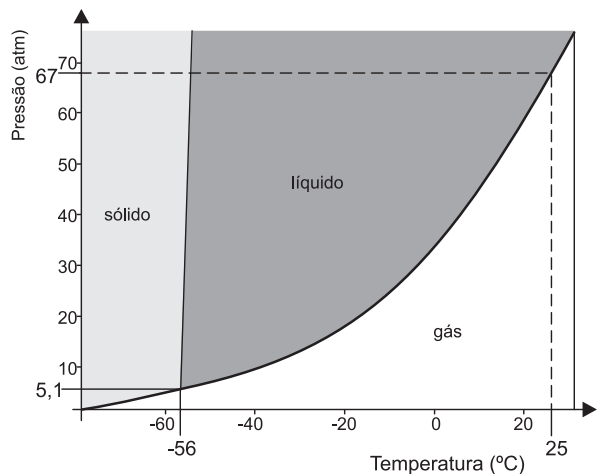


- No topo do monte Everest, a água entra em ebulição a 80°C. Consultando o gráfico, qual deve ser o ponto de ebulição do éter dietílico no mesmo local? Justifique.
- Pelos dados do gráfico, pode-se afirmar que, sob uma mesma pressão, o ponto de ebulição do butan-1-ol é maior do que o do éter dietílico. Explique esse comportamento com base na estrutura desses compostos.

RESOLUÇÃO:

- Água entra em ebulição a 80°C numa pressão de 300 mmHg, portanto:
Éter dietílico: PE = 10°C
Butan-1-ol: PE = 100°C
- O butan-1-ol apresenta em sua estrutura o grupo — OH, portanto, estabelece forças intermoleculares denominadas de pontes de hidrogênio, que são mais fortes que as forças de van der Waals no éter dietílico.

4. (UNESP – MODELO ENEM) – O dióxido de carbono tem diversas e importantes aplicações. No estado gasoso, é utilizado no combate a incêndios, em especial quando envolvem materiais elétricos; no estado sólido, o denominado gelo seco é utilizado na refrigeração de produtos perecíveis, entre outras aplicações. A figura apresenta um esboço do diagrama de fases para o CO_2 .



Com base nas informações fornecidas pelo diagrama de fases para o CO_2 , é correto afirmar que

- o CO_2 estará no estado líquido para qualquer valor de temperatura, quando sob pressão igual a 67 atm.
- o CO_2 pode passar diretamente do estado sólido para o gasoso, quando a pressão for menor que 5,1 atm.
- haverá equilíbrio entre os estados líquido e gasoso para qualquer valor de pressão, quando sob temperatura igual a 25 °C.
- as curvas representam as condições de temperatura e pressão em que existe uma única fase do CO_2 .
- há mais de um conjunto de condições de pressão e temperatura em que coexistem as três fases em equilíbrio.

RESOLUÇÃO:

Para pressão menor que 5,1 atm, aumentando a temperatura, o CO_2 no estado sólido passa diretamente para o CO_2 no estado gasoso (sublimação). O ponto que corresponde a 5,1 atm e -56°C é chamado de *ponto triplo*, onde coexistem em equilíbrio os três estados físicos (sólido $\rightleftharpoons$ líquido $\rightleftharpoons$ gasoso).

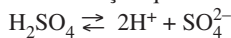
As curvas representam o estado de equilíbrio entre duas fases: (S $\rightleftharpoons$ L, L $\rightleftharpoons$ V, S $\rightleftharpoons$ V).

Resposta: B

MÓDULO 22

NÚMERO DE PARTÍCULAS DISPERSAS. TONOMETRIA

1. Sabendo que o grau de ionização do H_2SO_4 é de 70% de acordo com a equação abaixo, determine o número de partículas dispersas numa solução que contém 19,6 g de H_2SO_4 dissolvidos em água.



Dado: Massa molar do $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g/mol}$.

Constante de Avogadro = $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

RESOLUÇÃO:

Cálculo da quantidade de matéria de H_2SO_4 :

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{SO}_4 & \text{---} & 98 \text{ g} \\ x & \text{---} & 19,6 \text{ g} \end{array}$$

$$x = 0,2 \text{ mol}$$

Cálculo do número de partículas dispersas, em mol:

RESOLUÇÃO 1:



$$q = 3$$

$$i = 1 + \alpha (q - 1)$$

$$i = 1 + 0,7 (3 - 1)$$

$$i = 2,4$$

$$N_d \cdot i = N_{pd}$$

$$0,2 \cdot 2,4 = N_{pd}$$

$$N_{pd} = 0,48 \text{ mol} \therefore N_{pd} = 0,48 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 2,88 \cdot 10^{23}$$

RESOLUÇÃO 2:

	H_2SO_4	$\rightleftharpoons$	2H^+	+	SO_4^{2-}
início	0,2 mol		—		—
reage e forma	$0,2 \cdot 0,7$		$2 \cdot 0,2 \cdot 0,7$		$0,2 \cdot 0,7$
equilíbrio	0,06		0,28		0,14

$$N_{pd} = (0,06 + 0,28 + 0,14) \text{ mol}$$

$$N_{pd} = 0,48 \text{ mol}$$

Cálculo do número de partículas dispersas:

$$1 \text{ mol} \text{ --- } 6 \cdot 10^{23} \text{ partículas}$$

$$0,48 \text{ mol} \text{ --- } x$$

$$x = 2,88 \cdot 10^{23} \text{ partículas dispersas}$$

2. (UNESP – MODELO ENEM) – O abaixamento relativo da pressão de vapor de um solvente, resultante da adição de um soluto não volátil, depende do número de partículas dissolvidas na solução resultante. Em quatro recipientes, denominados A, B, C e D, foram preparadas, respectivamente, soluções de glicose, sacarose, ureia e cloreto de sódio, de forma que seus volumes finais fossem idênticos, apresentando composições conforme especificado na tabela:

Recipiente	Substância	Massa molar (g/mol)	Massa dissolvida (g)
A	$C_6H_{12}O_6$	180,2	18,02
B	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342,3	34,23
C	$CO(NH_2)_2$	60,1	6,01
D	$NaCl$	58,4	5,84

Com base nas informações fornecidas, é correto afirmar que

- todas as soluções apresentam a mesma pressão de vapor.
- a solução de sacarose é a que apresenta a menor pressão de vapor.
- a solução de cloreto de sódio é a que apresenta a menor pressão de vapor.
- a solução de glicose é a que apresenta a menor pressão de vapor.
- as pressões de vapor das soluções variam na seguinte ordem:
ureia = cloreto de sódio > glicose = sacarose.

RESOLUÇÃO:

Como todas as soluções apresentam o mesmo volume, a solução com a maior quantidade em mol de partículas dispersas terá a maior concentração de partículas dispersas.

Cálculo da quantidade em mol de soluto dissolvido na solução A:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } C_6H_{12}O_6 & \text{———} & 180,2 \text{ g} \\ x & \text{———} & 18,02 \text{ g} \\ x = 0,1 \text{ mol de } C_6H_{12}O_6 \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de soluto dissolvido na solução B:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } C_{12}H_{22}O_{11} & \text{———} & 342,3 \text{ g} \\ y & \text{———} & 34,23 \text{ g} \\ y = 0,1 \text{ mol de } C_{12}H_{22}O_{11} \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de soluto dissolvido na solução C:

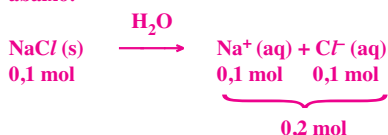
$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } CO(NH_2)_2 & \text{———} & 60,1 \text{ g} \\ z & \text{———} & 6,01 \text{ g} \\ z = 0,1 \text{ mol de } CO(NH_2)_2 \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de soluto dissolvido na solução D:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } NaCl & \text{———} & 58,4 \text{ g} \\ w & \text{———} & 5,84 \text{ g} \\ w = 0,1 \text{ mol de } NaCl \end{array}$$

Os solutos das soluções A, B e C são compostos moleculares e não se ionizam; portanto, o número de partículas dispersas é igual ao número de partículas dissolvidas.

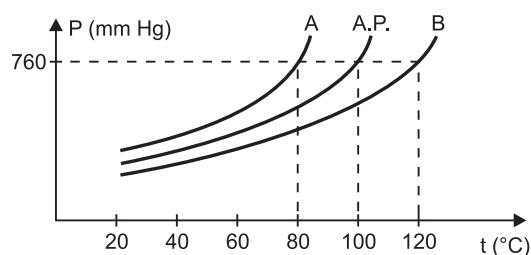
Na solução D, o soluto é iônico e sofre dissociação, conforme a equação abaixo:



A solução com a maior concentração de partículas dispersas, solução D, terá a menor pressão de vapor.

Resposta: C

3. (UFRS) – Considere o gráfico a seguir, que representa as variações das pressões máximas de vapor da água pura (A.P.) e duas amostras líquidas A e B, em função da temperatura.



Pode-se concluir que, em temperaturas iguais:

- a amostra A constitui-se de um líquido menos volátil que a água pura.
- a amostra B pode ser constituída de uma solução aquosa de cloreto de sódio.
- a amostra B constitui-se de um líquido que evapora mais rapidamente que a água pura.
- a amostra A pode ser constituída de solução aquosa de sacarose.
- as amostras A e B constituem-se de soluções aquosas preparadas com solutos diferentes.

RESOLUÇÃO:

Sendo AP água pura, a curva A representa um líquido puro mais volátil e a curva B consiste em um líquido puro menos volátil ou uma solução aquosa de um soluto não volátil.

Resposta: B

MÓDULO 23

CRIMETRIA E EBULIOMETRIA

1. (FUVEST-SP) – Para distinguir duas soluções aquosas de concentração 0,10 mol/L, uma de ácido forte e outra de ácido fraco, ambos monoproticos, pode-se

- mergulhar em cada uma delas um pedaço de papel de tornassol azul.
- mergulhar em cada uma delas um pedaço de papel de tornassol rosa.
- mergulhar em cada uma delas uma lâmina de prata polida.
- medir a temperatura de congelamento de cada solução.
- adicionar uma pequena quantidade de cloreto de sódio em cada solução.

RESOLUÇÃO:

O ácido forte apresenta um maior grau de ionização, portanto sua solução contém o maior número de partículas dispersas, exibindo o menor ponto de congelamento.

Resposta: D

2. (MODELO ENEM) – Os especialistas estão analisando a decisão, inédita até o momento nos Estados Unidos, de utilizar em massa o dispersante corexit 9 500 nas águas do Golfo do México, para combater os 12 milhões de litros de petróleo que vazam para o mar a partir da plataforma de petróleo que afundou em 22 de abril.

(Disponível em: www1.folha.uol.com.br/folha)

O corexit faz o petróleo afundar, contendo na sua composição dois componentes “potencialmente perigosos”: o solvente 2-butoxietanol e o anticongelante propilenoglicol.

Sobre a adição do propilenoglicol em água, assinale a alternativa correta.

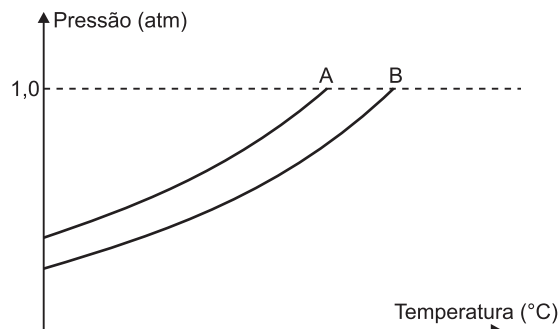
- A solução formada apresenta pressão de vapor maior que a da água pura, o que causa um aumento no ponto de ebulição.
- O efeito coligativo não está relacionado ao número de partículas dispersas do soluto, dependendo apenas do volume do líquido.
- O efeito coligativo provocado pela diminuição do ponto de congelamento do solvente é denominado de crioscopia.
- A água do mar entra em ebulição a uma temperatura mais baixa que a água destilada.
- A água mais o aditivo formam uma solução que apresenta pontos de congelamento e de fusão maiores que os da água pura.

RESOLUÇÃO:

A adição de um soluto não volátil diminui o ponto de fusão e a pressão de vapor, aumentando o ponto de ebulição do solvente. A diminuição do ponto de congelamento do solvente é chamada de crioscopia.

Resposta: C

3. (UNIFESP) – Na figura, são apresentadas duas curvas que expressam a relação entre a pressão de vapor de dois líquidos, A e B, e a temperatura. Um deles é uma solução aquosa de sacarose 1,0 mol/L e o outro, água destilada.



Considerando-se o comportamento da pressão de vapor em relação à temperatura de um terceiro líquido, C, uma solução aquosa de nitrato de alumínio, $Al(NO_3)_3$, 0,5 mol/L e das curvas A e B, são feitas as seguintes afirmações:

- A curva da solução C deve-se posicionar à esquerda da curva A.
- A temperatura de ebulição do líquido A é menor que a temperatura de ebulição do líquido B.
- A solução C deve apresentar maior pressão de vapor que o líquido B.
- O líquido A é água destilada.

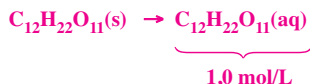
É correto apenas o que se afirma em

- I e III.
- III e IV.
- II e III.
- II e IV.
- I e IV.

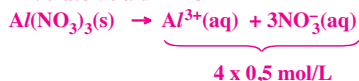
RESOLUÇÃO:

Cálculo do número de partículas dispersas:

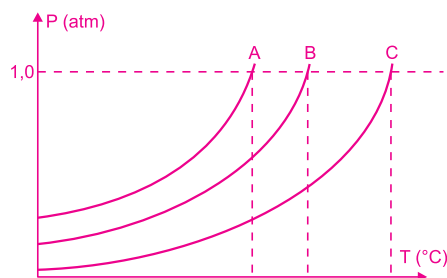
* Sacarose



* Nitrato de alumínio



Quando se adiciona um soluto não volátil a um solvente, a pressão de vapor do solvente diminui e o ponto de ebulição aumenta.



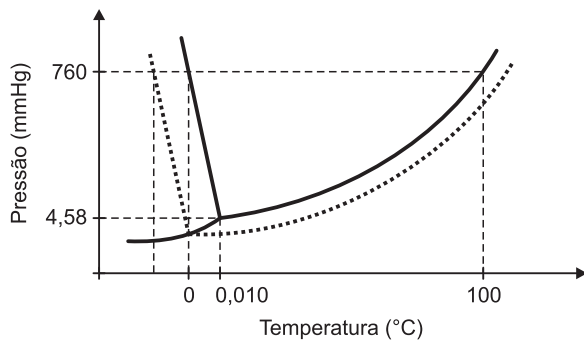
A: Água pura

B: Solução aquosa de sacarose

C: Solução aquosa de $Al(NO_3)_3$

Resposta: D

4. (UFRGS-RS) – O gráfico abaixo representa os diagramas de fases da água pura e de uma solução aquosa de soluto não volátil.



Considere as seguintes afirmações a respeito do gráfico.

- I. As curvas tracejadas referem-se ao comportamento observado para a solução aquosa.
- II. Para uma dada temperatura, a pressão de vapor do líquido puro é maior que a da solução aquosa.
- III. A temperatura de congelamento da solução é menor que a do líquido puro.
- IV. A 0,010°C e 4,58 mmHg, o gelo, a água líquida e o vapor de água podem coexistir.
- V. A temperatura de congelamento da solução aquosa é de 0°C.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I e II.
- b) Apenas I, IV e V.
- c) Apenas II, III e V.
- d) Apenas I, II, III e IV.
- e) Apenas II, III, IV e V.

RESOLUÇÃO:

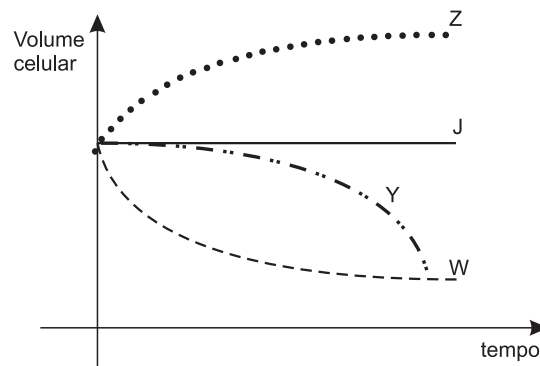
V é falsa porque a adição de soluto não volátil provoca abaixamento da temperatura de congelamento, logo, pelo gráfico, a solução não pode apresentar temperatura de congelamento de 0°C, mas apenas valores inferiores a esse.

Resposta: D

MÓDULO 24

OSMOMETRIA

1. (PUC-RJ) – Células de determinada linhagem foram colocadas em meios com diferentes concentrações osmóticas. As curvas identificadas pelas letras Z, J, Y e W referem-se a cada um destes meios e representam o comportamento desse tipo de célula ao longo do tempo em cada um deles.



A partir das curvas desse gráfico, podemos concluir corretamente que:

- a) Z é o mais hipertônico dos meios observados.
- b) Y é um meio isotônico em relação à linhagem celular testada.
- c) Y é um meio mais hipotônico do que Z.
- d) W é um meio hipotônico em relação à linhagem celular testada.
- e) J é um meio isotônico em relação à linhagem celular testada.

RESOLUÇÃO:

No meio Z o volume celular aumentou indicando que o meio é hipotônico em relação à célula colocada.

Nos meios Y e W os volumes celulares diminuíram indicando que os meios Y e W são hipertônicos em relação aos meios celulares.

O volume celular no meio J não se alterou indicando que os meios dentro e fora da célula são isotônicos.

Resposta: E

2. (UFSCAR) – Um tipo de sapo do sudeste da Ásia, *Rana cancrivora*, nasce e cresce em locais de água doce, tais como rios e lagos. Depois de atingir seu desenvolvimento pleno neste ambiente, o sapo adulto possui duas características marcantes. A primeira delas é ser dotado de uma pele com alta permeabilidade que lhe permite trocar eficientemente O_2 e CO_2 gasosos, água e íons entre seus tecidos e o meio aquático externo. A segunda característica é que, na procura por alimentos, ele se move para manguezais, onde o teor salino é muito mais elevado que o do seu meio aquático original. Para evitar os danos que poderiam resultar da mudança de ambientes, o sapo dispõe de recursos metabólicos, que podem envolver a diminuição da excreção de $NaCl$ ou da ureia ($H_2N - CO - NH_2$) contidos em seu corpo; neste caso, a ureia não sofre hidrólise.

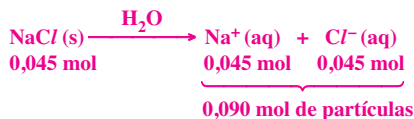
- a) Supondo que o controle dos efeitos da mudança de ambiente fosse feito exclusivamente pela retenção de $NaCl$ pelo organismo deste sapo, seria necessária a retenção de 2,63g de $NaCl$ por 100 mililitros de líquido corporal. Se o controle fosse feito exclusivamente pela retenção de ureia pelo organismo deste sapo, calcule a quantidade, em gramas, de ureia por 100 mililitros de líquido corporal para obter o mesmo efeito de proteção que no caso do $NaCl$.
- b) Considerando outra espécie de sapo cuja pele fosse permeável apenas ao solvente água, escreva o que ocorreria a este sapo ao se mover da água doce para a água salgada. Justifique sua resposta.

Dados: massas molares: $NaCl = 58,4 \text{ g mol}^{-1}$;
ureia = $60,0 \text{ g mol}^{-1}$.

RESOLUÇÃO:

a) Cálculo da quantidade, em mols, contida em 2,63 g de $NaCl$:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{2,63 \text{ g}}{58,4 \text{ g/mol}} \Rightarrow \boxed{n = 0,045 \text{ mol de } NaCl \text{ em } 100 \text{ mL de líquido corporal}}$$



A ureia não sofre hidrólise. Logo, para obter o mesmo efeito de proteção que o $NaCl$, será necessário igual número de partículas dispersas em 100 mL de líquido corporal (0,090 mol).

Quantidade, em gramas, de ureia:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 0,090 \text{ mol} = \frac{m}{60,0 \text{ g/mol}} \Rightarrow \boxed{m = 5,40 \text{ g}}$$

Serão necessários 5,40 g de ureia.

- b) Ao se mover da água doce para a salgada, por osmose haveria perda de água do sapo, em virtude da maior concentração de partículas dispersas no meio externo, que é hipertônico com relação aos seus tecidos.

3. (UEM-PR) – Assinale o que for correto.

(Dados: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $M_{\text{glicose}} = 180 \text{ g/mol}$)

- 01) A pressão osmótica, a 27°C , de uma solução $0,001 \text{ mol/L}$ de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) é $0,0246 \text{ atm}$.
- 02) Para se preparar um litro de uma solução de glicose ($C_6H_{12}O_6$) que seja isotônica a uma solução de pressão osmótica 30 atm a 27°C , deve-se usar uma massa de glicose de, aproximadamente, 116 g .
- 04) Se duas soluções de pressões osmóticas diferentes e temperaturas iguais estiverem separadas por uma membrana semipermeável, não ocorrerá osmose.
- 08) Uma solução hipotônica é aquela que possui pressão osmótica maior quando comparada a uma outra solução à mesma temperatura.

RESOLUÇÃO:

01) Verdadeiro.

$$\pi = M \cdot R \cdot T$$

$$\pi = 0,001 \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$\boxed{\pi = 0,0246 \text{ atm}}$$

02) Falso.

$$\pi = M \cdot R \cdot T$$

$$30 \text{ atm} = \frac{m}{180 \text{ g/mol}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}$$

$$\boxed{m = 219,5 \text{ g}}$$

04) Falso.

A solução de maior pressão osmótica receberá o solvente.

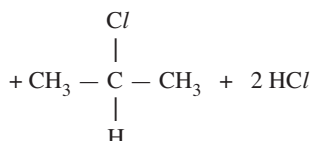
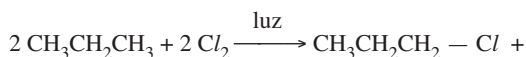
08) Falso.

Solução hipotônica possui pressão osmótica menor quando comparada a uma outra solução à mesma temperatura.

MÓDULO 19

REAÇÕES ORGÂNICAS I:
SUBSTITUIÇÃO EM ALCANOS E AROMÁTICOS

1. (FUVEST-SP) – A reação do propano com cloro gasoso, em presença de luz, produz dois compostos monoclorados.

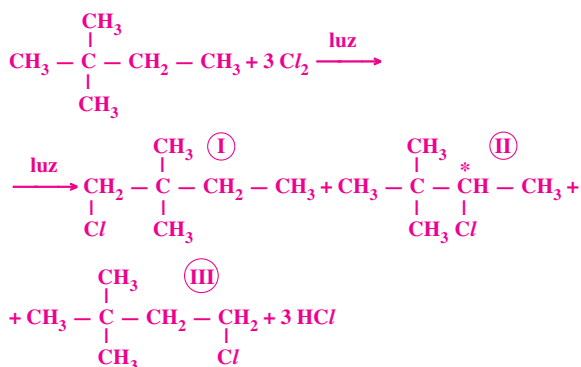


Na reação do cloro gasoso com 2,2-dimetilbutano, em presença de luz, o número de compostos monoclorados que podem ser formados e que não possuem, em sua molécula, carbono assimétrico é

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

RESOLUÇÃO:

A reação do cloro gasoso com 2,2-dimetilbutano produz:

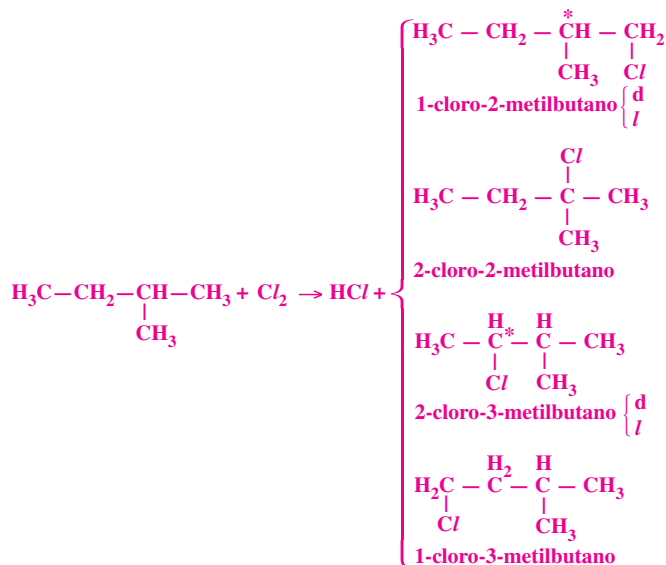


Os compostos ① e ③ não possuem carbono assimétrico em suas moléculas.

Resposta: B

2. (FAAP-SP) – Uma mistura de 2-metilbutano e cloro é irradiada com luz solar. Há formação de HCl e de uma mistura de compostos de fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$. Escrever as fórmulas estruturais e os nomes dos possíveis compostos formados.

RESOLUÇÃO:



MÓDULO 20

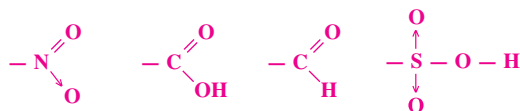
DIRIGÊNCIA DOS GRUPOS

1. (FEI-SP – 2012) – Entre os vários grupos apresentados abaixo, indicar a alternativa que contém somente grupos metadirigentes:

- a) $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{OCH}_3$, $-\text{CN}$
- b) $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{OCH}_3$, $-\text{SO}_3\text{H}$
- c) $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{COH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$
- d) $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{COH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$
- e) $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{OCH}_3$, $-\text{SO}_3\text{H}$

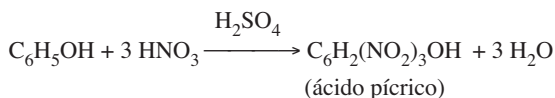
RESOLUÇÃO:

Os grupos *meta* dirigentes possuem ligação dupla, tripla ou dativa:

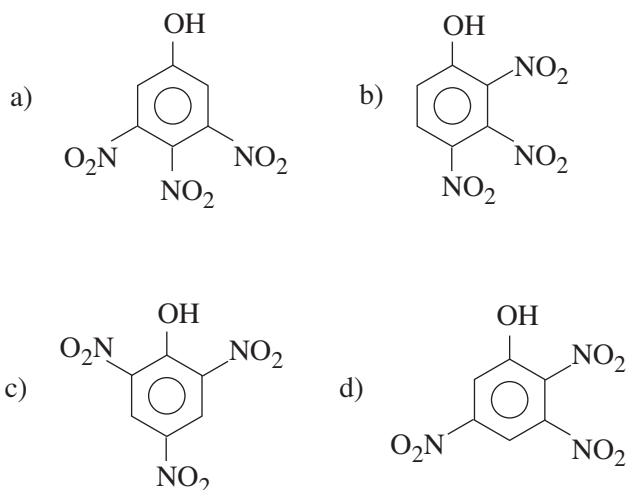


Resposta: D

2. (UFRN – MODELO ENEM) – Tiago, ao queimar a mão fazendo café, aplicou, na região afetada, uma pomada de cor amarela intensa à base de ácido pícrico. Por curiosidade, o rapaz procurou conhecer um pouco mais sobre essa substância medicamentosa. Em uma enciclopédia, encontrou que o ácido pícrico é um derivado fenólico trissubstituído obtido a partir da reação de fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) com ácido nítrico (HNO_3), em presença de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, cuja reação de obtenção estava expressa por

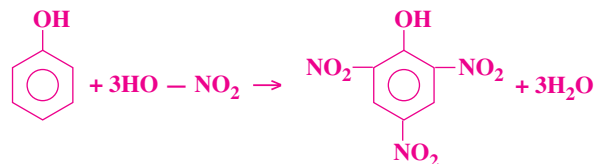


Considerando o efeito de orientação dos grupos hidroxila ($-\text{OH}$) e nitro ($-\text{NO}_2$) sobre o anel aromático na reação de nitração total, pode-se afirmar que, entre os isômeros a seguir, a fórmula estrutural correta do ácido pícrico é:



RESOLUÇÃO:

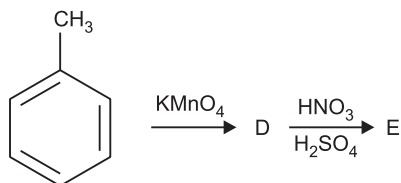
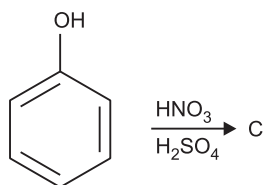
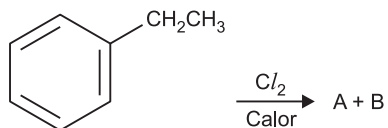
Na reação de fenol com 3 mols de ácido nítrico, o ácido pícrico é produzido:



O grupo $-\text{OH}$ é ortoparadirigente.

Resposta: C

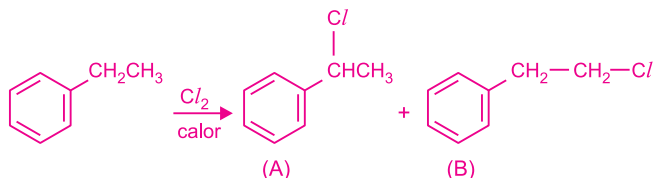
3. (ITA-SP – 2012) – Apresente os respectivos produtos orgânicos (A, B, C, D e E) das reações químicas representadas pelas seguintes equações:



Observação: A oxidação do grupo metil produz o grupo carboxila.

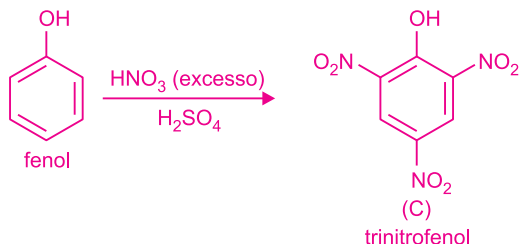
RESOLUÇÃO:

A halogenação de alquilbenzenos pode ocorrer em duas regiões distintas: no anel ou na cadeia lateral. A halogenação dos alcanos exige condições suscetíveis de levar à formação de átomos de halogênio, ou seja, alta temperatura ou luz. Já a halogenação do benzeno pressupõe a ionização do halogênio, que ocorre pela ação de catalisadores ácidos, como o cloreto férrico. Assim, tem-se:

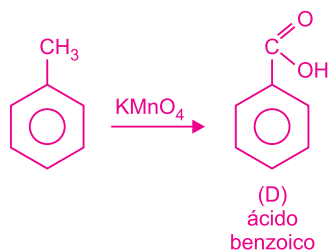


A nitração do fenol, em meio ácido, dirige a entrada do grupo nitro ($-\text{NO}_2$) nas posições *orto* e *para*.

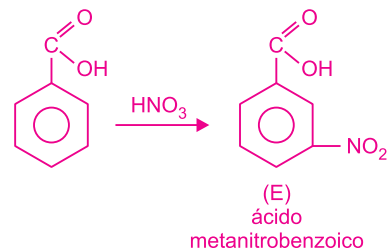
Como o esquema sugere a formação de um único produto, deve-se utilizar excesso de HNO_3 , ocorrendo uma trinitração:



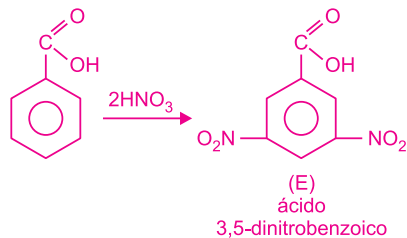
A oxidação do tolueno (por KMnO_4) produz um ácido carboxílico:



Já o ácido benzoico sofre nitração, sendo 1 : 1 a proporção da reação:



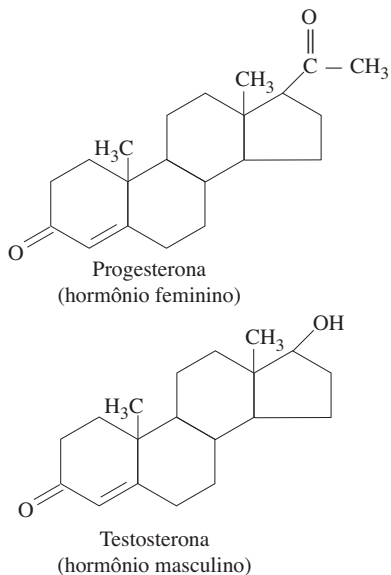
Se a nitração ocorrer com excesso de HNO_3 , temos:



MÓDULO 21

REAÇÃO DE ADIÇÃO EM COMPOSTOS INSATURADOS

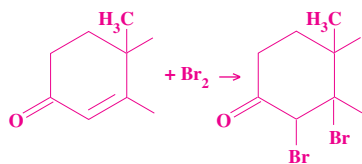
1. (UNESP) – Considere os hormônios progesterona e testosterona, cujas fórmulas estruturais são fornecidas a seguir.



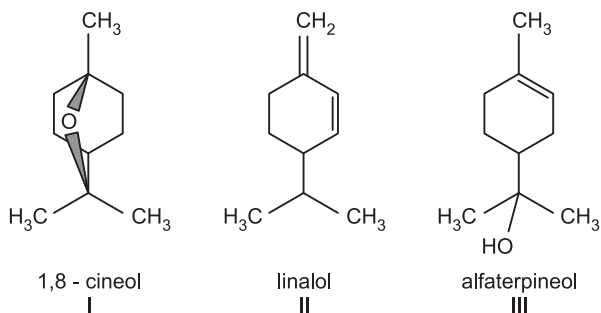
- Quais são as funções orgânicas que diferenciam os dois hormônios?
- Tanto a molécula de progesterona como a de testosterona reagem com solução de bromo. Utilizando apenas o grupo de átomos que participam da reação, escreva a equação química que representa a reação entre o bromo e um dos hormônios.

RESOLUÇÃO:

- O hormônio progesterona apresenta dois grupos que caracterizam a função cetona, enquanto o hormônio testosterona apresenta um grupo hidroxila (álcool) no lugar de um grupo cetona.
- Ocorre adição de bromo aos átomos de carbono da dupla-ligação.



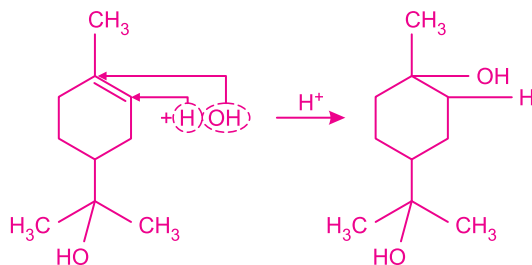
2. (UNESP) – O que ocorreu com a seringueira, no final do século XIX e início do XX, quando o látex era retirado das árvores nativas sem preocupação com o seu cultivo, ocorre hoje com o pau-rosa, árvore típica da Amazônia, de cuja casca se extrai um óleo rico em linalol, fixador de perfumes cobijado pela indústria de cosméticos. Diferente da seringueira, que explorada racionalmente pode produzir látex por décadas, a árvore do pau-rosa precisa ser abatida para a extração do óleo da casca. Para se obter 180 litros de essência de pau-rosa, são necessárias de quinze a vinte toneladas dessa madeira, o que equivale à derrubada de cerca de mil árvores. Além do linalol, outras substâncias constituem o óleo essencial de pau-rosa, entre elas:



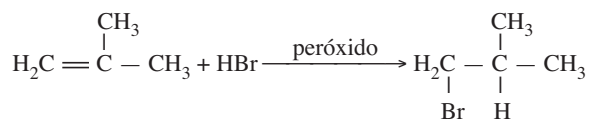
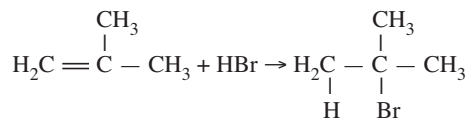
Considerando as fórmulas estruturais das substâncias I, II e III, classifique cada uma quanto à classe funcional a que pertencem. Represente a estrutura do produto da adição de 1 mol de água, em meio ácido, também conhecida como reação de hidratação, à substância alfaterpineol.

RESOLUÇÃO:

- Função → éter, II – função → hidrocarboneto e III → álcool (hidroxila).
- A reação de hidratação da substância alfaterpineol é:



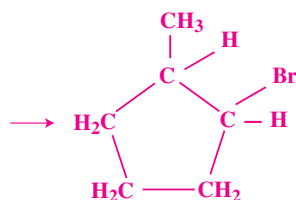
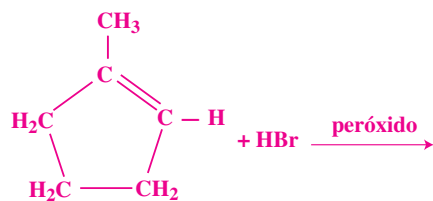
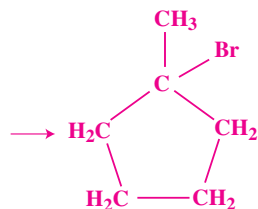
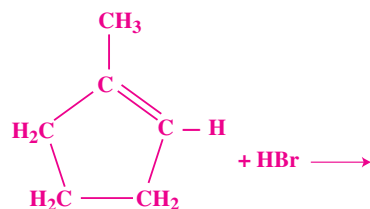
3. (FUVEST-SP) – A adição de HBr a um alceno pode conduzir a produtos diferentes caso, nessa reação, seja empregado o alceno puro ou o alceno misturado a uma pequena quantidade de peróxido.



O 1-metilciclopenteno reage com HBr de forma análoga. Escreva, empregando fórmulas estruturais, as equações que representam a adição de HBr a esse composto na presença e na ausência de peróxido.

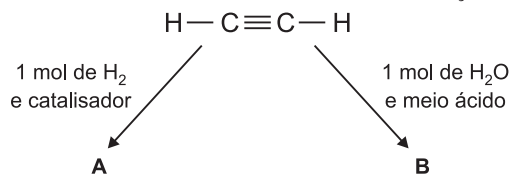
RESOLUÇÃO:

O 1-metilciclopenteno reage com HBr, segundo as equações:



4. (UFRS) – O acetileno é matéria-prima para síntese de vários outros compostos.

Partindo de um mol de acetileno, observe as reações abaixo.

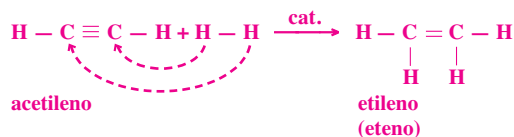


Nas reações apresentadas, os produtos A e B são, respectivamente,

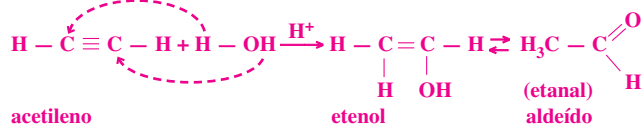
- CH_3CH_3 e $\text{HO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{OH}$.
- CH_3CH_3 e $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$.
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ e $\text{HO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{OH}$.
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ e CH_3CHO .
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ e CH_3COOH .

RESOLUÇÃO:

- Reação do acetileno com 1 mol de H_2 :



- Reação do acetileno com 1 mol de H_2O :



Obs.: o etenol (enol) sofre tautomeria, transformando-se em aldeído (etanal).

Resposta: D

MÓDULO 22

REATIVIDADE DE COMPOSTOS CÍCLICOS

1. (FUVEST-SP) – Duas substâncias diferentes têm fórmula molecular C_6H_{12} .

Uma delas, quando submetida a atmosfera de hidrogênio, na presença de um catalisador, reage com o gás e a outra não.

- Qual é a razão desta diferença de comportamento?
- Escreva uma fórmula estrutural possível para cada uma dessas substâncias.

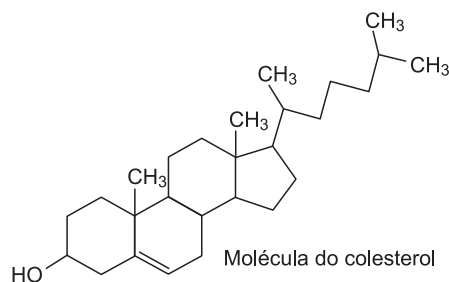
RESOLUÇÃO:

- Apresentam fórmulas estruturais diferentes.
- $H_2C=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ (reage com o gás)



(não reage)

2. (UnB – MODIFICADA) – O colesterol, composto presente nos tecidos de todos os animais, é essencial para a vida. Além de fazer parte da estrutura das membranas celulares, ele é um reagente de partida para a biossíntese dos sais biliares, da vitamina D e de vários hormônios, como cortisol, aldosterona, testosterona, progesterona. O colesterol, sintetizado principalmente pelo fígado, é insolúvel em água e, consequentemente, no sangue. Desse modo, para ser transportado na corrente sanguínea, liga-se a algumas proteínas e a lipídeos por meio de ligações não covalentes em um complexo chamado lipoproteína. Geralmente, as lipoproteínas são classificadas com base em sua densidade. As lipoproteínas de baixa densidade, LDL, são as principais transportadoras de colesterol do fígado para os tecidos. As lipoproteínas de alta densidade, HDL, transportam o excesso de colesterol dos tecidos de volta para o fígado. No entanto, quando em excesso, o colesterol deposita-se nas paredes de artérias, como as do coração e do cérebro, podendo obstruí-las e provocar ataque cardíaco ou derrame cerebral. A figura a seguir apresenta a fórmula molecular do colesterol.



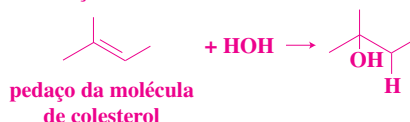
Molécula do colesterol

Julgue os itens:

- O colesterol possui, em sua estrutura, a função fenol.
- Catalisada por ácido, a hidratação da molécula de colesterol leva à formação de um ácido carboxílico.

RESOLUÇÃO:

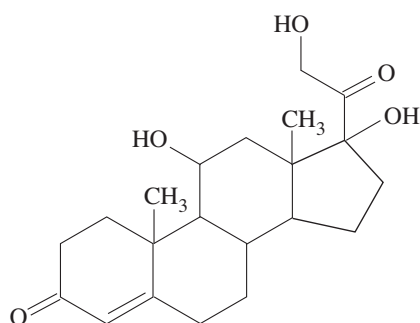
- Falso. O colesterol possui a função álcool.
- Falso. Catalisada por ácido, a hidratação da molécula de colesterol leva à formação de um álcool.



3. **(MODELO ENEM)** – “Toda vez que sofremos um trauma, temos uma infecção, sentimos frio ou calor intensos, sofremos cirurgia, estamos com uma doença debilitante, o cortisol é liberado. Essa molécula também é liberada quando a pessoa ingere determinados tipos de drogas, quando passa por situações como uma imobilização forçada ou quando passa por um estresse mental, especialmente se este estiver ligado a fatores emocionais, que ativam o sistema límbico, o que aumenta ainda mais sua liberação. Essa substância também age na inflamação: assim, quando um tecido é lesado, quase sempre se torna inflamado; neste caso, quando o cortisol é liberado ou injetado, bloqueia os estágios iniciais do processo inflamatório, antes de começar; caso a inflamação já tenha começado, aumenta a rapidez da cura. Ele também é responsável por bloquear reações alérgicas.”

(RETONDO, Carolina G. & FARIA, P. *Química das Sensações*. Editora Alínea e Átomo, p. 179.)

A fórmula estrutural do cortisol é:



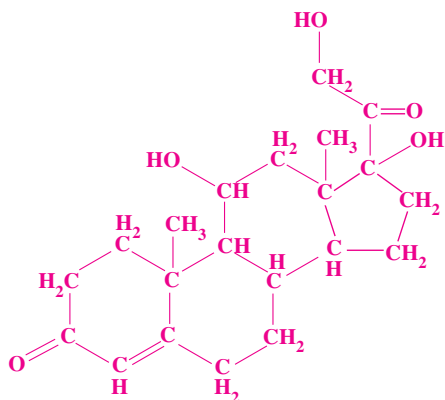
A respeito do cortisol, a alternativa correta é:

- é um composto aromático.
- sofre reação de adição na presença de hidrogênio (hidrogenação catalítica).
- possui a função aldeído (grupo carbonila).
- possui a função fenol.
- sua fórmula molecular é: $C_{20}H_{30}O_4$.

RESOLUÇÃO:

- Possui dupla ligação entre átomos de carbono, sofre adição.
- A carbonila também sofre hidrogenação, produzindo álcool.

Sua fórmula molecular:



Resposta: B

MÓDULO 23

ESTERIFICAÇÃO, SAPONIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO

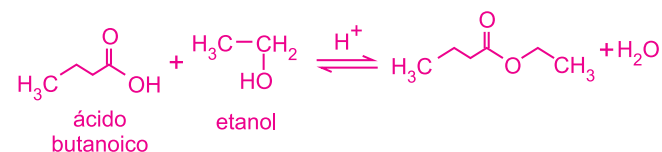
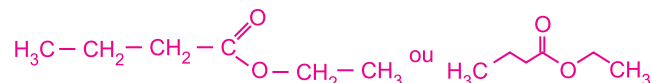
1. **(MACKENZIE-SP – MODELO ENEM)** – O sabor e o aroma se completam e se confundem, formando uma sensação denominada *flavour*. Essa palavra de origem inglesa significa a união de sabor e de aroma, dando origem ao termo flavorizante, que está presente nos rótulos de muitas guloseimas. Assim, o flavorizante é um produto orgânico natural ou artificial, sendo que, entre os artificiais, destacam-se os ésteres. Diversos ésteres são utilizados pela indústria alimentícia como flavorizantes, sendo o butanoato de etila utilizado para conferir o sabor artificial de abacaxi.

Entre as equações abaixo, assinale a alternativa que representa a síntese do flavorizante de abacaxi.

- $H_3C-CH_2-CH_2-COOH + H_3C-CH_2-OH \xrightleftharpoons{H^+} H_3C-CH_2-CH_2-COO-CH_2-CH_3 + H_2O$
- $H_3C-COOH + H_3C-CH_2-CH_2-OH \xrightleftharpoons{H^+} H_3C-CH_2-CH_2-COO-CH_3 + H_2O$
- $H_3C-CH_2-CHO + H_3C-CH_2-OH \xrightleftharpoons{H^+} H_3C-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O$
- $H_3C-COOH + H_3C-CH_2-CH_2-OH \xrightleftharpoons{H^+} H_3C-CH_2-CH_2-COO-CH_2-CH_3 + H_2O$
- $H_3C-CH_2-COOH + H_3C-CH_2-OH \xrightleftharpoons{H^+} H_3C-CH_2-COO-CH_2-CH_3 + H_2O$

RESOLUÇÃO:

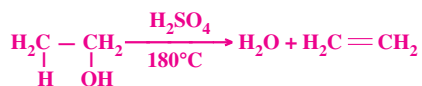
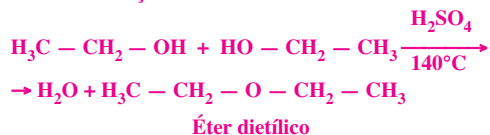
Fórmula estrutural do butanoato de etila:



Resposta: E

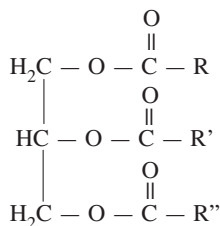
RESOLUÇÃO:

- I) *Falsa*. Ambos foram obtidos por reações de eliminação.
 II) *Verdadeira*. O éter etílico é mais volátil, possui maior pressão de vapor.
 III) *Falsa*. O etanol possui o maior ponto de ebulição, pois estabelece ponte de H entre suas moléculas, e o eteno (apolar, de menor massa molar) possui o menor ponto de ebulição.

DESIDRATAÇÃO INTRAMOLECULAR**DESIDRATAÇÃO INTERMOLECULAR**

Resposta: D

5. **(FUVEST-SP – MODIFICADA)** – Os componentes principais dos óleos vegetais são os triglicerídeos, que possuem a seguinte fórmula genérica:



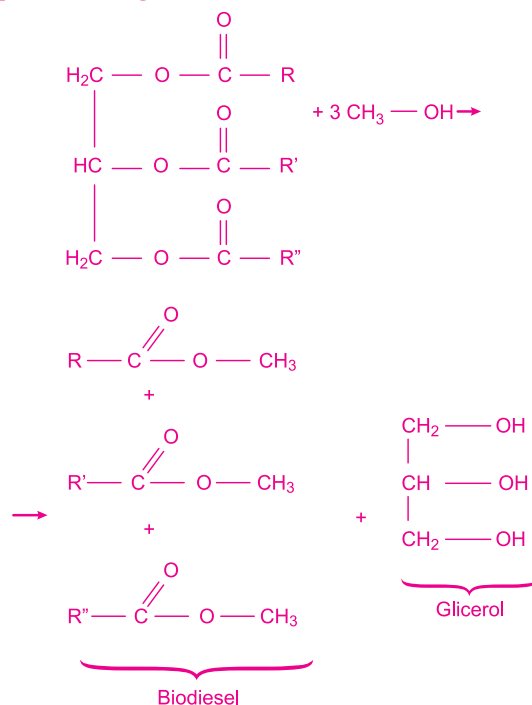
Nessa fórmula, os grupos R, R' e R'' representam longas cadeias de carbono, com ou sem ligações duplas.

A partir dos óleos vegetais, pode-se preparar sabão ou biodiesel, por hidrólise alcalina ou transesterificação, respectivamente. Para preparar sabão, tratam-se os triglicerídeos com hidróxido de sódio aquoso e, para preparar biodiesel, com metanol ou etanol.

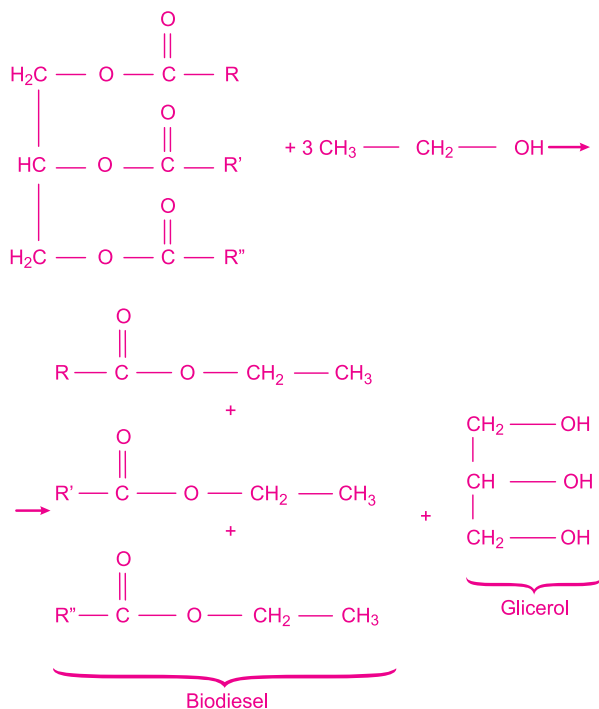
Escreva uma equação química que representa a transformação de triglicerídeos em biodiesel.

RESOLUÇÃO:

A reação do triglicerídeo com o metanol (reação de transesterificação) está representada a seguir:



Utilizando-se etanol:



MÓDULO 24

OXIDAÇÃO E OZONÓLISE DOS ALCENOS

1. Muitos insetos se comunicam por meio de compostos denominados feromônios. A muscalura, por exemplo, é um feromônio sexual produzido pelas fêmeas da mosca doméstica, para atrair os machos com vistas ao acasalamento. Esse composto, cuja fórmula estrutural é apresentada abaixo, é sintetizado em laboratório e utilizado em iscas contendo veneno para atrair e matar moscas em ambientes domésticos.



Com relação à muscalura, é **incorreto** afirmar que

- quando submetida à ozonólise, pode ser convertida em nonanal e tetradecanal.
- quando submetida à hidrogenação catalítica, é transformada em um alcano.
- o isômero apresentado é o cis.
- sua fórmula molecular é $C_{23}H_{46}$.
- quando tratada com água, na presença de ácido (hidratação), é transformada em cetona.

RESOLUÇÃO:

a) **Correta.**

Ozonólise



NONANAL
(9C)

TETRADECANAL
(14C)

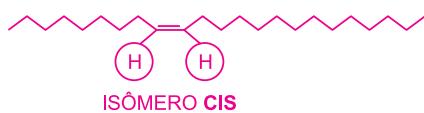
b) **Correta.**

Hidrogenação catalítica.



ALCANO

c) **Correta.**

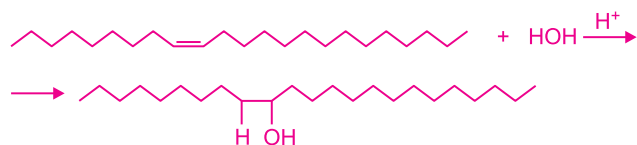


ISÔMERO CIS

d) **Correta.**



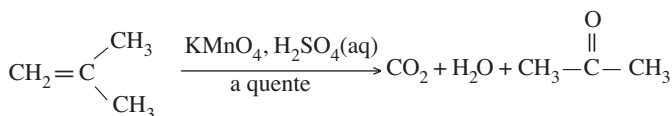
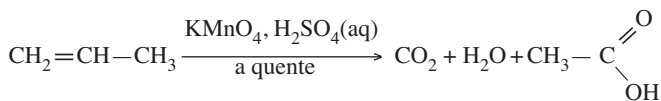
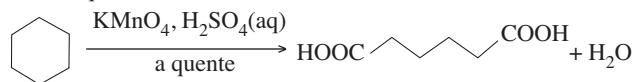
e) **Falsa.** A hidratação de um alceno produz álcool.



álcool

(Observação $\rightarrow$ poderia formar também o álcool com hidroxila no carbono da esquerda e H no carbono da direita).

2. (PUC-SP) – Observe alguns exemplos de oxidações enérgicas de alcenos e cicloalcanos na presença de $KMnO_4$ em meio de ácido sulfúrico a quente.

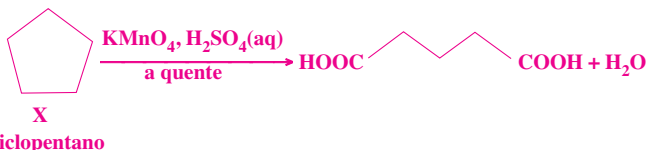


As amostras X, Y e Z são formadas por substâncias puras de fórmula C_5H_{10} . Utilizando-se $KMnO_4$ em meio de ácido sulfúrico a quente, foi realizada a oxidação enérgica de alíquotas de cada amostra. A substância X formou o ácido pentanodioico, a substância Y gerou o ácido acético e a propanona, enquanto a substância Z produziu gás carbônico, água e ácido butanoico. As amostras X, Y e Z contêm, respectivamente,

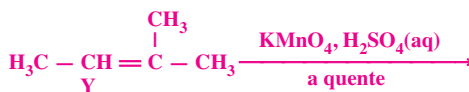
- ciclopentano, metilbut-2-eno e pent-1-eno.
- pent-1-eno, pent-2-eno e 2-metilbut-1-eno.
- ciclopentano, 2-metilbut-1-eno e metilbut-2-eno.
- pent-2-eno, ciclopentano e pent-1-eno.
- pentano, metilbutano e dimetilpropano.

RESOLUÇÃO:

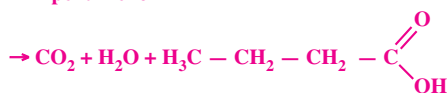
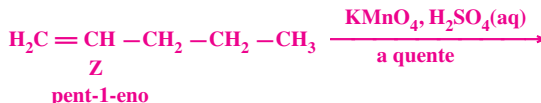
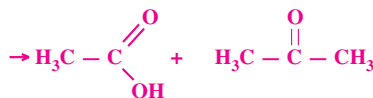
As amostras X, Y e Z de fórmula C_5H_{10} são, respectivamente:



ciclopentano



2-metilbut-2-eno



Resposta: A

MÓDULO 19

EQUILÍBRIO QUÍMICO II: CÁLCULO DAS QUANTIDADES NO EQUILÍBRIO

1. (MACKENZIE-SP – 2012) – O equilíbrio químico estabelecido a partir da decomposição do gás amônia, ocorrida em condições de temperatura e pressão adequadas, é representado pela equação química $2 \text{NH}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g})$. Considerando que, no início, foram adicionados 10 mol de gás amônia em um recipiente de 2 litros de volume e que, no equilíbrio, havia 5 mol desse mesmo gás, é correto afirmar que

- ao ser estabelecido o equilíbrio, a concentração do gás N_2 será de 1,25 mol/L.
- foram formados, até ser estabelecido o equilíbrio, 15 mol de $\text{H}_2 (\text{g})$.
- a concentração do gás amônia no equilíbrio será de 5 mol/L.
- haverá, no equilíbrio, maior quantidade em mols de gás amônia do que do gás hidrogênio.
- a concentração do gás hidrogênio no equilíbrio é 2,5 mol/L.

RESOLUÇÃO:

Concentração inicial do NH_3 :

$$[\text{NH}_3] = \frac{n}{V} \therefore [\text{NH}_3] = \frac{10 \text{ mol}}{2 \text{ L}} \therefore [\text{NH}_3] = 5 \text{ mol/L}$$

Concentração final do NH_3 :

$$[\text{NH}_3] = \frac{n}{V} \therefore [\text{NH}_3] = \frac{5 \text{ mol}}{2 \text{ L}} \therefore [\text{NH}_3] = 2,5 \text{ mol/L}$$

	2NH_3	$\rightleftharpoons$	$\text{N}_2 (\text{g})$	+	$3 \text{H}_2 (\text{g})$
início	5 mol/L		0		0
reage e forma	2,5 mol/L		1,25 mol/L		3,75 mol/L
equilíbrio	2,5 mol/L		1,25 mol/L		3,75 mol/L

Equilíbrio: $[\text{NH}_3] = 2,5 \text{ mol/L}$; $[\text{N}_2] = 1,25 \text{ mol/L}$; $[\text{H}_2] = 3,75 \text{ mol/L}$

Resposta: A

2. Num recipiente de volume 2 litros, foram introduzidos 0,8 mol de X e 0,3 mol de Y, que reagiram segundo a equação:



Atingido o equilíbrio a 80°C , constatou-se a presença de 0,2 mol de Z. Qual o valor da constante de equilíbrio K_C nesta temperatura?

RESOLUÇÃO:

	2X	+	Y	$\rightleftharpoons$	Z
início	0,8		0,3		0
reage e forma	0,4		0,2		0,2
equilíbrio	$0,8 - 0,4 = 0,4$		$0,3 - 0,2 = 0,1$		0,2

No equilíbrio:

$$[\text{X}] = \frac{0,4 \text{ mol}}{2\text{L}} = 0,2 \text{ mol/L}$$

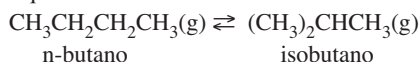
$$[\text{Y}] = \frac{0,1 \text{ mol}}{2\text{L}} = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Z}] = \frac{0,2 \text{ mol}}{2\text{L}} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$K_C = \frac{[\text{Z}]}{[\text{X}]^2 \cdot [\text{Y}]} = \frac{0,1}{(0,2)^2 \cdot 0,05} = 50$$

3. (FUVEST-SP – 2012) – A isomerização catalítica de parafinas de cadeia não ramificada, produzindo seus isômeros ramificados, é um processo importante na indústria petroquímica.

A uma determinada temperatura e pressão, na presença de um catalisador, o equilíbrio



é atingido após certo tempo, sendo a constante de equilíbrio igual a 2,5. Nesse processo, partindo exclusivamente de 70,0 g de n-butano, ao se atingir a situação de equilíbrio, x gramas de n-butano terão sido convertidos em isobutano. O valor de x é

- a) 10,0 b) 20,0 c) 25,0
d) 40,0 e) 50,0

RESOLUÇÃO:

Os compostos n-butano ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) e isobutano ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$) são isômeros, pois apresentam a mesma fórmula molecular (C_4H_{10}) e, portanto, apresentam a mesma massa molar (M g/mol).

Vamos montar uma tabela mostrando a quantidade inicial, a quantidade que reage e a situação de equilíbrio. Neste caso, a proporção em mols coincide com a proporção em massa, pois os isômeros têm a mesma massa molar.

$$n = \frac{m}{M}$$

	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ n-butano	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ isobutano
início	70,0 g		0
reage e forma	x g	$\rightarrow$	x g
equilíbrio	(70,0 – x) g		x g

Admitindo-se que a reação ocorra em sistema fechado e que o volume (V) se mantenha constante durante o processo, teremos as seguintes concentrações das substâncias no equilíbrio:

$$[\text{n-butano}] = \frac{(70,0 - x)}{M \cdot V} \text{ (mol/L)}$$

$$[\text{isobutano}] = \frac{x}{M \cdot V} \text{ (mol/L)}$$

A expressão da constante de equilíbrio pode ser dada por:

$$K_C = \frac{[\text{isobutano}]}{[\text{n-butano}]}$$

Substituindo os valores, teremos:

$$2,5 = \frac{\frac{x}{M \cdot V}}{\frac{70,0 - x}{M \cdot V}}$$

$$2,5 (70,0 - x) = x$$

$$175 - 2,5 x = x$$

$$3,5 x = 175$$

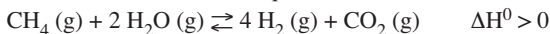
$$x = 50,0 \text{ g}$$

Resposta: E

MÓDULO 20

DESLOCAMENTO DE EQUILÍBRIO

1. (FGV-SP – 2012 – MODELO ENEM) – A produção de suínos gera uma quantidade muito grande e controlada de dejetos, que vem sendo empregada em bioconvertidores para geração de gás metano. O metano, por sua vez, pode ser utilizado para obtenção de gás H_2 . Em uma reação denominada reforma, o metano reage com vapor-d'água na presença de um catalisador formando hidrogênio e dióxido de carbono de acordo com o equilíbrio



O deslocamento do equilíbrio no sentido da formação do H_2 é favorecido por:

- I. aumento da pressão;
II. adição do catalisador;
III. aumento da temperatura.

É correto apenas o que se afirma em

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

RESOLUÇÃO:

Considere a equação:



I) *Falso.*

O aumento da pressão desloca o equilíbrio no sentido da menor quantidade, em mol, de gases; logo, desloca o equilíbrio no sentido da formação de CH_4 .

II) *Falso.*

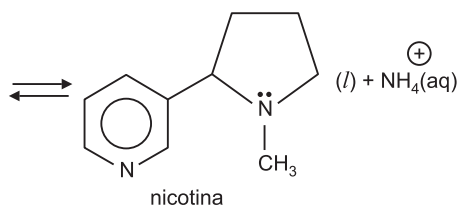
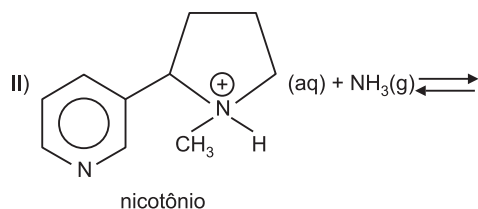
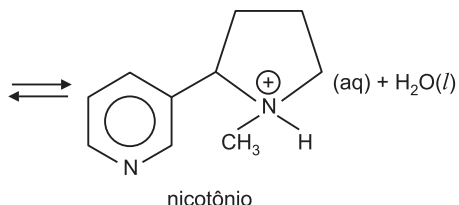
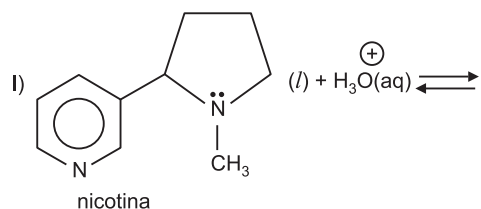
A adição de catalisador não desloca o equilíbrio.

III) *Verdadeiro.*

O aumento da temperatura desloca o equilíbrio no sentido da reação endotérmica. O sentido da formação do H_2 é endotérmico; logo, é favorecido pelo aumento da temperatura.

Resposta: E

2. (CEFET-BA) – Considere-se o sistema químico, em equilíbrio, formado pela nicotina (uma droga que produz dependência), ácido e amônia:



Com base nas informações apresentadas, o teor de nicotina encontrado nas folhas de tabaco, quando tratadas com ácido e amônia, para a produção de cigarro,

- eleva-se com a adição de ácido.
- eleva-se com a adição de amônia.
- eleva-se à medida que as folhas, após tratamento com ácido, vão sendo desidratadas.
- mantém-se o mesmo, independentemente do tratamento com amônia.
- mantém-se o mesmo, independentemente do tratamento com ácido.

RESOLUÇÃO:

Adicionando ácido (H_3O^+), o primeiro equilíbrio é deslocado para a direita, diminuindo a quantidade de nicotina.

Adicionando amônia (NH_3), o segundo equilíbrio é deslocado para a direita, aumentando a quantidade de nicotina.

Resposta: B

3. (UFSCar-SP) – As equações apresentadas a seguir representam equilíbrios químicos estabelecidos separadamente no interior de cilindros dotados de êmbolos móveis. Considerando que cada cilindro terá seu volume reduzido à metade do valor inicial, mantida a temperatura constante, assinale a alternativa que representa o equilíbrio afetado por esta alteração.

- $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HBr}(\text{g})$
- $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

RESOLUÇÃO:

A variação da pressão desloca um equilíbrio quando a quantidade em mols dos reagentes é diferente da quantidade em mols dos produtos, desde que haja algum reagente e algum produto na fase gasosa.

O único equilíbrio em que a variação da pressão desloca o equilíbrio se encontra na alternativa d.



Resposta: D

MÓDULO 21

DESLOCAMENTO DE EQUILÍBRIO

1. (FM-ABC – 2012) – O brometo de nitrosila (NOBr) é formado pela reação entre o óxido nítrico (NO) e o gás bromo (Br₂), segundo o equilíbrio:



Um experimento realizado a 60°C em frasco de 5 L de capacidade, contendo inicialmente 0,1 mol de NO e 0,1 mol de Br₂, constatou que o equilíbrio é atingido em t minutos, apresentando constante K_p igual a 6.

Em seguida, dois novos experimentos foram realizados:

- I. Em um frasco de 2 L de capacidade mantido a 60°C e contendo inicialmente 0,1 mol de NO e 0,1 mol de Br₂, foi determinado o valor de K_{p1} e o tempo t_1 em que o equilíbrio foi atingido.
- II. Em um frasco de 5 L de capacidade mantido a 100°C e contendo inicialmente 0,1 mol de NO e 0,1 mol de Br₂, foi determinado o valor de K_{p2} e o tempo t_2 em que o equilíbrio foi atingido.

Sabendo que a equação de velocidade da reação é $v = k[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$, pode-se afirmar sobre a constante de equilíbrio e o tempo em que esse equilíbrio foi atingido para as condições I e II que

- a) $K_{p1} = 6$ e $t_1 < t$; $K_{p2} > 6$ e $t_2 = t$.
- b) $K_{p1} > 6$ e $t_1 = t$; $K_{p2} = 6$ e $t_2 < t$.
- c) $K_{p1} = 6$ e $t_1 < t$; $K_{p2} < 6$ e $t_2 < t$.
- d) $K_{p1} < 6$ e $t_1 > t$; $K_{p2} = 6$ e $t_2 = t$.
- e) $K_{p1} < 6$ e $t_1 = t$; $K_{p2} < 6$ e $t_2 > t$.

RESOLUÇÃO:

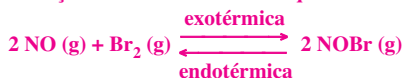
A expressão da constante de equilíbrio é:

$$K_p = \frac{p_{\text{NOBr}}^2}{p_{\text{NO}}^2 \cdot p_{\text{Br}_2}}$$

- I) Como a temperatura foi mantida a 60°C, o K_p não varia.
 $K_{p1} = 6$

Como o volume diminui, a concentração dos reagentes $\left(M = \frac{n}{V}\right)$ aumenta e a velocidade da reação também aumenta e o equilíbrio é atingido em um tempo menor ($t_1 < t$).

- II) A reação direta é exotérmica enquanto a reação inversa é endotérmica.



O aumento de temperatura acarreta o deslocamento do equilíbrio no sentido da reação endotérmica. A concentração de NOBr diminui enquanto as concentrações de NO e Br₂ aumentam, fazendo diminuir o K_p .

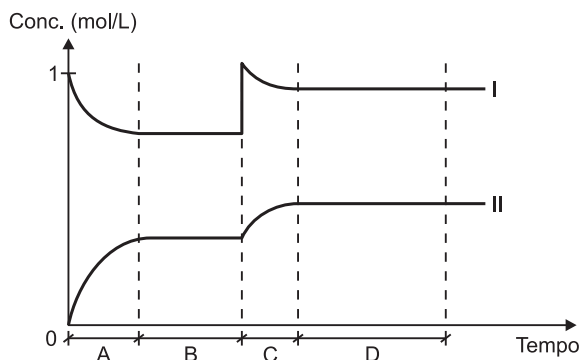
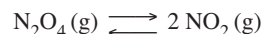
$$K_{p2} < 6$$

Como a temperatura foi aumentada de 60°C para 100°C, aumenta a velocidade da reação, diminuindo o tempo em que o equilíbrio é atingido.

$$t_2 < t$$

Resposta: C

2. Num balão de 10 litros de capacidade, mantido numa temperatura de 200°C, são colocados 10 mols de N₂O₄. O gráfico a seguir representa algumas transformações que se processaram no sistema.



Da análise do gráfico, pode-se concluir que

- a) o traçado I representa a situação do NO₂ no sistema.
- b) a adição de NO₂ ao sistema leva ao equilíbrio em D.
- c) em A, um novo equilíbrio é atingido.
- d) em B, o sistema caminha para o equilíbrio.
- e) em C, o equilíbrio se desloca para a direita.

RESOLUÇÃO:

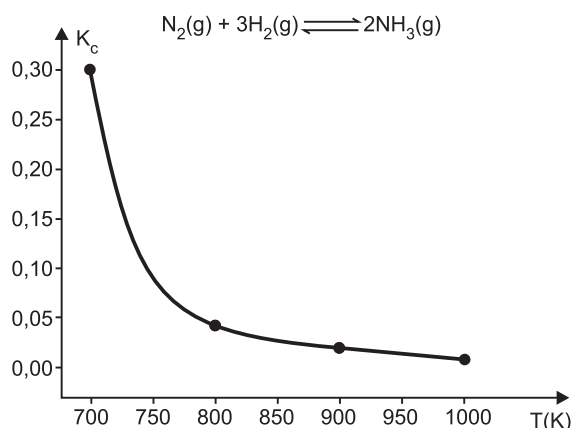
N₂O₄ → curva I, NO₂ → curva II

No trecho A, o sistema está-se deslocando para atingir o equilíbrio no trecho B.

Adiciona-se certa quantidade de N₂O₄ e o equilíbrio se desloca para a direita (trecho C) no sentido de formação de maior quantidade de NO₂. O sistema atinge novamente o equilíbrio no trecho D.

Resposta: E

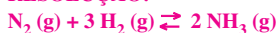
3. O gráfico abaixo mostra como varia a constante de equilíbrio (K_C) em função da temperatura para a reação de síntese da amônia.



Com base nesse dado, pode-se afirmar que

- a formação de NH_3 é uma reação exotérmica;
- o equilíbrio da reação desloca-se para a direita com o aumento da temperatura;
- há diminuição da velocidade da reação endotérmica pelo aumento da temperatura;
- a formação de NH_3 ocorre com absorção de calor;
- adicionando-se um gás nobre ao sistema, o equilíbrio é deslocado para a direita.

RESOLUÇÃO:



$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$$

Se, ao se aumentar a temperatura, K_C diminui, conclui-se que a concentração de NH_3 diminui e as concentrações de N_2 e H_2 aumentam. O equilíbrio é deslocado para a esquerda (reação inversa é endotérmica). A formação de NH_3 é exotérmica.

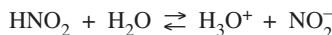
- Aumentando-se a temperatura, aumenta a velocidade de ambas as reações (direta e inversa).
- A adição de gás nobre ao sistema não afeta as pressões parciais dos componentes do equilíbrio. O equilíbrio não é deslocado.

Resposta: A

MÓDULO 22

EQUILÍBRIO IÔNICO I

1. O ácido nitroso sofre ionização segundo a equação:



Sabendo-se que a constante de ionização vale $5,0 \cdot 10^{-6}$ mol/L, qual a concentração em mol/L de HNO_2 numa solução cuja concentração de íons hidrônio (H_3O^+) é igual a $1,0 \cdot 10^{-4}$ mol/L?

- $2,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L
- $4,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L
- $1,0 \cdot 10^{-4}$ mol/L
- $5,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L
- $8,0 \cdot 10^{-1}$ mol/L

RESOLUÇÃO:

Na solução, $[H_3O^+] = [NO_2^-] = 10^{-4}$ mol/L

$$K_i = \frac{[H_3O^+] \cdot [NO_2^-]}{[HNO_2]}$$

$$5,0 \cdot 10^{-6} = \frac{10^{-4} \cdot 10^{-4}}{[HNO_2]}$$

$$[HNO_2] = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Resposta: A

2. O alumínio é um dos metais que reagem facilmente com íons H^+ , em solução aquosa, liberando o gás hidrogênio. Soluções em separado de ácido acético ($K_a = 2 \cdot 10^{-5}$), ácido clorídrico ($K_a \approx 10^8$) e ácido monocloroacético ($K_a = 1,4 \cdot 10^{-3}$), todas de concentração 0,1 mol/L, foram colocadas para reagir com amostras de alumínio de mesma massa e formato.

Escreva a equação da reação iônica que ocorre e justifique em qual das soluções a reação é mais rápida.

RESOLUÇÃO:

Equação reação:



Por apresentar maior valor de K_a (10^8), o ácido clorídrico é o mais ionizado dos três (maior concentração de íons H^+ na solução). Quanto maior a concentração de reagentes (íons H^+), mais rápida será a reação.

3.

Ácido	K _a (25°C)	Base	K _b (25°C)
C ₆ H ₅ COOH	6,6 . 10 ⁻⁵	NH ₃	1,8 . 10 ⁻⁵
CH ₃ COOH	1,8 . 10 ⁻⁵	C ₅ H ₅ N	1,5 . 10 ⁻⁹
HCN	4,8 . 10 ⁻¹⁰	C ₆ H ₅ NH ₂	4,2 . 10 ⁻¹⁰

Com base nos dados do quadro e nos conhecimentos sobre ácidos e bases, equilíbrio iônico e fórmulas, pode-se afirmar:

- a) HCN é o mais forte entre os ácidos.
- b) Os ácidos $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ e CH_3COOH são polipróticos.
- c) A ionização da base NH_3 em água pode ser expressa por:
- $$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_4^+$$
- d) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ é a mais fraca das bases.
- e) A concentração de OH^- em solução aquosa de $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ é igual a $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$.

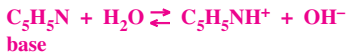
RESOLUÇÃO:

Quanto maior o valor de K_1 , maior a força do eletrólito (ácido ou base).

Ácido mais forte: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

Base mais fraca: $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ e $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$ ácidos monopróticos



$$K_b = \frac{[C_5H_5NH^+] \cdot [OH^-]}{[C_5H_5N]} = 1,5 \cdot 10^{-9}$$

$[\text{OH}^-] \neq 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$

Resposta: D

MÓDULO 23

LEI DA DILUIÇÃO DE OSTWALD

1. Qual o valor da constante de ionização do ácido acético (H_3CCOOH) a 25°C , sabendo-se que o ácido em solução $0,02 \text{ mol/L}$ encontra-se 3% ionizado?

- a) $1,2 \cdot 10^{-4}$
c) $1,8 \cdot 10^{-5}$
e) $4,0 \cdot 10^{-6}$

RESOLUÇÃO:



$$\mathbf{K}_i = \alpha^2 \cdot \mathcal{M}$$

$$K_i = \left(\frac{3}{100} \right)^2 \cdot 0,02$$

$$K_i = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Outra maneira seria usar a tabelinha:

	$\text{H}_3\text{CCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_3\text{CCOO}^-$		
início	0,02	0	0
reage e forma	$\frac{3}{100} \cdot 0,02$	$\frac{3}{100} \cdot 0,02$	$\frac{3}{100} \cdot 0,02$
equilíbrio	$0,02 - 6 \cdot 10^{-4} \equiv 0,02$	$6 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$

$$K_i = \frac{[H^+] \cdot [H_3CCOO^-]}{[H_3CCOOH]}$$

$$K_i = \frac{6 \cdot 10^{-4} \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{0,02} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Resposta: C

2. A constante de ionização de um monoácido é $2 \cdot 10^{-5}$. O grau de ionização e a concentração de íons hidrogênio (H^+) em solução 0,1 mol/L desse ácido serão, respectivamente:

- a) 2%, $2 \cdot 10^{-6}$ mol/L
- b) 0,2%, $2 \cdot 10^{-5}$ mol/L
- c) 1,4%, $1,4 \cdot 10^{-3}$ mol/L
- d) 5%, $5 \cdot 10^{-4}$ mol/L
- e) 1,4%, $1,4 \cdot 10^{-5}$ mol/L

RESOLUÇÃO:

$$K_i = \alpha^2 M$$

$$2 \cdot 10^{-5} = \alpha^2 \cdot 0,1$$

$$\alpha^2 = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$\alpha = \sqrt{2 \cdot 10^{-4}} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ (1,4\%)}$$



$$[H^+] = \alpha M$$

$$[H^+] = 1,4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Outra maneira seria usar a tabelinha:

	HA	$\rightleftharpoons$	H ⁺	+	A ⁻
início	0,1		0		0
reage e forma	x		x		x
equilíbrio	0,1 - x $\approx$ 0,1		x		x

$$K_i = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,1}$$

$$x^2 = 2 \cdot 10^{-6}$$

$$x = \sqrt{2 \cdot 10^{-6}} \approx 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\therefore [H^+] = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Cálculo da porcentagem que se ioniza:

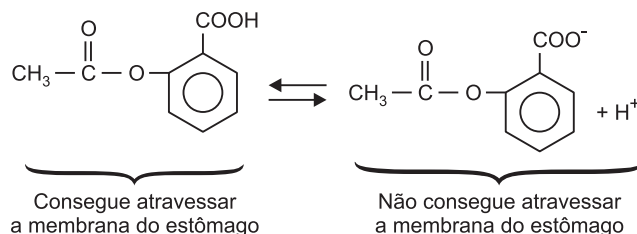
$$0,1 \text{ mol/L} \longrightarrow 100\%$$

$$1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \longrightarrow y$$

$$y = 1,4\%$$

Resposta: C

3. (CEFET-BA – MODELO ENEM) – A aspirina, ácido acetilsalicílico, em água, sofre o seguinte equilíbrio:



Considerando-se apenas as informações acima, para maior absorção da aspirina pelo nosso organismo, é recomendado o seu uso com:

- a) água pura.
- b) água e açúcar.
- c) água e sal de cozinha.
- d) suco de laranja.
- e) leite de magnésia.

RESOLUÇÃO:

Considerando-se apenas as informações do texto, para ser mais bem absorvida pelo organismo, a aspirina deve estar na forma molecular (não ionizada), pois assim conseguiria atravessar a membrana do estômago. Devemos ingeri-la, portanto, com um líquido que apresenta caráter ácido (suco de laranja), pois a presença de íons H^+ deslocaria o equilíbrio no sentido da aspirina molecular, aumentando sua concentração no sistema. Resposta: D

MÓDULO 24

pH E pOH

1. (UNEMAT – 2012) – Nas diversas formas de culturas agrícolas praticadas no estado de Mato Grosso, como, por exemplo, a soja, o milho, o algodão e o arroz, necessita-se de condições ideais do solo para cada uma delas. Para isso, faz-se necessário corrigir o pH (potencial hidrogeniônico) do solo, com vistas a se obter boa produtividade. Considerando-se, por exemplo, que um solo ideal para a cultura da soja necessite de um $\text{pH} = 5,0$, este solo possuirá uma concentração de íons hidrogênio (H^+) e pOH , respectivamente iguais a:

- a) $[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-1} \text{ mol/litro}$ e $\text{pOH} = 9,0$
- b) $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/litro}$ e $\text{pOH} = 5,0$
- c) $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-9} \text{ mol/litro}$ e $\text{pOH} = 9,0$
- d) $[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/litro}$ e $\text{pOH} = 14,0$
- e) $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/litro}$ e $\text{pOH} = 9,0$

RESOLUÇÃO:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{Como } \text{pH} = 5,0 \Rightarrow [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L.}$$

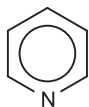
Admitindo-se temperatura ambiente (25°C):

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,0$$

$$\text{pOH} = 14,0 - 5,0 = 9,0$$

Resposta: E

2. (FGV-SP – 2012) – A piridina é uma substância empregada na indústria da borracha, de tintas e de corantes. Em solução aquosa $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, a 25°C , a piridina hidrolisa, resultando numa solução com $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

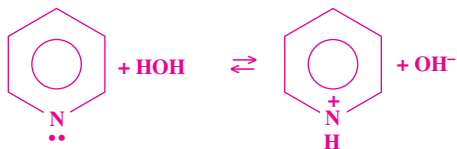


A classificação da piridina, de acordo com o conceito ácido-base, e o pH da solução aquosa $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, a 25°C , são, respectivamente:

- a) ácido e 9. b) ácido e 5. c) base e 9.
- d) base e 8. e) base e 5.

RESOLUÇÃO:

Na estrutura da piridina, há um par de elétrons não ligantes no átomo de nitrogênio. Este par de elétrons pode ser compartilhado por meio de uma ligação covalente dativa; portanto, a piridina é uma base de Lewis:



De acordo com o enunciado, uma solução aquosa $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, a 25°C , de piridina tem concentração de OH^- igual a $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$\text{Cálculo do pOH: } \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = 5$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 9$$

$$\text{pH} > 7 \Rightarrow \text{caráter básico}$$

Resposta: C

3. (FEI-SP) – A chuva ácida ocorre em regiões de alta concentração de poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis. Numa chuva normal, o pH está em torno de 5,0 e, em Los Angeles, já ocorreu chuva com pH em torno de 2,0. A concentração de íons H^+ dessa chuva ocorrida em Los Angeles em relação à chuva normal é

- a) 1 000 vezes maior. b) 1 000 vezes menor.
- c) 3 vezes maior. d) 3 vezes menor.
- e) 100 vezes maior.

RESOLUÇÃO:

$$\text{pH} = 2,0 \Rightarrow [\text{H}^+]_1 = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 5,0 \Rightarrow [\text{H}^+]_2 = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\frac{[\text{H}^+]_1}{[\text{H}^+]_2} = \frac{10^{-2}}{10^{-5}} = 1\,000$$

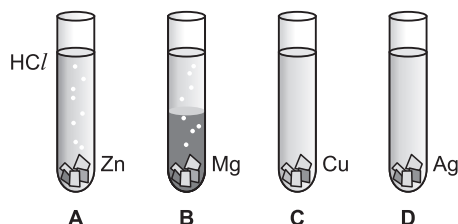
$$[\text{H}^+]_1 = 1000 \cdot [\text{H}^+]_2$$

Resposta: A

MÓDULO 19

REAÇÕES DE DESLOCAMENTO

1. (UFES) – Adicionam-se 10 mL de ácido clorídrico concentrado a quatro tubos de ensaio com os metais indicados na figura. Observa-se que nos dois primeiros há formação de um gás, aparecendo o cloreto de zinco e de magnésio. Nos tubos C e D, nada se verifica. Em relação a essas observações, que conclusão você pode tirar (usando apenas as informações dadas)?



- Os ácidos reagem com os metais despreendendo hidrogênio.
- C e D não reagiram porque não havia quantidade suficiente dos metais.
- C e D não reagiram porque não havia quantidade suficiente do ácido.
- C e D não reagiram porque o cloreto de cobre e o cloreto de prata são insolúveis.
- O zinco e o magnésio deslocam o hidrogênio do ácido clorídrico.

RESOLUÇÃO:



Zinco desloca o H_2 do ácido



Magnésio desloca H_2 do ácido



Resposta: E

2. (UNICAMP-SP) – Suspeitou-se que um certo lote de fertilizante estava contaminado por apreciável quantidade de sal de mercúrio-II (Hg^{2+}). Foi feito então um teste simples: misturou-se um pouco de fertilizante com água e introduziu-se um fio de cobre polido, o qual ficou coberto por uma película de mercúrio metálico. Escreva a equação da reação química que ocorreu, indicando o agente oxidante.

RESOLUÇÃO:

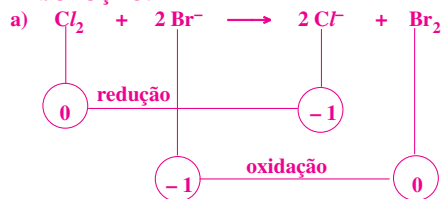


Agente oxidante é o Hg^{2+} .

3. (UNICAMP-SP) – Nas salinas, após a remoção da maior parte dos sais da água do mar, sobra uma solução que contém ainda muitos componentes, como o brometo (Br^-). Borbulhando-se nessa solução uma corrente de gás cloro (Cl_2), numa certa temperatura, obtêm-se vapores de bromo (Br_2).

- Escreva a equação da reação do brometo com o cloro.
- Indique qual o oxidante e qual o redutor.

RESOLUÇÃO:



- b) Oxidante: Cl_2
Redutor: Br^-

MÓDULO 20

ELETROQUÍMICA: PILHA GALVÂNICA

1. (SÃO CAMILO-SP – 2012 – MODELO ENEM) – Na última década, assistiu-se a um aumento da demanda de aparelhos eletro-eletrônicos, ficando difícil de se imaginar a civilização moderna sem o conforto e as facilidades da energia elétrica. Todas essas facilidades passam pelo desenvolvimento da pilha elétrica, em 1836, pelo químico inglês John Frederic Daniell (1790-1845). Tal pilha é constituída por uma placa de zinco (Zn), em uma solução de ZnSO_4 ; e uma placa de cobre (Cu) em uma solução de CuSO_4 . As duas soluções são ligadas por uma ponte salina, ou por uma parede porosa. Sobre a pilha de Daniell, considere as afirmações a seguir:

- O polo positivo é aquele que apresenta o elemento que sofre redução (Cu).
- O polo negativo é aquele que apresenta o elemento que sofre oxidação (Zn).
- A placa de zinco (Zn) e a placa de cobre (Cu) não sofrem desgaste, pois estão interligadas pela ponte salina.

Escolha a alternativa que avalia corretamente as afirmações:

- todas as afirmações estão corretas.
- apenas II está correta.
- apenas II e III estão corretas.
- apenas I e II estão corretas.
- apenas I e III estão corretas.

RESOLUÇÃO:

Como o zinco é mais reativo que o cobre:

Zn oxida-se: anodo, polo negativo. Sofre desgaste.

Cu^{2+} reduz-se: catodo, polo positivo. Sofre aumento de massa.

Reações:

Anodo $\ominus$: $\text{Zn} \rightarrow 2 \text{e}^- + \text{Zn}^{2+}$ semiequação de oxidação

Catodo $\oplus$: $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ semiequação de redução

$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ equação global

Resposta: D

2. (MACKENZIE-SP – MODELO ENEM) – Relativamente à pilha abaixo, começando a funcionar, fazem-se as afirmações:

I. A reação global da pilha é dada pela equação:

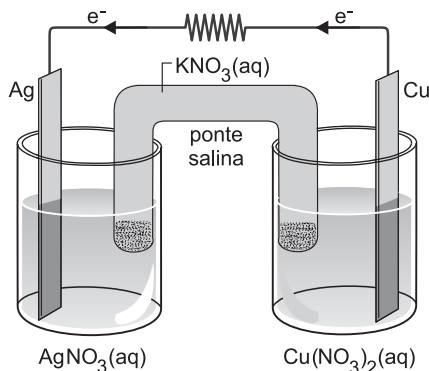


II. O eletrodo de prata é o polo positivo.

III. No anodo, ocorre a oxidação do cobre.

IV. A concentração de íons Ag^+ na solução irá diminuir.

V. A massa da barra de cobre irá diminuir.



São corretas

- a) III, IV e V somente.
- b) I, III e V somente.
- c) II e IV somente.
- d) I, IV e V somente.
- e) I, II, III, IV e V.

RESOLUÇÃO:

Anodo: polo $\ominus$: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$

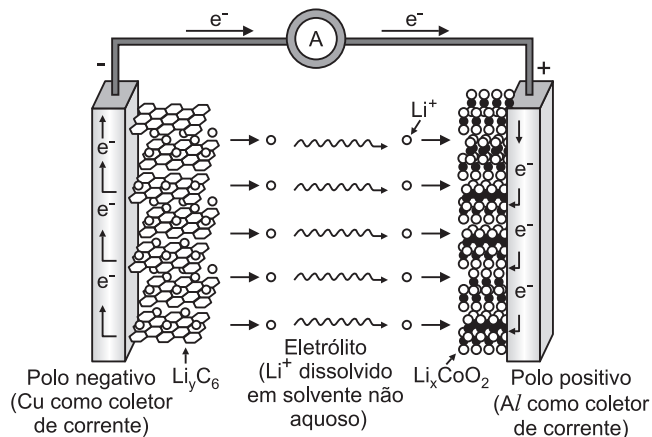
Catodo: polo $\oplus$: $2 \text{Ag}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag}$

Equação global $\text{Cu} + 2 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag}$

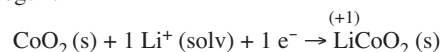
Corretas: I, II, III, IV e V

Resposta: E

3. (UEL-PR – 2012 – MODELO ENEM) – Baterias de íon-lítio empregam o lítio na forma iônica, que está presente no eletrólito pela dissolução de sais de lítio em solventes não aquosos. Durante o processo de descarga da bateria, os íons lítio deslocam-se do interior da estrutura que compõe o anodo (grafita) até a estrutura que compõe o catodo (CoO_2), enquanto os elétrons se movem através do circuito externo.



Neste processo, o cobalto sofre uma alteração representada pela equação a seguir.

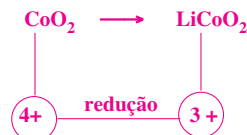


Com base no enunciado, assinale a alternativa correta.

- a) Durante a descarga, o número de oxidação do cobalto aumenta.
- b) O cobalto recebe elétrons, para haver a recarga da bateria.
- c) No catodo, o cobalto é reduzido durante a descarga.
- d) O íon de lítio se desloca para o catodo, durante a descarga, devido à atração magnética.
- e) O solvente utilizado entre os polos deve ser um líquido orgânico apolar.

RESOLUÇÃO:

Na semiequação de redução, temos:



CoO_2 é oxidante, logo, polo positivo, catodo.

Resposta: C

MÓDULO 21

POTENCIAL DE REDUÇÃO E CÁLCULO DE ΔE

1. (PUC-SP) – Dados: Tabela de potenciais-padrão de redução (E^0_{red}), em volt

$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,44
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{s})$	-0,40
$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{s})$	-0,28
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s})$	-0,13
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+0,80

Foram realizadas as seguintes observações experimentais a respeito da reatividade dos metais:

- O metal crômio (Cr) reage com solução aquosa contendo ferro (II), formando cátions crômio (III) em solução e ferro metálico.
- Ferro metálico (Fe) reage com solução contendo cátions níquel (II), formando níquel metálico (Ni) e cátions ferro (II).
- O metal cobre (Cu) não reage com solução contendo íons níquel (II).

Analisando a tabela de potenciais padrão de redução e os dados experimentais fornecidos, conclui-se que os melhores valores para os potenciais-padrão de redução dos pares Cr^{3+}/Cr e Ni^{2+}/Ni são

- $E^0_{\text{red}}(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = +0,60 \text{ V}$; $E^0_{\text{red}}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = +0,20 \text{ V}$.
- $E^0_{\text{red}}(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,30 \text{ V}$; $E^0_{\text{red}}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$.
- $E^0_{\text{red}}(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$; $E^0_{\text{red}}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,50 \text{ V}$.
- $E^0_{\text{red}}(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,30 \text{ V}$; $E^0_{\text{red}}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = +0,50 \text{ V}$.
- $E^0_{\text{red}}(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$; $E^0_{\text{red}}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$.

RESOLUÇÃO:



Por meio da equação química acima, conclui-se que o potencial de redução do cátion crômio (III) é menor que o potencial de redução do cátion ferro (II).



Pela equação química acima, conclui-se que o potencial de redução do ferro (II) é menor que o potencial de redução do cátion níquel (II). Analisando as alternativas, os valores de potenciais que obedecem a essas condições são:

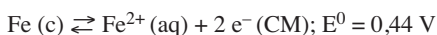
$$E^0_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V} > E^0_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}} = -0,74 \text{ V}$$

$$E^0_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,25 \text{ V} > E^0_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}$$

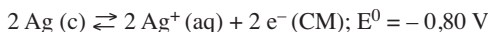
Como o cobre não reage com solução de íons níquel (II), o potencial de redução dos íons Cu^{2+} é maior que o potencial de redução dos íons Ni^{2+} .

Resposta: E

2. (ITA-SP) – Considere as semirreações representadas pelas semiequações abaixo e seus respectivos potenciais-padrão de oxidação:



$$E^0 = -0,26 \text{ V}$$



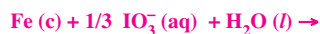
Com base nas informações acima, qual das opções abaixo é a relativa à equação química de uma reação que deverá ocorrer quando os reagentes, nas condições-padrão, forem misturados entre si?

- $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 1/3 \text{I}^- (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow$
 $\rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + 1/3 \text{IO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- $2 \text{Ag}(\text{s}) + 1/3 \text{IO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow$
 $\rightarrow 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + 1/3 \text{I}^- (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq})$
- $1/3 \text{I}^- (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow$
 $\rightarrow 2 \text{Ag}(\text{s}) + 1/3 \text{IO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- $\text{Fe}(\text{s}) + 1/3 \text{I}^- (\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow$
 $\rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 1/3 \text{IO}_3^- (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) + 2 \text{H}_2(\text{g})$
- $2 \text{Ag}(\text{s}) + 1/3 \text{I}^- (\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow$
 $\rightarrow 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + 1/3 \text{IO}_3^- (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) + 2 \text{H}_2(\text{g})$

RESOLUÇÃO:

Analisemos as reações espontâneas que podem realizar-se com essas espécies:

I) Somando as semiequações, temos:



A reação nesse sentido é espontânea.

II) $\text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- + 0,44 \text{ V}$



A reação nesse sentido é espontânea.

III) $1/3 \text{I}^- (\text{aq}) + 2 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow 1/3 \text{IO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2\text{e}^- - 0,26 \text{ V}$



A reação nesse sentido é espontânea (corresponde à alternativa c).

Resposta: C

3. (MODELO ENEM) – Uma das maneiras de prevenir a corrosão de embarcações, cujo casco é feito de ferro, é utilizar um metal de sacrifício que se oxida mais facilmente que o ferro e, assim, ele sofre corrosão antes do ferro quando a embarcação se encontra na água. Na tabela abaixo, são apresentadas as semirreações e os potenciais de redução (E^0) de alguns metais:

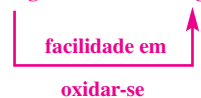
Semirreações de redução	E^0 (volts)
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	- 0,44 V
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	- 0,25 V
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+ 0,34 V
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+ 1,50 V
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	- 0,76 V
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	- 2,37 V

O melhor metal de sacrifício para proteger a embarcação da corrosão é:

- a) Mg b) Au c) Ni d) Zn e) Cu

RESOLUÇÃO:

O melhor metal para proteger o ferro da corrosão é o magnésio, pois o seu cátion apresenta menor potencial de redução, isto é, o metal magnésio, na tabela fornecida, tem maior potencial de oxidação.

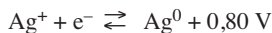
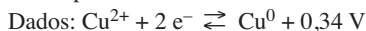


Resposta: A

MÓDULO 22

ESPONTANEIDADE DE UMA REAÇÃO, ELETRÓLISE, CUBA ELETROLÍTICA E ELETRÓLISE ÍGNEA

1. Dispõe-se dos dados e materiais abaixo:



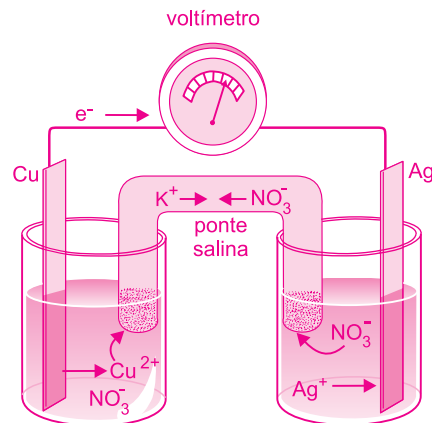
Materiais:

- 1 lâmina de cobre
- 1 lâmina de prata
- 2 fios de conexão, com jacarés
- 1 voltímetro com escala de 0 a 5 volts
- 2 béqueres de 250 mL ou 1 béquer de 250 mL e 1 copo poroso
- 1 tubo em U para ponte salina
- solução 1 mol/L de nitrato de prata
- solução 1 mol/L de nitrato de cobre II
- solução 1 mol/L de nitrato de potássio

- Tendo como base o que foi fornecido, proponha uma montagem de uma célula eletroquímica.
- Calcule o ΔV da célula e a reação química que ocorre, indicando os polos, o anodo, o catodo e o sentido dos elétrons.
- Adicione ao béquer que contém nitrato de cobre II certa quantidade de solução de sulfeto de sódio e prediga o que irá acontecer com o ΔV da pilha. Sabe-se que CuS é insolúvel.

RESOLUÇÃO:

a)



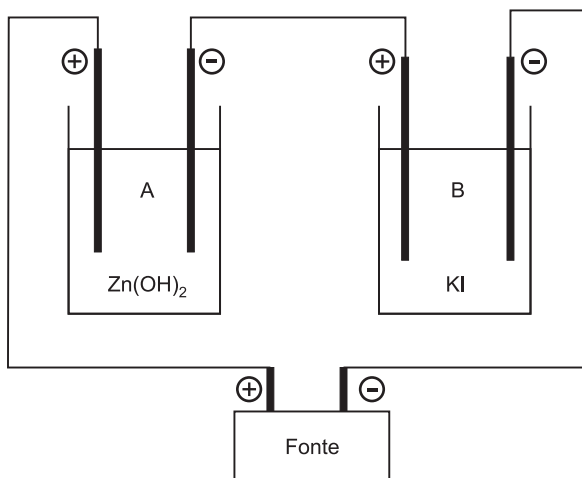
$$\text{b) } \Delta V = E_{\text{oxi}}^0_{\text{Cu}^0} + E_{\text{red}}^0_{\text{Ag}^+} = -0,34 \text{ V} + 0,80 \text{ V} = 0,46 \text{ V}$$



Sentido dos elétrons: do Cu (anodo) para a Ag (catodo).

- $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ reage com o íon S^{2-} , formando CuS , insolúvel. O equilíbrio é deslocado no sentido dos produtos, portanto, aumenta a tendência para que se realize a reação (a tensão elétrica aumenta).

2. A eletrólise em série de hidróxido de zinco e de iodeto de potássio fundidos é esquematizada a seguir.



Dado: $2 \text{ OH}^- \rightarrow 2 \text{ e}^- + \text{ H}_2\text{O} + 1/2 \text{ O}_2$

A respeito deste sistema, foram feitas as seguintes afirmações.

- I. Nos anodos (polos $\oplus$), formam-se zinco metálico e potássio metálico.
- II. Forma-se gás oxigênio no esquema de eletrólise A.
- III. Nos catodos (polos $\ominus$), formam-se água e zinco metálico.

Está(ão) correta(s) as afirmações

- a) somente I e III.
- b) somente I.
- c) somente II.
- d) somente II e III.
- e) somente III.

RESOLUÇÃO:

No frasco A, temos as seguintes semirreações:

Catodo (polo $\ominus$): $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{ e}^- \longrightarrow \text{Zn}$

Anodo (polo $\oplus$): $2 (\text{OH})^- \longrightarrow 2 \text{ e}^- + \text{ H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{ O}_2$

No frasco B, temos as seguintes semirreações:

Catodo (polo $\ominus$): $2 \text{ K}^+ + 2 \text{ e}^- \longrightarrow 2 \text{ K}$

Anodo (polo $\oplus$): $2 \text{ I}^- \longrightarrow 2 \text{ e}^- + \text{ I}_2$

Resposta: C

MÓDULO 23

ELETRÓLISE EM SOLUÇÃO AQUOSA

1. Uma solução aquosa de nitrato de cobre II contém íons Cu^{2+} e NO_3^- provenientes da dissociação iônica do sal. Na eletrólise do $\text{Cu} (\text{NO}_3)_2$ em solução aquosa, é mais fácil reduzir Cu^{2+} do que H_2O e é mais fácil oxidar H_2O do que NO_3^- . Escreva as semiequações da redução catódica e da oxidação anódica na eletrólise de solução aquosa de $\text{Cu} (\text{NO}_3)_2$, utilizando eletrodos inertes (platina).

RESOLUÇÃO:

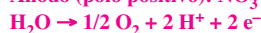
Dissociação iônica do $\text{Cu} (\text{NO}_3)_2$:



Catodo (polo negativo): Cu^{2+} e H_2O

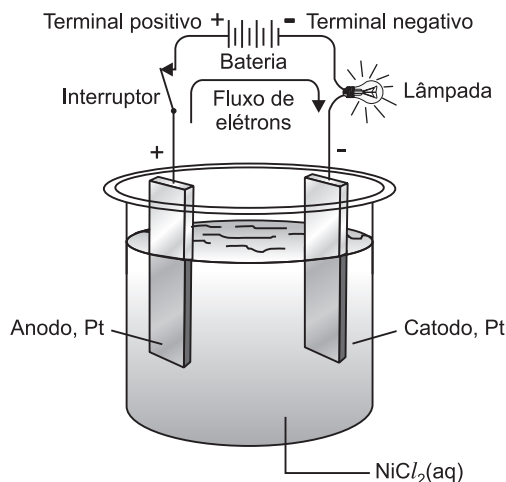


Anodo (polo positivo): NO_3^- e H_2O

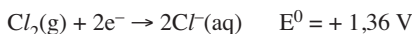


Essa eletrólise produz Cu no catodo e O_2 no anodo.

2. (UFSCar-SP) – A figura apresenta a eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de níquel(II), NiCl_2 .



São dados as semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



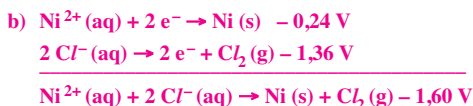
- Indique as substâncias formadas no anodo e no catodo. Justifique.
- Qual deve ser o mínimo potencial aplicado pela bateria para que ocorra a eletrólise? Justifique.

RESOLUÇÃO:

a) As semirreações que ocorrem na eletrólise são:

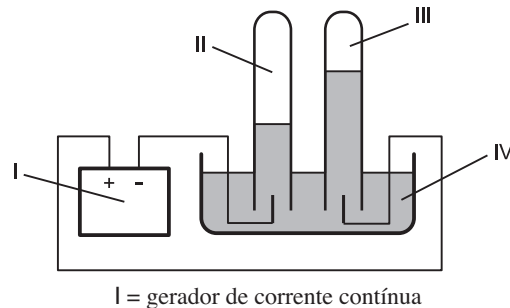


No catodo (onde ocorre a redução), temos a formação do metal níquel e no anodo (onde ocorre a oxidação), a formação do gás cloro.



O mínimo potencial aplicado pela bateria para que ocorra a eletrólise é 1,60 V.

3. (FUVEST-SP) – Água pode ser eletrólise com a finalidade de se demonstrar sua composição. A figura representa uma aparelhagem em que foi feita a eletrólise da água, usando eletrodos inertes de platina.

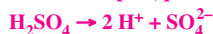


- Nesse experimento, para que ocorra a eletrólise da água, o que deve ser adicionado, inicialmente, à água contida no recipiente IV? Justifique-o.
- Dê as fórmulas moleculares das substâncias recolhidas, respectivamente, nos tubos II e III.
- Qual a relação estequiométrica entre as quantidades de matéria (mols) recolhidas em II e III?
- Escreva a equação balanceada que representa a semirreação que ocorre no eletrodo (anodo) inserto no tubo III.

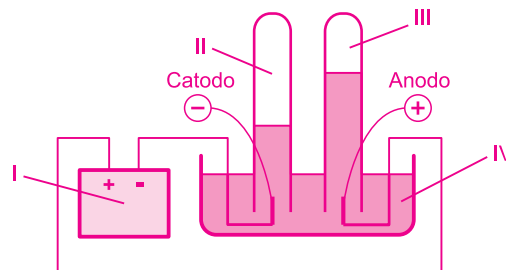
RESOLUÇÃO:

a) Para haver condução de corrente elétrica em solução aquosa, é necessária a presença de íons livres na solução. No caso, para fazermos a eletrólise da água, devemos adicionar no recipiente IV um eletrólito. O cátion desse eletrólito deve apresentar potencial de redução menor que o da H_2O (exemplos: alcalino, alcalinoterroso e alumínio, como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , ...) e o ânion deve apresentar potencial de oxidação menor que o da H_2O (exemplos: F^- e ânions oxigenados, como SO_4^{2-} , NO_3^- , ClO_3^- , ...).

Como exemplos, podemos citar: H_2SO_4 (diluído), NaNO_3 , KF :



b)



No catodo (II), ocorre redução da água de acordo com a equação da reação:

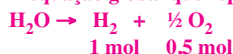


No anodo (III), ocorre oxidação da água:



As fórmulas das substâncias recolhidas nos tubos II e III são, respectivamente, H_2 e O_2 .

c) A equação global que representa a reação da eletrólise da água é:



A proporção em mols de H_2 e O_2 formados é de 1 mol para 0,5 mol. Proporção 2: 1

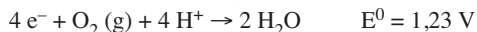
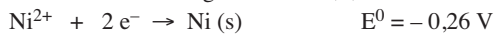
d) $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$

MÓDULO 24

ELETRÓLISE QUANTITATIVA

1. (UEL – 2012) – Em uma célula eletrolítica contendo uma solução de NiSO_4 , foram imersos dois eletrodos inertes. Determine a massa de níquel metálico e a de gás oxigênio produzidas após a passagem, pela célula, de uma corrente de 4,0 A durante 1,0 h.

Dado: Massas molares em g/mol: Ni: 58,7; O: 16

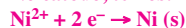


Constante de Faraday = 96 500 C/mol

Apresente os cálculos realizados na resolução da questão.

RESOLUÇÃO:

No catodo, temos:



Vamos determinar a carga, em Faraday, que atravessa a célula:

$$Q = i \cdot t, \text{ logo } Q = 4,0 \text{ A} \cdot 3\,600 \text{ segundos} = 14\,400 \text{ C}$$

$$2 \text{ mols de e}^- \longrightarrow 1 \text{ mol de Ni}$$

$$193\,000 \text{ C} \longrightarrow 58,70 \text{ g}$$

$$14\,400 \text{ C} \longrightarrow x \text{ g}$$

$$x = 4,38 \text{ gramas de Ni}$$

No anodo, temos:



$$4 \text{ mols de e}^- \longrightarrow 1 \text{ mol de O}_2$$

$$386\,000 \text{ C} \longrightarrow 32,0 \text{ g}$$

$$14\,400 \text{ C} \longrightarrow x$$

$$x = 1,19 \text{ g de O}_2$$

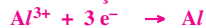
2. (PUC-RIO – 2012) – Considerando 1 F = 96 500 C (quantidade de eletricidade relativa a 1 mol de elétrons), na eletrólise ígnea do cloreto de alumínio, AlCl_3 , a quantidade de eletricidade, em Coulomb, necessária para produzir 21,6 g de alumínio metálico é igual a:

Dados: Al = 27 g/mol; Constante de Faraday = 96 500 C/mol

a) 61 760 C b) 154 400 C c) 231 600 C

d) 308 800 C e) 386 000 C

RESOLUÇÃO:

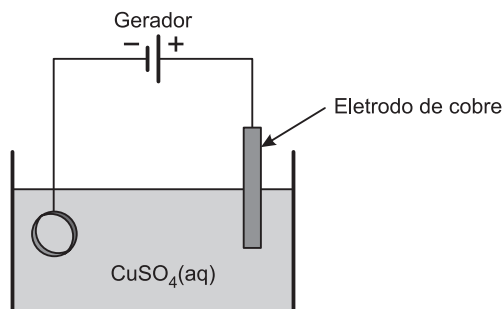


$$\left. \begin{array}{l} 3 \text{ mol} \leftarrow 27 \text{ g} \\ x \leftarrow 21,6 \text{ g} \end{array} \right\} x = 2,4 \text{ mol de e}^-$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol de e}^- \rightarrow 96\,500 \text{ C} \\ 2,4 \text{ mol de e}^- \rightarrow y \end{array} \right\} y = 231\,600 \text{ C}$$

Resposta: C

3. (MACKENZIE-SP – MODELO ENEM) – A galvanoplastia é um processo eletroquímico que consiste em depositar um metal sobre outro, por meio da redução química ou eletrolítica, para proteção, para aumentar a condutividade, para aumentar a resistência ao atrito, para melhorar a aparência e a dureza superficial, entre outros objetivos. Com base nesses conhecimentos, uma cuba eletrolítica foi montada para a cobreação de um anel de alumínio, conforme ilustração.



Dados: Cu = 64 g/mol e 1 mol de elétrons = $9,6 \cdot 10^4 \text{ C}$

A respeito do processo eletroquímico ilustrado acima, considere as afirmações dadas, de I a V.

- I. O anel foi colocado no anodo da cuba eletrolítica.
- II. Ao passar uma corrente de 3 ampères, durante 16 minutos, há a deposição de aproximadamente 0,96g de cobre sobre o anel.
- III. No polo positivo, ocorre a reação:
 $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- IV. No catodo da cela eletrolítica, ocorre oxidação.
- V. No anel, ocorre a reação $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)}$.

Dessas afirmações, estão corretas somente

- a) I, II e III. b) II, III e V. c) II, IV e V.
- d) I, III e IV. e) III, IV e V.

RESOLUÇÃO:

I. *Falsa.*

O anel foi colocado no catodo (polo negativo) da cuba eletrolítica.

II. *Correta.*

$$i = 3 \text{ A}, t = 16 \text{ min} = 960 \text{ s}, Q = i \cdot t \therefore Q = 3 \cdot 960 \text{ (C)}$$



$$2 \cdot 9,6 \cdot 10^4 \text{ C} \longrightarrow 64 \text{ g}$$

$$3 \cdot 960 \text{ C} \longrightarrow x$$

$$x = 0,96 \text{ g}$$

III. *Correta.*

No polo positivo (anodo), temos a oxidação do metal cobre.



IV. *Falsa.*

No catodo da cela eletrolítica, ocorre *redução*.

V. *Correta.*



Resposta: B