

Bernoulli Resolve

6V | Volume 4 | Química

SUMÁRIO

Frente	A	Módulo 13:	Análise Imediata	3
		Módulo 14:	Ácidos de Arrhenius	8
		Módulo 15:	Bases de Arrhenius	11
		Módulo 16:	Sais	14
Frente	B	Módulo 13:	Concentração das Soluções	18
		Módulo 14:	Diluição e Mistura de Soluções	23
		Módulo 15:	Introdução à Cinética Química	28
		Módulo 16:	Teoria das Colisões e do Complexo Ativado	32
Frente	C	Módulo 13:	Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos	37
		Módulo 14:	Teorias Ácido-Base Modernas	41
		Módulo 15:	Ácidos e Bases Orgânicos	44
		Módulo 16:	Reações de Adição	47

COMENTÁRIO E RESOLUÇÃO DE QUESTÕES

MÓDULO – A 13

Análise Imediata

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra D

Comentário: No aspirador de pó ocorre a separação de uma mistura formada por gás (ar atmosférico) e sólido (material particulado) pelo método de filtração. A fase sólida fica retida no filtro existente no interior do equipamento e a fase gasosa é liberada para a atmosfera.

Questão 02 – Letra B

Comentário: O primeiro procedimento realizado é denominado separação magnética e consiste em utilizar um ímã para atrair as substâncias com propriedades magnéticas, como os pregos de ferro e separá-los das demais substâncias. Em seguida, realiza-se uma decantação para separar o óleo comestível da solução de água e sal de cozinha. A mistura água + sal, por ser mais densa, forma a fase inferior enquanto o óleo forma a fase superior da mistura heterogênea dentro do funil. A torneira do funil é aberta permitindo o escoamento da fase inferior, que é recolhida em outro frasco e, assim, é possível fazer a separação dessas duas fases. Por fim, realiza-se a destilação simples para separar a mistura formada entre sal de cozinha e água. Essa mistura é aquecida em um balão de destilação e a água entra em ebulição, mas o sal de cozinha não. Ao passar pelo condensador, o vapor de água é resfriado e condensado e a água líquida é recolhida em um frasco e, ao final, restará apenas o sal de cozinha sólido no balão de destilação.

Questão 03 – Letra C

Comentário: A água do mar é represada em regiões denominadas salinas, situadas em locais planos com predominância de ventos e temperaturas elevadas. Esses fatores favorecem a gradual evaporação da água e a consequente cristalização do sal de cozinha, em que os íons Na^+ e Cl^- , antes dissolvidos em água, se organizam em retículos cristalinos com estrutura bem definida. A evaporação é um processo barato e utilizado para se obter o componente sólido que está dissolvido no líquido.

Questão 04 – Letra A

Comentário: A decantação é o procedimento utilizado para a separação da mistura heterogênea formada por areia e pelos líquidos, já que a areia, por ser mais densa, ocupa a porção inferior dessa mistura bifásica, enquanto os líquidos, menos densos, ocupam a posição superior. Após a deposição da areia no fundo do recipiente é possível realizar a transferência da fase líquida para outro recipiente, separando os componentes dessa mistura.

Já a separação da mistura heterogênea formada por óleo e água salgada é feita por meio da técnica de extração líquido-líquido, que é baseada na diferença de solubilidade dos líquidos que compõe a mistura. Para a separação dos componentes, utiliza-se um solvente que seja mais solúvel em óleo ou em água salgada e, dessa forma, há a separação do óleo e da água salgada por intermédio do solvente empregado e os componentes são separados com a utilização de um funil de separação. Por fim, para a separação do sal e da água do mar é feita uma destilação simples em que a mistura é aquecida em um balão de destilação e, por apresentar menor ponto de ebulição, a água se torna vapor e o sal não. O vapor de água, ao passar pelo condensador, é então resfriado e condensado e a água líquida é recolhida em um frasco, restando apenas o sal de cozinha sólido no balão de destilação.

Questão 05 – Letra A

Comentário: A única alternativa que apresenta apenas técnicas de separação de misturas entre sólidos é a alternativa A, conforme analisado a seguir:

- Ventilação: é uma técnica de separação sólido-sólido de substâncias de diferentes densidades, por meio de uma corrente de ar em que o sólido menos denso é arrastado pelo vento.
- Levigação: é uma técnica de separação de substâncias sólidas em que é empregada uma corrente de água para arrastar o sólido de menor densidade.
- Sedimentação fracionada ou flotação: é uma técnica de separação sólido-sólido em que se adiciona água à mistura para promover a separação de dois sólidos. Por apresentar densidade intermediária, a água fica entre os sólidos, tornando possível a separação entre eles.
- Separação magnética: é a técnica utilizada para a separação de componentes de uma mistura contendo sólidos, em que uma das substâncias possui propriedades magnéticas. Nessa técnica é utilizado um ímã para efetuar a atração do componente magnético, separando-o do(s) outro(s) sólido(s).

Questão 06 – Letra A

Comentário: Analisando-se as três misturas, temos:

- (1) A mistura heterogênea composta por querosene + água é separada por decantação com funil de separação e esse processo se baseia na diferença de densidade de líquidos não miscíveis. A mistura é colocada em um funil de separação, o líquido mais denso (água) forma a fase inferior e o líquido menos denso (querosene) forma a fase superior da mistura dentro do funil. A torneira do funil é aberta para permitir o escoamento da fase inferior, que é recolhida em outro frasco. Fechando-se a torneira no exato momento em que a fase inferior acaba de escoar, consegue-se a separação das duas fases.

- (2) A mistura homogênea composta por álcool + água é separada por destilação fracionada. A mistura é colocada no balão de destilação e aquecida. O líquido de menor ponto de ebulição (álcool) torna-se vapor mais facilmente e passa pela coluna e pelo condensador antes do vapor do outro líquido (água). Ao passar pelo condensador, o vapor de álcool é resfriado e torna-se líquido novamente, que é recolhido em um frasco. Dessa forma separa-se o álcool, coletado no frasco, e a água, que permanece no balão de destilação.
- (3) A mistura homogênea de hidróxido de sódio + água é separada por destilação simples. A mistura é aquecida em um balão de destilação e a água entra em ebulição, mas o hidróxido de sódio não. Ao passar pelo condensador, o vapor de água é resfriado e condensado. A água líquida, isenta de hidróxido de sódio, é recolhida em um frasco e, ao final, restará hidróxido de sódio sólido no balão de destilação.

Questão 07 – Soma = 07

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Correta. A mistura de sal de cozinha e areia é um sistema heterogêneo sólido-sólido que apresenta duas fases.
02. Correto. A dissolução fracionada é o método adotado na separação de uma mistura sólido-sólido quando um dos componentes é solúvel em determinado líquido. Ao adicionar água à mistura de sal e areia, ocorre a dissolução apenas do sal em água.
04. Correto. Pode-se utilizar a filtração simples em uma das etapas de separação da mistura formada por sal, água e areia. A fase aquosa composta pelo sal dissolvido em água atravessa o filtro e a fase sólida composta pela areia fica retida no filtro, propiciando a separação da mistura.
08. Incorreta. A destilação simples é um processo de separação de misturas homogêneas sólido-líquido, em que ocorre a evaporação do líquido e a consequente separação deste da fase sólida. Esse processo pode ser utilizado para a separação da mistura formada por água e sal de cozinha. A mistura sólido-sólido de areia e sal é separada pelo processo de dissolução fracionada.

Questão 08 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A diluição não é um processo de separação de misturas, e sim um método de diminuição da concentração de soluções.
- B) Correta. O caldo da castanha é uma mistura heterogênea líquido-sólido composta por leite e farinha. O processo mais indicado para a separação dessa mistura em substituição à centrifugação é a filtração, em que a farinha fica retida no filtro e o leite é o filtrado.
- C) Incorreta. A destilação é um processo de separação de misturas homogêneas e, no exemplo da questão, o caldo da castanha é uma mistura heterogênea.
- D) Incorreta. No processo de evaporação, o leite, componente líquido de interesse, seria evaporado e não seria recuperado.
- E) Incorreta. A condensação é a mudança de estado físico gasoso para o líquido. O caldo da castanha descrito na questão não possui componentes na fase gasosa para serem condensados.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra C

Comentário: A figura indica que o processo utilizado na separação do AAS é a filtração, uma vez que nela é representado um funil com papel de filtro, um béquer contendo a mistura e um erlenmeyer contendo o material filtrado. A propriedade física utilizada na caracterização do AAS é a temperatura de fusão, pois, de acordo com o enunciado da questão, o teste físico empregado é a medida da temperatura na qual ocorre a mudança do estado sólido para o estado líquido.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. No processo de destilação da solução aquosa de sal de cozinha, apenas a água entra em ebulição e, portanto, é colhida no erlenmeyer.
- B) Correta. Os vapores produzidos pelo aquecimento, em contato com o condensador no qual há um fluxo de água líquida à temperatura ambiente, perdem energia e, conseqüentemente, são liquefeitos.
- C) Incorreta. No processo de destilação simples da solução aquosa do sal de cozinha, apenas a água recebe energia suficiente para entrar em ebulição. Logo, a temperatura de ebulição do sal de cozinha é maior que a temperatura de ebulição da água.
- D) Incorreta. A destilação simples é um método eficiente para separar o sal da água porque os componentes dessa solução possuem temperaturas de ebulição muito diferentes.

Questão 03 – Letra D

Comentário: Os principais métodos utilizados na separação dos componentes de misturas heterogêneas formadas por dois sólidos são: catação, ventilação, levigação, flotação, dissolução fracionada, fusão fracionada, cristalização fracionada, peneiração, separação magnética e sublimação. Há casos em que a mistura heterogênea é formada por dois líquidos, portanto, usa-se a decantação. Já para misturas homogêneas formadas por dois líquidos com temperaturas de ebulição próximas, o método usado é a destilação fracionada.

Questão 04 – Soma = 29

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Correta. Tanto o processo de levigação quanto o peneiramento são processos mecânicos de separação de misturas heterogêneas de sólidos. No processo de levigação, a mistura é colocada em um recipiente, e o sólido menos denso é arrastado por uma corrente de água, enquanto o outro componente, mais denso, não é arrastado e permanece no fundo do recipiente. No processo de peneiramento, ocorre a separação de sólidos de diferentes granulometrias (volumes) com o auxílio de uma peneira submetida à agitação, de forma que os grãos menores passem, enquanto os maiores ficam retidos.
02. Incorreta. Na destilação fracionada, os líquidos destilam-se separadamente, à medida que os seus pontos de ebulição são atingidos, por meio de uma coluna de fracionamento. Contudo, a temperatura de ebulição de uma mistura azeotrópica é constante e, por isso, os componentes dessa mistura não podem ser separados utilizando esse método.

04. Correta. O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos, que são compostos considerados apolares. Dessa forma, a análise dos tamanhos de suas nuvens eletrônicas indicará a intensidade relativa das interações intermoleculares entre suas moléculas e, conseqüentemente, da volatilidade das substâncias. O gás combustível corresponde à fração em que as interações coesivas entre as moléculas são as menos intensas, porque possuem as menores massas molares e, conseqüentemente, as menores nuvens eletrônicas. Óleos pesados e asfalto correspondem às frações em que as interações intermoleculares presentes entre suas moléculas são as mais intensas, pois possuem grandes massas molares e, conseqüentemente, grandes nuvens eletrônicas. Na parte superior da coluna de fracionamento, o vapor é mais rico no componente mais volátil e, na parte inferior, é mais rico no componente menos volátil. Portanto, o gás combustível corresponde à fração mais volátil e será retirado na parte superior da torre, e óleos pesados e asfalto correspondem à fração menos volátil, que serão retirados na parte inferior.
08. Correta. A cristalização fracionada, ou recristalização, é utilizada para separar uma mistura de sólidos que apresentam diferentes solubilidades em um determinado solvente. Para a separação dos componentes, um solvente apropriado é adicionado à mistura que pode ser submetida à uma variação de temperatura. Na separação de dois sólidos, os componentes cristalizam-se separadamente à medida que são atingidos seus limites de solubilidade.
16. Correta. Na liquefação, a mistura gasosa é submetida a altas pressões e a um resfriamento lento. O gás que apresenta maior temperatura de ebulição liquefaz-se primeiro e é removido da mistura. Assim, quando o ar atmosférico, uma mistura gasosa, for submetido a esse processo, é possível extrair o nitrogênio líquido.
- D) Incorreta. A mistura de mercúrio, ouro e areia apresenta apenas duas fases. Uma das fases é a mistura homogênea constituída por ouro e mercúrio e a outra fase é constituída apenas por areia.
- E) Incorreta. A centrifugação é uma técnica utilizada para a separação de misturas heterogêneas. Nesse processo, a mistura é colocada dentro de tubos que são submetidos a movimentos circulares por uma centrífuga, de forma que o componente mais denso se desloca para o fundo do recipiente, enquanto o menos denso permanece na parte superior da mistura. Ouro e mercúrio formam uma mistura homogênea e, por isso, eles não podem ser separados por centrifugação.

Questão 06 – Soma = 18

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Incorreta. A filtração é um método de separação de misturas heterogêneas constituídas de um sólido e um líquido, em que o sólido fica retido no papel de filtro. Dessa forma, apenas o iodo que não estava dissolvido foi recolhido no papel de filtro. A composição do filtrado é a solução saturada de iodo dissolvido em tetracloreto de carbono. Logo, o iodo presente na solução não foi recolhido.
02. Correta. Como a limalha de ferro é insolúvel em etanol, apenas o processo de filtração é suficiente para separar os componentes dessa mistura.
04. Incorreta. A água e o etanol, em uma determinada proporção, formam uma mistura azeotrópica, a qual é caracterizada pela manutenção da temperatura durante todo o processo de ebulição. As misturas eutéticas são caracterizadas por possuírem temperatura de fusão constante.
08. Incorreta. A sublimação é a mudança do estado físico sólido diretamente para o estado físico gasoso. A sublimação não é eficiente para separar o iodo da solução, pois este se encontra dissolvido em tetracloreto de carbono.
16. Correta. Os filtrados resultantes do processo de filtração das misturas (B) e (C) são, respectivamente, etanol e solução de etanol e água. Após o processo de destilação simples, ambos os filtrados são completamente evaporados e, portanto, não há resíduo no balão de destilação.

Questão 07 – Letra D

Comentário: Ao se adicionar a solução aquosa de cloreto de sódio à mistura de gasolina + álcool, o sistema passa a ser heterogêneo bifásico, uma vez que a gasolina é insolúvel em água. No entanto, o álcool interage mais favoravelmente com a água do que com a gasolina, passando a fazer parte da fase aquosa. Esse processo se caracteriza como extração. Assim, o sistema final se constitui de uma fase aquosa e uma fase de gasolina pura, sendo a fase aquosa mais volumosa que a de gasolina, devido à diferença do volume do álcool. Como a gasolina é menos densa, ficará por cima da fase aquosa. Após a realização dos procedimentos, verificou-se que o volume da fase aquosa, que antes era de 50 mL, passou a ser de 61 mL. Esse aumento de volume significa que 11 mL de etanol, que estavam dissolvidos em 50 mL do combustível, se dissolveram na solução aquosa de cloreto de sódio. Logo, o teor percentual de álcool na gasolina testada pode ser calculado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} 50 \text{ mL de gasolina} & \text{---} 11 \text{ mL de etanol} \\ 100 \text{ mL de gasolina} & \text{---} x \\ x & = 22 \text{ mL} \end{aligned}$$

Assim, o teor de etanol na gasolina analisada é de 22%.

Questão 05 – Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Correta. A mistura ouro-areia é heterogênea, porque podemos reconhecer, visualmente, as duas substâncias. A levigação é um processo de separação baseado na diferença de densidade de substâncias sólidas. Dessa forma, ele pode ser utilizado na separação dessas duas substâncias, pois elas possuem densidades diferentes. A areia, menos densa do que o ouro, é arrastada por uma corrente de água, enquanto que o ouro permanece no fundo do recipiente.
- B) Incorreta. O mercúrio, líquido à temperatura ambiente, e o ouro formam uma mistura homogênea quando entram em contato, denominada amálgama. A destilação é um método de separação de misturas eficiente para separar os componentes de uma mistura homogênea em que os componentes possuem temperaturas de ebulição diferentes. Como o mercúrio possui temperatura de ebulição muito menor que a do ouro, a solução (amálgama) é aquecida com o intuito de vaporizar o mercúrio, separando-o do ouro, e, posteriormente, o mercúrio é resfriado e recolhido em um recipiente à parte.
- C) Incorreta. Quando o mercúrio é adicionado à mistura ouro-areia, ele forma uma mistura homogênea com o ouro, pois o ouro dissolve-se no mercúrio, mas a areia não.

Questão 08 – Letra A

Comentário: No procedimento 1, como ainda resta precipitado após a adição de água a uma solução saturada com corpo de chão, conclui-se que ocorreu somente a dissolução de parte do sólido que estava precipitado. No procedimento 2, com a adição de mais solvente a uma solução insaturada, ocorre a sua diluição. No procedimento 3, o fenol, antes dissolvido em água, é extraído da fase aquosa pelo éter, por ser mais solúvel na fase orgânica. No procedimento 4, ao adicionar etanol à solução de glicose e água, o soluto se recristaliza, já que a água estabelece interações mais favoráveis com o etanol do que com a glicose. No procedimento 5, ocorre a dissolução do nitrato de potássio em água.

Questão 09 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Correta. Os componentes do petróleo são separados por meio da destilação fracionada, realizadas em grandes torres nas refinarias de petróleo.
- II. Correta. O processo de adsorção é aquele em que substâncias ficam retidas na superfície de materiais denominados adsorventes. No caso da máscara de gás, o carvão ativo é utilizado como material adsorvente porque é capaz de reter moléculas dos gases em sua superfície. O fenômeno difere da absorção, pois ocorre somente na superfície do material.
- III. Correto. A dissolução fracionada é o método adotado na separação de uma mistura sólido-sólido quando um dos componentes é solúvel em determinado líquido. Ao adicionar água à mistura de sal + areia, ocorre a dissolução do sal em água e a deposição da areia no fundo do recipiente. Em seguida, a mistura é filtrada para promover a separação entre a fase aquosa e a fase sólida.

Questão 10 – Soma = 15

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

01. Correta. A substância A é solúvel em água fria, enquanto a substância B é insolúvel. Ao adicionar água fria na mistura formada por A + B, ocorre a solubilização de A e a consequente formação de uma fase líquida composta por água + A. A mistura heterogênea é filtrada, permitindo a separação desta da líquida e da fase sólida composta apenas por B.
02. Correta. A substância B é solúvel em água quente, enquanto a substância C é insolúvel. Ao adicionar água quente na mistura B + C, ocorre a solubilização de B e a formação de uma fase líquida composta por água + B. Essa mistura heterogênea é filtrada, permitindo a separação da fase líquida e da fase sólida composta apenas por C.
04. Correta. A substância A é solúvel em água fria, enquanto a substância C é insolúvel em água a qualquer temperatura. Ao adicionar água à mistura A + C, ocorre a solubilização de A e a formação de uma fase líquida composta por água + A. A mistura heterogênea é filtrada, permitindo a separação da fase líquida e da fase sólida composta apenas por C.
08. Correta. A substância C é solúvel em acetona, enquanto as substâncias A e B são insolúveis nesse líquido. Ao adicionar acetona à mistura de A + B + C, ocorre a solubilização de C e a formação de uma fase líquida composta por acetona + C. A mistura é então filtrada e a fase líquida é separada da fase sólida composta por A e B.

Questão 11 – Letra E

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A fase líquida colorida foi separada, na etapa 3, em dois líquidos com pontos de ebulição próximos, como mostrado no esquema. Assim, a fase líquida colorida não pode ser uma mistura azeotrópica, já que seus componentes possuem pontos de ebulição diferentes.
- B) Incorreta. A etapa 1 consiste em separar uma mistura heterogênea em uma fase sólida e uma fase líquida. Para realizar essa separação, pode ser feita uma filtração ou uma decantação seguida de uma sifonação, já que a mistura é heterogênea. A destilação simples é indicada para separação de misturas homogêneas.
- C) Incorreta. O funil de separação é utilizado na separação de uma mistura de líquidos imiscíveis, em que o componente mais denso é escoado pela torneira do funil. Como a etapa 2 consiste na separação dos componentes de uma mistura sólida, esse procedimento não pode ser realizado pelo funil.
- D) Incorreta. O líquido 2 tem ponto de ebulição maior que o líquido 1. Então, o líquido 1 ferve primeiro.
- E) Correta. A fase sólida consiste em uma mistura de dois sólidos solúveis em água. Podemos dissolvê-la em água e aquecer a solução obtida. Com a evaporação da água, os sólidos cristalizam-se separadamente à medida que os seus coeficientes de solubilidade são atingidos.

Questão 12 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas:

- A) Incorreta. O sistema heterogêneo G é composto por um sólido marrom e um líquido verde claro, e o processo de separação utilizado na operação 1 é a filtração.
- B) Correta. O sistema heterogêneo G é composto por um componente sólido marrom, um componente sólido verde e uma mistura (líquido incolor). O líquido incolor é uma mistura, ou seja, apresenta mais de um componente, uma vez que a temperatura de ebulição não foi constante.
- C) Incorreta. O líquido verde claro é uma mistura homogênea composta por sólido verde e outros líquidos, e o processo de separação empregado na operação 2 é a destilação simples. Não se trata de uma simples evaporação, pois o enunciado da questão informa que o líquido Q sofreu o processo de ebulição.
- D) Incorreta. Pode-se afirmar que o líquido Q é uma mistura, ou seja, composta por mais de um componente, devido à informação fornecida no enunciado da questão de que a temperatura de ebulição do líquido Q não é bem definida, variando entre 115 °C e 130 °C. Todo material cuja temperatura sofre variação durante a fusão ou ebulição é chamado de mistura. Uma substância pura apresenta temperatura de fusão e ebulição constantes.

Questão 13

Comentário:

- A) O óleo de soja é extraído dos flocos com a adição de A. A etapa X consiste na conversão do composto A em composto B. Conforme a reação química representada e o enunciado da questão, essa conversão ocorre quando o composto A é misturado com uma solução aquosa saturada de CO₂.

O sistema obtido após a etapa X é formado por duas fases: uma composta de óleo de soja (imiscível na solução aquosa) e outra formada pela solução aquosa de B e CO_2 . O composto A, utilizado na extração do óleo, é convertido no composto B, que é solúvel em água, obtendo, dessa forma, o óleo puro e a solução aquosa.

A etapa Y consiste na conversão do composto B em composto A. Conforme a reação química representada e o enunciado da questão, o processo inverso ocorre quando há a eliminação do CO_2 do sistema por meio do aquecimento da solução aquosa.

- B) Algumas vantagens da extração do óleo de soja pelo método proposto em relação àquele que utiliza o solvente hexano são:
1. Pelo esquema dado, o óleo de soja será separado por um processo de decantação, mais simples que o processo de destilação.
 2. Evita-se o uso de solventes derivados do petróleo.
 3. No novo processo de extração, há economia de energia.
 4. Evita-se o risco de explosão, já que o hexano é uma substância combustível.

Seção Enem

Questão 01 – Letra E

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Como o óleo da semente de linhaça é rico em substâncias lipossolúveis, após a adição de éter etílico, seguida de filtração, o mesmo estará presente na fase orgânica. Durante o processo de destilação, o éter, por ser um líquido volátil, vaporiza primeiro, constituindo o destilado 1. Portanto, o óleo de linhaça é o resíduo 4, que contém substâncias com massas moleculares elevadas e, conseqüentemente, altas temperaturas de ebulição.

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: A decantação baseia-se no repouso de uma mistura heterogênea em que a substância menos densa se localiza sobre a substância mais densa.

Questão 03 – Letra B

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: O processo utilizado nesse caso é o da destilação, que separa tanto misturas homogêneas como heterogêneas a partir de um aquecimento contínuo. A substância mais volátil possui menor temperatura de ebulição e vaporiza primeiro.

Questão 04 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: O vapor de água promove a separação das substâncias voláteis presentes nas folhas do capim cidreira e eucalipto, arrastando-as. Portanto, o processo de separação responsável pela aromatização promovida é a extração por arraste.

Questão 05 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Os dois processos de separação de misturas que a técnica do texto considera consistem em interagir o LCC com o petróleo, formando agregados, e retirar esses agregados misturando-se o LCC a nanopartículas magnéticas.

Assim, a formação dos agregados consiste em um processo denominado floculação, que é a técnica de separação de misturas que visa aglutinar partículas menores, formando flocos maiores. Já a retirada dos agregados consiste em utilizar a técnica de separação magnética, já que a mistura do LCC com partículas nanomagnéticas permite a utilização de um ímã para separar tais agregados devido às suas propriedades magnéticas.

Questão 06 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Para eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado seria a filtração com o uso de filtros de carvão ativo, pois esse tipo de carvão adsorve substâncias orgânicas na sua superfície, removendo-as da água.

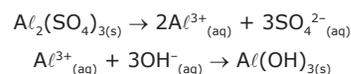
Questão 07 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência da área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Essa questão apresenta erro em seu comando, pois as impurezas retiradas estão aderidas ao hidróxido de alumínio, $\text{Al}(\text{OH})_3$, e não ao sulfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. As equações a seguir representam a formação de $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$, cujas partículas ficam em suspensão na água.



O $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$ com as impurezas aderidas forma um aglutinado. Posteriormente, injeta-se ar nessa suspensão e, com isso, verifica-se que os aglutinados aderem às bolhas, formando uma espuma que posteriormente será removida, promovendo a separação das impurezas presentes no meio. Esse processo corresponde à flotação.

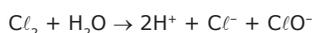
Questão 08 – Letra B

Eixo cognitivo: II

Competência da área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Para atenuar os problemas de saúde causados por micro-organismos presentes na água dos rios, é preciso adicionar à água substâncias que os eliminem, como bactericidas. Entre os procedimentos utilizados no tratamento de água, a cloração, elimina os micro-organismos nocivos à saúde através do processo de oxidação, garantindo, assim, a qualidade da água dos rios. Ao ser adicionado à água, o cloro produz o íon hipoclorito (agente bactericida) conforme demonstrado na reação a seguir:



Hipoclorito

Os outros processos citados não eliminam os micro-organismos. A filtração apenas retém partículas grandes presentes na água; a coagulação aglomera a sujeira, formando flocos com as partículas sólidas dispersas na água; a fluoretação reduz a incidência de cárie dentária e a decantação permite que os flocos formados na coagulação sejam sedimentados.

MÓDULO – A 14

Ácidos de Arrhenius

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra A

Comentário: Sendo o HF um ácido moderado, a extensão de sua ionização é menor do que a do HCl, ácido forte. Assim, como as soluções dos dois ácidos têm a mesma concentração, conclui-se que a concentração de íons na solução de HCl é maior do que na solução de HF. Como consequência, a solução de HCl apresenta menor pH, maior condutibilidade elétrica, e a temperatura de congelamento do solvente, nessa solução, é menor do que na solução HF. Ambas as soluções são ácidas e, portanto, fazem com que o papel tornassol azul fique vermelho.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Diácido é a classificação dada aos ácidos que apresentam dois átomos de hidrogênio ionizáveis em sua composição; ácido ternário é aquele que é constituído por três elementos químicos diferentes; e oxiaácidos são os ácidos inorgânicos que apresentam átomos de oxigênio em sua composição. Portanto, a resposta correta corresponde à alternativa B que representa o ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Questão 03 – Letra E

Comentário: A força de um ácido é determinada pelo seu grau de ionização, que indica a porcentagem de moléculas que sofreram ionização. Ácidos fortes são aqueles que apresentam grau de ionização superior a 50%; ácidos moderados apresentam grau de ionização entre 5% e 50%; e os ácidos fracos são aqueles que apresentam baixo grau de ionização, inferior a 5%.

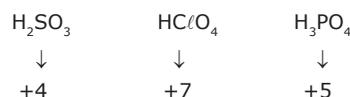
Há ainda uma regra empírica utilizada para a determinação da força de um oxiaácido (ácido inorgânico que possui átomo de oxigênio em sua composição), que consiste em subtrair a quantidade de oxigênios de sua fórmula pela quantidade de hidrogênios ionizáveis no ácido. Se o resultado for 2 ou 3, será um ácido forte; se for igual a 1, será um ácido moderado; e se for 0, o ácido será fraco.

Com base nessas informações, os ácidos apresentados são classificados da seguinte maneira:

- A) HI – ácido forte, pois apresenta grau de ionização superior a 50%.
- B) HCl – ácido forte, pois apresenta grau de ionização de, aproximadamente, 92%.
- C) HClO₄ – ácido forte, pois (4 – 1) = 3
- D) HClO₃ – ácido forte, pois (3 – 1) = 2
- E) H₃BO₃ – ácido fraco, pois (3 – 3) = 0

Questão 04 – Letra A

Comentário: O estado de oxidação dos elementos enxofre, cloro e fósforo nos oxiaácidos é:



No H₂SO₃, o NOx do enxofre é +4; portanto, o nome do composto é ácido sulfuroso. Como o NOx do cloro é +7 no HClO₄, seu nome é ácido perclórico. No último caso, o NOx do fósforo é máximo e, assim, o H₃PO₄ é chamado de ácido fosfórico. Já o H₂S, por ser um hidrácido, é chamado de ácido sulfídrico.

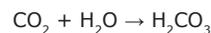
Questão 05 – Letra C

Comentário: De acordo com a definição de Arrhenius, ácidos são substâncias que ao se dissolverem em água liberam H⁺ como único cátion. O elemento pertencente ao grupo 17 e ao 3º período da tabela periódica é o cloro e, para denominar esse ácido, basta escrever o nome do elemento seguido da terminação ídrico, já que se trata de um hidrácido. Portanto, o ácido formado por H e Cl é o ácido clorídrico (HCl).

Questão 06 – Letra A

Comentário: Para a resolução desta questão analisaremos cada uma das afirmativas.

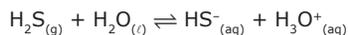
- I. O ácido formado pela reação entre gás carbônico e água é o ácido carbônico, conforme representado pela seguinte equação:



- II. O ácido presente no estômago e que é responsável pelo processo de digestão é o ácido clorídrico, HCl.
- III. Vinagre é o nome comercial dado à solução aquosa de ácido acético CH₃COOH, responsável pelo odor e sabor azedo do vinagre.

Questão 07 – Letra A

Comentário: O gás sulfídrico é um gás incolor, com cheiro característico de ovo podre, solúvel em água e venenoso. Suas moléculas são formadas por um átomo de enxofre e dois de hidrogênio (H_2S). Apresentam geometria angular, já que o enxofre (átomo central) possui dois pares de elétrons não ligantes e dois pares de elétrons ligantes, e massa molar de $34 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Na dissolução do sulfeto de hidrogênio, ocorre a ionização de parte das moléculas desse gás, formando uma solução ácida, conforme é mostrado na equação seguinte.



Por isso, quando em solução, esse composto é chamado de ácido sulfídrico.

Questão 08 – Letra D

Comentário: O dióxido de carbono presente na atmosfera dissolve na água da chuva, originando ácido carbônico, H_2CO_3 , o que torna a água da chuva levemente ácida. Esse processo pode ser representado pela equação de equilíbrio a seguir:

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Soma = 20**

Comentário: Para a resolução desta questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- Incorreta. Segundo Arrhenius, ácidos são todos os compostos que, dissolvidos em água, sofrem ionização, liberando, como único cátion, o íon H^+ . Os ácidos são compostos exclusivamente moleculares, mas nem todos os compostos moleculares são classificados como ácidos, somente aqueles que são capazes de formarem íons.
- Incorreta. Substâncias ácidas apresentam sabor azedo, enquanto as substâncias básicas possuem sabor adstringente.
- Correta. A fórmula química do ácido fosforoso é H_3PO_3 .
- Incorreta. O ácido ortocrômico tem fórmula química H_2CrO_4 . A fórmula $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ corresponde ao ácido pirocrômico.
- Correta. O vidro é composto principalmente por sílica (SiO_2). O ácido fluorídrico reage com a sílica formando tetrafluoreto de silício, SiF_4 , que é muito mais estável do que ela. Por esse motivo, o HF deve ser armazenado em recipientes de plástico.

Questão 02 – Letra A

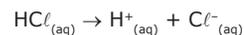
Comentário: O ácido mais forte deve ser adicionado ao copo, pois este, ao sofrer ionização, fornecerá maior quantidade de íons livres à solução. Esses íons livres são os responsáveis pela condução da corrente elétrica, fazendo com que a lâmpada emita um brilho mais intenso. A classificação de cada uma das substâncias apresentadas está descrita a seguir:

- Ácido forte, pois apresenta elevado grau de ionização (aproximadamente 92%).
- Ácido fraco, pois apresenta baixo grau de ionização (aproximadamente 0,08%).

- Ácido forte, porém com grau de ionização menor que o do HCl (aproximadamente 61%).
- Sal ácido, formado pela reação de neutralização parcial entre o ácido sulfúrico e o hidróxido de sódio.

Questão 03 – Letra C

Comentário: O HCl é um ácido forte, assim, possui alto grau de ionização. Dessa forma, em uma solução aquosa o ácido clorídrico estará quase totalmente ionizado.



Como o HCl é uma substância molecular e gasosa nas condições ambiente, parte de suas moléculas é liberada da solução na forma de gás clorídrico.

Assim, na alternativa C há a representação correta do sistema em questão, uma vez que mostra as espécies ionizadas em solução aquosa e moléculas de HCl não ionizadas no estado gasoso.

Questão 04 – Letra C

Comentário: A fórmula química do ácido fosfórico é H_3PO_4 e este ácido pode ser classificado como um oxiácido por conter átomos de oxigênio em sua estrutura. É também um ácido moderado, pois apresenta grau de ionização em água de, aproximadamente, cerca de 27%. Pode ser classificado também como um triácido por apresentar três espécies químicas diferentes em sua composição (H, P e O).

Questão 05 – Letra A

Comentário: Uma das maneiras utilizadas para determinar a força de um oxiácido consiste em subtrair a quantidade de oxigênios de sua fórmula pela quantidade de hidrogênios ionizáveis no ácido. Se o resultado for 2 ou 3, será um ácido forte; se for igual a 1, será um ácido moderado; e se for 0, o ácido será fraco. Os ácidos apresentados podem ser classificados como:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 - 4 - 3 = 1 \text{ Ácido moderado}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 - 4 - 2 = 2 \text{ Ácido forte}$$

$$\text{HClO}_4 - 4 - 1 = 3 \text{ Ácido forte}$$

Logo, a ordem crescente de acidez é a seguinte:

**Questão 06 – Letra A**

Comentário: A nomenclatura de cada um dos ácidos está representada a seguir:

- HNO_2 – Ácido nitroso
- HClO_3 – Ácido clórico
- H_2SO_4 – Ácido sulfúrico
- H_2SO_3 – Ácido sulfuroso
- H_3PO_4 – Ácido fosfórico

Questão 07 – Letra D

Comentário: As substâncias destacadas no texto foram ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido clorídrico, ácido fluorídrico e ácido bórico, cujas fórmulas moleculares correspondentes são H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl , HF e H_3BO_3 .

Questão 08 – Letra D

Comentário: Entre as alternativas apresentadas, os ácidos clorídrico e nítrico são os únicos classificados como fortes, sendo que, apenas o HNO_3 é capaz de oxidar metais nobres como o cobre e a prata.

Questão 09 – Letra E

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Correta. Todos os ácidos sofrem ionização, uma vez que as suas moléculas são rompidas, ao entrar em contato com a água, originando íons.
- II. Correta. Para Arrhenius, ácidos são compostos que, quando dissolvidos em água, liberam o cátion H^+ em meio aquoso. A ionização de todos os compostos descritos no enunciado da questão libera íons H^+ e, portanto, são classificados como ácidos.
- III. Correta. Os ácidos são compostos moleculares pelo fato de a ligação química entre o H e o grupo aniônico ser covalente e formar unidades de tamanho definido.
- IV. Correta. O grau de ionização de um ácido indica a porcentagem das moléculas dissolvidas na água que sofrem ionização. Dentre os ácidos descritos, o HCl e o H_2SO_4 são os que apresentam maiores valores, superiores a 50%, sendo considerados, portanto, ácidos fortes.
- V. Incorreta. Os ácidos H_3BO_3 e H_2CO_3 são considerados ácidos fracos por apresentarem baixa condutividade elétrica, devido à pouca ionização destes em água.

Questão 10 – Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Correta. O ânion hidrogenofosfato, ao receber dois hidrogênios, se transforma em H_3PO_4 , um ácido com três hidrogênios ionizáveis.
- II. Incorreta. O ácido formado é classificado como oxiácido, pois apresenta átomos de oxigênio em sua composição.
- III. Incorreta. O ácido formado é o ácido fosfórico (H_3PO_3). Esse ácido apresenta em sua composição química um átomo de oxigênio a menos.

Questão 11 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O ácido fluorídrico é considerado um ácido fraco porque em água produz pequenas quantidade de íons H^+ , ou seja, não se ioniza facilmente.
- B) Correta. O vidro é composto principalmente por sílica (SiO_2). O ácido fluorídrico reage com a sílica formando tetrafluoreto de silício, SiF_4 , que é muito mais estável do que a sílica. Por esse motivo, o HF deve ser armazenado em recipientes de plástico.
- C) Incorreta. O ácido fluorídrico é um ácido fraco em virtude do pequeno tamanho da ligação entre os átomos de H e F.
- D) Incorreta. O HF é um composto molecular, pois a ligação entre H e F é covalente e, portanto, ele não pode sofrer dissociação iônica. As moléculas de HF são rompidas ao entrar em contato com água, originando íons e esse processo é denominado ionização.

Questão 12 – Letra E

Comentário: A relação correta entre as formulas dos ácidos e seus respectivos nomes é a seguinte:

- 1 f - $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – ácido pirofosfórico
- 2 b - H_3PO_3 – ácido fosforoso
- 3 a - H_3PO_4 – ácido fosfórico
- 4 h - HClO_2 – ácido cloroso
- 5 j - HClO_3 – ácido clórico
- 6 i - HClO_4 – ácido perclórico
- 7 g - H_2SO_3 – ácido sulfuroso
- 8 c - HNO_2 – ácido nitroso

Seção Enem

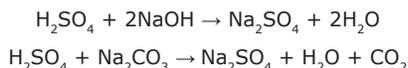
Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: V

Competência de área: 5

Habilidade: 19

Comentário: A água do rio contendo ácido sulfúrico apresenta elevada acidez. Após receber os rejeitos da fábrica de papel e celulose (contendo hidróxido de sódio e carbonato de sódio), ocorre uma reação de neutralização do ácido sulfúrico que diminui a acidez da água devido ao caráter básico desses compostos. As equações químicas que representam a neutralização do ácido presente na água do rio estão representadas a seguir:



Questão 02 – Letra E

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das reações.

- I. O bicarbonato de sódio é um composto iônico classificado como sal, formado pelo cátion sódio (Na^+) e pelo ânion bicarbonato (HCO_3^-). A equação representa a quebra do retículo cristalino do bicarbonato de sódio, separando seus íons, em um processo conhecido como dissociação iônica.
- II. A equação representa a decomposição do ácido carbônico. Essa reação apresenta, como um dos produtos, o dióxido de carbono que, nas condições ambiente, apresenta-se como um gás.
- III. Essa equação representa o equilíbrio existente entre o ácido carbônico e os íons oriundos de sua ionização. O sentido direto dessa reação representa a síntese do ácido carbônico a partir dos íons hidratados sódio e bicarbonato.
- IV. O ácido H_3A é um composto molecular que apresenta ligações H–A polares. A quebra dessas ligações gera íons, como mostrado na equação, em um processo conhecido como ionização.

Questão 03 – Letra D**Eixo cognitivo:** IV**Competência de área:** 5**Habilidade:** 18**Comentário:** Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmações.

- I. Correta. O H_2S , gás tóxico, é produzido em um processo natural – decomposição anaeróbica.
- II. Incorreta. O H_2S , apesar de tóxico, não se caracteriza como um agente poluente capaz de contaminar a atmosfera das zonas rurais, pois a concentração desse gás gerada pelas decomposições anaeróbicas de adubos é muito baixa.
- III. Correta. O esterco e os alimentos, ao serem decompostos, produzem H_2S (anaerobicamente) e óxidos de enxofre (aerobicamente). Sendo assim, esses compostos fazem parte do ciclo do enxofre na natureza.

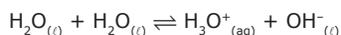
MÓDULO – A 15**Bases de Arrhenius****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra C**

Comentário: De acordo com a Teoria de Arrhenius, as bases ou hidróxidos são substâncias que, em solução aquosa, sofrem dissociação, liberando, como único tipo de ânion, o íon OH^- . Uma das características das bases é seu sabor adstringente. A maioria delas são substâncias iônicas, já que são formadas por um cátion, geralmente um metal, e pelo ânion OH^- . Um exemplo de base é o $\text{Cu}(\text{OH})_2$, chamado de hidróxido de cobre (II) ou hidróxido cúprico.

Questão 02 – Letra C

Comentário: Segundo Arrhenius, bases são todos os compostos que, por dissociação em solução aquosa, liberam, como único ânion OH^- , hidroxila ou oxidrila. Não se encontram bases que possuem mais de quatro hidroxilas, pois a energia necessária para formar cátions com carga +4 é extremamente alta.

A água pode ser considerada uma base de Arrhenius, visto que libera como único ânion o OH^- , conforme exposto na equação seguinte.



A maioria das bases são praticamente insolúveis em água, ou seja, nem todos os hidróxidos sofrem dissociação em meio aquoso. Podemos afirmar que são solúveis as bases da família IA e o NH_4OH , e que os hidróxidos da família IIA são parcialmente solúveis.

Questão 03 – Letra C

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Correta. Hidróxido de amônio, NH_4OH , não contém metal em sua constituição. Trata-se de uma base inorgânica, muito solúvel em água, em virtude do grande número de ligações de hidrogênio que podem ser estabelecidas entre essas duas substâncias.

- B) Correta. Os metais alcalinos, assim como OH^- , são espécies monovalentes. Metal alcalino e hidróxido se combinam, na proporção de 1 : 1, formando bases muito solúveis em água.
- C) Incorreta. Compostos formados entre Ca, Sr ou Ba e o íon OH^- são classificadas como moderadas a fortes e apresentam caráter iônico.
- D) Correta. Como regra geral, os hidróxidos de metais alcalinos terrosos são pouco solúveis em água.
- E) Correta. Quanto maior for o grau de ionização de uma base, maior o percentual de íons OH^- liberados. Logo, maior será a força da base.

Questão 04 – Letra C

Comentário: Uma das propriedades apresentadas pelas substâncias básicas é o sabor adstringente. Dentre as substâncias mencionadas no exercício, a única que pode ser classificada como uma base de Arrhenius é o $\text{Al}(\text{OH})_3$ (hidróxido de alumínio), já que, por dissociação, em solução aquosa, origina como único ânion o OH^- , hidroxila.

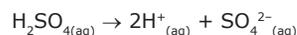
Questão 05 – Letra D

Comentário: Os ácidos e as bases têm a propriedade de mudar a cor de determinadas substâncias chamadas de indicadores ácido-base.

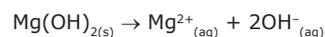
A fenolftaleína é um indicador ácido-base com faixa de viragem em pH 8,2. Em soluções com pH abaixo de 8,2, a adição desse indicador não altera a coloração da solução. Já em soluções com pH acima desse valor, a adição de fenolftaleína provoca a alteração da cor da solução de incolor para róseo. Como soluções ácidas apresentam pH inferior a 7 e soluções básicas apresentam pH acima desse valor, o fato de uma solução permanecer incolor após a adição de fenolftaleína não é suficiente para classificá-la quanto à acidez ou à basicidade. No entanto, quando ocorre alteração da coloração da solução, pode-se afirmar que a solução é básica.

Questão 06 – Letra A

Comentário: O ácido sulfúrico é um diácido, cuja dissociação completa é representada pela seguinte equação:



A equação mostra que a cada mol de ácido ionizado dois mols de cátions são originados. Logo, para que a dissociação completa da base produza número de íons hidróxido, por mol, igual ao de cátions representado anteriormente, deve-se considerar uma dibase, tal como $\text{Mg}(\text{OH})_2$, cuja dissociação pode ser representada por:

**Questão 07 – Letra D**

Comentário: A hiperacidez estomacal é diminuída pela ação de uma substância alcalina presente no medicamento Aziram. Dentre as alternativas apresentadas, o hidróxido de sódio e o hidróxido de alumínio são os que possuem essa propriedade.

Contudo, o hidróxido de sódio é uma base extremamente forte e seu uso provoca sérias lesões ao organismo devido à sua ação corrosiva. Logo, o hidróxido de alumínio, por ser uma base fraca, é o álcali mais indicado para ser ingerido no combate à azia.

Questão 08 – D A E B C

Comentário: O hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) é conhecido por cal hidratada, cal extinta ou cal apagada. Essa base é consumida em grande quantidade nas pinturas a cal e na preparação de argamassa. O hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), quando disperso em água, origina uma suspensão conhecida por leite de magnésia, cuja principal aplicação é o uso como antiácido e laxante. O hidróxido de sódio (NaOH), também chamado de soda cáustica, é obtido a partir da eletrólise aquosa do cloreto de sódio (NaCl). Uma das principais aplicações da soda cáustica é a produção de sabão e, também, a fabricação de produtos utilizados para desentupir pias e ralos. O hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) é utilizado como antiácido estomacal. A amônia, quando dissolvida em água, forma uma solução chamada de amoníaco, que pode ser usada na fabricação de materiais de limpeza.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra C

Comentário: O íon alumínio é trivalente – Al^{3+} , já o íon hidróxido, OH^- , é monovalente. Dessa forma, são necessários três ânions OH^- para cada cátion Al^{3+} para que o composto formado seja eletricamente neutro.

Questão 02 – Letra D

Comentário: A equação química representa um hidróxido constituído de um metal M que, após sofrer dissociação em água, forma cátions M^{3+} e ânions OH^- . Dentre os compostos apresentados na questão o que representa um hidróxido formado por um cátion trivalente é o hidróxido de alumínio $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Questão 03 – Letra E

Comentário: A solubilidade das bases pode ser dividida em três grupos:

- Solúveis: bases formadas por cátions de metal alcalino e a amônia;
- Parcialmente solúveis: bases formadas por cátions de metais alcalinos terrosos;
- Insolúveis: bases formadas por cátions de elementos metálicos das demais famílias da tabela periódica.

Logo, temos:

- KOH – solúvel
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – parcialmente solúvel
- NaOH – solúvel
- $\text{Al}(\text{OH})_3$ – insolúvel
- LiOH – solúvel

Questão 04 – V V F V F F

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das afirmativas.

01. Verdadeira. O hidróxido de magnésio é considerado uma base de Arrhenius, pois em meio aquoso sofre dissociação e libera o ânion OH^- .
02. Verdadeira. O hidróxido de magnésio é uma base pouco solúvel em água e em decorrência disso é considerada uma base fraca.
04. Falsa. Em água, o hidróxido de magnésio produz uma solução básica devido à presença de íons OH^- .
08. Verdadeira. A dissociação do hidróxido de magnésio leva a formação do cátion Mg^{2+} e de dois ânions OH^- , de acordo com a equação balanceada descrita no enunciado da questão.
16. Falsa. O $\text{Mg}(\text{OH})_2$ possui duas cargas positivas, pois o íon Mg^{2+} é um cátion bivalente; e duas cargas negativas, pois é constituída por dois ânions OH^- .
32. Falsa. O hidróxido de magnésio em água tem a tendência de sofrer dissociação iônica.

Questão 05 – Letra A

Comentário: Soda caustica é o nome comercial dado ao hidróxido de sódio, uma base que em fenoltaleína, apresenta coloração rosa devido ao excesso de íons OH^- em solução. Para que uma substância apresente o mesmo comportamento diante da fenoltaleína, isto é, adquira coloração rosa, é necessário que também apresente caráter básico. Dentre as substâncias apresentadas na questão, a única que pode ser classificada como básica é o amoníaco. As demais substâncias possuem caráter ácido e não colorem a solução de fenoltaleína.

Questão 06 – Letra E

Comentário: A irritação causada à pele devido ao contato com o ácido fórmico é diminuída pela ação de uma substância alcalina, que age neutralizando o ácido e, conseqüentemente, a irritação. O leite de magnésia é uma base fraca que pode ser utilizada nesse processo. Já a utilização das demais substâncias acentuariam a irritação, por também apresentarem caráter ácido, ou então não contribuiriam para a diminuição da irritação, como no caso do sal de cozinha que apresenta caráter neutro.

Questão 07 – Letra A

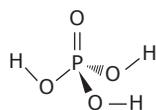
Comentário: Para o cultivo de hortênsias de cor rosa, deve-se corrigir o pH do solo ácido com a utilização de uma substância de caráter básico, a fim de aumentar o pH do solo a ser tratado. A cal hidratada ou hidróxido de cálcio é uma base bastante utilizada no processo de calagem do solo, que consiste na adição de cal virgem (CaO) ou cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ao solo para torná-lo próprio para determinado cultivo.

Questão 08 – Soma = 12

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

01. Incorreta. Nos oxiaácidos, somente os hidrogênios ligados ao oxigênio são ionizáveis devido à diferença de eletronegatividade entre esses elementos, o que facilita a liberação do íon H^+ .

Como no ácido fosfórico os três hidrogênios estão ligados a átomos de oxigênio, esse ácido possui três hidrogênios ionizáveis e é classificado como um triácido.

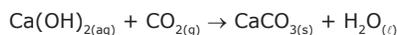


02. Incorreta. Para medir a extensão de ionização ou dissociação de um determinado composto, calcula-se o percentual de estruturas que ionizam ou dissociam ($\alpha\%$). De acordo com esses valores, classifica-se os eletrólitos em fracos, moderados ou fortes. Assim, espécies que apresentam $\alpha\% < 5\%$ são considerados eletrólitos fracos; as que apresentam $5\% < \alpha\% < 50\%$ são considerados moderados e as espécies que apresentam $\alpha\% > 50\%$ são considerados fortes. Como o H_3PO_4 apresenta $\alpha\% = 27\%$, ele é considerado um ácido moderado.
04. Correta. As fórmulas apresentadas no enunciado são H_3PO_4 e NH_4OH que representam os compostos ácido fosfórico e hidróxido de amônio, respectivamente.
08. Correta. O hidróxido de amônio é uma base fraca e solúvel e sua síntese se dá por meio do borbulhamento da amônia em água, por isso só é encontrada em meio aquoso.

Questão 09

Comentário:

- A) O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é uma base conhecida por cal hidratada, cal extinta ou cal apagada; porém, esses são nomes usuais para o composto. Para nomear uma base, escreve-se a palavra hidróxido seguida da preposição de e do nome do cátion ligado à hidroxila. Assim, o nome científico do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é hidróxido de cálcio.
- B) O hidróxido de cálcio é uma base de Arrhenius e, por isso, nas condições padrão (25 °C e 1 atm), sua solução aquosa apresenta pH entre 7 e 14.
- C) O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é consumido em grandes quantidades nas pinturas à cal, processo conhecido como caiação, no qual o hidróxido reage com o CO_2 , formando carbonato de cálcio, conforme é mostrado na equação a seguir:



Questão 10 – Letra E

Comentário: A basicidade de uma solução é medida pela concentração de íons OH^- . A suspensão de leite de magnésia apresenta $\text{pH} = 11$ e, portanto, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$. Logo, $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Já a solução de NaHCO_3 apresenta $\text{pH} = 8$ e, portanto, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$, o que implica que $[\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$. Para determinar quantas vezes o leite de magnésia é mais básico, basta encontrar a razão entre as concentrações de OH^- :

$$\frac{10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}}{10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}} = 1000$$

Questão 11 – Letra B

Comentário: Soluções ácidas são aquelas que apresentam $\text{pH} < 7$, sendo tanto mais ácida quanto menor for o pH. Soluções neutras apresentam $\text{pH} = 7$. Já soluções básicas são aquelas que apresentam $\text{pH} > 7$, sendo tanto mais básica quanto maior for o pH. Sabe-se ainda que pH é uma função logarítmica. Assim, a variação em uma unidade de pH equivale a 10 unidades na concentração. Analisaremos, então, cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O suco gástrico apresenta $\text{pH} = 1$, enquanto o suco de tomate, $\text{pH} = 4$. A variação em 3 unidades de pH, indica que suco gástrico é 1 000 vezes mais ácido.
- B) Correta. O suco de limão apresenta $\text{pH} = 2$, enquanto o suco de tomate, $\text{pH} = 4$. A variação em 2 unidades de pH indica que o suco de limão é 100 vezes mais ácido.
- C) Incorreta. O sangue apresenta $\text{pH} = 7-8$, já o leite de magnésia, $\text{pH} = 10-11$. A variação em 3 unidades de pH, indica que o leite de magnésia é 1 000 vezes mais básico.
- D) Incorreta. O alvejante apresenta $\text{pH} = 12$, enquanto o amoníaco de limpeza, $\text{pH} = 11$. A variação em 1 unidade de pH indica que o alvejante é 10 vezes mais básico.

Seção Enem

Questão 01 – Letra C

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: O gás N_2 e o gás CO_2 não apresentam toxicidade para o ser humano. Os gases C_2H_4 , C_3H_8 , e NH_3 são tóxicos, porém o gás NH_3 é corrosivo, por se tratar de uma base.

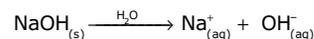
Questão 02 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: A soda cáustica, NaOH , absorve água do ar atmosférico, sendo denominada uma substância deliquescente, conforme representado na equação a seguir:



Questão 03 – Letra B

Eixo cognitivo: V

Competência de área: 7

Habilidade: 27

Comentário: É possível eliminar o cloreto de hidrogênio neutralizando-o com uma substância de caráter básico. Analisaremos cada um dos sistemas apresentados.

Água dura – água que possui concentrações de íons magnésio (Mg^{2+}) e cálcio (Ca^{2+}) consideradas elevadas para o padrão humano de consumo.

Água de cal – solução aquosa de hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Água salobra – água que possui concentração elevada de sais, sendo comumente encontrada em aquíferos subterrâneos.

A concentração de sais está numa faixa entre a da água doce de rios e a da água salgada dos oceanos.

Água destilada – água purificada, obtida por um processo de destilação.

Água desmineralizada – ou água deionizada, é a água quase ausente de minerais. É considerada a água mais pura, pois os íons presentes naturalmente na água são removidos, atingindo concentrações irrelevantes.

Logo, o tratamento adequado dos gases provenientes da incineração do PVC contaminados com HCl é borbulhá-los em água de cal, uma vez que esta possui hidróxido de cálcio dissolvido capaz de neutralizar o cloreto de hidrogênio, conforme a seguinte reação:



Questão 04 – Letra E

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Segundo a escala de pH do indicador extraído do suco de repolho roxo, as cores verde e azul são indicativas de meio básico, enquanto as cores vermelho e rosa indicam meio ácido.

Questão 05 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: O suco de abacaxi e o suco de limão têm sabor ácido (azedo), o que se deve à presença de ácidos orgânicos que fazem com que o pH desses sucos seja menor que 7, o que é indicado pelas cores rosa e vermelho.

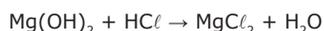
MÓDULO – A 16

Sais

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra E

Comentário: A reação química que ocorre entre o leite de magnésia e o ácido clorídrico pode ser representada da seguinte maneira:

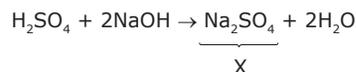


Essa é uma reação de neutralização completa que ocorre entre uma base – o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e um ácido – o HCl, com a formação de um sal – o cloreto de magnésio MgCl_2 e água.

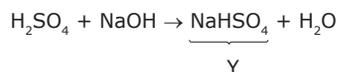
Questão 02 – Letra A

Comentário: Em reações de neutralização, um ácido reage com uma base formando sal e água. A neutralização pode ser completa ou parcial, como pode ser observado nas equações a seguir, que representam a reação entre H_2SO_4 e NaOH.

- Neutralização total:



- Neutralização parcial:



Questão 03 – Letra E

Comentário: Para diminuir a acidez do solo do cerrado, deve-se adicionar a ele uma substância com propriedades básicas. Entre os compostos apresentados, o CaSO_4 e o KCl são sais formados pela neutralização entre um ácido forte e uma base forte, sendo, portanto, sais de caráter neutro. O NH_4NO_3 é formado a partir da neutralização de um ácido forte (HNO_3) com uma base fraca (NH_3); logo, apresenta caráter ácido, quando em solução. A ureia, $(\text{H}_2\text{N})_2\text{CO}$, é uma amida que, em meio ácido, sofre hidrólise, originando um sal de amônio e um ácido. Por isso, esses compostos não diminuem a acidez do solo do cerrado. Já o CaCO_3 é o único composto apresentado que possui propriedades básicas, já que é um sal formado pela neutralização entre um ácido fraco (H_2CO_3) e uma base forte $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Questão 04 – Letra C

Comentário: Os fertilizantes fornecem os nutrientes NPK ao solo: nitrogênio, fósforo e potássio. Esses elementos são constituintes dos sais cloreto de potássio de fórmula KCl , fosfato de cálcio, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, e nitrato de sódio, NaNO_3 .

Questão 05 – Letra A

Comentário: Os compostos químicos citados são uma base, um ácido e um sal respectivamente. O leite de magnésia ou hidróxido de magnésio é utilizado como antiácido estomacal; a água de bateria ou solução aquosa de ácido sulfúrico é encontrado na grande maioria de baterias de veículos automotores e o sulfato ferroso ou sulfato de ferro II é administrado a pacientes que necessitam de complementar a quantidade de ferro no organismo.

Questão 06 – Letra D

Comentário: O sal de cozinha é um sal neutro de fórmula NaCl formado pela reação entre o ácido clorídrico e a soda cáustica. Os sais iodeto de sódio e iodeto de potássio, cujas fórmulas são NaI e KI , bem como os sais iodato de potássio e iodato de sódio, KIO_3 e NaIO_3 , são adicionados para prevenção de doenças como o bócio.

Questão 07 – Letra B

Comentário: Os sais devem apresentar um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^- em sua constituição, o que torna incorreta a alternativa D, que apresentam compostos classificados como bases. A seguir, calcularemos os NOx do cromo nos compostos que apresentam essa espécie com NOx III e VI. Assim, temos:

- CrCl_3
 $\text{NOx}(\text{Cr}) + 3 \cdot \text{NOx}(\text{Cl}) = 0$
 $\text{NOx}(\text{Cr}) + 3 \cdot (-1) = 0$
 $\text{NOx}(\text{Cr}) = 3$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 $2 \cdot \text{NOx}(\text{K}) + 2 \cdot \text{NOx}(\text{Cr}) + 7 \cdot \text{NOx}(\text{O}) = 0$
 $2 \cdot (+1) + 2 \cdot \text{NOx}(\text{Cr}) + 7 \cdot (-2) = 0$
 $2 \cdot \text{NOx}(\text{Cr}) = 14 - 2$
 $\text{NOx}(\text{Cr}) = 6$

Questão 08 – Letra A

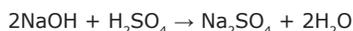
Comentário: A nomenclatura para os ânions combinados com o sódio nos três sais está representada a seguir:

- Hipoclorito de sódio: O ânion hipoclorito (ClO^-) é derivado do ácido hipocloroso (HClO), composto no qual o cloro possui número de oxidação +1. Já o cátion sódio (Na^+) é derivado do hidróxido de sódio (NaOH). Para garantir a eletroneutralidade do composto formado, a proporção entre cátions e ânions deve ser 1:1, logo a fórmula química do hipoclorito de sódio deverá ser NaClO .
- Clorato de sódio: O ânion clorato (ClO_3^-) é derivado do ácido clórico (HClO_3), composto no qual o cloro possui número de oxidação +5. Já o cátion sódio (Na^+) é derivado do hidróxido de sódio (NaOH). Para garantir a eletroneutralidade do composto formado, a proporção entre cátions e ânions deve ser 1:1, logo a fórmula química do clorato de sódio deverá ser NaClO_3 .
- Cloreto de sódio: O ânion cloreto (Cl^-) é derivado do ácido clorídrico (HCl), composto no qual o cloro possui número de oxidação -1. Já o cátion sódio (Na^+) é derivado do hidróxido de sódio (NaOH). Para garantir a eletroneutralidade do composto formado, a proporção entre cátions e ânions deve ser 1:1, logo a fórmula química do cloreto de sódio deverá ser NaCl .

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra A

Comentário: A reação química que ocorre entre a soda cáustica e o ácido sulfúrico está representada a seguir:



Essa é uma reação de neutralização que ocorre entre a soda cáustica (NaOH) e o ácido sulfúrico (H_2SO_4), com a formação do sal sulfato de sódio (Na_2SO_4) e água.

Questão 02 – Letra A

Comentário: Analisando cada uma das reações químicas de neutralização, temos:

- $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$. Sal formado: cloreto de sódio.
- $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Sal formado: bicarbonato de potássio.
- $\text{CHClO} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{ClO} + \text{H}_2\text{O}$. Ácido utilizado: ácido hipocloroso.

Questão 03 – Letra A

Comentário: As fórmulas químicas do ácido e do sal mencionados no enunciado da questão são os seguintes:

- Ácido nítrico – HNO_3 , formado pelo cátion H^+ e o ânion nitrato NO_3^- .
- Cloreto de ferro (III) – FeCl_3 , formado pelo cátion Fe^{3+} e o ânion Cl^- .

Questão 04 – Letra E

Comentário: Os ânions carbonato, fosfato e sulfato são representados por CO_3^{2-} , PO_4^{3-} e SO_4^{2-} , respectivamente. Assim, fosfato de cálcio, carbonato de cálcio, carbonato de magnésio e sulfato de estrôncio são representados, respectivamente, por $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 , MgCO_3 e SrSO_4 .

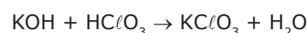
Questão 05 – Letra C

Comentário: A fórmula de cada uma das substâncias descritas é:

- Sulfato de magnésio – MgSO_4 , sal formado pelo cátion Mg^{2+} e o ânion sulfato SO_4^{2-} .
- Ácido sulfúrico – H_2SO_4 , ácido formado por dois cátions H^+ e o ânion sulfato SO_4^{2-} .
- Óxido de magnésio – MgO , óxido formado pelo cátion Mg^{2+} e o íon óxido O^{2-} .
- Hidróxido de magnésio – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, base formada pelo cátion Mg^{2+} e dois ânions hidroxila OH^- .

Questão 06 – Letra D

Comentário: De acordo com o enunciado, o sal clorato de potássio possui um poder explosivo superior ao da pólvora tradicional constituída de nitrato de potássio. Como sabemos, um sal pode ser formado através da reação de neutralização entre um ácido e uma base em que o cátion do sal é proveniente da base e o ânion do sal é advindo do ácido. Assim, a formação do clorato de potássio pode ser representada pela seguinte equação:



O sal clorato de potássio é formado pela reação entre KOH e HClO_3 .

Questão 07 – Letra A

Comentário: As fórmulas químicas das substâncias mencionadas são as seguintes:

- Hidrogenocarbonato de sódio (ou bicarbonato de sódio) – NaHCO_3 , formado o íon Na^+ e o íon bicarbonato HCO_3^- .
- Hipoclorito de cálcio – $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, formado o íon Ca^{2+} e o íon hipoclorito ClO^- .
- Hidróxido de magnésio – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, formado o íon Mg^{2+} e o íon hidroxila OH^- .
- Fluoreto de estanho (II) – SnF_2 , formado o íon Sn^{2+} e o íon fluoreto F^- .

Questão 08 – Letra A

Comentário: Os nomes dos sais são derivados dos nomes dos ácidos de origem. Assim, se o sal for obtido a partir de um hidrácido (sufixo -ídrico), o nome do seu ânion terminará com o sufixo -eto. Se o ácido de origem for oxiácido, o nome do ânion do sal poderá terminar com os sufixos -ato ou -ito, dependendo do estado de oxidação do elemento ligado ao oxigênio. Em alguns casos, também é necessário acrescentar os prefixos per- ou hipo- ao nome do ânion.

Para os sais a seguir, temos:

- Sulfeto de potássio
Hidrácido de origem: H_2S
Fórmula: K_2S
- Nitrato de amônio
Oxiácido de origem: HNO_3
Fórmula: NH_4NO_3
- Sulfito ácido de cálcio
Oxiácido de origem: H_2SO_3
Fórmula: $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$
- Perclorato de alumínio
Oxiácido de origem: HClO_4
Fórmula: $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$
- Fosfato de magnésio
Oxiácido de origem: H_3PO_4
Fórmula: $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

Questão 09 – Letra C

Comentário: Para a resolução desta questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta.
- Nitrato férrico – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, formado pelo cátion Fe^{3+} e o ânion nitrato NO_3^- .
 - Nitrito de sódio – NaNO_2 , formado pelo cátion Na^+ e o ânion nitrito NO_2^- .
 - Hidrogenofosfato de alumínio – $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$, formado pelo cátion Al^{3+} e o ânion hidrogenofosfato HPO_4^{2-} .
- B) Incorreta.
- Nitrato ferroso – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, formado pelo cátion Fe^{2+} e o ânion nitrato NO_3^- .
 - Nitrito de alumínio – $\text{Al}(\text{NO}_2)_3$, formado pelo cátion Al^{3+} e o ânion nitrito NO_2^- .
 - Hidrogenofosfato de alumínio – $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$, formado pelo cátion Al^{3+} e o ânion hidrogenofosfato HPO_4^{2-} .
- C) Correta.
- Nitrato ferroso – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, formado pelo cátion Fe^{2+} e o ânion nitrato NO_3^- .
 - Nitrito de cobre II – $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$, formado pelo cátion Cu^{2+} e o ânion nitrito NO_2^- .
 - Hidrogenofosfato de alumínio – $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$, formado pelo cátion Al^{3+} e o ânion hidrogenofosfato HPO_4^{2-} .

D) Incorreta.

- Nitrato férrico – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, formado pelo cátion Fe^{3+} e o ânion nitrato NO_3^- .
- Nitrato de cobre II – $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, formado pelo cátion Cu^{2+} e o ânion nitrato NO_3^- .
- Diidrogenofosfato de alumínio – $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, formado pelo cátion Al^{3+} e o ânion diidrogenofosfato H_2PO_4^- .

Questão 10 – Letra C

Comentário: O elemento do terceiro período da tabela periódica com maior raio atômico é o sódio - Na. Este elemento origina o cátion Na^+ ao perder um elétron do nível de valência, e possui a tendência de se ligar com o ânion monovalente do elemento também localizado no terceiro período, o cloro - Cl. O sal formado pela ligação entre os íons Na^+ e Cl^- é o NaCl , que apresenta a característica de ser bastante solúvel em água.

Questão 11 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das observações.

Observação (1): X e Z podem ser os sais cloreto de prata e carbonato de cálcio, que são substâncias insolúveis em água à temperatura ambiente.

Observação (2): Z é o carbonato de cálcio, pois essa substância produz efervescência ao reagir com ácidos.

Observação (3): Y e W são eletrólitos fortes. Sulfato de sódio e nitrato de potássio são substâncias que conduzem corrente elétrica quando dissolvidas em água.

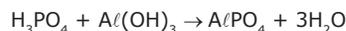
Observação (4): Y é o sulfato de sódio, pois ao reagir com cloreto de bário forma o precipitado sulfato de bário BaSO_4 , um sólido branco.

Com base nessas observações podem ser tiradas as seguintes conclusões: X é o cloreto de prata; Y é o sulfato de sódio, Z é o carbonato de cálcio e W é o nitrato de potássio.

Questão 12 – Letra E

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. O sal AlPO_4 é obtido pela reação de neutralização entre o $\text{Al}(\text{OH})_3$ e o H_3PO_4 , conforme representado pela equação balanceada a seguir:



Nessa reação, 3 mol de H^+ são neutralizados por 3 mol de OH^- .

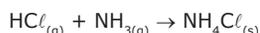
- B) Incorreta. Os sais KNO_2 e KNO_3 são, respectivamente, nitrito de potássio e nitrato de potássio.
- C) Incorreta. O sal CaBrCl é formado por dois ânions e, portanto, é um sal duplo de caráter neutro, uma vez que é formado pela neutralização entre ácidos e base fortes.
- D) Incorreta. O fluoreto de sódio (NaF) é um sal de caráter básico, o brometo de cálcio (CaBr_2) é um sal de caráter neutro, e o hidróxido de potássio (KOH) é uma base.
- E) Correta. O cloreto de amônio (NH_4Cl) é um sal de grande caráter molecular, devido às ligações covalentes estabelecidas entre o nitrogênio e o hidrogênio.

Questão 13 – Letra E

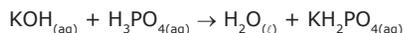
Comentário: As bases possuem ação recíproca em relação aos ácidos, ou seja, juntando-se um ácido com uma base, um irá anular as propriedades do outro numa reação denominada neutralização.

Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Correta. As soluções concentradas de ácido clorídrico e de hidróxido de amônio são muito voláteis, ou seja, liberam vapores de HCl e de NH_3 , respectivamente, para o ambiente. Quando esses vapores se encontram, observa-se a formação de fumaça branca. Isso se deve ao fato de ocorrer a neutralização entre HCl , ácido forte, e NH_3 , base fraca, formando o sal cloreto de amônio (sólido branco), conforme a seguinte equação:



- B) Correta. Quando 1 mol de hidróxido de potássio, base forte, reage com 1 mol de ácido fosfórico, ácido fraco, obtêm-se 1 mol de H_2O e 1 mol de di-hidrogenofosfato de potássio, conforme a seguinte equação:



- C) Correta. O giz e a cal são materiais bastante usados por professores e pintores, respectivamente. O giz, inicialmente, era formado por carbonatos, principalmente o de cálcio, $CaCO_3$. Atualmente, é constituído de sulfato de cálcio hemidratado ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$). Já a CaO é um óxido derivado da decomposição térmica do calcário, $CaCO_3$. Ambos são compostos iônicos típicos e, por isso, são materiais sólidos, com alto ponto de fusão.

- D) Correta. O ácido acético é um ácido fraco, já que apresenta baixo grau de ionização. Por isso, soluções aquosas desse ácido apresentam uma pequena quantidade de íons dissolvidos e, portanto, baixa condutividade elétrica. A amônia, em solução aquosa, forma o hidróxido de amônio; contudo, é uma base fraca e, da mesma forma que o ácido acético, soluções dessa base apresentam baixa condutividade elétrica. No entanto, ao se juntarem, ocorre uma reação de neutralização e a solução resultante será constituída de um eletrólito solúvel, o sal acetato de amônio (CH_3COONH_4), capaz de conduzir corrente elétrica mais facilmente.

- E) Incorreta. A estrutura cristalina dos sólidos resulta do fato de eles serem construídos a partir da repetição do espaço de uma estrutura elementar denominada célula unitária. O formato e o tamanho da célula unitária de cada cristal dependem das dimensões, da valência, do estado de oxidação dos átomos que a compõem e das condições em que o cristal se formou. Um mesmo sal pode ter diferentes redes cristalinas, dependendo das condições em que ele for cristalizado. A seguir, apresentam-se alguns exemplos de sais e suas respectivas estruturas cristalinas.

- $NaCl$ – estrutura cúbica de face centrada
- $AgBr$ – estrutura cúbica de face centrada
- $CaCO_3$ – estrutura romboédrica
- Fe_3C (cementita) – estrutura ortorrômbica

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: No teste de condutibilidade elétrica, quanto maior a quantidade de íons livres em solução maior será o brilho emitido pela lâmpada. Logo, o *kit* que provoca o acendimento da lâmpada com brilho mais intenso deve possuir soluções que ionizam ou dissociam com maior facilidade (ou extensão) em água. Analisando as soluções de número 1, percebe-se que o $HClO_4$ é o ácido mais forte por apresentar maior facilidade em sofrer ionização, liberando íons em solução. Dentre as soluções de número 2, o $NaOH$ é a base mais solúvel e sofre dissociação em maior grau. Por fim, o $NaCl$ é um sal bastante solúvel e sua dissolução em água produz uma solução eletrolítica. Logo, o *kit* analisado foi o de número 4.

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: A água sanitária possui como princípio ativo o hipoclorito de sódio ($NaClO$). Essa substância possui forte ação bactericida e é usada para desinfecção de superfícies. Além disso, a água sanitária possui aplicação como agente alvejante (clareador).

O bicarbonato de sódio é usado na fabricação de fermento e é o responsável pelo crescimento da massa de pães, bolos, roscas, etc. A expansão do volume é provocada pela liberação de gás carbônico (CO_2), produto da decomposição térmica do bicarbonato de sódio.



O soro fisiológico, ou solução fisiológica, é uma solução aquosa contendo 0,92% em massa de $NaCl$. Essa solução é utilizada pela medicina principalmente no combate à desidratação, na limpeza de ferimentos e na higienização nasal.

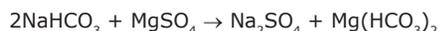
Questão 03 – Letra C

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: No experimento descrito, utilizam-se soluções de bicarbonato de sódio e de sulfato de magnésio. Assim, quando essas soluções se encontram no barbante (parte mais baixa), ocorre a seguinte reação química:



Nesse processo, formam-se os sais $MgCO_3$ (carbonato de magnésio) e Na_2SO_4 (sulfato de sódio). Contudo, o $MgCO_3$ é insolúvel em água, sendo, portanto, o sal responsável pela formação da protuberância esbranquiçada.

Logo, a composição da protuberância formada é diferente da composição das estalagmites, apesar de o experimento exemplificar a sua formação. Caso fosse utilizada solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2$), no lugar da solução de sulfato de magnésio, o sal precipitado na reação seria o mesmo das estalagmites, o $CaCO_{3(s)}$.



Questão 04 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Correta. A dificuldade em se quebrar o retículo cristalino do oxalato de sódio resulta em uma baixa solubilidade desse composto em água.
- B) Incorreta. Os metais cálcio e magnésio, metais alcalinos terrosos, formam cátions com carga +2, Ca^{2+} e Mg^{2+} .
- C) Incorreta. O raio iônico do Ca^{2+} é maior que o raio iônico do Mg^{2+} , devido ao seu maior número de níveis eletrônicos ocupados.
- D) Incorreta. Conforme o texto, a água dura afeta a saúde humana favorecendo a formação de sais que não são solúveis em água, sendo de difícil eliminação pela urina. Esses sais se acumulam nos rins causando graves problemas de saúde.
- E) Incorreta. Conforme o texto, a presença de íons cálcio na água contribui para a formação de cristais de oxalato de cálcio, insolúveis em água.

MÓDULO – B 13

Concentração das Soluções

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra A

Comentário: O volume de água contido na piscina cheia é obtido multiplicando-se suas dimensões:

$$V = 10 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 100 \text{ m}^3$$

Sabe-se que 100 m^3 são equivalentes a $100\,000 \text{ L}$. Como a concentração de CuSO_4 não deve ultrapassar o valor de $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ nessas águas, em $100\,000 \text{ L}$, a massa máxima de sulfato de cobre, em gramas, que poderá se dissolver é igual a:

$$1 \text{ mg de } \text{CuSO}_4 \text{ — } 1 \text{ L de água}$$

$$x \text{ — } 100\,000 \text{ L de água}$$

$$x = 100\,000 \text{ mg de } \text{CuSO}_4 = 100 \text{ g de } \text{CuSO}_4$$

Questão 02 – Letra A

Comentário: Para o cálculo do volume de refrigerante a ser produzido com as 13 mil toneladas do açúcar, é necessário considerar a concentração atual do refrigerante. Assim, temos:

200 mL de refrigerante — 21 gramas de açúcar

$$x \text{ — } 13 \cdot 10^9 \text{ gramas de açúcar (13 t)}$$

$$x = 1,24 \cdot 10^{11} \text{ mL ou } 124 \text{ milhões de litros de refrigerante}$$

Questão 03 – Letra C

Comentário: Para definir quem ingeriu mais álcool pode-se calcular, pelas concentrações fornecidas, o volume de álcool contido no volume total de bebida consumida.

10 latinhas de cerveja de 330 mL cada = 3 300 mL de cerveja de concentração alcoólica 5% V/V.

$$5 \text{ mL de álcool — } 100 \text{ mL de cerveja}$$

$$x \text{ — } 3\,300 \text{ mL de cerveja}$$

$$x = 165 \text{ mL de álcool}$$

6 doses de cachaça de 50 mL cada = 300 mL de cachaça de concentração alcoólica 45% V/V.

$$45 \text{ mL de álcool — } 100 \text{ mL de cachaça}$$

$$y \text{ mL de álcool — } 300 \text{ mL de cachaça}$$

$$y = 135 \text{ mL de álcool}$$

Logo, a quantidade de álcool no organismo é maior para quem ingeriu cerveja.

Questão 04 – Letra A

Comentário:

- Cálculo do volume de etanol presente em 1 copo de cerveja:

$$100 \text{ mL de cerveja — } 5 \text{ mL de etanol}$$

$$300 \text{ mL de cerveja — } x$$

$$x = 15 \text{ mL de etanol}$$

- Cálculo do volume de etanol presente em 1 dose de uísque:

$$100 \text{ mL de uísque — } 40 \text{ mL de etanol}$$

$$30 \text{ mL de uísque — } y$$

$$y = 12 \text{ mL de etanol}$$

- Cálculo do volume total de etanol ingerido:

$$1 \text{ copo de cerveja — } 15 \text{ mL de etanol}$$

$$5 \text{ copos de cerveja — } z$$

$$z = 75 \text{ mL de etanol}$$

$$1 \text{ dose de uísque — } 12 \text{ mL de etanol}$$

$$3 \text{ doses de uísque — } t$$

$$t = 36 \text{ mL de etanol}$$

$$\text{Volume total} = 75 \text{ mL} + 36 \text{ mL} = 111 \text{ mL de etanol}$$

Questão 05 – Letra A

Comentário: Por definição, a concentração de uma solução em p.p.m. corresponde à quantidade de soluto existente em um milhão de partes da solução. Assim,

$$C_{\text{p.p.m.}} = \frac{0,12 \text{ L de soluto}}{1\,000\,000 \text{ L da solução}}$$
$$C_{\text{p.p.m.}} = 0,12$$

Questão 06 – Letra B

Comentário: Cada 200 mL de leite contém 248 mg de Ca. Para a determinação da quantidade de cálcio em cada litro de leite, deve-se fazer a seguinte relação:

$$200 \text{ mL de leite — } 248 \text{ mg de Ca}$$

$$1000 \text{ mL de leite — } x$$

$$x = 1\,240 \text{ mg} = 1,240 \text{ g de Ca}$$

A quantidade de matéria equivalente à essa massa de cálcio pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$1 \text{ mol de Ca — } 40 \text{ g}$$

$$y \text{ — } 1,240 \text{ g}$$

$$y = 0,0031 \text{ mol de Ca}$$

Por fim, a concentração de cálcio em quantidade de matéria é expressa da seguinte maneira:

$$C = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,031 \text{ mol}}{1,0\text{L}} = 0,031 \text{ mol/L} = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Questão 07 – Letra D

Comentário:

Solução de NaCl 0,9% m/V

$$100 \text{ mL de solução} \text{ — } 900 \text{ mg NaCl}$$

$$1 \text{ 000 mL de solução} \text{ — } x$$

$$x = 9 \text{ 000 mg NaCl}$$

Assim, $C_{\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}} = 9 \cdot 10^3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$58,5 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol NaCl}$$

$$9 \text{ g} \text{ — } y$$

$$y = 0,15 \text{ mol NaCl}$$

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 9 \text{ g NaCl} \text{ — } 0,15 \text{ mol NaCl}$$

Logo, $C_{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}} = 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Questão 08 – Letra C

Comentário: Para a determinação da quantidade de matéria presente em 200 L de solução, deve-se utilizar a seguinte relação:

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 0,5 \text{ mol H}_3\text{BO}_3$$

$$200 \text{ L solução} \text{ — } x$$

$$x = 100 \text{ mol H}_3\text{BO}_3$$

Sabendo-se que a massa molar do ácido é $62 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, a quantidade em gramas equivalente à 100 mol de H_3BO_3 é determinada da seguinte maneira:

$$1 \text{ mol H}_3\text{BO}_3 \text{ — } 62 \text{ g}$$

$$100 \text{ mol H}_3\text{BO}_3 \text{ — } y$$

$$y = 6 \text{ 200 g}$$

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra B

Comentário: A teor máximo de cobre residual permitido na cachaça artesanal é de $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Assim, em 300 milhões de litros ($3 \cdot 10^9 \text{ L}$), a quantidade de cobre é a seguinte:

$$1 \text{ L cachaça} \text{ — } 5 \text{ mg de Cu}$$

$$3 \cdot 10^9 \text{ L de cachaça} \text{ — } x$$

$$x = 1,5 \cdot 10^9 \text{ mg de Cu}$$

Convertendo a massa de mg para Kg, temos que a quantidade máxima de cobre é igual a $1,5 \cdot 10^3 \text{ Kg}$.

Questão 02 – Letra C

Comentário: A concentração da solução aquosa de cloreto de sódio é obtida pela seguinte expressão:

$$C = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{146 \text{ g}}{5 \text{ L}} = 29,2 \text{ g/L}$$

Logo, cada litro da solução contém 29,2 g de sal e, para determinar a quantidade, em miligramas, de soluto presente em uma alíquota de 2 mL dessa solução (0,002 L), é necessário estabelecer a seguinte relação:

$$1 \text{ L} \text{ — } 29,2 \text{ g de NaCl}$$

$$0,002 \text{ L} \text{ — } x$$

$$x = 0,0584 \text{ g} \approx 58 \text{ mg de NaCl}$$

Questão 03 – Letra E

Comentário: A quantidade de matéria de KMnO_4 presente em 2,5 L de solução é determinada pela seguinte relação:

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 0,02 \text{ mol de KMnO}_4$$

$$2,5 \text{ L solução} \text{ — } x$$

$$x = 0,05 \text{ mol de KMnO}_4$$

Para se determinar a quantidade em gramas equivalente à quantidade de 0,05 mol KMnO_4 , é necessário fazer uso do valor da massa molar dessa substância ($M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$). Logo, temos que:

$$1 \text{ mol} \text{ — } 158 \text{ g de KMnO}_4$$

$$0,05 \text{ mol} \text{ — } y$$

$$y = 7,9 \text{ g de KMnO}_4$$

Questão 04 – Letra A

Comentário: Cada 200 mL de água contém 20 g de MgCl_2 . Logo, em 1 L de solução, temos:

$$200 \text{ mL água} \text{ — } 20 \text{ g MgCl}_2$$

$$1 \text{ 000 mL água} \text{ — } x$$

$$x = 100 \text{ g MgCl}_2$$

Sabendo que a massa molar do sal é 95 g/mol , a quantidade de matéria de cloreto de magnésio em solução é determinada por:

$$95 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol MgCl}_2$$

$$100 \text{ g} \text{ — } y$$

$$y = 1,05 \text{ mol MgCl}_2$$

Como essa quantidade de matéria está contida em um volume de 1 L de solução, a concentração é $1,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Questão 05 – Letra B

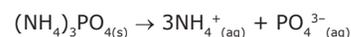
Comentário: Cálculo da quantidade de matéria de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ presente em 25 mL de solução:

$$1 \text{ L de solução} \text{ — } 0,10 \text{ mol de } (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$$

$$0,025 \text{ L de solução} \text{ — } x$$

$$x = 0,0025 \text{ mol de } (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$$

A equação a seguir representa a dissociação do $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ em meio aquoso:



Logo, 0,0025 mol de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ forma 0,0075 mol de NH_4^+ e 0,0025 mol de PO_4^{3-} .

Questão 06 – Letra E

Comentário:

• Cálculo da massa limite de álcool no sangue:

$$0,8 \text{ g de álcool} \text{ — } 1 \text{ 000 mL de sangue}$$

$$x \text{ — } 5 \text{ 000 mL de sangue}$$

$$x = 4 \text{ g de álcool}$$

- Cálculo da massa de álcool em um copo de cerveja:

$$\begin{aligned} 32 \text{ g de álcool} &\text{ — } 1\ 000 \text{ mL de cerveja} \\ y &\text{ — } 300 \text{ mL de cerveja} \\ y &= 9,6 \text{ g de álcool} \end{aligned}$$

- Cálculo do número de copos de cerveja:

$$\begin{aligned} 9,6 \text{ g de álcool} &\text{ — } 1 \text{ copo de cerveja} \\ 4 \text{ g de álcool} &\text{ — } z \\ z &= 0,4167 \text{ copo de cerveja} \end{aligned}$$

Questão 07 – Letra C

Comentário: A quantidade em gramas de trióxido de arsênio presente em 1 litro de solução é determinada pela seguinte relação:

$$\begin{aligned} 250 \text{ mL de soro} &\text{ — } 4,95 \text{ mg As}_2\text{O}_3 \\ 1\ 000 \text{ mL de soro} &\text{ — } x \\ x &= 19,8 \text{ mg} = 0,0198 \text{ g de As}_2\text{O}_3 \end{aligned}$$

Utilizando o valor da massa molar da substância, que é igual a $198 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, a quantidade de matéria equivalente a $0,0198 \text{ g}$ de As_2O_3 é:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol de As}_2\text{O}_3 &\text{ — } 198 \text{ g} \\ y &\text{ — } 0,0198 \text{ g} \\ y &= 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol de As}_2\text{O}_3 \end{aligned}$$

Portanto, a concentração em quantidade de matéria por litro de solução é igual a $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Questão 08 – Letra D

Comentário: A quantidade de NaOH, em gramas, presente em $0,1 \text{ mol}$ dessa substância pode ser obtida a partir de sua massa molar. Como a massa molar do hidróxido de sódio é equivalente a $40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, sabe-se que $0,1 \text{ mol}$ equivale a 4 g de NaOH.

Dessa forma, uma solução de NaOH $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ contém 4 g de soluto em 1 L de solução, o que equivale dizer que essa solução contém $4\ 000 \text{ mg}$ de soluto por litro, ou que sua concentração é $4\ 000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

A quantidade de soluto necessária para preparar 250 mL dessa solução será, portanto:

$$\begin{aligned} 4 \text{ g de NaOH} &\text{ — } 1 \text{ L de solução} \\ x &\text{ — } 0,25 \text{ L de solução} \\ x &= 1 \text{ g de NaOH} \end{aligned}$$

Questão 09 – Letra D

Comentário: Para a resolução desta questão, é necessário efetuar a conversão da unidade de massa de micrograma para miligrama e da unidade de volume de m^3 para L .

$$\begin{aligned} 1 \text{ micrograma } (\mu\text{g}) &\text{ — } 0,001 \text{ miligrama } (\text{mg}) \\ 1 \text{ m}^3 &\text{ — } 1\ 000 \text{ L} \end{aligned}$$

A partir dessas informações, as concentrações dos poluentes, em mg/L , em cada época do ano são obtidas da seguinte maneira:

- No período das chuvas

$$\begin{aligned} 0,015 \text{ mg} &\text{ — } 1\ 000 \text{ L} \\ x &\text{ — } 1 \text{ L} \\ x &= 15 \cdot 10^{-6} \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Na seca

$$\begin{aligned} 0,3 \text{ mg} &\text{ — } 1\ 000 \text{ L} \\ x &\text{ — } 1 \text{ L} \\ x &= 30 \cdot 10^{-5} \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Início as queimadas

$$\begin{aligned} 0,6 \text{ mg} &\text{ — } 1\ 000 \text{ L} \\ x &\text{ — } 1 \text{ L} \\ x &= 60 \cdot 10^{-5} \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Questão 10 – Letra C

Comentário: Para separar os polímeros com o auxílio de uma solução de cloreto de sódio, é necessário prepará-la em tal concentração que a densidade seja intermediária à densidade dos polímeros. Assim, a densidade da solução pode ser qualquer valor entre $1,05$ e $1,14 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, para que o náilon afunde e o poliestireno fique sobrenadando. Para o valor de densidade de $1,08 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, que é um valor compreendido entre as densidades dos materiais, a concentração da solução de NaCl deve ser de aproximadamente $2,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Assim temos:

$$\begin{aligned} 2,1 \text{ mol de NaCl} &\text{ — } 1 \text{ L de solução} \\ x \text{ mol de NaCl} &\text{ — } 5 \text{ L de solução} \\ x &= 10,5 \text{ mol de NaCl} \end{aligned}$$

Utilizando a massa molar do NaCl calcula-se a massa de sal necessária:

$$\begin{aligned} 58,5 \text{ gramas} &\text{ — } 1 \text{ mol} \\ y \text{ gramas} &\text{ — } 10,5 \text{ mol} \\ y &= 614 \text{ gramas} \end{aligned}$$

Como a densidade da solução pode estar dentro da faixa de valores mencionada, a alternativa que mais se aproxima da massa de sal calculada é a alternativa C. A massa de NaCl presente nas demais alternativas fornece valores de concentração desse sal fora da faixa adequada para a separação dos polímeros.

Questão 11 – Letra C

Comentário: Para o cálculo da massa de glicose em excesso no sangue, é necessário calcular a quantidade existente e diminuir da quantidade tolerada. Esse valor é obtido pelo produto da concentração pelo volume sanguíneo ($4 \text{ L} = 40 \text{ dL}$). Assim temos:

- Massa de glicose em excesso

$$\begin{aligned} m &= (130 \text{ mg/dL} \cdot 40 \text{ dL}) - (99 \text{ mg/dL} \cdot 40 \text{ dL}) \\ m &= 1\ 240 \text{ mg ou } 1,24 \text{ g} \end{aligned}$$

- Quantidade de matéria em mol de glicose em excesso

Massa molar da glicose = $180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$\begin{aligned} 180 \text{ gramas de glicose} &\text{ — } 1 \text{ mol} \\ 1,24 \text{ gramas de glicose} &\text{ — } x \\ x &= 0,00688 \text{ mol ou } 6,88 \text{ mmoles} \end{aligned}$$

Questão 12 – Letra C

Comentário: Para o cálculo da concentração de carbono orgânico total na amostra de água deve-se considerar a porcentagem em massa de carbono presente em cada molécula de benzeno e metanal, multiplicar pela concentração de cada composto e somar as concentrações de carbono de cada uma delas. Assim temos:

- Massa molar do benzeno = 78 g.mol⁻¹

$$\%C_{\text{benzeno}} = (72 / 78) \cdot 100 = 92,3\%$$
- Massa molar do metanal = 30 g.mol⁻¹

$$\%C_{\text{metanal}} = (12 / 30) \cdot 100 = 40\%$$
- Cálculo da concentração de carbono orgânico total, na qual multiplica-se a porcentagem de massa de carbono nos compostos pela concentração deles no reservatório.

$$\%C_{\text{orgânico}} = (0,923 \cdot 0,39) + (0,4 \cdot 0,4)$$

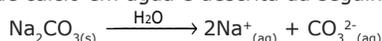
$$\%C_{\text{orgânico}} = 0,52 \text{ mg.L}^{-1}$$

Questão 13 – Letra A

Comentário: Para a resolução desta questão, deve-se primeiramente calcular a concentração em quantidade de matéria de Na₂CO₃ presente em cada litro de solução. Sabendo que a massa molar do carbonato de sódio é 106 g.mol⁻¹, a massa de 21,2 g desse sal equivale a 0,20 mol, conforme os cálculos realizados a seguir:

$$\begin{aligned} 106 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3 &\text{ — 1 mol} \\ 21,2 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3 &\text{ — } x \\ x &= 0,20 \text{ mol} \end{aligned}$$

A equação que representa o processo de dissolução do carbonato de cálcio em água é descrita da seguinte maneira:



De acordo com a estequiometria da reação, verifica-se que 1 mol de Na₂CO₃ formam 2 mols de Na⁺ e 1 mol de CO₃²⁻. Assim, quando 0,20 mol de Na₂CO₃ se dissolve em água suficiente para 1 litro de solução, estarão dissolvidos nesse volume 0,40 mol de Na⁺ e 0,20 mol de CO₃²⁻.

Questão 14 – Letra C

Comentário: A concentração de 1 p.p.m de fluoreto expressa a massa de 1 g desse ânion presente em 1 000 000 g de água, isto é, 1 . 10⁶ g de água. Sabendo-se que 1 L de água corresponde a uma massa de 1 000 g (a densidade dessa substância é 1,0 kg/L), a massa em gramas de fluoreto presente em cada litro de água é a seguinte:

$$\begin{aligned} 1 \cdot 10^6 \text{ g de água} &\text{ — 1 g de F}^- \\ 1 \cdot 10^3 \text{ g de água} &\text{ — } x \\ x &= 0,001 \text{ g de F}^- \end{aligned}$$

Portanto, cada litro de água possui 0,001 g de fluoreto. Assim, utilizando o valor da massa do molar do flúor, a quantidade de matéria referente a massa de 0,001 g de fluoreto é obtida pela seguinte relação:

$$\begin{aligned} 19 \text{ g de F} &\text{ — 1 mol} \\ 0,001 \text{ g de F} &\text{ — } y \\ y &= 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cong 50 \cdot 10^{-6} \text{ mol} = 50 \text{ } \mu\text{mol} \end{aligned}$$

Logo, a concentração aproximada em quantidade de matéria de F⁻ em cada litro de água é igual a 50 μmol.L⁻¹.

$$C = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{50 \text{ } \mu\text{mol}}{1,0\text{L}} = 50 \text{ } \mu\text{mol/L}$$

Questão 15 – Letra D

Comentário: A quantidade, em gramas, de sulfato ferroso presente em cada litro do medicamento pode ser obtida pela seguinte relação:

$$\begin{aligned} 200 \text{ mL} &\text{ — } 3,04 \text{ g FeSO}_4 \\ 1 \text{ 000 mL} &\text{ — } x \\ x &= 15,2 \text{ g FeSO}_4 \end{aligned}$$

Sabendo-se que a massa molar do sulfato ferroso é igual a 152 g.mol⁻¹, a quantidade de matéria de FeSO₄ correspondente à massa calculada anteriormente é a seguinte:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol} &\text{ — } 152 \text{ g FeSO}_4 \\ y &\text{ — } 15,2 \text{ g FeSO}_4 \\ y &= 0,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

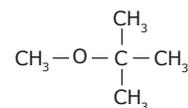
Logo, a concentração em quantidade de matéria em cada litro de solução é:

$$C = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,1 \text{ mol}}{1,0 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol/L}$$

Pela análise da equação balanceada da dissociação iônica do sulfato ferroso, verifica-se que a cada 1 mol de FeSO₄ são produzidos 1 mol de Fe²⁺ e 1 mol de SO₄²⁻. Portanto, 0,1 mol de FeSO₄ produz 0,1 mol de Fe²⁺.

Questão 16 – Letra E

Comentário: O MTBE (éter metil t-butilíco) apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Sua fórmula molecular é C₅H₁₂O e, dessa forma, apresenta massa molar igual a 88 g.mol⁻¹.

De acordo com os dados da tabela, pode-se obter as concentrações das cinco amostras de água contendo MTBE, em μg.L⁻¹, da seguinte maneira:

Amostra I

$$\begin{aligned} 88 \text{ g de MTBE} &\text{ — 1 mol} \\ x &\text{ — } 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \\ x &= 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Concentração (I)} = 1,3 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$$

Amostra II

$$\begin{aligned} 88 \text{ g de MTBE} &\text{ — 1 mol} \\ x &\text{ — } 3 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \\ x &= 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Concentração (II)} = 2,6 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$$

Amostra III

$$\begin{aligned} 88 \text{ g de MTBE} &\text{ — 1 mol} \\ x &\text{ — } 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \\ x &= 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Concentração (III)} = 13 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$$

Amostra IV

$$88 \text{ g de MTBE} \text{ --- } 1 \text{ mol}$$
$$x \text{ --- } 3 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

$$x = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

$$\text{Concentração (IV)} = 26 \mu\text{g.L}^{-1}$$

Amostra V

$$88 \text{ g de MTBE} \text{ --- } 1 \text{ mol}$$
$$x \text{ --- } 4 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

$$x = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

$$\text{Concentração (V)} = 35 \mu\text{g.L}^{-1}$$

Somente as amostras IV e V apresentaram concentrações acima de $15 \mu\text{g.L}^{-1}$, condição em que a presença de MTBE em água pode ocasionar sabor e odor.

Questão 17

Comentário: A solução de HCl possui concentração de 36,5%, isto é, em cada 100 g de solução há 36,5 g de HCl. Com o valor da densidade, podemos concluir que a massa total da solução é de 1,2 Kg (1 200 g)

$$d = \frac{m_{\text{solução}}}{V_{\text{solução}}} \therefore m_{\text{solução}} = d \cdot V_{\text{solução}}$$
$$m_{\text{solução}} = 1,2 \text{ Kg/L} \cdot 1 \text{ L} = 1,2 \text{ Kg}$$

A quantidade de HCl, em gramas, presente na massa da solução é obtida pela seguinte relação:

$$1 \text{ 200 g} \text{ --- } 100\%$$

$$x \text{ --- } 36,5\%$$

$$x = 438 \text{ g}$$

A quantidade de matéria correspondente a massa de HCl pode ser obtida da seguinte maneira:

$$1 \text{ mol de HCl} \text{ --- } 36,5 \text{ g}$$

$$y \text{ --- } 438 \text{ g}$$

$$y = 12 \text{ mol de HCl}$$

Essa quantidade de matéria está presente em 1 litro de solução, logo, a concentração da solução é igual a 12 mol/L. Como as moléculas de HCl e de H₂O são polares, devido à presença de elementos eletronegativos (O e Cl) que polarizam a nuvem eletrônica da molécula, a interação existente entre as moléculas das duas substâncias é do tipo dipolo-dipolo.

Questão 18 – Letra C

Comentário: Inicialmente, para determinar a concentração de íons sódio na solução, iremos analisar somente as substâncias que apresentam este elemento em sua constituição.

- NaCl: a dissociação do cloreto de sódio libera cátions Na⁺ e ânions Cl⁻, seguindo uma proporção de 1:1. Logo, a concentração de íons Na⁺ em 1 L nessa solução também será igual a 0,360 mol.L⁻¹.
- O citrato de sódio é uma substância proveniente da reação de neutralização entre o ácido cítrico e o NaOH. Como o ácido cítrico apresenta em sua constituição três grupos carboxila, ao formar a molécula de citrato de sódio, haverá a substituição dos três hidrogênios ionizáveis da molécula de ácido por íons Na⁺ provenientes do NaOH. Logo, a quantidade de íons Na⁺ em cada molécula segue uma proporção de 1:3, ou seja, a concentração de íons sódio proveniente dessa solução será igual a $(0,034 \cdot 3) = 0,102 \text{ mol.L}^{-1}$.

A concentração total de íons Na⁺ na solução reidratante é obtida pela soma entre as concentrações calculadas anteriormente:

$$(0,360 + 0,102) = 0,462 \text{ mol.L}^{-1}$$

Por fim, a concentração de íons citrato na solução é obtida somando a concentração das soluções que apresentam esse ânion em sua constituição, ou seja, as soluções citrato de sódio mono-hidratado e citrato de potássio di-hidratado.

- Cálculo da concentração de íons citrato em solução

$$(0,066 + 0,034) = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$$

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: A quantidade de pesticida que cada rato ingeriu é:

$$3 \text{ mg pesticida} \text{ --- } 1 \text{ g ração}$$

$$x \text{ --- } 100 \text{ g ração}$$

$$x = 300 \text{ mg pesticida}$$

Assim, a massa de pesticida consumida por 1 kg (1 000 g) de massa corpórea do animal é:

$$300 \text{ mg pesticida} \text{ --- } 200 \text{ g rato}$$

$$y \text{ --- } 1 \text{ 000 g}$$

$$y = 1 \text{ 500 mg}$$

Portanto, os grupos de 20 ratos terão mortalidade mínima de 50% de animais se apresentarem DL₅₀ menor que 1 500 mg/kg. Os grupos que se contaminaram foram aqueles que consumiram diazinon e malation.

Questão 02 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Número de gotas do medicamento indicados para 16 kg de massa corporal:

$$2 \text{ gotas} \text{ --- } 1 \text{ kg}$$

$$x \text{ --- } 16 \text{ kg}$$

$$x = 32 \text{ gotas}$$

Quantidade, em mg, do medicamento prescrito:

$$5,0 \text{ mg} \text{ --- } 1 \text{ gota}$$

$$y \text{ --- } 32 \text{ gotas}$$

$$y = 160 \text{ mg}$$

Número de gotas do medicamento disponível comercialmente que deve ser ingerido:

$$4 \text{ mg} \text{ --- } 1 \text{ gota}$$

$$160 \text{ mg} \text{ --- } z$$

$$z = 40 \text{ gotas}$$

Questão 03 – Letra B**Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 7**Habilidade:** 25

Comentário: Para a produção de 1,0 L de etanol, são produzidos 18,0 L de vinhaça, logo, para a produção de 27 000 L de etanol, temos:

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ L de etanol} &\text{ — } 18,0 \text{ L de vinhaça} \\ 2,7 \cdot 10^4 \text{ L de etanol} &\text{ — } x \\ x &= 4,86 \cdot 10^5 \text{ L de vinhaça} \end{aligned}$$

Cada litro de vinhaça contém 60 mg de fósforo, (P).

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ L de vinhaça} &\text{ — } 60 \text{ mg de P} \\ 4,86 \cdot 10^5 \text{ L de vinhaça} &\text{ — } y \\ y &= 2,916 \cdot 10^7 \text{ mg de P} \approx 29 \text{ kg P} \end{aligned}$$

Questão 04 – Letra D**Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 7**Habilidade:** 25

Comentário: Nos anos 1980, a concentração de enxofre no óleo *diesel* correspondia a 13 000 p.p.m. e, em 2012, a concentração de enxofre nesse combustível passou a ser 50 p.p.m. A redução percentual de emissão de SO_3 pode ser calculada da seguinte forma:

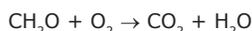
$$\begin{aligned} 13 \text{ 000 p.p.m.} &\text{ — } 100\% \\ 50 \text{ p.p.m.} &\text{ — } x \\ x &= 0,38 \end{aligned}$$

Assim, a redução percentual equivale a:

$$100\% - 0,38 = 99,62\%$$

Questão 05 – Letra E**Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 7**Habilidade:** 24

Comentário: A oxidação do carbono orgânico proveniente do açúcar é representada pela seguinte equação:



Conforme o enunciado, 10 mg de açúcar foram dissolvidos em um litro de água. A quantidade de oxigênio necessária para consumir essa quantidade de açúcar é calculada com base na equação de oxidação do carbono representada anteriormente.

$$M(\text{CH}_2\text{O}) = 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol de CH}_2\text{O} &\text{ — } 1 \text{ mol de O}_2 \\ 30 \text{ g de CH}_2\text{O} &\text{ — } 32 \text{ g de O}_2 \\ 10 \text{ mg de CH}_2\text{O} &\text{ — } x \\ x &= 10,7 \text{ mg de O}_2 \end{aligned}$$

Logo, a concentração de O_2 necessária para consumir 10 mg de açúcar dissolvidos em um litro de água é igual a 10,7 mg de O_2/L .

Questão 06 – Letra B**Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 7**Habilidade:** 24

Comentário: Em uma xícara contendo 50 mL de café, estão dissolvidos 3,42 g de sacarose. A massa de açúcar dissolvido em 1 L desse café é igual a

$$\begin{aligned} 50 \text{ mL} &\text{ — } 3,42 \text{ g de sacarose} \\ 1 \text{ 000 mL} &\text{ — } x \\ x &= 68,4 \text{ g de sacarose} \end{aligned}$$

Um mol de sacarose possui massa de 342 g. Dessa forma, a quantidade de matéria de sacarose correspondente a 68,4 g desse composto é igual a

$$\begin{aligned} 342 \text{ g} &\text{ — } 1 \text{ mol de sacarose} \\ 68,4 \text{ g} &\text{ — } y \\ y &= 0,2 \text{ mol} \end{aligned}$$

A concentração final de sacarose nesse cafezinho é de 0,2 mol.L⁻¹.

MÓDULO – B 14**Diluição e Mistura de Soluções****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra B****Comentário:**

- Cálculo da concentração de CN^- presente na água, em mg.L⁻¹:

$$\begin{aligned} M(\text{CN}^-) &= 26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ 1 \text{ mol} &\text{ — } 26 \text{ g CN}^- \\ 0,0012 \text{ mol} &\text{ — } x \\ x &= 0,0312 \text{ g CN}^- = 31,2 \text{ mg CN}^- \\ C &= 31,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

Para determinar quantas vezes deve-se diluir essa água para que ela possa servir ao consumo doméstico, basta dividir a concentração de cianeto pela concentração máxima permitida:

$$\frac{31,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{0,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 3 \text{ 120 vezes}$$

Questão 02 – Letra E

Comentário: Em casos de diluição de soluções, a quantidade de matéria, em mol, antes e depois do processo se mantém. Assim é possível utilizar a relação $C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$.

$$\begin{aligned} C_i \cdot V_i &= C_f \cdot V_f \\ 0,35 \cdot V_i &= 0,21 \cdot 650 \\ V_i &= 390 \text{ mL} \end{aligned}$$

Questão 03 – Letra B

Comentário: Para que a água potável possa ser utilizada respeitando os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde é necessário que haja uma diluição para que a concentração de cloro seja de 5 mg.L⁻¹. Assim, como não haverá adição nem retirada de íon cloro, a relação para diluição pode ser utilizada.

Dessa forma, temos:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$
$$8 \text{ mg.L}^{-1} \cdot 1 \text{ L} = 5 \text{ mg.L}^{-1} \cdot V_f$$
$$V_f = 1,6 \text{ L}$$

Questão 04 – Letra B

Comentário: Ao se misturar 100 mL de uma solução de HCl de concentração 2 mol.L⁻¹ com 300 mL de outra solução de HCl de mesma concentração, obtêm-se 400 mL de uma solução de HCl 2 mol.L⁻¹.

Se metade da solução obtida, 200 mL, for diluída ao dobro, sua concentração reduzirá à metade, ou seja, passará a ser 1 mol.L⁻¹.

Questão 05 – Letra C

Comentário:

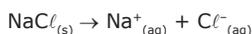
- Cálculo da quantidade de matéria de Cl⁻ presente na solução de cloreto de sódio:

$$100 \text{ mL solução} \text{ — } 5,85 \text{ g NaCl}$$
$$200 \text{ mL solução} \text{ — } x$$
$$x = 11,7 \text{ g NaCl}$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$58,5 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol de NaCl}$$
$$11,7 \text{ g} \text{ — } y$$
$$y = 0,2 \text{ mol de NaCl}$$

A equação que representa a dissociação do cloreto de sódio está representada a seguir:



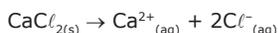
$$0,2 \text{ mol NaCl} \text{ — } 0,2 \text{ mol Na}^+ \text{ — } 0,2 \text{ mol Cl}^-$$
$$n(\text{Cl}^-) = 0,2 \text{ mol}$$

- Cálculo da quantidade de matéria de Cl⁻ presente na solução de cloreto de cálcio:

$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$111 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol de CaCl}_2$$
$$22,2 \text{ g} \text{ — } z$$
$$z = 0,2 \text{ mol de CaCl}_2$$

A equação que representa a dissociação do cloreto de cálcio está representada a seguir:



$$0,2 \text{ mol CaCl}_2 \text{ — } 0,2 \text{ mol Ca}^{2+} \text{ — } 0,4 \text{ mol Cl}^-$$
$$n(\text{Cl}^-) = 0,4 \text{ mol}$$

- Cálculo da concentração de íons cloreto na solução final:

$$n_{\text{total}} = 0,2 \text{ mol} + 0,4 \text{ mol} = 0,6 \text{ mol de Cl}^-$$
$$V_{\text{total}} = (200 + 200 + 200) \text{ mL} = 600 \text{ mL solução}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{Cl}^-) = \frac{n(\text{Cl}^-)_{\text{total}}}{V_{\text{total}}}$$
$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{Cl}^-) = \frac{0,6 \text{ mol}}{0,6 \text{ L}}$$
$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{Cl}^-) = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

Questão 06 – Letra C

Comentário:

- Cálculo da quantidade de matéria de ácido acético presente no vinagre:

100 mL de vinagre contêm 3 g de ácido acético.

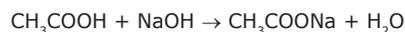
$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$60 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol de CH}_3\text{COOH}$$

$$3 \text{ g} \text{ — } x$$

$$x = 0,05 \text{ mol de CH}_3\text{COOH}$$

- Cálculo da quantidade de matéria de NaOH necessária para neutralizar o ácido acético presente no vinagre:



A relação estequiométrica entre o ácido acético e o hidróxido de sódio é de 1:1. Logo, para neutralizar 0,05 mol de CH₃COOH é necessário 0,05 mol de NaOH.

- Cálculo do volume de solução de NaOH:

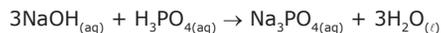
$$0,5 \text{ mol} \text{ — } 1 \text{ L de solução}$$

$$0,05 \text{ mol} \text{ — } y$$

$$y = 0,1 \text{ L de solução}$$

Questão 07 – Letra E

Comentário: A equação que representa a reação de neutralização de uma solução aquosa de NaOH por uma solução aquosa de H₃PO₄ é a seguinte:



- Cálculo da quantidade de matéria de H₃PO₄:

$$0,1 \text{ mol de H}_3\text{PO}_4 \text{ — } 1 \text{ 000 mL}$$

$$x \text{ — } 40 \text{ mL}$$

$$x = 0,004 \text{ mol de H}_3\text{PO}_4$$

A quantidade de matéria de H₃PO₄ necessária para neutralizar 20 mL de uma solução de NaOH é 0,004 mol. Assim, de acordo com a estequiometria da reação, 0,004 mol de H₃PO₄ neutraliza 0,012 mol de NaOH.

- Cálculo da concentração da solução de NaOH utilizada para neutralizar o ácido:

$$20 \text{ mL de solução de NaOH} \text{ — } 0,012 \text{ mol de NaOH}$$

$$1 \text{ 000 mL de solução de NaOH} \text{ — } x$$

$$x = 0,6 \text{ mol de NaOH}$$

Logo, a concentração da solução de NaOH utilizada para neutralizar o ácido é 0,6 mol.L⁻¹.

Questão 08 – Letra B

Comentário: De acordo com a estequiometria da reação, um mol de íons prata reage com um mol de íons cloro para a formação do precipitado de cloreto de prata. Assim, para reagir com todo o Cl⁻ presente em 50 mL da solução, é necessário a mesma quantidade de matéria de íons prata presente em 10 mL da solução de nitrato de prata 0,05 mol.L⁻¹. Assim, temos:

$$n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{Ag}^+}$$

$$50 \text{ mL} \cdot C_{\text{Cl}^-} = 10 \text{ mL} \cdot 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{\text{Cl}^-} = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$$

Exercícios Propostos

Questão 01 - Letra A

Comentário: A concentração da solução encontrada pelo aluno apresenta concentração maior do que a desejada para a realização do experimento. Dessa forma, para que a solução 0,5 mol/L obtenha a nova concentração 0,1 mol/L é necessário que certa quantidade de água seja adicionada a essa solução, para que ocorra a diluição pela adição de solvente e a consequente diminuição na concentração da solução final.

Questão 02 - Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

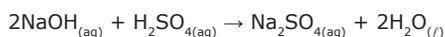
- A) Correta. De acordo com a imagem, quanto maior for a quantidade de líquido ingerido durante as refeições, mais diluído se torna o suco gástrico e as enzimas responsáveis pela digestão, o que retarda e dificulta o processo de digestão dos alimentos.
- B) Incorreta. Bebidas com gás podem causar azia, que é a hiperacidez do estômago. O ácido carbônico presente nas bebidas gaseificadas diminui o pH do suco gástrico, que tem a concentração de ácido aumentada.
- C) Incorreta. A ingestão de líquidos dilata o estômago, o que desfavorece a digestão dos alimentos e diminui a concentração do suco gástrico.
- D) Incorreta. A ingestão de líquidos durante as refeições favorece o ganho de peso, pois atrasa o processo de digestão e a absorção de nutrientes pelo organismo.

Questão 03 - Letra B

Comentário: A diluição de uma solução consiste em acrescentar determinada quantidade de solvente à solução, sem alterar a quantidade inicial de soluto. A solução se torna diluída porque a mesma quantidade de partículas soluto está presente em um volume maior de solvente, diminuindo a concentração desse soluto e alterando a concentração final da solução.

Questão 04 - Letra B

Comentário: A adição de ácido sulfúrico ao hidróxido de sódio provoca uma reação química de neutralização, com a formação de sulfato de sódio e água, conforme mostra a equação a seguir:



De acordo com a estequiometria da reação, a proporção de hidróxido de sódio em relação ao ácido sulfúrico é de 2 : 1 para 1 mol, ou seja, é necessário o dobro da concentração de base em relação à do ácido. O cálculo relativo às quantidades de matéria de cada um dos reagentes encontra-se a seguir:

$$n_{\text{NaOH}} = 0,3 \text{ L} \cdot 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,6 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,2 \text{ L} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,2 \text{ mol}$$

Assim, foram consumidos na reação 0,4 mol de NaOH, 0,2 mol de H₂SO₄ e formados 0,2 mol de Na₂SO₄ e 0,4 mol de H₂O. As concentrações do excedente de base e do sal formado são:

$$C_{\text{NaOH exc.}} = 0,2 \text{ mol} / 0,5 \text{ L} = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,2 \text{ mol} / 0,5 \text{ L} = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Questão 05 - Letra A

Comentário: Cálculo da massa de NaClO presente na solução que se deseja produzir:

$$100 \text{ mL de água sanitária} \text{ — } 2,0 \text{ gramas de NaClO}$$

$$5 \text{ 000 mL de água sanitária} \text{ — } x$$

$$x = 100 \text{ gramas de NaClO}$$

Como essa quantidade de NaClO será retirada da solução de concentração 10%, temos:

$$100 \text{ mL de água sanitária} \text{ — } 10,0 \text{ gramas de NaClO}$$

$$y \text{ — } 100,0 \text{ gramas de NaClO}$$

$$y = 1 \text{ 000 mL de água sanitária}$$

Para produzir 5 L de água sanitária 2,0% precisamos de 1 000 mL de água sanitária 10%.

Questão 06 - Letra B

Comentário: Nos casos de diluição de soluções a quantidade de matéria antes e depois do processo se mantém. Assim, é possível utilizar a seguinte relação:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

Calculamos a concentração molar da solução de partida para obtermos o volume de solução utilizada:

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$40 \text{ gramas} \text{ — } 1 \text{ mol}$$

$$4 \text{ gramas} \text{ — } w$$

$$w = 0,1 \text{ mol em } 100 \text{ mL}$$

Logo, a concentração molar da solução de partida é 1 mol.L⁻¹. Assim, temos:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

$$1 \cdot V_i = 0,15 \cdot 250$$

$$V_i = 37,5 \text{ mL}$$

Questão 07 - Letra B

Comentário: Pela estequiometria da reação, um mol de carbonato de sódio neutraliza dois mols de ácido clorídrico. Assim, a metade da quantidade de matéria gasta de ácido clorídrico na reação corresponde à metade da quantidade de matéria de carbonato de sódio da mistura. Dessa forma temos:

$$n_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ L} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ mol}$$

Assim, a quantidade de Na₂CO_{3(s)} na mistura é 0,05 mol. Considerando que a massa molar desse sal é 106 g.mol⁻¹, temos:

$$106 \text{ gramas} \text{ — } 1 \text{ mol}$$

$$x \text{ gramas} \text{ — } 0,05 \text{ mol}$$

$$x = 5,3 \text{ gramas}$$

Logo, considerando que a massa da mistura de sal é 10 gramas, o teor em massa de Na₂CO_{3(s)} é de 53%.

Questão 08 - Letra B

Comentário: De acordo com as especificações do fabricante do desodorante, 32 mL de solução devem ser diluídos em 1 litro de água. Dessa forma, para se obter uma solução com 250 mL de água são necessários 8 mL de Lysoform, conforme descrita a seguir:

$$1 \text{ L água} \text{ — } 32 \text{ mL de Lysoform}$$

$$0,250 \text{ L água} \text{ — } x$$

$$x = 8 \text{ mL de Lysoform}$$

A quantidade de tampas de solução de Lysoform que equivalem a 8 mL dessa solução é:

$$32 \text{ mL} \text{ — } 8 \text{ tampas}$$

$$8 \text{ mL} \text{ — } y$$

$$y = 2 \text{ tampas}$$

Questão 09 – Letra A

Comentário: A quantidade de matéria de cada um dos reagentes, antes de serem misturados, é determinada por meio das seguintes relações:

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 0,200 \text{ mol de } \text{AgNO}_3$$

$$0,010 \text{ L solução} \text{ — } x$$

$$x = 0,002 \text{ mol de } \text{AgNO}_3$$

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 0,100 \text{ mol de } \text{CaCl}_2$$

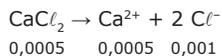
$$0,015 \text{ L solução} \text{ — } y$$

$$y = 0,0015 \text{ mol de } \text{CaCl}_2$$

A reação que ocorre após a mistura das soluções é a seguinte:

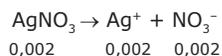


Foram consumidos 0,002 mol de AgNO_3 e 0,001 mol de CaCl_2 , pois a proporção estequiométrica da reação é 2:1. Como foi adicionado 0,0015 mol de CaCl_2 , resta em solução um excesso de 0,0005 mol do sal que não participou da reação. A quantidade de matéria dos íons Ca^{2+} e Cl^- proveniente apenas do excesso do CaCl_2 é:



A quantidade de matéria do íon Ca^{2+} em solução é igual a 0,0015 mol, pois este cátion é proveniente da solução de CaCl_2 e não forma precipitado, o que mantém sua quantidade inicial constante.

Já os íons NO_3^- são provenientes da solução de AgNO_3 e a quantidade de matéria desse íon é igual a 0,002 mol, pois a proporção estequiométrica da dissociação é de 1:1.



O precipitado formado por AgCl é completamente insolúvel, o que indica que nenhum íon Ag^+ está disponível em solução. Logo, a concentração em quantidade de matéria dos íons Ca^{2+} , Cl^- e NO_3^- no volume final de 25 mL de solução é, respectivamente:

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,0015 \text{ mol}}{0,025 \text{ L}} = 0,06 \text{ mol/L}$$

$$\text{Cl}^- = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,001 \text{ mol}}{0,025 \text{ L}} = 0,04 \text{ mol/L}$$

$$\text{NO}_3^- = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,002 \text{ mol}}{0,025 \text{ L}} = 0,08 \text{ mol/L}$$

Questão 10 – Letra D

Comentário: A quantidade de matéria presente em cada uma das soluções, antes de se realizar a mistura é determinada da seguinte maneira:

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 0,20 \text{ mol de } \text{BaCl}_2$$

$$0,05 \text{ L solução} \text{ — } x$$

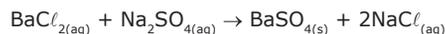
$$x = 0,01 \text{ mol de } \text{BaCl}_2$$

$$1 \text{ L solução} \text{ — } 0,10 \text{ mol de } \text{Na}_2\text{SO}_4$$

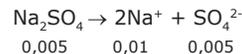
$$0,15 \text{ L solução} \text{ — } x$$

$$x = 0,015 \text{ mol de } \text{Na}_2\text{SO}_4$$

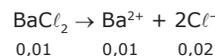
A equação balanceada da reação após a mistura das soluções é:



Foram consumidos na reação 0,01 mol de BaCl_2 e 0,01 mol de Na_2SO_4 , pois a estequiometria dessa reação é de 1:1. Como foi adicionado 0,015 mol de Na_2SO_4 , resta em solução um excesso de 0,005 mol desse sal que não reagiu. Portanto, a quantidade de matéria dos íons Na^+ e SO_4^{2-} em solução provenientes apenas do excesso é a seguinte:



Os íons Cl^- são provenientes da solução de BaCl_2 e a concentração desse íon é de 0,02 mol, pois a proporção estequiométrica da dissociação é de 1:2, conforme representado a seguir:



Assim, a concentração dos íons Cl^- e SO_4^{2-} no volume final de 0,2 L de solução é a seguinte:

$$\text{Cl}^- = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,10 \text{ mol/L}$$

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{0,005 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,025 \text{ mol/L}$$

Questão 11 – Soma = 15

Comentário: Para a resolução desta questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

01. Correta. As soluções 1, 2 e 3 possuem concentração igual a 100 g/L. Misturando-se 50 mL das soluções 1 e 3, e diluindo a solução obtida num volume de 5 L, a concentração da solução final é 2 g/L.

$$\begin{array}{l} C_f \cdot V_f = C_1 \cdot V_1 + C_3 \cdot V_3 \\ C_f = \frac{100 \cdot 0,05 + 100 \cdot 0,05}{5} = 2 \text{ g/L} \end{array}$$

02. Correta. A composição dos sais mencionados são NH_4NO_3 , CaHPO_4 e KCl . Logo, esses sais são fonte dos elementos N, P e K necessários para o desenvolvimento da lavoura.

04. Correta. A solução estoque 1 possui concentração de K igual a 40 g.L⁻¹. Sabendo que a massa molar do K é 39 g.mol⁻¹, a quantidade de matéria referente a 40 g de K é:

$$39 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mol de K}$$

$$40 \text{ g} \text{ — } x$$

$$x = 1,025 \text{ mol}$$

Portanto, a concentração da solução obtida, quando se dissolve 1,025 mol de K, em 1 L de água, é igual a 1,025 mol.L⁻¹.

08. Correta. NPK são os macronutrientes necessários em maior quantidade pelas plantas. Contudo, existem também outros micronutrientes necessários para a sobrevivência das plantas, tais como Mn, Zn, Fe, Cu entre outros.

16. Incorreta. A lavoura C necessita de uma solução de concentração 1 g.L⁻¹. Misturando-se 150 mL das soluções 2 e 3, e diluindo a solução obtida para um volume de 15 L, a concentração da solução final será 2 g/L, conforme os cálculos a seguir:

$$\begin{array}{l} C_f \cdot V_f = C_2 \cdot V_2 + C_3 \cdot V_3 \\ C_f = \frac{100 \cdot 0,15 + 100 \cdot 0,15}{15} = 2 \text{ g/L} \end{array}$$

Esse valor é superior ao desejado para a lavoura C.

Questão 12 – Letra C

Comentário: A primeira etapa da rotina de trabalho realizada pelo estudante foi diluir a solução aquosa de HNO_3 , conforme especificado a seguir:

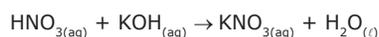
- Cálculo da concentração da solução de HNO_3 após a diluição:

$$\begin{aligned} 0,25 \text{ mol} & \text{---} 1\ 000 \text{ mL} \\ x & \text{---} 100 \text{ mL} \\ x & = 0,025 \text{ mol de } \text{HNO}_3 \end{aligned}$$

Após a adição de 150 mL de água, a solução resultante de HNO_3 terá a seguinte concentração:

$$\begin{aligned} 0,025 \text{ mol de } \text{HNO}_3 & \text{---} 250 \text{ mL} \\ x & \text{---} 1\ 000 \text{ mL} \\ x & = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

A outra etapa do processo realizado pelo aluno foi a reação de neutralização do HNO_3 com o KOH , representada a seguir:



- Cálculo da quantidade de matéria de HNO_3 presente em 50 mL da solução diluída:

$$\begin{aligned} 0,1 \text{ mol} & \text{---} 1\ 000 \text{ mL} \\ x & \text{---} 50 \text{ mL} \\ x & = 0,005 \text{ mol} \end{aligned}$$

- Cálculo da quantidade de matéria de KOH presente em 100 mL de solução $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$:

$$\begin{aligned} 0,5 \text{ mol} & \text{---} 1\ 000 \text{ mL} \\ x & \text{---} 100 \text{ mL} \\ x & = 0,05 \text{ mol} \end{aligned}$$

De acordo com a estequiometria da reação, a solução resultante apresenta caráter alcalino, pois $0,005 \text{ mol}$ de HNO_3 é totalmente neutralizado. Na mistura resultante há, então, $0,045 \text{ mol}$ de KOH , além de $0,005 \text{ mol}$ de KNO_3 .

- Cálculo da concentração de KOH na solução resultante da mistura:

Volume da solução resultante: 150 mL

Quantidade de matéria de KOH na solução resultante: $0,045 \text{ mol}$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{KOH}) = 0,3 \text{ mol.L}^{-1}$$

- Cálculo da concentração de KNO_3 na solução resultante da mistura:

Volume da solução resultante: 150 mL

Quantidade de matéria de KNO_3 na solução resultante: $0,005 \text{ mol}$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{KOH}) = 0,033 \text{ mol.L}^{-1}$$

Observação: No enunciado da questão, é solicitado que seja determinada a concentração molar da solução resultante, o que nos induz a calcular a concentração de KOH . Entretanto, de acordo com o gabarito da questão, a concentração molar do sal formado na solução resultante é que deveria ser calculada.

Seção Enem

Questão 01 – Letra B

Eixo cognitivo: II

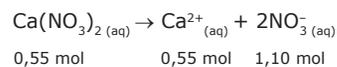
Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Como a solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ apresenta uma concentração igual a 90 g/L e sua massa molar é igual a 164 g/mol , temos:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 & \text{---} 164 \text{ g} \\ x & \text{---} 90 \text{ g} \\ x & = 0,55 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

Assim, a concentração da solução é $0,55 \text{ mol/L}$. Como:



A concentração de íons nitrato (NO_3^-) na solução nutritiva é $1,10 \text{ mol/L}$.

Logo, para ajustarmos a concentração de NO_3^- para $0,009 \text{ mol/L}$, temos:

$$\begin{aligned} 0,009 \text{ mol} & \text{---} 1 \text{ L} \\ y & \text{---} 5\ 000 \text{ L} \\ y & = 45 \text{ mol de } \text{NO}_3^- \\ 1,10 \text{ mol} & \text{---} 1 \text{ L} \\ 4,5 \text{ mol} & \text{---} W \\ W & = 41 \text{ L} \end{aligned}$$

Questão 02 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Cálculo da quantidade de matéria, em mols, de peróxido de hidrogênio presente em $20,0 \text{ mL}$ da solução:

$$\begin{aligned} 0,1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}_2 & \text{---} 1000 \text{ mL de solução} \\ x & \text{---} 20 \text{ mL de solução} \\ x & = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}_2 \end{aligned}$$

Cálculo da quantidade de matéria, em mols, de permanganato de potássio que reagirá completamente com $2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ de H_2O_2 , considerando a estequiometria da reação:

$$\begin{aligned} 5 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}_2 & \text{---} 2 \text{ mol de } \text{KMnO}_4 \\ 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}_2 & \text{---} y \\ y & = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol de } \text{KMnO}_4 \end{aligned}$$

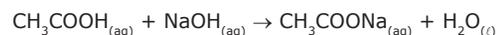
Questão 03 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Na titulação do vinagre com uma solução de hidróxido de sódio, ocorre a seguinte reação:



Pelo princípio da equivalência, tem-se:

$$\begin{aligned} n(\text{CH}_3\text{COOH}) & = n(\text{NaOH}) \\ C(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) & = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \\ C(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot 50 \text{ mL} & = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \cdot 25 \text{ mL} \\ C(\text{CH}_3\text{COOH}) & = 0,05 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

O vinagre padronizado contém 4 g de ácido acético em 100 mL de solução. A quantidade de matéria em mol dissolvida em 100 mL é igual a:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4 \text{ g}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,07 \text{ mol}$$

A concentração mol.L⁻¹ do vinagre padronizado é igual a:

$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{padronizado}) = \frac{0,07 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{padronizado}) = 0,7 \text{ mol.L}^{-1}$$

A razão entre a concentração do vinagre padronizado e o vinagre analisado pelo técnico é igual a:

$$\frac{C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{padronizado})}{C_{\text{mol.L}^{-1}}(\text{analisado})} = \frac{0,7 \text{ mol.L}^{-1}}{0,07 \text{ mol.L}^{-1}} = 10$$

Questão 04 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: A porcentagem m/V da água clorada é de 2,5% em hipoclorito de sódio. Em 2 mL dessa água, está dissolvida uma quantidade de hipoclorito de sódio, em gramas, igual a:

$$100 \text{ mL} \text{ — } 2,5 \text{ g}$$

$$2 \text{ mL} \text{ — } x$$

$$x = 0,05 \text{ g de NaClO}$$

Essa quantidade de hipoclorito é diluída em 1 litro de água. Dessa forma, a quantidade de NaClO dissolvida em 500 mL de água é igual a

$$1 \text{ L} \text{ — } 0,05 \text{ g de NaClO}$$

$$0,5 \text{ L} \text{ — } y$$

$$y = 0,025 \text{ g}$$

Questão 05 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Conforme as instruções de uso do alvejante, para a remoção de manchas difíceis, é necessário diluir um copo do produto (200 mL) em 5 litros de água. A quantidade de matéria do princípio ativo não é alterada com a diluição, pois houve apenas acréscimo de água.

$$n_{\text{inicial}} = n_{\text{final}}$$

$$C_{\text{inicial}} \cdot V_{\text{inicial}} = C_{\text{final}} \cdot V_{\text{final}}$$

$$\frac{C_{\text{inicial}}}{C_{\text{final}}} = \frac{V_{\text{final}}}{V_{\text{inicial}}}$$

$$V_{\text{inicial}} = 200 \text{ mL}$$

$$V_{\text{final}} = 200 + 5\,000 = 5\,200 \text{ mL}$$

$$\frac{C_{\text{inicial}}}{C_{\text{final}}} = \frac{5\,200 \text{ mL}}{200 \text{ mL}}$$

$$\frac{C_{\text{inicial}}}{C_{\text{final}}} = 26$$

MÓDULO – B 15

Introdução à Cinética Química

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra A

Comentário: A velocidade média, v_m , de uma reação é dada pelo módulo da razão entre a variação da concentração, $\Delta[\]$, de um reagente ou de um produto, e a variação do tempo, Δt . Pode ser usada, em vez da variação da concentração, a variação da quantidade em massa, Δm , ou a variação em quantidade de matéria, Δn . A variação de tempo considerada na questão é de quatro minutos, correspondendo ao intervalo de um a cinco minutos. Nesse intervalo de tempo, a concentração do reagente varia de 0,9 mol.L⁻¹ para 0,1 mol.L⁻¹; logo, sofre uma diminuição igual a 0,8 mol.L⁻¹. Assim, a velocidade média é dada por:

$$v_m = \frac{|\Delta[\]|}{\Delta t} = \frac{0,8 \text{ mol.L}^{-1}}{4 \text{ min}} = 0,2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

Questão 02 – Letra B

Comentário: No intervalo de tempo entre 360 s e 540 s, a concentração do reagente varia de 1,90 mol.L⁻¹ a 1,72 mol.L⁻¹. Assim, a velocidade média é dada por

$$v_m = \frac{|\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]|}{\Delta t} = \frac{|(1,72 - 1,90)| \text{ mol.L}^{-1}}{(540 - 360) \text{ s}}$$

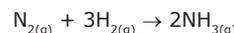
$$v_m = \frac{0,18 \text{ mol.L}^{-1}}{180 \text{ s}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Questão 03 – Letra B

Comentário: A velocidade média de consumo pode ser calculada dividindo-se a quantidade de matéria consumida pelo intervalo de tempo:

$$v(\text{N}_2) = \frac{0,20 \text{ mol}}{5 \text{ min}} = 0,04 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

Pela estequiometria da reação, 1 mol de N_{2(g)} reage com 3 mol de H_{2(g)}, formando 2 mol de NH_{3(g)}



Logo,

$$1 \text{ mol de N}_2 \text{ — } 3 \text{ mol de H}_2$$

$$0,20 \text{ mol de N}_2 \text{ — } x$$

$$x = 0,60 \text{ mol de H}_2$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{0,60 \text{ mol}}{5 \text{ min}} = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

Questão 04 – Letra B

Comentário: A velocidade média pode ser definida em função da quantidade de reagentes e / ou produtos, levando-se em consideração os coeficientes estequiométricos da reação.

Para a reação em questão, utilizaremos os valores da variação da concentração do reagente A em função do tempo durante o intervalo compreendido entre 4 e 14 minutos.

$$V_m = \frac{|\Delta A|}{\Delta t}$$

$$V_m = \frac{|(0,3 - 4,3)|}{(14 - 4)}$$

$$V_m = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

Questão 05 – Letra B

Comentário: Pela análise do gráfico é possível perceber que as curvas I e II representam os produtos B e C, enquanto a curva III representa o reagente A. Em uma reação química, as concentrações dos produtos são sempre crescentes, uma vez que essas substâncias são formadas a partir do consumo dos reagentes, que tem sua concentração diminuída. Pela estequiometria da reação, é possível compreender que a concentração do produto B é maior que a concentração de C e essa diferença de concentração é expressa graficamente pela maior inclinação da curva I quando comparada com a curva II. Logo, a curva I representa B, a curva II representa C e a curva III representa A.

Questão 06 – Letra B

Comentário: A velocidade média de uma reação química é determinada pela seguinte expressão:

$$V_m = \frac{|\Delta \text{ quantidade}|}{|\Delta \text{ tempo}|}$$

Dessa forma, analisando cada uma das alternativas, temos que:

A) Correta. A velocidade média entre os pontos BC é igual a

$$V_m = \frac{|4-8|}{|4-2|} = 2 \text{ g/min}$$

B) Incorreta. Para um mesmo intervalo de tempo, por exemplo a cada 2 min, a velocidade média da reação é diminuída. A velocidade média em AB é de 4 g/min; entre os pontos BC é de 2 g/min; entre os pontos CD é de 1 g/min e entre DE é de 0,5 g/min.

C) Correta. A velocidade média entre os pontos AB é igual a $V_m = \frac{|8-16|}{|2-0|} = 4 \text{ g/min}$, enquanto a velocidade média entre os pontos DE é igual a $V_m = \frac{|1-2|}{|8-6|} = 0,5 \text{ g/min}$.

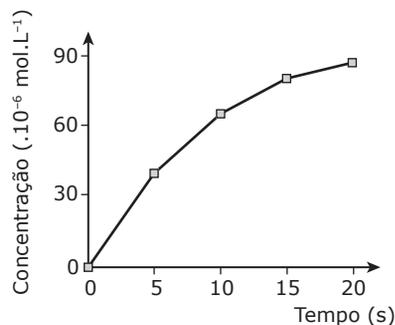
D) Correta. A velocidade média entre os pontos BC é igual a $V_m = \frac{|4-8|}{|4-2|} = 2 \text{ g/min}$ e a velocidade média entre os pontos BD é $V_m = \frac{|2-8|}{|6-2|} = 1,5 \text{ g/min}$.

E) Correta. No início da reação a velocidade é diferente de zero, pois a reação não se processa.

Questão 07

Comentário:

A) O gráfico que representa a cinética de formação do complexo AB colorido é:



B) A velocidade média de uma reação expressa a rapidez ou a lentidão com que os reagentes são consumidos ou os produtos são formados. Nesse caso, podemos fazer o cálculo da velocidade média para essa reação considerando a variação da concentração do complexo AB com o passar do tempo. Como a estequiometria da reação é de 1:1, temos:

$$v_m = \frac{\Delta [AB]}{\Delta t}$$

$$v_m = \frac{(87 - 0) \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}}{(20 - 0) \text{ s}}$$

$$v_m = 4,35 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

Questão 08

Comentário:

A) Se a concentração de A se reduz à metade a cada 30 minutos:

$$1,00 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{30 \text{ min}} 0,50 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{30 \text{ min}}$$

$$0,25 \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{30 \text{ min}} 0,125 \text{ mol.L}^{-1}$$

Logo, após 90 minutos, a concentração de A atingirá o valor de 0,125 mol.L⁻¹

B) Ao calcularmos a velocidade média de consumo do reagente A em intervalos de tempo de 30 minutos, percebe-se que a velocidade instantânea de consumo de A diminui com o passar do tempo.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra D

Comentário: Um dos componentes do fermento, responsável por liberar o gás carbônico para o crescimento da massa, é o bicarbonato de sódio, que, sob ação do calor, se decompõe em carbonato de sódio, água e gás carbônico. Durante o processo de cozimento do bolo em duas temperaturas diferentes, 160 °C e 220 °C, todo fermento foi consumido, ou seja, a mesma massa de CO₂ será formada nas duas temperaturas de preparo. No entanto, o cozimento do bolo à 220 °C será mais rápido e a decomposição do bicarbonato de sódio também, de forma que a massa de CO₂ total será liberada mais rapidamente. O gráfico que mostra a quantidade igual de CO₂ liberada em ambos os experimentos, porém de forma mais rápida na temperatura de 220 °C é o da alternativa D.

Questão 02 – Letra A

Comentário: O gás carbônico é um dos produtos da reação de combustão do metano. A formação de um produto de uma reação química é graficamente representada por uma curva de inclinação crescente, indicando o aumento da concentração da espécie com o tempo, que tende a permanecer constante no término da reação, devido ao rendimento do processo. Assim, o gráfico que melhor descreve esse comportamento é o da alternativa A. O gráfico da alternativa D não está correto, pois a curva não tende a permanecer constante com o passar do tempo, indicando que a formação do produto continua acontecendo.

Questão 03 – Letra E

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. As substâncias A e C são produtos da reação, uma vez que essas espécies são formadas e apresentam valores crescentes de concentração.
- B) Incorreta. Observando a inclinação das curvas, podemos concluir que quanto mais inclinada for a curva de concentração em função do tempo maior será a velocidade média naquele período. Assim sendo, a velocidade de formação de C é menor que a velocidade de consumo de D, visto que a curva em C é menos inclinada do que a curva em D.
- C) Incorreta. O produto A encontra presente no início da reação, pois a concentração inicial dessa substância, de acordo com o gráfico, é de aproximadamente $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.
- D) Incorreta. B e D são os reagentes dessa reação química e a mistura dessas substâncias levam a formação dos produtos A e C.
- E) Correta. Os reagentes B e D e uma pequena porção do produto A estão presentes no início da reação, conforme pode ser observado no tempo 0 da reação.

Questão 04 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A velocidade média nos 10 primeiros minutos de reação no experimento 1 foi de $0,3 \text{ mol/min}$, conforme os cálculos a seguir:

$$V_m = \frac{|3-0|}{|10-0|} = 0,3 \text{ mol/min}$$

- B) Incorreta. A velocidade média da reação no experimento 2 foi maior que a velocidade média de reação do experimento 3, o que pode ser constatado pela maior inclinação da curva em 2 quando comparado com a curva em 3. Não foi utilizado nenhum catalisador para acelerar o processo, visto que a velocidade do experimento 1 é superior à velocidade média do experimento 2.
- C) Incorreta. O aumento da temperatura favorece o aumento da velocidade média da reação, pois a energia cinética das moléculas será maior.
- D) Correta. O experimento 1 foi o que obteve maior rendimento, pois a concentração de amônia foi maior, quando comparado às curvas dos demais experimentos nos cinco primeiros minutos de reação.
- E) Incorreta. Quantidades diferentes de amônia foram produzidas do final de cada experimento.

Questão 05

Comentário:

- A) No pior cenário de emissão de CO_2 apresentado no gráfico, tem-se um aumento anual de velocidade de emissão igual a 3%. Então:

$$V_m = \frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t} = \frac{[\text{CO}_2]_{2050} - [\text{CO}_2]_{2020}}{2050 - 2020}$$

$$V_m = (780 \text{ p.p.m.} - 480 \text{ p.p.m.}) / 30 \text{ anos}$$

$$V_m = 300 \text{ p.p.m.} / 30 \text{ anos} = 10 \text{ p.p.m./ano.}$$

- B) No ano de 2060, a concentração de CO_2 no ar seria de 400 p.p.m. caso a velocidade de emissão de CO_2 se mantivesse constante.

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg de CO}_2/\text{kg de ar}$$

$$400 \text{ ppm} = 400 \text{ mg de CO}_2/\text{Kg de ar}$$

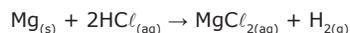
$$400 \text{ mg de CO}_2 \text{ — } 1 \text{ 000 g de ar}$$

$$m(\text{CO}_2) \text{ — } 5 \cdot 10^{21} \text{ g de ar}$$

$$m(\text{CO}_2) = 2 \cdot 10^{15} \text{ kg}$$

Questão 06 – Letra E

Comentário: A equação que representa a reação é a seguinte:



Essa equação pode ser reescrita na forma iônica:



Assim, podemos concluir que os íons Cl^- não participam da reação já que a sua concentração é constante com o passar do tempo. Já a concentração dos íons H^+ diminui porque esses íons são consumidos durante a reação para a formação do produto H_2 . Já a concentração de Mg^{2+} aumenta com o tempo, uma vez que esses íons são formados. O gráfico que melhor representa a concentração constante de Cl^- , a diminuição na concentração de H^+ e o aumento na concentração de Mg^{2+} está ilustrado na alternativa E.

Questão 07

Comentário:

- A) A última coluna da tabela pode ser completada substituindo-se os valores de concentração inicial de Br_2 e do tempo decorrido até o desaparecimento da cor na equação descrita no comando da questão. Logo, temos que:

$$v = \frac{\text{concentração inicial de Br}_2}{\text{tempo para desaparecimento da cor}}$$

$$\bullet \text{ Experimento 1 - } v = \frac{6,6 \cdot 10^{-3}}{132} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$\bullet \text{ Experimento 2 - } v = \frac{6,6 \cdot 10^{-3}}{66} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

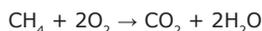
$$\bullet \text{ Experimento 3 - } v = \frac{6,6 \cdot 10^{-3}}{66} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$\bullet \text{ Experimento 4 - } v = \frac{3,3 \cdot 10^{-3}}{66} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

B) Ao Analisar as velocidades das reações obtidas no item anterior, percebe-se que a variação na concentração de bromo nos experimentos 1 e 4, em que são mantidas constantes as concentrações dos demais reagentes, não provoca alteração na velocidade. Portanto, a velocidade dessa reação é independente da concentração de bromo.

Questão 08 – Letra E

Comentário: A equação balanceada de combustão do metano está representada a seguir:



Analisando os índices estequiométricos, é possível afirmar que a proporção de consumo de metano é a mesma proporção de formação de gás carbônico, ou seja, 1:1. Logo, a quantidade de matéria de gás carbônico produzida em 1 hora de reação é a seguinte:

$$\begin{aligned} 1 \text{ minuto} &\text{ — } 0,25 \text{ mol CO}_2 \\ 60 \text{ minutos} &\text{ — } x \\ x &= 15 \text{ mol CO}_2 \end{aligned}$$

A quantidade em gramas equivalentes a 15 mol de CO_2 é determinada sabendo-se que a massa molar desse gás é 44 g/mol. Então, temos que:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol CO}_2 &\text{ — } 44 \text{ g} \\ 15 \text{ mol CO}_2 &\text{ — } y \\ y &= 660 \text{ g} \end{aligned}$$

Questão 09 – Letra E

Comentário: A concentração inicial das enzimas no sangue não é nula o que elimina a alternativa C. De acordo com o enunciado da questão, no primeiro estágio da doença ocorre o aumento da concentração das enzimas no sangue, o que pode ser representado por meio de uma curva crescente a partir da concentração inicial das enzimas (eliminando assim a alternativa A). Com o progresso da doença, a concentração inicial das enzimas diminui e, em seguida, tende a zero indicando a morte das células. Esse comportamento é descrito pela inclinação decrescente da curva, que se torna praticamente constante ao se aproximar do eixo t (eliminando as alternativas B e D). Logo, o gráfico que melhor representa o comportamento descrito é o da alternativa E.

Questão 10 – Letra E

Comentário: H_2O e O_2 são produtos. Inicialmente, apresentam concentrações iguais a zero e, com o decorrer do tempo, suas concentrações aumentam, ou seja, as curvas que descrevem a formação dessas espécies devem ser ascendentes, partindo da origem do gráfico. H_2O_2 , por sua vez, é reagente. Sua concentração inicial é diferente de zero e, à medida que o tempo passa, ocorre a diminuição da concentração dos reagentes, uma vez que esses são consumidos durante o processo. A curva que descreve o consumo de H_2O_2 deve ser decrescente. Conforme a reação química balanceada de decomposição da água oxigenada, a velocidade de formação da água é o dobro da velocidade de formação do gás oxigênio. Dessa forma, a inclinação da reta tangente à curva que descreve a formação de H_2O deve ser maior que a inclinação da reta tangente à curva que descreve a formação de O_2 .

Questão 11 – Letra E

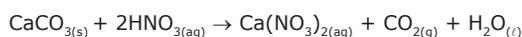
Comentário: Um processo ideal deve ser realizado de modo a envolver o menor tempo, o maior rendimento possível, o menor consumo de energia e evitar a formação de resíduos contaminantes. Portanto, a curva do gráfico de uma reação química que leva a formação da quantidade máxima de produto em função do tempo, deve possuir o comportamento crescente tendendo a permanecer constante no término da reação devido à formação de um produto estável. Esse comportamento é observado nos gráficos das alternativas D e E.

Em relação ao conteúdo energético, as reações exotérmicas envolvem menor consumo de energia, visto que são processos caracterizados pela liberação de energia para o sistema. As alternativas que apresentam gráficos de processos exotérmicos são C e E.

Logo, a alternativa E é a que apresenta gráficos que correspondem à formação máxima de produtos no tempo t com o menor consumo de energia envolvido.

Questão 12

Comentário: A equação química balanceada que descreve a reação entre o carbonato de cálcio e o ácido nítrico está representada a seguir:



A velocidade média da reação no intervalo entre 1 e 3 minutos é determinada pela seguinte expressão:

$$v_m = \frac{|\Delta \text{concentração}|}{|\Delta \text{tempo}|}$$

É necessário determinar a quantidade de matéria de CO_2 presente no volume de gás produzido. A variação no volume desse gás é obtida fazendo-se $300 \text{ cm}^3 - 150 \text{ cm}^3 = 150 \text{ cm}^3$ (que equivale a 0,001 L). A quantidade de matéria referente a esse volume de gás é:

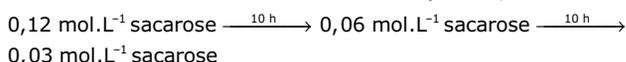
$$\begin{aligned} 25 \text{ L} &\text{ — } 1 \text{ mol de CO}_2 \\ 0,001 \text{ L} &\text{ — } x \\ x &= 0,006 \text{ mol de CO}_2 \end{aligned}$$

Portanto, a velocidade média da reação é calculada a partir da seguinte expressão:

$$v_m = \frac{|0,006|}{|3 - 1|} = 0,003 \text{ mol/min}^{-1}$$

Questão 13

Comentário: Pelos dados fornecidos na questão, temos:



Logo, o tempo de meia-vida da reação é de 10 horas.

A velocidade média de consumo da sacarose, no intervalo entre 600 e 1 200 min, será:

$$600 \text{ min} = 10 \text{ h} \Rightarrow 0,06 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 200 \text{ min} = 20 \text{ h} \Rightarrow 0,03 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v_m = \frac{|[0,03 - 0,06]| \text{ mol.L}^{-1}}{600 \text{ min}}$$

$$v_m = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 22

Comentário: O tempo de meia-vida do antibiótico amoxicilina é de 1 hora, ou seja, após esse período de tempo a quantidade do antibiótico no organismo será a metade da quantidade inicial ingerida. O período de 1h30min, tempo decorrido entre 12h e 13h30min, corresponde ao tempo de 1,5 meia-vida do antibiótico. Pela análise direta do gráfico, no número de 1,5 meias-vidas a porcentagem de fármaco no organismo é de aproximadamente 35%.

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- Incorreta. Se a espessura da camada fosse diretamente proporcional à velocidade, a curva deveria ser uma reta, o que não se verifica.
- Incorreta. Pela simples análise do gráfico, vemos que a espessura não dobra a cada 10 000 anos. Essa situação corresponderia a uma curva exponencial, o que também não se verifica.
- Correta. Pode-se observar que a maior variação de espessura para a menor variação de tempo ocorre quando a pedra é mais jovem, ou seja, a velocidade de fixação de água na superfície da pedra, formando uma camada hidratada, diminui com o passar do tempo.
- Incorreta. Quando a pedra é mais velha, o aumento da espessura é muito pequeno mesmo para intervalos grandes de tempo.
- Incorreta. Embora tenha sido um aumento muito pequeno, a espessura da camada aumentou após 100 000 anos.

Questão 03 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- Incorreta. Quando diminuimos a superfície de contato entre os reagentes, estamos diminuindo a frequência de colisões entre as partículas reagentes (fator A). Assim, o valor da constante de velocidade diminui e, consequentemente, a velocidade da reação química também diminui.
- Correta. A presença de um catalisador no meio reacional proporciona à reação um caminho alternativo, que apresenta menor energia de ativação. A diminuição do valor da energia de ativação aumenta o valor $e^{(-E_{at}/RT)}$, o que aumenta o valor da constante de velocidade e, consequentemente, a velocidade da reação química.
- Incorreta. Com um maior volume disponível para espécies reagentes gasosas, a distância média entre as partículas aumenta. Dessa forma, a frequência de colisões efetivas (fator A) diminui e, consequentemente, a velocidade da reação também sofre um decréscimo.

- Incorreta. A energia cinética média relaciona-se à temperatura (fator T). Dessa forma, a diminuição da energia cinética média das espécies reagentes implica em diminuição do fator T, o que diminui o valor $e^{(-E_{at}/RT)}$ e, consequentemente, diminui a velocidade da reação química.
- Incorreta. Quanto maior for a liberdade translacional das partículas reagentes, maior será a frequência de colisões efetivas em um dado intervalo de tempo. No estado gasoso a liberdade das partículas é máxima e, assim, uma reação em fase gasosa tem maior valor de K e, portanto, maior velocidade.

MÓDULO – B 16

Teoria das Colisões e do Complexo Ativado

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Soma = 10

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- Incorreta. A velocidade de uma reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações molares dos reagentes elevadas a seus coeficientes estequiométricos determinados experimentalmente, a uma dada temperatura, como representado na lei da velocidade da reação a seguir:

$$v_{\text{instantânea}} = k \cdot [A]^{\alpha} \cdot [B]^{\beta} \cdot [C]^{\gamma} \dots$$

Desse modo, é necessário conhecer os expoentes das concentrações para afirmar em que medida a velocidade da reação é alterada com a variação das concentrações dos reagentes.

- Correta. Na situação 3, observa-se que houve a formação de novas substâncias, configurando a ocorrência de uma reação química. As colisões que resultam em reação química, como a representada no esquema, são denominadas colisões efetivas.
- Incorreta. *Vide* justificativa da afirmativa 01.
- Correta. Na imagem 2, observa-se uma espécie química na qual todos os átomos que formam os reagentes encontram-se ligados formando uma única espécie química, sistema característico do complexo ativado.

Questão 02 – Letra D

Comentário: Colisões efetivas são aquelas que ocorrem com orientação favorável e com energia suficiente para que haja a formação do complexo ativado, gerando produtos. Quanto maior for a frequência de colisões efetivas, maior será a quantidade de produto formada por unidade de tempo e, consequentemente, maior será a rapidez da reação. Assim, as alternativas B e E estão corretas.

O aumento da temperatura acelera a reação, pois, ao aumentar a energia cinética média das partículas, aumenta-se também a frequência de colisões efetivas. Logo, a alternativa A está correta.

A superfície de contato entre as partículas dos reagentes sólidos aumenta quando eles são triturados. Com isso, a frequência de colisões efetivas aumenta, e a reação é acelerada. Logo, a alternativa C está correta.

Os catalisadores aceleram as reações porque possibilitam um novo mecanismo com menor energia de ativação. Portanto, a alternativa D está incorreta.

Questão 03 – Soma = 06

Comentário: A energia de ativação de uma reação química pode ser alterada pela ação de um catalisador. Logo, a primeira afirmativa está incorreta.

O aumento da temperatura e o da superfície de contato entre os reagentes provocam aumento da rapidez das reações. Assim, a segunda e a terceira afirmativas estão corretas.

Uma colisão com orientação adequada só produz uma reação química se ocorrer com energia suficiente. Dessa forma, a quarta afirmativa está incorreta.

Questão 04 – Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

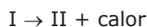
- A) Incorreta. A pulverização promove o aumento da velocidade da reação, pois devido ao aumento da superfície de contato, ocorre o aumento da frequência das colisões efetivas das partículas do comprimido com as moléculas de água.
- B) Correta. Veja comentário da alternativa A.
- C) Correta. A rapidez da dissolução é influenciada pelo estado de agregação do comprimido e também pela temperatura da água.
- D) Correta. Quando aumentamos a temperatura, a energia média das moléculas também aumenta. Dessa forma, a energia média das colisões será aumentada com o aquecimento.
- E) Correta. Veja comentário da alternativa A.

Questão 05 – Letra C

Comentário: As latas de alumínio, ao serem prensadas, tem as suas partículas aproximadas, diminuindo a área superficial total do metal, que entra em contato com o oxigênio a medida que a reação acontece. Com a diminuição da superfície de contato, a probabilidade de ocorrer colisões efetivas entre o oxigênio e o metal diminui e, portanto, menor será a velocidade da reação de formação de óxido de alumínio.

Questão 06 – Letra D

Comentário: O diagrama representa uma reação exotérmica, já que ocorre com diminuição da entalpia do sistema. Assim, a reação que converte I em II é acompanhada por aquecimento do sistema e da vizinhança, podendo ser representada por:



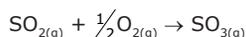
Logo, as alternativas A, B, e E estão corretas e a alternativa D está incorreta.

Como a conversão de I em II é exotérmica, $E_{\text{at}}(I \rightarrow II) < E_{\text{at}}(II \rightarrow I)$. Assim, a alternativa C está correta.

Questão 07

Comentário:

- A) A reação de oxidação do SO_2 a SO_3 pode ser representada pela seguinte equação balanceada:



- B) O $(\text{SO}_2)_2\text{O}_2$ é um estado intermediário formado entre reagentes e produtos, denominado complexo ativado.
- C) De acordo com o gráfico, a energia final do sistema é menor que a inicial. Logo, conclui-se que se trata de um processo exotérmico ($\Delta H < 0$).

Questão 08 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- A) Correta. A energia de ativação de uma reação é dada pela diferença entre a energia potencial do complexo ativado e a energia potencial dos reagentes. Analisando-se as curvas e fazendo-se uma aproximação para a energia do complexo ativado, conclui-se que a energia de ativação da reação I é maior do que a da reação II.
- B) Incorreta. O saldo energético (variação de entalpia) de uma reação é dado pela diferença da energia potencial dos produtos e dos reagentes. Na reação I, a energia potencial dos produtos é maior que a dos reagentes e, portanto, a reação acontece com absorção de energia.
- C) Correta. Como a reação I apresenta maior diferença de entalpia entre produtos e reagentes, então ela é a que apresenta a maior variação de entalpia.
- D) Correta. Como a energia dos produtos é menor que a dos reagentes, as reações II e III ocorrem com liberação de energia; logo, são exotérmicas.
- E) Correta. Quanto maior for a energia de ativação de uma reação, menor será a probabilidade de ocorrerem colisões efetivas, e menor será a velocidade da reação. A reação III tem maior energia de ativação que a reação II, por isso ela é mais lenta, nas mesmas condições experimentais.

Exercícios Propostos**Questão 01 – Letra C**

Comentário: O catalisador é adicionado ao sistema químico para acelerar a reação química, ou seja, aumentar sua velocidade. Isso é possível devido à formação de um novo complexo ativado de menor energia, em que o catalisador participa da sua constituição. Com a formação do produto, o catalisador é regenerado. Assim, a reação é acelerada pelo abaixamento da energia de ativação da reação.

Questão 02 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Verdadeira. O valor da energia de ativação é representado graficamente por meio do patamar em que se encontram os reagentes até o topo da curva em que se encontra o complexo ativado. Logo, a energia de ativação para a reação direta é de aproximadamente $135 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- B) Verdadeira. A reação inversa é endotérmica, pois a entalpia dos produtos CO e NO_2 ($0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) é maior que a entalpia dos reagentes CO_2 e NO ($-225 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$).
- C) Verdadeira. A variação da entalpia da reação direta é determinada graficamente pela variação entre o patamar em que se encontram os reagentes e o patamar em que se encontram os produtos. Logo:
- $$\Delta H = \Delta H_{\text{prod}} - \Delta H_{\text{reag}}$$
- $$\Delta H = |-225 - 0| = 225 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$
- D) Falsa. *Verde* comentário da alternativa anterior.
- E) Verdadeira. A reação direta é exotérmica, pois a entalpia dos produtos é menor que a entalpia dos reagentes e, portanto, possui valor negativo.

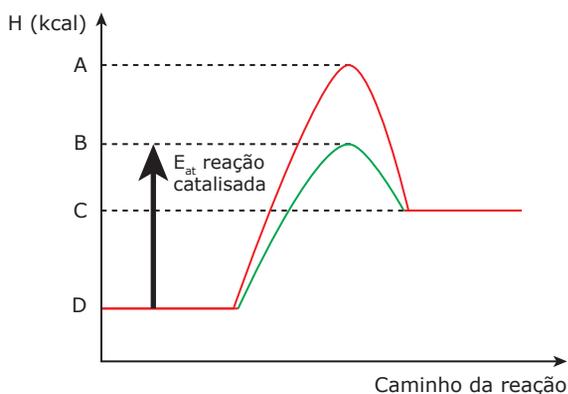
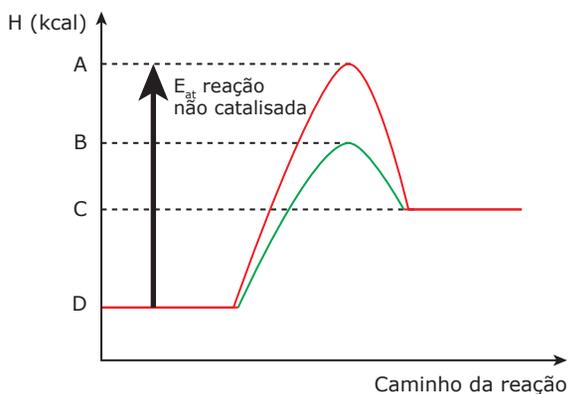
Questão 03 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. A adição de um catalisador faz com que a reação se processe por meio de um caminho alternativo, com a formação de um complexo ativado menos energético e, dessa forma, provoca a diminuição de energia de ativação do processo. A diferença entre os valores de energia, representados pelas letras A e B, corresponde a essa diminuição da energia de ativação.

B e C) Corretas. Analisando o diagrama representado, no qual o eixo das abscissas corresponde ao caminho da reação, nota-se que inicialmente o valor da energia do sistema era representado por D. Assim, pode-se afirmar que esse valor de energia se refere à entalpia dos reagentes. Com o andamento da reação, verifica-se que há um aumento no valor da entalpia, que é explicado devido à formação do complexo ativado e, ao final, a energia é representada pela letra C, com a formação dos produtos.

D) Incorreta. No processo catalisado, o caminho alternativo que é realizado leva à formação de um complexo ativado menos energético do que no processo não catalisado. Assim, a diferença nos valores representados pelas letras B e D corresponde à energia de ativação do processo catalisado (menor E_{at}), ao passo que a diferença entre os valores representados pelas letras A e D (maior E_{at}) corresponde à energia de ativação do processo não catalisado.



E) Correta. Uma vez que a entalpia dos reagentes é representada por D e a entalpia dos produtos é representada por C, a diferença nos valores dessas entalpias corresponde à variação de entalpia da reação.

Questão 04 - Letra D

Comentário: A análise do esquema da reação permite afirmar que se trata de um processo não elementar, ou seja, composto por várias etapas. São identificadas duas etapas nesse processo: a rápida, em que os reagentes são transformados nos intermediários; e a lenta, em que os intermediários são transformados em produtos. Assim, são esperados dois picos de máximo de energia na representação gráfica destas reações, sendo um para cada etapa. A curva do gráfico de energia em função do caminho da reação para a etapa rápida tem o comportamento crescente, seguido da estabilização do sistema pelo decréscimo da curva. Para a etapa lenta, espera-se um novo máximo de energia, maior que o anterior, indicando que a energia necessária para a formação dos produtos é maior e, por isso, a velocidade dessa etapa é menor. Logo, o gráfico que melhor esquematiza o comportamento descrito é o da alternativa D.

Questão 05 – Letra B

Comentário: A adição de um catalisador a uma reação diminui a energia de ativação por meio da criação de um mecanismo alternativo, com um complexo ativado de menor energia potencial do que aquele formado na reação sem catalisador. No entanto, tal adição não altera as entalpias dos reagentes ou dos produtos.

Como a reação tem variação de entalpia negativa, os produtos estão num estado energético menor que os reagentes.

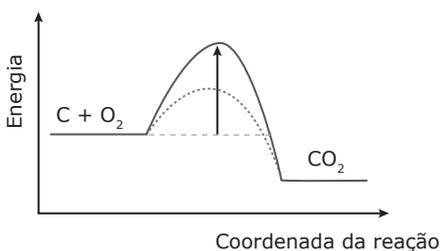
Assim, o gráfico que melhor descreve esse comportamento é:



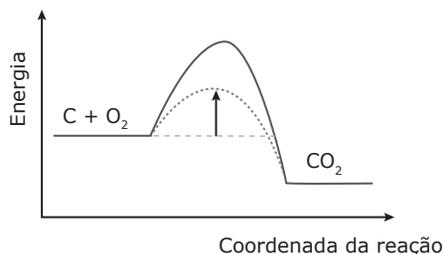
Questão 06 – Letra B

Comentário: A seguir, estão representados os diagramas termocinéticos para a reação de formação do CO_2 , com a indicação das energias de ativação para o processo catalisado e não catalisado e nos sentidos direto e inverso.

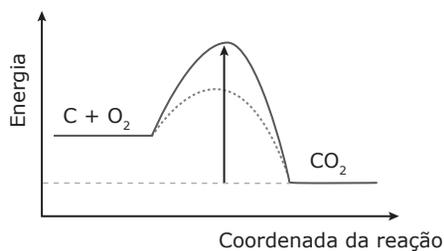
Energia de ativação para a reação direta não catalisada



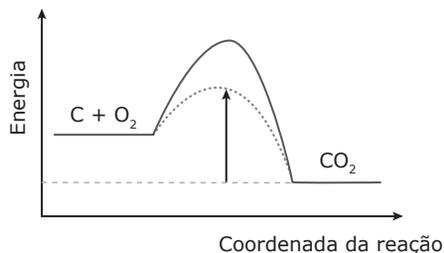
Energia de ativação para a reação direta catalisada



Energia de ativação para a reação inversa não catalisada



Energia de ativação para a reação inversa catalisada



Conforme os diagramas, o processo inverso e não catalisado possui a maior energia de ativação.

Questão 07 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

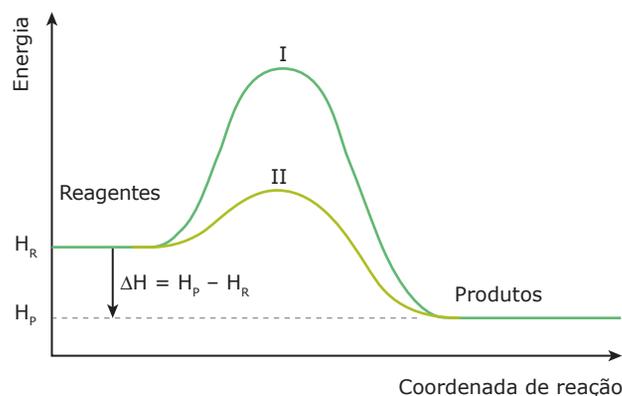
- A) Incorreta. Como a energia do complexo ativado é menor na curva II, ela representa a reação catalisada.
- B) Incorreta. Uma vez que a entalpia dos reagentes é menor que a dos produtos, a reação de decomposição do ácido fórmico ocorre com absorção de energia e é, portanto, endotérmica.
- C) Incorreta. Uma maior energia de ativação implica menor rapidez de reação. Assim, a velocidade da reação não catalisada (curva I) é menor porque apresenta maior energia de ativação.
- D) Correta. A rapidez da reação representada pela curva II é maior, pois, apesar de ocorrer em várias etapas, estas têm baixas energias de ativação, o que garante que a reação seja mais rápida por esse caminho.
- E) Incorreta. A ação do catalisador não altera os produtos formados e, como a variação de entalpia é uma função de estado, o ΔH depende somente dos estados inicial e final da reação. Dessa forma, a presença de catalisador diminui o ΔH da reação de decomposição do ácido fórmico.

Questão 08

Comentário: Pela análise das curvas do gráfico, pode-se concluir que a diferença de entalpia A representa a energia de ativação da reação química com a presença de catalisador, pois a energia de ativação de um processo catalisado é menor. Já a diferença de entalpia B representa a energia de ativação da reação sem catalisador, uma vez que apresenta o máximo de energia maior que a reação descrita pela curva laranja. Por fim, C representa a variação de entalpia da reação, que é determinada pela diferença entre a entalpia dos produtos e a entalpia dos reagentes.

Questão 09

Os catalisadores fornecem, para a reação, um novo caminho para a formação dos produtos, com energia de ativação menor. Assim, a curva 2 representa a reação que ocorre na presença de catalisador. A variação de entalpia da reação é a mesma nas duas situações, pois os catalisadores não alteram os valores de entalpia dos reagentes (H_R) e dos produtos (H_P).



Questão 10 – Letra D

Comentário: Os catalisadores são específicos para cada reação. Quando adicionados para acelerar o processo direto, também aceleram o processo inverso. Logo, um catalisador não afeta um sistema em equilíbrio, e as concentrações de equilíbrio são independentes de sua concentração. A velocidade das reações pode ser influenciada pela concentração do catalisador. Isso ocorre, geralmente, em catálises homogêneas, já que o catalisador se encontra na mesma fase que os reagentes. Numa catálise heterogênea, às vezes, a reação pode ser catalisada pelas próprias paredes do recipiente.

Seção Enem

Questão 01 – Letra C

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: De acordo com a hipótese proposta pelo texto, o íon cloreto atua como catalisador no processo da decomposição fotoquímica. A principal característica de um catalisador é aumentar a velocidade da reação devido à capacidade de propor um caminho alternativo, exigindo menor energia de ativação. Portanto, a resposta correta é a alternativa C.

Questão 02 – Letra B

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 26

Comentário: O uso da hematita como catalisador viabiliza economicamente a produção da amônia, pois sua presença no meio reacional aumenta a velocidade da reação por meio da diminuição da energia de ativação, o que resulta em um complexo ativado menos energético.

Questão 03 – Letra C

Eixo cognitivo: V

Competência de área: 5

Habilidade: 19

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada um dos exemplos citados:

1. Para que sejam conservados, os alimentos são armazenados em ambientes refrigerados, pois, assim, as reações de decomposição da matéria orgânica e o crescimento de bactérias são desacelerados. Com a diminuição da temperatura do meio, a energia cinética média das moléculas das substâncias contidas nos alimentos diminui e, conseqüentemente, a frequência das colisões entre elas também diminui. Quanto menor for a frequência de choques, menor será a taxa de quebra das ligações e menor será a velocidade das reações. Com a diminuição da velocidade das reações de decomposição, o alimento pode ser conservado por muito mais tempo.
2. A reação se processa através do contato dos reagentes na superfície externa. Quando essa superfície é aumentada, aumenta-se a superfície de contato dos reagentes, e a reação se processa mais rapidamente. Isso pode ser observado no exemplo citado anteriormente; o alimento cortado em pedaços apresenta maior superfície de contato, e seu cozimento é mais rápido.
3. Em meio orgânico, as enzimas são catalisadores biológicos. Elas têm a função de criar um novo caminho para a reação, de modo que o complexo ativado tenha um menor conteúdo energético, diminuindo a energia de ativação e aumentando a velocidade da reação. As bactérias citadas são produtoras de enzimas específicas que catalisam reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas, acelerando a produção do iogurte.

Dessa forma, os fatores citados nos exemplos anteriores que influenciam na velocidade das reações são: temperatura, superfície de contato e catalisadores.

Questão 04 – Letra C

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 4

Habilidade: 15

Comentário: Após aberto o leite longa vida, é preciso guardá-lo em geladeira, pois vários fatores podem acelerar a sua deteriorização, tais como a presença de micro-organismos no ar e a elevada temperatura. Isso se deve ao fato de que os micro-organismos, ao encontrarem alimento, água e temperatura adequada, crescem e se multiplicam.

Em geral, entre 25 °C e 45 °C, a multiplicação desses microrganismos é mais rápida. Além disso, as reações de decomposição são mais rápidas quanto maiores forem a temperatura e a superfície de contato entre as substâncias que reagirão. Assim, ao colocar o leite na geladeira, evita-se o contato do alimento com os micro-organismos presentes no ar e diminui-se a velocidade das reações de decomposição, conservando o alimento por mais tempo.

Questão 05 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: A adição de um catalisador ao sistema reacional provoca o aumento da velocidade da reação. Isso ocorre porque a presença dessa substância no sistema faz com que a reação ocorra por um novo mecanismo, no qual o complexo ativado é menos energético. Assim, mais espécies podem atingir esse estado, formando mais espécies dos produtos e aumentando a velocidade da reação. A energia cinética das espécies reagentes e produtos não muda, já que a reação se processará em uma mesma temperatura.

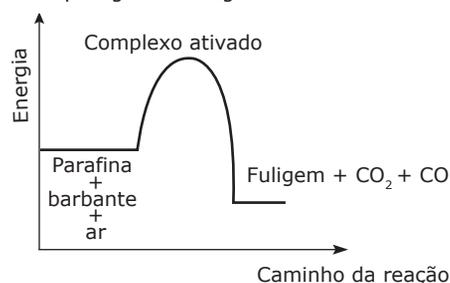
Questão 06 – Letra A

Eixo cognitivo: I

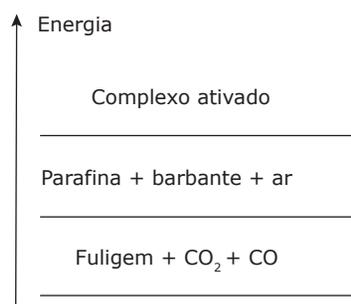
Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Pela descrição do enunciado, fica claro que os reagentes da reação de combustão são a parafina da vela, o barbante do pavio (combustíveis) e o ar atmosférico (comburente). Esses reagentes se convertem em uma espécie química instável denominada complexo ativado para, posteriormente, formarem os produtos. O complexo ativado, por ser mais instável do que os reagentes e do que os produtos (fuligem, gás carbônico e monóxido de carbono), apresenta maior energia potencial. Como essa é uma reação de combustão, ela ocorre com liberação de energia (luz e calor), e, assim, a entalpia dos produtos é menor que a dos reagentes. Dessa forma, a queima da vela pode ser representada pelo gráfico a seguir:



Esse gráfico corresponde ao seguinte diagrama:



Questão 07 – Letra B**Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17

Comentário: O catalisador possibilita um novo mecanismo com menor energia de ativação para a reação. Assim, sob a ação do catalisador, a velocidade da reação é maior. No caso da reação de hidrólise de um composto orgânico evidenciada na questão, a presença da enzima faz com que a reação seja não elementar, ou seja, aconteça em duas etapas, cujas energias de ativação são menores que a energia de ativação da reação não catalisada.

De acordo com o gráfico que descreve a evolução das duas etapas, a etapa 1 se processa em um tempo menor do que a etapa 2. Logo, a etapa 1 tem menor energia de ativação do que a etapa 2, e esta é, portanto, a etapa determinante da velocidade da reação catalisada.

Além disso, a reação de hidrólise desse composto orgânico é exotérmica, ou seja, ocorre com liberação de energia. Portanto, a variação de energia da reação catalisada e da não catalisada deve ser a mesma, uma vez que o catalisador não altera o ΔH da reação. Contudo, a primeira etapa da reação catalisada deve ser endotérmica, já que nessa etapa ocorre a quebra de ligações.

Dessa forma, o gráfico termocinético que melhor representa a reação catalisada e a não catalisada é o gráfico da alternativa B.

MÓDULO – C 13**Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra C**

Comentário: O éter dietílico apresenta interações intermoleculares do tipo dipolo permanente-dipolo permanente mais fracas que as interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio presentes entre as moléculas do butanol. Quanto mais fracas as interações intermoleculares em uma substância, (menor será a sua viscosidade e maior a sua volatilidade), o que tornam incorretas as alternativas B e E, e menor serão suas temperaturas de fusão e ebulição, o que torna incorreta a alternativa A e correta a alternativa C. Além disso, por se tratarem de substâncias diferentes e que, portanto, possuem calores específicos diferentes, a quantidade de calor liberada em uma combustão não será a mesma, ainda que haja uma mesma quantidade de matéria sendo queimada, sendo a alternativa E incorreta.

Questão 02 – Letra A

Comentário: Para uma substância mudar do estado líquido para o estado gasoso é necessário que ocorra o rompimento das interações intermoleculares que unem as moléculas daquele composto. Em substâncias que possuem massa molar próximas, como é o caso do álcool etílico e do éter etílico, a que possui maior ponto de ebulição apresenta interações intermoleculares mais intensas.

Logo, o álcool etílico apresenta maior ponto de ebulição porque as interações do tipo ligação de hidrogênio entre suas moléculas são mais intensas que as interações dipolo-dipolo entre as moléculas do éter etílico.

Questão 03 – Letra C

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- I. Correta. Quanto mais intensas forem as interações intermoleculares em um composto, menor será sua pressão de vapor, pois maior será a energia necessária, em uma dada temperatura, para que as moléculas abandonem a superfície do líquido. O metilpropano possui interações intermoleculares do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido mais intensas em relação ao propano, uma vez que possui maior quantidade de átomos e, dessa forma, possui maior pressão de vapor.
- II. Correta. Quanto maior for o número de átomos de um alcano, maior também será o seu número de elétrons e, assim, menor será a influência dos núcleos sobre eles, tornando a nuvem eletrônica mais polarizável. Dessa forma, moléculas que apresentarem nuvens eletrônicas maiores apresentarão também dipolos induzidos mais intensos, aumentando as forças atrativas e, portanto, a temperatura de ebulição.
- III. Incorreta. Isômeros possuem a mesma fórmula molecular e, portanto, a mesma massa molar. Dessa forma, de acordo com os dados da tabela, o composto C não poderia ser isômero dos compostos B e D.
- IV. Correta. Os isômeros de cadeia apresentam os mesmos tipos de interações intermoleculares. As ramificações presentes em um desses isômeros o tornam mais esférico e, assim, a superfície de interação entre suas moléculas diminui, causando também um decréscimo na intensidade das interações intermoleculares e, portanto, causando decréscimo na sua temperatura de ebulição.

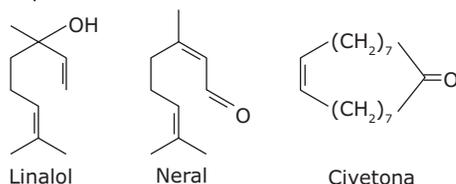
Questão 04 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Clorofórmio e água são líquidos imiscíveis e, portanto, a mistura formada por esses dois líquidos será heterogênea bifásica.
- B) Correta. Clorofórmio e água, por serem imiscíveis, formam uma mistura heterogênea. A maior densidade do clorofórmio quando comparada com a água faz com que esse líquido permaneça na parte inferior da mistura bifásica.
- C) Incorreta. Acetona é solúvel em água e forma uma solução homogênea, sem distinção de fases.
- D) Incorreta. Pentano é insolúvel em água e por isso é formada uma mistura heterogênea entre os dois líquidos.
- E) Incorreta. A mistura de pentano e água será heterogênea, pois os dois líquidos são imiscíveis entre si. A menor densidade do pentano em relação a água faz com que esse líquido permaneça na fase superior da mistura bifásica formada.

Questão 05 – Letra D

Comentário: As três substâncias a seguir são formadas por moléculas polares.



O linalol, o neral e a civetona podem estabelecer interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido. Como a cadeia carbônica das moléculas de civetona é maior, suas interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido são mais intensas. Além disso, as moléculas do neral e da civetona podem estabelecer também interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente. Já as moléculas de linalol podem interagir entre si e com as moléculas do etanol por meio de interações do tipo ligação de hidrogênio, devido à presença do grupo $-OH$. Com isso, a maior volatilidade do neral se deve, principalmente, às interações de menor intensidade quando comparadas às interações do linalol e da civetona.

Questão 06 – Letra C

Comentário: No processo de dissolução de um soluto em um solvente, as interações soluto-soluto e solvente-solvente são substituídas por interações soluto-solvente. Isso ocorrerá se as últimas também forem fortes o suficiente para estabilizar a solução formada. No sistema formado há, predominantemente, interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido entre moléculas polares. Adicionando-se água a esse sistema, o componente que apresenta moléculas polares estabelece com a água interações mais fortes. O hexano, o pentano e o metilbenzeno são hidrocarbonetos cujas moléculas são apolares e não se solubilizam em água. Por outro lado, o ácido etanoico apresenta moléculas polares que interagem com as moléculas de água. Logo, o único componente que estará na fase aquosa é o ácido etanoico enquanto os demais compostos estarão na fase orgânica.

Questão 07 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A cadeia carbônica é insaturada, devido à presença das duplas-ligações conjugadas no anel aromático.
- B) Correta. O detergente apresenta uma porção apolar formada pela longa cadeia carbônica e uma extremidade polar ($SO_3^-Na^+$).
- C) Incorreta. O anel aromático é dissubstituído, ou seja, apresenta uma longa cadeia carbônica ligada a um átomo de carbono e o grupo iônico $SO_3^-Na^+$ ligado a outro átomo de carbono do anel.
- D) Incorreta. A parte apolar da molécula é constituída de uma cadeia carbônica saturada, pois apresenta apenas ligações simples entre os átomos de carbono.
- E) Incorreta. A porção sulfônica apresenta ligação iônica entre o ânion SO_3^- e o cátion Na^+ .

Questão 08 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Correta. Substâncias anfipáticas são aquelas que apresentam uma porção hidrofílica (polar) e uma porção hidrofóbica (apolar) em sua molécula. Os detergentes possuem essa característica, pois apresentam uma longa cadeia carbônica apolar e uma extremidade iônica polar.
- II. Correta. As micelas são formadas por uma gotícula de gordura envolvida por moléculas de detergente, orientadas com a cadeia carbônica apolar direcionadas para dentro, que interagem com a gordura, e a extremidade polar para fora, que interage com a água.
- III. Correta. O oxigênio é uma molécula apolar pois não há diferença de eletronegatividade entre os átomos de oxigênio ligantes. Essa molécula é formada pela dupla ligação covalente entre os átomos de oxigênio, sendo uma do tipo sigma e outra do tipo pi.
- IV. A espuma é um tipo de dispersão coloidal, formada entre um dispersante líquido e um disperso no estado gasoso.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra C

Comentário: Para resolução dessa questão analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O ponto de fusão e ebulição dos compostos orgânicos dependem do tipo de interação intermolecular e do número dessas interações existentes entre as moléculas. Como os alcanos são constituídos por moléculas apolares, as interações são do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido. Essas interações são fracas e, por isso, a maioria dos alcanos se encontram no estado gasoso a temperatura ambiente. Quando a cadeia é linear, a aproximação favorece as interações aumentando seu ponto de fusão. Quando as moléculas são ramificadas, a aproximação é dificultada, enfraquecendo as interações e diminuindo seu ponto de fusão.
- B) Incorreta. Os álcoois possuem o grupo hidroxila característico dessa função que os possibilita estabelecer interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio entre si. Essa interação é forte resultando em pontos de fusão e ebulição mais elevados se comparados com os alcanos que interagem entre si por meio de interações mais fracas.
- C) Correta. Os ácidos carboxílicos apresentam o grupo carboxila ($COOH$) enquanto os álcoois apresentam o grupo hidroxila (OH). O fato dos ácidos apresentarem um oxigênio a mais em sua estrutura possibilita a realização de um número maior de interações do tipo ligação de hidrogênio o que aumenta o ponto de fusão e ebulição.
- D) Incorreta. Os alcanos fazem interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido enquanto a água faz interações do tipo ligação de hidrogênio. As interações mais fortes na água favorecem um conjunto mais coeso aumentando o valor da densidade em relação aos alcanos.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Para tornar uma superfície impermeável à água, o produto utilizado deve torná-la hidrofóbica, minimizando sua interação com a água.

Questão 03 – Letra C

Comentário: O estudante, para limpar a mancha da roupa, deve utilizar um solvente orgânico de caráter apolar para que as interações com a graxa, que também é de natureza apolar, sejam favorecidas. Isso justifica o fato da solubilidade da graxa diminuir à medida em que se aumenta a polaridade do solvente. Assim, o composto mais polar é o álcool e o mais apolar é o hexano e a ordem crescente de solubilidade da graxa é: álcool, acetona e hexano.

Questão 04 – Letra B

Comentário: A substância A apresenta elevado P.F e P.E e é bastante solúvel em água, caracterizando uma substância iônica. Entre os quatro compostos apresentados, os sólidos iônicos são os que possuem maiores P.F e P.E devido à presença de íons fortemente unidos pela atração entre cargas elétricas de sinais opostos, sendo necessária muita energia para romper o retículo cristalino do sólido durante a mudança de fase. Logo, a substância A é o nitrato de potássio. O composto B apresenta baixos P.F e P.E, além de ser insolúvel em água, o que caracteriza uma substância apolar ou pouco polar. O éter etílico é pouco solúvel em água pois há predominância do efeito da cadeia carbônica apolar desse composto quando dissolvido em água. Os compostos C e D são pouco solúveis em água e apresentam diferença acentuada nos P.F e P.E. O composto C apresenta menores P.F e P.E por possuir cadeia carbônica menor do que o composto D, além de realizar menor número de ligações de hidrogênio. Portanto, o composto C é o butan-1-ol e o composto D é o ácido benzoico.

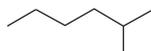
Questão 05 – Letra A

Comentário: Para resolução dessa questão analisaremos cada uma das alternativas.

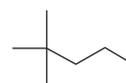
- A) Correta. A densidade do ácido etanoico, a 20 °C, é maior que a densidade do ácido n-pentanoico. Logo, para um mesmo volume, a massa do ácido etanoico é maior que a massa do ácido n-pentanoico.
- B) Incorreta. A tabela mostra que à medida em que a cadeia carbônica do ácido carboxílico aumenta, a sua temperatura de ebulição também aumenta. Considerando que o ácido etanoico apresenta P.E = 118 °C e o ácido n-butanoico P.E = 164 °C, e que o ácido propanoico se encontra em um valor intermediário entre esses dois compostos, sua temperatura será maior de 118 °C e menor que 164 °C.
- C) Incorreta. O aumento de um átomo de carbono na cadeia carbônica provoca a diminuição da densidade conforme mostram os valores na tabela.
- D) Incorreta. O aumento da massa molar dos ácidos carboxílicos com o aumento da quantidade de átomos de carbono é acompanhado pelo aumento da temperatura de ebulição. Assim, para os compostos de maior massa molar é mais difícil a mudança de estado de líquido para gasoso.
- E) Incorreta. O ácido n-butanoico apresenta menor temperatura de ebulição que o ácido n-hexanoico. Dessa forma, sua pressão de vapor será maior pois é mais fácil passá-lo para o estado gasoso.

Questão 06 – Letra D

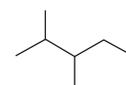
Comentário: A estrutura molecular de cada composto está representada a seguir:



2-metilexano



2,2-dimetilpentano



2,3-dimetilpentano



2,2,3-trimetilbutano

Verifica-se que as quatro substâncias apresentam a mesma massa molecular e o mesmo tipo de interação intermolecular (dipolo instantâneo-dipolo induzido). A diferença no ponto de ebulição pode ser explicada devido às ramificações que cada molécula possui. Quanto maior o número de ramificações, mais esférico o composto se torna e, assim, a área de contato entre eles diminui, decrescendo a intensidade das interações intermoleculares. Moléculas mais ramificadas apresentam interações intermoleculares menos intensas, o que acarreta em um menor ponto de ebulição. Comparando as estruturas dos compostos, a que possui maior número de ramificações e, conseqüentemente, menor ponto de ebulição, é o 2,2,3-trimetilbutano.

Questão 07 – Letra A

Comentário: A volatilidade de um líquido está relacionada com a facilidade que este líquido tem de evaporar e, para que isso ocorra, é necessário, entre outros fatores, que haja o rompimento das interações intermoleculares que unem as moléculas do líquido. Dessa forma, um líquido que realiza interações intermoleculares mais intensas apresenta maior dificuldade em volatilizar. Entre os três líquidos analisados, a água é a que possui interação intermolecular mais intensa, puramente do tipo ligação de hidrogênio e, por isso, tem menor taxa de volatilização quando comparada com etanol e acetona. O etanol também realiza interação do tipo ligação de hidrogênio, porém apenas na região da molécula onde está presente o grupamento hidroxila, o que torna esse líquido mais volátil que a água. A acetona apresenta interação do tipo dipolo-dipolo, que é menos intensa que as interações realizadas pela água e pelo etanol e, por isso, volatiliza-se mais facilmente que os demais líquidos.

Questão 08 – Letra B

Comentário: No processo de destilação fracionada a mistura a ser separada é aquecida e o componente com menor temperatura de ebulição é separado primeiro. Isso ocorre, pois, o componente mais volátil, sofre ebulição primeiro e, assim, seu vapor será condensado e coletado mais rapidamente. Enquanto isso, os demais componentes são aquecidos até que as suas respectivas temperaturas de ebulição sejam atingidas. Dentre as aminas com três átomos de carbono existentes, a que possui menor ponto de ebulição é a terciária na qual o efeito estérico desfavorece a interação entre as suas moléculas. Em outras palavras, a configuração de uma amina terciária desfavorece a interação entre as moléculas mantendo-as mais separadas. Além desse fator, na amina terciária o nitrogênio estará ligado a três átomos de carbono o que o impede de fazer interações do tipo ligação de hidrogênio. Isso resulta na formação de um composto com menor ponto de ebulição. Dessa forma, a trimetilamina é a que volatiliza mais rapidamente, pois é separada antes das demais aminas.

Questão 09 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Incorreta. Na isomeria de posição, as moléculas pertencem à mesma função, têm cadeias carbônicas iguais e diferentes localizações de insaturações, grupos funcionais ou ramificações. Logo, o número de ramificações não é alterado nesse tipo de isomeria.
- II. Correta. Caso fossem isômeros de função, D seria o álcool, pois o ponto de ebulição dessa classe de substâncias é maior que o ponto de ebulição dos éteres. Isso pode ser explicado pelo fato de as interações do tipo ligação de hidrogênio do álcool serem mais intensas que as interações do tipo dipolo-dipolo do éter, o que mantém as moléculas do álcool mais unidas.
- III. Incorreta. Se fossem isômeros, C e D deveriam apresentar o mesmo valor de massa molar e não valores diferentes, conforme expresso no gráfico.

Questão 10 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Correta. A fórmula molecular do propano, propan-1-ol e ácido propanoico são, respectivamente, C_3H_8 , C_3H_8O e $C_3H_6O_2$.
- II. Incorreta. A solubilidade do propano em água é menor que a solubilidade do propano-1-ol em água, isto porque o propano é um composto apolar e a água é um composto polar, e ambos não realizam interações intermoleculares termodinamicamente favoráveis entre eles. O propan-1-ol é polar assim como a água, devido à presença do grupamento hidroxila em sua molécula, o que permite a ocorrência de interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio entre as moléculas de propano-1-ol e água.
- III. Correta. O ácido propanoico possui maior ponto de ebulição do que o propano-1-ol, porque ácido realiza maior número de interação do tipo ligação de hidrogênio, uma vez que apresenta o grupamento carboxila em sua estrutura. Isso mantém as moléculas do ácido unidas de forma mais intensa e confere ao composto maior ponto de ebulição. O propano-1-ol também realiza ligação de hidrogênio, porém em menor número.
- IV. Incorreta. O ponto de fusão do propano é menor que o do ácido propanoico porque as interações do tipo dipolo induzido-dipolo instantâneo realizadas pelo propano são menos intensas do que as interações do tipo ligação de hidrogênio que as moléculas de ácido realizam.

Questão 11 – Letra C

Comentário: Na técnica da cromatografia, quanto maior for a afinidade de um composto de uma mistura pela resina presente na coluna cromatográfica maior será o tempo gasto para que esse composto possa atravessá-la. Analisando o esquema apresentado, a substância Y percorreu a resina mais rapidamente do que a substância X, o que pode levar a conclusão de que a resina e o composto X têm a mesma polaridade, enquanto a resina e a substância Y tem polaridades diferentes. A alternativa C é a que possui a polaridade e os compostos que completam a lacuna corretamente. Sendo a resina apolar, a substância X, o metano, também é apolar, e a substância Y, a amônia, é polar.

Questão 12 – Letra C

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Correta. A vitamina C possui maior quantidade de grupos hidroxila em relação à vitamina A, os quais são capazes de realizar interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio.
- B) Correta. A vitamina A apresenta 10 carbonos com hibridização tipo sp^3 , enquanto a vitamina C apresenta apenas 3 carbonos com essa hibridização.
- C) Incorreta. A molécula de vitamina C é mais polar que a molécula de vitamina A sendo, portanto, mais solúvel em água e mais facilmente eliminada pela urina.
- D) Correta. A vitamina A apresenta apenas um grupo hidroxila polar em uma das extremidades e uma cadeia carbônica apolar extensa, fazendo com que sua molécula apresente caráter apolar acentuado, ao contrário da vitamina C, que possui várias ramificações polares. Sendo o óleo uma substância apolar, a vitamina A é mais solúvel nessa substância que a vitamina C.
- E) Correta. Ver comentário do item D.

Questão 13

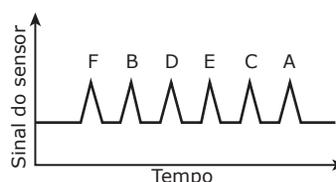
Comentário:

- A) O óleo seria mais eficiente. De acordo com as informações dadas, o óleo, em contato com a capsaicina, tornou-se mais picante que o vinagre, indicando que havia mais capsaicina dissolvida no óleo do que no vinagre. Conclui-se, portanto, que o óleo removeria mais intensamente a sensação de ardor.
- B) Ambas as sensações (salgado e picante) desaparecem porque a água presente no leite dissolve ou arrasta os íons do sal que estão em contato com a língua, enquanto as gorduras presentes no leite fazem o mesmo com a capsaicina: os íons do sal interagem com a água por interações do tipo íon-dipolo e a capsaicina interage com as gorduras por interações de Van der Waals.

Questão 14

Comentário:

- A) A coluna de fracionamento analítica funciona da seguinte maneira: Uma mistura é transportada através de uma coluna preenchida com um substrato apolar por meio de um fluxo de gás inerte. Essa mistura interage com o substrato à medida que a polaridade dos seus componentes diminui, ou seja, o componente mais apolar é o que fica mais tempo retido dentro da coluna por interagir mais com o substrato. Como todos os componentes são hidrocarbonetos, a medida que a cadeia carbônica cresce a interação com a coluna aumenta e, portanto, o metano é o que sai primeiro e o 3-metil pentano é o que sai por último.



- B) A propriedade física responsável pela diferença na chegada dos componentes da mistura até o detector é a solubilidade.

Seção Enem

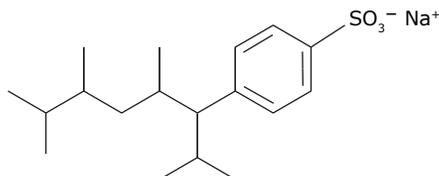
Questão 01 – Letra B

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: De acordo com o texto, o tensoativo é aniônico. Logo, a parte da cadeia carbônica tem de ser negativa. Além disso, a porção hidrofóbica do tensoativo deve apresentar ramificações. Assim, o tensoativo persistente no ambiente é



Questão 02 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Os óleos essenciais são espécies voláteis, logo, para a obtenção de material com maiores quantidades de essências, a coleta deve ser realizada ao raiar do dia a fim de evitar a volatilização das substâncias de interesse, devido à menor incidência de raios solares. A recomendação das colheitas para extração do óleo essencial das folhas ocorre no período da manhã, pois as plantas acumulam óleo essencial durante a noite e, no decorrer do dia, perdem-no por volatilização, já que são espécies voláteis.

Questão 03 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Ao substituir a hidroxila (OH) por H (composto 1) e CH₃ (composto 2), a polaridade da molécula diminui em ambos os casos. Logo, a lipofilia das moléculas será maior.

Questão 04 – Letra B

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: As moléculas de oleoresina de Capsicum possuem baixa polaridade, o que explica a baixa solubilidade dessa substância, que é formada por moléculas polares, em água. Logo, a água não consegue remover a oleoresina presente no spray de pimenta.

Questão 05 – Letra A

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 3

Habilidade: 10

Comentário: O texto descreve o fato de os pesticidas organofosforados poderem difundir-se para os tecidos lipídicos dos peixes. A característica dos organofosforados responsável pelo processo descrito é a baixa polaridade, uma vez que os compostos lipídicos também apresentam baixa polaridade. Assim, os organofosforados estabelecem interações hidrofóbicas e são compostos lipossolúveis.

Questão 06 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: O óleo obtido no processo de industrialização da mamona, por conter um alto teor de ácidos graxos, pode ser classificado como líquido apolar. Substâncias que apresentam caráter hidrofílico são insolúveis em solventes apolares, mas são solúveis em água. Como os compostos tóxicos e alergênicos não estão presentes no óleo de mamona, eles devem ser constituídos de substâncias hidrofílicas, já que se encontram apenas na torta de mamona. Dessa forma, a característica que inviabiliza a solubilização dessas substâncias no óleo de mamona é a hidrofília.

MÓDULO – C 14

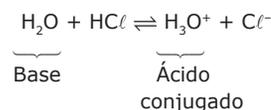
Teorias Ácido-Base Modernas

Exercícios de Aprendizagem

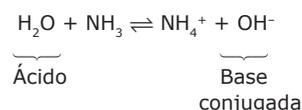
Questão 01

Comentário:

- A) A água, nessa reação, se comporta como uma base de Brønsted-Lowry, pois é aceptora do próton proveniente do HCl, formando o íon H₃O⁺.



- B) A água, nessa reação, se comporta como um ácido de Brønsted-Lowry, pois é doador do próton que é recebido pelo NH₃, formando o íon OH⁻.



Questão 02 – Letra B

Comentário: Nos equilíbrios ácido-base, tanto na reação direta quanto na inversa, ocorre transferência de prótons; por isso, as espécies que diferem entre si pela presença ou pela ausência de um próton são chamadas de par ácido-base conjugado. A força relativa dos ácidos e das bases está relacionada com a facilidade de doar e de receber prótons, respectivamente. Quanto maior for a facilidade de um ácido em doar prótons, menor será a facilidade de sua base conjugada receber o próton. O mesmo raciocínio pode ser usado com as bases. Portanto, pode-se dizer que: "Quanto mais forte for o ácido, mais fraca será sua base conjugada". Ou ainda: "Quanto mais forte for a base, mais fraco será seu ácido conjugado".

Questão 03 – Letra C

Comentário: Segundo a teoria de Brønsted-Lowry, os ácidos são substâncias doadoras de prótons enquanto as bases são aceptoras de prótons. Dentre as reações apresentadas, apenas as reações II e III apresentam substâncias que se comportam dessa maneira. Na reação II o ácido clorídrico doa o H⁺ para o metanol, funcionando como uma base. Da mesma forma, isso ocorre na reação III em que o ácido sulfúrico doa um H⁺ para a água.

Questão 04 – Letra B

Comentário: Segundo a teoria de Brønsted-Lowry, a água apresenta comportamento anfótero, ou seja, ela se comporta como ácido ou base dependendo do meio em que está inserida. Na reação I, a água se comporta como base já que recebe o próton H^+ proveniente do ácido nitroso. Ao contrário, nas reações II e III a água se comporta como ácido já que doa H^+ .

Questão 05 – V V V V F

Comentário: As moléculas de NH_3 , CO e o átomo de Cl possuem pares de elétrons não compartilhados e, dessa forma, podem atuar como bases de Lewis nas reações. Eles promovem uma ligação coordenada com espécies deficientes em elétrons, como o Ag^+ , Ni e o boro trivalente. Dessa forma, as quatro primeiras reações apresentadas exemplificam a definição do comportamento ácido-base de Lewis.

Questão 06 – Letra E

Comentário: Segundo a teoria ácido-base de Arrhenius os ácidos são espécies capazes de liberar H^+ em meio aquoso enquanto as bases liberam OH^- . Já a teoria de Brønsted-Lowry é uma teoria mais ampla e se baseia no princípio que os ácidos são espécies que liberam prótons enquanto as bases são espécies que recebem. E por fim, a teoria de Lewis se baseia no princípio que os ácidos são espécies doadoras de pares de elétrons, enquanto as bases são espécies aceptoras de pares de elétrons, enquanto as bases são espécies doadoras de pares eletrônicos. Assim, substâncias como HCl e H_2SO_4 são classificadas como ácidos de Arrhenius e de Brønsted-Lowry, já que ambas liberam H^+ . Para uma substância ser ácido de Lewis ela deve ter deficiência em elétrons, ou apresentar orbitais disponíveis. Dentre as opções, por ter carga positiva, a espécie NH_4^+ pode receber elétrons e agir como ácido de Lewis.

Questão 07 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. No composto BF_3 o elemento boro realiza três ligações simples com cada um dos átomos de flúor. Como esse elemento apresenta três elétrons de valência, ele se estabiliza com seis elétrons sendo, portanto, uma exceção à regra do octeto.
- B) Incorreta. A molécula do BF_3 é trigonal e apolar pois a soma de todos os vetores momento dipolar é nula.
- C) Incorreta. O elemento flúor possui sete elétrons de valência de modo que uma ligação covalente com outro átomo é suficiente para estabilizá-lo com oito elétrons. Dessa forma, na molécula de BF_3 o boro encontra-se estável com seis elétrons enquanto os átomos de flúor se estabilizam com oito elétrons de valência cada um.
- D) Correta. A molécula de BF_3 é deficiente em elétrons, já que o boro apresenta somente seis elétrons. Por esse motivo, essa molécula é capaz de receber um par de elétrons caracterizando-o como um ácido de Lewis.
- E) Incorreta. A molécula de BF_3 é capaz de receber elétrons em uma ligação se comportando como um ácido de Lewis. Dessa forma, ela é capaz de reagir com compostos capazes de disponibilizar o par de elétrons, ou seja, com as bases de Lewis.

Questão 08 – Letra B

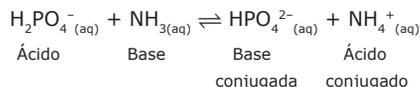
Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A e D) Incorretas. Segundo Arrhenius, ácidos são todos os compostos que, dissolvidos em água, sofrem ionização, liberando, como único cátion, o íon H^+ .
- B) Correta. De acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, ácido é uma substância capaz de doar prótons, e base é a substância receptora de prótons e, assim, os pares conjugados ácido-base diferem entre si por um próton.
- C) Incorreta. As bases de Lewis são nucleófilas, ou seja, são espécies que apresentam ao menos um par de elétrons não compartilhado que lhes permite funcionar sempre como um "doador" de pares de elétrons.
- E) Incorreta. *Vide* comentário da alternativa B.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra A

Comentário: No equilíbrio químico a seguir há transferência de um próton H^+ da espécie $H_2PO_4^-$ para a amônia na reação direta. Isso ocorre, pois a amônia é a base receptora de prótons, formando a espécie NH_4^+ que é seu ácido conjugado. Por outro lado, a espécie $H_2PO_4^-$ doa o próton, como ácido de Brønsted-Lowry, formando o íon HPO_4^{2-} que é sua base conjugada, conforme representado a seguir:

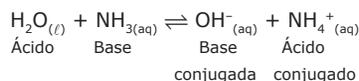


Questão 02 – Letra A

Comentário: No equilíbrio químico a espécie 1 ($(CH_3)_3NH^+$ doa o próton H^+ para a espécie 2 ($H_2PO_4^-$). Dessa forma, a primeira espécie é um ácido de Brønsted-Lowry e a segunda é uma base. As espécies formadas, $(CH_3)_3N$ e H_3PO_4 , são base e ácido conjugados, respectivamente. Logo, as espécies ácidas serão $(CH_3)_3NH^+$ e H_3PO_4 e as básicas $(CH_3)_3N$ e $H_2PO_4^-$.

Questão 03 – Letra D

Comentário: Na reação entre a água e a amônia, a água doará um próton para a amônia já que essa possui um par de elétrons não ligantes que podem ser compartilhados em uma ligação coordenada com o próton recebido. Assim a água será o ácido e a amônia será a base conforme representado pela equação a seguir:

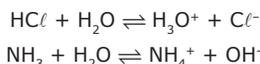


Dessa forma, os pares ácido-base conjugados são: H_2O e OH^- / NH_4^+ e NH_3

Questão 04 – Letra C

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A água é uma substância anfótera, pois pode se comportar tanto como ácido quanto como base, como exemplificado, consecutivamente, a seguir:



- B) Incorreta. Em uma reação química entre NH_3 e H_2O , a base amônia receberá H^+ da molécula de água, obtendo como produtos NH_4^+ e OH^- .

- C) Correta. HCl e Cl^- , H_2SO_4 e HSO_4^- , H_3O^+ e H_2O são exemplos de pares ácido-base conjugados, que diferem entre si apenas em um próton.
- D) Incorreta. O HSO_4^- , em solução aquosa, é capaz de fornecer íons H^+ em quantidades significativas.

Questão 05 – Letra B

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- I. Correta. De acordo a teoria de Brønsted-Lowry, ácido é uma substância capaz de doar prótons, enquanto base é a substância receptora de prótons. Dessa forma, na reação 1, a água atua como uma base, enquanto que na reação 2 a água atua como um ácido.
- II. Correta. De acordo com a reação 2, a molécula de NH_3 recebe prótons e, dessa forma, é classificada como uma base de Brønsted-Lowry.
- III. Correta. Um par conjugado ácido-base é formado por espécies químicas que diferem entre si por um íon H^+ . Dessa forma, NH_3 e NH_4^+ formam um par conjugado.
- IV. Correta. O íon NO_3^- é um receptor de próton e, dessa forma, é uma base de Brønsted-Lowry. Ao receber o próton, forma seu par conjugado HNO_3 .

Questão 06 – Letra C

Comentário: Em ambas as estruturas - adenina e timina - há a presença de aminas secundárias que conferem características básicas a essas estruturas. O nitrogênio apresenta um par de elétrons não ligantes o que possibilita o recebimento de um próton, espécie deficiente em elétrons, ou a doação desse par de elétrons em uma ligação coordenada. Logo, esse composto apresenta caráter básico segundo a teoria de Brønsted-Lowry e de Lewis.

Questão 07 – Letra E

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das afirmativas.

- I. Incorreta. A reação da água com o gás carbônico é uma reação de síntese em que é formado o ácido carbônico. Como não há transferência de próton nesse caso, a água não pode ser caracterizada como ácido.
- II. Correta. Na segunda reação em que o ácido carbônico reage com a água, há a doação do próton do H_2CO_3 para a água com formação do íon H_3O^+ . Logo, o ácido carbônico é o ácido de Brønsted-Lowry dessa reação.
- III. Correta. Como a água recebe o próton doado pelo H_2CO_3 , ela é a base enquanto o íon H_3O^+ formado é o ácido conjugado a essa base segundo a teoria de Brønsted-Lowry.
- IV. Correta. Como o H_2CO_3 é doador do próton, ele é o ácido e o íon formado HCO_3^- é sua base conjugada.
- V. Correta. Na terceira reação que envolve as espécies HCO_3^- e CO_3^{2-} , observa-se que a primeira doa um próton H^+ e se transforma na segunda. Assim, o HCO_3^- é o ácido e o CO_3^{2-} é sua base conjugada.

Questão 08 – Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das reações.

1. Nessa reação observa-se que a água cede o próton para o íon HCO_3^- . Logo, a água é o ácido e o íon em questão é a base receptora do próton H^+ .

2. Essa reação mostra que o íon HSO_4^- doou seu único próton para o íon HCO_3^- . Assim o primeiro é ácido e o segundo é a base de Brønsted-Lowry.
3. No equilíbrio em questão, o íon hidrônio H_3O^+ doa um próton H^+ para o HSO_3^- . Assim o primeiro será o ácido e o último a base de Brønsted-Lowry.

Questão 09 – Letra B

Comentário: Uma substância pode ser classificada como base de Lewis quando ela é capaz de doar um par de elétrons. No caso da amônia, o nitrogênio possui um par de elétrons não ligantes que podem ser doados essa molécula recebe um próton. Isso confere o caráter básico dessa substância segundo essa classificação.

Questão 10 – Letra A

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os ácidos de Lewis devem ter baixa densidade eletrônica, uma vez que são substâncias carentes de elétrons, eletrofílicas, que podem receber pares eletrônicos em ligações coordenadas.
- B) Correta. Dentre as teorias ácido-base citadas, a teoria de Lewis é a mais abrangente. Essa teoria engloba a teoria de Brønsted-Lowry que, por sua vez, engloba a teoria de Arrhenius. A teoria de Lewis abrange o conceito de compartilhamento coordenado de pares de elétrons entre as espécies químicas, enquanto a teoria de Brønsted-Lowry limita-se à transferência de prótons e a teoria de Arrhenius restringe-se apenas ao meio aquoso.
- C) Correta. Ver comentário da alternativa B.
- D) Correta. Segundo Arrhenius, ácidos são todos os compostos que, dissolvidos em água, sofrem ionização, liberando, como único cátion, o íon H^+ . Logo, os ácidos são compostos exclusivamente moleculares.

Questão 11 – Soma = 28

Comentário: Tratam-se de três teorias ácido-base distintas. Quando uma teoria A apresenta todas as características de uma outra teoria B, dizemos que a teoria A contém (\supset) a teoria B, ou que a teoria B está contida (\subset) na teoria A. Levando em consideração o fato de que um ácido de Arrhenius é também um ácido de Brønsted-Lowry e de Lewis, e que um ácido de Brønsted-Lowry não é necessariamente um ácido de Arrhenius, podemos concluir que:

01. Incorreta. A teoria de Lewis não está contida na teoria de Brønsted-Lowry, mas a teoria de Brønsted-Lowry contém a teoria de Arrhenius.
02. Incorreta. A teoria de Arrhenius está contida na teoria de Lewis, mas a teoria de Brønsted-Lowry não está contida na teoria de Arrhenius.
04. Correta. A teoria de Brønsted-Lowry está contida na teoria de Lewis, bem como a teoria de Lewis contém a teoria de Arrhenius.
08. Correta. A teoria de Lewis contém a teoria de Brønsted-Lowry e a teoria de Brønsted-Lowry contém a teoria de Arrhenius.
16. Correta. A teoria de Arrhenius está contida na teoria de Brønsted-Lowry e a teoria de Brønsted-Lowry está contida na teoria de Lewis.

Seção Enem

Questão 01 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

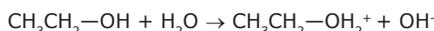
Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. Segundo a Teoria Ácido-base de Brønsted-Lowry, uma substância é classificada como base se esta possuir grupos capazes de acomodar prótons. O átomo de nitrogênio, presente na estrutura da cocaína, possui um par de elétrons não ligantes e pode aceitar um próton, conferindo caráter básico a essa substância.

B) Correta. Em contato com substâncias básicas, as moléculas de etanol ionizam-se, liberando o hidrogênio do grupo hidroxila na forma de próton. Esses prótons são recebidos por substâncias básicas que apresentam pares eletrônicos não ligantes que serão oferecidos em compartilhamento coordenado. Quando isso ocorre, o etanol é classificado como ácido de Brønsted-Lowry.

No entanto, o etanol possui caráter ácido pouco acentuado e, em água, apresenta o seguinte equilíbrio:



O oxigênio da molécula de etanol recebe um próton da água, caracterizando esse composto como uma base de Brønsted-Lowry. O etanol é um ácido mais fraco do que a água. Portanto, em meio aquoso, esse composto se comporta como uma base, aceitando prótons.

C) Incorreta. A adrenalina possui caráter anfótero, pois pode se comportar como ácido por meio dos seus grupos fenólicos e alcoólicos e como base por meio do seu grupo amino. Contudo, o comportamento mais acentuado é o comportamento ácido, pois os dois grupos fenólicos apresentam caráter ácido mais intenso do que o caráter básico do grupamento amino.

D) Incorreta. O colesterol possui hidroxila alcoólica e, mesmo que pouco acentuado, esse composto possui caráter ácido devido à possibilidade de aceitação de pares eletrônicos ou de doação de próton.

E) Incorreta. Como mencionado no comentário da alternativa C, a adrenalina pode apresentar caráter ácido.

MÓDULO – C 15

Ácidos e Bases Orgânicos

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra B

Comentário: A força do ácido será maior quanto maior for o valor de K_a . Dessa forma, para determinar a ordem crescente de acidez das substâncias citadas, basta fazer a ordenação crescente dos seguintes valores de K_a :

$$1,0 \cdot 10^{-10} < 4,3 \cdot 10^{-7} < 1,8 \cdot 10^{-5} < ,6 \cdot 10^{-3}$$

Logo, a ordem crescente dos ácidos é:

ácido fênico < ácido carbônico < ácido etanoico < ácido fosfórico.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das afirmativas.

I. Correta. No conceito de Brønsted-Lowry, em uma reação química, base é a espécie receptora de prótons. Percebe-se que o átomo de nitrogênio da molécula da fluoxetina recebeu um próton H^+ do ácido clorídrico e, portanto, apresenta comportamento de base.

II. Incorreta. Devido ao pH ácido causado pela grande concentração de íons H^+ no suco estomacal, o equilíbrio da reação é favorável à formação da espécie ionizada da fluoxetina, sendo predominante no sistema.

III. Incorreta. O produto da reação entre uma amina e o HCl é um sal orgânico de amônio, que é o nome dado ao cátion derivado da amina.

Questão 03 – Letra A

Comentário: Para a resolução desta questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. O valor de K_a expressa a tendência de um ácido em estar na forma ionizada. Quanto maior o valor de K_a , mais ionizado estará o ácido e maior será a sua força. Analisando os valores de K_a na tabela, conclui-se que o tricloroacético é o ácido mais forte, seguido do ácido monocloraacético e por último o ácido acético. Logo, quanto menor for o número de átomos de cloro na composição do ácido, menor será a acidez da substância e maior será o valor do pH da solução que contém o respectivo ácido.

B) Incorreta. A substituição de H por Cl diminui a atração entre os átomos O e H. Isto porque o Cl é um elemento eletronegativo que atrai a nuvem eletrônica da molécula em sua direção, o que enfraquece a ligação O—H por efeito indutivo.

C) Incorreta. Quanto mais forte for um ácido, maior será a quantidade de hidróxido de sódio necessária para neutralizá-lo.

D) Incorreta. Em nenhuma das soluções ocorre a liberação de íons Cl^- em solução, portanto a concentração dessa espécie é nula.

Questão 04 – Letra D

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. A fórmula molecular das substâncias I, II, III e IV é $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$.

B) Correta. As substâncias III e IV são fenóis, enquanto as substâncias I e II pertencem às funções químicas álcool e éter, respectivamente. De forma geral, fenóis são ácidos mais fortes do que álcoois e éteres.

C) Correta. A substância I é um álcool e realiza interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio, mais fortes que as interações intermoleculares do tipo dipolo-dipolo presentes entre as moléculas da substância II, que pertence à função orgânica éter. Dessa forma, a energia necessária para romper as interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio para a mudança de estado físico é maior e, portanto, a temperatura de ebulição da substância I é maior do que a da II.

D) Incorreta. As substâncias III e IV apresentam fórmula molecular $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ e ambas são fenóis. Tais substâncias são isômeros de posição.

Questão 05 – Letra C

Comentário: Para determinar a fórmula molecular da ibogaína, basta contabilizar a quantidade de átomos de C, H, N e O presentes na molécula: $C_{20}H_{26}N_2O$. Esse composto apresenta caráter básico / alcalino formando o grupo NH_2^+ , pois é um receptor de prótons H^+ segundo a teoria de Brønsted-Lowry ou um doador de par de elétrons segundo a teoria de Lewis.

Questão 06 – Letra D

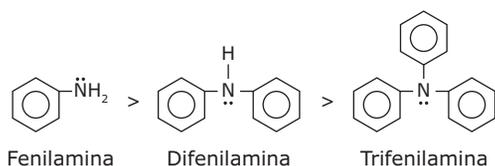
Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das alternativas.

- Incorreta. O composto I é classificado com uma amina primária, pelo fato do átomo de nitrogênio estar ligado a apenas um átomo de carbono.
- Incorreta. O composto II pertence ao grupo funcional amida, pois apresenta um nitrogênio ligado à carbonila. É uma amida primária porque o nitrogênio está ligado apenas a um átomo de carbono.
- Incorreta. O composto III é uma amina aromática, por apresentar um grupo amino ($-NH_2$) ligado ao anel aromático.
- Correta. Aminas alifáticas tem comportamento básico mais acentuado do que as aminas aromáticas. A menor basicidade é devido ao efeito de ressonância que provoca a deslocalização do par de elétrons no anel aromático, fazendo com que esse par de elétrons esteja menos disponíveis para receber um próton, o que diminui o caráter básico das aminas aromáticas quando comparadas com as aminas alifáticas.

Questão 07

Comentário:

- A presença de um grupo metil a mais na dimetilamina, em relação à etilamina, aumenta a densidade eletrônica ao redor do nitrogênio, aumentando a probabilidade de aceitação de prótons e, conseqüentemente, a sua basicidade.
-

**Questão 08 – Letra D**

Comentário: O valor de K_b expressa a tendência de uma base estar na forma dissociada. A força de uma base é maior quanto maior for o valor de K_b associado à essa substância. A ordem crescente de basicidade das aminas cíclicas é determinadas pela ordenação crescente dos valores de K_b fornecidos: $10^{-10} < 1,8 \cdot 10^{-9} < 1,3 \cdot 10^{-3} < 1,9 \cdot 10^{-3}$. Logo, a ordem crescente de basicidade é a seguinte:

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Soma = 18**

Comentário: Para a resolução desta questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- Incorreta. A amônia é uma base mais fraca que a metilamina, pois tem o par de elétrons menos disponíveis para uma reação química. A amônia também é classificada como uma base inorgânica, e não orgânica.

- Correta. A dimetilamina apresenta mais grupos CH_3 ligados ao átomo de nitrogênio quando comparada à metilamina. Esses grupos são eletrodoadores e aumentam a densidade da nuvem eletrônica perto do N, deixando os elétrons mais disponíveis para fazer ligação com o próton.

- Incorreta. Os fenóis possuem um átomo de oxigênio que é bastante eletronegativo e atrai a nuvem eletrônica da ligação O—H, fazendo com que essa ligação enfraqueça e, portanto, mais fácil de ceder o próton H^+ em solução. Nos alcinos não, por sua vez, a ligação C—H apresentam a mesma intensidade e o próton H^+ é cedido com mais dificuldade.

- Incorreta. O ácido cloro-etanoico é mais forte devido ao efeito indutivo do átomo de cloro. Este átomo atrai a nuvem eletrônica da molécula, o que enfraquece a ligação O—H, que se rompe com mais facilidade liberando H^+ . No ácido etanoico ocorre o efeito indutivo do grupo metila, que fortalece a ligação O—H e dificulta a liberação do próton H^+ em solução.

- Correta. Ácidos carboxílicos são ácidos mais fortes que álcoois porque apresentam a característica de sofrer ionização do átomo de hidrogênio do grupo carboxila, liberando assim o próton H^+ em solução. Os álcoois são menos ácidos porque não apresentam essa tendência.

Questão 02 – Letra C

Comentário: Analisando a estrutura dos compostos, pode-se concluir que I é um ácido carboxílico e, portanto, apresenta comportamento ácido por doar espécies H^+ , atraindo os insetos que transmitem dengue. O composto II, por sua vez, é uma amina e apresenta características básicas, por receber espécies H^+ , o que não atrai os insetos.

Questão 03 – Letra A

Comentário: A força de um ácido é expressa em função da sua constante de acidez (K_a), ou seja, quanto menor for K_a , mais fraco será o ácido. Analogamente, a força de uma base é expressa em função da sua constante de basicidade (K_b): quanto maior for K_b , mais forte será a base. Dessa forma, de acordo com a tabela, dentre as substâncias listadas, o ácido mais fraco, que apresenta o menor valor de K_a , é o HCN e a base mais fraca, que apresenta o maior valor de K_b , é o H_3CNH_2 .

Questão 04 – Soma = 14

Comentário: Para a resolução dessa questão analisaremos cada uma das afirmativas.

- Incorreta. O leite de magnésia $Mg(OH)_2$ e a amônia NH_3 são dois exemplos de bases inorgânicas.

- Correta. Álcoois tendem a perder H^+ ao reagirem com metais reativos como o sódio, formando um alcóxido metálico.

- Correta. As aminas aromáticas são bases fracas porque o par de elétrons do átomo de nitrogênio está em ressonância com os elétrons do anel aromático, fazendo com que a disponibilidade dos elétrons para fazer ligação com o próton seja menor. As amidas são consideradas compostos neutros devido ao fenômeno de ressonância entre o átomo de oxigênio da carbonila e o átomo de nitrogênio.

- Correta. A substituição de H por Cl diminui a atração entre os átomos O e H. Isso porque o Cl é um elemento eletronegativo que atrai a nuvem eletrônica da molécula em sua direção, o que enfraquece a ligação O—H por efeito indutivo elétron-receptor.

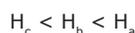
16. Incorreta. Ácidos de Lewis são espécies receptoras de par de elétrons, e o átomo de oxigênio dos éteres apresentam pares de elétrons disponíveis para serem doados, caracterizando uma base de Lewis.

Questão 05 – Letra D

Comentário: Quanto menor o valor de pK_a , maior é a acidez do composto. Logo, o etino é mais ácido do que o eteno, que é mais ácido do que o etano. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de o carbono que apresenta maior caráter s ser mais eletronegativo e, assim, atrair mais fortemente os elétrons da ligação C—H, fazendo com que o próton H^+ seja liberado mais facilmente formando ânions mais estáveis. Como o etino apresenta hibridização sp , o caráter s é mais acentuado nesse composto do que no eteno que apresenta hibridização sp^2 e no etano que apresenta hibridização sp^3 .

Questão 06 – Letra C

Comentário: O hidrogênio H_a é o mais ácido porque é liberado em solução mais facilmente, pelo fato dos dois átomos de oxigênio vizinhos serem bastante eletronegativos e polarizarem a ligação O—H, enfraquecendo essa ligação e tornando o H_a mais disponível. O hidrogênio H_b , assim como o H_c , também sofre distorção da nuvem eletrônica pela elevada eletronegatividade do oxigênio. Porém, esse efeito em H_b é menor porque apenas um átomo de oxigênio exerce essa atração. Por fim, os hidrogênios H_c são os menos ácidos, visto que a nuvem eletrônica da ligação C—H não sofre distorção e os átomos estão ligados mais fortemente, dificultando a liberação do próton. Logo, a ordem crescente de acidez é:



Questão 07 – Letra A

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Ácidos com K_a em ordens de grandeza 10^{-10} e 10^{-6} , como o fenol e o 2,4,6-triclorofenol, respectivamente, são ácidos fracos e, dessa forma, não se ionizam suficientemente para que ocorra uma reação de neutralização relevante com a base fraca bicarbonato de sódio.
- B) Correta. A base 2,4,6-triclorofenolato é capaz de acomodar melhor a carga negativa em relação à base fenolato devido aos grupos Cl⁻ elétron-atraente.
- C) Correta. Quanto menor o K_a de um ácido, menor é sua acidez e mais forte é sua base conjugada. Como o fenol possui K_a menor em relação ao 2,4,6-triclorofenol, a base fenolato é mais forte do que a base 2,4,6-triclorofenolato.
- D) Correta. O efeito elétron-atraente dos átomos de cloro no composto 2,4,6-triclorofenol promove o deslocamento indutivo negativo, facilitando a ionização do hidrogênio e aumentando o caráter ácido dessa substância em relação ao fenol.

Questão 08 – Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos a acidez de cada um dos compostos apresentados.

- Ácido 4-nitrobenzoico é um ácido orgânico mais forte do que o ácido benzoico, pois a presença do grupo nitro, grupo elétron-atraente, aumenta a polarização da ligação OH, facilitando a liberação de íons H^+ .
- Ácido benzoico é um ácido que se ioniza em menor grau que o ácido 4-nitrobenzoico.

- 4-nitrotolueno é um nitrocomposto que apresenta hidrogênios que não são ácidos.
- Fenol é um ácido orgânico mais fraco do que os ácidos carboxílicos.
- 4-metilfenol é um ácido orgânico mais fraco do que o fenol, pois a presença do grupo metil, grupo elétron-repelente, diminui a polarização da ligação OH, dificultando a liberação de íons H^+ .
- 4-metilolueno é um hidrocarboneto e não apresenta hidrogênios ácidos.

Portanto, a ordem crescente de acidez é a seguinte:

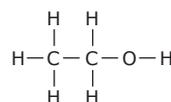
4-nitrotolueno = 4-metilolueno < 4-metilfenol < fenol < ácido benzoico < ácido 4-nitrobenzoico

Quanto maior é a acidez, maior é a constante K_a . Por isso, a correlação correta é 1d, 2c, 4a, 5b.

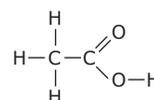
Questão 09 – Letra D

Comentário: A partir da fórmula estrutural das substâncias, é possível determinar quais delas fornecem soluções com pH ácido (menor que 7,0) pelo fato de pertencerem aos grupos funcionais ácido carboxílico e fenol.

I. Álcool



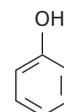
II. Ácido carboxílico



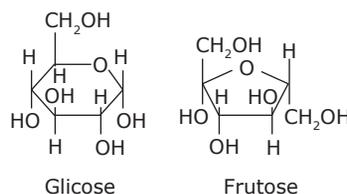
III. Aldeído



IV. Fenol



V. Álcool e Hemiacetal



Questão 10 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

- Correta. A estrutura molecular da creatina possui duas aminas de características básicas, receptoras de próton e um grupo carboxila, capaz de doar prótons. Assim, essa é uma molécula que possui um grupo de ácido e outro de base segundo a teoria de Brønsted-Lowry.
- Incorreta. A creatina apresenta duas aminas (uma primária e outra terciária), além de um grupo carboxila, típico de ácidos carboxílicos.

III. Correta. Nessa estrutura há dois átomos de carbono que realizam ligação dupla: um com o átomo de oxigênio presente na carboxila e outro que realiza uma dupla com o nitrogênio. Cada um desses átomos de carbono realiza uma dupla ligação e duas ligações simples caracterizando a geometria trigonal plana.

Seção Enem

Questão 01 – Letra A

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: O lapachol é um ácido fraco com constante de ionização igual a $1,0 \cdot 10^{-6}$. Para extraí-lo da serragem do ipê, é necessário adicionar uma solução de natureza básica. A alternativa A apresenta a solução de carbonato de sódio, um sal proveniente do ácido fraco (H_2CO_3) e uma base forte (NaOH), cujo pH é maior que 7,0. Assim, a adição da solução de Na_2CO_3 provocará a formação de um sal de lapachol extraído da serragem.

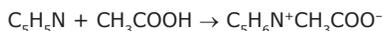
Questão 02 – Letra E

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Os maus odores, segundo o enunciado, estão relacionados a substâncias alcalinas. O vinagre é uma solução de ácido acético. Portanto, a eficácia de sua ação na remoção dos odores se deve à neutralização com formação de substâncias iônicas não voláteis, segundo a equação:



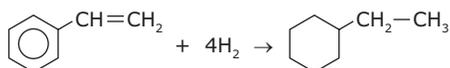
MÓDULO – C 16

Reações de Adição

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra B

Comentário: Na reação de hidrogenação do composto mencionado, todas as ligações π das duplas são rompidas com a adição de hidrogênios, conforme é mostrado a seguir:



Sendo assim, o composto resultante é o etilcicloexano.

Questão 02 – Letra C

Comentário: A diferença na variação de entalpia associada à hidrogenação catalítica do benzeno é explicada pela ressonância das ligações duplas alternadas, o que lhe confere maior estabilidade.

Questão 03 – Letra B

Comentário: A solução de iodo em tetracloreto de carbono apresenta a coloração violeta. Com a adição de um mol de I_2 para cada mol de insaturação presente no óleo, essa coloração ficará menos intensa, podendo até desaparecer, caso o iodo não esteja em excesso.

Questão 04 – Letra D

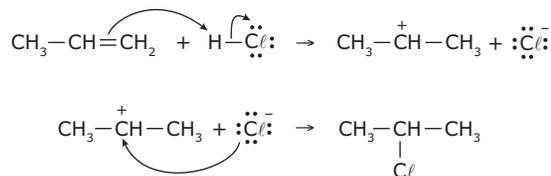
Comentário: Como o produto formado apresenta apenas um átomo de cloro e é saturado, conclui-se que o reagente original é um alqueno. O alqueno de três carbonos é o propeno. Essa reação pode ser representada pela seguinte equação:



Questão 05 – Letra A

Comentário: As reações de adição de HX a alquenos obedecem à Regra de Markovnikov: o hidrogênio é adicionado ao carbono mais hidrogenado.

Dessa forma, na reação descrita, o halogênio (Cl) é adicionado ao carbono secundário, por este ser menos hidrogenado e formar o carbocátion mais estável.

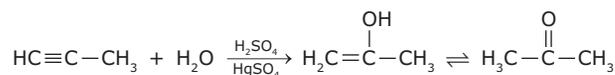


Questão 06 – Letra D

Comentário: Para a obtenção do etanol, ocorre o rompimento da ligação pi existente entre os carbonos da molécula do eteno, sendo formadas duas novas ligações com os grupos que serão adicionados à molécula, caracterizando uma reação de adição.

Questão 07 – Letra C

Comentário: A reação mencionada é a hidratação de alquino com formação de enol, obedecendo à Regra de Markovnikov. Porém, o enol formado se converte na cetona correspondente por tautomeria.

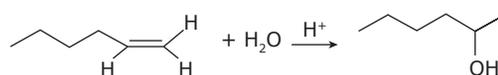


O produto formado é a propanona, que não possui isômeros ópticos, pois não apresenta centro assimétrico.

Sendo assim, as afirmações corretas são II e IV.

Questão 08 – Letra C

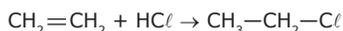
Comentário: O principal produto obtido é o composto ou hexan-2-ol, conforme demonstrado na equação a seguir. Nessa reação de hidrogenação, o átomo de hidrogênio se liga ao carbono primário da dupla, o mais hidrogenado, de acordo com a regra de Markovnikov.



Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra D

Comentário: Os haletos de hidrogênio (HX) reagem facilmente com compostos que apresentam ligações múltiplas carbono-carbono. Na adição de HX a um alqueno, o átomo de hidrogênio se liga ao átomo de carbono da dupla-ligação que tem o maior número de átomos de hidrogênio. No caso de eteno, cada um dos dois átomos de carbono está ligado a dois átomos de hidrogênio, então, o único produto formado é:

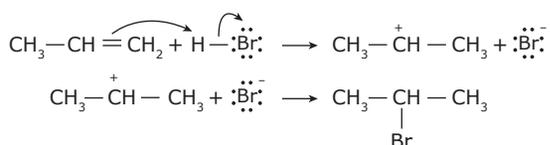


Questão 02 – Letra A

Comentário: Esse resultado é explicado pela Regra de Markovnikov, que diz que na adição de haleto de hidrogênio a uma dupla ligação C=C, o átomo de hidrogênio se liga preferencialmente ao átomo de carbono mais hidrogenado. Por ser eletropositivo, o átomo de hidrogênio se liga ao carbono mais eletronegativo, ou seja, àquele que está ligado a um maior número de hidrogênios.

Questão 03 – Letra B

Comentário: As reações de adição de HX a alquenos obedecem à Regra de Markovnikov: o hidrogênio é adicionado ao carbono mais hidrogenado. Dessa forma, na reação descrita, o halogênio (Br) é adicionado ao carbono secundário por este ser menos hidrogenado e formar o carbocátion mais estável.

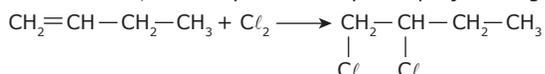


Logo, o produto principal será o 2-bromopropano.

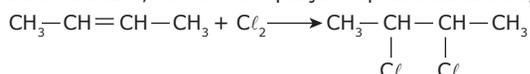
Questão 04 – Letra C

Comentário: Para que aconteça a reação de adição, o composto deve apresentar ligação pi. Assim, as opções possíveis seriam A e C.

O composto representado em A teria como produto o 1,2-diclorobutano, como representado pela equação a seguir:

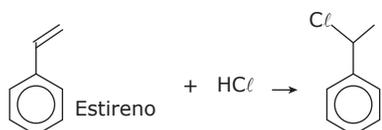


Já o composto representado em "C" teria como produto o 2,3-diclorobutano, conforme equação representada a seguir:



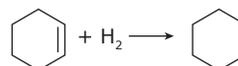
Questão 05 – Letra C

Comentário: A reação segue a regra de Markovnikov, sendo o hidrogênio adicionado ao átomo de carbono mais hidrogenado:



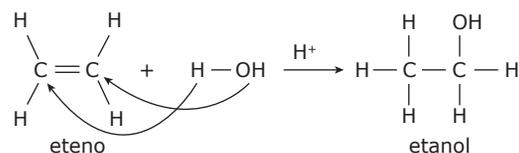
Questão 06 – Letra A

Comentário: A partir do enunciado da questão, verifica-se que um mol de uma molécula orgânica reagiu com 1 mol de H₂ (2 g). Dessa forma, para cada um mol de ligação pi presente no composto que sofre reação de hidrogenação, haverá o consumo de 1,0 mol de H₂. Logo, a molécula apresenta uma única ligação pi. Entre as opções, a única possível é a alternativa A, cujo composto orgânico apresenta uma única ligação dupla, a qual é formada por uma ligação pi e uma sigma.



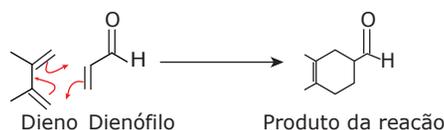
Questão 07 – Letra E

Comentário: Na adição de água ao etileno (eteno), ocorre o rompimento da ligação pi existente entre os carbonos da molécula do eteno, sendo formadas duas novas ligações com os grupos que serão adicionados à molécula, caracterizando uma reação de adição. Nessa molécula, o único produto formado é o etanol, conforme respresentado na equação a seguir:



Questão 08 – Letra D

Comentário: No produto de uma reação de Diels-Alder, são formadas duas novas ligações sigma a partir de duas ligações pi do dieno e uma do dienófilo. O produto dessa reação contém um novo anel de seis membros com uma ligação dupla. Podemos explicar a formação das novas ligações a partir do seguinte mecanismo que ocorre entre os reagentes (dieno + dienófilo):



Questão 09 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas:

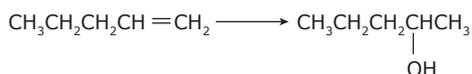
- A) Incorreta. O composto (4) não é um fenol, pois nele não há hidroxila ligada ao anel aromático.
- B) Incorreta. Os compostos (1) e (3) apresentam a mesma massa molar e estruturas químicas muito similares, apresentando, portanto, propriedades físicas muito similares. Entretanto, o composto (4) não realiza os mesmos tipos de interações intermoleculares que os compostos (1) e (3) e, por isso, ele apresenta propriedades físicas que diferem dos demais compostos citados.
- C) Incorreta. O composto (2), apesar de apresentar ligação dupla, não admite isomeria *cis-trans*, uma vez que há um carbono da dupla ligado a dois átomos de hidrogênio.

- D) Correta. O composto (2) pode sofrer reação de adição com HBr, uma vez que apresenta ligação pi entre átomos de carbono. Todos os compostos apresentados possuem anel aromático, que apresentam ligação dupla entre carbonos. Contudo, os anéis aromáticos não podem sofrer reação de adição como os alcenos, uma vez que o benzeno é bastante estável, dando preferência a reações de substituição.
- E) Incorreta. Os compostos (1) e (3) são isômeros entre si, mas não são isômeros do composto (4), uma vez que não apresentam a mesma fórmula molecular.

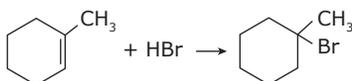
Questão 10 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

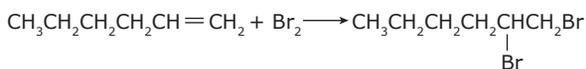
- A) Incorreta. A reação de hidratação catalisada por ácido do 1-penteno gera como produto o 2-pentanol, pois o hidrogênio deve ser adicionado ao carbono primário, a fim de se formar o carbocátion mais estável. A equação a seguir representa o processo ocorrido.



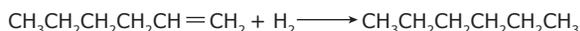
- B) Correta. A equação representada a seguir corresponde à reação de adição de HBr ao 1-metil-cicloex-1-eno, gerando 1-bromo-1-metilcicloexano.



- C) Incorreta. A reação do 1-hexeno com bromo, em um solvente apolar, gera como produto o 1,2-dibromohexano, conforme representado pela equação a seguir:



- D) Incorreta. A reação de hidrogenação catalítica do 1-hexeno é um exemplo de reação de adição à ligação dupla, conforme representado pela equação a seguir:



- E) Incorreta. Alcinos sofrem reação de hidrogenação catalítica, uma vez que essas reações são características de compostos insaturados. Os alquinos monoinsaturados apresentam duas ligações pi por mol do composto, sendo necessário o consumo de 2 mol de gás hidrogênio para realizar essa hidrogenação.

Questão 11 – Letra D

Comentário: O processo descrito corresponde a uma reação de adição de haleto de hidrogênio, que, nesse caso, é o brometo de hidrogênio. Na primeira etapa, há ruptura heterolítica da molécula de HBr, processo em que a quebra da ligação é feita de modo desigual, ficando o par de elétrons com apenas um átomo.

Assim, são formados os íons H^+ e Br^- e não as espécies $\text{H}\bullet + \text{Br}\bullet$, nas quais cada átomo fica com seu elétron original da ligação.

Na segunda etapa, há o ataque eletrofílico do cátion hidrogênio ao propeno. De acordo com a Regra de Markovnikov, na adição de $\text{H}-\text{X}$ a um alqueno, o átomo de hidrogênio se liga ao átomo de carbono da dupla-ligação que tem o maior número de átomos de hidrogênio. Assim, haverá a formação do carbocátion $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$.

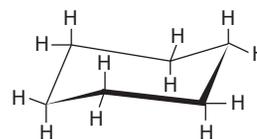
Finalmente, na terceira etapa, o carbocátion reage com o ânion Br^- , formando o 2-bromopropano.

O 2-bromopropano é o produto mais abundante, porque o carbocátion formado na segunda etapa, que é secundário, é mais estável que o carbocátion que seria formado caso o íon H^+ fosse adicionado ao carbono menos hidrogenado da dupla-ligação, que levaria à formação de um carbocátion primário ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$). Como o carbocátion secundário é mais estável que o primário, a energia de ativação necessária para sua formação é menor e, conseqüentemente, ele é formado em maior quantidade.

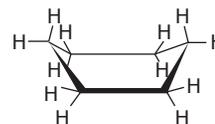
Questão 12 – Soma = 11

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

01. Correta. À medida que o número de carbonos do ciclo aumenta, a entalpia de formação do composto diminui, o que confere a uma maior estabilidade ao composto.
02. Correta. O ângulo de ligação entre os átomos de carbono de hibridação sp^3 é de, aproximadamente, 109° . Como os ângulos de ligação C—C no ciclopropano e no ciclobutano são consideravelmente inferiores, isso acarreta em uma alta tensão angular.
04. Incorreta. O ciclopropano sofre, preferencialmente, reações de adição, devido à sua instabilidade.
08. Correta. O ciclo-hexano não é planar e apresenta isomeria conformacional, apresentando duas conformações diferentes: cadeira e barco, conforme estruturas representadas a seguir:



Cadeira



Barco

16. Incorreta. O produto orgânico monoclorado obtido da reação do cicloexano com Cl_2 é o ciclocloroexano.



Rua Diorita, 43 - Prado

Belo Horizonte - MG

Tel.: (31) 3029-4949

www.bernoulli.com.br/sistema