

Maria Célia Tavares
Ana Carolina Fradique de Lyra
Abraão Arthur Nascimento Silva
Shayanny Januário Santos

**RESOLUÇÃO DE QUESTÕES DE QUÍMICA
DA OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS
(ONC) 2018-2022**

—

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Tavares, Maria Célia

Resolução de questões de química da Olimpíada Nacional de Ciências (ONC) [livro eletrônico] : 2018 - 2022 / Maria Célia Tavares, Ana Carolina Fradique de Lyra ; colaboradores Abraão Arthur Nascimento Silva, Shayanny Januário Santos. -- Arapiraca, AL : Ed. dos Autores, 2024.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-65-01-04074-5

1. Química 2. Química - Estudo e ensino
3. Química - Problemas, exercícios etc.
I. Lyra, Ana Carolina Fradique de. II. Silva, Abraão Arthur Nascimento. III. Santos, Shayanny Januário. IV. Título.

24-209250

CDD-540.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Química : Estudo e ensino 540.7

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

APRESENTAÇÃO

Bem-vindo ao nosso livro de resolução de questões de química da ONC. Este material foi criado a partir da necessidade de um material para auxiliar os estudantes do Ensino Médio do IFAL - Campus Batalha, na preparação da primeira fase e segunda fase da ONC 2023.

Reconhecendo essa necessidade, decidimos compilar as questões resolvidas com o caminho mais estratégico, claro e lógico possível, com um passo a passo em cada uma delas, com o objetivo de fornecer um suporte valioso para os estudantes que queiram se preparar para as próximas edições da ONC.

A resolução de problemas é uma ferramenta validada e imprescindível no processo de ensino-aprendizagem de ciências exatas. Portanto, este livro não só oferece soluções passo a passo para as questões, mas também promove uma compreensão prática dos conceitos fundamentais da química de maneira interdisciplinar e prática.

Esperamos que este material seja útil para a preparação da ONC, mas também sirva como um recurso educacional valioso para qualquer pessoa interessada em aprofundar seus conhecimentos em química.

Desejamos a você uma jornada de aprendizado enriquecedora e gratificante com o nosso livro.

Bons estudos!

SOBRE AS ORGANIZADORAS E AUTORAS

Maria Célia Tavares

Professora de Química no Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Graduada em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca (2011 – 2016) com Graduação Sanduíche na Universidade de Coimbra UC-PT, 2012 – 2014) pelo Programa de Licenciaturas Internacionais (PLI/CAPES). Mestra em Química Analítica pela Universidade Federal de Alagoas (PPGQB – UFAL, 2016 - 2018). Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de Alagoas (PPGQB – UFAL, 2018 - 2022).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1423242026697879>

Ana Carolina Fradique de Lyra

Professora de Química do Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Técnica em Química Industrial pelo IFAL (2007 - 2010). Licenciada em Química pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL, 2011 - 2015), com graduação sanduíche pela Universidade de Coimbra (UC - PT, 2012 - 2014). Mestre em Química Analítica pelo Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia (PPGQB-UFAL, 2015 - 2017) e Doutora em Química Orgânica pelo PPGQB-UFAL (2018 - 2022). Pós-Graduada em Educação Especial e Inclusiva.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5481668229830134>

A OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM

O ensino de Ciências enfrenta desafios contínuos, especialmente no contexto do Ensino Médio, onde disciplinas como Química, Física, Biologia e Astronomia são frequentemente percebidas como difíceis e abstratas. A pandemia exacerbou esses desafios, resultando em uma queda no hábito de leitura e dificuldades de concentração, prejudicando ainda mais o desempenho dos alunos e o interesse pela sala de aula. Nesse cenário, usar Olimpíada Nacional de Ciências (ONC) surge como uma ferramenta para reverter estimular o interesse dos estudantes por ciências e promover um aprendizado mais envolvente e significativo.

A ONC é uma competição técnica e científica que integra o Programa Ciência na Escola, organizada por diversas sociedades científicas, incluindo a Sociedade Brasileira de Física e a Associação Brasileira de Química, com apoio de instituições como a Universidade Federal do Piauí. Destinada a estudantes do Ensino Médio, a olimpíada visa despertar o interesse pela ciência e identificar jovens talentos, oferecendo uma experiência educacional rica e desafiadora.

O projeto "Aprendizagem baseada em problemas: despertando talentos para a Olimpíada Nacional de Ciências (ONC)" foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Batalha, com o objetivo de transformar o ensino e a aprendizagem de

Ciências. O projeto foi executado pelos estudantes Abraão e Shayanny, do Curso Técnico Integrado ao Médio em Biotecnologia, com a supervisão da Professora Maria Célia. Utilizando metodologias diversificadas, como temáticas investigativas em sala de aula que posteriormente seriam utilizadas no contexto da ONC, além de abordagens contextualizadas e interdisciplinaridade, o projeto buscou aprimorar a capacidade dos alunos na interpretação e resolução de problemas, melhorando o desempenho tanto na ONC quanto nas disciplinas escolares.

Durante o processo, os estudantes se reuniam para discutir e resolver as questões, colocar as suas dificuldades e encontrar a melhor forma para a resolução dos problemas propostos. Por se tratar de uma olimpíada interdisciplinar, os estudantes também buscavam professores do Campus nas demais áreas do conhecimento para esclarecimento de suas dúvidas. Além disso, uma ação de integração e estímulo à participação em olimpíadas ocorreu a partir de uma “batalha olímpica” envolvendo questões da ONC que envolviam muitos cálculos e questões da Olimpíada Brasileira de Matemática, visando o desenvolvimento de habilidades de argumentação, raciocínio e preparo emocional para momentos de provas científicas.

Ao final do projeto, três estudantes obtiveram medalhas, sendo 2 de ouro e 1 de bronze. Os impactos e benefícios foram além disso, pois foi observado um desenvolvimento intelectual, emocional e a melhoria no desempenho escolar dos estudantes participantes do projeto.

Questões de Química

ONC 2022

Q1. (NÍVEL C) O filme, A Teoria de Tudo, de 2013, mostra a vida de Stephen Hawking, um dos maiores cientistas do mundo. A obra retrata descobertas relevantes feitas por ele para a ciência, além da sua vida pessoal, como o seu romance com a estudante de Cambridge, Jane Wilde, sua futura esposa, e a descoberta da doença motora degenerativa de Stephen, aos 21 anos. Num a das cenas do filme (imagem abaixo), Stephen conversa com Jane no salão do baile de formatura e em um momento em que lâmpadas* de “luz negra” são acendidas. Ele diz olhando para os casais dançando:

—Viu como a frente das camisas e das gravatas borboletas brilham mais do que os vestidos? — Jane responde afirmativamente e ele prossegue:



—Sabe por quê? Tide.

— Sabão em pó? — Jane questiona.

— Sim. A fluorescência de ingredientes do sabão em pó que captura a luz ultravioleta...

*Lâmpadas de luz negra são revestidas internamente por um material negro que absorve praticamente toda a radiação visível que seria emitida pela lâmpada e “deixa passar” a luz ultravioleta.

Sobre os aspectos abordados na explicação citada acima, assinale a alternativa correta.

a) O sabão em pó deixa nas roupas um material que fluoresce devido à excitação eletrônica provocada pela luz ultravioleta.

b) A fluorescência apontada por Stephen corresponde a um fenômeno químico, uma vez que os materiais quando fluorescem mudam sua natureza química.

c) Fica claro, pela explicação que a luz ultravioleta é uma radiação visível, porém somente à noite e num ambiente com luz negra.

d) O fenômeno explicado por Stephen é o mesmo observado nos materiais que compõem os interruptores de lâmpadas, quando vistos no escuro.

e) Stephen Hawking comete um erro na sua fala, uma vez que o fenômeno que eles estão observando é o de fosforescência.

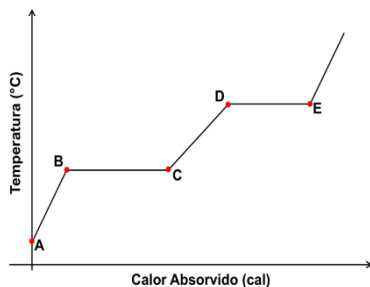


Os bloqueadores ópticos presentes no sabão em pó são capazes de absorver radiação ultravioleta e emitir luz fluorescente.

A fluorescência ocorre quando os átomos são excitados para um estado energético maior (após receber energia) e retornam ao estado de menor energia (estado fundamental) emitindo luz na forma de fótons. Esse processo ocorre imediatamente após desligar a fonte de radiação que promove a excitação.

Por outro lado, na fosforescência a emissão de luz continua mesmo depois de interromper a excitação, pois a transição do estado excitado para o estado fundamental ocorre lentamente.

Q2. (NÍVEL D) A Figura mostra, através de um gráfico, o registro da temperatura de um sistema contendo uma substância pura, em função do calor absorvido, com uma pressão invariável sobre o sistema. Mantendo-se a fonte de calor constante durante todo o experimento, o sistema evoluiu no sentido $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$.



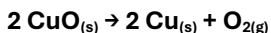
Sobre o gráfico mostrado e a partir dos seus conhecimentos, assinale a alternativa correta.

- a) Entre os pontos B e C e entre D e E há aumento de energia potencial do sistema.
- b) O gráfico evidencia que o componente do sistema é uma substância simples.
- c) No período entre os pontos B e C, o sistema é trifásico com apenas um componente.
- d) Entre os pontos A e B e entre C e D, o calor absorvido pelo sistema é “latente”.
- e) Entre B e C e entre D e E ocorrem a fusão e a condensação, respectivamente



O gráfico mostra a mudança de fase de uma substância pura como a água, pois há temperaturas constantes (eixo y) para a fusão e a ebulição (patamar B-C e D-E, respectivamente), e há calor no equilíbrio de fase pela mudança de estado (calor latente de fusão ou solidificação e calor latente de ebulição ou liquefação). Desse modo, há aumento da energia potencial do sistema nesses patamares B-C e D-E. Já entre os pontos A-B e C-D há aumento da energia cinética

Q3. (NÍVEL D) Um composto orgânico (substância problema) contendo na sua molécula os átomos de carbono, hidrogênio e cloro, foi submetido a uma análise química qualitativa. Para isto, uma amostra da substância foi colocada em um forno, sofrendo combustão completa através da reação com oxigênio proveniente da seguinte reação:



Após a combustão, os gases resultantes, ainda em alta temperatura, foram coletados e colocados em contato com ácido pirogálico ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$), que absorveu todo o oxigênio em excesso. A nova mistura gasosa foi

levada a atravessar um tubo com sulfato de cobre (II) anidro, observando-se a formação de um sólido azul. Na saída deste mesmo tubo conectou-se um frasco com uma solução de óxido de cálcio (CaO), também chamada de água de cal. Observou-se que o gás na saída turvou a solução, devido a um precipitado branco formado. Uma nova amostra da substância problema foi aquecida com sódio metálico e o resíduo sólido obtido foi dissolvido em uma solução de nitrato de prata em meio ácido. Rapidamente formou-se um precipitado branco.

Sobre os aspectos químicos do procedimento descrito e a partir dos seus conhecimentos, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) A reação de produção do oxigênio a partir do óxido de cobre (II) pode ser classificada como uma reação de síntese.
- b) A turvação da água de cal foi devido à formação de carbonato de cálcio e esta parte do procedimento identifica a presença de carbono.
- c) O precipitado branco formado após o aquecimento da substância com Na e uso da solução de nitrato de prata, corresponde ao cloreto de prata.
- d) O vapor d'água, proveniente da combustão, combina-se com o sulfato de cobre (II) anidro formando um sal hidratado que é azul.
- e) Para a combustão da amostra, cada mol de óxido cúprico fornece 11,2 L de oxigênio gasoso, medidos em CNTP.



A reação $2\text{CuO}_{(s)} \rightarrow 2\text{Cu}_{(s)} + \text{O}_{2(g)}$ é uma reação de decomposição ou análise, pois um reagente dá origem a dois produtos diferentes. O oposto dessa reação é a síntese, na qual os reagentes mais simples dão origem a um produto mais complexo.

Q4. (NÍVEL C) O mais caro hambúrguer do mundo é chamado de “*The Golden Boy*” e custa € 5000 (cinco mil euros, equivalente a quase 27 mil reais em cotação de meados de junho de 2022). *The Golden Boy* é vendido pelo restaurante *De Daltons* na vila de Voorthuizen, na Holanda. Para consumir o hambúrguer os clientes devem fazer o pedido com duas semanas de antecedência e pagar um adiantamento de € 750 (por hambúrguer reservado), dada a exclusividade e luxuosidade dos ingredientes utilizados. A carne do hambúrguer é 100% Wagyu A5 (bife japonês com o mais alto nível de qualidade de carne do mundo), de onde acrescenta-se caviar Beluga, caranguejo real, paleta ibérica espanhola, trufa branca, queijo cheddar inglês, pepino e tomate tigre em conserva no chá Matcha Japonês, maionese de ovo de pato defumada, molho barbecue feito com café Kopi Luwak e uísque escocês Macallan. O pão é feito com massa de champanhe Dom Pérignon, sendo ainda coberto com folha de ouro. Na finalização, o hambúrguer é defumado brevemente com fumaça impregnada de uísque. O restaurante que vende *The Golden Boy* realiza a doação dos lucros para o Banco Nacional de Alimentos holandês. O tipo de ouro 24 quilates utilizado em alimentos é, em geral, vendido em folhas ou flocos. Se no “*The Golden Boy*” forem usadas 4 folhas de ouro comestível quadradas de lado igual a 8 cm e com espessura de 200 μm (micrômetros), quantos átomos de ouro são ingeridos por quem consome toda a iguaria?

Dados: massa molar do Au = 197 g mol^{-1} ;

Densidade do Au = $19,32 \text{ g/cm}^3$; Número de

Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

a) $3,02 \times 10^{23}$

b) $5,95 \times 10^{29}$

c) $3,02 \times 10^{27}$

d) $5,95 \times 10^{25}$

e) $7,56 \times 10^{22}$





Passo 1: calcular o volume de ouro

$$V = l \times c \times h$$

$$V = 8 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 0,02 \text{ cm}$$

$$V = 1,28 \text{ cm}^3$$

Nota: $1 \text{ cm} = 10000 \mu\text{m}$, logo $200 \mu\text{m} = 0,02 \text{ cm}$

Passo 2: calcular a massa da folha de ouro

$$m = d \times V$$

$$m = 19,3 \text{ g/cm}^3 \times 1,28 \text{ cm}^3$$

$$m = 24,70 \text{ g para 1 folha}$$

$$\text{Para 4 folhas: } 24,70 \times 4 = 98,81 \text{ g}$$

Passo 3: relacionar a massa com o número do Avogadro

Com base nos dados da Tabela Periódica:

1 mol de ouro (Au) possui 197 g, que corresponde a $6,02 \times 10^{23}$ átomos de ouro.

Logo, fazendo uma regra de três simples,

$$197 \text{ g} \text{ --- } 6,02 \times 10^{23} \text{ átomos de ouro}$$

$$98,81 \text{ g} \text{ --- } 3,02 \times 10^{23} \text{ átomos de ouro.}$$

TEXTO PARA AS QUESTÕES Q5 E Q6

Em diversos aspectos, procedimentos realizados numa cozinha comum assemelham-se àqueles praticados por técnicos químicos em laboratórios. Por exemplo, o preparo de uma solução pode ser diretamente comparado com o preparo de uma bebida a partir de refresco em pó. Um analista de laboratório deve estar atento aos rótulos dos reagentes e às informações fornecidas para que as soluções preparadas atendam aos requisitos necessários. Informações a seguir são mostradas num rótulo típico de um pacote de refresco em pó.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (Porção de 1,6 g = ½ colher de chá)		
Quantidade por porção		% VD*
Valor energético	3 kcal = 13 kJ	0%
Carboidratos	0,8 g dos quais	0%
Açúcares	0 g	-
Sódio	27 mg	1%
Vitamina C	10 mg	22%

Não contém quantidades significativas de proteínas, gorduras totais saturadas, trans e fibra alimentar. *Valores diário com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das suas necessidades energéticas.

Modo de preparo: dissolva o conteúdo desse pacote (80 g) em 10 litros de água fria ou gelada. Para preparar o refresco em menores quantidades, utilize ½ colher de sopa do pó (8 g) em 1 L.

Ingredientes: Maltodextrina, polpa desidratada, vitamina C (ácido ascórbico), acidulante ácido cítrico, ciclamato de sódio, aspartame, sacarina sódica, estabilizante citrato de sódio, aroma natural, corante inorgânico dióxido de titânio, corante artificial tartrazina, antiemectante fosfato tricálcico, espessantes carboximetilcelulose e goma xantana. Alérgicos: pode conter derivados de soja. Fenilcetonúricos: contém fenilalanina. Não contém Glúten.

Fonte: Equipe ONC.

Q5. (NÍVEL C) Sobre o exemplo citado e as informações mostradas no rótulo, assinale a alternativa correta.

- a) Se uma pessoa beber 1 litro de suco preparado com ½ colher de sopa do pó, ela irá obter 5% da quantidade de sódio recomendada para ser ingerida em um dia.
- b) A quantidade de vitamina C em 10 litros de refresco utilizando o pacote inteiro é dez vezes maior do que aquela em 200 mL de refresco preparado com ½ colher de chá do pó.
- c) Ciclamato de sódio, citrato de sódio, dióxido de titânio e fosfato tricálcico, ingredientes do refresco em pó, são classificados como sais inorgânicos.
- d) A ingestão de 1 litro de refresco preparado com ½ colher de sopa do pó fornece uma quantidade de vitamina C menor do que a recomendada para ser consumida em um dia.

e) Num laboratório de Química, para preparar exatamente o volume de 1 litro de refresco com $\frac{1}{2}$ colher de sopa do pó, a vidraria indicada é o béquer.



Utilizar os dados da tabela para $\frac{1}{2}$ de colher de pó e fazer regra de três simples

1,6 g de pó — 27 mg de sódio

8 g de pó — X

$$X = (8 \times 27) / 1,6$$

X = 135 mg de sódio

27 mg de sódio corresponde a 1% do VD, logo 135 mg correspondem a 5%

Q6. (NÍVEL D) Sobre o exemplo citado acima e as informações mostradas no rótulo, assinale a alternativa correta.

a) A concentração de sódio no refresco preparado a partir de 1,6 g de pó com volume final de 200 mL é a mesma se for preparado 1 litro de refresco com $\frac{1}{2}$ colher de sopa do pó.

b) A quantidade de vitamina C em 10 litros de refresco utilizando o pacote inteiro é dez vezes maior do que aquela em 200 mL de refresco preparado com $\frac{1}{2}$ colher de chá do pó.

c) A concentração de vitamina C em 10 litros de refresco utilizando o pacote inteiro é dez vezes maior do que aquela em 1 litro de refresco preparado com $\frac{1}{2}$ colher de sopa do pó.

d) A ingestão de 1 litro de refresco preparado com $\frac{1}{2}$ colher de sopa do pó fornece 10% da quantidade de sódio recomendada para ser consumida em um dia.

e) A quantidade de sódio em 1 litro de refresco preparado com $\frac{1}{2}$ colher de sopa do pó é a mesma se for preparado 200 mL de refresco com $\frac{1}{2}$ colher de chá do pó.



Converter mL em L e usar a equação da concentração comum

$$200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$$

$$C = m/V$$

$$C = 1,6 \text{ g} / 0,2 \text{ L}$$

$$C = 8 \text{ g/L}$$

Alternativamente:

Sabendo que $\frac{1}{2}$ colher de sopa = 8 g de pó para preparar 1 L de solução, a concentração será 8 g/L

Q7. (NÍVEL C) Leia o poema abaixo.

*Viviam sempre contentes,
No seu buraco metidos,
Quatro ratinhos valentes,
Quatro ratos destemidos,
Despertaram certo dia
Com vontade de comer,
E logo à mercearia
Dirigiram-se a correr.
O primeiro mais ladino,
A uma salsicha saltou,
E um bocado pequenino
Dessa salsicha papou.
Eu choro do rato a sina,
Que a tal salsicha matou,
Por causa da **anilina***

*Com que alguém a
colorou.
O segundo, coitadinho,
À farinha se deitou,
E comeu um bocadinho,
Um bocadinho bastou.
Após comer a farinha
Teve ele a mesma sorte,
Pois o **alúmen** que ela
tinha
Conduziu-o assim à
morte.
O terceiro, pra seu mal,
Gotas de leite sorveu,
Mas o leite tinha **ca!***

*Foi por isso que ele
morreu.
O quarto, desmiolado,
A negra morte buscou,
E julgou tê-la encontrado,
Quando veneno
encontrou.
E sorvendo **sublimado**,
Enquanto este gastava,
(Agora invejo-lhe o fado)
O feliz rato engordava.
É só cá neste terreno,
Que caso assim é
passado-
Até o próprio veneno
Já fora falsificado*

Pessoa, Fernando. Os ratos, In: *Poesia do Eu*, Editora Assírio & Alvim, edição: Richard Zenith, 2006.

O poeta relata a morte de três ratinhos e a tentativa de suicídio de um outro, atribuindo a cada um a ingestão de substâncias químicas. As substâncias, que se encontram destacadas no poema acima, são citadas abaixo com comentários sobre as suas naturezas químicas.

1) **Anilina**: as anilinas usadas como corantes de alimentos são compostos orgânicos derivados das aminas aromáticas;

2) **Alúmen:** alúmens são sulfatos ou seleniats de um cátion trivalente e um monovalente com um número elevado de moléculas de água de cristalização;

3) **Cal:** O óxido de cálcio, CaO , é utilizado como argamassa, dentre outras aplicações. A adição de cal ao leite é uma adulteração comum.

4) **Sublimado:** Também chamado de sublimado corrosivo, trata-se do cloreto de mercúrio (II), uma das formas mais tóxicas do mercúrio.

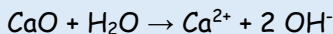
Após a leitura e a partir dos seus conhecimentos, assinale a alternativa correta.

- a) O composto $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ pode ser classificado como um alúmen.
- b) Dentre as substâncias citadas, a anilina e o sublimado são compostos orgânicos.
- c) O sublimado corrosivo tem fórmula Hg_2Cl_2 e é insolúvel em água.
- d) A cal é um óxido ácido e pode reagir com bases fortes formando sal e água.
- e) O calcário pode ser obtido pela decomposição térmica do óxido de cálcio.

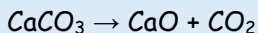


Oxossais mais importantes do alumínio são os alúmens, $\text{MAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, onde **M** é um cátion monovalente tal como Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , Tl^+ , ou NH_4^+ . Como exemplo, o alúmen de potássio;

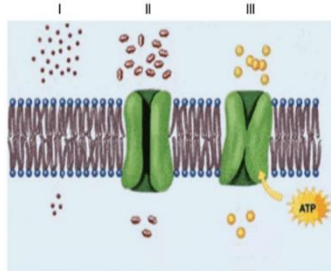
O sublimado descrito na questão é um cloreto de mercúrio, ou seja, não é um composto orgânico, apenas anilina é um composto orgânico. Já a cal é óxido básico, pois ao reagir com água gera íons OH^- , tornando o meio básico



O calcário é CaCO_3 de onde pode ser derivado o óxido de cálcio por decomposição térmica e não o contrário:



Q8. (NÍVEL C) A membrana plasmática é uma película delgada, formada por um mosaico fluido de fosfolípidos, proteínas e carboidratos, que isola a célula do meio externo, controlando a entrada e saída de substâncias, como pode ser observado na animação a seguir que mostra os três tipos de transporte que podem ocorrer na membrana, identificados por I, II e III.



De acordo com a interpretação da animação, pode-se afirmar corretamente que:

- a) em II representa uma difusão facilitada, que ocorre por meio de canais proteicos e sempre a favor do gradiente de concentração.
- b) a passagem em III sempre ocorre do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, com gasto energético.
- c) em II só ocorre a passagem do soluto, porque o meio de destino possui menor concentração do mesmo, sendo um caso de difusão simples.
- d) o transporte em III demanda gasto de energia mesmo sendo a favor do gradiente de concentração.
- e) as moléculas que realizam o transporte I são sempre polares, difundindo diretamente pela bicamada fosfolipídica.



A difusão facilitada é o transporte passivo de moléculas ou íons, pela membrana plasmática, sem gasto de energia metabólica da célula, através da específica mediação de proteínas transportadoras, denominada proteínas transmembranares, enzimas carreadoras ou permeases. Esse processo não depende da concentração do soluto, mas da disponibilidade das permeases, ou seja, se todas as proteínas estiverem com seus sítios ocupados, em atividade máxima de transporte, a concentração não influenciará a mais transporte ocorrer.

TEXTO PARA AS QUESTÕES Q9 E Q10

Num laboratório de Química, um técnico necessitava de uma solução de ácido sulfúrico com título em massa de 15%. No entanto, ele dispunha de um frasco de 1 L de solução de ácido sulfúrico concentrado, no qual era possível ver um rótulo abaixo:

Especificações: Densidade = 1,88 g/cm ³ Título em massa = 98% Massa molar = 98 g/mol	H ₂ SO ₄ Ácido Sulfúrico	Atenção: a dissolução desse ácido em água é extremamente exotérmica
--	---	---

Além das informações do rótulo, consultando um handbook de Química, o técnico verificou que a solução de ácido sulfúrico a 15% possui uma densidade de 1,12 g cm⁻³.

Q9. (NÍVEL D) Com base nas informações apresentadas e considerando um manuseio seguro para o preparo da solução que o técnico necessitava, assinale a alternativa correta.

a) Na diluição da solução de ácido sulfúrico concentrado, o técnico deve usar a capela e adicionar o ácido lentamente à água, utilizando recipiente num banho de gelo.

b) Para preparar 1 litro da solução desejada, o técnico deve diluir 9,12 mL da solução concentrada de ácido sulfúrico e usar a capela no procedimento.

c) Durante o preparo da solução desejada, o técnico irá perceber uma diminuição de temperatura do sistema dada a dissolução com liberação de calor.

d) O procedimento deve ser realizado em capela e por isso é dispensado o uso de equipamentos de proteção individual como óculos de segurança, por exemplo.

e) Se o técnico preparar a solução desejada corretamente, esta possuirá uma concentração em quantidade de matéria de 0,15 mol L⁻¹.



O manuseio de ácidos deve ocorrer sempre em capelas e com equipamentos de proteção individual para evitar acidentes com o operador. A diluição de ácidos sempre deve ocorrer adicionando-se o ácido na água e nunca o contrário, pois o ácido e a água reagem em uma reação exotérmica vigorosa, liberando calor, necessitando de um recipiente num banho de gelo. Em se tratando de ácidos fortes como o ácido sulfúrico, eles são corrosivos o suficiente para queimar imediatamente a pele e as roupas.

Q10. (NÍVEL E) Com base nas informações apresentadas e considerando um manuseio seguro para o preparo da solução que o técnico necessitava, assinale a alternativa correta.

a) Para preparar 1 litro da solução desejada, o técnico deve diluir 91,2 mL da solução concentrada e usar a capela no procedimento.

b) Na diluição da solução de ácido sulfúrico concentrado, o técnico deve usar a capela e adicionar a água lentamente à solução.

c) Durante o preparo da solução desejada, o técnico irá perceber uma diminuição de temperatura do sistema.

d) O procedimento deve ser realizado em capela e por isso é dispensado o uso de equipamentos de proteção individual.

e) Se o técnico preparar a solução desejada corretamente, esta possuirá uma concentração em quantidade de matéria de $1,5 \text{ mol L}^{-1}$.



Calcular volume a ser retirado do frasco 1 ($T = 98\%$)

Passo 1: calcular a concentração (mol/L) do ácido no frasco 1

$$1 \text{ cm}^{-3} = 1 \times 10^{-3} \text{ L}; T = 98\% = 98/100 = 9,8; MM = 98 \text{ g/mol}$$

$$d = 1,88 \text{ g/mL}$$

$$C = (d \times T)/MM$$

$$C = (1,88 \text{ g/mL} \times 0,98)/98 \text{ g mol}^{-1}$$

$$C = 18,80 \text{ mol/L}$$

Passo 2: calcular a concentração molar (mol/L) do ácido na solução final ($T = 15\%$ e $d = 1,12 \text{ g/mL}$)

$$C = (d \times T)/MM$$

$$C = (1,12 \text{ g/mL} \times 0,15)/98 \text{ g mol}^{-1}$$

$$C = 1,7143 \text{ mol/L}$$

Passo 3: fazer um cálculo de diluição

$$V_f = 1 \text{ L} \text{ e } V_i = ?$$

$$C_f = 1,7143 \text{ mol/L} \text{ e } C_i = 18,80 \text{ mol/L}$$

$$\text{Logo, } C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

$$18,80 \times V_i = 1,7143 \times 1$$

$$V_i = (1,7143/18,80) = 0,0912 \text{ L} = 91,2 \text{ mL}$$

Ou seja, o técnico deve retirar 91,2 mL do frasco concentrado para preparar 1 L de solução 15% e durante o preparo, deve-se adicionar o ácido na água utilizando equipamentos de segurança e uma capela para evitar acidentes.

Q11. (NÍVEL E) O procedimento mostrado na animação abaixo corresponde a uma restauração de um cutelo de aço antigo. Após remover a ferrugem mais superficial, o restaurador conectou a peça numa bateria e realizou uma eletrólise com o objetivo de remover a ferrugem mais interna. O cutelo foi conectado em dois pontos e ligado ao pólo negativo da bateria. Além disso, uma barra de aço ligada ao pólo positivo da bateria foi colocada na cuba eletrolítica. Observa-se também que, para a conexão com o cutelo, um parafuso de plástico foi utilizado e bicarbonato de sódio foi dissolvido na água dentro da cuba.



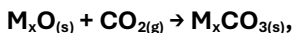
Sobre a eletrólise realizada e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção INCORRETA.

- a) Ao final do processo, a barra de aço utilizada como pólo positivo, tem a sua massa aumentada, em função da formação de ferro metálico.
- b) Nesta montagem, o cutelo funciona como o cátodo da cuba eletrolítica e é onde ocorrem reações de redução.
- c) A bateria utilizada deve fornecer uma diferença de potencial elevada para que a reação, que é não espontânea, possa acontecer.
- d) O parafuso de plástico foi utilizado pois este material é isolante, desse modo permite que haja fluxo de elétrons apenas no cutelo.
- e) O bicarbonato de sódio dissolvido tem o objetivo de garantir uma boa condutividade elétrica para a solução eletrolítica.



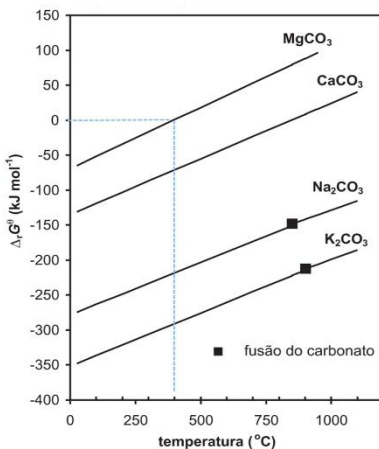
Na eletrólise, o pólo negativo representa o cátodo (onde ocorre a redução) e o pólo positivo representa o ânodo (onde ocorre a oxidação). Nesse sentido, a barra de aço será oxidada e haverá diminuição da sua massa.

Q12. (NÍVEL E) A figura apresenta o gráfico de variação de energia livre de Gibbs *versus* a temperatura para reações do tipo:



onde M representa os metais Mg, Ca, K e Na.

O gráfico mostrado recebe o nome de diagramas de Ellingham e é muito utilizado na área de metalurgia, no contexto das reações de formação de óxidos.



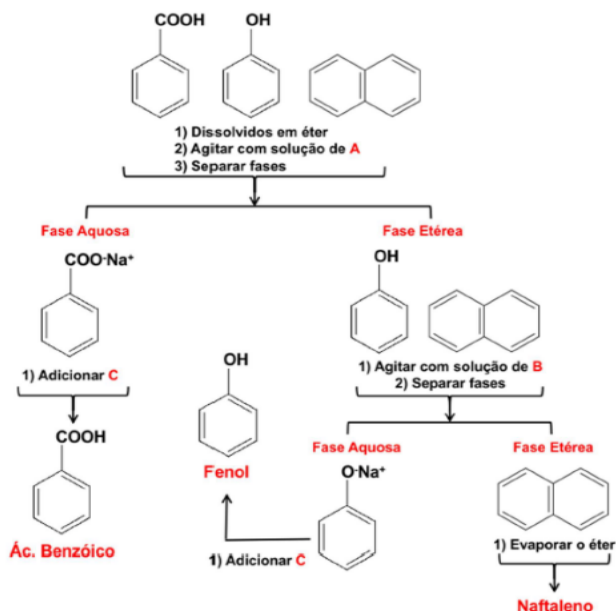
Analisando o gráfico acima e com base nos seus conhecimentos, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) Com o aumento da temperatura, as reações de obtenção dos carbonatos de sódio e de potássio vão se tornando mais espontâneas.
- b) Através da inclinação das retas é possível calcular as variações de entropia das reações de obtenção dos carbonatos.
- c) As variações de entropia para a obtenção dos carbonatos mostrados são todas negativas e independem do valor da temperatura.
- d) Na temperatura de 400 °C, a reação de formação do carbonato de magnésio, a partir de CO₂ e óxido de magnésio, está em equilíbrio.
- e) Em qualquer uma das temperaturas mostradas, CaO e MgCO₃ reagem espontaneamente formando CaCO₃ e MgO.



Observando o gráfico, as retas são crescentes, ou seja, à medida que a temperatura aumenta, o valor de ΔG fica mais positivo. A espontaneidade das reações pode ser indicada pelo valor mais negativo de ΔG , logo, com o aumento da temperatura observa-se uma diminuição na espontaneidade das reações, pois ΔG se torna menos negativo.

Q13 (NÍVEL E) A aparelhagem para a separação de fases de líquidos imiscíveis é composta basicamente por um Erlenmeyer (para a coleta das fases) e um funil de separação. O procedimento apresentado a seguir, na forma de um fluxograma, utiliza este tipo de separação para desdobrar uma mistura contendo ácido benzoico, fenol e naftaleno. No fluxograma NÃO estão identificadas as substâncias, A, B e C. Assinale a alternativa que identifica corretamente as substâncias A, B e C, de modo que o fluxograma apresente a separação da mistura adequadamente.



Fonte: Equipe ONC.

- a) A = NaHCO₃; B = NaOH; C = HCl
 b) A = HCl; B = NaHCO₃; C = NaOH
 c) A = NaHCO₃; B = HCl; C = NaOH
 d) A = NaOH; B = NaHCO₃; C = HCl
 e) A = NaOH; B = HCl; C = NaHCO₃

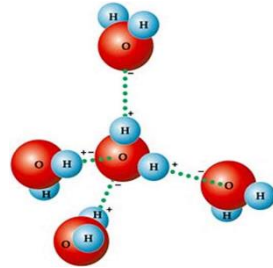


Para que ocorra uma separação seletiva, a solução A é de NaHCO₃ que é um sal básico que reage com ácido benzóico formando o sal benzoato de sódio em meio aquoso. A solução B é NaOH, porque o fluxograma indica que após a adição dessa solução B, a fase aquosa contém o sal fenolato de sódio que é protonado logo em seguida após adição da solução C, que é HCl.

Questões de Química

ONC 2021

Q14. (NÍVEL C) A importância da água para os seres vivos é inegável. Não bastando ser a molécula mais abundante dos organismos, a água ainda apresenta uma estrutura química que, ainda que simples, permite a emergência de uma série de propriedades centrais para o funcionamento dos sistemas biológicos.



Com base no texto e na imagem assinale a afirmativa correta.

- a) As ligações de hidrogênio, mostradas na figura, são fundamentais para a manutenção da água no seu estado físico mais compatível com o funcionamento dos sistemas biológicos.
- b) A figura mostra a propriedade da adesão da água, importante para a manutenção da temperatura nos seres vivos.
- c) A estrutura química simples e a grande abundância nos seres vivos permitem inferir que a água é uma substância orgânica, assim como as proteínas e os carboidratos.
- d) Por ser uma molécula apolar, a água é capaz de dissolver sais, devido ao seu elevado poder de solvatação de íons.
- e) O elevado calor específico e a baixa tensão superficial são propriedades físicas e químicas inerentes à água.



A geometria e a diferença de eletronegatividade entre os átomos que compõem a água, resultam em um momento dipolar diferente de zero, caracterizando uma molécula polar. As interações intermoleculares entre moléculas de água são ligações de hidrogênio, que ocorre entre moléculas que apresentam átomo de hidrogênio (H), ligado a flúor (F), oxigênio (O) ou nitrogênio (N). As interações entre as moléculas de água resultando também em elevada tensão superficial e elevado calor específico.

Q15. (NÍVEL C) Na animação a seguir, é possível observar uma certa massa de água que foi colocada em um bécquer e aquecida lentamente num forno de micro-ondas, por volta de 4 minutos. A seguir, a água quente é retirada do forno e nela é colocada uma colher de metal que está a temperatura ambiente. Imediatamente observa-se a formação de bolhas na água. ATENÇÃO: Não reproduza este experimento sem utilizar equipamentos de segurança.



A partir do experimento mostrado e dos seus conhecimentos, assinale a opção correta abaixo.

- a) A água retirada do micro-ondas se encontra superaquecida, ou seja, acima da temperatura de ebulição e a introdução da colher favorece a formação das bolhas, provocando a ebulição.
- b) O fenômeno observado quando se coloca a colher dentro da água é chamado calefação e ocorre também quando deixamos cair água sobre uma superfície quente.
- c) A colher transfere calor para a massa de água, o que a faz entrar em ebulição instantaneamente mesmo com pressão de vapor abaixo da pressão atmosférica local.
- d) O estado de superaquecimento no qual a água se encontra é caracterizado principalmente pela estabilidade e apenas uma colher de metal poderia perturbá-lo.
- e) O fenômeno observado não possui qualquer relação com a pressão atmosférica local, sendo exclusivamente devido às características da superfície da colher.



O superaquecimento é o fenômeno pelo qual um líquido supera a temperatura de ebulição sem ferver. O líquido superaquecido entra em ebulição de maneira brusca e violenta, havendo o despreendimento de parte do líquido pela grande quantidade de

vapor, como uma explosão, uma vez que a pressão interna do líquido aumenta muito rapidamente. Isso pode acontecer quando a pressão é muito alta ou quando a superfície do líquido é muito lisa, impedindo a formação de bolhas nucleantes. A formação de bolhas ocorre após a perturbação do sistema, como adição de um sólido ou de superfícies irregulares, como a de uma colher.

Q16. (NÍVEL C) O açúcar comum, chamado de sacarose, é um composto molecular cuja fórmula é $C_{12}H_{22}O_{11}$. A sacarose é um dissacarídeo composta pelos monossacarídeos glicose e frutose que são isômeros de fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Quando a sacarose é misturada com ácido sulfúrico concentrado, o ácido promove a hidrólise do dissacarídeo e a seguir a desidratação. No fenômeno há também, em certa extensão, a combustão da sacarose promovida pelo calor liberado na diluição altamente exotérmica do ácido sulfúrico. O resultado é a chamada “cobra de carbono” que se expande para fora do recipiente devido aos gases formados, incluindo o dióxido de enxofre. Sobre o experimento e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção correta.

a) Se considerarmos apenas a reação de desidratação da sacarose com formação de carbono e água, não temos um exemplo de reação de oxidação-redução.

b) O fenômeno não ocorreria se em vez de sacarose fosse utilizado o açúcar invertido que corresponde a uma mistura de glicose e frutose obtidas da hidrólise prévia da sacarose.

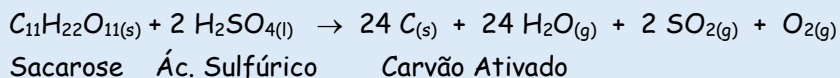
c) No fenômeno apresentado não é formado gás carbônico, sendo as únicas espécies gasosas geradas o vapor d'água e o dióxido de enxofre.

d) Gás oxigênio é gerado na reação de desidratação da sacarose, o que provoca a combustão de parte do açúcar.

e) Uma vez que há a formação de carbono na reação, podemos classificá-la como uma reação de síntese.



A reação entre açúcar e ácido sulfúrico é uma reação química exotérmica, ou seja, libera calor durante o processo. Por este motivo, deve-se ter muito cuidado ao realizar este experimento. A sacarose é constituída por C, H e O ($C_{12}H_{22}O_{11}$). O ácido sulfúrico (H_2SO_4), por sua vez, é higroscópico e possui a capacidade de desidratar a sacarose em razão de sua afinidade com a água. A reação de decomposição da sacarose usando o ácido sulfúrico concentrado pode ser representada pela reação exotérmica:



Assim, observa-se que a sacarose é decomposta em seus componentes menores, produzindo uma mistura de produtos de decomposição, incluindo carbono sólido (carvão ativado), dióxido de enxofre, vapores de água

Q17 (NÍVEL D) Na série de comédia e ação da *Amazon Prime Video*, denominada *The Boys*, é mostrado um mundo onde super-heróis “que são tão populares quanto celebridades, tão influentes quanto políticos e tão reverenciados como deuses, abusam de seus superpoderes ao invés de usá-los para o bem”. Um dos super-heróis do controverso grupo intitulado “Os Sete”, é chamado de Translúcido. Ele possui o poder de invisibilidade devido à capacidade de transformar sua pele em, segundo suas próprias palavras, “um metamaterial de carbono que refrata a luz e cria uma capa de invisibilidade”. Adicionalmente, quando está invisível, Translúcido tem o corpo a prova de balas, graças à extrema rigidez do metamaterial que forma a sua pele. No entanto, em uma luta, Translúcido acaba derrotado, pois o seu oponente usa uma descarga elétrica de um fio, evidenciando que a pele invisível de Translúcido conduzia eletricidade.

Sobre a leitura acima e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção INCORRETA.

a) Diferentemente da pele invisível de Translúcido, a grafita, que é feita de carbono, **não** é condutora de eletricidade, diferenciando-se também por ser menos rígida.

b) O metamaterial citado pelo personagem, se existisse e pudesse ser caracterizado, seria um alótropo do elemento carbono, assim como os fulerenos, por exemplo.

c) Se Translúcido existisse, ele ficaria cego toda vez que estivesse invisível, uma vez que sua retina não conseguiria ser sensibilizada pela luz.

d) A rigidez do metamaterial no qual a pele do Translúcido se transforma indica que este tem propriedade semelhante àquela de outro material feito de carbono, o diamante.

e) Os nanotubos de carbono, o grafeno e os fulerenos são alótropos do carbono de ocorrência não natural, enquanto o diamante e a grafita são alótropos naturais.



A alternativa incorreta é a "a", pois o grafite, uma variedade alotrópica do carbono, conduz corrente elétrica em razão do arranjo espacial de seus átomos.

Q18. (NÍVEL C) As propriedades físicas da matéria são específicas de cada substância e são de extrema importância para caracterizá-las, tendo em vista que é bastante improvável que substâncias diferentes apresentem os mesmos conjuntos de valores para essas propriedades. Além disso, o conhecimento de tais propriedades pode auxiliar o trabalho do químico sempre que for preciso desdobrar misturas ou mesmo realizar purificações. A tabela a seguir mostra algumas propriedades físicas de três substâncias comuns em laboratórios de Química.

Substância	Ponto de Fusão (°C)	Ponto de Ebulição (°C)	Densidade (g/mL)	Solubilidade em água
Glicerol	18,1	290	1,26	Solúvel
Propano-1,3-diol	-26,5	211	1,06	Solúvel
Eugenol*	-9,0	256	1,05	Insolúvel

* óleo de cravo-da-índia. Fonte: equipe ONC.

A partir das informações da Tabela e dos seus conhecimentos, assinale a opção correta abaixo.

a) À temperatura de 25 °C, a adição de água, seguida de uma decantação com funil de separação, pode separar o eugenol de uma mistura com o propano-1,3-diol.

b) À temperatura de 30 °C, uma mistura de glicerol e propano-1,3-diol pode ser separada por decantação com funil de separação.

c) Numa cidade com temperatura média de 5 °C, o glicerol e o eugenol encontram-se sólidos, enquanto o propano-1,3-diol encontra-se líquido.

d) À 25 °C, num sistema aberto, uma mistura de eugenol e glicerol é um sistema líquido bifásico com eugenol na fase inferior.

e) Uma mistura de glicerol e propano-1,3-diol, à temperatura de 25 °C, é um sistema líquido monofásico com densidade menor do que a da água.



Para realizar uma separação por decantação com funil de separação, os componentes da mistura devem estar na fase líquida e apresentarem solubilidade e densidade diferentes. À temperatura de 25 °C, tanto o eugenol quanto o propano-1,3-diol estarão em fase líquida, logo podem ser separados por decantação com funil de separação. Outro fator a ser observado é que os componentes não se misturam, devido à diferença de polaridade ou densidade. Ao adicionar água em uma mistura de eugenol e propano-1,3-diol, temos que apenas o propano-1,3-diol irá se dissolver, logo teremos uma mistura de água+propano-1,3-diol e eugenol, com este

último na parte superior do funil, pois apresenta densidade menor. Com isso, a separação poderá ser realizada.

À 30 °C glicerol e propano-1,3-diol não podem ser separados com funil de separação porque ambos são solúveis e não haverá uma separação de fases. Já a 5 °C apenas o glicerol se encontra no estado sólido. Adicionalmente, vale ressaltar que a 25 °C uma mistura de eugenol e glicerol se apresenta com o glicerol na fase inferior, pois este é mais denso.

Q19. (NÍVEL C) Dois refrigerantes de cola, sendo um deles regular e o outro diet, trazem as seguintes informações nutricionais nos seus rótulos:

Tabela Nutricional: Informação Nutricional. Porção de 200 mL (1 copo)

Item	Quantidade por porção	
	Regular	Diet
Sódio	23,0 mg	34,5 mg
Carboidratos	20,52 g	0
Valor energético	84 kcal	0

*Dados hipotéticos. Fonte: Equipe ONC.

Considerando que todo o carboidrato contido no refrigerante corresponde ao açúcar sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), assinale a opção correta a respeito das informações apresentadas.

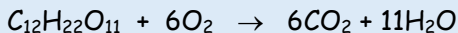
Dados: n° de Avogadro = $6,00 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. massas atômicas: C = 12 u, H = 1 u, O = 16 u, Na = 23 u.

- O consumo de 100 mL de refrigerante de cola regular equivale à ingestão de $2,16 \times 10^{23}$ átomos de carbono contidos no açúcar.
- A substituição de 100 mL de refrigerante de cola regular por 100 mL de refrigerante de cola diet significa a ingestão de $3,0 \times 10^{20}$ átomos de sódio a mais.
- A combustão de todo o carboidrato contido em 200 mL de refrigerante de cola regular fornece 15,84 g de gás carbônico.

- d) O consumo de 200 mL de refrigerante de cola regular equivale à ingestão de $1,98 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio provenientes do açúcar.
- e) O consumo de 100 mL de refrigerante de cola diet equivale à ingestão de uma quantidade de sódio menor do que 15 mg.



A reação de combustão da sacarose é dada por:



Sabe-se que a combustão de 342g de sacarose produz 264 g de gás carbônico. A partir disso é possível calcular quanto de gás carbônico será gerado partindo de 20,52g de sacarose (quantidade presente em 200 mL de refrigerante cola regular). Vejamos:

342 g Sacarose — 264g de CO_2

20,52g Sacarose — Xg de CO_2

$$X = (264 \times 20,52) / 342 = 15,84g$$

Logo, temos que 15,84g de CO_2 serão produzidas a partir da combustão de 20,52g de sacarose.

Q20. (NÍVEL D) Um percevejo de metal (tachinha), comumente utilizado para fixação de papéis e folhas em murais, encontra-se flutuando sobre a superfície da água contida em um copo. A seguir, toca-se a água com a ponta de um pequeno palito de madeira que foi previamente colocada numa pequena porção de detergente. Como resultado, o percevejo de metal afunda instantaneamente na água. A respeito do experimento mostrado e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção INCORRETA.

a) O percevejo de metal inicialmente flutua na água, pois tem densidade menor do que ela e ao final, só afunda devido à adição do detergente que altera a densidade da água.

b) O detergente contido no palito é um tensoativo, pois diminui a tensão superficial da água,

rompendo a “película” que mantém o percevejo flutuando.

c) O valor da tensão superficial da água tem relação direta com as interações intermoleculares deste líquido e não depende das interações dela com o metal do percevejo.

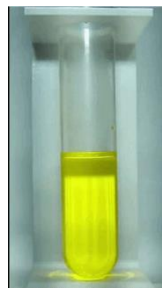
d) O detergente possui molécula com uma cauda hidrofóbica e uma cabeça hidrofílica, interagindo através desta última com a água na superfície e diminuindo a tensão superficial.

e) Líquidos que possuem interações intermoleculares mais fracas do que aquelas da água têm menor tensão superficial, sendo um exemplo, o tetracloreto de carbono, CCl_4 .



A densidade do metal é **MAIOR** que a densidade da água, porém inicialmente o percevejo de metal flutua na água devido a sua alta a tensão superficial, que faz com que o metal não afunde. Contudo, quando a tensão superficial é rompida pela adição do detergente o metal afunda.

Q21. (NÍVEL D) Crômio é um metal lustroso, branco-prateado, cujo nome (do grego, Chroma, significa cor) remete aos seus muitos compostos coloridos. As cores brilhosas dos compostos de crômio (VI) levam aos usos como pigmentos por muitos pintores de telas e de vasos de cerâmica. Em solução aquosa, o íon cromato amarelo (CrO_4^{2-}) encontra-se em equilíbrio com o íon dicromato laranja ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), onde o gotejamento de soluções de HCl e NaOH deslocam o equilíbrio. Diante do exposto acima, a partir da animação e dos seus conhecimentos, assinale a opção correta abaixo.



a) Os centros metálicos nos íons cromato e dicromato possuem o mesmo número de oxidação e o equilíbrio citado não envolve a transferência de elétrons.

b) A reação relativa ao equilíbrio citado é: $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, e a adição de base desloca o equilíbrio para a direita.

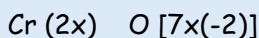
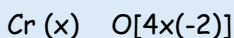
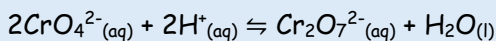
c) A reação relativa ao equilíbrio citado é: $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, e o aumento do pOH favorece o aparecimento da cor amarela.

d) É possível inferir pela animação que o equilíbrio entre os íons cromato e dicromato depende do pH, mas não do pOH da solução.

e) A reação de equilíbrio entre os íons cromato e dicromato é um exemplo de uma reação de desproporcionamento.



O equilíbrio químico, em solução aquosa, envolvendo o íon cromato amarelo (CrO_4^{2-}) e o íon dicromato laranja ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), pode ser representado pela seguinte reação:



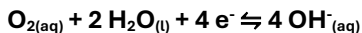
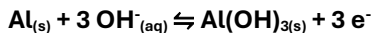
$$x - 8 = -2, \text{ logo } x = +6$$

$$2x - 14 = -2, 2x = +12, \text{ logo } x = +6.$$

Observa-se que tanto o íon cromato quanto o íon dicromato apresentam o centro metálico Cr com número de oxidação (nox) +6. Além disso, percebe-se que esta reação não é do tipo oxirredução e, portanto, não envolve a transferência de elétrons, pois todos os átomos dos diferentes elementos químicos permanecem com o mesmo nox (Cr +6 / O -2 / H +1).

Q22. (NÍVEL E) É possível construir uma pilha eletroquímica utilizando uma latinha de alumínio, um fio de cobre, sal, água e papel toalha. A latinha deve ser lixada por dentro após a remoção da sua tampa. Enrola-se o fio de cobre sobre um rolo de papel e cobre-se o conjunto também com papel deixando parte do fio exposto. Coloca-se esse conjunto dentro da latinha que já deve estar cheia com água e uma boa quantidade de sal de cozinha dissolvida. Um multímetro (equipamento usado para

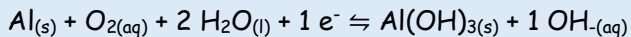
medir a voltagem) mostra o registro de 0,70 V de diferença de potencial para a pilha. As reações para esta pilha são:



A respeito da pilha eletroquímica citada e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção INCORRETA.

- a) A concentração do sal dissolvido não interfere na corrente elétrica gerada pela pilha, pois a solução é o meio eletrolítico para a condução.
- b) Num sistema com 2 pilhas do tipo acima idênticas montadas em série, a medição da voltagem com o voltímetro mostraria o valor de 1,40 V.
- c) Na pilha mostrada, a lata de alumínio funciona como o ânodo, o pólo negativo, onde há a oxidação e o fio de cobre como o cátodo, o pólo positivo, onde há a redução.
- d) Na operação da pilha, se 3 mols de oxigênio dissolvido forem consumidos, há a formação de 4 mols de hidróxido de alumínio que precipitam no meio aquoso.
- e) Na pilha mostrada o oxigênio dissolvido na água funciona como agente oxidante, sendo o alumínio, mais eletropositivo, o agente redutor.

 Somando as duas equações dadas na questão, temos:



A estequiometria entre O_2 e $\text{Al}(\text{OH})_3$ é 1:1, logo se 3 mols de O_2 forem consumidos, haverá a formação de 3 mols de $\text{Al}(\text{OH})_3$ e não 4 mols como diz na alternativa "d".

Q23. (NÍVEL E) Na década de 80, quando os primeiros ônibus espaciais retornavam de uma órbita baixa da Terra, os engenheiros perceberam que os cobertores térmicos das aeronaves estavam corroídos por algo que não poderia ser associado ao calor da reentrada. Os estudos mostraram que a corrosão era causada pelo oxigênio atômico altamente reativo. Estes átomos individuais de oxigênio eram resultantes da quebra

de moléculas do gás oxigênio pela radiação ultravioleta do sol nos limites da atmosfera. Assim, a Agência Espacial Europeia (ESA) construiu um simulador que gera oxigênio atômico através do uso de um laser, para reproduzir aspectos do ambiente espacial. Atualmente, todas as missões abaixo de 1.000 km de altitude são projetadas para resistir ao oxigênio atômico. Suponha que na preparação de um desses estudos, gás oxigênio purificado é injetado em uma câmara de vácuo até a pressão de 600 mmHg. A seguir, o laser é aplicado para gerar o oxigênio atômico continuamente através da reação: $O_{2(g)} \rightleftharpoons 2 O_{(g)}$. A decomposição segue a cinética de 1ª ordem e todas as medidas são feitas nas mesmas condições de temperatura. Após 30 minutos a pressão da mistura gasosa é de 660 mmHg. Com base nestas informações, qual o tempo $t_{1/2}$ da decomposição? Dados: $\ln(2) = 0,693$; $\ln(0,90) = -0,105$; $\ln(10) = 2,303$

- a) 198 minutos
- b) 114 minutos
- c) 136 minutos
- d) 99 minutos
- e) 216 minutos



Para uma reação de primeira ordem, temos:

$$\ln [A]_t / [A]_0 = -kt \text{ e } t_{1/2} = 0,693/k$$

Então, deve-se inicialmente calcular o valor de k e em seguida o $t_{1/2}$.

$$\ln (660/600) = -k \times 30$$

$$\ln 660 - \ln 600 = -k \times 30 \rightarrow \text{multiplicando por } (-1)$$

$$-\ln 660 + \ln 600 = k \times 30$$

$$\ln(600/660) = k \times 30$$

$$\ln (0,9) = k \times 30$$

$$-0,105 = k \times 30$$

$$k = -0,105/30 = -0,0035$$

$$t_{1/2} = |0,693/-0,0035| = \mathbf{198 \text{ min}}$$

Q24. (NÍVEL E) A espectrofotometria na região do ultravioleta-visível (UV-Vis) é uma técnica bastante comum em Química que pode ser usada na medida de concentração de espécies em solução através da absorção da luz. As regiões do UV-Vis correspondem a comprimentos de onda da luz entre cerca de 200 a 800 nm (nanômetros = 10^{-9} metros). A expressão matemática que fundamenta as medidas citadas é denominada de “lei de Lambert-Beer” e pode ser escrita como: $A = \epsilon \cdot b \cdot C$, onde A é a absorvância num determinado comprimento de onda, ϵ é a absorvidade molar (dependente do comprimento de onda), b é o comprimento do caminho óptico, e C é a concentração molar da espécie absorvente. Um experimento deste tipo foi usado para analisar a constante de acidez de um ácido orgânico, simbolizado por RCOOH. O caminho óptico utilizado foi de 1 cm. Os pontos a seguir resumem o restante do experimento:

1) Verificou-se que em solução aquosa APENAS a espécie desprotonada (RCOO^-) absorvia luz em determinados comprimentos de onda na região do UV-Vis.

2) Mediu-se a absorvidade molar, ϵ , da espécie RCOO^- a 510 nm, encontrando-se o valor de $400 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

3) Preparou-se uma solução com concentração inicial de RCOOH igual a $2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ e ajustou-se o pH em 4,8.

4) No comprimento de onda de 510 nm, a solução acima mostrou absorvância de 0,80.

Obs: A absorvância é uma grandeza adimensional. Se necessário, utilize: $\log(2) = 0,3$; $\log(4) = 0,6$; $\log(5) = 0,7$.

Diante das informações, qual o valor correto do pK_a do ácido analisado?

a) 4,2

b) 4,8

c) 5,2

d) 3,8

e) 5,5



Desde que obedeça a linearidade, se utiliza o comprimento de onda da espécie que absorve para conseguir extrapolar as concentrações pela lei de Beer.

Considerando uma relação linear na lei de Beer em 510 nm RCOO^- absorve com $\epsilon = 400 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

$$[\text{RCOOH}] = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

ajuste do pH para 4,8

Em 510 nm $A = 0,80$

logo, aplicando a lei de Beer

$$[\text{RCOO}^-] = 0,80 / 400 \times 1 = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

A concentração de RCOOH no equilíbrio é $2,5 \times 10^{-3} - 2,0 \times 10^{-3} = 0,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

A concentração de H^+ pode ser dada pela relação com o pH

$$\text{pH} = 4,8$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,8}$$

$$[\text{H}^+] = 1,58 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$K_a = [\text{RCOO}^-] [\text{H}^+] / [\text{RCOOH}] = (2 \times 10^{-3} \times 1,58 \times 10^{-5}) / (0,5 \times 10^{-3})$$

$$K_a = 6,34 \times 10^{-5}$$

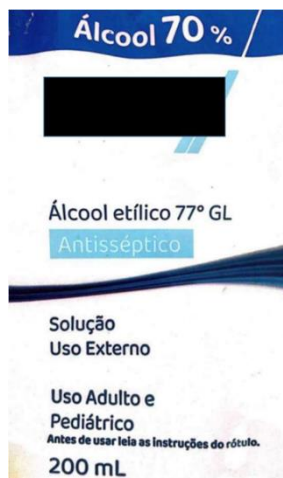
Quando se determina $\text{p}K_a$ por UV-vis, o meio precisa ser tamponado.

$$\text{p}K_a = -\log K_a$$

$$\text{p}K_a = 4,20$$

Q25 (NÍVEL D) É inegável o extenso consumo atual tanto de álcool gel quanto de álcool líquido para higienização de mãos e superfícies diversas. Neste contexto, os especialistas recomendam que a melhor concentração de álcool seja de 70% em massa, pois assim há uma melhor ação contra vírus e outros micro-organismos. Devido às diferentes densidades do álcool (0,80 g/mL) e da água (1,00 g/mL) e ao fato de que a mistura dos dois líquidos sofre contração de volume, o valor

numérico da porcentagem em massa de álcool na mistura difere do valor numérico da porcentagem em volume. No Brasil a porcentagem em massa de álcool pode ser expressa em °INPM (lê-se graus INPM - Instituto Nacional de Pesos e Medidas), enquanto a porcentagem em volume é expressa em °GL (lê-se graus Gay-Lussac) definida para a temperatura de 20 °C. A contração de volume está relacionada com as ligações de hidrogênio que ocorrem entre as moléculas da água e do álcool que proporcionam um arranjo no qual elas ocupam um espaço menor do que quando os líquidos se encontram separados. O rótulo a seguir indica que uma solução de álcool em água com 70% em massa (70° INPM) equivale a uma graduação alcoólica de 77° GL. Calcule a contração de volume (em mL) observada na obtenção de 100 mL da solução e assinale o valor correto dentre as opções abaixo.



- a) 3,4 mL
- b) 4,2 mL
- c) 2,8 mL
- d) 5,6 mL
- e) 4,0 mL



Para calcular, o volume da concentração, deve-se calcular o volume total da água que deve ser adicionado

T_m = título em massa

m_1 = massa do álcool

m_2 = massa da água

m_T = massa total = $m_1 + m_2$

V_1 = volume do álcool

V_2 = volume da água

$d = m/v$, logo $m = d.V$

Sabendo que:

$$T_m = m_1/m_T$$

$$T_m = d_1.V_1 / (m_1 + m_2)$$

$$T_m = d_1.V_1 / ((d_1.V_1) + (m_2))$$

$$T_m \ 70/100 = 0,7$$

$$0,7 = (0,8 \text{ g/mL} \times 77 \text{ mL}) / (0,8 \text{ g/mL} \times 77 \text{ mL}) + (m_2)$$

$$0,7 = 61,6 \text{ g} / (61,6 \text{ g} + m_2)$$

$$0,7 \times 61,7 \text{ g} + 0,7m_2 = 61,6 \text{ g}$$

$$43,12 \text{ g} + 0,7m_2 = 61,6 \text{ g}$$

$$m_2 = 61,6 \text{ g} - 43,12 \text{ g}$$

$$m_2 = 26,4 \text{ g de água}$$

como a densidade da água é igual 1,0 g/mL

$$V_2 = 26,4 \text{ mL}$$

Volume total = 77 mL de álcool + 26,4 mL de água = 103,4 mL, mas obtém-se 100 mL devido à contração de 3,4 mL

Q26 (NÍVEL E) Quando um elétron é acelerado sob uma diferença de potencial (ddp), a sua energia cinética, E_c , em joules, pode ser calculada pelo produto entre a carga do elétron, e , em coulombs, e essa ddp, V , em Volts, ou seja, $E_c = eV$. A energia cinética também pode ser calculada por $E_c = mv^2/2$, onde m é a massa do elétron, em kg, e v a sua velocidade, em m/s. Dessa forma, podemos igualar, $eV = mv^2/2$.

O princípio da dualidade de Broglie estabelece que existe um comprimento de onda associado a uma partícula em movimento, através da equação $\lambda = h/p$, onde λ é o comprimento de onda, h é a constante de Planck e p é a quantidade de movimento, que por sua vez é o produto entre a massa e a velocidade da partícula ($p = mv$). Para partículas macroscópicas este comprimento de onda é desprezível, porém para sistemas microscópicos os valores de comprimento de onda são mensuráveis. Se num experimento, um elétron é submetido a uma ddp de 5000 V, qual a expressão para o cálculo do comprimento de onda associado a esse elétron, em função da constante de Planck, massa e carga do elétron?

a) $\lambda = h/100(me)^{1/2}$

b) $\lambda = h/100m^{3/2}e^{1/2}$

c) $\lambda = hm^{1/2}500e^{1/2}$

d) $\lambda = hm^{3/2}/500e^{1/2}$

e) $\lambda = hm^{1/2}500e^{3/2}$



A partir das equações fornecidas, é possível expressar a velocidade do elétron em termos da diferença de potencial (ddp) e da carga do elétron:

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

Substituindo essa expressão na equação de Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m \sqrt{\frac{2eV}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

Como a questão fornece o dado que o elétron é acelerado por uma ddp de 5000 V, pode-se substituir V na equação, obtendo-se:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2me5000}}$$

fazendo a multiplicação dentro da raiz quadrada, obtém-se 10000me

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{10000me}}$$

resolvendo a raiz quadrada:

$$\lambda = \frac{h}{100\sqrt{me}} = \frac{h}{100 (me)^{1/2}}$$

Questões de Química

ONC 2020

Q27 (NÍVEL C) Em 1913, o cientista dinamarquês Niels Bohr (1865 - 1962) foi bem-sucedido na explicação dos espectros atômicos com um modelo para sistemas com apenas um elétron, descrevendo como as transições eletrônicas entre níveis de energia quantizados originavam as linhas espectrais. O modelo concordava com os dados experimentais relativos aos estudos do espectro atômico do hidrogênio e permitia a descrição das séries espectrais que já eram previstas por uma equação empírica conhecida como fórmula de Rydberg (mostrada abaixo). A série de Balmer corresponde àquelas cujas transições eletrônicas envolvem o retorno do elétron ao nível “L” ($n_f = 2$) no átomo de Hidrogênio e envolvem a luz na região do visível e do ultravioleta próximo. Diante do exposto, assinale a opção que mostra a razão entre o comprimento de onda da luz associada à primeira transição da série de Balmer ($n_i = 3$, luz vermelha) e a segunda transição ($n_i = 4$, luz azul-esverdeada).

Dado: $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$

Fórmula de Rydberg, onde R_H é uma constante com valor de $1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ para o átomo de hidrogênio, n_f e n_i , são os números dos níveis associados à transição.

- a) 27/20
- b) 20/27
- c) 27/10
- d) 10/27
- e) 15/27



Para a primeira transição ($n_i = 3$), o comprimento de onda é dado por:

$$\lambda = \frac{1}{R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)}$$

Para a segunda transição ($n_i = 4$), o comprimento de onda é dado por:

$$\lambda = \frac{1}{R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)}$$

Combinando as duas equações na forma de uma razão entre os comprimentos de onda da primeira e da segunda transição é

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}}{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}}$$

Simplificando a expressão acima, obtém-se:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{4 - 1}{4 - \frac{4}{3}} = \frac{3}{\frac{8}{3}} = \frac{27}{20}$$

Q28 (NÍVEL C) O efeito fotoelétrico é o fenômeno de ejeção de elétrons a partir de uma superfície de um metal quando uma luz de frequência adequada a atinge. Este efeito teve sua base teórica esclarecida por Einstein (1879 - 1955) em 1905, pelo qual foi agraciado com o prêmio Nobel de física em 1921. Tomando como exemplo, o sódio metálico, a energia mínima necessária para arrancar um elétron da sua superfície, denominada de função trabalho, corresponde a $3,7 \times 10^{-19}$ J. Portanto, quando fótons de frequência 8×10^{14} Hz, que correspondem a pacotes de energia de $5,3 \times 10^{-19}$ J, incidem sobre uma superfície de sódio, elétrons são arrancados e viajam a uma velocidade constante associada a uma energia cinética de $1,6 \times 10^{-19}$ J. Essa energia cinética é a diferença entre a energia do fóton incidente e a função trabalho.

Diante do exposto sobre o efeito fotoelétrico, assinale a opção que mostra a frequência mínima da luz necessária para ejetar um elétron da superfície do sódio metálico, sendo este elétron ejetado com energia cinética nula.

Dados: Energia de um fóton = constante de Planck x frequência;
constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$

- a) $5,6 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- b) $6,4 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- c) $8,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- d) $2,4 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- e) $4,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$



Usando a equação da energia de um fóton, dada por:

$$E = h \times f$$

Onde E é a energia do fóton,

h é a constante de Planck

f é a frequência da luz

A energia mínima necessária para arrancar um elétron da superfície do sódio metálico, conhecida como função trabalho (Φ) é dada por:

$$\Phi = h \times f$$

Onde f é a frequência mínima da luz.

Assim, substituindo os valores fornecidos na questão,

$$f = \frac{3,7 \times 10^{-19} \text{ J}}{6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}} = 5,6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

TEXTO PARA AS QUESTÕES Q29 E Q30

Analise as seguintes situações:

1. Um engenheiro responsável pela aplicação de uma película de um adesivo líquido em um plástico estava com problemas. Formavam-se bolhas que rompiam a camada adesiva uniforme. A resposta foi encontrada nos gases dissolvidos, uma vez que ar a alta pressão era usado para forçar o adesivo pelo bico espalhador. O engenheiro não acreditava que o ar fosse solúvel em hexano (solvente) usado para

dissolver a cola. Quando o gás hélio foi usado no lugar do ar, nenhuma bolha se formou devido à menor solubilidade do hélio em comparação ao ar.

2. Um carro-tanque de alumínio explodiu quando a dobradiça da porta da cúpula estava sendo soldada. O carro-tanque, usado para transportar fertilizantes (nitrato de amônio aquoso e ureia), foi lavado e limpo com água. O hidróxido de amônio diluído é mais corrosivo para o alumínio do que a solução concentrada. Assim, a reação $3 \text{NH}_4\text{OH} + \text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_3 + 3/2\text{H}_2$ produziu hidrogênio que explodiu quando o arco de soldagem incendiou a mistura H_2O_2 .

3. Recentemente foi demonstrado que o incêndio do Zeppelin Hindenburg, em 1937, no qual 36 vidas foram perdidas, pode ter sido causado por eletricidade estática que inflamou o tecido da aeronave e não pelo gás hidrogênio usado para inflar o dirigível. Mostrou-se que o tecido continha pigmento de óxido de ferro e pó de alumínio, utilizado para que a aeronave refletisse um tom prateado e a suástica nazista fosse destacada. Essa combinação, conhecida como mistura de termita, resulta na reação Gouldshmidt altamente exotérmica: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$. Assim, a má reputação que o hidrogênio teve como resultado do acidente não foi justa, sendo o maior problema a falta de conhecimentos químicos.

Q29 (NÍVEL C) Sobre a leitura acima e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção correta.

a) A lavagem do carro-tanque teve papel importante na sua explosão, pois a água diluiu a solução de nitrato de amônio e permitiu a formação de hidróxido de amônio que reagiu com o alumínio.

b) No problema com o adesivo líquido, podemos inferir que o aumento da pressão diminui a solubilidade do ar no hexano, o que é corroborado pela formação de bolhas após a aplicação.

c) Pode-se dizer, a partir da reação de Gouldshmidt, que o ferro é mais reativo que o alumínio, uma vez que a reação citada é energeticamente favorecida.

d) Todos os fenômenos tratados no texto são classificados como processos físicos, pois em todos eles há a alteração das propriedades físicas das espécies.

e) Na reação de Gouldshmidt não há transferência de elétrons, sendo conservados os números de oxidação de todas as espécies.



Pelo enunciado, sabemos que o carro transportava fertilizantes, os quais possuem grande quantidade de nitrato de amônio. Após a lavagem, a água diluiu o nitrato, formando o hidróxido de amônio, que ao reagir com o alumínio, causou uma enorme explosão.

Q30. (NÍVEL E) Sobre a leitura do texto e a partir dos seus conhecimentos, assinale a opção incorreta:

a) Em um mol de reação de Gouldshmidt mostrada, há transferência de três mols de elétrons, ocorrendo a redução do ferro e a oxidação do alumínio.

b) No problema com o adesivo, podemos inferir que o aumento da pressão aumenta a solubilidade do ar no hexano. A lei de Henry é aquela que trata da solubilidade de gases em líquidos.

c) A lavagem do carro-tanque foi importante na sua explosão, pois a água diluiu a solução de nitrato de amônio e permitiu a formação de hidróxido de amônio que reagiu com o alumínio.

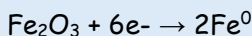
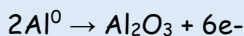
d) O arco de soldagem forneceu a energia de ativação para a combustão do gás hidrogênio. De forma semelhante, a reação da termita pode ter provocado a queima do hidrogênio no Zeppelin.

e) Pode-se dizer, a partir da reação de Gouldshmidt, que o alumínio é mais reativo que o ferro, ou seja, o alumínio é mais eletropositivo do que o ferro.



A quantidade em mol não é aplicável a uma reação, mas sim para cada substância específica. Dessa forma, se considerar as espécies citadas no processo de pigmentação citado no texto para a reação de Gouldshmidt, tem-se 1 mol de óxido de ferro produzindo 1 mol de óxido de alumínio, com a transferência de 6 mols de elétrons entre o ferro e 2 mols de alumínio. São 6 mols de elétrons porque cada ferro no óxido de ferro tem nox +6, totalizando +6 e cada alumínio perde +3 elétrons, totalizando também +6.

De maneira simplificada:



Q31. (NÍVEL D) Louis de Broglie (1892-987) foi um físico francês que contribuiu para a formulação da teoria da mecânica quântica. No ano de 1924, postulou, em sua tese de doutorado, que partículas também possuiriam um comprimento de onda associado aos seus movimentos, o que ficou conhecido como o princípio da dualidade da matéria. Louis de Broglie relacionou o comprimento de onda (λ) com a quantidade de movimento (p) da partícula, apresentando a equação: $\lambda = h/p$, onde h é a constante de Planck. Suponha um experimento para verificar o comprimento de onda de uma partícula carregada de massa m e carga q (ambas constantes), acelerada, a partir do repouso, por uma diferença de potencial ajustável V , em volts. Uma vez que a energia cinética final da partícula é dada por $mv^2/2$, igualando-se ao trabalho de força elétrica qV (carga vezes a diferença de potencial), podemos fazer $mv^2/2 = qV$. Desse

modo, com base na equação de de Broglie e sendo a quantidade de movimento da partícula o produto entre a velocidade e a massa, ou seja, $p = mv$, podemos afirmar que o comprimento de onda λ , associado ao movimento da partícula é:

a) inversamente proporcional à raiz quadrada da diferença de potencial V .

b) inversamente proporcional à diferença de potencial V .

c) inversamente proporcional ao quadrado da diferença de potencial V .

d) diretamente proporcional à diferença de potencial V .

e) diretamente proporcional ao quadrado da diferença de potencial V .



De acordo com a equação da energia cinética: $\frac{1}{2} mv^2 = qV$

Resolvendo essa equação para a velocidade v :

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

Sabendo que a quantidade de movimento, p , é dada por:

$$p = mv$$

Substitui na equação para v , resultando em:

$$p = m \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{2mqV}$$

Como a equação de De Broglie relaciona o comprimento de onda, λ , com a quantidade movimento, p :

$$\lambda = h/p$$

Logo, substituindo essa equação na anterior, obtém-se:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}}$$

Portanto, o comprimento de onda é inversamente proporcional à raiz quadrada da diferença de potencial V . Isso significa que, à medida que V aumenta, λ diminui e vice-versa e está de acordo com o princípio da dualidade de De Broglie.

Q32 (NÍVEL D) Fertilizantes são substâncias químicas adicionadas ao solo para contornar problemas de deficiência de nutrientes requeridos pelas plantas. Os nutrientes são classificados como macronutrientes e micronutrientes. O nitrogênio, é um macronutriente e desempenha papel fundamental para as plantas estando presente em diversas moléculas importantes, incluindo proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, várias enzimas e vitaminas e muitos outros constituintes celulares. A ureia, o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CaO}$ são exemplos de fertilizantes nitrogenados utilizados na agricultura. Reações para a obtenção dos fertilizantes:

Ureia - H_2NCONH_2 :

$2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{NCOONH}_4$ (reação sob pressão de 200 atm) (Reação 1)

$\text{H}_2\text{NCOONH}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{NCONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (Reação 2)

Sulfato de amônio - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ (Reação 3)

$2 \text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (Reação 4)

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$ (Reação 5)

Nitrato básico de cálcio - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CaO}$:

$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (Reação 6)

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CaO}$ (Reação 7)

Sobre os fertilizantes nitrogenados e as suas reações de obtenção mostradas acima, assinale a opção correta.

a) Supondo rendimentos iguais, a quantidade de amônia utilizada na obtenção de 5 mols de ureia é a mesma para a obtenção de 5 mols de sulfato de amônio.

b) Dentre os fertilizantes citados, a maior massa de nitrogênio por kg de produto puro é fornecida pela ureia e a menor é fornecida pelo $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

c) A reação 4 não pode ser classificada como uma reação de neutralização, uma vez que o CO_2 é um óxido neutro.

d) Considerando a reação global em cada processo de preparação dos fertilizantes citados, há sempre o consumo de CO_2 .

e) Na reação 3, a água está atuando como uma base de Brønsted-Lowry, recebendo um próton da amônia.



Reação 1: são necessários 2 mols de NH_3 para produzir 1 mol de ureia. Logo, para produzir 5 mols de ureia, são necessários 10 mols de NH_3 . Pelas reações 3, 4 e 5, observa-se que são necessários 2 mols de NH_3 para produzir 1 mol de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Portanto, para produzir 5 mols de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, também precisaríamos de 10 mols de NH_3 .

Q33 (NÍVEL D) Na internet, numa matéria denominada “Mitos e verdades sobre o polêmico sal rosa do Himalaia” do dia 03 de novembro de 2017, um médico analisa a relação da saúde humana com o consumo de sal e discute diferenças entre o sal refinado comum e o sal rosa do Himalaia, tido por alguns como uma alternativa mais saudável. Na matéria, conclui-se que como não há nas plataformas de pesquisas científicas, estudos randomizados sobre benefícios ou malefícios do sal rosa, nada se pode afirmar ao que ele possa trazer para a saúde. O sal rosa do Himalaia é um sal das rochas de minas na cordilheira do Himalaia com cerca de 98% de cloreto de sódio, incluindo até outros 80 elementos, entre eles fósforo, magnésio, potássio, cálcio, zinco, cobre e ferro. Além disso, análises de amostras do sal do Himalaia mostram a presença de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), silicatos (areia), carbonatos e sulfatos, principalmente de ferro. A coloração do sal é por causa de alguns minerais e quanto mais claro ele é, maior é o seu grau de pureza em NaCl . Com relação ao sal refinado (sal de mesa), o seu processo de purificação retira parte dos nutrientes do sal (oligoelementos ou microminerais) e utiliza substâncias como ferrocianeto de alumínio, citrato de amônia, silicato de alumínio, ácido sulfúrico e dextrose, que podem deixar resíduos. Diante do exposto, a respeito da química do sal rosa do Himalaia e do sal refinado assinale a opção INCORRETA.

a) O ferrocianeto de alumínio, possível impureza do sal refinado, possui fórmula $\text{Al}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ e pode ser obtido pela reação entre o $\text{Al}(\text{OH})_3$ e o $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

b) Pela leitura, infere-se que é possível haver no sal rosa do Himalaia sais como MgCO_3 , MgSO_4 , CaCO_3 , K_2SO_4 e K_2CO_3 .

c) O sal rosa do Himalaia não é completamente solúvel em água, por outro lado o sal refinado comum é praticamente solúvel.

d) Dentre os elementos citados na composição do sal rosa do Himalaia temos metais de transição, como por exemplo, o ferro e o cobre.

e) Ferrocianeto de alumínio, citrato de amônia, silicato de alumínio são sais e podem ser obtidos em reações de neutralização.



O ferrocianeto de alumínio tem a fórmula $\text{Al}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, mas não pode ser obtido pela reação entre $\text{Al}(\text{OH})_3$ e $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. A reação proposta não é quimicamente viável, pois o ferrocianeto de alumínio é geralmente preparado por meio de reações complexas que envolvem o cianeto de potássio e sais de alumínio e ferro. Além disso, as formas mais comuns para esse complexo são ferrocianeto de sódio e de potássio.

Q34 (NÍVEL D) No artigo intitulado “A química dos saneantes em tempos de COVID-19: você sabe como isso funciona?”, os autores discutem a ação e os conceitos químicos dos principais desinfetantes empregados no combate ao novo coronavírus. Tais desinfetantes, ou agentes saneantes, são usados na higienização das mãos, objetos e superfícies. No que diz respeito ao uso sanitizante do álcool 70%, o mecanismo de ação pode estar relacionado à desnaturação das proteínas que compõem o vírus e ao colapso do envelope viral (formada principalmente por fosfolípidios e glicoproteínas). Abaixo são apresentadas ilustrações (modificadas) do artigo, que auxiliam na explicação do efeito da solução

alcoólica (etanólica) sobre o vírus. A partir dos seus conhecimentos e do que é exposto na figura, assinale a opção correta.

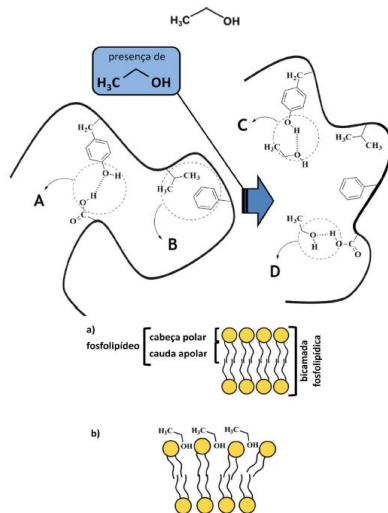
a) É possível inferir que o etanol desfavorece ligações de hidrogênio nas cadeias proteicas, consequentemente inibindo interações que ocorrem por forças de dispersão de London.

b) As interações intermoleculares marcadas na parte superior da figura são do tipo: A = ligação de hidrogênio; B = dipolo - dipolo; C = ligação de hidrogênio; e D = ligação de hidrogênio.

c) O etanol atua desestruturando o envelope viral devido à interação do grupo OH do álcool, que tem afinidade pela cauda apolar dos fosfolipídios que compõem a membrana.

d) Apesar de modificar interações intermoleculares, interferindo em ligações entre resíduos de aminoácidos, o etanol não modifica estruturas tridimensionais funcionais das proteínas virais.

e) O etanol, para desestruturar o envelope viral, interage através da sua cadeia hidrocarbônica ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$) com a cauda apolar dos fosfolipídios que compõem a bicamada.



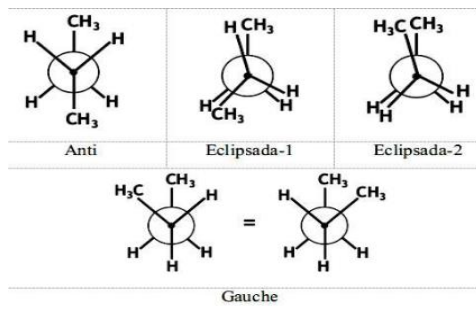
Parte superior - Representação de interações intermoleculares de uma proteína antes e depois da ação do etanol; Parte inferior - Exemplo de a) uma bicamada fosfolipídica e b) de modificação estrutural na presença de etanol.
Fonte: Adaptado de: Lima et al., *Quim. Nova*, Vol. 43, No. 5, 668-678, 2020.



Com o uso do álcool 70% (etanol), ligações de hidrogênio entre a molécula de etanol e os aminoácidos das cadeias proteicas são favorecidas, podendo levar à desnaturação das proteínas que compõem o vírus, uma vez que as forças de dispersão de London também são desfavorecidas diminuindo o envelopamento entre as cadeias proteicas.

Q35 (NÍVEL E) O butano (C_4H_{10}) existe na natureza sob a forma de diferentes conformações, onde se destacam as formas: anti, gauche e duas formas eclipsadas. Abaixo são mostradas as formas citadas, em projeções de Newman, que mostram a conformação de uma ligação química de frente para trás, com o átomo de carbono da frente (proximal) representado por um ponto e o carbono de trás (distal) representado por um círculo. O gráfico de energia potencial mostra as energias relativas das conformações do butano. Num dado instante, a 25 °C, as probabilidades do butano se encontrar nas conformações, anti, gauche, eclipsada-1 e eclipsada-2 são, respectivamente: 70%, 20%, 6% e 4%. Se a entalpia molar de combustão do butano natural, a 25 °C, possui magnitude de $x \text{ kJ.mol}^{-1}$, assinale a opção que mostra a magnitude da entalpia de combustão do butano, em kJ.mol^{-1} , se todas as moléculas fossem encontradas apenas na conformação gauche.

- a) $x + 4,20$
- b) $x - 8,40$
- c) $x + 5,88$
- d) $x - 4,20$
- e) $x + 8,40$



A entalpia molar de combustão do butano é a energia liberada quando um mol de butano é completamente queimado em oxigênio, e é dada como $x \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Esta entalpia é uma média ponderada das entalpias de todas as conformações presentes, levando em conta suas respectivas probabilidades.

Se todas as moléculas de butano estivessem na conformação gauche, a entalpia de combustão seria diferente. Observando o gráfico, a conformação gauche tem uma energia mais alta do que a conformação anti, que é a mais estável. A diferença de energia entre essas duas conformações é de cerca de $4,20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Considerando as probabilidades de cada conformação, podemos calcular da seguinte forma:

$$E = 70x/100 + 6(x+21)/100 + 20(x+8,4)/100 + 4(x+23+8,4)/100$$

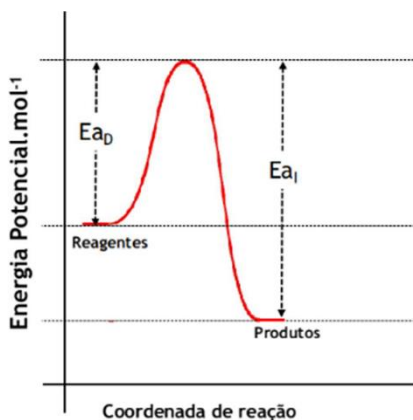
$$E = (70x + 6x + 20x + 4x + 126 + 168 + 125,6)/100$$

$$E = (100x + 419,6)/100$$

$$E = x + 4,196, \text{ aproximadamente, } x + 4,20.$$

Portanto, se todas as moléculas de butano estivessem na conformação gauche, a entalpia de combustão seria a entalpia do butano natural + a energia extra associada à conformação gauche. Isso resulta em uma entalpia de combustão de $x + 4,20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Q36 (NÍVEL E) A figura mostra um gráfico de energia potencial versus a coordenada de uma dada reação (Reagentes = Produtos). No gráfico, podemos ver assinaladas as energias de ativação no sentido direto da reação (E_{aD}) e no sentido inverso da reação (E_{aI}).



Utilizando a equação de Arrhenius (na forma logarítmica) para os dois sentidos da reação, temos:

$$\ln(k_D) = \ln(A_D) - \frac{E_{aD}}{RT} \quad \text{e} \quad \ln(k_I) = \ln(A_I) - \frac{E_{aI}}{RT}$$

Onde k_D e k_I são as constantes de velocidade no sentido direto e inverso, respectivamente; A_D e A_I são os fatores pré-exponenciais ou de

frequência, que correspondem a valores positivos não nulos; R é a constante universal dos gases ideais; e T é a temperatura absoluta. Se subtrairmos as expressões membro a membro, obtemos:

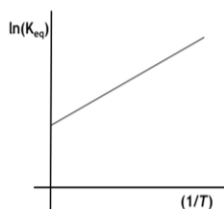
$$\ln\left(\frac{k_D}{k_I}\right) = \ln\left(\frac{A_D}{A_I}\right) - \frac{(E_{aD} - E_{aI})}{RT}$$

Sob determinadas circunstâncias, e no equilíbrio, a constante de equilíbrio, K_{eq} , é dada pela razão entre as constantes de velocidade direta e inversa, ou seja: $K_{eq} = k_D/k_I$. Assim: (tomando $A_D/A_I = A$)

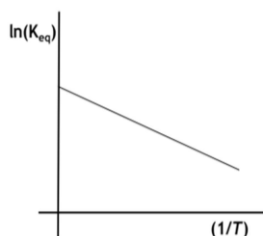
$$\ln(K_{eq}) = \ln(A) - \frac{(E_{aD} - E_{aI})}{RT}$$

Diante do exposto, assinale a opção que mostra corretamente a informação sobre a variação de entalpia da reação e o gráfico da relação entre o logaritmo natural da constante de equilíbrio e o inverso da temperatura absoluta.

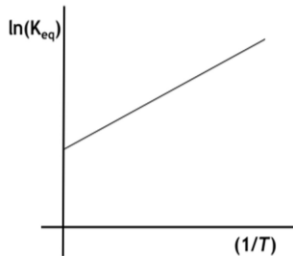
a) A reação é exotérmica e



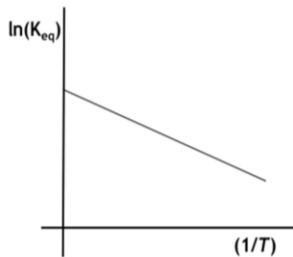
b) A reação é exotérmica e



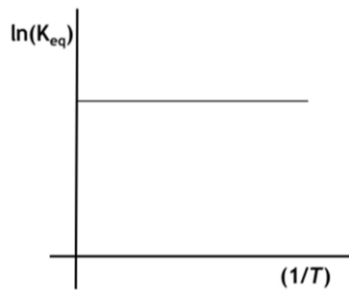
c) A reação é endotérmica e



d) A reação é endotérmica e



e) A reação é endotérmica e



Inicialmente, a partir do gráfico de energia potencial x coordenada de reação dado na questão, observa-se que a reação é exotérmica, uma vez que há a liberação de energia durante a transformação dos reagentes em produtos. Logo, exclui-se as alternativas "c", "d" e "e". A diferença entre as alternativas "a" e

"b" está no declive da reta, uma vez que uma é crescente e outra é decrescente.

Neste caso deve-se analisar a equação da reta e observar se o declive é + ou -. Sendo +, a reta é crescente; se -, a reta é decrescente. A equação da reta é dada por:

$$\ln(K_{eq}) = \ln(A) - \frac{(E_{aD} - E_{aI})}{RT}$$

Comparando com a equação $y = a + bx$, temos:

$$y = \ln(K_{eq})$$

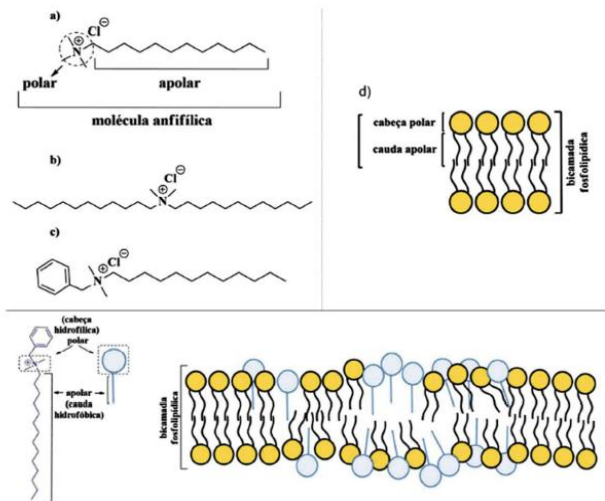
$$a = \ln(A)$$

$$b = +E_a/R$$

$$x = 1/T$$

Logo, como b é positivo ($E_{aI} > E_{aD}$), a reta é crescente. Alternativa "a" é a correta.

Q37 (NÍVEL E) No artigo intitulado "A química dos saneantes em tempos de COVID-19: você sabe como isso funciona?", os autores discutem a ação e os conceitos químicos dos principais desinfetantes empregados no combate ao novo coronavírus. Tais desinfetantes, ou agentes saneantes, são usados na higienização das mãos, objetos e superfícies. Dentre os principais sanitizantes destacam-se os sais quaternários de amônio, presentes em diversos produtos de limpeza, que possuem especial atuação sobre vírus envelopados (o envelope é composto por fosfolipídios e glicoproteínas), como o coronavírus. Estes sais são substâncias anfífilas, ou seja, em sua estrutura possuem uma parte polar e hidrofílica e outra apolar e hidrofóbica, como pode ser visto na figura abaixo. Desse modo, uma extremidade da molécula tem afinidade por água e a outra tem afinidade por compostos apolares. Abaixo são apresentadas ilustrações (modificadas) do artigo, que auxiliam na explicação do efeito dos sais quaternários de amônio sobre o vírus.



Parte superior - Exemplos de sais quaternários de amônio. Cloreto de a) dodeciltrimetilamônio, b) didodecildimetilamônio, c) dodecibenzildimetilamônio e d) Exemplo de uma bicamada fosfolipídica. Parte inferior - Exemplo de ação de um sal quaternário de amônio sobre uma bicamada fosfolipídica.

Fonte: Adaptado de: Lima *et al.*, Quim. Nova, Vol. 43, No. 5, 668-678, 2020.

A partir dos seus conhecimentos e do que é exposto na figura, assinale a opção incorreta:

- a) A ação dos sais quaternários de amônio ocorre devido à interação da parte hidrofílica destes com a parte polar dos fosfolipídios, não importando as interações hidrofóbicas.
- b) A bicamada fosfolipídica sofre desestabilização pelos sais quaternários de amônio, pois estes interferem nas interações entre os fosfolipídios, como pode ser visto na parte inferior da figura.
- c) Os sais quaternários de amônio atuam da mesma forma que sabões, favorecendo a solubilização dos fosfolipídios no meio aquoso.
- d) Os sais quaternários de amônio possuem uma parte catiônica, com o nitrogênio ligado a quatro grupos, sendo a parte lipofílica uma cadeia longa de hidrocarboneto.

e) Na bicamada fosfolipídica, a parte hidrofílica fica voltada para os meios intra e extracelular, sendo os fosfolipídios também classificados como anfifílicos.



Com o uso de substâncias anfifílicas, como sais quaternários de amônio, interações entre a cabeça polar da bicamada fosfolipídica com a parte polar desses sais, juntamente com as interações entre as partes apolares dos sais e dos fosfolipídios, a estrutura proteica do vírus é desfavorecida. Desse modo, a ação dos sais quaternários de amônio ocorre devido à interação da parte hidrofílica e hidrofóbica destes com a parte polar e apolar dos fosfolipídios, respectivamente.

Questões de Química

ONC 2019

Q38 (NÍVEL C) A tabela periódica dos elementos completa neste ano de 2019, 150 anos e constitui uma importante ferramenta para o conhecimento de toda a matéria que nos cerca. O químico russo D. I. Mendeleev propôs, em 1869, um sistema periódico de elementos, arranjando os elementos químicos conhecidos à época numa tabela, segundo determinados critérios. Em 1871, Mendeleev publicou um artigo descrevendo em detalhes as propriedades de três elementos até então desconhecidos, os quais ele chamou de eka-boro, eka-alumínio e eka-silício (eka significa que o elemento desconhecido se encontra após o elemento conhecido que completa o seu nome na tabela criada). Todos estes elementos foram descobertos nos próximos 15 anos e, interessantemente, todos os três nomes possuem origem geográfica, a saber, eka-boro é o atual Escândio (Sc), eka-alumínio o atual Gálio (Ga) e o eka-silício o Germânio (Ge). Sobre os trabalhos de Mendeleev com a primeira tabela periódica dos elementos, assinale a opção CORRETA:

a) Mendeleev organizou os elementos em ordem crescente dos seus números atômicos, sendo tal critério até hoje adotado na tabela periódica moderna.

b) Mendeleev seguiu, na maior parte da construção da tabela, um critério bem definido, porém precisou algumas vezes contrariar seu próprio critério para que os elementos conhecidos fossem corretamente colocados em grupos de propriedades semelhantes.

c) O fato de Mendeleev ter postulado sobre a existência dos elementos citados no texto comprova que o critério utilizado por ele é, de fato, aquele que melhor expressa a periodicidade das propriedades dos elementos.

d) A tabela periódica de Mendeleev seguia o critério de massa específica e só contemplava elementos sólidos nas condições ambientes.



Mendeleev criou uma carta para cada um dos 63 elementos conhecidos. Cada carta continha o símbolo do elemento, a massa atômica e suas propriedades químicas e físicas. Colocando as cartas em uma mesa, organizou-as em ordem crescente de suas massas atômicas, agrupando-as em elementos de propriedades semelhantes. Formou-se então a tabela periódica.

A vantagem da tabela periódica de Mendeleev sobre as outras, é que esta exibia semelhanças, não apenas em pequenos conjuntos como as tríades. Mostravam semelhanças numa rede de relações vertical, horizontal e diagonal.

Q39 (NÍVEL C) O berço da maioria dos diversos elementos químicos naturais ocorre nas estrelas. Quando uma estrela explode na forma de uma supernova, completa o processo de nucleossíntese, espalhando os núcleos atômicos produzidos pelo Universo, em forma de poeira cósmica. Sobre esse processo e a evolução do Universo, determine a proposição CORRETA:

- a) Os núcleos atômicos de hidrogênio foram formados nas estrelas.
- b) A minoria dos núcleos átomos de nosso corpo um dia foi poeira cósmica.
- c) Sem a gravidade não existiria a diversidade de elementos químicos naturais, pois as estrelas não seriam formadas.
- d) Para formar um núcleo de oxigênio, elemento fundamental para a vida, são necessários fundir dezesseis núcleos de hidrogênio em alguma estrela.



Sem a gravidade a grande variedade de elementos químicos não existiria, uma vez que não teríamos a formação das estrelas, das quais grande parte dos núcleos atômicos são oriundos.

Q40 (NÍVEL C) Na história da ciência, o período entre o final do século XIX e o início do século XX ficou marcado pelo importante nascimento da Física Quântica, principalmente devido aos trabalhos de Planck no estudo da radiação do corpo negro (1900), e um pouco mais tarde pelas explicações dadas por Einstein relacionadas ao efeito fotoelétrico (1905). Por sua vez, a aplicação da Quântica dada por Niels Bohr, um físico dinamarquês, ao modelo para o átomo de hidrogênio (1913) resultou numa revolução de pensamento. Este modelo teve espetacular sucesso na interpretação do espectro atômico do hidrogênio concordando grandemente com equações empíricas já existentes que, entre outras aplicações, estimavam os comprimentos de onda das raias do espectro. Uma destas equações é a conhecida equação de Rydberg:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

Onde λ é o comprimento de onda da raia espectral, R_H é a constante de Rydberg para o hidrogênio ($R_H = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$), n_f e n_i , são os níveis final e inicial envolvidos na transição. Outra grande contribuição da Física Quântica, no que diz respeito ao entendimento dos átomos, foi a sua capacidade de melhorar as interpretações a respeito de periodicidades químicas e das descrições das estruturas eletrônicas dos elementos. Na descrição citada, os elétrons em um átomo são especificados como um conjunto de quatro números quânticos (principal, secundário ou azimutal, magnético e de spin) que descrevem os seus estados energéticos. Considere um elétron num átomo de hidrogênio num determinado estado energético cujo número quântico principal seja $n = 4$ e com base no texto, assinale a opção que mostra aproximadamente o comprimento de onda do fóton associado à transição deste elétron para o nível cujo número quântico principal

seja $n = 2$ (Observação: transições para o nível $n = 2$ originam a série espectral denominada série de Balmer, em homenagem ao cientista Johann Balmer que estudou tal série). Dado: $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

- a) 740 nm
- b) 550 nm
- c) 206 nm
- d) 485 nm



Substituindo os valores fornecidos na questão:

$$\frac{1}{\lambda} = 1,1 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1,1 \times 10^7 \times 0,1875 = 2.062.500$$

$$\lambda = \frac{1}{2.062.500} = 4,85 \times 10^{-7} = 485 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 485 \text{ nm}$$

Q41 (NÍVEL C) Recentemente, seis pessoas de uma mesma família brasileira foram encontradas mortas em um apartamento em Santiago, no Chile. Suspeita-se que o triste fato ocorreu devido à inalação de monóxido de carbono (CO) que vazou do aquecedor de água, que estava ligado à rede de gás. O monóxido de carbono é um gás incolor e inodoro e a sua toxicidade para os seres humanos é um exemplo de uma reação ácido-base de Lewis. Normalmente, o oxigênio forma uma ligação com os íons de Fe(II) da hemoglobina num equilíbrio químico reversível como parte do processo respiratório. O CO é um ácido de Lewis mais forte do que o O_2 e assim forma uma forte ligação (num processo quase irreversível) com os íons de Fe(II) da hemoglobina. Isto impede a troca normal de O_2 na respiração humana, provocando a morte por asfixia. Adicionalmente, as funções da mioglobina e da enzima citocromo c oxidase nas mitocôndrias são afetadas. Neste contexto, uma

concentração de CO de apenas 0,16% em volume no ar é suficiente para dar náuseas em 20 minutos e levar à morte em menos de 2 horas. Com relação ao texto e à química do CO, assinale a opção INCORRETA: Dados: massa molar do CO = 28 g mol⁻¹.

a) O fato de que o CO é um ácido de Lewis forte indica que ele pode fazer ligações coordenadas com o Fe(II) da hemoglobina, onde há essencialmente a doação de um par de elétrons do CO para o centro metálico.

b) Num ambiente com 300 m³, sob condições em que o CO esteja num teor equivalente à dose letal citada no texto e com volume molar igual a 25 L mol⁻¹, existem dispersos no ar uma massa de (300×1,6×28)/25 g de CO.

c) A molécula do CO é polar e possui uma tripla ligação entre os átomos de carbono e oxigênio.

d) O CO decorre, principalmente, da combustão incompleta de compostos orgânicos.



CO não faz ligações coordenadas com o Fe, uma vez que o monóxido de carbono é uma molécula não metálica e o ferro é metálico, formando assim uma ligação iônica (metal + ametal).

Q42 (NÍVEL C) Os organismos vivos não constituem exceções às leis da termodinâmica. Eles incorporam, de seu meio ambiente, uma forma de energia que pode ser utilizada por eles nas condições especiais de temperatura e pressão nas quais vivem (energia livre) e, em seguida, repõe ao meio ambiente uma quantidade equivalente de energia em forma, menos utilizável (calor e outras formas de energia). A modalidade utilizável de energia que as células incorporam é denominada energia livre, que pode ser definida como o tipo de energia capaz de produzir trabalho útil em condições de temperatura e pressão constantes. Com relação ao assunto, assinale a alternativa INCORRETA:

a) As reações biológicas obedecem às leis da termodinâmica e dependem da energia livre de Gibbs disponível para que a reação ocorra a uma dada temperatura e pressão constantes.

b) A energia de Gibbs se refere a quantidade mínima de energia útil que pode ser extraída de um sistema fechado.

c) Quando uma reação química ocorre, há uma alteração nos níveis de energia de Gibbs entre o sistema inicial e final.

d) Reações exergônicas são favoráveis e muitas vezes espontâneas.



Energia livre é a energia da qual o processo dispõe para realizar trabalho útil à temperatura e pressão constantes. Visto que em um processo a energia nunca é totalmente convertida em trabalho, a fração de energia útil do sistema, isto é, que realiza o trabalho, é considerada a energia livre.

Q43 (NÍVEL C) A figura abaixo mostra o diagrama de fase do H₂O, onde C corresponde ao par ordenado: (374 °C; 165.680 mmHg)

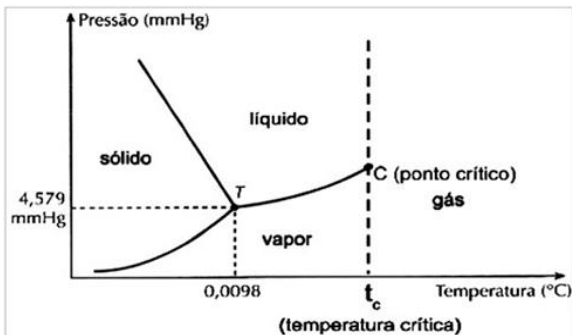


Imagem: Equipe ONC.

Identifique a proposição CORRETA:

a) O trecho de T a C justifica porque a água ferve a menos de 100 °C nos locais de grande altitude aqui na Terra, o que provoca o cozimento mais rápido dos alimentos.

b) No interior da panela de pressão, a água ferve a uma temperatura superior a 100 °C, conforme indica o trecho de T a C.

c) Quando uma roupa é colocada no varal, a pressão no entorno da roupa reduz muito já que a água líquida vira vapor de água na temperatura ambiente, conforme o trecho de T a C.

d) Mesmo tendo temperatura média de 482 °C, no planeta Vênus não existe água no estado gasoso devido à imensa pressão atmosférica.



No interior da panela de pressão, a água ferve a uma temperatura superior a 100 °C. Isso acontece porque a água só entra em ebulição quando a pressão do líquido é igual à pressão do ambiente onde ela está. Dentro de uma panela de pressão, a pressão é bem maior do que a pressão atmosférica, e, portanto, a pressão da água também terá que ser maior para fazê-la ferver. E para aumentar a pressão, tem que aumentar a temperatura também. É por isso que a água ferve a uma temperatura maior que 100°C numa panela de pressão.

Q44 (NÍVEL D) Em grande parte do século XVIII, a química foi dominada pela teoria do flogístico (do grego, phlogizein, incendiar, queimar). Com raízes na alquimia do alemão Johann Becher, o desenvolvimento desta teoria, por parte de Stahl (aluno de Becher) tentava obter uma explicação geral para as reações químicas. Para os cientistas adeptos da teoria, o flogístico era constituinte do fogo. Materiais como, a parafina, o carvão e outros combustíveis seriam compostos praticamente de flogístico, libertado na forma de luz e calor durante a queima destes materiais. Ainda neste contexto, numa combustão, o flogístico precisaria sair para o ar, que por sua vez poderia ficar “saturado” de flogístico caso estivesse

presente apenas em certa quantidade, ou seja, se a combustão ocorresse em sistema fechado, ela poderia cessar se o ar ali presente “absorvesse” o limite de flogístico. Em outro ponto da teoria, dizia-se que, o flogístico por ser fogo ou calor (que sobem na atmosfera), de alguma forma era repellido pelo campo gravitacional da terra fazendo com que as substâncias com maior conteúdo de flogístico, em geral, fossem mais leves. Considere a reação exotérmica de oxidação de um metal, formando o seu respectivo óxido metálico, num sistema fechado onde o oxigênio está em quantidade limitante e com base no que foi exposto acima, assinale a opção que mostra a interpretação que seria dada pela teoria do flogístico para esta reação.

a) A reação cessa antes de consumir todo o metal, pois todo o flogístico presente no ar será absorvido, com a consequente liberação de calor e diminuição do peso do sólido final em relação ao peso do metal reagente.

b) A reação cessa antes de consumir todo o metal, mas a teoria do flogístico não pode apresentar interpretação para este fato, limitando-se apenas a indicar que o peso do sólido final é maior do que aquele do sólido de partida, pois o conteúdo de flogístico diminuiu.

c) A reação cessa antes de consumir todo o metal, pois o flogístico presente no metal ainda “não reagido” não tem para onde ir. Além disso, o produto sólido final é mais pesado do que o sólido de partida devido à diminuição no conteúdo de flogístico.

d) A reação cessa antes de consumir todo o metal, pois todo o conteúdo de flogístico do metal reagente é esgotado. Além disso, o peso do sólido final é maior do que aquele do sólido de partida devido ao aumento no conteúdo de flogístico.



A teoria do flogístico, tentava explicar os fenômenos de combustão e oxidação. Segundo essa teoria, quando um material queima, ele libera uma substância chamada flogístico. Além disso, para essa teoria, a quantidade de flogístico que o ar pode

absorver é limitada, então se a combustão ocorrer em um sistema fechado, a reação pode parar antes que todo o material seja consumido, pois o ar dentro do sistema se torna "saturado" de flogístico.

A teoria do também afirmava que os materiais que contêm mais flogístico são mais leves, pois o flogístico é repellido pelo campo gravitacional da Terra. Portanto, para essa teoria, na reação de oxidação de um metal para formar um óxido metálico, o produto seria mais pesado que o metal original, pois o conteúdo de flogístico no metal diminui durante a reação.

Q45 (NÍVEL D) Os seres vivos são o resultado de uma longa evolução química, a qual precedeu a evolução biológica. Esta hipótese, inicialmente introduzida pelo bioquímico Oparin, em 1924, e pelo biólogo Haldane, em 1929, postula que a vida se originou na Terra depois de uma longa evolução de moléculas simples até mais complexas. O experimento clássico de Miller foi a primeira evidência experimental que a hipótese de Oparin-Haldane poderia estar correta. No experimento, Miller usou uma mistura dos gases metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) para simular a atmosfera primitiva, gerando faíscas que simulariam os raios. A análise química da solução aquosa obtida no experimento detectou a existência de aminoácidos demonstrando assim a formação de compostos orgânicos de interesse biológico em condições similares às da atmosfera terrestre primitiva. Apesar disto, o experimento de Miller não é mais considerado representativo para os processos químicos ocorridos há bilhões de anos, uma vez que seu modelo de atmosfera primitiva não se encaixa como modelo considerado atualmente. Entretanto, o experimento citado iniciou o desenvolvimento da pesquisa experimental sobre evolução química e as origens da vida, a chamada química prebiótica

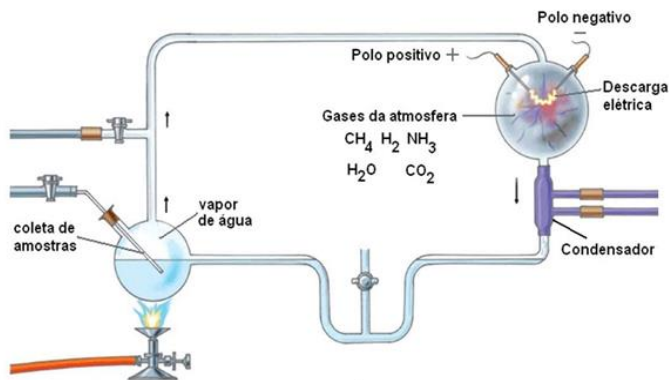


Imagem: <http://juliarocha-cfb.blogspot.com/2011/03/o-experimento-de-stanley-miller-e.html>

Analisando aspectos relacionados ao experimento de Miller e à imagem mostrada, assinale a opção INCORRETA:

- Nos gases, metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) o átomo de hidrogênio apresenta números de oxidação, +1, +1 e 0, respectivamente.
- Com base nos estados de oxidação do carbono no metano e do nitrogênio na amônia, podemos inferir que Miller imaginou uma atmosfera primitiva com gases nas suas formas oxidadas.
- Dentre os equipamentos mostrados na imagem, o condensador é essencial para a aparelhagem relativa à destilação simples, bastante usada em laboratórios de Química.
- As faíscas utilizadas por Miller simulavam os trovões na atmosfera primitiva, atuando como fontes de energia para as reações químicas.



A oxidação ocorre por meio da perda de elétrons em ligações iônicas, mas nas ligações acima não há perdas de elétrons há o compartilhamento deles.

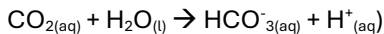
Q46 (NÍVEL D) O modelo atômico de Bohr, apesar de quântico, carregava as concepções do modelo clássico de Rutherford. Para o modelo de Bohr, os elétrons eram esferas que descreviam movimentos circulares e uniformes em torno do núcleo atômico com carga elétrica positiva. Esse modelo se encaixou perfeitamente nos comportamentos do átomo de hidrogênio, mas falhava quando aplicado nos demais átomos. Sobre esse modelo atômico, identifique a proposição INCORRETA:

- a) Adotava o núcleo atômico como o “Sol” e os elétrons como os “planetas”.
- b) A força elétrica faria o papel que a força gravitacional faz no sistema planetário.
- c) O átomo seria um sistema dissipativo, perdendo energia constantemente.
- d) A distribuição eletrônica na eletrosfera correspondia a uma restrição quântica para os valores dos raios das trajetórias descritas pelos elétrons.



A energia do átomo seria distribuída em camadas, logo eles não perdem energia, apenas a manteriam constante, segundo a teoria de Bohr.

Q47 (NÍVEL D) A homeostase ácido-base é um dos sistemas mais bem regulados nos organismos vivos. Os tampões no sangue são responsáveis pela estabilidade do pH, sendo um dos mais importantes o tampão de bicarbonato cujos componentes são regulados pelos pulmões e rins e cujo equilíbrio pode ser representado pela reação:



A concentração do $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ é diretamente proporcional à pressão do CO_2 gasoso nos pulmões, estando estas relacionadas pela lei de Henry. A importância da regulação do pH pode ser ilustrada por sua influência em várias redes fisiológicas, por exemplo, transporte de oxigênio mediado

por hemácias contendo hemoglobina. A hemoglobina possui menor afinidade ao oxigênio nos tecidos com menor valor de pH. Com base no texto e nos mecanismos de funcionamento dos tampões, incluindo os conceitos de deslocamento de equilíbrio químico, assinale a opção CORRETA:

a) Durante uma intensa atividade física, o pH nos músculos diminui devido ao metabolismo anaeróbico, assim o equilíbrio do tampão deve ser deslocado para a esquerda para que nestes tecidos o pH aumente e não haja prejuízo para o transporte de oxigênio pela hemoglobina.

b) O efeito de resposta do equilíbrio do tampão deslocando-se para a esquerda é conseguido aumentando-se a pressão de CO_2 nos pulmões.

c) O aumento da pressão de CO_2 gasoso nos pulmões afeta o equilíbrio do tampão de tal forma que uma eventual produção de ácido pelo organismo seria prontamente regulada.

d) Para que a ação do tampão de bicarbonato seja efetiva é necessário que a concentração de CO_2 dissolvido seja muito maior do que a concentração do próprio bicarbonato.



A formação de ácido láctico durante o metabolismo anaeróbico pode diminuir o pH dos músculos. Dessa forma, para manter o pH dos sistemas dentro de uma faixa saudável, o corpo humano tem sistemas de tampão. A hemoglobina no sangue, por exemplo, atua como um tampão, ligando-se aos íons de hidrogênio para ajudar a manter o pH do sangue. Isso é crucial para o transporte de oxigênio, pois um pH baixo pode alterar a forma da hemoglobina e reduzir sua capacidade de transportar oxigênio. Portanto, o deslocamento do equilíbrio do tampão para a esquerda nos tecidos musculares durante a atividade física intensa é uma resposta adaptativa importante do corpo para manter o pH adequado e garantir o transporte eficiente de oxigênio

Q48 (NÍVEL D) Basicamente existem dois tipos de reações químicas: aquelas que ocorrem com transferência de elétrons e aquelas que ocorrem sem a transferência de elétrons. A ocorrência espontânea de uma dada reação química depende especialmente de fatores termodinâmicos. Dizemos que a reação é favorável se, no sentido em que ela se processa, houver uma diminuição de energia útil do sistema, também denominada de energia livre de Gibbs. Por outro lado, indícios termodinâmicos para a espontaneidade de uma reação não informam sobre a cinética da mesma, ou seja, podemos ter uma reação termodinamicamente favorável que ocorra em anos e outra que ocorra em segundos. Apesar do exposto e devido ao conhecimento acumulado sobre as reações químicas, sem recorrermos a cálculos de energia livre ou de energias de ativação, por exemplo, podemos prever se uma dada reação sem transferência de elétrons tem tendência a ocorrer, através de considerações acerca dos possíveis produtos. Em outras palavras, as reações citadas, especialmente em meio aquoso, ocorrem quando há: 1) a formação de produtos insolúveis; 2) o desprendimento de gases; 3) a formação de compostos menos ionizados.

Com base no texto, analise os reagentes nas três reações mostradas abaixo e assinale a opção CORRETA a respeito da previsão de ocorrência ou não das reações químicas mostradas.



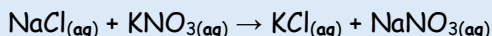
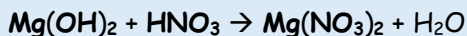
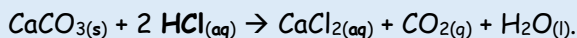
- a) A reação I ocorre espontaneamente com a formação de um produto que sofre decomposição com consequente desprendimento de um gás.
- b) A reação II ocorre espontaneamente com a formação de um produto pouco solúvel.
- c) A reação III ocorre espontaneamente com a formação de produto menos ionizado.
- d) As reações I e II não têm tendência para ocorrer espontaneamente.



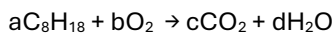
Reação 1 ocorre, pois há formação de ácido carbônico, que é por ser instável vai se decompor em CO_2 e H_2O , logo, há formação de um gás e será espontânea.

Reação 2 ocorre e haverá formação de um nitrato que é solúvel

Reação 3 formará compostos iônicos.



Q49 (NÍVEL E) A gasolina é uma mistura de vários hidrocarbonetos, que, na média típica, pode ser representada por C_8H_{18} . A forma simplificada da combustão completa da gasolina é:



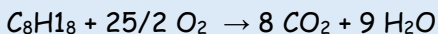
onde a, b, c e d são coeficientes estequiométricos.

O calor de combustão da gasolina é aproximadamente 9600 cal/g e os motores que usam sua combustão para realizar trabalho possui um desperdício mínimo de 60%. Sendo assim, determine a proposição CORRETA:

- a) A substância que representa a gasolina é o octeno.
- b) Um grama de gasolina permite que um automóvel realize, aproximadamente, até 5.760 cal de trabalho.
- c) Para a equação química apresentada, quando $a = 2$, o coeficiente d assume o valor 18.
- d) A gasolina é uma fonte de energia limpa.



A equação balanceada da combustão completa da gasolina é:



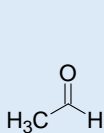
Se $a=2$, então: $2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25\text{O}_2 \rightarrow 16\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$

Q50 (NÍVEL E) Aldeídos correspondem a uma classe de compostos orgânicos de grande interesse no campo da síntese orgânica. Um tipo de reação destes compostos muito utilizada é a conhecida condensação aldólica que ocorre quando no aldeído há pelo menos um hidrogênio alfa (α -H), ou seja, **um hidrogênio ligado a um carbono vizinho à carbonila**. O hidrogênio citado possui certa acidez devido à retirada de elétrons por parte da carbonila e por este motivo ele pode ser removido por uma base forte, o que resulta num enolato que atuando sobre outra molécula de aldeído, gera um composto β -hidróxi-aldeído (aldol). Por outro lado, se a molécula do aldeído **não** possuir hidrogênio alfa, a ação de uma base forte leva ao seu desproporcionamento (o composto sofre ao mesmo tempo oxidação e redução) num processo conhecido como **reação de Cannizzaro**. Assinale a opção que mostra o composto que **NÃO** reage segundo a reação de Cannizzaro:

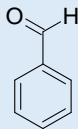
- a) acetaldeído.
- b) benzaldeído.
- c) formaldeído.
- d) trimetilacetaldeído.



De acordo com o que é dito na questão, um composto não irá reagir segundo a reação de Cannizzaro quando este possuir um hidrogênio alfa, ou seja, um H ligado a um carbono vizinho à carbonila. Dentre as opções, ao analisar as estruturas, percebe-se que o acetaldeído é o composto que possui H alfa ligado à carbonila e por isso não sofre reação de Cannizzaro. Segue estruturas:



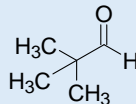
Acetaldeído



benzaldeído



formaldeído

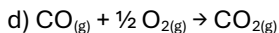
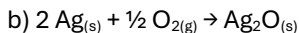
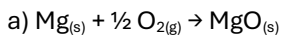


trimetilacetaldeído

Q51 (NÍVEL E) No contexto da teoria metalúrgica é bastante comum o uso do chamado diagrama de Ellingham que fornece informações sobre a espontaneidade dos processos, ilustrando a dependência da energia livre de Gibbs padrão da formação de óxidos metálicos com a temperatura. Em geral, o diagrama é utilizado para identificar a temperatura na qual a redução dos óxidos, formando os respectivos metais, ocorre favoravelmente pela ação do carbono ou do monóxido de carbono. Os gráficos do diagrama são retas que representam a equação:

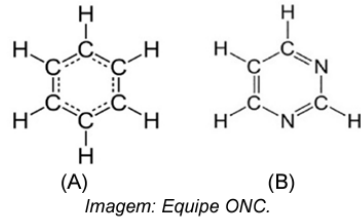
$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

sendo que para a faixa de temperatura estudada, os valores de variação de entalpia e entropia são tomados como constantes, ou seja, independentes da temperatura. Assim diversas reações são representadas no diagrama de ΔG^0 versus T, cada uma com sua inclinação e intercepto. Assinale a opção que mostra a reação que possui inclinação negativa na sua reta no diagrama de Ellingham:



No diagrama de Ellingham, a inclinação para uma reação é determinada pelo termo $-\Delta S^0$ na equação $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$. Se ΔS^0 for positivo, a inclinação será negativa, e vice-versa. A reação que possui inclinação negativa no diagrama de Ellingham é aquela em que a entropia padrão (ΔS^0) da reação é positiva. Isso geralmente ocorre quando há um aumento no número de mols de gás durante a reação. Das opções dadas, a reação $\text{C}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{(g)}$ é a que tem uma inclinação negativa, porque há um aumento no número de mols de gás (de 1/2 para 1), o que resulta em um aumento na entropia ($\Delta S^0 > 0$).

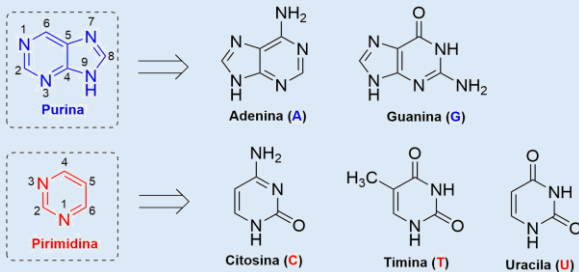
Q52 (NÍVEL E) Acredita-se que muitas das moléculas precursoras das macromoléculas biológicas estavam presentes nos ambientes quando os planetas foram formados. Abaixo temos um exemplo de composto orgânico (A) que apresenta alta semelhança estrutural com uma pirimidina (B), composto que foi fundamental para o estabelecimento da vida. De acordo com a figura, o composto orgânico A e um exemplo de derivado pirimídico seriam, respectivamente:



- a) benzeno e uracila
- b) naftaleno e timina
- c) tolueno e adenina
- d) benzeno e guanina.



Com base nas estruturas a seguir é possível observar as semelhanças estruturais descritas na questão e as estruturas do benzeno e da uracila:



Q53 (NÍVEL E) O esquema mostra a representação 2D do enovelamento de uma proteína hipotética, com o direcionamento dos círculos pretos para o interior da proteína e dos círculos brancos para sua superfície.

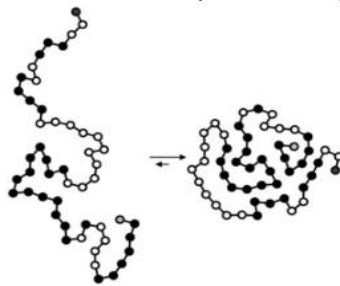
Os círculos pretos e brancos desta proteína representam, respectivamente:

a) resíduos hidrofóbicos e resíduos hidrofílicos.

b) aminoácidos que interagem entre si principalmente por ligações de hidrogênio, e aminoácidos que interagem entre si por Forças de London.

c) aminoácidos que interagem por pontes dissulfeto, e aminoácidos apolares.

d) aminoácidos polares com carga positiva, e aminoácidos polares com carga negativa.



Em proteínas, o enovelamento envolve a aproximação mútua de resíduos hidrofóbicos, que buscam se esconder da água (também chamado de colapso hidrofóbico), ocasionando a expulsão deste solvente da região central da proteína. Simultaneamente, os resíduos polares são expostos ao solvente, e interações inter-resíduo são estabelecidas. Assim, a estrutura enovelada, nativa, terá uma quantidade mínima de moléculas de água em seu interior e um número máximo de contatos inter-resíduo.

Q54 (NÍVEL E) Em 1911, Rutherford descobriu o núcleo atômico e, com ele, elaborou um modelo para o átomo de hidrogênio semelhante ao sistema solar. Para explicar a radiação emitida e a absorvida pelo átomo de hidrogênio, Bohr insere uma condição ao modelo de Rutherford: o elétron só poderia movimentar-se na eletrosfera por órbitas circulares cuja produto da quantidade de movimento pelo o raio fosse $n \cdot Q_0 \cdot R_0$, sendo n um número inteiro de 1 a 7; Q_0 a maior quantidade de movimento

do elétron e R_0 o menor raio de órbita. Sobre o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio, identifique a proposição INCORRETA. Considere que e representa a carga elementar e m representa a massa do elétron.

a) Na eletrosfera, o elétron não possui aceleração, pois desenvolve um movimento uniforme.

b) A menor velocidade do elétron na eletrosfera é $\sqrt{\frac{k.e^2}{m.R_0}}$.

c) Esse modelo não obedecia às leis clássicas do eletromagnetismo, pois o elétron não emitia onda eletromagnética mesmo sofrendo aceleração.

d) Apesar de obedecer às leis newtonianas, esse modelo guarda características quânticas na medida em que assume quantidades discretas para grandezas físicas.



O modelo de Rutherford apresenta uma falha mostrada pela teoria do eletromagnetismo, onde toda partícula com carga elétrica submetida a uma aceleração origina a emissão de uma onda eletromagnética. O elétron em seu movimento orbital ao redor do núcleo está submetido a uma aceleração centrípeta e, portanto, emitirá energia na forma de onda eletromagnética. Logo, como há aceleração centrípeta, a alternativa incorreta é "a" que diz o inverso.

Q55 (NÍVEL E) O estrôncio é encontrado em todas as rochas ígneas (aquelas que correspondem ao resultado do resfriamento do magma derretido ou parcialmente derretido) em uma pequena porcentagem na forma de sulfatos (celestita) e carbonatos (estroncianita), além de traços de brometo de estrôncio, que se formam na estrutura ortorrômbica quando desidratado (anidro) e na estrutura trigonal quando hexahidratado. O isótopo ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ do estrôncio tem abundância relativa de

1% e sofre um decaimento radioativo emitindo uma partícula beta (${}_{-1}\beta^0$) e formando o elemento ítrio (${}_{39}\text{Y}^{90}$). A reação nuclear, cuja meia vida é de 30 anos, pode ser representada por: ${}_{38}\text{Sr}^{90} \rightarrow {}_{39}\text{Y}^{90} + {}_{-1}\beta^0$. Assinale a opção que mostra a idade de uma amostra de SrBr_2 (brometo de estrôncio) isolada de uma rocha ígnea que possui 0,75% de ${}_{39}\text{Y}^{90}$.

- a) 60 anos.
- b) 30 anos.
- c) 90 anos.
- d) 75 anos.



A meia-vida de um isótopo radioativo é o tempo necessário para que metade da quantidade inicial desse isótopo se transforme em outro elemento por decaimento radioativo. No caso do isótopo ${}_{38}\text{Sr}^{90}$, a meia-vida é de 30 anos. Isso significa que, após 30 anos, metade do ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ teria decaído para ${}_{39}\text{Y}^{90}$.

Se uma amostra de SrBr_2 isolada de uma rocha ígnea possui 0,75% de ${}_{39}\text{Y}^{90}$, isso significa que mais de uma meia-vida se passou, pois mais de 50% do ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ decaiu para ${}_{39}\text{Y}^{90}$.

Após a primeira meia-vida (30 anos), 50% do ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ teria decaído para ${}_{39}\text{Y}^{90}$. Após a segunda meia-vida (mais 30 anos, totalizando 60 anos), metade do restante ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ (ou seja, 25% do total original) teria decaído, resultando em 75% de ${}_{39}\text{Y}^{90}$.

Questões de Química

ONC 2018

Q56 (NÍVEL C) Às vezes o amor e a paixão atingem as pessoas da maneira mais avassaladora possível. Um sem-número de reações químicas envolvem o nosso corpo e altera os nossos comportamentos. Sabendo disso, um Nerd romântico enviou o seguinte bilhete para uma colega de sala

63 Eu 152	52 Te 127,6	95 Am 247	8 O 16	31 Ga 69,7	73 Ta 180,9
-----------------	-------------------	-----------------	--------------	------------------	-------------------

Observando os fragmentos tirados da tabela periódica, assinale a opção verdadeira:

- a) existe três elementos pertencentes ao mesmo período.
- b) Um destes elementos é um gás nobre.
- c) dois destes elementos pertencem a família dos calcogênios.
- d) Um destes elementos é um halogênio.



Consultando a Tabela Periódica, pode-se observar que os elementos químicos telúrio e oxigênio pertencem à família dos calcogênios.

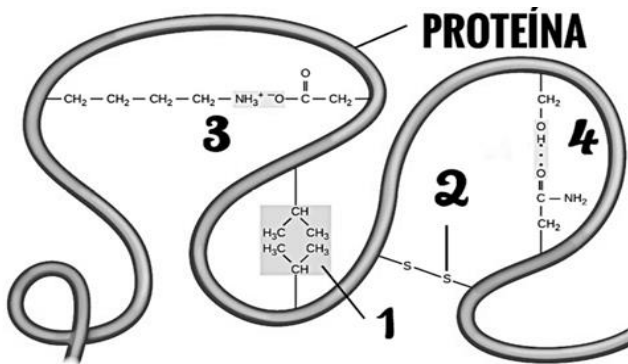
Q57 (ONC 2018 NÍVEL C) Correspondendo ao nosso colega romântico, e aproveitando a brincadeira envolvendo números alusivos à Tabela Periódica, a sua colega de sala respondeu com o seguinte bilhete ao final da aula: “segue meu WhatsApp - O Be N N Li O N C”. Qual é o número do WhatsApp dela?

- a) 8477-3876
- b) 9266-2768
- c) 8455-3856
- d) 9699-3896



O número do “WhatsApp” corresponde aos números atômicos (Z) dos elementos químicos: O (8) Be (4) N(7) Li (3) C(6)

Q58 (NÍVEL C) A estrutura terciária das proteínas é determinada por uma variedade de interações químicas. Estas incluem interações hidrofóbicas, ligações iônicas, ligações de hidrogênio, e ligações dissulfeto. Todas essas interações, fracas e fortes, determinam a forma tridimensional final da proteína. Quando uma proteína perde sua forma tridimensional, ela pode não ser mais funcional. A figura abaixo representa um fragmento de uma proteína e 4 tipos de interações moleculares ou ligações químicas que garantem a sua conformação tridimensional:



Assinale a alternativa que indica corretamente os tipos de forças intermoleculares ou de ligações químicas presentes nesta proteína:

- a) 1. ligação de hidrogênio, 2. ligação iônica, 3. interação hidrofóbica, 4. ligação dissulfeto.
- b) 1. ligação iônica, 2. ligação dissulfeto, 3. ligação de hidrogênio, 4. interação hidrofóbica.
- c) 1. interação hidrofóbica, 2. ligação dissulfeto, 3. ligação iônica, 4. ligação de hidrogênio.
- d) 1. ligação dissulfeto, 2. ligação iônica, 3. interação hidrofóbica, 4. ligação de hidrogênio.



Os tipos de forças intermoleculares e ligações químicas presentes nesta proteína são:

1. interação hidrofóbica - interação intermolecular entre grupos apolares
2. ligação dissulfeto - ligação covalente entre 2 átomos de enxofre;
3. ligação iônica - ligação entre íons;
4. ligação de hidrogênio.

Q59 (NÍVEL C) O gás usado nos automóveis é chamado de GNV (gás natural veicular), mistura de metano e etano, e o usado na cozinha é chamado de GLP (gás liquefeito do petróleo), mistura de propano e butano. Existem laboratórios com equipamento apropriado para suportar a pressão do GNV, usando-o para alimentar fogões.

Quanto gramas de etano (componente do GNV) são necessários para colocar 1 litro de água, inicialmente a 25 °C, no ponto de ebulição?

Dados: calor específico da água = 1 cal/(g.°C)

Densidade da água = 1 g/mL

Reação de combustão do etano:



- a) 2 g
- b) 3 g
- c) 4 g
- d) 6 g



O calor específico da água é de 1 cal/g.°C, ou seja, para aumentar 1 °C na temperatura em 1 g de água é necessário 1 cal.

Em 1 L de água, há 1.000 g, considerando densidade de 1,0 g/mL

Para aumentarmos a temperatura de 25 °C para 100 °C, precisaremos de:



$$Q = c \times m \times T$$

$$Q = 1000 \times 1 \times (100 - 25) = 75.000 \text{ cal}$$

Pela reação balanceada, 2 mol de etano gera 750 Kcal, logo:

$$750.000 \text{ cal} \text{ — } 2 \text{ mol}$$

$$75.000 \text{ cal} \text{ — } x$$

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

Como a massa molar é de 30 g/mol, temos que para 0,2 mol a massa corresponde a 6,0 g.

Q60 (NÍVEL C) Apesar de quase não prestarmos atenção ao fato, a química é parte inerente a todos os momentos da nossa vida, desde que acordamos até quando nos deitamos à noite. Coisas que às vezes nem reparamos tem várias explicações. Veja por exemplo o preparo do café nas manhãs, na maioria das casas:

Para o preparo do nosso tradicional “cafezinho”, são utilizados métodos de separação de misturas.

Dentre eles podemos relacionar:

- a) Sifonação e Centrifugação
- b) Decantação e separação magnética
- c) Centrifugação e Filtração
- d) **Extração e Filtração**



Para o preparo do café são utilizados os seguintes métodos de separação de misturas: Extração e filtração. Na extração usa-se um líquido para extrair um dos componentes de uma mistura. Isso acontece quando a água passa pelo café e extrai determinadas substâncias. A filtração ocorre quando essa mistura é passada por um material poroso (filtro), que é o coador, separando a borra do café líquido.

Q61 (NÍVEL C) A agricultura, por mais que não possa parecer tanto à primeira vista, é um verdadeiro laboratório a céu aberto para estudos das ciências. Desde o preparo de sementes mais resistentes a pragas e intempéries até a cálculos que demonstram uso de água por gravidade utilizando as leis da física. Durante uma aula de química, o professor explicava sobre o método da “calagem” como forma de preparar o solo antes do plantio, que consiste no uso de cal hidratado Ca(OH)_2 para ser misturado ao solo. Qual seria o objetivo deste processo?

- a) Aumentar a acidez do solo
- b) Diminuir a acidez do solo
- c) Manter a acidez do solo
- d) Aumentar a umidade do solo



A calagem é uma etapa do preparo do solo para o cultivo agrícola que tem dois objetivos principais: diminuir a acidez (aumentando o pH do solo) e fornecer cálcio e magnésio para as plantas. Para tal, faz-se o uso de um composto básico, como Ca(OH)_2 .

Q62 (NÍVEL C) Uma das mais fascinantes áreas das ciências é a produção de medicamentos. Com a separação e isolamento de determinadas substâncias, e a fabricação de modo sintético de outras acabamos por conseguir produzir em larga escala diversos medicamentos. Um exemplo disto é um dos analgésicos mais produzidos e consumidos em todo o mundo, a aspirina. A fórmula molecular do Ácido Acetilsalicílico – AAS - $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ é conhecida em todo o mundo científico. Se considerarmos que um mol de AAS leva à produção de 500 comprimidos de aspirina, quantos comprimidos de aspirina poderão ser produzidos com 1,0 (um) Kg de AAS?

Dados: Massa Molar C = 12g/mol H = 1g/mol O = 16g/mol

- a) 2.778 comprimidos
- b) 3.678 comprimidos

c) 3.256 comprimidos

d) 2.995 comprimidos



MM ($C_9H_8O_4$) = 180 g/mol

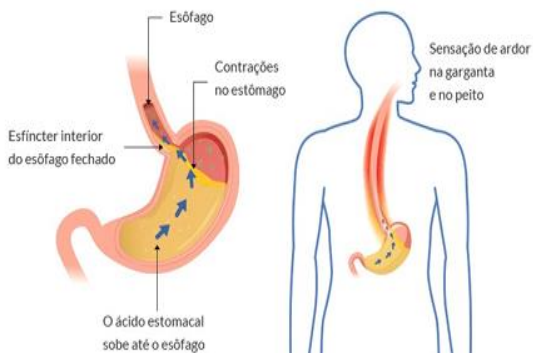
180 g de aspirina (1 mol) — 500 comprimidos

1000g de aspirina — X comprimidos

$X = (500 \times 1000) / 180 = 2778$ comprimidos

Q63 (NÍVEL D) Muitas reações que acontecem no nosso corpo sofrem influência direta do tipo de alimentação que ingerimos. A azia é um exemplo clássico:

Manifestação da azia no organismo



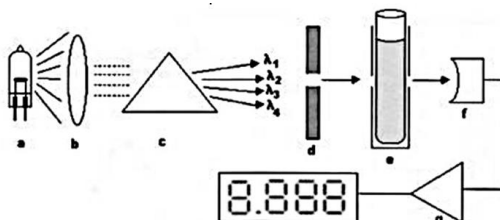
O excesso de ácido clorídrico no processo digestivo acaba por fazer com que este ácido suba pelo estômago e passe pelo esfíncter interior do esôfago, provocando pequenas “queimaduras” que nos dão uma sensação de ardor na garganta e no peito. Dentre as ações descritas abaixo, qual seria recomendável para amenizar os efeitos da azia no nosso corpo?

- a) Beber água
- b) Beber suco de laranja
- c) Beber porções de vinagre
- d) beber leite de magnésia



Para amenizar os efeitos da azia causados pelo excesso de ácido, HCl, recomenda-se beber leite de magnésia, um composto básico que contribui para a neutralização do ácido e, conseqüentemente, alívio das dores.

Q64 (NÍVEL D) A espectrofotometria é considerada qualquer procedimento que utiliza a luz para medir a concentração química de qualquer espécie. Trata-se de método de análise óptico mais usado nas investigações biológicas e físico-químicas. Com alguma frequência é necessário quantificar substâncias em misturas complexas, ou que não absorvem significativamente a luz a nenhum comprimento de onda, assim, utiliza-se os chamados métodos colorimétricos. Neles uma determinada substância entra em contato com um reagente específico produzindo então uma cor, cuja intensidade, é diretamente proporcional à concentração da substância na mistura original. Abaixo temos o esquema dos principais componentes de um espectrofotômetro, onde a solução a ser analisada é colocada no compartimento e.



(a) fonte de luz, (b) colimador, (c) prisma ou rede de difração, (d) fenda seletora de λ , (e) compartimento de amostras com cubeta contendo solução, (f) célula foto-elétrica, (g) amplificador. Fonte HIRANO et al., 2001)

Assinale a alternativa que não apresenta a finalidade correta da espectrometria, com métodos colorimétricos, em uma análise laboratorial:

- a) determinação da amônia produzida pela desaminação dos aminoácidos provenientes do catabolismo proteico.
- b) determinação da amilase, uma enzima da classe das hidrolases que catalisa o desdobramento do amido ingerido na dieta.
- c) determinação das concentrações de cálcio. Elemento presente principalmente nos ossos, e que desempenha numerosas e significativas funções como a participação na transmissão do impulso nervoso, no mecanismo da coagulação, e na contração muscular.
- d) determinação do ácido úrico, principal produto do catabolismo das purinas, bases nitrogenadas citosina e guanina, sendo formado principalmente no fígado, a partir da xantina pela ação da enzima xantina oxidase.



A afirmação está incorreta porque embora o ácido úrico é o principal produto do catabolismo das purinas, as bases nitrogenadas das purinas são adenina e guanina, não citosina e guanina. A citosina é uma base nitrogenada das pirimidinas, não das purinas. Portanto, a alternativa d) está errada.

Q65 (NÍVEL D) Para esfriar uma ferradura que foi finalizada, o ferreiro a jogou em um recipiente com 3 litros de água. A ferradura estava a 1530°C e a água estava a 20°C . A capacidade térmica da ferradura media $20 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$ e o calor específico da água media $1 \text{ cal}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$. Considerando que a água e a ferradura formam um sistema termicamente isolado, qual a temperatura final do sistema? Dados: densidade da água = 1 kg/L



- a) 25°C
- b) 30°C
- c) 35°C
- d) 40°C



Considerando o equilíbrio térmico, a variação de calor do meio é zero, logo $Q_1 + Q_2 = 0$

Sabendo que $Q = c \times m \times T$, então

$$c_1 \times \Delta T + m_2 \times c_2 \times \Delta T = 0$$

A ferradura tem capacidade calorífica de 20 cal/ °C e a água tem calor específico de 1 cal/g. °C

Como foi usado 3 L de água e sua densidade é de 1 g/mL, esse volume de água corresponde a 3.000 g.

Considerando a mudança de temperatura em cada corpo:

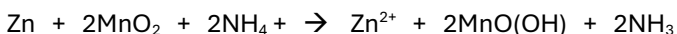
$$(20,0) \times (T_f - 1.530) + (3.000) \times (1,00) \times (T_f - 20) = 0$$

$$20T_f - 30.600 + 3.000T_f - 60.000 = 0$$

$$3.020T_f = 90.600$$

$$T_f = 30 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Q66 (NÍVEL D) Os aparelhos eletroeletrônicos evoluíram muito nos últimos anos, passando a utilizar baterias recarregáveis em lugar das pilhas. Os diferentes materiais que constituem estas baterias conseguem acumular eletricidade por um tempo maior que as pilhas comuns, podendo ser reutilizadas centenas e até milhares de vezes. Mas as pilhas comuns ainda são fabricadas em larga escala, para uso em aparelhos com baixo consumo de energia e em locais onde a rede de distribuição de energia elétrica ainda não alcança. Abaixo um exemplo de reação que ocorre em uma pilha do tipo comum:

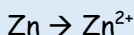


Na pilha demonstrada acima, podemos destacar que os polos chamados cátodo e ânodo da mesma são respectivamente as espécies químicas:

- a) MnO_2 e Zn
- b) NH_3 e $\text{MnO}(\text{OH})$
- c) Zn^{2+} e $\text{MnO}(\text{OH})$
- d) MnO_2 e NH_4^+



Ânodo: Polo que ocorre a oxidação (perda de elétrons):



Cátodo: Polo que ocorre a redução (ganho de elétrons): $\text{Mn}^{4+} \rightarrow \text{Mn}^{3+}$

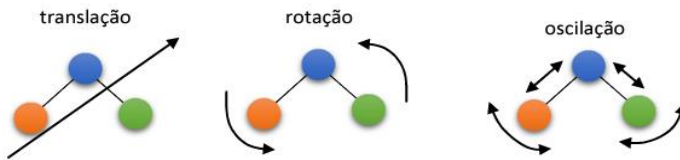
Q67 (NÍVEL D) Manguezais são ecossistemas complexos, com uma biodiversidade de fauna e flora impressionantes e que são constantemente alvos de poluição exagerada, pois a viscosidade da lama nestes ecossistemas facilita o acúmulo principalmente de metais pesados que porventura venham a desaguar neles. A alta alcalinidade é outro fator que ajuda a sedimentar estes metais. Considerando que os elementos Zinco e Chumbo, altamente tóxicos, acabem sendo precipitados na forma de $\text{Zn}(\text{OH})_2$ e $\text{Pb}(\text{OH})_2$ e que os valores de K_{ps} são, respectivamente, $4,5 \times 10^{-17}$ e $2,5 \times 10^{-16}$, **INDIQUE** que hidróxido se precipita primeiro.

- a) $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- b) $\text{Pb}(\text{OH})_2$
- c) Ambos
- d) Nenhum



Sabe-se que quanto menor o K_{ps} de um composto, menor será a sua solubilidade e, portanto, mais rápido precipitará, quando comparado a outro composto semelhante. Nesse caso, como K_{ps} do $\text{Zn}(\text{OH})_2$ é menor, diz-se que este precipita primeiro.

Q68 (NÍVEL D) As moléculas possuem três tipos de movimento: translação, rotação e oscilação. Podemos considerar que a energia cinética associada à translação mede $3x$ para qualquer molécula, sendo x uma quantidade diretamente proporcional à temperatura absoluta. A rotação está associada à $2x$ de energia, inexistindo em moléculas monoatômicas. As oscilações são insignificantes em temperatura ambiente.



Sabendo que o calor específico de um gás à volume constante tem como unidade $J/(kg.K)$, determine, para temperaturas ambiente, a ordem crescente dos calores específicos à pressão constante dos gases que aparecem na tabela abaixo, considerando-os ideais.

Gases	Ne	H ₂	CO
Massas moleculares	20 u	2 u	27 u

- a) Ne, H₂ e CO.
- b) H₂, Ne e CO.
- c) CO, Ne e H₂.
- d) Ne, CO e H₂.



Com base nas informações descritas na questão, gases monoatômicos, como o Ne possuem apenas movimento de translação e, portanto, teriam apenas energia $3x$. Já moléculas diatômicas como H₂ e CO, podem ter além da translação, a rotação, totalizando energia $5x$.

Para diferenciar a energia do H₂ e do CO, faz-se necessário considerar a massa e as unidades de calor específico também

fornecidos pela questão (J/kg.K). Isso significa que, para moléculas do mesmo tipo (nesse caso as duas são diatômicas com ligações covalentes), sob as mesmas condições de pressão e temperatura, um aumento na massa (denominador), levará a um menor calor específico, que é o caso do CO com massa 27 u, enquanto H₂ possui massa 2 u.

Dessa forma, Ne possui menor valor de calor específico e H₂ possui maior valor. Em ordem crescente: Ne < CO < H₂.

Q69 (NÍVEL D) Sabe-se que a espontaneidade de uma reação química não significa que ela aconteça numa alta velocidade. Podemos usar como exemplo a equação da queima da glicose, que nas nossas células é chamada de respiração celular. Apesar de essa ser uma reação altamente espontânea, já que libera energia, ela não aconteceria tão rapidamente por causa da alta energia de ativação. Qual a estratégia usada pela célula para “driblar” a energia de ativação das diversas reações?

- a) uso de enzimas, que diminuem a energia de ativação, aumentando a velocidade e deslocando o equilíbrio para a formação de produtos.
- b) uso de enzimas, que diminuem a energia de ativação, aumentando a velocidade, mas mantendo o equilíbrio químico.
- c) uso de ATP, a moeda energética, para diminuir a energia de ativação e deslocar o equilíbrio.
- d) uso de bombas celulares, que fornecem energia para aumentar a velocidade das reações.



As enzimas são catalisadores, cujo objetivo é aumentar a velocidade de reações específicas a partir da diminuição da energia de ativação. Esse processo não altera o equilíbrio químico.

Q70 (NÍVEL D) Radiodiagnóstico é uma ferramenta atual da medicina para tentar ajudar os médicos na descoberta mais fidedigna do mal que assola um paciente, ou seja, seu diagnóstico. Para tanto várias substâncias foram desenvolvidas para uso pelos pacientes, sob a forma de contraste que vai ajudar o aparelho emissor de radiação a “marcar” determinadas situações no corpo do paciente. O Ferro-59 é

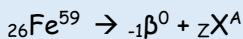


exemplo de isótopo radiativo, utilizado em diagnósticos de anemia. O elemento sofre decaimento radioativo, emitindo radiação que será percebida pelo aparelho. A equação nuclear para o decaimento do ^{59}Fe , como um emissor beta é:

- a) ${}_{26}\text{Fe}^{59} \rightarrow {}_{25}\text{Mn}^{59} + {}_{-1}\text{e}^0$
- b) ${}_{26}\text{Fe}^{59} \rightarrow {}_{25}\text{Mn}^{60} + {}_{-1}\text{e}^0$
- c) ${}_{26}\text{Fe}^{59} \rightarrow {}_{27}\text{Co}^{60} + {}_{-1}\text{e}^0$
- d) ${}_{26}\text{Fe}^{59} \rightarrow {}_{27}\text{Co}^{59} + {}_{-1}\text{e}^0$



Uma partícula beta é dada por ${}_{-1}\beta^0$ ($A= 0$ / $Z= -1$). A sua emissão é resultado do rearranjo do núcleo instável do átomo radioativo de modo a adquirir estabilidade. Para tanto, ocorre um fenômeno no núcleo, no qual um nêutron se decompõe originando três novas partículas: um próton, um elétron (partícula β) e um neutrino. Dessa forma, quando um átomo emite uma partícula beta, ele se transforma em um novo elemento com o mesmo número de massa, mas o seu número atômico aumenta uma unidade. Para o Fe^{59} temos:



$$59 = 0 + A \quad - \quad A = 59$$

$$26 = -1 + Z \quad - \quad Z = 27$$

Q71 (NÍVEL E) "Em países do Primeiro Mundo, cuja indústria farmacêutica é responsável pela quase totalidade do arsenal terapêutico existente, a busca para o desenvolvimento de fármacos enantiomericamente puros tem crescido desde a última década. Contudo, os fármacos ainda são na sua maioria comercializados na forma de racematos (mistura equivalente de dois enantiômeros). Existem alguns poucos fatores envolvidos para justificar a comercialização de racematos e poderíamos citar, entre estes, as diversas dificuldades existentes nas sínteses dos enantiômeros puros, muitas vezes envolvendo várias etapas, o que os torna de difícil acesso sob o ponto de vista econômico." Qual das opções explica corretamente a importância da isomeria espacial na administração de fármacos?

a) Como a isomeria espacial depende das funções químicas presentes no composto, há diferenças entre um isômero álcool e um isômero aldeído na interação com as proteínas intracelulares.

b) Sabe-se que as ligações duplas influenciam diretamente na temperatura de fusão do composto. Por isso, é importante comercializar enantiômeros puros em detrimento dos racematos.

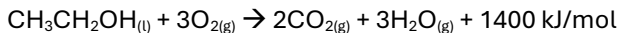
c) A isomeria espacial depende exclusivamente do número de carbonos quirais presentes no composto.

d) Pensando numa enzima no modelo chave-fechadura, as diferenças espaciais entre os enantiômeros interferem na interação enzima-substrato, e por isso é importante estudar qual enantiômero é mais eficaz para cada fármaco desenvolvido.



A alternativa "d" é a que melhor explica a importância dos enantiômeros na administração de fármacos. As enzimas são muito específicas na sua ação, e apenas um enantiômero específico pode se encaixar corretamente no sítio ativo da enzima (modelo chave-fechadura), permitindo a reação bioquímica ocorrer.

Q72 (NÍVEL E) Certo automóvel de tração dianteira consome 1 L de etanol em 16 min e 40 s mantendo a velocidade de 72 km/h. Durante esse processo, a força total que os pneus dianteiros exercem para trás no solo mede 280 N. Sabe-se que a reação de combustão do etanol é:



Qual o rendimento do motor desse automóvel nessa situação?

Dados: Densidade do etanol = 920 g/L

- a) 20 %
- b) 25 %
- c) 30 %
- d) 40 %



Passo 1: calcular a massa molar do etanol

Massa molar (g/mol): C = 12, H = 1, O = 16.

$$12 + 3 + 12 + 2 + 16 = 46 \text{ g/mol}$$

Relacionar com a densidade fornecida e obter a quantidade de mol
 $920 / 46 = 20 \text{ mols}$

Passo 2: Obter a energia para essa quantidade de mol

Pela reação, observa-se que a combustão de 1 mol de etanol produz 1400 kJ, logo, 20 mol produzirá: $20 \times 1400 = 28000 \text{ kJ}$

Passo 3: converter o tempo dado na questão para horas e relacionar com a velocidade: 16 min e 40 segundos = 0,2777 h

$$0,2777 \text{ h} \times 72 \text{ km/h} = 20 \text{ km}$$

Sabendo que:

$$\text{Trabalho} = D(\text{distância}) \times F(\text{força})$$

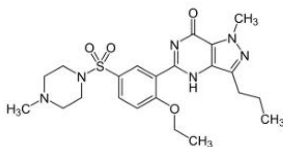
$$\text{Trabalho} = 20 \times 280 = 5600 \text{ kJ}$$

Relacionando o trabalho com a energia:

$$28000 \text{ kJ} \times \text{rendimento \%} = 5600 \text{ kJ}$$

$$\text{Rendimento} = 20\%$$

Q73 (NÍVEL E) Dentre os vários avanços conquistados pela medicina e pelos laboratórios de produção de fármacos ao longo do último século XX podemos citar a mudança de comportamento sexual dos seres humanos. A descoberta de contraceptivos orais de baixo custo, a produção de preservativos de uso confiável e menos incômodo e os estimulantes como viagra mudaram as maneiras como o ser humano passou a tratar a sua sexualidade.



Citrato de sildenafila ou simplesmente sildenafil é o nome para a principal substância ativa que compõe o medicamento viagra. Sobre a cadeia carbônica que forma esta substância podemos afirmar que:

- a) Apresenta átomo de nitrogênio em todos os anéis
- b) Apresenta átomo de carbono assimétrico
- c) Apresenta somente anéis aromáticos
- d) Apresenta a função orgânica éter



A cadeia carbônica do sildenafil apresenta a função orgânica éter (próxima ao anel benzênico), ou seja, o átomo de oxigênio entre 2 carbonos.

Q74 (NÍVEL E) No modelo atômico planetário (Rutherford – Bohr), os elétrons circulam o núcleo atômico assim como os planetas circulam o Sol, apesar das interações entre os corpos terem naturezas diferentes. Se aplicarmos esse modelo ao elétron circulando o núcleo atômico no átomo de hidrogênio, encontraremos o raio de órbita do elétron igual a R_0 . Se aplicarmos esse modelo para o hélio com apenas um elétron na eletrosfera, encontraremos um raio de órbita R_1 . Qual a relação entre

esses raios se a velocidade do elétron no hélio fosse o dobro da velocidade do elétron no hidrogênio?

- a) $R_1 = R_0$
- b) $R_1 = 2 R_0$
- c) $R_0 = 2 R_1$
- d) $R_0 = 4 R_1$



No modelo de Bohr, a velocidade do elétron e o raio da órbita estão relacionados pela seguinte equação:

$$v = \sqrt{\frac{kZ}{r}}$$

onde:

v é a velocidade do elétron,

k é uma constante,

Z é o número atômico (1 para hidrogênio, 2 para hélio), e

r é o raio da órbita.

Se a velocidade do elétron no hélio é o dobro da velocidade do elétron no hidrogênio, então temos:

$$2 \sqrt{\frac{k}{R_0}} = \sqrt{\frac{2k}{R_1}}$$

Ao elevar ambos os lados ao quadrado e simplificar, obtemos a relação entre os raios:

$$R_1 = \frac{R_0}{2}$$

Ou seja, $R_0 = 2R_1$

Portanto, o raio da órbita do elétron no hélio seria metade do raio da órbita do elétron no hidrogênio.

