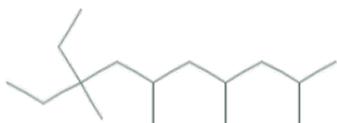


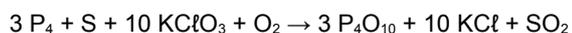
**Q.1 (3.00)** - As velas são utilizadas na iluminação de ambientes e são produzidas a partir de um pavio inserido na parafina. A parafina é derivada do petróleo e composta de hidrocarbonetos saturados. O átomo de carbono é tetravalente, pode formar cadeias abertas normais ou ramificadas e pode ser classificado como carbono primário, secundário, terciário ou quaternário.

Observe o composto (1) e indique corretamente o número de átomos de carbono primários, secundários, terciários, quaternários e a fórmula molecular deste composto, respectivamente.



- a) ( ) 7, 6, 3, 1, C<sub>17</sub>H<sub>34</sub>
- b) ( ) 7, 5, 3, 1, C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>
- c) ( ) 7, 5, 3, 1, C<sub>17</sub>H<sub>36</sub>
- d) ( ) 1, 3, 5, 7, C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>
- e) ( ) 1, 3, 6, 7, C<sub>17</sub>H<sub>36</sub>

**Q.2 (3.00)** - Mais de 80% da produção do fósforo elementar destina-se à fabricação de ácido fosfórico puro, o restante é usado na obtenção de sulfetos de fósforo (P<sub>4</sub>S<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>S<sub>10</sub>), cloretos e compostos organofosforados. O palito de fósforo também faz uso de fósforo ou derivados, onde a composição da cabeça do fósforo americano apresenta KClO<sub>3</sub> (20%) e P<sub>4</sub>S<sub>3</sub> (9%) como reagentes; pó de vidro (14%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (11%), ZnO (7%) como diluentes; cola (10%) e água (29%) como adesivo. Dada a equação de combustão do fósforo de ignição:



Considerando a combustão completa do palito de fósforo de ignição fácil (americano) cuja cabeça contém uma massa de 0,05 g e que o clorato de potássio é o reagente limitante, qual número aproximado de moléculas de dióxido de enxofre deve ser obtido? (Considere o valor de  $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  para a constante de Avogadro)

- a) ( )  $4,9 \times 10^{19}$
- b) ( )  $2,4 \times 10^{18}$
- c) ( )  $2,4 \times 10^{21}$
- d) ( )  $4,9 \times 10^{18}$
- e) ( )  $2,0 \times 10^{21}$

**Q.3 (3.00)** - Dentre os principais biocombustíveis mundialmente comercializados, destacam-se o etanol, o biodiesel e o biogás. Sobre o tema, analise as afirmativas a seguir.

I. A síntese do biodiesel se dá por meio da reação de saponificação entre o triacilglicerol e uma base forte, como NaOH ou KOH, tendo como subproduto o glicerol.

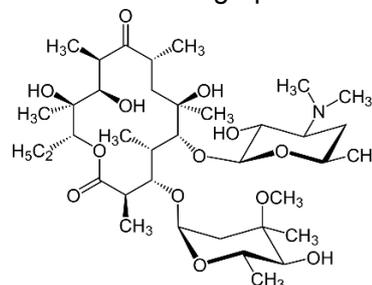
II. O biogás é o gás metano, o principal gás existente nos botijões comercializados como “gás de cozinha”.

III. Dentre os três biocombustíveis mencionados, o etanol é o único renovável já que ele vem de uma planta, como por exemplo, a cana de açúcar.

Qual(is) afirmativa(s) está(ão) correta(s)?

- a) ( ) Somente I e III.
- b) ( ) Todas estão corretas.
- c) ( ) Somente I.
- d) ( ) Somente III.
- e) ( ) Nenhuma das afirmativas

**Q.4 (3.00)** - Uma das substâncias bacterianas mais utilizadas na preparação de medicamentos é a eritromicina, que foi isolada pela primeira vez a partir de produtos do metabolismo de uma cepa de *Streptomyces erythreus*. A estrutura química da eritromicina, mostrada a seguir, apresenta diferentes grupos funcionais.



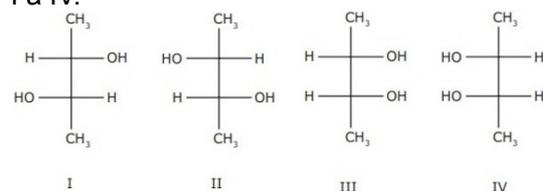
Quais funções orgânicas estão presentes na estrutura da eritromicina?

- a) ( ) Álcool, cetona, amina, éter, éster.
- b) ( ) Álcool, cetona, amida, éster.
- c) ( ) Ácido carboxílico, fenol, cetona, amina, éter.

d) ( ) Éster, fenol, cetona, amida, éter.

e) ( ) Éster, álcool, cetona, amina, olefina.

**Q.5 (3.00)** - A projeção de Fischer é uma representação em 2D para moléculas orgânicas e especialmente útil para moléculas que possuem dois ou mais estereocentros. A seguir estão representadas por meio desta projeção, quatro estruturas químicas numeradas de I a IV.



Em relação às estruturas, assinale a alternativa correta

a) ( ) As substâncias I e II possuem dois carbonos assimétricos cada e não apresentam plano de simetria, portanto, são moléculas quirais, e suas soluções separadamente são incapazes de desviar o plano da luz polarizada.

b) ( ) As estruturas I e II constituem um par de diastereoisômeros. A mistura equimolar dessas espécies, caracteriza uma mistura racêmica, incapaz de desviar a luz polarizada devido a uma compensação intermolecular.

c) ( ) A substância III não possui atividade óptica, ou seja, é incapaz de desviar o plano da luz polarizada. Trata-se de um mesoisômero, composto que apresenta plano de simetria com carbonos assimétricos que se inativam por compensação intramolecular.

d) ( ) As estruturas III e IV são, na realidade, representações do mesmo mesoisômero que, por apresentar carbonos quirais em sua estrutura, trata-se de um composto quiral.

e) ( ) As estruturas II e III constituem um par de enantiômeros uma vez que não são imagens especulares uma da outra.

**Q.6 (3.00)** - A evolução dos modelos atômicos desempenhou um papel fundamental na compreensão da constituição da matéria. Cada nova teoria e modelo trouxe consigo uma compreensão mais profunda dos átomos e moléculas, permitindo avanços na tecnologia e na indústria.

Em relação ao modelo atômico atual, resultado da contribuição de muitos cientistas, é possível afirmar corretamente que:

a) ( ) os elétrons apresentam um comportamento dual, ou seja, eles podem exibir tanto o comportamento de partícula como o de onda, dependendo da circunstância. Esse princípio foi enunciado por Heisenberg e é conhecido como princípio da dualidade.

b) ( ) Sommerfeld postulou que os elétrons em um átomo ocupam níveis de energia discretos e quantizados.

c) ( ) os orbitais de De Broglie são usados para descrever a probabilidade de encontrar elétrons em

diferentes níveis de energia próximos ao núcleo de um átomo.

d) ( ) o Princípio de Aufbau afirma que é impossível conhecer exatamente a posição e a velocidade do elétron, ao mesmo tempo.

e) ( ) o Princípio da Exclusão de Pauli, afirma que dois elétrons em um átomo não podem simultaneamente apresentar os quatro números quânticos iguais, no estado fundamental.

**Q.7 (3.00)** - A proteção contra mudanças abruptas na acidez ou alcalinidade conhecida como ação tamponante, observada inicialmente por Fernbach e Hubert, em 1900, foi demonstrada por Fels, em 1904, por meio da constatação de que misturas contendo ácido fracos (ou bases fracas) e sal solúvel de íon comum apresentava esse efeito.

Em 1916, a equação de Henderson-Hasselbalch passou a permitir o cálculo do pH e pOH de uma solução-tampão utilizando a proporção entre seus constituintes.

Sobre solução-tampão, e a equação de Henderson-Hasselbalch para o cálculo de pH e pOH, podemos afirmar que:

a) ( ) No sistema tamponado constituído pelo par conjugado  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ , o pH é igual ao pKa da espécie, quando  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}]$ .

b) ( ) O efeito tamponante aumenta à medida que a concentração do ácido se torna maior do que aquela da sua base conjugada.

c) ( ) No par conjugado  $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ , o ácido carbônico atua comoceptor de prótons e o íon bicarbonato como doador.

d) ( ) O pH de um tampão constituído por  $\text{CH}_3\text{COONa}$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ambos com concentração  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  é igual ao pKa em toda a faixa de tamponamento.

e) ( ) A proporção entre as concentrações dos constituintes de uma solução tampão, não interfere no pH da solução tamponada.

**Q.8 (3.00)** – O monoetilenoglicol e dietilenoglicol são substâncias moleculares semelhantes e bastante utilizadas como anticongelantes. Essas espécies químicas protagonizaram, em 2020, a contaminação de cervejas da cervejaria Baker. Esse triste episódio resultou em dez mortes. As substâncias eram utilizadas no líquido de refrigeração que mantinha os tanques refrigerados.

Sabendo-se que as massas molares do monoetilenoglicol,  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ , e do dietilenoglicol,  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_3$ , são respectivamente  $62 \text{ g mol}^{-1}$  e  $106 \text{ g mol}^{-1}$  e que a constante criométrica da água, Kc, é igual a  $1,86 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ , assinale a alternativa **INCORRETA**.

a) ( ) Monoetilenoglicol e dietilenoglicol são líquidos utilizados como aditivos na água do sistema de refrigeração que dificultam seu congelamento devido ao efeito crioscópico

b) ( ) A criometria realizada com 10 g de dietilenoglicol provoca um maior abaixamento da temperatura de

congelamento em 1 L de água do que aquela utilizando-se 10 g de monoetilenoglicol em 1 L de água.

c) ( ) Quantidades equimolares de monoetilenoglicol e dietilenoglicol provocam o mesmo abaixamento de temperatura de congelamento em volumes iguais de água.

d) ( ) A temperatura de congelamento de 1000 mL de água contendo 124 g de monoetilenoglicol corresponde a  $-3,72\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a 1 atm.

e) ( ) O abaixamento da temperatura de solidificação de 500 mL de água contendo 5,3 g de dietilenoglicol corresponde a  $0,186\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a 1 atm.

**Q.9 (3.00)** - Uma estudante de Química foi desafiada a encontrar os dados de número atômico e o número de massa do átomo D, um isótopo que tem 24 nêutrons. As informações fornecidas foram que A é um átomo de número atômico 17, número de massa 39 e é isóbaro de B. O átomo B, por sua vez, tem número atômico 18 e é isótono de C. Já o átomo C tem número de massa 42 e é isótopo de D.

Qual número de massa do átomo D?

a) ( ) 21            b) ( ) 40            c) ( ) 45

d) ( ) 50            e) ( ) 55

**Q.10 (3.00)** - O processo de Haber-Bosch é um procedimento industrial de obtenção de amônia a partir de  $\text{N}_2$  e de  $\text{H}_2$  no estado gasoso. Pelo desenvolvimento deste processo e pela sua industrialização, os químicos alemães Fritz Haber (1868-1934) e Carl Bosch (1874-1940) foram laureados com o Prêmio Nobel de Química, respectivamente, em 1918 e 1931. Sobre esse sistema, nas condições padrão, foram feitas as afirmativas:

I. A produção da amônia a partir dos reagentes é um processo espontâneo.

II. O aumento da temperatura do sistema em equilíbrio, provoca um deslocamento no sentido dos produtos;

III. A reação ocorre com diminuição de entropia do sistema.

Dados:

Substância	$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
$S^{\circ}_{298\text{K}} (\text{cal K}^{-1} \text{mol}^{-1})$	46,0	45,8	31,2
$H^{\circ}_{298\text{K}} (\text{NH}_3) = -11,040 \text{ kcal mol}^{-1}$			

Quais afirmativas estão corretas?

a) ( ) Todas estão corretas.

b) ( ) Somente II.

c) ( ) Somente III.

d) ( ) Somente I e III.

e) ( ) Somente II e III.

**Q.11 (3.00)** - A aguardente de cana é uma bebida que apresenta graduação alcoólica na faixa de 38% a 54% de álcool em sua composição a uma temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ela pode ser preparada a partir do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar ou pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar.

Sobre a função álcool analise as afirmativas a seguir:

I. Os álcoois são compostos orgânicos que contêm um ou mais grupos hidroxila ligados a um carbono saturado e apresentam pontos de ebulição mais altos que as aminas com o mesmo número de átomos de carbono

II. O metanol é um álcool que apresenta fórmula molecular  $\text{CH}_4\text{O}$  e é bastante solúvel em água, devido principalmente à formação de ligações de hidrogênio intermoleculares entre o álcool e a água.

III. Os éteres podem formar ligações de hidrogênio com os álcoois, mas não formam com a água. Os pontos de ebulição e fusão dos éteres são mais baixos que dos ácidos carboxílicos com o número de átomos de carbono correspondente.

IV. O etanal é uma substância tóxica que é responsável pela famosa ressaca após o consumo de bebidas alcoólicas, pois o etanol é reduzido a etanal pelo organismo.

Assinale a alternativa que apresenta **TODAS** as afirmações corretas descritas sobre funções orgânicas e suas propriedades físicas.

a) ( ) I e II                                    b) ( ) I e III

c) ( ) II e III                                d) ( ) II, III e IV

e) ( ) III e IV

**Q.12 (3.00)** - Os coloides desempenham um papel de extrema importância em diversas esferas da ciência e da tecnologia devido às suas propriedades singulares e à capacidade de gerenciar as interações entre partículas em escalas nano métricas e micrométricas. Sua presença viabiliza não apenas o desenvolvimento de produtos aprimorados, mas também a otimização de processos industriais, resultando em avanços substanciais em diversas disciplinas científicas e tecnológicas.

Sobre coloides assinale a alternativa correta:

a) ( ) Quando a luz passa através de um coloide, como um gel, solução coloidal ou mesmo uma suspensão de partículas muito finas, as partículas dispersas desviam a luz de sua trajetória original. Esse fenômeno óptico é denominado efeito Tyndall.

b) ( ) Um coloide liofobo, também conhecido como hidrofílico, é um tipo de coloide no qual as partículas dispersas têm grande afinidade pela fase dispersante, geralmente um líquido, como a água.

c) ( ) A ultrafiltração é o método de separação de coloides que utiliza membranas semipermeáveis para separar o disperso do dispersante em uma dispersão coloidal, com base em seus tamanhos e cargas. Através da membrana permeia-se a fase dispersa, enquanto o dispersante fica retido.

d) ( ) As micelas também desempenham um papel na emulsificação de óleo em água (ou água em óleo), como na produção de cremes e loções. A micela atua como agente coagulante.

e) ( ) Aerossóis consistem em partículas sólidas

finamente divididas suspensas em meio líquido.

**Q.13 (3.00)** - Os humanos convivem com polímeros desde sempre, uma vez que as proteínas, o DNA e os polissacarídeos existentes em nosso organismo são polímeros naturais. No entanto, as descobertas de muitas substâncias macromoleculares permitiram a produção de polímeros sintéticos, como os plásticos, borrachas, tintas, vernizes, nylon, poliésteres, polipropileno isotático, polietileno e politetrafluoroetileno. Hoje, continuam sendo criadas macromoléculas, para se obter novas propriedades mecânicas, ópticas e elétricas.

Cadernos Temáticos Química Nova na Escola, 2001.

Sobre os polímeros, as sinale a resposta correta.

**a)** ( ) O policloreto de vinila (PVC) que possui fórmula geral  $[-CH_2-CHCl-]_n$ , é constituído de monômeros em que um átomo de cloro substitui um dos átomos de hidrogênio do etino.

**b)** ( ) O PET (Politereftalato de etileno) é um polímero de condensação em que dois tipos de moléculas monoméricas unem-se e eliminam moléculas de água.

**c)** ( ) A borracha natural é um polímero de condensação formado a partir da união de monômeros do 2-Metilbut-1,3-dieno, conhecido como isopreno ( $C_5H_8$ ).

**d)** ( ) Policloreto de vinila, poliamidas e poliéster são exemplos de polímeros de adição.

**e)** ( ) A reação entre os monômeros, ácido hexanodióico e hexano-1,6-diamina gera, por polimerização de adição, o Náilon (nylon).

**Q.14 (3.00)** - A hibridização atômica e a geometria molecular são conceitos importantes na Química, que nos ajudam a entender como os átomos se organizam em moléculas. Considerando estes importantes conceitos, assinale a alternativa com a sentença correta.

**a)** ( ) Para formar ligações covalentes com os átomos de flúor na molécula  $XeF_4$ , o xenônio utiliza seus orbitais d. Portanto, ocorre uma hibridização dos orbitais d com os orbitais s e p do xenônio para formar cinco orbitais híbridos  $sp^3d$ .

**b)** ( ) No trifluoreto de iodo ( $IF_3$ ), a geometria molecular é do tipo *T-shaped* (forma T). Nessa molécula a hibridização do iodo envolve a combinação de orbitais 5s e 5p para formação dos orbitais híbridos  $sp^3$ .

**c)** ( ) A molécula de  $SF_6$  é altamente simétrica, com todos os ângulos entre as ligações adjacentes de flúor-enzofre sendo iguais, o que resulta em uma geometria octaédrica.

**d)** ( ) Na molécula de pentacloreto de fósforo ( $PCl_5$ ), a geometria molecular é do tipo piramidal. A molécula possui ângulos de ligação de cerca de  $120^\circ$  e de  $90^\circ$ .

**e)** ( ) A molécula de ozônio ( $O_3$ ) possui geometria linear. Seus átomos estão ligados por meio de orbitais do tipo p não hibridizados.

**Q.15 (3.00)** - Ao entrar em contato com a água os sais dissociam liberando seus íons, em maior ou menor grau. Em certos casos, os íons liberados na dissociação salina podem reagir com a água. A reação química que ocorre entre um soluto e o solvente é comumente chamada de solvólise. Se o solvente for a água, a reação passa a ser

então denominada hidrólise. A hidrólise salina (ou iônica) é a reação que ocorre entre cátion e/ou ânion do sal solúvel com a água.

Sobre a hidrólise salina, podemos afirmar corretamente que: Sobre a hidrólise salina, podemos afirmar corretamente que:

**a)** ( ) O pOH de uma solução aquosa de  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  de brometo de amônio ( $NH_4Br_{(aq)}$ ) que apresenta grau de hidrólise 0,8% a determinada temperatura é igual a 2,4.

**b)** ( ) A  $25^\circ C$ , uma solução a  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de nitrito de potássio ( $KNO_{2(aq)}$ ) com grau de hidrólise 1%, apresenta pH menor do que 7.

**c)** ( ) A hidrólise do sal hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ) pode ser corretamente representada pela equação  $ClO^-_{(aq)} +$

$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HClO_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$  e ocorre com diminuição do pH

devido à formação do íon hidróxido.

**d)** ( ) Considerando que a constante de hidrólise do acetato de sódio,  $H_3CCOONa$ , é  $10^{-10}$  e a constante de autoprotólise da água  $K_w$  é  $10^{-14}$ , o pH de uma solução  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  desse sal no equilíbrio é igual a 6.

**e)** ( ) Um volume de 500 mL de uma solução aquosa com 0,49 g de acetato de potássio,  $H_3CCOOK$ , à  $25^\circ C$  e pH 10,3, apresenta grau de hidrólise igual a 2%.

**Q.16 (3.00)** - Para que os estudantes, técnicos ou professores possam utilizar um laboratório de ensino de Química é necessário que fiquem atentos e sigam instruções de biossegurança adequadas a cada tipo de experimento, bem como as instruções gerais.

Assinale a alternativa correta referente aos adequados procedimentos gerais dentro de um laboratório de ensino de Química Orgânica.

**a)** ( ) Usar calçados fechados no laboratório, vestir bata (avental) de mangas longas, usar óculos de segurança e protetor facial sempre que você for realizar algum procedimento que possua risco de explosão. Caso não seja possível utilizar protetor facial, pode-se usar protetor solar.

**b)** ( ) O uso de luvas é importante, especialmente quando estiver trabalhando com substâncias químicas particularmente perigosas ou corrosivas. As luvas de látex, Neoprene e de vaqueta podem ser utilizadas nas atividades de laboratório.

**c)** ( ) O laboratório é um local limpo e livre de microorganismos, portanto não há problema em comer ou beber neste local, sendo que os alimentos para consumo podem ser guardados na geladeira do laboratório sem prejuízos à saúde ou risco de contaminação

**d)** ( ) Algumas substâncias orgânicas são inflamáveis e podem apresentar autoignição e riscos de incêndio, tais como o éter etílico e a acetona. A utilização de chamas

para o aquecimento de solventes inflamáveis é muito perigosa e não deve ser realizada no laboratório, especialmente se o recipiente estiver aberto.

e) ( ) Nunca se deve levar qualquer reagente químico à boca, nem pipetar aspirando com a boca qualquer substância no laboratório, exceto se for água destilada, sendo que a mesma pipeta volumétrica pode ser utilizada para medir várias soluções diferentes ao mesmo tempo durante a aula prática.

**Q.17 (3.00)** - Os compostos químicos inorgânicos englobam uma ampla variedade de substâncias, incluindo sais, ácidos, bases, óxidos, metais e ametais. Esses compostos são essenciais para muitos processos químicos e biológicos na natureza e são amplamente utilizados em várias aplicações industriais.

Sobre esses compostos, assinale a alternativa correta.

a) ( ) O carbeto de alumínio,  $Al_4C_3$ , reage com água na proporção 1:12 originando o metano ( $CH_4$ ) e uma base forte e solúvel.

b) ( ) Superóxidos são compostos binários que possuem oxigênio como elemento mais eletronegativo com estado de oxidação médio igual a  $-1$  e são formados exclusivamente por metais alcalinos e alcalinos terrosos.

c) ( ) Um sal proveniente da neutralização completa de dois ácidos diferentes por uma base é denominado de sal duplo. Esse é o caso do brometo-cloreto de cálcio,  $CaBrCl$ .

d) ( ) Quanto ao grau de ionização, os ácidos inorgânicos podem ser classificados em orto, piro e meta. Um ácido meta é mais forte do que o ácido orto, que por sua vez é mais forte do que o ácido piro.

e) ( ) Óxidos básicos possuem caráter acentuadamente covalente. Reagem por adição com a água dando origem a base correspondente e frente aos ácidos, reagem neutralizando-os.

**Q.18 (3.00)** - Desde a sua descoberta em 1800 pelo químico inglês William Nicholson, a eletrólise vem sendo estudada e utilizada em processos industriais, como na eletrodeposição. Um exemplo é a purificação do alumínio a partir do minério conhecido como bauxita. Devido à falta de condições para fundir a bauxita e realizar a eletrólise ígnea, um professor da área de eletroquímica resolveu demonstrar o procedimento de eletrólise a partir de uma solução de  $Al_2(SO_4)_3$ , na qual aplicou, utilizando um conjunto de eletrodos adequados, uma corrente constante de 1 A durante 5 minutos. Dado: constante de Faraday,  $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ .

Qual a massa aproximada de alumínio eletrodepositado?

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

**Q.19 (3.00)** - Um experimento relacionado ao funcionamento das Pilhas foi montado por um estudante

de Química, que esqueceu de monitorar as condições padrões para realização do experimento. Ele utilizou um eletrodo de zinco mergulhado em solução de sulfato de zinco  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  e eletrodo de cobre mergulhado em solução de sulfato de cobre  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ .

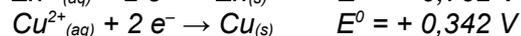
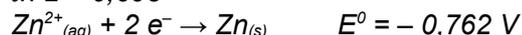
Conectou os eletrodos por meio de um fio condutor e as soluções por uma ponte salina de nitrato de potássio. Além disso, o estudante esqueceu de medir a temperatura em que a pilha foi montada. Mesmo assim, com auxílio de um voltímetro, detectou uma DDP da Pilha em regime de descarga no valor de  $1,095 \text{ V}$ .

Dados:

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}.$$

$$\text{Constante de Faraday} = 96500 \text{ C mol}^{-1}.$$

$$\ln 2 = 0,693$$

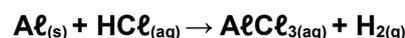


$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln Q_c$$

Desta forma, utilizando-se a Equação de Nernst, assinale a alternativa que mostra o valor aproximado da temperatura em  $^{\circ}\text{C}$ , em que foi montada essa pilha:

- a) ( )  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$       b) ( )  $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$       c) ( )  $38 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 d) ( )  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$       e) ( )  $32 \text{ }^{\circ}\text{C}$

**Q.20 (3.00)** - Um experimento simples sobre cinética química pode ser realizado utilizando materiais de baixo custo e presentes no cotidiano. Por exemplo, papel de alumínio e anéis de latas de refrigerantes podem ser fontes de alumínio e soluções comerciais "limpa piso" podem fornecer ácido clorídrico para uma reação que acarreta um desprendimento de gás hidrogênio ( $H_2$ ). A seguir é mostrada a equação química (não balanceada) relativa ao experimento, bem como as condições para os cinco ensaios em que a cinética foi estudada:



Ensaio	Al na forma de:	[HCl] mol/L	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
1	Raspas	0,1	20
2	Raspas	0,2	25
3	Fita	0,1	20
4	Fita	0,2	20
5	Lâmina	0,1	25

Com base no exposto, assinale a alternativa que mostra o ensaio no qual a reação de desprendimento do gás hidrogênio foi mais rápida.

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

**Q.21 (3.00)** - Os carboidratos são metabólitos presentes em todos os organismos vivos. Os vegetais verdes sintetizam os carboidratos durante o processo de fotossíntese, convertendo  $CO_2$  e  $H_2O$  em glicose e oxigênio, utilizando a luz solar como fonte de energia.

Leia as afirmações a seguir e assinale a alternativa correta.

- a) ( ) Os carboidratos simples ou monossacarídeos

podem ser convertidos em moléculas menores de açúcar por hidrólise e são classificados como aldoses e cetoses.

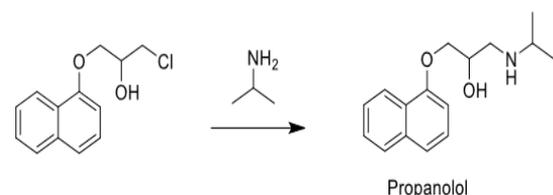
**b)** ( ) A sacarose, o açúcar comum, é um dissacarídeo formado por uma unidade de glicose e uma unidade de frutose. A hidrólise da sacarose leva à formação de um produto chamado de açúcar invertido.

**c)** ( ) O gliceraldeído (2,3-dihidroxiopropanal) é a aldose mais simples e apresenta dois centros de quiralidade, portanto pode apresentar quatro formas enantioméricas.

**d)** ( ) A glicose cíclica também é denominada como -D-glicopiranosose ou  $\alpha$ -D glicopiranosose dependendo do resultado da ciclização da glicose de cadeia aberta. Esta ciclização gera um centro de quiralidade a partir do carbono da carbonila cetônica.

**e)** ( ) A celulose é um polissacarídeo que após hidrólise pode formar unidades de glicose e frutose.

**Q.22 (3.00)** - O propranolol é um dos fármacos mais utilizados para o controle da pressão arterial, atuando no tratamento e prevenção de arritmias cardíacas, infarto do miocárdio, angina, enxaqueca e alívio da ansiedade. Uma de suas rotas de síntese tem como última etapa a reação representada a seguir.



Sobre essa reação, assinale a alternativa correta.

**a)** ( ) É uma reação de adição e o propranolol assume um caráter de base fraca, em razão do grupo OH.

**b)** ( ) É uma reação de adição e o propranolol assume um caráter de ácido fraco, em razão do grupo OH.

**c)** ( ) É uma reação de substituição eletrofílica e o propranolol assume um caráter de base fraca, em razão do grupo amino secundário.

**d)** ( ) É uma reação de substituição eletrofílica e o propranolol assume um caráter de ácido fraco, em razão do grupo OH.

**e)** ( ) É uma reação de substituição nucleofílica e o propranolol assume um caráter de base fraca, em razão do grupo amino secundário.

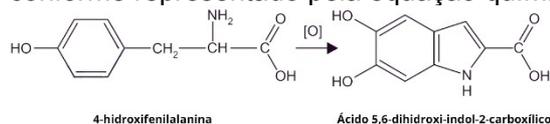
**Q.23 (3.00)** - Uma amostra de sódio-24 foi administrada a um paciente para testar se a circulação sanguínea estava comprometida, comparando a radioatividade que atinge várias partes do corpo.

Considerando uma amostra inicial de 13,0 g de Na-24 e sabendo que a meia-vida deste radioisótopo é de 15,0 horas, qual a quantidade de sódio-24, em gramas, que permanece intacta após 7,0 horas?

**a)** ( ) 1,50      **b)** ( ) 3,60      **c)** ( ) 10,25

**d)** ( ) 7,45      **e)** ( ) 9,40

**Q.24 (3.00)** - A melanina tem a função de proteger nosso organismo contra o excesso de raios ultravioleta, assim quanto mais melanina, mais proteção. A exposição ao sol estimula a produção de melanina na pele, por isso que, quando tomamos sol, ficamos bronzeados. O pigmento melanina é fabricado por células chamadas de melanócitos, presentes nas camadas mais profundas da epiderme. A melanina corresponde a uma classe de compostos poliméricos derivados da tirosina (4-Hidroxi-fenilalanina). Uma das etapas de obtenção da melanina é a oxidação da tirosina originando um de seus monômeros, o ácido 5,6-dihidroxi-indol-2-carboxílico conforme representado pela equação química:



Em relação a essa reação e as substâncias envolvidas, assinale a alternativa correta.

**a)** ( ) O carbono do grupo carboxila apresenta estado de oxidação +3 na 4-hidroxifenilalanina e não sofre variação no ácido 5, 6-dihidroxi-indol-2-carboxílico.

**b)** ( ) No monômero da melanina estão presentes as funções álcool, amina e ácido carboxílico.

**c)** ( ) O ácido 5,6-dihidroxi-indol-2-carboxílico é um composto aromático homocíclico que apresenta uma estrutura bicíclica, contendo um anel benzênico.

**d)** ( ) A tirosina é um aminoácido de fórmula molecular  $C_9H_{11}NO_3$  que apresenta 20 ligações do tipo sigma ( $\beta$ ) e 4 ligações do tipo pi ( $\sigma$ ).

**e)** ( ) O aminoácido tirosina e a melanina possuem um carbono quiral, isso permite dizer que esses compostos possuem atividade óptica.

**Q.25 (3.00)** - O ferro é um dos metais mais utilizados no mundo, sendo o quarto mais abundante em massa na crosta terrestre. Este elemento possui vasta utilização, principalmente nas ligas metálicas e na estrutura de produtos residenciais e industriais. Na análise para determinar a porcentagem de pureza do ferro em uma liga de ferro-cobre, 1,0 g de amostra da liga foi dissolvida em 12 mL de HCl 2,0 mol/L, e se observou a evolução de gás hidrogênio. Após a filtração da mistura obtida, observou-se que o filtrado era ácido e procedeu-se a sua neutralização com 4 mL de NaOH 1,0 mol/L.

Considerando que na reação o ferro gera apenas íons ferrosos, assinale a alternativa que apresenta a porcentagem aproximada de ferro na liga analisada.

**a)** ( ) 22%      **b)** ( ) 43%  
**c)** ( ) 56%      **d)** ( ) 75%  
**e)** ( ) 80%

**Q.26 (3.00)** - Para a representação do estado de energia

dos elétrons de um átomo, são utilizados códigos matemáticos denominados números quânticos. Essa representação nasceu a partir da aplicação da Equação de Schrödinger e dos estudos de Heisenberg na tentativa de descrever os elétrons na eletrosfera, contribuindo com estudos futuros na área da mecânica quântica.

Utilizando seus conhecimentos com relação à distribuição eletrônica, níveis e subníveis de energia, determine o número atômico do átomo, cujo elétron mais energético possui o conjunto de números quânticos:  $n = 5$ ;  $l = 2$ ;  $m_l = -1$ ;  $m_s = -1/2$ . Considere o primeiro spin orientado para cima com o valor  $+1/2$ .

- a) ( ) 45      b) ( ) 58      c) ( ) 63  
d) ( ) 77      e) ( ) 82

**Q.27 (5.50)** - A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas, algas e algumas bactérias convertem a energia da luz solar em energia química, na forma de carboidratos e gás oxigênio. Nesse processo, as plantas também absorvem  $\text{CO}_2$  através dos estômatos e água através das raízes. Considere que o carboidrato formado na fotossíntese pode ser representado pela fórmula  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , com 46 ligações sigmas ( $\pi$ ), cuja energia de ligação média é 380 kJ. A tabela a seguir fornece as energias de ligação, nas condições-padrão.

LIGAÇÃO	ENERGIA DE LIGAÇÃO EM KJ MOL <sup>-1</sup>
C = O	804,3
H - O	463,5
O = O	468,6

De acordo com as informações dadas forneça o número inteiro mais próximo que indica o valor do  $\Delta H$ , em kcal, para a produção de 7,85 g desse carboidrato, a partir da reação e dos dados fornecidos.

**Q.28 (5.50)** - Tiquira é o destilado alcoólico obtido a partir da sacarificação e fermentação da mandioca, e além de íons cianeto, contém na sua composição as demais espécies potencialmente tóxicas presentes nas aguardentes, tais como: carbamatos, metanol e alguns íons de metais. Para a determinação de cianeto, um químico realizou uma titulação com 100 mL de uma amostra de tiquira e  $\text{HCl}$  0,01 mol/L como titulante, sendo gastos 25 mL de ácido até o ponto final. Calcule o teor de cianeto na amostra em mg/L.

**Q.29 (5.50)** - A eletronegatividade é uma medida da atração de um átomo pelos elétrons em uma ligação química. Linus Pauling demonstrou como a eletronegatividade influencia o caráter das ligações químicas. Para Pauling, a porcentagem de caráter iônico de uma ligação (%CI) depende da diferença de eletronegatividade ( $X_A - X_B$ ) dos átomos A e B, segundo a equação:

$$\%CI = \left( \frac{0,33(X_A - X_B)^2}{1 + 0,33(X_A - X_B)^2} \right) \times 100$$

Por sua vez, a diferença de eletronegatividade está ligada à chamada "energia de ressonância iônica", representada por  $\Delta$  na equação a seguir:

$$(X_A - X_B) = 0,102 \times \sqrt{\Delta}$$

Ainda pela teoria de Pauling, a energia de uma ligação química é dada pelas contribuições de uma parte covalente ( $E_{cov}$ ) e uma outra iônica, que é quantificada por  $\Delta$ , assim:

$$E_{LIGAÇÃO} = E_{COV} + \Delta$$

A parte puramente covalente de uma ligação A-B, é estimada como a média geométrica das energias das ligações das moléculas  $A_2$  e  $B_2$ , logo:

$$E_{COV} = \sqrt{E_{LIGAÇÃO}(A_2) \times E_{LIGAÇÃO}(B_2)}$$

Considere a ligação no ácido fluorídrico, HF, cujo valor de energia é 562 kJ mol<sup>-1</sup>. Se as energias de ligação do  $\text{H}_2$  e do  $\text{F}_2$  são, respectivamente, 436 e 159 kJ mol<sup>-1</sup>, qual o valor do caráter iônico da ligação H-F? Expresse o valor como o inteiro mais próximo.

Observações: os valores de energia, bem como de  $\sigma$ , são dados em kJ mol<sup>-1</sup>.

**Q.30 (5.50)** - A análise qualitativa de um material sólido indicou se tratar de uma mistura contendo cloretos de sódio e de cálcio. Uma amostra de 3,000 g desse material foi analisada quantitativamente de forma que todo cloreto contido foi precipitado, resultando em 7,518 g de cloreto de prata.

Determine o percentual de massa do cloreto de cálcio no material sólido analisado, informando como resposta o valor mais próximo de um número inteiro.

GABARITO MODALIDADE B												
	a	b	c	d	e		a	b	c	d	e	
Q.1		■					Q.14			■		
Q.2				■			Q.15					■
Q.3					■		Q.16				■	
Q.4	■						Q.17			■		
Q.5			■				Q.18				■	
Q.6					■		Q.19	■				
Q.7	■						Q.20	■				
Q.8		■					Q.21					
Q.9			■				Q.22					■
Q.10				■			Q.23					■
Q.11	■						Q.24	■				
Q.12							Q.25			■		
Q.13		■					Q.26				■	
	a	b	c	d	e		a	b	c	d	e	
Questões abertas.												
Q.27	35 kcal					Q.29	50% ou 51%					
Q.28	65 mg / L					Q.30	40%					

## MODALIDADE B

### QUESTÃO 27

Para calcular a entalpia envolvida na produção do carboidrato  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , devemos partir da reação:



utilizamos as energias de ligação fornecidas, em  $\text{kJ mol}^{-1}$ :

$$24 \text{ ligações C=O quebradas: } 24 \times (804,3) = 19303,2 \text{ kJ}$$

$$22 \text{ ligações H-O quebradas: } 22 \times (463,5) = 10197 \text{ kJ}$$

$$12 \text{ ligações O = O formadas: } 12 \times (468,6) = 5623,2 \text{ kJ}$$

46 ligações sigmas formadas no carboidrato com energia média de  $380 \text{ kJ mol}^{-1}$ , assim:

$$46 \times (380) = 17480 \text{ kJ}$$

Somando (ligações quebradas - valores positivos e ligações formadas - valores negativos):

$$\Delta H_R = 6397 \text{ kJ por mol de } C_{12}H_{22}O_{11}.$$

Tendo em vista que a massa molar do carboidrato é  $342 \text{ g mol}^{-1}$ , então:

$$\frac{6397 \text{ kJ}}{342 \text{ g}} = \frac{E}{7,85 \text{ g}}$$

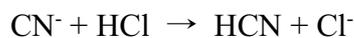
sendo  $E = 146,83 \text{ kJ}$ , e colocando em kcal:

$$E = 146,83 \text{ kJ} * \frac{1 \text{ kcal}}{4,184 \text{ kJ}} \cong 35 \text{ kcal}$$

**Resposta: 35 kcal.**

### QUESTÃO 28

A reação é:



Desse modo:

$$\textit{número de mols de } \text{CN}^- = \textit{número de mols de HCl}$$

Seja:

$$\text{Concentração comum de } \text{CN}^- = C_{\text{CN}^-}$$

$$\text{Volume da amostra} = V_A$$

$$\text{Massa molar do } \text{CN}^- = MM_{\text{CN}^-}$$

$$\text{Concentração molar de HCl} = M_{\text{HCl}}$$

$$\text{Volume de HCl gasto} = V_G$$

$$\frac{C_{CN^-} \cdot V_A}{MM_{CN^-}} = M_{HCl} \cdot V_G$$

$$C_{CN^-} = \frac{MM_{CN^-} \cdot M_{HCl} \cdot V_G}{V_A}$$

$$C_{CN^-} = \frac{26 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,01 \text{ mol L}^{-1} \cdot 25 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \cdot \left( \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \right) = 65 \text{ mg L}^{-1}$$

Portanto,

**Resposta = 65 mg L<sup>-1</sup>**

### QUESTÃO 29

Inicialmente calculamos a contribuição covalente da ligação HF, utilizando:

$$E_{COV} = \sqrt{E_{LIG}(H_2) * E_{LIG}(F_2)}$$

$$E_{COV} = \sqrt{436 * 159} = 263,3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

A contribuição iônica,  $\Delta$ , é dada por:

$$E_{LIG}(HF) = E_{COV} + \Delta$$

$$562 = 263,3 + \Delta$$

$$\Delta = 298,7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

A diferença de eletronegatividade é calculada por:

$$(\chi_A - \chi_B) = 0,102 * \sqrt{\Delta} = 0,102 * \sqrt{298,7}$$

$$(\chi_A - \chi_B) = 1,76$$

Finalmente, a porcentagem de caráter iônico (%CI) é obtido por:

$$\%CI = \frac{0,33(\chi_A - \chi_B)^2}{1 + 0,33(\chi_A - \chi_B)^2} * 100\% = \frac{0,33.(1,76)^2}{1 + 0,33.(1,76)^2} * 100\% = 51\%$$

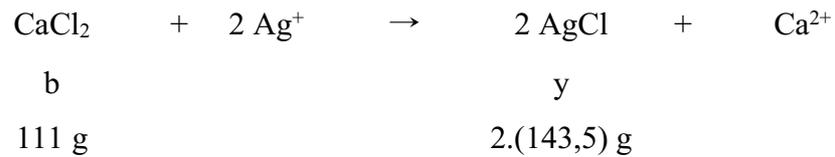
Portanto:

**Resposta: 51%.**

### QUESTÃO 30

Temos as reações e as quantidades em massa colocadas abaixo de cada espécie:





as duas equações, a partir do enunciado, são:

$$a + b = 3,000 \text{ g}$$

$$x + y = 7,518 \text{ g}$$

As proporções obtidas com as massas molares permitem mostrar que:

$$143,5 \cdot a = 58,5 \cdot x$$

$$x = 2,453 \cdot a$$

$$287 \cdot b = 111 \cdot y$$

$$y = 2,586 \cdot b$$

Substituindo, temos:

$$\begin{cases} a + b = 3,000 \\ 2,453 \cdot a + 2,586 \cdot b = 7,518 \end{cases}$$

Resolvendo:

$$\begin{cases} a = 1,805 \text{ g} \\ b = 1,195 \text{ g} \end{cases}$$

Assim, o percentual em massa do cloreto de cálcio é:

$$CI = \frac{1,195 \text{ g}}{3,000 \text{ g}} * 100\% = 39,83\%$$

Portanto,

**Resposta = 40%.**



**PESQUISA E  
INOVAÇÃO**  
Fundação de Amparo à Pesquisa  
do Estado do Piauí / FAPEPI



**PROGRAMA NACIONAL  
OLIMPIADAS DE QUIMICA**