



INFORMAÇÕES

Prezados estudantes, estamos felizes em recebê-los para essa etapa estadual do Programa Nacional Olimpíadas de Química referente a Fase 2 da Olimpíada Amapaense de Química.

DA PROVA PRESENCIAL

DIA DA PROVA: **03 DE SETEMBRO DE 2026**

HORÁRIO: **DAS 14 ÀS 18 H, HORÁRIO DE BRASÍLIA**

- Tolerância de 30 min para ingresso em sala (14:30 h)
- Saída somente 1 h após o início da prova (15:00 h)

DA PROVA – MODALIDADE 3

Constará de 5 questões analítico-expositivas, onde, cada questão terá 4 itens associados a diferentes conteúdos correlatos a ideia exposta ou a um único assunto explorado.

Você, aluno, receberá no mínimo 5 folhas para resposta, em que:

1. irá se identificar a partir do número de inscrição
2. **não colocar seu nome ou qualquer outra marca**
3. além do número de inscrição, deverá marcar qual questão está respondendo na prova
4. tente ser organizado e responder as alternativas em sequência
5. poderá ser usado o verso da mesma para continuar o desenvolvimento da resposta
6. não poderá ter respostas de mais de uma questão na mesma folha de resposta

Verifique a prova observando se há falhas ou imperfeições gráficas que lhe causem dúvidas.

QUALQUER RECLAMAÇÃO SERÁ ACEITA SOMENTE DURANTE OS 30 MINUTOS INICIAIS.

É permitido o uso de calculadoras, inclusive, científicas. Porém, não é permitido o uso de calculadoras programáveis de qualquer tipo e o uso de demais equipamentos eletrônicos como smartphones, tablets e notebooks.

QUESTÕES ANALÍTICO EXPOSITIVAS

Questão 01: Em uma análise de laboratório, foram identificadas diferentes espécies químicas a partir da quantidade de partículas presentes em seus átomos. Os resultados mostraram que algumas espécies apresentavam o mesmo número de prótons, enquanto outras possuíam alterações no número de elétrons ou de nêutrons. Essas diferenças são fundamentais para compreender a identidade dos elementos, a formação de íons e a existência de isótopos.

Com base nessas informações, responda:

- a) Um átomo apresenta 17 prótons, 18 elétrons e 20 nêutrons. Determine seu número atômico, número de massa e carga elétrica.
- b) Considere as espécies X e Y, sabendo que X possui 12 prótons e 12 nêutrons, enquanto Y possui 12 prótons e 14 nêutrons. Qual é a relação existente entre X e Y? Justifique.
- c) Uma espécie química apresenta 20 prótons e 18 elétrons. Ela é eletricamente neutra ou carregada? Indique sua carga e a classificação do íon formado.
- d) Explique por que a perda ou o ganho de elétrons não altera a identidade do elemento químico, enquanto uma alteração no número de prótons produz outro elemento.

RESOLUÇÃO:

a) Número atômico (Z): 17

Número de massa (A): 37

Carga elétrica: -1

Número atômico (Z): É igual à quantidade de prótons ($Z = 17$).

Número de massa (A): É a soma de prótons e nêutrons ($A = 17 + 20 = 37$).

Carga elétrica: Como há um elétron a mais do que o número de prótons, a carga é negativa ($17 - 18 = -1$).

b) A relação entre X e Y é de isotopia (são isótopos).

Por definição, isótopos são espécies químicas que possuem o mesmo número atômico (mesma quantidade de prótons) e diferentes números de massa devido à variação no número de nêutrons. Ambas as espécies apresentam 12 prótons (pertencendo ao elemento magnésio, $Z=12$), mas diferem no número de nêutrons 12 e 14, respectivamente.

c) A espécie está eletricamente carregada, possui carga +2 e é classificada como um cátion.

A espécie possui 2 prótons a mais do que elétrons ($20 - 18 = +2$). Íons com carga positiva são chamados de cátions.

d) A identidade de um elemento químico é determinada exclusivamente pelo seu número de prótons (número atômico). Os elétrons ficam na eletrosfera e podem ser transferidos em reações químicas comuns para formar íons, alterando apenas a carga e as propriedades químicas da espécie, mas mantendo o núcleo. Se o número de prótons mudar, altera-se a própria estrutura do núcleo atômico, transformando-o em um elemento químico completamente diferente.

Questão 02: A Química moderna se desenvolveu em torno do conceito unificador de estrutura molecular: um arranjo tridimensional bem definido dos átomos no espaço. Na simulação "*Forma da Molécula*" do PhET Colorado, é possível visualizar o efeito dos pares eletrônicos (ligantes e não

ligantes) sobre a geometria molecular e as propriedades físico-químicas de substâncias triatômicas, como a água (H_2O) e o dióxido de carbono (CO_2).

Considerando a estrutura molecular dessas duas substâncias e as teorias de ligação química, responda aos itens a seguir:

A) Represente a fórmula estrutural de Lewis para a molécula de H_2O e para a molécula de CO_2 , indicando explicitamente todos os pares de elétrons (ligantes e isolados) na camada de valência dos átomos centrais. (*Dados de números atômicos: $H = 1$; $C = 6$; $O = 8$*).

B) Com base na Teoria de Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência (VSEPR), indique a geometria molecular de cada uma das duas substâncias. Justifique por que a molécula de água é angular e a de dióxido de carbono é linear, apesar de ambas possuírem três átomos.

C) A simulação do PhET demonstra que o ângulo de ligação na molécula de água é de aproximadamente $104,5^\circ$. Justifique o motivo desse ângulo ser menor do que o ângulo de um arranjo tetraédrico regular ($109^\circ28'$), que é a hibridização de origem do átomo central de oxigênio.

D) Analise a polaridade das duas moléculas. Explique, utilizando o conceito de vetor momento dipolar resultante, por que o CO_2 é um gás de baixa solubilidade em água à pressão atmosférica, enquanto a água é um solvente extremamente polar.

RESOLUÇÃO:

a) H_2O : $\text{H}-\text{O}-\text{H}$

O oxigênio possui 4 pares de elétrons na camada de valência ao redor do átomo central:

2 pares de elétrons ligantes, correspondentes às duas ligações $\text{O}-\text{H}$;
2 pares de elétrons não ligantes (isolados).

CO_2 :

$\text{O} = \text{C} = \text{O}$

O carbono possui duas regiões de densidade eletrônica, correspondentes às duas ligações duplas $\text{C}=\text{O}$. Cada oxigênio apresenta dois pares de elétrons não ligantes.

B) CO_2 : Geometria linear.

H_2O : Geometria angular.

De acordo com a Teoria de Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência (VSEPR), a geometria é determinada pelo número de nuvens eletrônicas ao redor do átomo central. Na molécula CO_2 , o carbono central possui duas nuvens eletrônicas (duas ligações duplas) e nenhum par de elétrons isolado. Para minimizar a repulsão intereletrônica, essas nuvens adotam a maior distância angular possível no espaço, resultando em um arranjo e geometria lineares (ângulo de 180°). Na molécula H_2O , o oxigênio central possui quatro nuvens eletrônicas (duas ligações simples e dois pares isolados), gerando um arranjo espacial tetraédrico. Como a geometria molecular

considera apenas a posição dos núcleos dos átomos ligados, a presença dos dois pares isolados força a estrutura a assumir uma geometria angular.

c) O ângulo da água ($104,5^\circ$) é menor que o tetraédrico regular ($109^\circ28'$) devido à força de repulsão dos pares eletrônicos isolados.

Os pares de elétrons não ligantes do oxigênio ocupam mais espaço e exercem maior repulsão que os pares ligantes. A ordem aproximada das repulsões é:

par isolado–par isolado > par isolado–par ligante > par ligante–par ligante.

Na H_2O , os dois pares isolados do oxigênio exercem forte repulsão sobre os pares ligantes O–H, comprimindo o ângulo entre as ligações. Por isso, o ângulo H–O–H diminui de aproximadamente $109^\circ28'$, correspondente ao arranjo tetraédrico ideal, para $104,5^\circ$.

c) A molécula de H_2O é polar. As ligações O–H são polares porque o oxigênio é mais eletronegativo que o hidrogênio. Como a molécula possui geometria angular, os vetores de momento dipolar das duas ligações não se anulam. Existe, portanto, um momento dipolar resultante diferente de zero.

O CO_2 possui ligações C=O polares, pois há diferença de eletronegatividade entre carbono e oxigênio. Entretanto, sua geometria é linear e simétrica. Os dois vetores de momento dipolar possuem sentidos opostos e, por isso, se anulam. O momento dipolar resultante é aproximadamente zero, tornando o CO_2 uma molécula apolar.

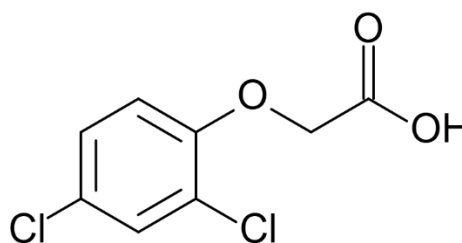
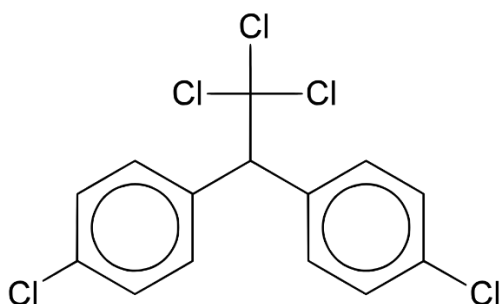
Consequentemente, a água apresenta fortes interações intermoleculares, incluindo ligações de hidrogênio, além de interações dipolo-dipolo, o que contribui para sua elevada capacidade de dissolver substâncias polares e iônicas. O CO_2 , por ser uma molécula globalmente apolar, apresenta solubilidade limitada em água, embora uma pequena parte do CO_2 dissolvido possa reagir com a água e formar ácido carbônico (H_2CO_3).

Questão 03:

TEXTO: Poluição Química e Persistência de Organoclorados nos Rios

Em áreas agrícolas próximas às bacias dos rios do Amapá, o uso histórico de inseticidas organoclorados (como o **DDT** e o **2,4-D**) ainda desperta a atenção de órgãos ambientalistas e pesquisadores locais. A grande resistência desses compostos à degradação biológica (biodegradação) por microrganismos nos solos e rios amapaenses está diretamente ligada à sua estrutura e à classificação das suas cadeias carbônicas.

Observe as fórmulas estruturais do **DDT** e do **2,4-D** (Ácido 2,4-diclorofenoxiacético):



A) Analise a estrutura do herbicida **2,4-D**. Classifique a cadeia carbônica do 2,4-D quanto aos critérios:

- **Aberta, Fechada ou Mista:**
- **Aromática ou Alicíclica:**
- **Homogênea ou Heterogênea:**

B) Na molécula do 2,4-D, existe um átomo de oxigênio intercalado entre o anel aromático e o grupo $-\text{CH}_2 - \text{COOH}$.

1. Esse átomo de oxigênio é considerado um **heteroátomo**? Justifique sua resposta com base na posição do oxigênio na cadeia.
2. Como se classifica o carbono do grupo $-\text{CH}_2 -$ situado entre o oxigênio e o grupo carboxila quanto ao número de carbonos vizinhos (primário, secundário, terciário ou quaternário)?

C) No tratamento de efluentes no Amapá, observa-se que detergentes e pesticidas de **cadeia ramificada** ou com **muitos anéis aromáticos clorados** (como o DDT) são altamente resistentes à ação das bactérias, enquanto compostos de **cadeia linear/normal** são facilmente biodegradados. Explique a diferença entre uma **cadeia normal (linear)** e uma **cadeia ramificada**.

D) Com base na estrutura do herbicida **2,4-D**:

1. Indique a **hibridização** (sp^3 , sp^2 ou sp) do carbono do grupo carboxila ($-\text{COOH}$).
2. Determine quantos carbonos com hibridização sp^2 e quantos com hibridização sp^3 existem no total na molécula do 2,4-D (fórmula molecular $\text{C}_8\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}_3$).

RESOLUÇÃO:

a) Mista, Aromática e Heterogênea.

b)

b1. Sim, é um heteroátomo. O oxigênio está localizado exatamente intercalado entre dois átomos de carbono.

b2. É um carbono primário.

c) Cadeia Normal (Linear): Possui apenas duas extremidades contendo carbonos primários ou secundários, sem ramificações laterais de carbono. Cadeia Ramificada: Possui pelo menos três extremidades de carbono e contém pelo menos um carbono terciário ou quaternário.

d)

d1. O carbono do grupo --COOH realiza uma ligação dupla com o oxigênio ($\text{C} = \text{O}$) e duas ligações simples. Portanto, sua hibridização é sp^2 .

d2. Carbonos sp^2 : Os 6 carbonos do anel aromático + 1 carbono da carboxila (--COOH) = 7 carbonos sp^2 . Carbonos sp^3 : Apenas 1 carbono (o grupo $\text{--CH}_2\text{--}$) = 1 carbono sp^3 .

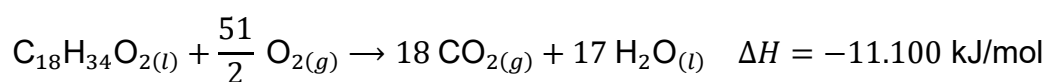
Questão 04:

TEXTO: O Poder Calorífico da Castanha-do-Brasil

No estado do Amapá, o extrativismo da **castanha-do-brasil** (*Bertholletia excelsa*) em municípios como Laranjal do Jari e Serra do Navio é fonte de renda para dezenas de comunidades tradicionais. Além de ser um alimento altamente nutritivo, a amêndoa da castanha é rica em óleos vegetais (lipídios), o que lhe confere um elevado valor energético.

Nas agroindústrias comunitárias, o resíduo da prensagem (o bagaço ou torta de castanha) é queimado em caldeiras para gerar o vapor necessário ao próprio processamento dos óleos. Essa energia é obtida por meio da **combustão completa** dos ácidos graxos presentes na biomassa.

Para fins didáticos e analíticos, o principal óleo da castanha pode ser representado pelo ácido oléico ($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$). Veja a equação termoquímica da sua combustão completa a 25°C e 1 atm:



(Dados: Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16).

A) Ao queimar o bagaço de castanha nas caldeiras das usinas comunitárias do Amapá. Classifique a reação de combustão em **endotérmica** ou **exotérmica**. Explique a variação de temperatura no ambiente ao redor do forno e identifique o significado do sinal do valor de $\Delta H = -11.100 \text{ kJ/mol}$.

B) Em um teste de laboratório no Curso de Química da UNIFAP, uma amostra de 94 g de ácido oléico ($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$) extraída da castanha foi queimada completamente em um calorímetro.

1. Determine a massa molar do ácido oléico e calcule a quantidade de matéria (número de mols) contida na amostra de 282 g.
2. Calcule a quantidade total de calor (em kJ) **liberada** durante essa queima.

C) Desenhe ou descreva como deve ser montado o **Diagrama de Entalpia** para a reação de combustão do ácido oléico. Em sua resposta, garanta indicar a posição (nível de energia) dos **Reagentes** em relação aos **Produtos**.

D) Considere as seguintes etapas genéricas de reação simplificadas para a formação de poluentes gasosos em queimadas descontroladas:

- **Etapla 1:** $C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \quad \Delta H_1 = -110,5 \text{ kJ}$
- **Etapla 2:** $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_2 = -283,0 \text{ kJ}$

Utilizando a **Lei de Hess** (somatório das equações), determine a equação global para a combustão direta do carbono grafita produzindo dióxido de carbono ($C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$) e calcule o valor do seu ΔH_{global} .

RESOLUÇÃO:

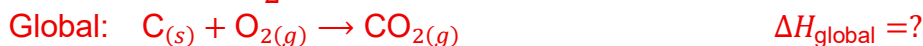
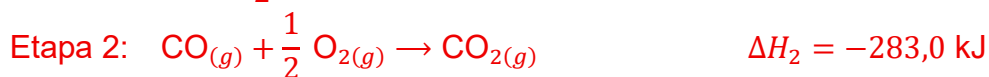
a) Classificação: A reação é exotérmica.

Explicação: Reações exotérmicas liberam calor para o meio ambiente, provocando o aumento da temperatura ao redor da caldeira. O sinal negativo ($\Delta H < 0$) indica que os produtos possuem menor energia (entalpia) acumulada do que os reagentes iniciais.

b) ITEM ANULADO.

c) Construção do Diagrama/Gráfico: No eixo vertical de Entalpia (H), os Reagentes ($C_{18}H_{34}O_2 + \frac{51}{2} O_2$) ficam posicionados na parte superior (nível de energia mais alto). Os Produtos ($18 CO_2 + 17 H_2O$) ficam situados na parte inferior (nível de energia mais baixo).

d) Lei de Hess: Somando as duas equações fornecidas:



(Note que o intermediário $CO_{(g)}$ cancela-se nos dois lados e $\frac{1}{2} O_2 + \frac{1}{2} O_2 = 1 O_2$).

Cálculo da Entalpia Global: $\Delta H_{\text{global}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 = (-110,5 \text{ kJ}) + (-283,0 \text{ kJ}) = -393,5 \text{ kJ}$

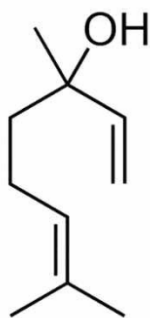
Questão 05:

TEXTO: A Fitoquímica das Plantas Medicinais do Amapá

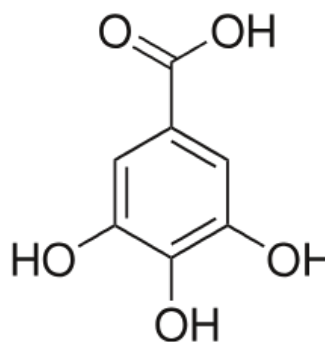
Nas feiras livres de Macapá e Santana, o comércio de óleos e extratos vegetais nativos faz parte da medicina popular e da economia sustentável do estado. A análise química desses extratos revela compostos bioativos com diferentes **funções orgânicas**:

1. **Cariofileno**: Encontrado no óleo-resina de **Copaíba** (*Copaifera sp.*), é um hidrocarboneto sesquiterpênico com ação anti-inflamatória.
2. **Linalol**: Presente no óleo essencial de **Priprioca** (*Cyperus articulatus*), utilizado na indústria de perfumes e cosméticos pela sua fragrância marcante.
3. **Ácido Gálico**: Presente em extratos de cascas de árvores da floresta de terra firme, conhecido pelo alto poder antioxidante.

Observe as estruturas químicas simplificadas dos compostos presentes nesses extratos:



Composto 1: Linalol



Composto 2: Ácido Galóico

- A)** Analise as estruturas químicas do **Linalol** (Composto 1) e do **Ácido Galóico** (Composto 2):
1. Identifique a **função orgânica** presente na estrutura do Linalol.
 2. Identifique as **duas funções orgânicas** presentes na estrutura do Ácido Galóico.
- B)** A presença do grupo hidroxila (-OH) ocorre em diferentes classes de compostos orgânicos.
1. O Linalol é classificado como um **álcool primário, secundário ou terciário**? Justifique observando o carbono ligado à hidroxila.
 2. Diferencie, quanto à estrutura e acidez em água, a função **álcool** (presente no Linalol) da função **fenol** (presente no Ácido Galóico).
- C)** Ao misturar o óleo essencial puro de Priprioca (rico em Linalol e hidrocarbonetos) com água destilada em um funil de separação no laboratório de química do Amapá, observa-se a formação de duas fases imiscíveis.
1. Explique por que os hidrocarbonetos e óleos essenciais são predominantemente **insolúveis em água**.
 2. Qual das duas substâncias — o **Linalol** ou o **Ácido Galóico** — apresenta **maior solubilidade em água**? Justifique com base nas forças intermoleculares e ligações de hidrogênio.
- D)** No laboratório da universidade, deseja-se diferenciar uma amostra de **álcool primário** de uma amostra de **álcool terciário** (como o Linalol):
1. Qual função orgânica é obtida como produto da **oxidação branda de um álcool primário**?

2. Por que os **álcoois terciários** são resistentes à oxidação branda sob condições normais de laboratório (sem a quebra da cadeia carbônica)?

a) O Linalol Apresenta a função Álcool (presença da hidroxila —OH ligada a um carbono saturado sp^3) e a função Alceno / Hidrocarboneto insaturado (pelas ligações duplas $\text{C} = \text{C}$). Ácido Galóico apresenta as funções Fenol (hidroxilas —OH ligadas diretamente ao anel aromático) e Ácido Carboxílico (grupo —COOH ligado ao anel).

b)

b1. É um álcool terciário. A hidroxila (—OH) está ligada a um carbono que está conectado diretamente a outros três átomos de carbono.

b2. No álcool, a hidroxila está ligada a um carbono saturado (sp^3). Apresenta caráter praticamente neutro em água. No fenol, a hidroxila está ligada diretamente a um carbono insaturado sp^2 do anel aromático. Devido à ressonância do anel aromático (estabilização do íon fenóxido), os fenóis apresentam caráter fracamente ácido em água, ao contrário dos álcoois.

c)

c1. Os hidrocarbonetos e óleos essenciais são compostos predominantemente apolares (formados por longas cadeias de carbono e hidrogênio), realizando apenas interações do tipo forças de dispersão de London, sendo incapazes de se misturar com a água (que é um solvente polar).

c2. O Ácido Galóico apresenta maior solubilidade. Pois possui quatro grupos altamente polares (três hidroxilas fenólicas e uma carboxila) que realizam intensas ligações de hidrogênio (pontes de hidrogênio) com as moléculas de água, superando o efeito apolar do anel aromático.

d)

d1. A oxidação branda de um álcool primário produz inicialmente um Aldeído (que, se a oxidação continuar, transforma-se em um Ácido Carboxílico).

d2. O carbono ligado à hidroxila no álcool terciário não possui átomo de hidrogênio ligado a ele ($\text{C} - \text{H}$). Para que ocorra a oxidação do álcool sem quebrar as ligações carbono-carbono ($\text{C} - \text{C}$) da cadeia principal, é necessária a presença desse hidrogênio no carbono alfa.