



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 2

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 ($109^\circ 28'$), 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 ($109^\circ 28'$) 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 $109^\circ 28'$, correspondente ao arranjo tetraédrico ideal, para $104,5^\circ$.

D) 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:

Aqui está uma terceira opção de questão discursiva contextualizada para a **Olimpíada Amapaense de Química**, com um **nível de dificuldade mais acessível (fácil a moderado)**, focando em conceitos fundamentais do dia a dia sobre **Soluções**.

A questão aborda a **preparação de xaropes medicinais à base de plantas da Amazônia** (como o cumaru e o sucupira) vendidos na Feira do Produtor em Macapá, permitindo avaliar noções básicas de solubilidade, concentração e saturação de forma prática.

TEXTO: Os Xaropes Medicinais da Feira do Produtor

Na Feira do Produtor, em Macapá, é comum encontrar garrafas de xaropes tradicionais produzidos a partir de cascas e ervas medicinais da Amazônia (como cumaru, sucupira e copaíba). Para conferir o sabor doce e garantir a conservação do produto, adiciona-se uma grande quantidade de açúcar comercial (sacarose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ao extrato aquoso quente das plantas.

Um produtor local prepara um lote de xarope dissolvendo 600 g de açúcar em 1000 mL (1 L) de água destilada quente (80°C). Ele sabe que a solubilidade máxima da sacarose em água a 20°C é de 2000 g/L.

(Dados: Considere a densidade da água 1,0 g/mL. Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16).

A) Em uma solução de xarope medicinal preparada com água e açúcar, qual substância atua como **soluto** e qual atua como **solvente**?

B) Calcule a **concentração comum (C)**, expressa em g/L, do açúcar no xarope preparado pelo produtor ao misturar 600 g de sacarose em 1,0 L de água (assuma que o volume final da solução permaneceu próximo de 1,0 L).

C) Após o preparo a quente, o xarope foi resfriado até atingir a temperatura ambiente (20 °C). Com base no dado de solubilidade da sacarose a 20 °C (2000 g/L), classifique a solução preparada (600 g/L) quanto ao seu grau de saturação: **insaturada**, **saturada** ou **supersaturada**? Justifique sua resposta comparando a quantidade de açúcar dissolvida com o limite de solubilidade.

D) Se o produtor tentasse dissolver uma quantidade muito maior de açúcar para fazer um xarope bem mais denso, ele notaria que aquecer a água facilita bastante a dissolução do açúcar sólido. O processo de dissolução do açúcar na água é **endotérmico** ou **exotérmico**? Justifique.

RESOLUÇÃO:

a) Identificação: O açúcar (sacarose) é o soluto e a água é o solvente.

$$b) C = \frac{600 \text{ g}}{1,0 \text{ L}} = 600 \text{ g/L}$$

c) Classificação: A solução é insaturada (ou não saturada).

Justificativa: A quantidade de açúcar dissolvida (600 g/L) é menor do que o limite máximo de solubilidade permitido pela água nessa temperatura (2000 g/L a 20 °C).

d) Classificação térmica: O processo é endotérmico (absorve calor).

Explicação: Para a maioria dos sólidos (como a sacarose), o aumento da temperatura fornece energia para romper as interações da rede cristalina do sólido, aumentando a solubilidade do soluto na água.

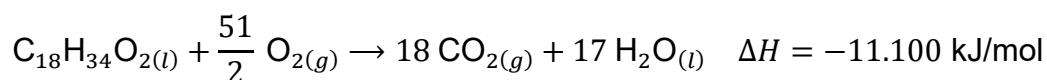
Questão 04:

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 ($C_{18}H_{34}O_2$). 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 ($C_{18}H_{34}O_2$) 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:

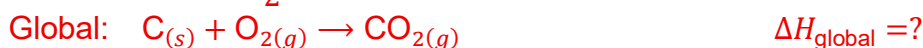
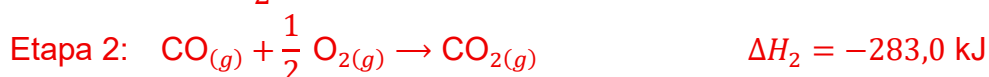
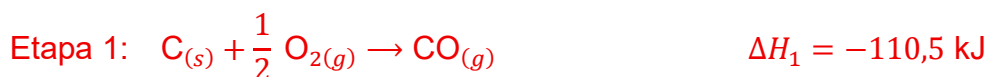
a) Classificação: A reação é exotérmica.

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 MOTIVADOR: A Preservação das Castanhas em Laranjal do Jari

No município de Laranjal do Jari, no sul do Amapá, o extrativismo da **castanha-do-brasil** (*Bertholletia excelsa*) movimentam a economia de centenas de famílias. Após a coleta na floresta, as amêndoas de castanha precisam ser secas e armazenadas adequadamente para evitar a rancificação (deterioração dos óleos por oxidação).

A degradação do óleo de castanha é uma reação de oxidação entre os lipídios e o oxigênio (O_2) do ar. Em ambientes quentes e úmidos, essa reação é acelerada por enzimas chamadas *lipases*.

Para entender melhor esse processo, estudantes de uma escola estadual em Laranjal do Jari realizaram experimentos medindo a velocidade de degradação do óleo de castanha sob diferentes condições, registrando os dados de formação do produto de degradação (ácidos graxos livres) ao longo do tempo:

Experimento	Condição Testada	Formação de Produto em 10 min (mmol/L)
Exp. 1	Castanha inteira a 25 °C (Sem enzima)	0,2
Exp. 2	Castanha inteira a 25 °C (Com enzima lipase)	1,8
Exp. 3	Castanha inteira a 45 °C (Com enzima lipase)	3,6

Experimento	Condição Testada	Formação de Produto em 10 min (mmol/L)
Exp. 4	Castanha triturada/ralada a 25 °C (Com enzima lipase)	5,4

A) Com base nos dados fornecidos na tabela do experimento:

1. Calcule a **velocidade média de degradação** no **Experimento 2** nos primeiros 10 minutos de reação, expressando o resultado em mmol/(L · min).
2. Calcule a velocidade média de degradação no **Experimento 3** para o mesmo intervalo de tempo e determine quantas vezes a reação ficou mais rápida com o aumento da temperatura de 25 °C para 45 °C.

B) Ao comparar o **Experimento 1** (sem enzima) com o **Experimento 2** (com enzima lipase), observa-se um aumento expressivo na quantidade de produto formado no mesmo intervalo de tempo.

1. Qual é o papel da enzima lipase no ponto de vista da **Cinética Química**?
2. Explique o que acontece com o valor da **Energia de Ativação (E_a)** da reação quando a enzima é adicionada ao sistema.

C) Ao comparar o **Experimento 2** (castanha inteira) com o **Experimento 4** (castanha triturada/ralada), nota-se que a castanha triturada degrada-se muito mais rapidamente.

1. Explique, com base na **Teoria das Colisões**, por que a trituração do sólido aumenta a velocidade da reação química.
2. Por que, no armazenamento comercial dos galpões de Laranjal do Jari, prefere-se manter as castanhas inteiras e dentro das cascas duras (ouríços) até o momento da venda?

D) Embora o aumento de temperatura de 25 °C para 45 °C tenha acelerado a reação (Exp. 2 vs Exp. 3), se o produto for submetido a um aquecimento rápido em estufa a 90 °C por alguns minutos (processo de esterilização/desnaturação), a oxidação enzimática cessa quase completamente.

Explique a diferença entre o efeito do aumento moderado de temperatura sobre as moléculas e o efeito do aquecimento excessivo sobre a estrutura das **enzimas (proteínas)**.

a) a1. Velocidade média no Experimento 2 (0 a 10 min): $v_m = \frac{\Delta[\text{Produto}]}{\Delta t} = \frac{1,8-0}{10-0} = 0,18 \text{ mmol}/(\text{L} \cdot \text{min})$

a2. Velocidade média no Experimento 3 (0 a 10 min): $v_m = \frac{3,6-0}{10-0} = 0,36 \text{ mmol}/(\text{L} \cdot \text{min})$

Fator de aumento: Razão = $\frac{0,36}{0,18} = 2$ vezes mais rápida

b) b1. Papel da enzima: A enzima atua como um catalisador biológico, aumentando a velocidade da reação química.

b2. Impacto na Energia de Ativação: A enzima diminui a Energia de Ativação (E_a) da reação ao fornecer um caminho reacional alternativo com menor barreira energética.

c) c1. Teoria das Colisões e Superfície de Contato: Ao triturar a castanha, a superfície de contato entre o sólido (óleo da castanha) e os reagentes no meio (oxigênio e solução enzimática) aumenta significativamente. Isso aumenta o número de colisões efetivas por unidade de tempo, acelerando a reação.

c2. Manter a castanha inteira e protegida minimiza a área exposta ao oxigênio e à umidade do ar, reduzindo a frequência de choques entre as moléculas e preservando o produto por mais tempo.

d) Aumenta a energia cinética média das moléculas, fazendo com que mais partículas tenham energia suficiente para ultrapassar a barreira da energia de ativação ($E \geq E_a$). O Aquecimento excessivo causa a desnaturação térmica da enzima (alteração irreversível na sua estrutura tridimensional e no sítio ativo), fazendo com que a enzima perca sua função catalítica e a reação perca o seu catalisador.