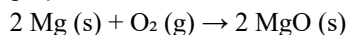




Questões discursivas. Consulte a Classificação Periódica. As resoluções comentadas estão ao final da lista.

01. Em uma aula experimental sobre as leis ponderais, fitas de magnésio foram queimadas em recipientes fechados contendo gás oxigênio. A luz branca intensa dessa combustão já foi usada em flashes fotográficos, e o produto formado, o óxido de magnésio, é o princípio ativo de alguns antiácidos e laxantes. Nos dois experimentos realizados, todo o magnésio e todo o oxigênio foram convertidos em óxido de magnésio, conforme a equação:



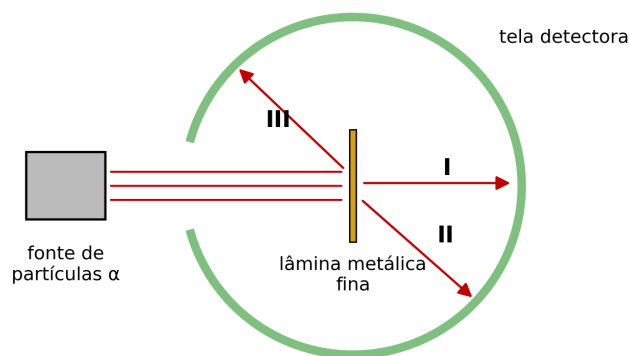
Os resultados obtidos estão registrados no quadro.

Experimento	Massa de magnésio (g)	Massa de oxigênio (g)	Massa de óxido de magnésio (g)
1	12,0	8,0	20,0
2	30,0	x	y

a) Segundo o modelo atômico de Dalton, o que acontece com os átomos de magnésio e de oxigênio durante a reação? Explique, com base nesse modelo, por que a massa total do sistema fechado não se altera durante a reação.

b) Calcule, em gramas, os valores de x e de y. Determine a porcentagem em massa de magnésio no óxido formado no experimento 1 e explique, com base na lei das proporções constantes, por que essa porcentagem é a mesma no experimento 2.

02. Um software educacional reproduz o experimento realizado por Geiger e Marsden sob a orientação de Ernest Rutherford, no início do século XX. Na simulação, um feixe de partículas α (núcleos de hélio, de carga positiva) é lançado contra uma lâmina muito fina de ouro, e uma tela detectora circular registra o ponto de chegada de cada partícula, como mostra o esquema.



Ao final da simulação, o programa exibe três observações: I – a imensa maioria das partículas atravessou a lâmina sem sofrer desvio; II – uma pequena parcela sofreu desvios de diferentes ângulos; III – um número muito reduzido de partículas retornou em direção à fonte. Em outra tela, o mesmo software mostra o espectro de emissão do gás hidrogênio, formado apenas por algumas linhas coloridas separadas por regiões escuras.

a) Que característica estrutural do átomo, proposta por Rutherford, explica a observação I? Explique, com base na carga e na massa do núcleo atômico, as observações II e III.

b) Cite uma limitação do modelo de Rutherford relacionada à estabilidade dos elétrons que giram ao redor do núcleo, explicando o problema. Explique por que o modelo de Rutherford não consegue justificar o espectro de emissão do hidrogênio mostrado pelo software.

03. Detectores de germânio de alta pureza são usados em serviços de medicina nuclear e em laboratórios de controle de qualidade de radiofármacos para identificar, com alta resolução, os raios gama emitidos por diferentes radionuclídeos. O germânio, de número atômico 32, é um semimetal que, assim como o silício, se comporta como semicondutor. Em detectores desse tipo, o cristal de germânio precisa ser resfriado a temperaturas muito baixas para reduzir o ruído elétrico causado pela agitação térmica dos elétrons.

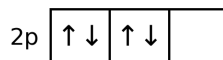
a) Escreva a distribuição eletrônica completa do átomo de germânio no estado fundamental, em subníveis de energia, na ordem crescente de energia. Indique o número de elétrons presentes em cada camada eletrônica (K, L, M e N) desse átomo.

b) Qual é o subnível mais energético do átomo de germânio e quantos elétrons há em sua camada de valência? Em que bloco da Classificação Periódica o germânio está localizado? Justifique com base na distribuição eletrônica.

Lista Unifimes 01

04. Em uma demonstração clássica, oxigênio líquido ($-183\text{ }^{\circ}\text{C}$) é despejado lentamente entre os polos de um ímã potente: o líquido fica retido entre os polos, como se fosse “agarrado” pelo campo magnético. Quando o experimento é repetido com nitrogênio líquido, o líquido escorre sem ser retido. Modelos de ligação mais avançados mostram que cada molécula de O_2 possui dois elétrons desemparelhados, enquanto na molécula de N_2 todos os elétrons estão emparelhados.

Ao estudar o tema, um estudante representou da seguinte forma o subnível 2p do átomo de oxigênio isolado, no estado fundamental:



a) Represente o diagrama de orbitais (caixas e setas) correto do subnível 2p do átomo de oxigênio no estado fundamental. Qual regra foi violada na representação feita pelo estudante?

b) Quantos elétrons desemparelhados o átomo de oxigênio apresenta no estado fundamental? Explique, com base no emparelhamento dos spins eletrônicos, por que o oxigênio líquido é atraído pelo ímã e o nitrogênio líquido não é.

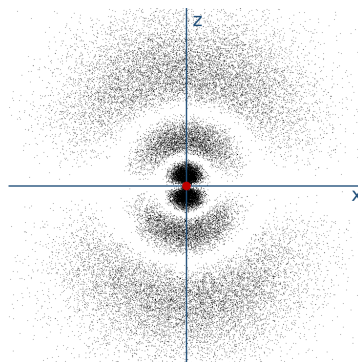
05. Em laboratórios de análises clínicas, técnicas espectroscópicas permitem identificar e quantificar metais de transição, como ferro, cobre e zinco, em amostras de sangue e de urina. Muitas propriedades desses metais e de seus íons, como a cor de seus compostos e o comportamento magnético, estão relacionadas aos elétrons que ocupam o subnível 3d.

Considere um elétron que ocupa o subnível 3d. Lembre-se de que o número quântico magnético (m_ℓ) de um orbital pode assumir todos os valores inteiros de $-\ell$ a $+\ell$, incluindo o zero.

a) Quais são os valores do número quântico principal (n) e do número quântico secundário (ℓ) desse elétron? Quais são todos os valores possíveis do número quântico magnético (m_ℓ) para esse elétron?

b) Quantos orbitais compõem o subnível 3d? Com base no princípio de exclusão de Pauli, determine o número máximo de elétrons que o subnível 3d comporta e quantos desses elétrons podem apresentar $m_\ell = +1$.

06. Programas de química computacional geram imagens como a mostrada a seguir, obtida a partir do cálculo da densidade eletrônica de um elétron em um orbital 4p de um átomo hidrogenoide (corte no plano xz). Cada ponto indica uma posição em que o elétron poderia ser detectado em uma medida, e o ponto vermelho marca a posição do núcleo.



Ao analisar a imagem, um estudante afirmou que o elétron percorre continuamente um caminho que passa por todos os pontos, indo de um lobo a outro, assim como os planetas descrevem órbitas em torno do Sol.

a) Diferencie o conceito de orbital, representado na imagem, do conceito de órbita empregado nos modelos atômicos clássicos. Explique, com base no princípio da incerteza de Heisenberg, por que a interpretação do estudante é incorreta.

b) Qual é o valor do número quântico secundário (ℓ) dos orbitais do subnível 4p? Quais são os valores possíveis do número quântico magnético (m_ℓ) para esse subnível e quantas orientações espaciais diferentes seus orbitais podem assumir?

07. Em indústrias que queimam combustíveis contendo enxofre, o trióxido de enxofre (SO_3) presente nos gases de exaustão pode ser retido em filtros com óxido de magnésio (MgO) antes de chegar à atmosfera, onde contribuiria para a formação da chuva ácida. Outros óxidos de elementos do 3º período também têm uso industrial: o óxido de sódio (Na_2O) é componente do vidro comum, e o óxido de alumínio (Al_2O_3) é empregado em cerâmicas técnicas e abrasivos. O quadro apresenta a eletronegatividade, na escala de Pauling, dos elementos que formam esses óxidos.

Elemento	Na	Mg	Al	S	O
Eletronegatividade	0,9	1,3	1,6	2,6	3,4

a) Classifique cada um dos óxidos Na_2O , MgO , Al_2O_3 e SO_3 como básico, ácido ou anfótero. Escreva a equação química balanceada da reação que ocorre entre o SO_3 e o MgO no sistema de retenção.

b) O que caracteriza o comportamento anfótero de um óxido? Explique, com base no caráter metálico e na diferença de eletronegatividade entre cada elemento e o oxigênio, por que o caráter dos óxidos varia de básico a ácido ao longo do 3º período.

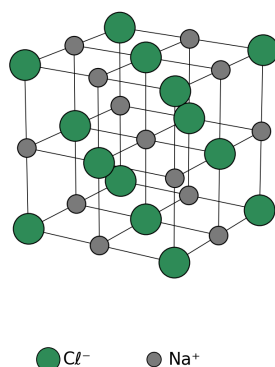
Lista Unifimes 01

08. As normas de segurança de laboratórios determinam que lítio, sódio e potássio metálicos sejam armazenados imersos em óleo mineral ou querosene, em frascos bem fechados e mantidos longe de qualquer fonte de umidade. Esses metais reagem com a água produzindo o hidróxido do metal e gás hidrogênio, que pode inflamar-se com o calor liberado. Em uma demonstração feita com pedaços de mesmo tamanho dos três metais, cada um colocado em uma cuba com água, a intensidade da reação foi visivelmente diferente de um metal para outro.

a) Coloque o lítio, o sódio e o potássio em ordem crescente de reatividade com a água. Qual é a configuração eletrônica da camada de valência, representada de forma genérica em função do número quântico principal (n), comum a esses três metais?

b) Explique, com base no efeito de blindagem exercido pelos elétrons internos e na atração do núcleo sobre o elétron de valência, a ordem de reatividade proposta. Escreva a equação química balanceada da reação do potássio com a água.

09. Em exames de eletrocardiograma, entre a pele do paciente e os eletrodos aplica-se um gel à base de água que contém cloreto de sódio (NaCl) dissolvido. No estado sólido, esse sal forma cristais nos quais os íons se organizam em um retículo cristalino, cuja estrutura está representada a seguir.



Para investigar esse material, um técnico testou a condutividade elétrica do NaCl em três condições: sólido, a 25°C ; fundido, a 801°C ; e dissolvido em água, a 25°C .

a) Explique como se forma o retículo cristalino do NaCl , considerando a natureza das interações entre as partículas que o constituem. Com base na figura, quantos íons Cl^- estão à menor distância de cada íon Na^+ no cristal?

b) Indique se o NaCl conduz ou não corrente elétrica em cada uma das três condições testadas pelo técnico. Explique, com base na mobilidade das partículas portadoras de carga, a diferença de comportamento entre o sólido e as demais condições.

10. Hastes femorais de próteses de quadril são frequentemente fabricadas com a liga Ti-6Al-4V , que contém, em massa, 90% de titânio, 6% de alumínio e 4% de vanádio. Essa liga reúne biocompatibilidade, resistência à corrosão e resistência mecânica bem superior à do titânio puro, como mostra o quadro. Na liga, átomos de alumínio e de vanádio, cujos raios são diferentes do raio dos átomos de titânio, ocupam posições no retículo cristalino do metal.

Material	Resistência à tração (MPa)	Densidade (g/cm^3)
Titânio comercialmente puro	≈ 340	4,5
Liga Ti-6Al-4V	≈ 900	4,4

a) Descreva o modelo da ligação metálica para o titânio, indicando as partículas que formam o retículo e o papel dos elétrons de valência. Explique, com base nesse modelo, por que a haste metálica conduz corrente elétrica.

b) Explique por que a presença de átomos de tamanhos diferentes no retículo torna a liga mais resistente à deformação que o titânio puro. Calcule, em mol, a quantidade de alumínio presente em uma haste femoral de 180 g fabricada com essa liga.

CRITÉRIOS DE CORREÇÃO — RESOLUÇÕES COMENTADAS

Observações: Para cada questão, foi atribuída a pontuação 0 ou 1 ou 2 ou 3 ou 4, conforme o atendimento integral aos critérios seguintes. Resposta correta acrescida de informação errada implicou na perda do ponto. Não foram aceitos resultados sem a apresentação dos cálculos. Não foram aceitos resultados com erro de cálculo ou sem a unidade de medida correta, quando o caso.

Resposta da questão 1:**a)**

No modelo de Dalton, os átomos são indivisíveis e não são criados, destruídos nem transformados em átomos de outro elemento; na reação, eles apenas se separam e se recombina (rearranjo), formando o MgO.

Os átomos de Mg e O conservam sua identidade e apenas se rearranjam, unindo-se para formar o óxido. (1 ponto)

Como o número de átomos de cada elemento é o mesmo antes e depois da reação e cada átomo tem massa característica de seu elemento, a massa total do sistema permanece constante. (1 ponto)

Não foi aceita: afirmação de que átomos de magnésio “se transformam” em óxido ou de que parte dos átomos é consumida.

b)

12,0 g de Mg ----- 8,0 g de O₂

30,0 g de Mg ----- x → x = 20,0 g; y = 30,0 g + 20,0 g = 50,0 g

x = 20,0 g e y = 50,0 g (1 ponto)

Não foi aceita: resposta sem os cálculos ou com apenas um dos valores.

%Mg = (12,0 g ÷ 20,0 g) × 100 = 60%. Como o óxido de magnésio é sempre formado pela mesma combinação de átomos (1 Mg : 1 O), a razão entre as massas dos elementos é fixa (12 : 8 = 3 : 2); por isso, qualquer amostra de MgO apresenta 60% de magnésio em massa (no experimento 2: 30,0 ÷ 50,0 = 60%). (1 ponto)

Foi aceita: verificação numérica no experimento 2 acompanhada da menção à proporção fixa entre as massas.

Erro previsto: somar as massas de reagentes dos dois experimentos ou usar a proporção 2 : 1 dos coeficientes como se fosse proporção em massa.

Resposta da questão 2:**a)**

O átomo é formado predominantemente por espaço vazio (eletrosfera muito maior que o núcleo). (1 ponto)

O núcleo é muito pequeno, positivo e concentra quase toda a massa do átomo: as partículas α (positivas) que passam próximas dele sofrem repulsão elétrica e são desviadas (II); as raríssimas que incidem quase frontalmente sobre o núcleo, muito mais massivo que elas, são rebatidas em direção à fonte (III). (1 ponto)

Não foi aceita: atribuição dos desvios aos elétrons ou à atração entre núcleo e partícula α.

b)

Segundo a física clássica (eletromagnetismo), uma carga elétrica em movimento circular (acelerada) emite radiação e perde energia continuamente; o elétron descreveria uma espiral até colidir com o núcleo, e o átomo seria instável — o que não se observa. (1 ponto)

No modelo de Rutherford, o elétron poderia ter qualquer valor de energia e, ao perdê-la, emitiria radiação de forma contínua (espectro contínuo). O espectro de linhas indica que o elétron só pode ocupar níveis de energia definidos (quantizados), conceito ausente no modelo. (1 ponto)

Foi aceita: menção a que a explicação só veio com o modelo de Bohr, desde que associada à quantização da energia.

Resposta da questão 3:**a)**

Ge (Z = 32): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p² (1 ponto)

Não foi aceita: notação abreviada [Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p², pois foi pedida a distribuição completa.

K = 2; L = 8; M = 18; N = 4 (1 ponto)

b)

Subnível mais energético: 4p (4p²). Camada de valência: N (4s² 4p²), com 4 elétrons. (1 ponto)

Erro previsto: responder 3d como subnível mais energético (o 3d¹⁰ é o último escrito na ordem geométrica, não na energética) ou 2 elétrons de valência, confundindo subnível mais energético com camada de valência.

Bloco p, pois o subnível mais energético (último a ser preenchido na ordem de energia) é um subnível p. (1 ponto)

Foi aceita: indicação adicional correta do grupo 14 (família do carbono). Não foi aceita: bloco d.

Resposta da questão 4:

a)

2p⁴: $[\uparrow\downarrow] [\uparrow] [\uparrow]$ — três orbitais; um com dois elétrons de spins opostos e dois semipreenchidos com spins paralelos. (1 ponto)*Foi aceita: par eletrônico em qualquer das três caixas; setas dos elétrons isolados ambas para baixo, desde que paralelas.***Regra de Hund (máxima multiplicidade): em orbitais de mesma energia, cada orbital recebe um elétron, com spins paralelos, antes de ocorrer emparelhamento. O estudante emparelhou elétrons deixando um orbital vazio. (1 ponto)***Não foi aceita: Princípio de exclusão de Pauli (a representação do estudante respeita esse princípio).*

b)

2 elétrons desemparelhados. (1 ponto)**Cada elétron tem um momento magnético associado ao spin. Quando os elétrons estão emparelhados, os spins opostos anulam esses momentos; havendo elétrons desemparelhados, os momentos não se cancelam e a espécie é atraída pelo campo magnético (paramagnética). O O₂ tem dois elétrons desemparelhados por molécula e é atraído; o N₂, com todos os elétrons emparelhados, não é atraído (diamagnético). (1 ponto)***Obs.: o paramagnetismo do O₂ decorre dos elétrons desemparelhados da molécula (teoria dos orbitais moleculares), e não diretamente dos elétrons desemparelhados do átomo isolado; por isso essa informação foi fornecida no texto. O termo “diamagnético” não era obrigatório.**Erro previsto: justificar pela fórmula de Lewis O=O, que mostra todos os elétrons emparelhados e prevê, incorretamente, que o O₂ não seria atraído.***Resposta da questão 5:**

a)

n = 3 e l = 2 (1 ponto)**m_l = -2, -1, 0, +1, +2 (1 ponto)**

b)

Um orbital para cada valor de m_l: 5 orbitais. (1 ponto)**Pelo princípio de exclusão de Pauli, cada orbital comporta no máximo 2 elétrons, com spins opostos: 5 × 2 = 10 elétrons. O orbital de m_l = +1 comporta 2 elétrons (m_s = +½ e -½). Máximo de 10 elétrons, dos quais 2 podem ter m_l = +1. (1 ponto)***Erro previsto: responder 1 elétron com m_l = +1, esquecendo que o orbital admite dois spins.***Resposta da questão 6:**

a)

Órbita: trajetória definida (circular ou elíptica), com posição e velocidade do elétron determinadas a cada instante. Orbital: região do espaço ao redor do núcleo onde é maior a probabilidade de encontrar o elétron (descrição probabilística), sem trajetória definida. (1 ponto)**Pelo princípio da incerteza, não é possível determinar simultaneamente, com precisão, a posição e a velocidade (momento) do elétron; portanto, não se pode definir uma trajetória. Os pontos representam posições prováveis obtidas em diferentes medidas, e não um caminho percorrido. (1 ponto)***Obs.: não se exige comentário sobre as regiões nodais internas, típicas do orbital 4p.*

b)

l = 1 (1 ponto)**m_l = -1, 0, +1; três orientações espaciais (orbitais orientados segundo os eixos x, y e z). (1 ponto)***Não foi aceita: resposta que liste os valores de m_l sem o número de orientações, ou vice-versa.***Resposta da questão 7:**

a)

Na₂O e MgO: básicos; Al₂O₃: anfótero; SO₃: ácido. (1 ponto)*Obs.: o ponto exige a classificação correta dos quatro óxidos.***MgO (s) + SO₃ (g) → MgSO₄ (s) (1 ponto)**

b)

Óxido anfótero é aquele que reage tanto com ácidos quanto com bases fortes, formando sal e água (comporta-se como básico diante de ácidos e como ácido diante de bases). (1 ponto)*Foi aceita: explicação por meio de equações, como $Al_2O_3 + 6 HCl \rightarrow 2 AlCl_3 + 3 H_2O$ e reação com NaOH (aq).***Ao longo do período, o caráter metálico diminui e a eletronegatividade do elemento aumenta, aproximando-se da do oxigênio (diferenças: Na–O 2,5; Mg–O 2,1; Al–O 1,8; S–O 0,8). Com grande diferença, os óxidos são iônicos e liberam O²⁻, que reage com a água ou com ácidos (caráter básico); com pequena diferença, as ligações são covalentes, o óxido é molecular e reage com a água formando ácido (SO₃ + H₂O → H₂SO₄); o alumínio, intermediário, forma óxido anfótero. (1 ponto)***Não foi aceita: explicação baseada apenas em raio atômico ou em energia de ionização.*

Resposta da questão 8:

a)

 $\text{Li} < \text{Na} < \text{K}$ (1 ponto) **ns^1 (1 ponto)***Foi aceita: indicação das configurações $2s^1$, $3s^1$ e $4s^1$ com a identificação de um elétron no subnível s da última camada.*

b)

Do Li para o K aumenta o número de camadas eletrônicas; os elétrons internos blindam o elétron de valência, que fica mais afastado do núcleo e sofre menor atração efetiva. Assim, ele é removido com mais facilidade, o metal se oxida mais facilmente e reage com mais intensidade. (1 ponto)

Não foi aceita: resposta restrita a “o raio aumenta”, sem relacionar blindagem e atração sobre o elétron de valência. **$2\text{K}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{KOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ (1 ponto)***Foi aceita: forma iônica $2\text{K}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{K}^+(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$.**Obs.: a intensidade observada ($\text{Li} < \text{Na} < \text{K}$) tem forte componente cinético; o potencial-padrão do lítio é o mais negativo dos três, discussão que não é cobrada aqui.***Resposta da questão 9:**

a)

O sódio transfere seu elétron de valência ao cloro, formando cátions Na^+ e ânions Cl^- . Esses íons se atraem por forças eletrostáticas intensas em todas as direções e se organizam de forma alternada em um arranjo tridimensional repetitivo, no qual cada íon fica rodeado por íons de carga oposta. (1 ponto)

*Não foi aceita: descrição de moléculas de NaCl ou de compartilhamento de elétrons.***6 íons Cl^- (1 ponto)***Obs.: na figura, o Na^+ central é circundado pelos 6 íons Cl^- localizados nos centros das faces do cubo.*

b)

Sólido: não conduz; fundido: conduz; dissolvido em água: conduz. (1 ponto)

No sólido, os íons existem, mas estão presos em posições fixas do retículo e não há elétrons livres; ao fundir ou dissolver o sal, o retículo é desfeito e os íons passam a se mover livremente, transportando carga elétrica. (1 ponto)

*Não foi aceita: afirmação de que no sólido não há íons ou de que a condução em solução se deve a elétrons livres.***Resposta da questão 10:**

a)

Retículo de cátions de titânio imersos em um “mar” de elétrons de valência deslocalizados, que não pertencem a um átomo específico; a atração entre os cátions e esses elétrons mantém o retículo unido. (1 ponto)

Os elétrons deslocalizados movem-se livremente pelo retículo; sob uma diferença de potencial, deslocam-se de forma ordenada, constituindo a corrente elétrica. (1 ponto)

b)

No metal puro, os planos de átomos iguais deslizam uns sobre os outros com relativa facilidade. Na liga, átomos de tamanhos diferentes distorcem o retículo e criam irregularidades que dificultam o deslizamento dos planos, aumentando a resistência mecânica. (1 ponto)

 $m(\text{Al}) = 0,06 \times 180 \text{ g} = 10,8 \text{ g}$; $n = 10,8 \text{ g} \div 27 \text{ g/mol} = 0,40 \text{ mol}$ (1 ponto)*Não foi aceita: resposta em gramas (10,8 g), pois a questão pediu a quantidade em mol.*