

Olimpíada Brasileira de Química - 2025 – Exame Nacional

DATA: 22/08/2025

HORA: 14h (horário de Brasília)

Prezado(a) estudante,

Com este exame iniciamos a etapa nacional da Olimpíada Brasileira de Química. Chegar a esta fase é uma vitória para você. **PARABÉNS!**

Você dispõe de 4 (quatro) horas para responder as questões deste exame.

INSTRUÇÕES

1. Primeiramente, confira se você recebeu a prova correta. Caso você esteja cursando a última série do ensino médio, resolva a prova da **Modalidade “B”**, se está em série anterior, resolva o exame da **Modalidade “A”**. Antes de iniciar a resolução da prova preencha a ficha de identificação existente no final da folha de respostas, desta forma, você confirma sua inscrição nesta fase da olimpíada. Preencha os dados solicitados e escreva seu número de inscrição (informado pelo aplicador do exame) na ficha, na folha de respostas de questões múltipla escolha e nas folhas pautadas oficiais destinadas às questões analítico-expositivas. Não se esqueça de fazer isso, está é a única forma de identificá-lo.
2. A prova consta de 20 (vinte) questões, sendo 15 (quinze) questões de múltipla escolha e 5 (cinco) questões analítico-expositivas. Confira se sua prova está completa.
3. Leia atentamente as questões, verifique se não há imperfeições gráficas em seu caderno-questionário.
4. Não é necessário devolver o caderno-questionário, ele pode ser usado para fazer seus cálculos. Ao concluir, assinale, cuidadosamente, na FOLHA DE RESPOSTAS DAS QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA a opção considerada correta em cada questão. Não a rasure. As questões analítico-expositivas devem ser respondidas, separadamente, nas folhas pautadas oficiais. Não responda duas ou mais questões na mesma folha (cada questão, uma folha, use o verso se necessário).
5. A prova tem o valor máximo de 100 pontos. Cuidado ao assinalar as respostas. As questões de múltipla escolha tem um valor total de 45 pontos, 3 (três) pontos por questão. Para cada questão ERRADA serão descontados 0,5 pontos. As questões analítico-expositivas valem 55 (cinquenta e cinco) pontos, 11 (onze) pontos cada questão.
6. 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 celulares, smartphones, tablets e notebooks.
7. O resultado deste exame será divulgado a partir do dia 30/9 na página eletrônica do Programa Nacional Olimpíadas de Química e informado, também, para o endereço eletrônico dos coordenadores-estaduais.

Boa prova!



Parte I – Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. Ácido clorídrico comercial, vendido com o nome de ácido muriático, é muito empregado na limpeza dos mais variados pisos de pedra, com exceção do piso de:

- a) ardósia.
- b) concreto.
- c) granito.
- d) mármore.
- e) porcelanato.

Questão 2. A contaminação ambiental por metais potencialmente tóxicos, presentes em efluentes industriais e mesmo domésticos, representa um dos principais desafios na interface entre a Química, a Biologia e a saúde pública. Dentre os elementos da Tabela Periódica, três metais frequentemente associados aos elevados riscos ambientais, presentes em produtos de nosso cotidiano, são representados pelos símbolos químicos

- a) Ag, Fe e Mg.
- b) Ba, F e As.
- c) Hg, Cd e Pb.
- d) K, Ca e Na.
- e) S, N e P.

Questão 3. O ácido ortobórico, H_3BO_3 ou $\text{B}(\text{OH})_3$, encontrado especialmente na água boricada, é uma substância antisséptica e fungicida, usada em medicamentos que são indicados para o tratamento de infecções causadas por bactérias ou fungos. Esse ácido é solúvel em água e se comporta como um ácido monobásico fraco, classificado como um ácido de Lewis. Adaptado de: Lee, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999, p.188.

Considerando as informações citadas, qual a correta equação química que representa o equilíbrio de transferência de íons hidrogênio da ionização do ácido ortobórico?

- a) $\text{B}(\text{OH})_3(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{B}(\text{OH})_4^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- b) $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{BO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$
- c) $\text{B}(\text{OH})_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HB}(\text{OH})_2^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
- d) $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{BO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- e) $\text{B}(\text{OH})_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{OB}(\text{OH})_2^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

Questão 4. O dióxido de nitrogênio (NO_2), gás marrom-avermelhado que pode causar problemas de saúde aos seres humanos, sofre diversas reações químicas, sendo uma delas representada pela equação química a seguir.



Um experimento foi realizado para determinar a quantidade de NO_2 presente no equilíbrio químico, em $460 \text{ }^\circ\text{C}$, utilizando um recipiente com capacidade de 5,0 L. As concentrações iniciais eram de $[\text{NO}_2] = [\text{SO}_2] = 0,100 \text{ mol L}^{-1}$ e $[\text{NO}] = [\text{SO}_3] = 0,200 \text{ mol L}^{-1}$.

Quando o equilíbrio químico for atingido, a massa de dióxido de nitrogênio, em gramas, será igual a:

- a) 0,15
- b) 0,90
- c) 1,38
- d) 4,50
- e) 6,90

Questão 5. Um químico está realizando certo experimento que necessita de resfriamento que garanta a baixa temperatura no sistema desde os primeiros instantes. No entanto, no momento, ele não possui um banho termostatizado, mas tem acesso a gelo e dois sais: NaCl , com solubilização endotérmica, e LiCl , com solubilização exotérmica. Sendo assim, o químico preparou um banho apropriado de resfriamento com gelo e água, em que:

- a) adicionou LiCl , visto que este sal absorve energia para solubilizar-se e, conseqüentemente, resfriar a solução.
- b) adicionou NaCl , visto que este sal libera energia para solubilizar-se e, conseqüentemente, resfriar a solução.
- c) adicionou NaCl , por este proporcionar a redução da temperatura de fusão do gelo e a conseqüente redução da temperatura do banho de resfriamento.
- d) adicionou LiCl , por este proporcionar a redução da temperatura de fusão do gelo e a conseqüente redução da temperatura do banho de resfriamento.
- e) não adicionou nenhum dos sais, pois ambos não teriam efeito sobre o ponto de fusão do gelo e, conseqüentemente, sobre as propriedades crioscópicas da água.

Questão 6. Um técnico de laboratório adicionou 200 mL de uma solução aquosa de CaCl_2 $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ a 300 mL de solução aquosa de NaCl $0,2 \text{ mol L}^{-1}$. Em seguida, ele adicionou 100 mL de água destilada à mistura. Considerando que os volumes são aditivos, determine a concentração, em quantidade de substância (mol L^{-1}), de íons cloreto na solução resultante.

- a) 0,36
- b) 0,30
- c) 0,24
- d) 0,20
- e) 0,10



Questão 7. O estudo cinético de degradação de um medicamento é de extrema importância para se conhecer a sua vida útil sob diferentes condições ambientais. Em um estudo recentemente publicado*, foi investigada a degradação fotocatalítica do piroxicam (PRX), um anti-inflamatório não-esteroidal aplicado no tratamento de dores reumáticas crônicas e pós-operatório. A degradação foi mediada por nanopartículas (NPs) de óxido de zinco (ZnO) e dióxido de titânio (TiO₂) suportadas por zeólita. Quando NPs de ZnO foram usadas a 22,0 ± 0,5 °C, a degradação do PRX apresentou cinética de primeira ordem, com constante de velocidade de 0,0275 min⁻¹ aproximadamente.

*Sarabyar, S., et al., **Reac. Kinet. Mech. Cat**, 2025.
<https://doi.org/10.1007/s11144-025-02848-6>

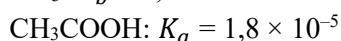
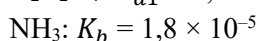
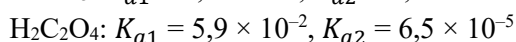
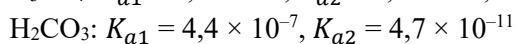
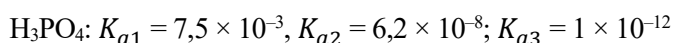
Diante dessas informações, é CORRETO afirmar que:

- a constante de velocidade indica que, se a concentração do PRX for de 1,0 mol L⁻¹, a velocidade de degradação será de 0,275 mol L⁻¹ min⁻¹.
- em cinética de primeira ordem a mesma massa de PRX é degradada em intervalos de tempo iguais.
- na cinética de primeira ordem a velocidade da reação não depende da concentração de PRX.
- as nanopartículas de ZnO atuam como fotocatalisador na degradação do medicamento.
- a reação só pode acontecer na exata condição de temperatura indicada.

Questão 8. O pH do sangue humano é levemente alcalino e tamponado, na faixa de 7,30 a 7,45, para que as reações químicas no organismo ocorram de forma eficiente e os órgãos e sistemas funcionem corretamente.

Considerando o uso de quantidades adequadas das substâncias para manutenção eficiente do pH, indique qual das misturas a seguir pode ser usada para obter um sistema tampão com o pH indicado.

Dados:



$$pH = pK_a + \log \left(\frac{[\text{base conjugada}]}{[\text{ácido}]} \right)$$

- KH₂PO₄ + K₂HPO₄
- NaHCO₃ + Na₂CO₃
- NaHC₂O₄ + Na₂C₂O₄
- NH₃ + NH₄Cl
- CH₃COO⁻ + CH₃COOH

Questão 9. Uma série de medições é realizada para determinar a massa molar de um gás desconhecido. Primeiro, um grande frasco é evacuado, e sua massa de 134,567 g é determinada. Em seguida, o frasco é preenchido com o gás a uma pressão de 735 Torr, a 31 °C, e sua massa é determinada novamente, sendo agora de 137,456 g. Por fim, o frasco é preenchido com água a 31 °C e pesado novamente; sua massa passa a ser 1067,9 g. A massa específica da água a 31 °C é de 0,997 g mL⁻¹.

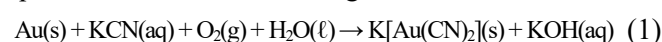
Supondo que a equação do gás ideal seja válida para este caso, qual a massa molar aproximada do gás desconhecido?

Dados:

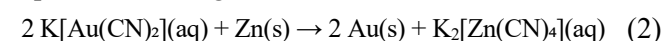
Constante dos gases, $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;
1 atm = 760 Torr.

- 79,6 g mol⁻¹
- 76,9 g mol⁻¹
- 69,7 g mol⁻¹
- 96,7 g mol⁻¹
- 67,9 g mol⁻¹

Questão 10. Durante muitos anos a separação do ouro de outros minerais envolveu a reação desta substância com cianeto de potássio, conforme representado pela equação química não balanceada a seguir:



A recuperação do ouro ocorre por meio da reação representada a seguir:



Em relação a esse processo de separação são feitas algumas afirmações:

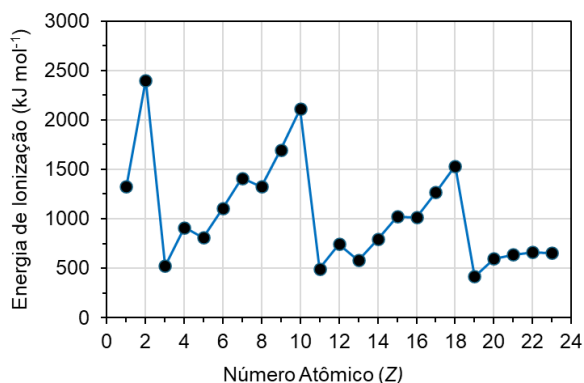
- O ouro atua como agente oxidante e o oxigênio como agente redutor na reação de oxirredução.
- Para a obtenção de 100,00 g de ouro é necessário utilizar cerca de 66,12 g de cianeto de potássio na reação.
- Foram usados 413,26 g de KCN na obtenção de 500 g de ouro, assim, esse reagente estava em excesso de aproximadamente 25 %.
- A soma dos menores coeficientes estequiométricos que balanceiam corretamente a equação 1 é igual a 23.
- Ao se tratar 1,00 kg de mineral foram obtidos 1,32 kg do produto K[Au(CN)₂], indicando que o mineral tem teor de ouro de aproximadamente 90 %.

Qual o número de afirmações corretas?

- 5
- 4
- 3
- 2
- 1



Questão 11. A energia de ionização (EI) é definida como a energia mínima necessária para retirar um elétron de um átomo/ion isolado ou de uma molécula, na fase gasosa, no estado fundamental. O gráfico a seguir mostra a variação da energia de ionização do primeiro elétron, em kJ mol^{-1} , para diferentes átomos.



Com base nestas informações, analise as afirmativas apresentadas a seguir e marque (V) para aquelas que julgar verdadeiras e (F) para as que julgar falsas.

- () Os elementos com menores valores de energia de ionização são lítio, sódio e potássio.
- () A energia de ionização do argônio é maior que a energia de ionização do flúor, porque o primeiro possui os orbitais de valência completamente ocupado por elétrons.
- () Os elementos do terceiro período da tabela periódica possuem maior energia de ionização que aqueles do segundo período, já que possuem maior carga nuclear.
- () O alumínio possui menor energia de ionização que o magnésio, porque o elétron do alumínio é retirado de um subnível mais energético que o elétron do magnésio.
- () O oxigênio possui menor energia de ionização que o nitrogênio, porque há elétron emparelhado no orbital de valência do oxigênio, aumentando a repulsão intereletrônica e, conseqüentemente, a energia do subnível $2p$ do oxigênio em relação ao do nitrogênio.

A seqüência correta de preenchimento, de cima para baixo, é:

- a) F, V, V, F, F.
- b) V, V, F, F, V.
- c) F, F, V, V, V.
- d) V, F, V, F, V.
- e) V, F, F, V, V.

Questão 12. As substâncias que contêm flúor desempenham papel crucial em diversas áreas, desde a de saúde até a de indústria. Apesar de seus benefícios, o uso

destas substâncias deve ser controlado e o seu impacto ambiental também requer atenção. Visando desenvolver estratégias adequadas de descarte, um engenheiro precisa conhecer a temperatura de fusão de cinco substâncias: fluoreto de hidrogênio, fluoreto de cálcio, fluoreto de potássio, tetrafluoreto de carbono e pentafluoreto de urânio. Para isso, ele tem acesso à tabela a seguir.

Substância	Temperatura de Fusão ($^{\circ}\text{C}$)
I	-183,6
II	-83,4
III	348
IV	858
V	1418

A associação correta entre os dados da tabela e as respectivas substâncias, que deve ser realizada pelo engenheiro é:

- a) I – fluoreto de hidrogênio, II – tetrafluoreto de carbono, III – fluoreto de potássio, IV – pentafluoreto de urânio e V – fluoreto de cálcio.
- b) I – tetrafluoreto de carbono, II – fluoreto de hidrogênio, III – pentafluoreto de urânio, IV – fluoreto de potássio e V – fluoreto de cálcio.
- c) I – pentafluoreto de urânio, II – fluoreto de hidrogênio, III – tetrafluoreto de carbono, IV – fluoreto de cálcio e V – fluoreto de potássio.
- d) I – tetrafluoreto de carbono, II – pentafluoreto de urânio, III – fluoreto de hidrogênio, IV – fluoreto de cálcio e V – fluoreto de potássio.
- e) I – fluoreto de hidrogênio, II – tetrafluoreto de carbono, III – fluoreto de cálcio, IV – fluoreto de potássio e V – pentafluoreto de urânio.

Questão 13. O modelo de Lewis para a ligação covalente e o modelo de repulsão dos pares de elétrons no nível de valência são importantes para que se entenda a forma das espécies químicas, assim como as propriedades das substâncias formadas por essas espécies. Considere as espécies numeradas de I a V representadas a seguir (o átomo central está destacado em cada fórmula) e as afirmações feitas sobre algumas delas.

- I. H_3PO_3 (um átomo de hidrogênio ligado ao fósforo)
- II. SeOF_4
- III. ClO_2 (dióxido de cloro)
- IV. SOF_6 (um átomo de flúor ligado ao oxigênio)
- V. XeF_2

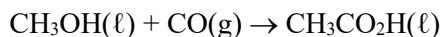


1. A espécie I tem geometria tetraédrica e é polar.
3. A espécie II tem geometria bipiramidal trigonal distorcida e um ângulo de ligação F-Se-F menor que 120° .
5. A espécie III é polar e o átomo central possui três elétrons não compartilhados, sendo um deles desemparelhado.
7. A espécie IV tem geometria octaédrica e ordem de ligação S-O igual a dois.
11. A espécie V tem geometria linear e o átomo central possui três pares de elétrons não compartilhados.
13. As espécies de I a V possuem momento de dipolo diferente de zero, assim, são classificadas como espécies polares.

A soma dos números correspondentes a todas as afirmações verdadeiras é:

- a) 40
- b) 33
- c) 27
- d) 21
- e) 20

Questão 14. O ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) pode ser produzido a partir de metanol (CH_3OH) e monóxido de carbono (CO) por meio da seguinte reação, utilizando um catalisador à base de ródio e iodo:



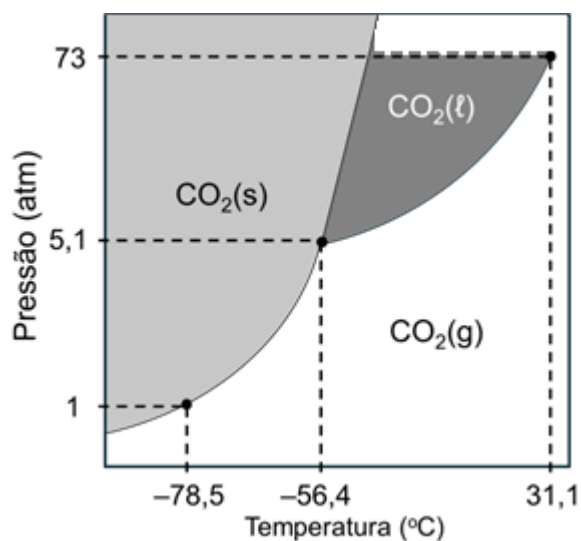
Sabendo que, em um determinado processo, foram utilizados 309 kg de metanol e 543 m^3 de $\text{CO}(\text{g})$ a 1 atm e 175°C , obtendo-se 513 kg de ácido acético, qual é o rendimento percentual da reação?

Dado:

Constante dos gases: $R = 0,0821 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

- a) 76,2 %
- b) 79,5 %
- c) 85,0 %
- d) 88,6 %
- e) 92,3 %

Questão 15. O dióxido de carbono (CO_2) é um gás incolor, inodoro e naturalmente presente na atmosfera. Ele é essencial para a fotossíntese das plantas e é liberado por processos como a respiração e a queima de combustíveis fósseis. Embora em pequenas quantidades seja vital, o excesso de CO_2 está diretamente ligado ao aquecimento global, já que ele retém o calor na atmosfera, intensificando o efeito estufa. Analise o diagrama de fases do dióxido de carbono apresentado a seguir.



Sobre as propriedades mostradas pelo diagrama de fases do CO_2 , é correto afirmar que:

- a) a fase de agregação do CO_2 , a 1 atm e 0°C , é líquido.
- b) a fase de agregação do CO_2 , a 5,1 atm e $-56,4^\circ\text{C}$, é sólido.
- c) a pressão no ponto crítico é 73 atm, e no ponto triplo é 5,1 atm.
- d) à pressão de 73 atm a temperatura de ebulição do CO_2 é igual à $-78,5^\circ\text{C}$.
- e) a temperatura e a pressão no ponto crítico são $-56,4^\circ\text{C}$ e 5,1 atm, respectivamente.



Parte II – Questões Analítico-Expositivas

Questão 16. O carbeto de cálcio (CaC_2) é um material sólido usado na indústria para a produção de acetileno. Sobre essas substâncias, as reações químicas e as transformações correlacionadas, analise e responda aos itens a seguir.

- a) **Escreva** a equação química que representa a entalpia de formação molar padrão do CaC_2 .
- b) Considerando as equações termoquímicas apresentadas na tabela a seguir, **calcule** o valor da entalpia de formação molar padrão do CaC_2 .

Equação Termoquímica	$\Delta_r H^\theta / \text{kJ}$
$\text{Ca(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{(g)}$	-414,8
$2 \text{C(grafite)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO(g)}$	-221,0
$\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(s)}$	-65,19
$2 \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O(l)}$	-571,8
$\text{CaO(s)} + 3 \text{C(grafite)} \rightarrow \text{CaC}_2\text{(s)} + \text{CO(g)}$	+462,3

- c) Na produção do acetileno, o CaC_2 sólido reage com água líquida para gerar hidróxido de cálcio sólido e o gás acetileno (C_2H_2). **Escreva** a equação química balanceada, com os menores coeficientes estequiométricos inteiros, que representa esse processo.
- d) Considerando sua resposta para o item (b) e os dados contidos na tabela a seguir, **calcule** a variação de entalpia para a reação de produção do acetileno. **Indique** se o processo é endotérmico ou exotérmico.

Substância	$\Delta_f H^\theta$ (kJ mol ⁻¹)
$\text{H}_2\text{O(l)}$	-285,8
$\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}$	-985,2
$\text{C}_2\text{H}_2\text{(g)}$	+227,4

- e) Considerando os dados contidos na tabela a seguir, **calcule** a variação da energia de Gibbs da reação de produção do acetileno e **classifique** em espontânea ou não espontânea, **justificando a classificação** e considerando que ela ocorra à temperatura de 25,0 °C.

Substância	S^θ (J mol ⁻¹ K ⁻¹)
$\text{H}_2\text{O(l)}$	+70,0
$\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}$	+83,4
$\text{C}_2\text{H}_2\text{(g)}$	+200,9
$\text{CaC}_2\text{(s)}$	+70,0

Dados:

$$\Delta G^\theta = \Delta H^\theta - T\Delta S^\theta \text{ e } T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15.$$

Questão 17. Um sulfeto com fórmula M_2S_3 foi dissolvido em água; 1,0 L do solvente dissolveu $1,36 \times 10^{-20}$ mol, correspondendo a 6,993 attogramas (10^{-18} g), uma das menores massas já medidas. Com base nesses dados, responda aos itens seguintes.

- a) **Escreva** a expressão de K_{ps} para o sulfeto.
- b) **Calcule** o valor de K_{ps} do sulfeto.
- c) **Determine** a massa atômica unificada do elemento M. **Indique** qual elemento seria esse na tabela periódica.
- d) Quantos litros de água são necessários para dissolver uma molécula de M_2S_3 ?
- e) Qual é a natureza da ligação entre os elementos M e S? **Justifique** sua resposta. Para isso considere que os valores de eletronegatividade de Pauling para os elementos M e S são 1,9 e 2,5, respectivamente.



Questão 18. Em 5 de abril de 1913, Niels Bohr apresentou à comunidade científica mundial o artigo que levaria as discussões sobre a estrutura da matéria para um nível além das fronteiras da Física: “*On the Constitution of Atoms and Molecules*” (Bohr, N.; *Phil. Mag.*, 26, 1-25, 1913). Bohr propôs que o elétron, em uma dada órbita no átomo, deveria assumir um estado energético (E_n) fixo e que se relacionaria com o número inteiro n associado à sua órbita original. Ao fornecer uma quantidade de energia específica, o elétron absorveria essa energia e assumiria um novo estado energético $E_{(n+1)}$, passando para uma nova órbita, mais externa, associada ao número inteiro $(n+1)$. Ao retornar para a sua órbita original, o elétron emitiria a energia, a ele anteriormente fornecida, na forma de radiação eletromagnética, o **famoso modelo do salto quântico**. Sabendo que o estado energético, para o elétron no i -ésimo nível energético, em um sistema hidrogenoide, é dado por $E_i = -13,6 \left(\frac{Z}{n}\right)^2 eV$ (em que Z é o número atômico do átomo e n o nível energético no qual o elétron se encontra), responda às perguntas a seguir.

- Qual estado energético um elétron assumiria, segundo esse modelo, se estivesse no nível de valência do átomo de hidrogênio?
- Considerando o modelo apresentado, **escreva** a expressão matemática que deve ser usada para calcular a energia de ionização de um átomo. **Explícite** claramente o raciocínio usado para chegar à sua resposta.
- Com base na descrição apresentada no item anterior, quanto de energia precisaríamos fornecer para ionizar o átomo de hidrogênio?
- Qual seria a energia envolvida em uma excitação eletrônica, para o elétron no átomo de hidrogênio, de $1s$ para $2s$?
- Considerando o modelo apresentado e o mesmo valor de n (mesma órbita), qual é a correlação existente entre Z e o estado de energia de um elétron em um átomo?

Questão 19. A descoberta do háfnio (o nome háfnio vem do nome latino de Copenhague, Hafnia), elemento número 72, deu origem a um episódio polêmico na história da química. Em 1911, G. Urbain, um químico francês, afirmou ter isolado o elemento número 72 de uma amostra de substâncias contendo terras raras (elementos 58-71). No entanto, Niels Bohr pensou que o háfnio seria mais provável de ser encontrado junto com o zircônio do que com as terras raras. D. Coster e G. Von Hevesy, que trabalharam no laboratório de Bohr em Copenhague, mostraram em 1922 que o elemento 72 estava presente em uma amostra de zircão norueguês, um minério de zircônio. Considerando as informações apresentadas, responda aos itens seguintes.

- Como você usaria argumentos de configuração eletrônica para justificar a previsão de Bohr?
- O zircônio, um vizinho do háfnio no grupo 4, pode ser produzido na forma metálica por redução de $ZrCl_4$ sólido com sódio metálico fundido. **Escreva** uma equação química, com os menores coeficientes estequiométricos inteiros, para a reação descrita. Essa reação é classificada como de oxidação-redução? Em caso afirmativo, o que oxida e o que reduz?
- O dióxido de zircônio sólido, $ZrO_2(s)$, reage com o cloro gasoso na presença de carbono. Os produtos da reação são $ZrCl_4$ e dois gases, CO_2 e CO na proporção de 1:2. **Escreva** uma equação química balanceada para a reação, com os menores coeficientes estequiométricos inteiros da equação.
- A partir de uma amostra de 55,4 g de ZrO_2 , **calcule** a massa de $ZrCl_4$ que é formada, assumindo que ZrO_2 é o reagente limitante e que o rendimento é de 100 %.
- Com base em suas configurações eletrônicas, **explique** o fato de que Zr e Hf formarem cloretos de fórmula geral MCl_4 e óxidos de fórmula geral MO_2 .

Questão 20. Os núcleos atômicos são constituídos por núcleons, os prótons e os nêutrons, comprimidos em um pequeno volume. Apesar das imensas forças repulsivas que existem entre os prótons, os nêutrons contribuem para a estabilidade nuclear por meio da força nuclear intensa que une os núcleons. No entanto, em alguns casos as forças de repulsão superam essa força intensa, ocorrendo a ejeção de fragmentos dos núcleos, processo chamado de decaimento nuclear ou decaimento



radioativo. Um exemplo de decaimento radiativo é a emissão de partículas alfa (α), cujo diagrama de energia é mostrado a seguir.

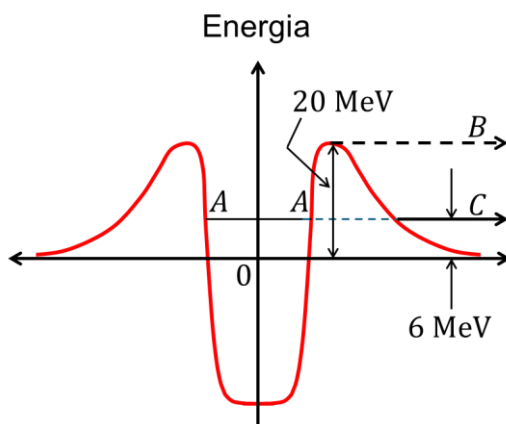


Diagrama de energia para emissão de partículas α . O nível **A** representa a energia da partícula α no núcleo; O nível **B** representa a energia cinética que a partícula α teria se tivesse superado a barreira coulômbica; o nível **C** representa a energia cinética média de uma partícula α emitida do núcleo. Adaptado de: Mahan, B. M., Myers, R. J. **Química: um curso universitário**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995, p.509.

Considere algumas reações nucleares de decaimento, representadas pelas equações nucleares numeradas de I a V e responda às perguntas indicadas a seguir.

- I. ${}_{15}^{29}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{29}\text{Si} + e^{+}$
- II. ${}_{27}^{59}\text{Co} + n \rightarrow {}_{27}^{60}\text{Co}$
- III. ${}_{20}^{41}\text{Ca} + e^{-} \rightarrow {}_{27}^{41}\text{K}$
- IV. ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + e^{-}$
- V. ${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + \alpha$

a) Qual o nome das partículas nucleares representadas nas equações I e II?

$e^{+} \Rightarrow$

$n \Rightarrow$

b) Como se chama a reação nuclear representada pela equação III?

c) Como explicar a emissão de um elétron do núcleo atômico, como representado na equação IV, considerando que no núcleo não há elétrons?

d) **Escreva** as partículas nucleares representadas nas equações I, II, III e V em ordem crescente de grau de penetração.

e) Observa-se experimentalmente que em um decaimento α , as partículas emitidas têm energia entre 3 e 9 MeV, porém a barreira coulômbica para uma partícula α ser emitida do núcleo é de 20 MeV. **Explique** como ocorre a emissão dessas partículas mesmo com a discrepância energética.

Tabela periódica

1 H hidrogênio 1,008																	18 He hélio 4,0026
3 Li lítio 6,94	2 Be berílio 9,0122											13 B boro 10,81	14 C carbono 12,011	15 N nitrogênio 14,007	16 O oxigênio 15,999	17 F flúor 18,998	10 Ne neônio 20,180
11 Na sódio 22,990	12 Mg magnésio 24,305											13 Al alumínio 26,982	14 Si silício 28,085	15 P fósforo 30,974	16 S enxofre 32,06	17 Cl cloro 35,45	18 Ar argônio 39,95
19 K potássio 39,098	20 Ca cálcio 40,078(4)	21 Sc escândio 44,956	22 Ti titânio 47,867	23 V vanádio 50,942	24 Cr cromio 51,996	25 Mn manganês 54,938	26 Fe ferro 55,845(2)	27 Co cobalto 58,933	28 Ni níquel 58,693	29 Cu cobre 63,546(3)	30 Zn zinco 65,38(2)	31 Ga gálio 69,723	32 Ge germânio 72,630(8)	33 As arsênio 74,922	34 Se selênio 78,971(8)	35 Br bromo 79,904	36 Kr criptônio 83,798(2)
37 Rb rubídio 85,468	38 Sr estrôncio 87,62	39 Y ítrio 88,906	40 Zr zircônio 91,224(2)	41 Nb nióbio 92,906	42 Mo molibdênio 95,95	43 Tc tecnécio [97]	44 Ru rutênio 101,07(2)	45 Rh ródio 102,91	46 Pd paládio 106,42	47 Ag prata 107,87	48 Cd cádmio 112,41	49 In índio 114,82	50 Sn estanho 118,71	51 Sb antimônio 121,76	52 Te telúrio 127,60(3)	53 I iodo 126,90	54 Xe xenônio 131,29
55 Cs césio 132,91	56 Ba bário 137,33	57 a 71	72 Hf háfnio 178,486(6)	73 Ta tântalo 180,95	74 W tungstênio 183,84	75 Re rênio 186,21	76 Os ósmio 190,23(3)	77 Ir irídio 192,22	78 Pt platina 195,08	79 Au ouro 196,97	80 Hg mercúrio 200,59	81 Tl tálio 204,38	82 Pb chumbo 207,2	83 Bi bismuto 208,98	84 Po polônio [209]	85 At astato [210]	86 Rn radônio [222]
87 Fr frâncio [223]	88 Ra rádio [226]	89 a 103	104 Rf rutherfordório [267]	105 Db dúbnio [268]	106 Sg seabórgio [269]	107 Bh bóhrio [270]	108 Hs hássio [269]	109 Mt meitnério [277]	110 Ds darmstádio [281]	111 Rg roentgênio [282]	112 Cn copernício [285]	113 Nh nihônio [286]	114 Fl fleróvio [290]	115 Mc moscóvio [290]	116 Lv livermório [293]	117 Ts tennesso [294]	118 Og oganessônio [294]

3 — número atômico
Li — símbolo químico
 lítio — nome
 6,94 — peso atômico (massa atômica relativa)

www.tabelaperiodica.org

57 La lantânio 138,91	58 Ce cério 140,12	59 Pr praseodímio 140,91	60 Nd neodímio 144,24	61 Pm promécio [145]	62 Sm samário 150,36(2)	63 Eu europio 151,96	64 Gd gadolínio 157,25(3)	65 Tb térbio 158,93	66 Dy disprósio 162,50	67 Ho hólmio 164,93	68 Er érbio 167,26	69 Tm túlio 168,93	70 Yb itérbio 173,05	71 Lu lutécio 174,97
89 Ac actínio [227]	90 Th tório 232,04	91 Pa protactínio 231,04	92 U urânio 238,03	93 Np neptúnio [237]	94 Pu plutônio [244]	95 Am amerício [243]	96 Cm cúrio [247]	97 Bk berquílio [247]	98 Cf califórnio [251]	99 Es einstênio [252]	100 Fm férmio [257]	101 Md mendelévio [258]	102 No nobélio [259]	103 Lr laurêncio [262]



Este QR Code dá acesso gratuito a centenas de vídeos e imagens sobre os elementos químicos.

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais
 Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail luishrudna@gmail.com
 Versão IUPAC/SBQ (pt-br) com 5 algarismos significativos - atualizada em 13 de março de 2023