

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



VESTIBULAR 2026

2ª FASE

QUÍMICA

INSTRUÇÕES

1. Esta prova tem duração de **quatro horas**.
2. Não será permitido deixar o local de exame antes de **duas horas** decorridas do início da prova.
3. É permitido usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente, lápis ou lapiseira, borracha, régua simples transparente e compasso. Qualquer outro material escolar é **proibido**.
4. Você recebeu este **caderno de questões** e um **caderno de soluções**.
5. Não é permitido destacar folhas de nenhum dos cadernos.
6. O caderno de questões contém **10 questões dissertativas** numeradas de 01 a 10.
7. As **resoluções** devem ser apresentadas no **caderno de soluções**, exclusivamente nos espaços delimitados para cada questão. Somente as respostas registradas nesses espaços serão consideradas para correção. As páginas de rascunho não serão avaliadas.
8. Nas questões que envolvem cálculos, as expressões numéricas devem ser resolvidas **integralmente**, caso contrário haverá desconto na nota.
9. A devolução dos dois cadernos (questões e soluções) é **obrigatória**. O não cumprimento resultará em desclassificação.
10. As médias obtidas nas provas da segunda fase terão divulgação preliminar em 26/11/2025.
11. Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminar, comunique o fiscal e permaneça em seu lugar até receber autorização para sair.

QUÍMICA

Constantes

Constante de Avogadro (N_A) = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ = $9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$ = $9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Carga elementar = $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ = $8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ = $1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante de Planck (h) = $6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Velocidade da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Número de Euler (e) = 2,72

Definições

Pressão: 1 atm = 760 Torr = $1,01325 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ = 1,01325 bar

Energia: 1 J = 1 N·m = 1 kg m²·s⁻² = $6,24 \times 10^{18} \text{ eV}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0 °C e 1 atm, equivalente a um volume de um gás ideal de 22,4 L.

Condições ambiente: 25 °C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; concentração das soluções = 1 mol·L⁻¹ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (conc) = concentrado. (ua) = unidades arbitrárias. u.m.a. = unidade de massa atômica. [X] = concentração da espécie química X em mol L⁻¹.

$$\ln X = 2,3 \log X$$

$$\ln 2 = 0,693$$

$$\ln 5 = 1,609$$

$$\sqrt{3} = 1,73$$

$$\log 2 = 0,301$$

$$\ln 3 = 1,099$$

$$e^{-0,3465} = 0,707$$

$$\sqrt{5} = 2,24$$

Massas Molares

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)
H	1	1,01	Ca	20	40,08
B	5	10,80	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Ni	28	58,69
O	8	16,00	Cu	29	63,55
F	9	19,00	Nb	41	92,91
Na	11	22,99	Ag	47	107,87
Si	14	28,09	Pt	78	195,08
S	16	32,06	Au	79	196,97
Cl	17	35,45	Hg	80	200,59
K	19	39,10	Bi	83	208,98

QUÍMICA

Questão 1. Considere as seguintes soluções aquosas, a 25 °C e 1 atm:

Solução 1: formada por um ácido monoprotico fraco ($K_A = 10^{-12}$).

Solução 2: formada pela transferência de 4 mL da Solução 1 para um balão volumétrico de 20 mL, que em seguida foi completado com água e homogeneizado.

Solução 3: formada por uma base monoprotica forte.

Em um procedimento experimental, 2 mL da Solução 2 reagiram com 38 mL da Solução 3, atingindo-se o ponto de equivalência. Sabendo-se que o pH da mistura final é igual a 12, determine o valor numérico da concentração

- a) do ácido na Solução 2;
- b) do ácido na Solução 1;
- c) da base na Solução 3.

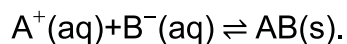
QUÍMICA

Questão 2. A decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ocorre segundo esta equação: $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$. Em um experimento, 100 mL de uma solução $0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de H_2O_2 decompõem-se na presença de um catalisador. Sabendo que a constante de velocidade é $0,0693 \text{ min}^{-1}$, calcule os seguintes valores numéricos:

- a) volume de $\text{O}_2(\text{g})$ produzido a 25°C e 1 atm, ao término da reação;
- b) concentração de H_2O_2 restante em 5 minutos.

QUÍMICA

Questão 3. Uma solução aquosa a 100 °C recebe energia na forma de calor a partir de uma fonte com potência igual a $540 \text{ cal}\cdot\text{s}^{-1}$. A solução possui um volume inicial de 1 L e contém $2\cdot 10^{-3}$ mol de uma substância A^+ e $1\cdot 10^{-3}$ mol de uma substância B^- . Essas substâncias podem formar um sólido de acordo com a reação



Considerações: i) as substâncias A e B têm volume desprezível na solução; ii) a ebulição ocorre nas condições padrão; iii) efeitos coligativos são desprezíveis; e iv) toda a energia é utilizada para a ebulição da água.

Forneça os seguintes valores numéricos:

- a) tempo esperado, em segundos, para que o sólido comece a ser formado na solução;
- b) concentrações de A^+ e B^- quando o volume da solução se reduz à metade do valor correspondente ao do início da precipitação.

Dados:

$K_{PS}(AB) = 1\cdot 10^{-5}$; $\Delta H_{\text{ebulição}}^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 540 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}$; massa específica da água (ρ) = $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

QUÍMICA

Questão 4. Considere o sólido BGN com composição em porcentagem molar de 60SiO_2 - 36CaO - $4\text{Nb}_2\text{O}_5$. A fonte de nióbio empregada no preparo do BGN é o oxalato amoniacal de nióbio hidratado ($\text{NH}_4[\text{NbO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Para determinar o teor de nióbio presente no oxalato amoniacal de nióbio hidratado, foi empregada a termogravimetria em atmosfera oxidante, a qual apresentou uma massa residual de 28,5% após aquecimento a 1000°C . Esse resíduo foi caracterizado como pentóxido de nióbio.

- a) Apresente o valor numérico da massa necessária do oxalato amoniacal de nióbio hidratado para o preparo de 10 gramas de BGN.
- b) Determine o valor do “n” no $\text{NH}_4[\text{NbO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

QUÍMICA

Questão 5. Considere os elementos com as seguintes configurações eletrônicas:

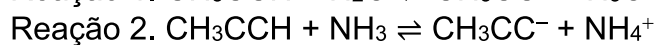
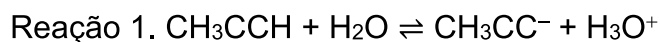
$A = 1s^1$	$R = [\text{He}] 2s^2 2p^4$
$Z = [\text{He}] 2s^2 2p^1$	$Y = [\text{He}] 2s^2 2p^5$
$X = [\text{He}] 2s^2 2p^2$	$Q = [\text{Ne}] 3s^2 3p^4$
$G = [\text{He}] 2s^2 2p^3$	

Identifique os átomos e faça o que se pede:

- Quantos arranjos atômicos são possíveis formar para o ânion (-1), com a composição de 1X, 1G e 1Q?
- Indique a fórmula molecular de uma molécula com geometria trigonal planar e uma pirâmide trigonal com os átomos descritos acima.
- O Composto formado por 6X, 5A e 1Y reage com HNO_3 (concentrado), H_2SO_4 a 25 °C. Considerando essa reação, desenhe a(s) estrutura(s) molecular(es) do(s) produto(s) principal(is) formado(s).
- Dadas as moléculas compostas por (i) 2 A e 1R; (ii) 2A e 1Q e (iii) 1X, 4A e 1R, coloque-as em ordem crescente de ponto de ebulição.

QUÍMICA

Questão 6. Considere as reações e os dados abaixo:



Dados:

$\text{pK}_a [\text{propino}] = 25,00$

$\text{pK}_b [\text{H}_2\text{O}] = 15,70$

$\text{pK}_b [\text{amônia}] = 4,75$

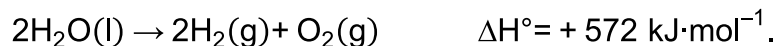
$\text{pK}_b [\text{NH}_2^-] = -22,00$

Determine os valores numéricos de pK_a e pK_b para as demais espécies e utilize esses valores para indicar se o equilíbrio de cada uma das reações abaixo favorece ou não a formação dos produtos.

- a) Reação 1.
- b) Reação 2.
- c) Reação 3.

QUÍMICA

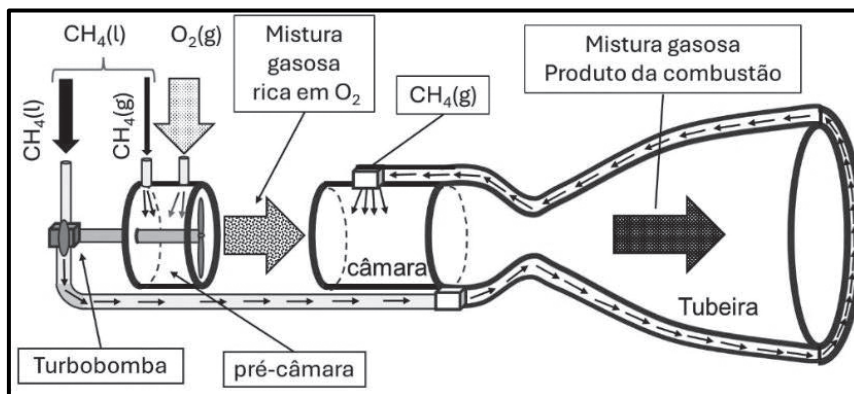
Questão 7. Uma célula fotoeletroquímica utiliza um semicondutor sensível à luz como eletrodo fotoativo, capaz de promover a decomposição da água pela energia luminosa, gerando hidrogênio (H_2) no cátodo e oxigênio (O_2) no ânodo:



O semicondutor absorve luz com comprimento de onda máximo de 450 nm. A energia dessa luz é utilizada para excitar elétrons e iniciar a reação de oxirredução da água. Suponha que cada fóton absorvido gere um elétron.

- Escreva as semirreações que ocorrem no cátodo e no ânodo durante a decomposição da água.
- Sabendo que o semicondutor absorve luz com comprimento de onda igual a 450 nm, determine o valor numérico da energia fornecida pela luz no processo fotoeletroquímico para gerar 1 mol de H_2 pela decomposição da água.
- Suponha que a célula receba uma potência luminosa de $10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ durante 1 hora, com fótons de 450 nm incidindo em uma área de $0,2 \text{ m}^2$. Determine o valor numérico da quantidade máxima de H_2 , em mols, que poderia ser gerada nesse tempo, assumindo eficiência quântica de 100%.
- Sabendo que o tanque de um carro movido a hidrogênio armazena 5,65 kg de H_2 comprimido a 700 bar, determine o valor numérico da energia mínima necessária para gerar essa quantidade de gás pela fotodecomposição da água, utilizando o semicondutor. Despreze os efeitos da alta pressão.
- Determine o valor numérico do comprimento de onda máximo, em nm, que um semicondutor deveria absorver para que, de forma hipotética, a energia da luz incidente seja suficiente para gerar 5,65 kg de H_2 , igualando a energia liberada na combustão dessa mesma quantidade de gás. Considere que não há perdas energéticas no processo e que existe uma proporção 1:1 entre elétrons e fótons.

Questão 8. Considere um motor-foguete hipotético que utiliza metano criogênico e oxigênio gasoso, funcionando em regime permanente. Nesse motor, uma pequena porcentagem do combustível é injetada (vaporizada) com o oxidante em uma pré-câmara de combustão na qual os gases de combustão (mistura rica em oxigênio) acionam uma turbobomba que pressuriza o combustível a ser queimado na câmara principal, junto com os gases de combustão da pré-câmara.



São fornecidos os seguintes requisitos para esse sistema.

- I. O calor gerado na câmara de combustão deve ser de 12 MJ. A combustão é completa e gera apenas produtos gasosos.
- II. A tubeira (região de exaustão dos gases) absorve 0,25% do calor gerado na câmara de combustão. Esse calor deve ser trocado com $\text{CH}_4(\text{l})$, que serve também como fluido de refrigeração, sendo que esse material pode ser aquecido até uma temperatura de 188 K antes de ser injetado, na forma gasosa, na câmara de combustão. Desconsidere o custo de energia na transição de fase do metano, que pode ser realizada por meio da mudança de pressão durante a injeção na câmara principal.
- III. A turbobomba opera com uma eficiência de 30%, ou seja, do calor gerado na pré-câmara de combustão, 30% se tornam energia útil para a pressurização do metano. Também considere que, para cada grama de metano a ser pressurizado, a turbobomba precisa gerar 40 J de energia.

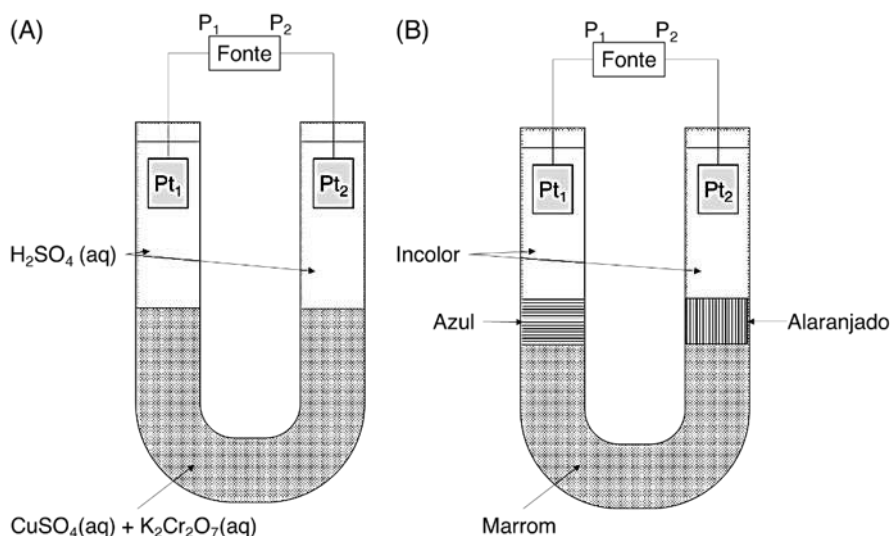
São fornecidas as entalpias de formação em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$: $\text{CH}_4(\text{g}) = -75$, $\text{O}_2(\text{g}) = 0$, $\text{CO}_2(\text{g}) = -393$ e $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286$, além da entalpia de vaporização da água = $45 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Também são dados o calor específico e a temperatura inicial do metano: $5/3 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ e 98 K, respectivamente. Considere que os dados termodinâmicos independem da temperatura e pressão.

A partir dessas informações, faça o que se pede.

- a) Escreva a equação química balanceada da reação de combustão do metano e calcule a entalpia da combustão, conforme o requisito I.
- b) Calcule as massas necessárias, em g, de combustível e oxidante para atender ao requisito I, considerando a reação balanceada do item "a".
- c) Calcule a massa de $\text{CH}_4(\text{g})$, em g, que deve ser injetada na pré-câmara de combustão.
- d) Calcule a massa mínima de $\text{CH}_4(\text{l})$, em g, necessária para resfriar a tubeira, conforme II.

QUÍMICA

Questão 9. O seguinte experimento foi realizado para analisar alguns conceitos de eletrólise: uma solução aquosa de sulfato de cobre (azul) e uma solução aquosa de dicromato de potássio (alaranjada) foram misturadas em concentrações equimolares, resultando em uma solução de coloração marrom. Essa mistura foi colocada em uma célula eletrolítica em forma de U que foi, então, cuidadosamente preenchida de ambos os lados com uma solução de ácido sulfúrico diluído (incolor). Duas placas de platina (Pt_1 e Pt_2) foram imersas na solução, uma em cada braço do tubo em U, e conectadas aos polos (P_1 e P_2) de uma fonte externa, conforme mostra o esquema da Figura (A). A Figura (B) indica as frações de coloração da solução na célula, após um certo período de eletrólise da solução.



Com base nessas informações, faça o que se pede.

- Liste todas as espécies iônicas presentes no meio.
- Explique de forma sucinta por que surgem as camadas de solução de cor azul e alaranjada, observadas na Figura (B), após a eletrólise.
- Indique qual placa de platina (Pt_1 ou Pt_2) atua como anodo e como catodo e escreva as respectivas semirreações que ocorrem preferencialmente nesses eletrodos.
- Indique qual dos polos da fonte (P_1 ou P_2) é positivo, qual é negativo e qual a direção da corrente elétrica.

QUÍMICA

Questão 10. Um elemento J possui massa atômica igual a 238 e número atômico 92. J sofre decaimentos de partículas alfa e forma o elemento A_Z^X , em que X representa a massa e Z o número de prótons. Considerações: i) o elemento A é isóbaro de E; ii) E é isótono de G; iii) G pode ser formado pelo decaimento de uma partícula beta (e^-) do elemento Q, que possui massa 232 e número atômico 89 e iv) o elemento E apresenta 84 prótons.

Com base nessas informações, determine

- a) X;
- b) Z;
- c) número de partículas alfa emitidas por J.

RASCUNHO
