

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



VESTIBULAR 2025

2ª FASE

QUÍMICA

INSTRUÇÕES

1. O tempo total para resolução da prova é de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do início da prova.
3. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar**.
4. Certifique-se que você recebeu **um caderno de questões e um caderno de soluções**.
5. Não é permitido destacar qualquer das folhas que compõem os cadernos de questões ou de soluções.
6. O caderno de questões é composto por **10 questões dissertativas** (numeradas de 01 a 10).
7. A resolução das questões deve ser apresentada no respectivo caderno de soluções, **no local destinado a cada questão**.
8. Apenas as resoluções presentes nos espaços destinados para uma dada questão serão consideradas na correção dessa questão. Não será considerado para correção o conteúdo das páginas de rascunho.
9. Nas questões que envolvem cálculo matemático, **as expressões numéricas devem ser resolvidas até o final**. Em caso contrário, poderá haver **prejuízo de nota** atribuída à solução.
10. É obrigatória a **devolução dos cadernos de questões e de soluções**, sob pena de **desclassificação do candidato**.
11. No dia 04/12/2024 serão divulgadas as médias obtidas nas provas da segunda fase.
12. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

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

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 = $1,01325 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2} = 1,01325 \text{ bar}$

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

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}

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

$\log 2 = 0,301$

$\ln 2 = 0,693$. $\ln 3 = 1,099$. $\ln 5 = 1,609$

Massas Molares

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	K	19	39,10
B	5	10,81	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Nb	41	92,91
O	8	16,00	Ag	47	107,87
Na	11	22,99	Pt	78	195,08
S	16	32,06	Hg	80	200,59
Cl	17	35,45	Bi	83	208,98

QUÍMICA

Questão 1. Uma substância orgânica X é constituída de $18,06 \times 10^{23}$ átomos de carbono, $36,12 \times 10^{23}$ átomos de hidrogênio e $6,02 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio. Sabendo-se que 0,174 g dessa substância X contém $18,06 \times 10^{20}$ moléculas, responda às seguintes questões:

- Escreva a fórmula empírica de X.
- Escreva a fórmula molecular de X.
- Desenhe as fórmulas estruturais de, no mínimo, 6 isômeros de X.

QUÍMICA

Questão 2. Considere a seguinte reação química, em que A, B e C são espécies químicas hipotéticas:



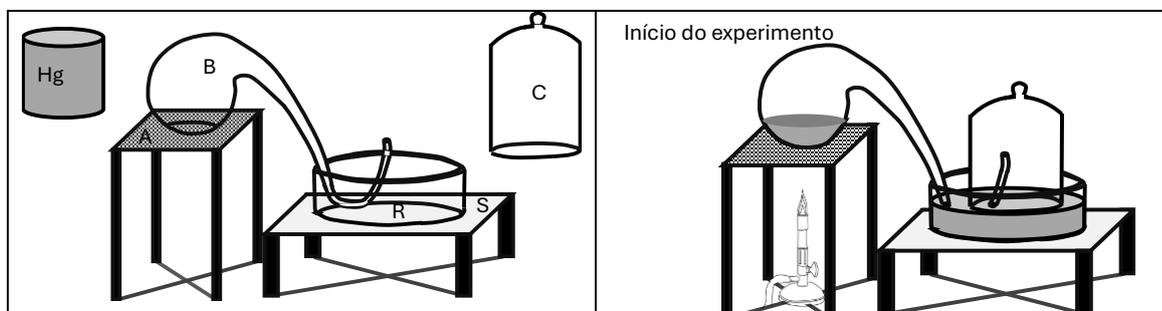
No início, o sistema contém 1,0 mol de B(g). Após atingir o equilíbrio, é adicionada uma quantidade “y” de B(g) no sistema, fazendo com que se atinja um novo equilíbrio em que as concentrações de B(g) e C(g) são iguais. Considere que o volume do sistema é constante e igual a 1 L.

A partir das informações fornecidas, determine os seguintes valores numéricos:

- concentração, em mol·L⁻¹, de B(g) e C(g) no primeiro equilíbrio;
- número de mols dessa quantidade “y” adicionada;
- concentração, em mol·L⁻¹, de B(g) e C(g) no segundo equilíbrio.

QUÍMICA

Questão 3. Considere um experimento no qual o fundo de um balão de pescoço de cisne (B) foi posicionado sobre um suporte de aquecimento (A), enquanto seu pescoço se encontrava apoiado em um reservatório aberto (R), que, por sua vez, havia sido colocado sobre uma mesa de suporte (S).



A seguir, uma certa quantidade de mercúrio foi colocada no balão (B) e no reservatório (R), e uma campânula (C) foi colocada no reservatório (R), conforme a figura. Um dado volume de ar foi confinado dentro da campânula (C) e no balão (B). O experimento se iniciou com o aquecimento do mercúrio contido no balão (B), sendo mantido em temperatura elevada por um longo período. Depois desse período, o aquecimento foi interrompido e, em seguida, observou-se o sistema.

Com base nessas informações, responda se ocorreram as seguintes observações no sistema, **justificando sucintamente** a sua resposta:

- transformações químicas no mercúrio contido no balão (B);
- transformações químicas no mercúrio contido sob a campânula (C);
- mudança no nível do mercúrio contido no balão (B);
- mudança no nível do mercúrio contido na campânula (C).

QUÍMICA

Questão 4. Durante o inverno, pesquisadores de um laboratório de pesquisa espacial pretendem elevar a temperatura de uma câmara experimental de 17 °C para 27 °C. Essa câmara possui uma área de 41 m² e uma altura de 3 m. Para realizar esse aumento de temperatura, será utilizado gás natural, composto por 80% de metano e 20% de etano.

São fornecidos os seguintes dados:

- Calor específico molar do ar: 29,1 J·mol⁻¹·K⁻¹
- Massa molar média do ar seco: 28,96 g·mol⁻¹
- Densidade do ar (faixa de temperatura de 17 °C a 27 °C): 1,22 g·L⁻¹
- Calor de combustão do metano: -889,5 kJ·mol⁻¹
- Calor de combustão do etano: -1527,2 kJ·mol⁻¹

Com base nas informações fornecidas, calcule os seguintes valores numéricos:

- a) massa molar média do gás natural;
- b) quantidade de calor necessário para aumentar a temperatura do ar na sala de 17 °C para 27 °C;
- c) massa de gás natural consumida para aquecer a sala.

QUÍMICA

Questão 5. Um objeto de madeira foi encontrado em um sítio arqueológico. Duas amostras (A e B) desse objeto foram submetidas à datação por radiocarbono. As amostras A e B apresentaram atividade, respectivamente, iguais a 10 e 12 desintegrações por minuto por grama de carbono. No entanto, constatou-se que a amostra B não foi devidamente manuseada, por isso apresentou uma contaminação por madeira “nova”.

Considere as seguintes informações:

- I. A atividade do ^{14}C em equilíbrio com a atmosfera é de 15 desintegrações por minuto por grama de carbono.
- II. O tempo de meia-vida do ^{14}C é de 5730 anos.
- III. A atividade é diretamente proporcional à quantidade de átomos que sofrem decaimento.

A partir dessas informações, calcule os seguintes valores numéricos:

- a) a diferença de idade, em anos, obtida a partir da análise das amostras A e B;
- b) o percentual de contaminação da amostra B, sabendo que a amostra A é “pura” e que a B está contaminada.

QUÍMICA

Questão 6. O etilômetro é um instrumento utilizado na detecção da quantidade de etanol no ar expirado. Nesse dispositivo, o etanol proveniente da expiração de uma pessoa entra em contato com uma solução de dicromato de potássio em meio ácido (ácido sulfúrico). O etanol é oxidado a ácido acético, enquanto o crômio (VI), de cor amarelo-alaranjado, é reduzido a crômio (III), de cor verde. Como subprodutos, são gerados sulfato de potássio e água. Mediante detecção da variação de cor da solução, a quantidade de etanol é determinada.

- a) Escreva a equação química balanceada, que representa a reação que ocorre no etilômetro.
- b) Considere, hipoteticamente, um limite permitido de etanol de $0,05 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Em uma aferição, foi gerada uma quantidade de $0,0207 \text{ mg}$ de água no reservatório do etilômetro. Considerando o volume de 200 mL para o reservatório do etilômetro, verifique se a quantidade de etanol presente nesse teste é superior ao limite estabelecido e apresente os cálculos.

QUÍMICA

Questão 7. Deseja-se separar os compostos orgânicos R-NH₂, R-COOCH₃, R-OH, R-COOH, solubilizados em éter dietílico, em que R é uma cadeia aromática sem substituintes.

Considere que os compostos são insolúveis em água e que estão disponíveis as seguintes soluções aquosas:

- I. ácido clorídrico 5% (m/m);
- II. bicarbonato de sódio 5% (m/m);
- III. hidróxido de sódio 5% (m/m).

Com base nessas informações,

- a) apresente as equações químicas que representam as etapas de separação de cada um dos compostos orgânicos, utilizando uma única vez cada uma das soluções a frio;
- b) indique as fases em que cada um dos reagentes e produtos estará dissolvido.

QUÍMICA

Questão 8. Considere as seguintes equações termoquímicas, envolvendo substâncias hipotéticas e suas respectivas variações de entalpia, em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, a $25\text{ }^\circ\text{C}$:

I.	$\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$	$\Delta\text{H} = + 150$
II.	$\text{C} + \text{F} \rightarrow \text{G}$	$\Delta\text{H} = - 200$
III.	$2\text{G} + 3\text{H} \rightarrow 2\text{I}$	$\Delta\text{H} = + 90$
IV.	$3/2\text{J} + \text{Y} \rightarrow \text{D} + 1/2\text{F}$	$\Delta\text{H} = + 190$
V.	$\text{B} + \text{T} \rightarrow \text{Y}$	$\Delta\text{H} = - 155$
VI.	$\text{J} \rightarrow \text{H} + \text{F}$	$\Delta\text{H} = - 40$

- a) Apresente todas as equações termoquímicas balanceadas utilizadas para obter o valor numérico do calor de formação do composto **A**, formado por meio da reação representada pela seguinte equação química:



- b) Calcule o valor numérico do calor de formação (ΔH) do composto **A**.
c) Dado que o valor da variação da energia de Gibbs da reação $\text{I} + \text{T} \rightarrow \text{A}$ é $994,45\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, calcule o valor numérico da variação da entropia em $\text{kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

QUÍMICA

Questão 9. Uma tira de gelatina incolor foi imersa em uma solução aquosa, contendo $K_4Fe(CN)_6$, NaOH e fenolftaleína. Após certo tempo, a tira foi retirada da solução e deixada secar ao ar. Então, uma gota de uma solução aquosa de $FeCl_3$ foi depositada na extremidade esquerda da tira de gelatina. Sabe-se que Fe^{3+} reage com o íon $[Fe(CN)_6]^{4-}$, formando um composto azul solúvel em água.

Foram observados os seguintes resultados:

- antes de se adicionar $FeCl_3(aq)$, a gelatina apresentava-se inteiramente vermelha;
- uma hora após se adicionar $FeCl_3(aq)$, a extremidade direita da tira permanecia vermelha, a região central estava incolor e a extremidade esquerda estava azul;
- duas horas após se adicionar $FeCl_3(aq)$, a metade esquerda da tira estava azul, e a metade direita, incolor;
- três horas após a adição de uma gota de $FeCl_3(aq)$, toda a tira apresentava-se azul.

Com base nas informações fornecidas, explique a cor da tira de gelatina em cada uma das etapas descritas acima, utilizando, sempre que possível, equações químicas para justificar sua resposta.

QUÍMICA

Questão 10. Considere uma célula eletrolítica constituída por duas placas de platina imersas numa solução aquosa $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ em ácido clorídrico. Uma das placas foi recoberta por cloreto de prata e conectada ao polo negativo de uma fonte de tensão. Após as devidas conexões, foi aplicada uma corrente elétrica contínua de 1,5 A durante 10,72 min.

Com base nas informações fornecidas e considerando-se que não há formação de gases no catodo, responda às seguintes questões:

- Apresente as semiequações químicas que representam as semirreações que ocorreram no anodo e no catodo e indique a polaridade dos eletrodos.
- Apresente a equação química que representa a reação global.
- Determine o valor numérico da variação de massa do catodo e do anodo.