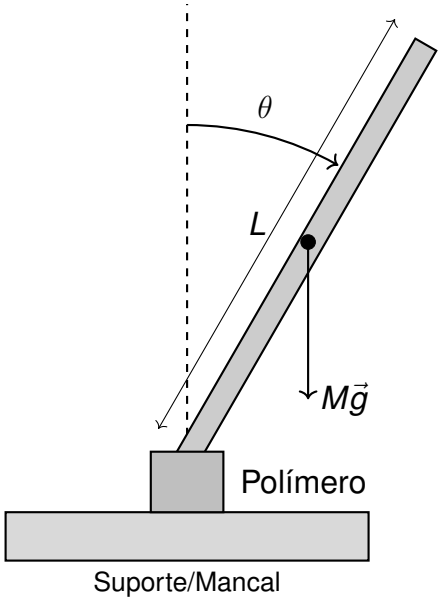
Quando necessário, use a seguinte informação:
Para $\theta \ll 1$ assuma sen$\theta \approx \theta$.

Questão 1. Em um laboratório de engenharia de materiais, um aparato similar a um pêndulo invertido é utilizado para ensaiar a rigidez torcional de corpos de prova poliméricos cilíndricos. O sistema consiste em uma haste rígida e homogênea de massa M e comprimento L, firmemente acoplada em sua extremidade inferior ao centro do corpo de prova polimérico, o qual permanece fixo em seus mancais e atua como uma mola torcional. Quando a haste sofre uma deflexão angular θ em relação à vertical, o material polimérico torce e exerce um torque restaurador de natureza elástica $\tau_e = -k\theta$, em que k é a constante de rigidez torcional efetiva do corpo de prova. Durante o ensaio contínuo, a haste é inicialmente posicionada na vertical ($\theta = 0$), e uma câmara térmica no entorno do polímero eleva lentamente sua temperatura. Sabe-se que, ao se aproximar da transição vítrea, a rigidez k do polímero diminui gradativamente. Sabendo que a aceleração da gravidade local é g, responda aos itens a seguir.



a) Determine a rigidez torcional crítica k_c do polímero em função de M, g e L, sabendo que a posição $\theta = 0$ deixa de ser um ponto de equilíbrio estável para $k < k_c$.

b) Identifique a quantidade e natureza dos pontos de equilíbrio do sistema (estável e/ou instável) de acordo com os possíveis valores de $k/k_c > 0$ no intervalo $-\pi/2 < \theta < \pi/2$.

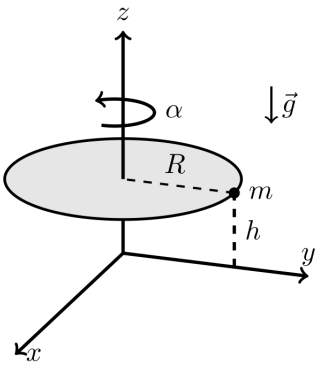
c) Tomando o mancal inferior como referência zero de altura para a energia gravitacional, esboce os possíveis gráficos representativos da energia potencial total do sistema (U_{total}) em função do ângulo θ, no intervalo $-\pi/2 < \theta < \pi/2$, de acordo com as situações identificadas no item **b**.

Questão 2. Considere um lançamento oblíquo de uma massa m, partindo da origem do plano xy, em que a velocidade inicial V faz um ângulo de 30° com a horizontal perfeitamente lisa. Sabendo que o coeficiente de restituição entre a massa m e o solo é $0,7$, determine

a) a altura máxima após n choques;

b) o intervalo de tempo para que a massa m atinja o mínimo da sua energia.

Questão 3. Um objeto de massa m encontra-se inicialmente em repouso (em $x = 0$), na extremidade de um carrossel de raio R e altura $z = h$ com relação ao solo. O coeficiente de atrito estático entre a massa e o carrossel é μ_e, e o coeficiente de atrito cinético entre a massa e o solo é μ_c. O carrossel começa a girar com uma aceleração angular constante α em um instante $t = 0$. Determine



a) a distância entre ponto de contato da massa m com o solo e a origem do sistema de coordenadas;

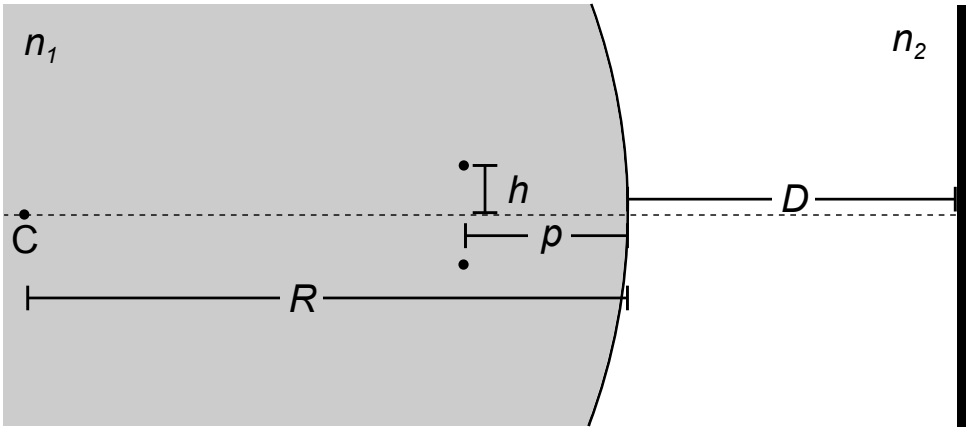
b) o instante no qual a massa para, considerando que ela não quica ao chegar ao solo, mas realiza um deslizamento.

Questão 4. Um cilindro vertical, de seção transversal de área A e com paredes isolantes (adiabáticas), contém n mols de um gás ideal monoatômico. O cilindro é fechado na parte superior por um pistão de espessura desprezível de massa m, também isolante térmico, que pode deslizar verticalmente sem atrito. Inicialmente, há um recipiente de massa desprezível contendo uma quantidade de grãos de areia, que totaliza uma massa M em repouso sobre o pistão. O sistema está em equilíbrio térmico e mecânico, com o pistão a uma altura h_i em relação à base do cilindro. Considerando que a aceleração da gravidade local é g, que a constante universal dos gases é igual a R e que há vácuo acima do pistão, faça o que se pede.

a) Em um dado instante, os grãos de areia são retirados lentamente em um processo quase estático. Determine a altura h_f do pistão no estado final, quando não há mais areia, em função de m, M e h_i.

b) Considere uma nova situação em que toda a quantidade de areia é completamente retirada instantaneamente. Determine a equação que relaciona a altura máxima h_{max} atingida pelo pistão e m, M e h_i.

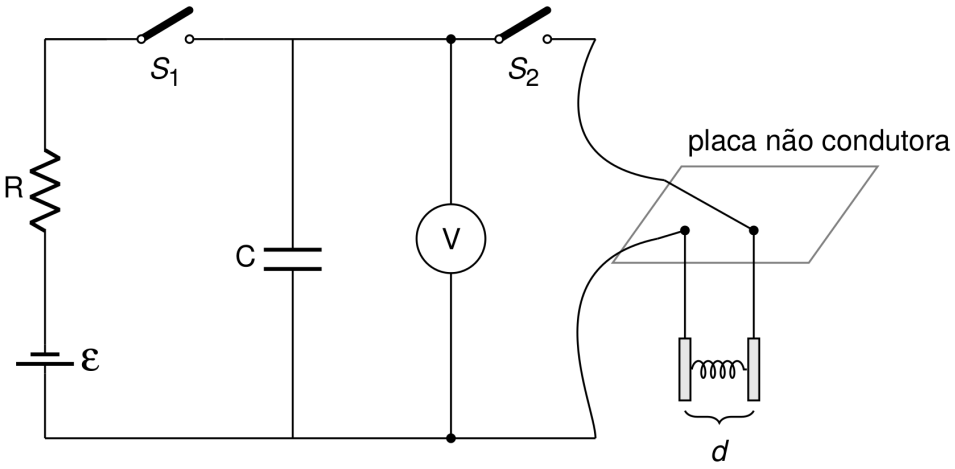
Questão 5. Duas fontes de luz pontuais, coerentes e de comprimento de onda λ, são colocadas a uma distância horizontal p do vértice de uma interface transparente côncava, de raio R. Essa interface separa o meio de índice de refração n_1, onde estão as fontes, do meio de índice de refração n_2, onde se encontra uma tela a uma distância D da interface. Considere que $\lambda \ll p \ll D$ e $n_2 > n_1$, conforme mostra a figura. As fontes de luz estão localizadas a uma distância h do eixo de simetria da interface, em semiplanos diametralmente opostos.
Considerando a aproximação paraxial para esse sistema óptico, responda aos itens a seguir, utilizando apenas os parâmetros mencionados no enunciado.



a) Determine a expressão da posição horizontal p' da imagem das fontes pontuais com relação à interface e determine as posições verticais da imagem das fontes pontuais em função de n_1, n_2, R e p.

b) Determine a distância entre o ponto luminoso central e a primeira franja luminosa do padrão de interferência projetado na tela quando $R \to \infty$.

Questão 6. Considere o circuito da figura abaixo, o qual está ligado por dois fios idênticos e condutores, suspensos numa placa não condutora rígida e fixa no espaço, a duas placas planas paralelas metálicas, neutras, de área A ($A = a^2$) e capacitância C igual à do capacitor do circuito. As placas paralelas estão a uma distância d ($d \ll a$) uma da outra na situação inicial de equilíbrio e estão ligadas entre si por uma mola ideal não condutora que está no seu comprimento natural. Inicialmente, as chaves S_1 e S_2 estão abertas. No instante t_1, a chave S_1 é fechada, e o capacitor carrega alimentado por uma fonte com diferença de potencial ε. Depois de o capacitor estar completamente carregado, no instante t_2, a chave S_1 é aberta, e a chave S_2 é fechada. Em um instante $t_3 > t_2$, o sistema se encontra no ponto de equilíbrio, e a tensão medida pelo voltímetro é um quarto daquela em t_2. Considere que as placas condutoras permanecem paralelas em todas as situações. Para o instante t_3, obtenha

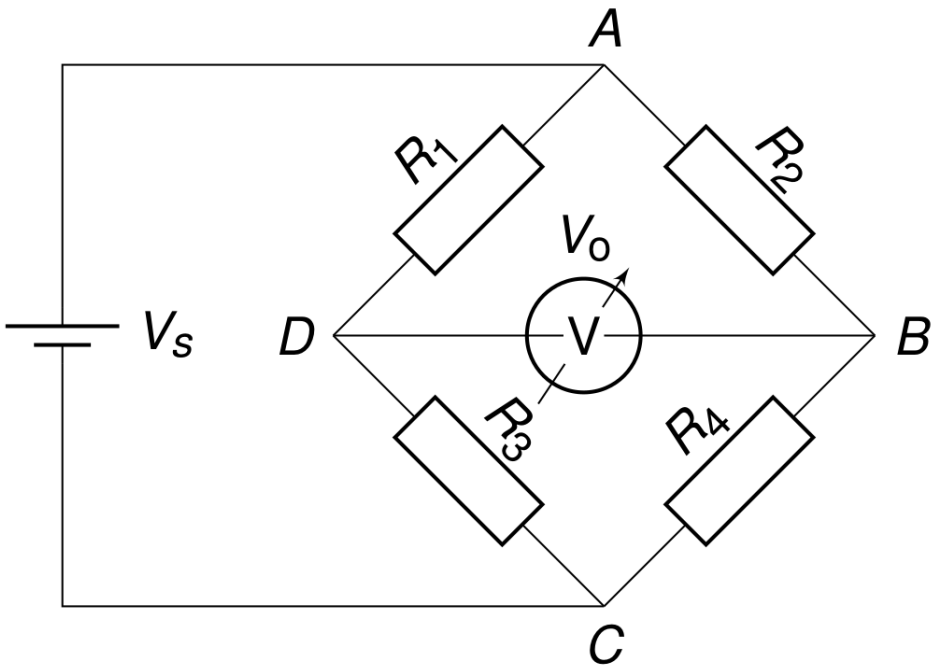


a) a carga livre que fluiu do capacitor para as placas condutoras;

b) a deformação da mola;

c) a constante elástica da mola.

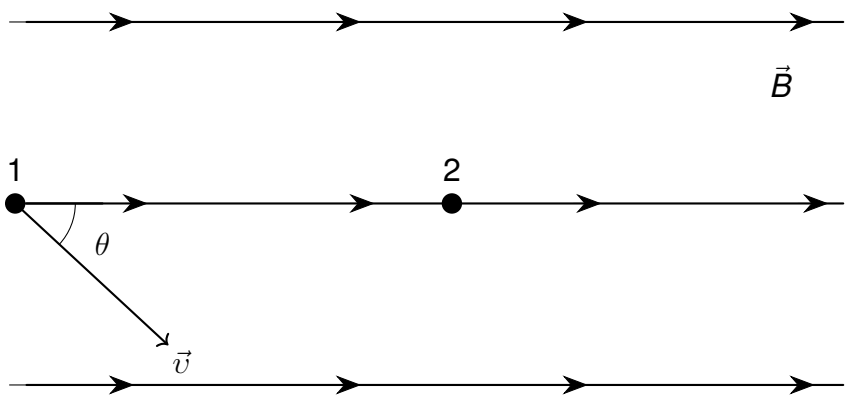
Questão 7. Um estudante de engenharia deseja montar um sistema para monitorar, com a máxima precisão, a deformação mecânica de uma viga metálica, minimizando o efeito térmico, por meio de dispositivos resistivos R_i (com $i = 1, \ldots, 4$) fixados na viga e ligados em uma ponte de Wheatstone não equilibrada e alimentada por uma fonte ideal de tensão constante V_s. Cada dispositivo utilizado pode ser um resistor de resistência R_0 constante ou um extensômetro de resistência nominal R_0, fator G de calibração e coeficiente térmico linear α. Para pequenas variações, a resistência de um extensômetro varia segundo $\frac{\Delta R}{R_0} = G\varepsilon + \alpha\,\Delta T$, em que ε é a deformação mecânica, com $\varepsilon > 0$ para tração e $\varepsilon < 0$ para compressão, e ΔT é a variação de temperatura. A saída da ponte é definida por $V_o = V_D - V_B$, medida por um voltímetro ideal, conforme ilustra a figura. Considere sempre o regime linear de pequenas variações, de modo que termos quadráticos e produtos entre pequenas correções possam ser desprezados, tais como $(\alpha\Delta T)^2$, ε^2 e $\varepsilon\alpha\Delta T$ e que, se $|x| \ll 1$, podemos aproximar $(1 + x)^{-1} \approx 1 - x$. Responda aos itens abaixo.



a) Considerando que o estudante utilizou apenas um extensômetro, enquanto os outros três braços da ponte são resistores de resistência R_0 constante, obtenha o módulo da tensão de saída V_o da ponte, em função de ε e ΔT.

b) Suponha agora que o estudante deseja medir ε com máxima precisão. Considerando que todo o sistema está na mesma temperatura e que, na viga metálica, há pontos de compressão e tração de mesma intensidade, indique em que tipo de ponto (tração ou compressão) cada dispositivo deve ser afixado, apontando se ele deve ser extensômetro ou resistor de resistência constante R_0.

Questão 8. Em um determinado experimento inspirado no funcionamento de um espectrômetro de massa, partículas carregadas são inicialmente aceleradas, a partir do repouso, por uma diferença de potencial $V > 0$. Em seguida, elas penetram, no vácuo, em uma região onde somente um campo magnético uniforme $\vec{B}$ atua. Uma partícula de massa m e carga $q > 0$ entra nessa região pelo ponto 1, com velocidade $\vec{v}$, formando um ângulo θ com a direção do campo magnético, conforme ilustra a figura abaixo.



Observa-se que, durante a trajetória, a partícula volta a passar pela mesma linha de campo na qual o movimento teve início. Em um desses retornos, ela passa pelo ponto 2, situado a uma distância L do ponto 1. Desprezando efeitos relativísticos, determine

a) o módulo da velocidade da partícula ao penetrar na região de campo magnético;

b) o tipo de movimento realizado pela partícula no interior da região de campo magnético, justificando sua resposta;

c) a condição que $\cos\theta$ deve satisfazer para que a partícula passe pelo ponto 2. Expresse sua resposta em função dos dados do problema.

Questão 9. Considere duas ondas eletromagnéticas coerentes entre si que se propagam no vácuo ao longo do eixo x. A superposição dos campos elétricos dessas ondas, ambos paralelos ao eixo z, é dada pelo seguinte campo elétrico resultante:

$$\vec{\mathrm{E}} = E_0 \left\{ \cos\left[k(x+d) - \omega t\right] + \cos(kx - \omega t) \right\} \hat{\mathrm{z}},$$

em que k é o número de onda, e ω é a frequência angular. E_0 e d são constantes positivas. Assuma distâncias d que satisfazem a relação $kd = n\pi$ para $n = 0, 1, 2, \cdots$. Responda aos itens a seguir.

a) Mostre que $\vec{\mathrm{E}}$ pode ser reescrito como uma onda que se propaga no sentido $x > 0$, com amplitude expressa apenas em função de E_0 e n.

b) Indique a relação entre n e o tipo de interferência gerada por essa superposição.

c) Determine o campo magnético $\vec{\mathrm{B}}$ resultante dessa superposição, indicando sua orientação, considerando que possui amplitude de módulo B_0.

Questão 10. Em um determinado referencial inercial, um elétron em repouso interage com um fóton de frequência ν. Sabendo que essa colisão é elástica e que o fóton é desviado de um ângulo θ em relação à sua trajetória original, faça o que se pede.

a) Deduza a expressão para a frequência ν' do fóton espalhado em função de ν, de θ, da massa do elétron (m_e), da constante de Planck (h) e da velocidade da luz (c).

b) Considere agora um observador O que se move com velocidade constante na mesma direção do fóton espalhado. Obtenha a velocidade V que o observador O deva ter para que a frequência do fóton espalhado nesse referencial seja a mesma frequência original ν.

MATEMÁTICA

Convenções: Considere o sistema de coordenadas cartesiano, a menos que haja indicação contrária.

$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$	: denota o conjunto dos números naturais.
$\mathbb{R}$	: denota o conjunto dos números reais.
i	: denota a unidade imaginária, $i^2 = -1$.
$\overline{AB}$	: denota o segmento de reta de extremidades nos pontos A e B.
$m(\overline{AB})$	: denota o comprimento do segmento $\overline{AB}$.

Questão 01. Descreva todas as progressões aritméticas de 10 números naturais cuja soma resulte em 435.

Questão 02. Determine todos os valores $x \in \mathbb{R}$ tais que $|\log_2(2^x + 2)| > |2x|$.

Questão 03. Seja r um número real positivo. No plano complexo, considere o polígono cujos vértices são as oito raízes da equação $r+iz^8=0$. Sabendo que a área desse polígono é $\sqrt{2}$, determine o comprimento de seus lados e o valor de r.

Questão 04. Considere o polinômio $p(x) = x^7 + 3ax^6 - x^5 - 5ax^4 + 7x^3 - 7ax^2 + 9x + a$, em que a é um número real. Sabendo que $p(x)$ é divisível pelo polinômio $q(x) = x^3 - 3x - 2$, determine todas as raízes de $p(x)$.

Questão 05. Seja ABC um triângulo no plano cartesiano com vértices na elipse de equação $2x^2 + y^2 = 6$. Sabendo que os vértices A e B têm abscissa 1 e que o perímetro de ABC é 10, determine a abscissa do vértice C.

Questão 06. Determine quantas sêxtuplas ordenadas de números naturais $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ satisfazem o sistema

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + 3x_6 = 30, \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 2x_4 + 2x_5 + 4x_6 = 52, \\ 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 3x_4 + 3x_5 + 7x_6 = 76. \end{cases}$$

Questão 07. Determine todos os valores inteiros n tais que o quociente

$$\frac{2n^3 - 5n^2 - 52n + 90}{n^2 - 2n - 27}$$

seja um número inteiro.

Questão 08. Considere um retângulo $ABCD$ cujos lados medem $m(\overline{AB}) = 10$ e $m(\overline{BC}) = 6$. Um retângulo $EFGH$ é inscrito em $ABCD$, com E pertencente ao lado $\overline{AB}$ e distinto de A e B, e F pertencente ao lado $\overline{BC}$ e distinto de B e C.

a) Se x representa a distância do ponto A ao ponto E, determine os possíveis valores de x.

b) Se a área de $EFGH$ é 30, determine as medidas de seus lados.

Questão 09. Considere uma pirâmide reta cuja base é um hexágono regular de lado 4. As faces laterais dessa pirâmide são triângulos isósceles cujo ângulo do vértice superior é $\frac{\pi}{6}$. Traça-se uma seção plana na pirâmide de modo que essa seção passa pela diagonal maior da base e é paralela a uma das faces laterais. Calcule a área dessa seção.

Questão 10. Considere a função $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ dada por

$$f(x) = \sqrt{1 + \cos(2x)} + \sqrt{1 - \cos(2x)} - \operatorname{sen}(x) - \cos(x).$$

Determine todos os números inteiros k tais que a equação $f(x) = k$ possua pelo menos uma solução real x pertencente ao primeiro ou ao terceiro quadrante do círculo trigonométrico.

QUÍMICA

Constantes

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

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

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

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

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

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

Número de Euler (e) = 2,72

Definições

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

Energia: 1 J = 1 N·m = 1 kg $m^2 \cdot s^{-2}$ = $6,24 \times 10^{18}$ 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 $mol \cdot L^{-1}$ (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

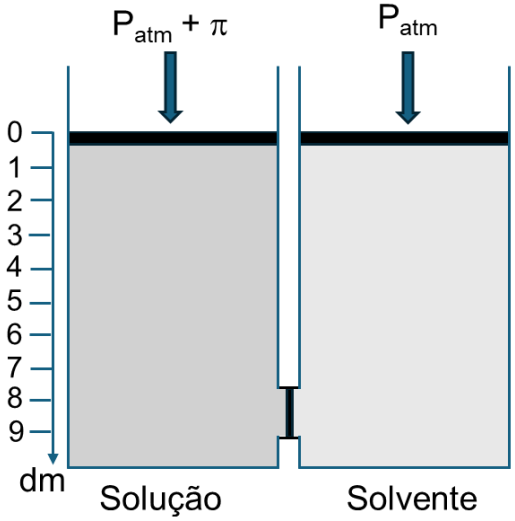
Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	Ca	20	40,08
B	5	10,80	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Ni	28	58,69
O	8	16,00	Cu	29	63,55
F	9	19,00	Nb	41	92,91
Na	11	22,99	Ag	47	107,87
Si	14	28,09	Pt	78	195,08
S	16	32,06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

QUÍMICA

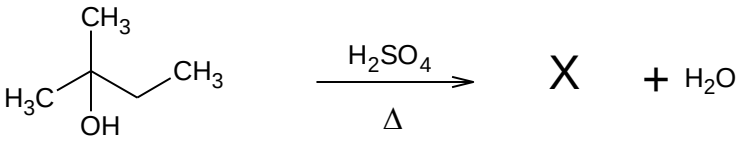
Questão 1. Considere um motor de combustão interna hipotético que opera em condição de combustão completa, com a admissão fixa de 200 L de ar atmosférico (à pressão de 1 bar), cuja composição é de 20% oxigênio e 80% nitrogênio. O combustível, pentano, pode ser injetado em quantidade ajustável. Considere também que o calor gerado na combustão é completamente transferido para os gases após a combustão e que a reação é isobárica. Sabendo que a temperatura inicial do sistema é de 300,84 K, que a entalpia de combustão do pentano é de -3440 $kJ \cdot mol^{-1}$ e que a capacidade calorífica molar à pressão constante da mistura dos gases (ou seja, misturas contendo quantidades variáveis de CO_2, H_2O, N_2, O_2) é igual a 40 $J^{-1} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$, determine:

a) a equação química balanceada da combustão.
b) as quantidades, em mols e expressas com uma casa decimal, de O_2 e N_2 na câmara de combustão.
c) a temperatura dos gases após a combustão, na condição estequiométrica.
d) quanto deve ser alterada a quantidade de combustível, expressa na forma de porcentagem (número inteiro %), em relação à quantidade estequiométrica, para que a temperatura dos gases de combustão seja 1600,84 K, levando em consideração uma condição de economia de combustível.

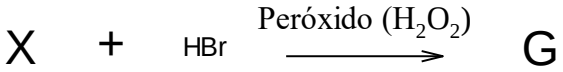
Questão 2. Considere um processo de osmose reversa conforme indicado na figura. Nesse processo, o pistão onde se encontra a solução sofre a ação de uma pressão (π) num processo de compressão que ocorre de modo reversível. O êmbolo que contém o solvente puro também é móvel. Com relação aos dois compartimentos, considere: i) eles são separados por uma membrana semipermeável, que permite apenas a passagem do solvente; ii) ambos possuem o mesmo volume inicial, com a base do compartimento possuindo uma área de 1 dm^2 iii) a altura inicial do êmbolo móvel em relação à base é igual a 10 dm. A solução aquosa contém 0,2 mol de uma substância, cuja massa molar é igual a 80 $g \cdot mol^{-1}$. Essa substância apresenta uma solubilidade de 4 $g \cdot L^{-1}$. Todo o processo ocorre à temperatura constante de 305 K. A partir dessas informações, apresente os cálculos e construa um gráfico da pressão osmótica (π, em atm) em função do deslocamento do êmbolo (em dm), conforme a figura, da posição inicial, como sendo igual a zero, até o valor de 9 dm.

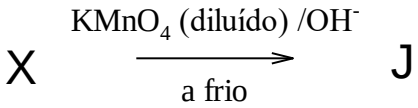


Questão 3. Considere as reações químicas a seguir:









Escreva a estrutura química para os seguintes produtos:

a) X;
b) Z;
c) G;
d) J.

Questão 4. Deseja-se preparar 500 mL de uma solução com concentração total de cátions hipotéticos (Q^+, R^{2+} e T^{3+}) igual a 2 mol·L^{-1}. A proporção molar Q:R:T é igual a 6:3:1. Para isso, foram utilizados

- m gramas do sal QX (massa molar = 60 g·mol^{-1} e pureza = 90%);
- 60 gramas do sal RX_2 (massa molar = 150 g·mol^{-1} e pureza = P%);
- 20 gramas do sal TX_3 (massa molar = MM e pureza = 90%).

Com base nessas informações, determine os seguintes valores numéricos:

a) massa utilizada (m) do sal QX;
b) pureza (P%) do sal RX_2;
c) massa molar (MM) do sal TX_3;
d) concentração, em mol·L^{-1}, do ânion X^- na solução.

Questão 5. No ciclo do nitrogênio, espécies contendo nitrogênio podem sofrer processos de redução e oxidação em ambientes naturais e tecnológicos. Entre esses processos, estão a fixação biológica do N_2, a nitrificação em solos aerados e a desnitrificação parcial em ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio. Considerando as seguintes espécies nitrogenadas,

$$NO,\ NO_3^-,\ N_2,\ N_2O,\ NH_4^+,\ NO_2^-,$$

a) escreva a semirreação balanceada de redução do N_2 em meio ácido, que forma como produto uma das espécies apresentadas;

b) determine o número de oxidação do nitrogênio em NO, NO_3^-, N_2, NH_4^+, NO_2^- e o número de oxidação médio do nitrogênio em N_2O;

c) organize as espécies nitrogenadas fornecidas em uma sequência compatível com o ciclo do nitrogênio, seguindo sucessivamente os processos de fixação biológica do N_2, nitrificação e desnitrificação. Se necessário, uma mesma espécie intermediária poderá aparecer mais de uma vez na sequência**.**

Questão 6. Escreva 3 (três) reações químicas de produção de $H_2(g)$. Empregue, como reagentes, apenas as substâncias Li, H_2O e CH_4, reagindo individualmente ou combinadas duas a duas. Na sua resposta, indique:

i) o estado físico de cada reagente e produto;
ii) a estequiometria da reação;
iii) as condições básicas para que a reação ocorra;
iv) qual reação deve render mais $H_2(g)$ por mol de reagente, considerando reação completa.

Questão 7. Considere a seguinte reação global:

$$2C_2H_5OH\,(l) + O_2(g) \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3(l) + 2H_2O(l).$$

São fornecidos os seguintes dados termodinâmicos a 298 K:

Substância	Entalpia Padrão de Formação: ΔH_f^o ($kJ \cdot mol^{-1}$)	Entropia Molar Padrão: S_m^o ($J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$)
$C_2H_5OH(l)$	– 277,7	160,7
$O_2(g)$	0,0	205,0
$CH_3COOCH_2CH_3(l)$	– 480,0	259,4
$H_2O(l)$	– 285,8	69,9

Com base nessas informações, faça o que se pede.

a) A partir do etanol, considere a seguinte rota sintética em duas etapas para obtenção do acetato de etila: a primeira etapa envolve a oxidação completa do etanol a ácido acético; a segunda etapa envolve uma esterificação com etanol. Escreva as equações químicas e as condições necessárias em cada etapa.

b) Determine a variação de entalpia padrão da reação global a partir dos valores de entalpia padrão de formação.

c) Calcule a variação da entropia padrão da reação global.

d) Calcule a variação da energia de Gibbs padrão da reação global a 298K.

Questão 8. Considere os elementos neutros em seu estado fundamental que possuem os números atômicos 16, 19 e 34.

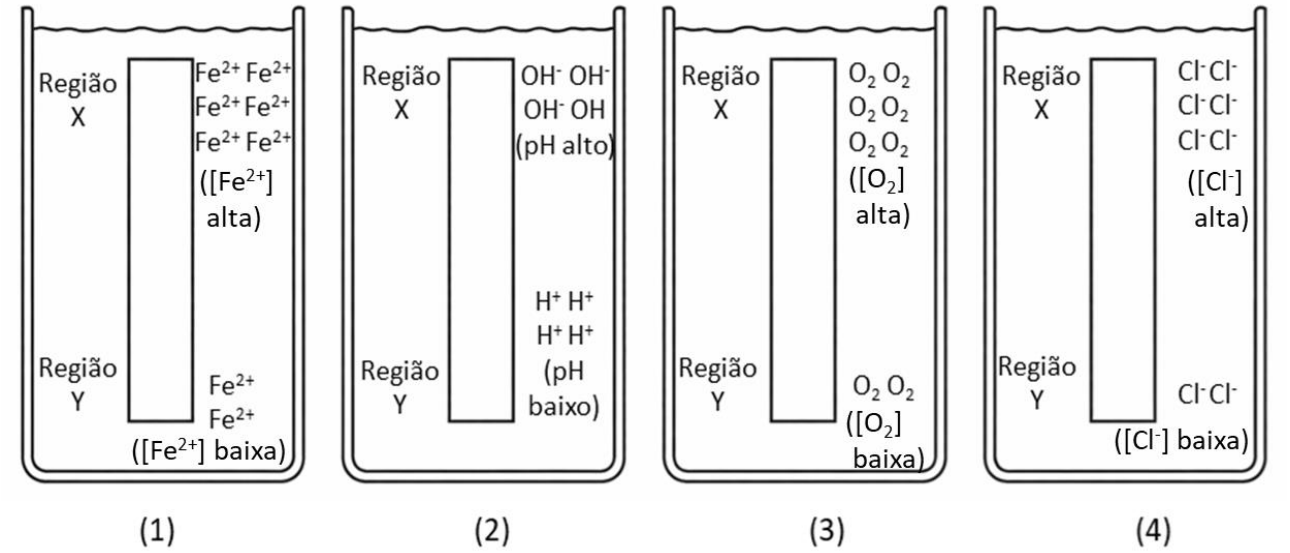
a) Determine o número de elétrons desemparelhados dos elementos de números atômicos 16 e 34 e o número de elétrons da camada de valência do elemento de número atômico 19.
b) O elemento de número atômico 16 forma, com hidrogênio, um hidreto binário estável e o elemento de número atômico 34 forma, com flúor, um composto estável, no qual o átomo central estabelece quatro ligações simples com átomos de flúor. Com base na Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência, determine o número de pares de elétrons não ligantes nos átomos centrais dessas duas espécies.
c) Forneça o nome da geometria molecular dos compostos formados no item b.

Questão 9. Uma dada solução aquosa consiste em uma mistura de um ácido forte, HX, e um ácido fraco, HY ($K_a = 1 \cdot 10^{-6}$). Uma base forte (ZOH), de concentração igual a 0,1 $mol \cdot L^{-1}$, foi usada para titular 100 mL da solução ácida. Um total de 20 mL da solução alcalina foi utilizado para atingir o ponto de equivalência, obtendo-se um pH final igual a 9. A partir dessas informações, apresente os valores numéricos das concentrações (em $mol \cdot L^{-1}$) dos seguintes ácidos na solução ácida inicial:

a) HX;

b) HY.

Questão 10. As figuras abaixo apresentam peças de ferro submersas em meios aquosos com concentrações diferentes de íons e/ou oxigênio.



a) Considerando as regiões X e Y de cada barra em cada figura, qual é a área catódica e qual é a área anódica em cada item (em cada figura)? Explique simplificadamente.

b) Qual proteção contra a corrosão seria mais adequada para cada caso (itens 1 a 4): proteção anódica ou catódica? Explique simplificadamente.