



IME 2022/2023 Discursivo

PROBLEMA 1

O calcário é uma rocha de origem sedimentar constituída predominantemente por carbonato de cálcio. Uma técnica que pode ser utilizada para determinar o teor de carbonato de cálcio em uma amostra de calcário é a volumetria, a qual consiste na determinação da concentração de uma solução A por meio do gasto de uma solução B de concentração conhecida, ocorrendo uma reação química entre A e B. Uma amostra de 1,0 g de calcário foi dissolvida utilizando-se 25,0 mL de uma solução de ácido clorídrico com concentração de 1,0 mol/L. Na sequência, utilizou-se uma solução de hidróxido de sódio com concentração de 0,5 mol/L para neutralizar o excesso de ácido, consumindo-se 17,2 mL da solução.

Considerando que apenas o carbonato de cálcio presente na amostra de calcário reage com o ácido clorídrico, determine:

- as equações balanceadas das reações envolvidas no processo;
- a porcentagem mássica de carbonato de cálcio presente na amostra de calcário.

PROBLEMA 2

Uma amostra de 46,8 g de poliestireno foi dissolvida em quantidade suficiente de benzeno para produzir 1,0 L de solução. A pressão osmótica dessa solução foi medida a 300 K e o valor encontrado foi de $7,38 \times 10^{-3}$ atm.

Calcule o número médio de unidades monoméricas na cadeia polimérica desta amostra de poliestireno.

PROBLEMA 3

O but-2-enal (aldeído crotônico ou crotonaldeído) é um líquido lacrimogênio usado como precursor de diversos produtos químicos, tais como a vitamina E, o ácido ascórbico e alguns compostos pirimidínicos.

Apresente uma rota química para sintetizar o but-2-enal a partir do carbeto de cálcio

PROBLEMA 4

Uma solução de Na_2SO_4 com concentração $1,0 \times 10^{-3}$ mol/L contém, como traçador, o radioisótopo $^{35}_{16}\text{S}$, cujo tempo de meia vida é igual a 88 dias. Uma amostra de 10 mL dessa solução produz $4,0 \times 10^4$ contagens por minuto em um detector de radiação. Um volume igual de solução de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ com concentração $2,0 \times 10^{-4}$ mol/L é adicionado à solução de Na_2SO_4 , ocasionando precipitação de PbSO_4 .

Calcule o número de contagens por minuto para uma alíquota de 10 mL retirada da solução após a precipitação.

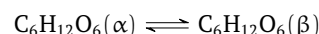
PROBLEMA 5

Um combustível formado por uma mistura equimolar de n-propano e 2-metil-propano alimenta a fornalha de uma usina termelétrica, na qual ocorre sua combustão total na presença de ar. Um sensor posicionado na chaminé dessa fornalha detecta a presença de 3% em mol de oxigênio nos gases de exaustão.

Calcule a razão ar/combustível, em proporção mássica, para uma alimentação de 1000 mol/s desse combustível, com a fornalha operando sob essa condição.

PROBLEMA 6

A glicose tem dois estereoisômeros, α e β , que se distinguem pela atividade óptica. A forma α tem poder rotatório específico de 112° e a β de $18,7^\circ$. A conversão de uma forma para outra se dá segundo uma reação de primeira ordem reversível:



Realiza-se, então, uma experiência, na qual um feixe de luz polarizada atravessa um tubo contendo uma solução de glicose. Observa-se a modificação do desvio angular do plano de polarização como mostrado na tabela abaixo:

Tempo, t/min	0	10	100	∞
Ângulo de rotação, θ	112,00°	102,67°	65,35°	56,02°

Sabe-se que o desvio angular da luz polarizada é função linear da conversão do estereoisômero α e que a soma das constantes de reação direta e reversa é $0,015 \text{ min}^{-1}$.

Determine:

- a conversão específica no instante $t = 10 \text{ min}$;
- as constantes de velocidade da reação direta e da reação reversa;
- a taxa específica de reação no instante $t = 100 \text{ min}$;
- a taxa específica de reação no equilíbrio.

PROBLEMA 7

Considere a energia potencial de ligação. Pode-se imaginar um modelo em que a energia de ligação entre as espécies seja considerada a própria energia potencial eletrostática.

- Esboce, em um único gráfico de energia potencial de ligação versus distância internuclear, as curvas para uma ligação química interatômica (covalente ou iônica) e para uma interação intermolecular.
- Indique o fator crucial que determina a diferença entre as curvas.

PROBLEMA 8

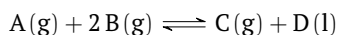
Uma corrente elétrica constante atravessa duas células eletrolíticas ligadas em série, sendo que a primeira contém uma solução aquosa de sulfato cúprico e a segunda produz hidrogênio no catodo e oxigênio no anodo.

Considerando essas informações e sabendo que o gás hidrogênio tem solubilidade desprezível em água:

- escreva as semirreações e a reação global da eletrólise do sulfato cúprico em meio aquoso, envolvendo o fluxo de elétrons;
- determine o tempo, em minutos, necessário para o depósito de 0,254 g de cobre, quando se faz passar uma corrente de 2,0 A na solução da primeira célula eletroquímica;
- calcule o pH da solução resultante do borbulhamento do hidrogênio gasoso, produzido no catodo da segunda célula, em 200 mL de uma solução aquosa de NaOH 0,1 mol/L, a 298 K.

PROBLEMA 9

Seja a reação genérica balanceada:



Considere que: as solubilidades das espécies químicas no líquido formado são desprezíveis; os gases se comportam idealmente; e as propriedades termodinâmicas a 1,0 atm e 30 °C são as dadas abaixo.

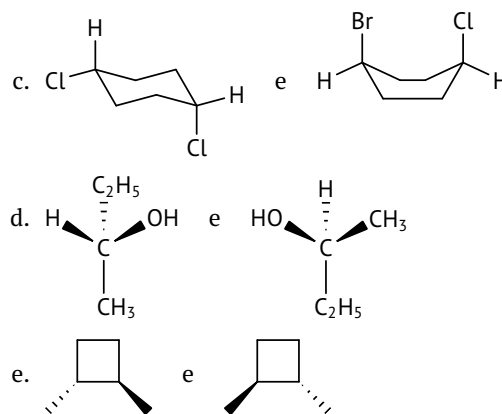
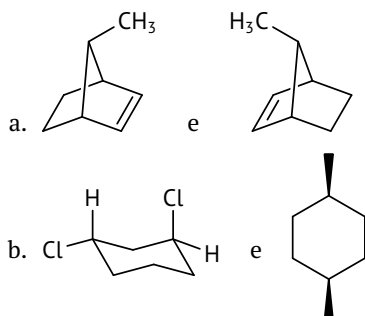
	A(g)	B(g)	C(g)	D(l)
$\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	-394	-47,0	-334	-286
$\Delta G_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	-394	-16,0	-197	-237

Determine para essa reação:

- a expressão da constante de equilíbrio com base nas concentrações, K_c ;
- o valor da constante de equilíbrio com base nas pressões parciais, K_p , a 30 °C e 1 atm;
- a variação de entalpia a 30 °C e 1 atm, estabelecendo se a reação exotérmica ou endotérmica;
- o valor da constante de equilíbrio K_p , a 13 °C e 1 atm, com base na equação de Van't Hoff.

PROBLEMA 10

Estabeleça a relação entre as estruturas de cada par abaixo, identificando-as como enantiômeros diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.


IME 2021/2022 Discursivo
PROBLEMA 11

Considere a reação entre acetato de etila e hidróxido de sódio em meio aquoso com sendo irreversível. Uma forma simples de estudar a cinética dessa reação é acompanhar, com o uso de um condutivímetro, a condutividade do meio reacional, dada pelo inverso da resistividade e geralmente denotada por k , em S cm^{-1} . Tal condutividade é relacionada, quantitativamente, à concentração das espécies iônicas, Na^+ , OH^- e acetato, em solução, cujas condutividades molares, em $\text{S L cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, serão denotadas aqui, respectivamente, por λ_{Na^+} , λ_{OH^-} e λ_{AcO^-} . A condutividade de um meio é dada, portanto, pela soma dos produtos entre a concentração de cada espécie iônica e sua correspondente condutividade.

Foi preparada uma mistura contendo, inicialmente, $c_0 \text{ mol L}^{-1}$ de hidróxido de sódio e acetato de etila em ligeiro excesso. Determine uma expressão para a concentração do íon acetato em função de k , λ_{Na^+} , λ_{OH^-} e λ_{AcO^-} e c_0 .

PROBLEMA 12

Uma célula eletrolítica dotada de eletrodos de platina é preenchida com 1 L de uma solução 4 mol L^{-1} de NaCl puro em água bidestilada. Em seguida, faz-se percorrer pela mesma, por 5 horas 21 minutos e 40 segundos, uma corrente de 5 A, ocorrendo desprendimento de cloro e hidrogênio. Decorrido o tempo mencionado, a corrente é desligada e a solução remanescente é evaporada, obtendo-se um resíduo sólido.

Calcule a massa do resíduo sólido.

PROBLEMA 13

Sob determinadas condições, a água pode ser super-resfriada, ou seja, permanecer no estado líquido em temperaturas inferiores ao seu ponto de congelamento, em uma situação termodinamicamente instável. Considere um processo em que 5 mol de água super-resfriada a -10°C e 1,0 atm sejam convertidos em gelo à mesma temperatura.

Determine a variação de entropia:

- do sistema;
- na vizinhança; e
- do universo.

PROBLEMA 14

Os elementos do segundo e terceiro períodos da tabela periódica apresentam desvios da tendência em suas curvas da energia de ionização em função do número atômico. Com relação a esses elementos.

- esboce qualitativamente o gráfico da energia de ionização em função do número atômico; e
- explique esses desvios de forma sucinta, baseado na estrutura eletrônica e no preenchimento dos orbitais atômicos.

PROBLEMA 15

Suponha um sólido metálico formado por um único elemento que apresenta uma estrutura de empacotamento cúbica de corpo centrado à pressão atmosférica. Ao ser comprimido, esse sólido adota uma estrutura cúbica de face centrada.

Considerando os átomos como esferas rígidas, calcule a razão entre as densidades do sólido antes e depois da compressão.

PROBLEMA 16

A intensidade das emissões radioativas pode ser expressa em curie, Ci, unidade definida como $3,7 \times 10^{10}$ desintegrações nucleares por segundo. Considere um tanque que armazena 50 000 L de um rejeito radioativo aquoso desde 1945, o qual contém o isótopo ^{137}Cs , cuja cinética de desintegração radioativa é considerada como de primeira ordem. A meia vida do ^{137}Cs é de 30,1 anos e sua radioatividade específica é de 86,6 Ci/g. Se em 2010 a concentração de ^{137}Cs neste rejeito aquoso era de $1,155 \times 10^{-3}$ g/L, determine:

- a fração percentual em massa de ^{137}Cs que deverá ter decaído para que o nível de radioatividade a ele relacionada seja de 1×10^{-3} Ci/L; e
- a concentração em g/L de ^{137}Cs no tanque quando o rejeito foi inicialmente estocado, considerando que o volume do rejeito tenha sido constante ao longo do tempo.

PROBLEMA 17

Escreva a fórmula estrutural plana do produto majoritário da mononitração, via substituição eletrofílica aromática, para cada reagente indicado abaixo:

- ácido p-toluico (ácido 4-metilbenzoico);
- p-cresol (4-metilfenol);
- p-tolunitrila (4-metilbenzonitrila);
- m-xileno (1,3-dimetilbenzeno); e
- 2,6-difluoroacetanilida (N-(2,6-difluorofenil) etanamida);

PROBLEMA 18

Um motor de 6 cilindros e volume total de 5700 cm^3 , utilizado em viaturas leves e blindadas, consome 0,5 g do combustível gasoso de composição média C_8H_{18} , em cada cilindro, por segundo de operação.

Considerações

- o ciclo termodinâmico do motor compreende o funcionamento em 4 tempos: admissão, compressão, combustão e exaustão (escape);

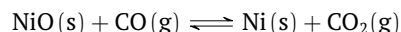
- o motor executa 10 ciclos por segundo, ou seja, a mistura de ar e combustível enche os cilindros e depois é comprimida 10 vezes por segundo;
- a mistura ar e combustível é introduzida à temperatura de 100°C , ate que a pressão seja de 1 atm em cada cilindro;
- 20,0% da quantidade de combustível sofre combustão incompleta, sendo convertida em $\text{CO}(\text{g})$;
- 80,0% da quantidade de combustível sofre combustão completa, sendo convertida em $\text{CO}_2(\text{g})$;
- a mistura de ar e combustível comporta-se como gás ideal;
- as capacidades caloríficas molares são independentes da temperatura; e
- as entalpias de formação a 25°C .

Determine:

- a vazão da entrada de ar no motor, em m^3/s ; e
- a composição percentual molar dos produtos e a temperatura de combustão, em K.

PROBLEMA 19

Na figura abaixo, apresenta-se um conjunto cilindro-pistão, onde o peso do pistão é desprezível, em que ocorre a seguinte reação do óxido de níquel (II) à temperatura constante:



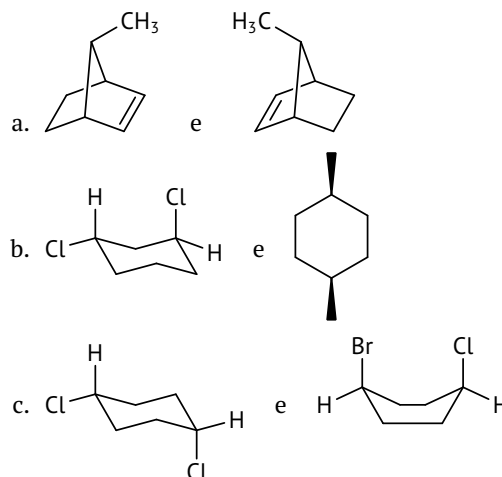
Para a manutenção da temperatura constante até a situação de equilíbrio, devem ser retirados do meio reacional 16,10 kJ de energia por mol de óxido de níquel reagido, na forma de calor. Sabe-se que a constante de equilíbrio para a reação é $K_P = 500$ e que, na temperatura de reação, as entropias padrão são:

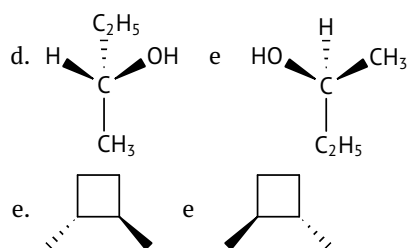
	NiO(s)	Ni(s)	CO(g)	CO ₂ (g)
$S_m^\circ / \text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	38,10	30,56	251,0	296,0

Com base nas informações fornecidas e considerando que os gases se comportam idealmente, determine a temperatura na qual a reação foi conduzida.

PROBLEMA 20

Estabeleça a relação entre as estruturas de cada par abaixo, identificando-as como enantiômeros diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.





IME 2020/2021 Discursivo

PROBLEMA 21

PROBLEMA 22

PROBLEMA 23

PROBLEMA 24

PROBLEMA 25

PROBLEMA 26

PROBLEMA 27

PROBLEMA 28

PROBLEMA 29

PROBLEMA 30

IME 2019/2020 Discursivo

PROBLEMA 31

PROBLEMA 32

PROBLEMA 33

PROBLEMA 34

PROBLEMA 35

PROBLEMA 36

PROBLEMA 37

PROBLEMA 38

PROBLEMA 39

PROBLEMA 40

Gabarito

IME 2022/2023 Discursivo

- a. $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ e
 $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b. 82%
- 1500
- Síntese.
- $1,7 \times 10^4$
- 18,28
- a. 10%

- b. $k_{\text{direta}} = 0,009 \text{ min}^{-1}$ e $k_{\text{inversa}} = 0,006 \text{ min}^{-1}$
 - c. $1,5 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$
 - d. 0
- 7.
- a. Esboço.
 - b. As ligações covalentes e iônicas possuem maior energia de dissociação.
- 8.
- a. $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq})$
 - b. 6,4 min
 - c. 13,0
- 9.
- a. $K_c = \frac{1}{[\text{A}][\text{B}]^2}$
 - b. 27
 - c. -132 kJ mol^{-1}
 - d. 729
- 10.
- a. Representações diferentes de um mesmo composto.
 - b. Isômeros constitucionais.
 - c. Diastereoisômeros.
 - d. Enantiômeros.
 - e. Enantiômeros.

IME 2021/2022 Discursivo

11. -
12. -
13. -
14. -
15. -
16. -
17. -
18. -
19. -
20.
 - a. Representações diferentes de um mesmo composto.
 - b. Isômeros constitucionais.
 - c. Diastereoisômeros.
 - d. Enantiômeros.
 - e. Enantiômeros.

IME 2020/2021 Discursivo

21. -
22. -
23. -
24. -
25. -
26. -
27. -
28. -
29. -
30. -

IME 2019/2020 Discursivo

31. -
32. -
33. -
34. -
35. -
36. -
37. -
38. -
39. -
40. -