



Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Química

PROVA DE SELEÇÃO
27/11/2017

PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
QUÍMICA

PROVA NÚMERO:

NOME DE ALUNO: _____
(Use letras de bloco)

ASSINATURA: _____

LEIA COM ATENÇÃO

- Respostas deverão ser redigidas obrigatoriamente à caneta.
- Responder a dez (10) questões em total.
- Responder a pelo menos uma questão de cada área.
- Assinalar as questões a serem corrigidas para cada área.
- A prova é anônima:
 - Destacar essa folha e entregar separadamente.
 - Não colocar seu nome em nenhuma folha da prova; são identificadas por código.

TABELA PARA SER PREENCHIDA PELA BANCA EXAMINADOR

| Área | Número de Questões Respondidas | Nota |
|--------------------|--------------------------------|------|
| Química Analítica | | |
| Química Inorgânica | | |
| Química Orgânica | | |
| Físico-química | | |
| Total | | |

Tabela Periódica dos Elementos

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 H 1,0079 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4,0026 |
| 3 Li 6,941 | 4 Be 9,0122 | | | | | | | | | | | | | | | 9 F 18,998 | 10 Ne 20,180 |
| 11 Na 22,990 | 12 Mg 24,305 | | | | | | | | | | | | | | | 17 Cl 35,453 | 18 Ar 39,948 |
| 19 K 39,098 | 20 Ca 40,078 | 21 Sc 44,956 | 22 Ti 47,867 | 23 V 50,942 | 24 Cr 51,996 | 25 Mn 54,938 | 26 Fe 55,845 | 27 Co 58,933 | 28 Ni 58,693 | 29 Cu 63,546 | 30 Zn 65,39 | 31 Ga 69,723 | 32 Ge 72,61 | 33 As 74,922 | 34 Se 78,96 | 35 Br 79,904 | 36 Kr 83,80 |
| 37 Rb 85,468 | 38 Sr 87,62 | 39 Y 88,906 | 40 Zr 91,224 | 41 Nb 92,906 | 42 Mo 95,94 | 43 Tc 97,907 | 44 Ru 101,07 | 45 Rh 102,906 | 46 Pd 106,42 | 47 Ag 107,868 | 48 Cd 112,411 | 49 In 114,818 | 50 Sn 118,710 | 51 Sb 121,760 | 52 Te 127,60 | 53 I 126,904 | 54 Xe 131,29 |
| 55 Cs 132,905 | 56 Ba 137,327 | 57-71 * | 72 Hf 178,49 | 73 Ta 180,948 | 74 W 183,84 | 75 Re 186,207 | 76 Os 190,23 | 77 Ir 192,217 | 78 Pt 195,084 | 79 Au 196,967 | 80 Hg 200,59 | 81 Tl 204,383 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 208,980 | 84 Po 208,982 | 85 At 209,987 | 86 Rn 222,018 |
| 87 Fr 223,020 | 88 Ra 226,025 | 89-103 ** | 104 Rf 263,113 | 105 Db 262,114 | 106 Sg 266,122 | 107 Bh 264,124 | 108 Hs 269,134 | 109 Mt 268,139 | 110 Ds 272,146 | 111 Rg 272,154 | 112 Cn 277 | 113 Nh 284 | 114 Fl 289 | 115 Mc 288 | 116 Lv 292 | 117 Ts ? | 118 Og 294 |
| 57 La 138,905 | 58 Ce 140,116 | 59 Pr 140,908 | 60 Nd 144,242 | 61 Pm 144,913 | 62 Sm 150,36 | 63 Eu 151,964 | 64 Gd 157,25 | 65 Tb 158,925 | 66 Dy 162,500 | 67 Ho 164,930 | 68 Er 167,259 | 69 Tm 168,934 | 70 Yb 173,04 | 71 Lu 174,967 | | | |
| 89 Ac 227,027 | 90 Th 232,038 | 91 Pa 231,036 | 92 U 238,029 | 93 Np 237,048 | 94 Pu 244,064 | 95 Am 243,061 | 96 Cm 247,070 | 97 Bk 247,070 | 98 Cf 251,080 | 99 Es 252,083 | 100 Fm 257,095 | 101 Md 258,098 | 102 No 259,101 | 103 Lr 262,110 | | | |

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

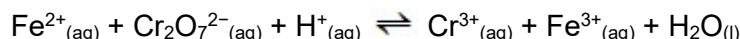
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
QUÍMICA ANALÍTICA – Prova de Seleção Mestrado/Doutorado – 27/11/2017

Marque um “X” APENAS nas questões que devem ser consideradas para correção.

Questões:

- () 1) Considerando uma solução aquosa de amônia com concentração de $0,100 \text{ mol L}^{-1}$, calcule a concentração das espécies geradas durante a dissociação em água e o pH da solução. ($K_b = 1,80 \times 10^{-5}$). Marque a alternativa correta:
- (a) $1,34 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$; pH = 11,13
 - (b) $1,34 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$; pH = 2,87
 - (c) $4,24 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$; pH = 11,63
 - (d) $4,24 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$; pH = 2,37
 - (e) $9,00 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$; pH = 8,95

- () 2) A volumetria de oxirredução pode ser empregada na determinação da concentração de ferro em produtos farmacêuticos. Considere que uma massa de 0,5897 g de um produto farmacêutico tenha sido dissolvida em solução ácida e, por meio de tratamento adequado, todo o ferro presente na amostra tenha sido convertido a Fe^{2+} . A seguir, titulou-se com solução padrão de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $5,000 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$. O volume gasto de solução titulante foi de 15,50 mL. Com base nestas informações e na equação química abaixo (não balanceada) responda as questões abaixo.



- (a) Determine a concentração percentual (m/m) de Fe^{2+} presente na amostra de suplemento;
 - (b) Comente pelo menos duas diferenças da utilização de soluções de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ em relação ao uso de soluções de KMnO_4 na volumetria de oxirredução.
- () 3) Considerando as técnicas de cromatografia a gás (CG) e cromatografia a líquido de alta eficiência (CLAE), descreva:
- (a) Duas fases estacionárias utilizadas em cada técnica. Destaque o princípio que rege a separação dos analitos em cada caso.
 - (b) Duas fases móveis utilizadas em cada técnica.
 - (c) Explicar como se pode melhorar a resolução do cromatograma em CG e CLAE após a escolha das respectivas fases estacionárias.
- () 4) A técnica de espectrometria de absorção atômica com chama é susceptível a diversas interferências. Neste sentido cite:
- (a) Dois tipos de interferências espectrais e como corrigi-las.
 - (b) Dois tipos de interferências não espectrais e como corrigi-las.
- () 5) Detectores amperométricos têm sido empregados com grande frequência em análises cromatográficas (HPLC) nos últimos anos. Considerando que a amperometria pode ser definida conceitualmente como uma “voltametria de potencial constante”, explique:
- (a) O princípio da medida eletroanalítica na detecção amperométrica.
 - (b) Os tipos de eletrodos que compõem a célula de detecção amperométrica

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ANALÍTICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ANALÍTICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ANALÍTICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ANALÍTICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ANALÍTICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
QUÍMICA INORGÂNICA – Prova de Seleção Mestrado/Doutorado – 27/11/2017

Marque um “X” APENAS nas questões que devem ser consideradas para correção.

Questões:

- () 1. Transições eletrônicas entre níveis de energia são muito comuns nos elementos da tabela periódica. Com base neste contexto e aplicando a Equação de Rydberg, calcule e assinale a alternativa **CORRETA** com o valor da energia (em m^{-1}) e do comprimento de onda (em nm) de uma transição entre os níveis de energia $n = 2$ para $n = 3$. (Dados: $R_H = 1,097 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$).
- (a) $E = 1,52 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$ e $\lambda = 400 \text{ nm}$ (Região do visível);
(b) $E = 1,52 \times 10^2 \text{ cm}^{-1}$ e $\lambda = 355 \text{ nm}$ (Região do UV);
(c) $E = 1,52 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ e $\lambda = 250 \text{ nm}$ (Região do visível);
(d) $E = 1,52 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ e $\lambda = 656 \text{ nm}$ (Região do visível);
(e) $E = 1,52 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ e $\lambda = 700 \text{ nm}$ (Região do UV).

- () 2. Sólidos iônicos formam retículos cristalinos ordenados, sendo dependentes dos tamanhos dos íons envolvidos no arranjo. Através do Ciclo de Born-Haber, que descreve o processo termodinâmico de formação de um retículo cristalino, pergunta-se:
- (a) Monte (desenhe) o ciclo termodinâmico da formação do cloreto de sódio (NaCl) e calcule o valor da energia de formação (ΔH_f) para este sólido, com base nos valores apresentados abaixo.
(b) Desenhe a cela unitária do cloreto de sódio, indicando o número de coordenação (N.C.) dos íons Na^+ e Cl^- .

Dados: Energia de ionização (EI) = 496 kJ mol^{-1} ; Afinidade eletrônica (AE) = -349 kJ mol^{-1} ; Energia de atomização (ΔH_{atom}) = 107 kJ mol^{-1} ; Energia de dissociação (ΔH_{dissoc}) = 243 kJ mol^{-1} ; Energia reticular do cloreto de sódio (ΔH_{ret}) = -788 kJ mol^{-1} .

- () 3. Compostos de boro são muito estudados na química dos elementos representativos e amplamente utilizados como ácidos de Lewis em reações químicas, tais como os haletos de boro BX_3 (X = F, Cl, Br ou I). A partir desta informação, responda:
- (a) Porque os haletos de boro possuem o comportamento de um ácido de Lewis? Explique.
(b) Entre os haletos de boro acima citados, qual é o **MAIS** ácido e por quê? Explique.
(c) Entre os compostos tricloreto de boro (BCl_3) e tricloreto de índio (InCl_3), qual será mais ácido e por quê? Explique.

- () 4. Podemos estimar a estabilidade de um composto de coordenação pelos valores das Energias de Estabilização do Campo Cristalino (EECC), juntamente dos valores de desestabilização de repulsão coulômbica e de troca de elétrons (Π_{total}) em um complexo, utilizando a equação abaixo:

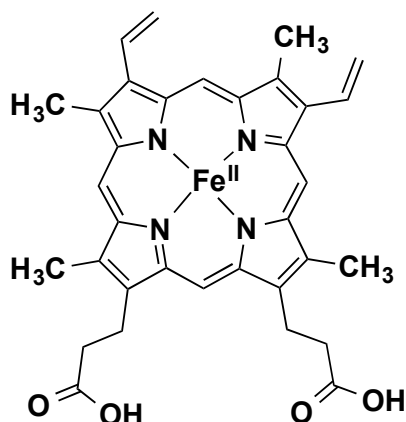
$$E_{\text{total}} = -\text{EECC} + n\Pi_{\text{total}} \quad (n = \text{número de pares de elétrons emparelhados})$$

Com base nestes dados, responda:

- (a) Desenhe os diagramas de energia pela Teoria do Campo Cristalino para o complexo octaédrico genérico contendo íons Fe^{II} na situação de *spin alto* e de *spin baixo*.
(b) O complexo $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ é de *spin alto* ou de *spin baixo*? Prove através dos valores das energias totais, onde $\Delta_o = 9350 \text{ cm}^{-1}$, $\Pi_{\text{total}} = 17600 \text{ cm}^{-1}$.

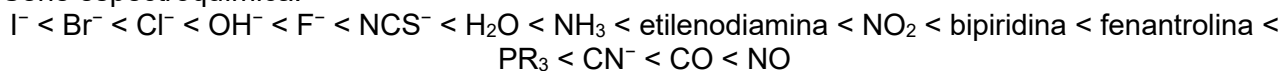
Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

- () 5. A hemoglobina (Hb) é uma metaloproteína que contém íons ferro(II) presente nos glóbulos vermelhos (eritrócitos) e que permite o transporte de oxigênio pelo sistema circulatório. Com base na estrutura abaixo da protoporfirina IX de ferro (sítio ativo), responda as seguintes perguntas:



- (a) Baseado nas propriedades ácido-base de Pearson, entre um tiol (R-SH) e um fenol (R-OH), qual espécie irá se coordenar melhor a íons Fe^{II} ? Explique.
- (b) Quando a porfirina contendo Fe^{II} reage com íons cianeto (CN^-) forma-se um complexo intermediário penta-coordenado. A partir desta afirmação, desenhe um diagrama de energia seguido a Teoria do Campo Cristalino (TCC) para complexos penta-coordenados (geometria piramidal de base quadrada).
- (c) Entre os ligantes Cl^- , NH_3 e CO , qual irá estabilizar mais o complexo de ferro(II)? Explique com base nas teorias de ligação para compostos de coordenação.

Série espectroquímica:



Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA INORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA INORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA INORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA INORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA INORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

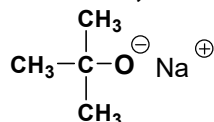
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
QUÍMICA ORGÂNICA – Prova de Seleção Mestrado/Doutorado – 27/11/2017

Marque um “X” APENAS nas questões que devem ser consideradas para correção.

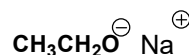
Questões:

- () 1. Há uma diferença de reatividade entre o 1-cloropentano, 2-cloropentano e 3-cloropentano com iodeto de potássio em acetona (solvente). Com base nesta afirmação, responda:
- (a) qual é o haleto de alquila mais reativo e por quê?
- (b) qual pode originar um produto com centro assimétrico? Por quê?
- (c) Para a reação em questão, considere a configuração absoluta do centro assimétrico no haleto de alquila decifrado em (b), como sendo (*R*) e atribua a uma configuração absoluta do produto da reação, representando o mesmo em três dimensões.

- () 2. Considerando que quando o 2-bromo-2,3-dimetilbutano reage com AS BASES: terc-butóxido de sódio ou etóxido de sódio, sob condições de eliminação de 2ª ordem (E2), dois alcenos (2,3-dimetil-but-1-eno e 2,3-dimetil-but-2-eno) são formados, pergunta-se:

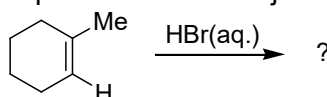


Terc-butóxido de sódio



Etóxido de sódio

- (a) Qual das bases mostradas acima levaria PREFERENCIAMENTE à obtenção do 2,3-dimetil-but-1-eno em maior porcentagem? Explicar.
- (b) Qual das bases mostradas acima levaria PREFERENCIALMENTE à formação do 2,3-dimetil-but-2-eno em maior rendimento? Explicar.
- () 3. Considerando a reação de 1-metil-cicloexeno com ácido bromídrico aquoso:
- (a) Mostrar o(s) produto(s) da reação apresentando uma justificativa para sua resposta.



- (b) Propor um mecanismo reacional para a reação mostrando a estrutura do intermediário (se existir), a etapa lenta (se existir), o(s) complexo(s) ativado(s) e o(s) produto(s) respectivo(s).
- (c) Considerando os dados das tabelas abaixo quando a reação é realizada a 25 °C, pergunta-se: Qual é a ordem da reação para cada um dos reagentes? Qual é a ordem global da reação?

Experimento 1

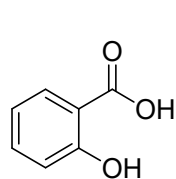
| [HBr] inicial mmol L ⁻¹ | [alceno] inicial mmol L ⁻¹ | Velocidade inicial (10 ⁻³) (mol L ⁻¹ s ⁻¹) |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 4,6 | 5,55 | 1,15 |
| 5,1 | 5,55 | 1,28 |
| 5,6 | 5,55 | 1,4 |

Experimento 2

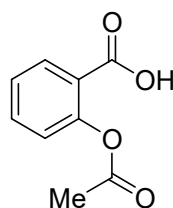
| [HBr] inicial mmol L ⁻¹ | [alceno] inicial mmol L ⁻¹ | Velocidade inicial (10 ⁻³) (mol L ⁻¹ s ⁻¹) |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 6,5 | 4,3 | 1 |
| 6,5 | 2,5 | 0,5 |
| 6,5 | 0,9 | 0,25 |

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

() 4. Considerando as estruturas do ácido salicílico (AS) e do ácido acetilsalicílico (AAS), dadas abaixo, responder:



Ácido salicílico (AS)



Ácido acetilsalicílico (AAS)

- (a) Mostrar a equação química para síntese do ácido acetilsalicílico a partir do ácido salicílico e anidrido acético em meio ácido.
- (b) Sugerir um mecanismo reacional para a reação mostrada em (a).
- (c) A hidrólise do AAS pode ser a maior razão para a sua instabilidade em solução aquosa. Assim, mostrar os produtos formados e o mecanismo da reação de hidrólise do AAS.
- (d) O AS possui dois valores de pK_a : 3,0 e 13,4. Atribua os pK_a s aos respectivos grupos funcionais presentes no AS e explique (usando reações de equilíbrio químicas, caso necessário) a variação dos valores de pK_a destes grupos funcionais no AS quando comparados, respectivamente, ao fenol e ao ácido benzóico.
- Dados: pK_a do fenol (C_6H_5OH) = 10 e o pK_a do ácido benzóico (C_6H_5COOH) = 4,2.
- (e) Considerando a reatividade do AS em uma reação de substituição eletrofílica aromática subsequente: o anel aromático deste composto estaria ativado ou desativado? Explicar.

5. Relacionar os exemplos das reações orgânicas descritas no Quadro 1, com: (a) o tipo (mecanismo) de reação dados no Quadro 2 e (b) os orbitais moleculares de fronteira envolvidos nas respectivas reações dados no Quadro 3.

Quadro 1. Exemplos de Reações Orgânicas

| |
|--|
| (A) Reação do 4-clorobenzaldeído com acetona em meio básico |
| (B) Brometo de benzila com amônia em solução de bicarbonato de sódio |
| (C) Fenilmetiléter (metoxibenzeno) + Br_2 na presença de $FeBr_3$ |
| (D) Fenilmetilcetona (acetofenona) e brometo de metilmagnésio em THF |

Quadro 2. Tipos (mecanismos) de reações orgânicas e orbitais moleculares de fronteira envolvidos na etapa determinante da velocidade da reação.

| |
|---|
| Tipos (mecanismos) de reações orgânicas |
| () reação de substituição eletrofílica aromática |
| () substituição nucleofílica alifática de segunda ordem (SN_2) |
| () reação de adição nucleofílica |
| () reação de condensação |

Quadro 3. Orbitais moleculares de fronteira envolvidos na reação.

| |
|---|
| Orbitais moleculares de fronteira |
| () π^* (LUMO) e n (HOMO) |
| () σ^* (LUMO) e π_{ligante} (HOMO) |
| () σ^* (LUMO) e n (HOMO) |
| () π^* (LUMO) e n (HOMO) |

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **QUÍMICA ORGÂNICA:**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
FÍSICO-QUÍMICA – Prova de Seleção Mestrado/Doutorado – 27/11/2017

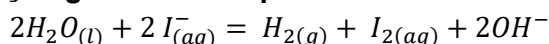
Marque um “X” APENAS nas questões que devem ser consideradas para correção.

Questões:

() 1) As entalpias de combustão do metano, carbono grafite e do gás hidrogênio a temperatura de 298 K são, $-890,3 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $-285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$, respectivamente. A entalpia de formação do metano, em kJ/mol, nesta temperatura é:

- (a) +211,0
- (b) +74,8
- (c) -74,8
- (d) -211,0
- (e) Nenhuma das respostas anteriores

() 2) Uma corrente de 1,24 mA passa através de uma solução aquosa de KI, durante 20 min, empregando-se uma célula com eletrodos de grafite. Para produzir essa corrente um potencial de 3,0 V é aplicado ao sistema de eletrodos de grafite. Observa-se a eletrólise da solução aquosa de KI, cuja reação global é dada por:



Com base no enunciado do problema determine:

- (a) o número de Faradays que circulam no sistema;
- (b) o volume de gás hidrogênio desprendido, nas CNTP;
- (c) a energia de Gibbs padrão (ΔG°) da reação global. Dado: $F = 96.500 \text{ C}$; $Q = It$; $\Delta G^\circ = -nF\varepsilon^\circ$

Tabela: Potenciais padrões de redução.

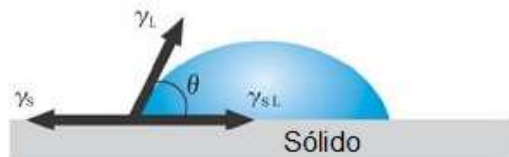
| Semirreação | $\varepsilon^\circ_{red} \text{ (V)}$ |
|---|---------------------------------------|
| $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2e^- = \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-$ | -0,83 |
| $\text{I}_{2(aq)} + 2e^- = 2\text{I}^-_{(aq)}$ | +0,54 |

() 3) Considere a gota de um líquido na superfície de um sólido como mostrado na figura. A tensão superficial do líquido é de $72,75 \text{ mN m}^{-1}$ na temperatura de 25°C e o ângulo de contato (θ) é de 60° .

- (a) Partindo-se da equação de Dupré (Eq.1) chegue na equação de Young (Eq. 2);
- (b) Calcule o trabalho de adesão e diga se o líquido molha parcialmente a superfície do sólido.
- (c) Considerando-se que o líquido seja a água e o sólido seja o vidro, qual o efeito sobre o ângulo de contato e sobre o trabalho de adesão quando se aplica uma camada de cera na superfície do sólido.

$$w_a = (\gamma_s + \gamma_L) - \gamma_{s/L} \quad \rightarrow \quad w_a = \gamma_L(1 + \cos\theta)$$

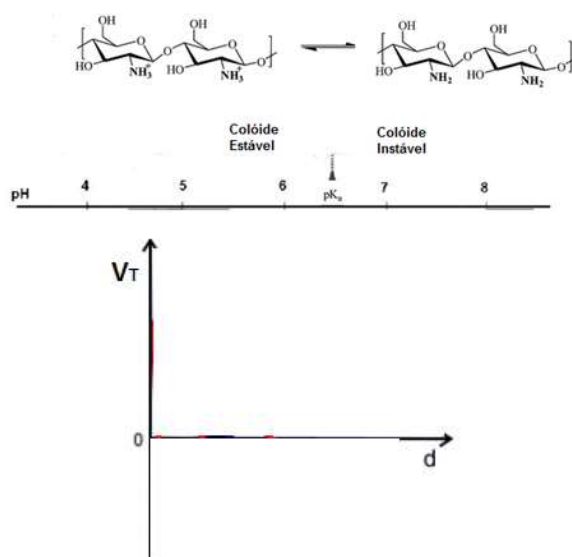
Eq. (1) Eq. (2)



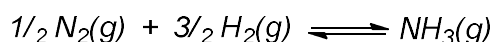
Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

() 4) O grupo NH_3^+ da quitosana tem um valor de pK_a de 6,5, o qual torna a macromolécula um policátion em meio ácido e um polímero neutro em meio básico (ver figura abaixo). A estabilidade das dispersões coloidais da quitosana é dependente do pH do meio, precipitando acima de seu pK_a .

- (a) utilizando-se a teoria DLVO (Derjaguin, Landau, Verwey e Oberbeck) explique a estabilidade da dispersão coloidal em meio ácido e a instabilidade da dispersão em meio básico;
- (b) no gráfico abaixo, trace o perfil da curva de energia potencial total (V_T) (atração + repulsão) em função da distância (d) de separação entre as partículas de quitosana no $\text{pH} = 4$ e $\text{pH} = 8$;
- (c) assinale no gráfico, quando for o caso, o máximo primário de repulsão e o mínimo primário de atração.



() 5) A síntese de amônia (Processo Haber-Bosch) é considerada, por muitos, uma das reações químicas mais importantes da humanidade.



De fato, grande parte da produção de fertilizantes está atrelada a esta reação. Estima-se ainda que esta síntese consuma de 1 a 2% de toda a energia que é produzida no mundo inteiro. Além de ser uma reação exotérmica ($\Delta H_R^0 = -92,2 \text{ kJ mol}^{-1}$), sua energia de Gibbs padrão de reação é cerca de -33 kJ mol^{-1} , ou seja, é uma reação espontânea a 25°C e tem uma constante de equilíbrio de $K = 6,1 \times 10^5$. Neste sentido:

(a) qual o motivo para que a síntese seja feita a aproximadamente 450°C e não a temperatura ambiente uma vez que, sendo uma reação exotérmica, sua constante de equilíbrio deve diminuir com o aumento de temperatura?

(b) Usando a equação de van't Hoff, ($\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H_R^0}{RT^2}$), calcule a nova constante de equilíbrio para esta reação a 450°C ;

(c) Se você fosse o químico responsável por uma planta que produzisse da amônia, usando o princípio de Le Chatelier, qual propriedade você mudaria (além do catalisador já presente) para deslocar o equilíbrio para o aumento da produção de amônia nesta temperatura de 450°C ? (Dados: $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$);

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **FÍSICO-QUÍMICA**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **FÍSICO-QUÍMICA**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **FÍSICO-QUÍMICA**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **FÍSICO-QUÍMICA**

Não colocar seu nome nesta folha; a prova é identificada por código:

Respostas somente para **FÍSICO-QUÍMICA**