



PROCESSO DE SELEÇÃO PARA O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
 QUÍMICA DA UFS – 2024.2

CADERNO DE QUESTÕES

NÚMERO DE INSCRIÇÃO: _____

ATENÇÃO: Favor não colocar o seu nome na prova nem no caderno de respostas. Pois a identificação será feita pelo número de inscrição que deverá ser colocado na primeira folha da prova e em todas as folhas do caderno de respostas.

FICHA DE RESPOSTA

| Inorgânica (escolha apenas duas questões) | | | | Analítica (escolha apenas duas questões) | | | |
|---|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|
| Questão 1 | Questão 2 | Questão 3 | Questão 4 | Questão 5 | Questão 6 | Questão 7 | Questão 8 |
| a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e |
| Orgânica (escolha apenas duas questões) | | | | FQ (escolha apenas duas questões) | | | |
| Questão 9 | Questão 10 | Questão 11 | Questão 12 | Questão 13 | Questão 14 | Questão 15 | Questão 16 |
| a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e | a b c d e |

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | I A | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 1º | 1 H 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4,0 |
| 2º | 3 Li 6,9 | 4 Be 9,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3º | 11 Na 23,0 | 12 Mg 24,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4º | 19 K 39,1 | 20 Ca 40,1 | 21 Sc 45,0 | 22 Ti 47,9 | 23 V 50,9 | 24 Cr 52,0 | 25 Mn 54,9 | 26 Fe 55,8 | 27 Co 58,9 | 28 Ni 58,7 | 29 Cu 63,5 | 30 Zn 65,4 | 31 Ga 69,7 | 32 Ge 72,6 | 33 As 74,9 | 34 Se 79,0 | 35 Br 79,9 | 36 Kr 84,8 | |
| 5º | 37 Rb 85,5 | 38 Sr 87,6 | 39 Y 88,9 | 40 Zr 91,2 | 41 Nb 92,9 | 42 Mo 95,9 | 43 Tc (98) | 44 Ru 101,1 | 45 Rh 102,9 | 46 Pd 106,4 | 47 Ag 107,9 | 48 Cd 112,4 | 49 In 114,8 | 50 Sn 118,7 | 51 Sb 121,8 | 52 Te 127,6 | 53 I 126,9 | 54 Xe 131,3 | |
| 6º | 55 Cs 132,9 | 56 Ba 137,3 | 57* La 138,9 | 72 Hf 178,5 | 73 Ta 180,9 | 74 W 183,8 | 75 Re 186,2 | 76 Os 190,2 | 77 Ir 192,2 | 78 Pt 195,1 | 79 Au 197,0 | 80 Hg 200,6 | 81 Tl 204,4 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 209,0 | 84 Po (209) | 85 At (210) | 86 Rn (222) | |
| 7º | 87 Fr (223) | 88 Ra (226) | 89** Ac (227) | 104 Rf (261) | 105 Db (262) | 106 Sg (266) | 107 Bh (264) | 108 Hs (277) | 109 Mt (268) | 110 Ds (271) | 111 Rg (272) | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| * | 58 Ce 140,1 | 59 Pr 140,9 | 60 Nd 144,2 | 61 Pm (145) | 62 Sm 150,4 | 63 Eu 152,0 | 64 Gd 157,3 | 65 Tb 158,9 | 66 Dy 162,5 | 67 Ho 164,9 | 68 Er 167,3 | 69 Tm 168,9 | 70 Yb 173,0 | 71 Lu 175,0 |
| ** | 90 Th 232,0 | 91 Pa (231) | 92 U 238,0 | 93 Np (237) | 94 Pu (242) | 95 Am (243) | 96 Cm (247) | 97 Bk (247) | 98 Cf (251) | 99 Es (252) | 100 Fm (257) | 101 Md (258) | 102 No (259) | 103 Lr (260) |



LEIA AS SEGUINTE INSTRUÇÕES ANTES DE INICIAR A PROVA:

- a) A prova inicia-se às 14:00 h e encerra-se às 18:00 h (impreterivelmente).
- b) O candidato deve assinar a lista de presença.
- c) O candidato deve usar o número de inscrição como identificação em todas as folhas de respostas, ao invés do seu nome. O objetivo deste procedimento é garantir sigilo durante o processo de seleção.
- d) Ao iniciar a prova:
 - (d.1) A prova terá duração de 4 (quatro) horas;
 - (d.2) O caderno de questões contém 16 questões, sendo 4 de cada área: Química Inorgânica (questões 1 a 4); Química Analítica (questões 5 a 8); Química Orgânica (questões 9 a 12) e Físico-Química (questões 13 a 16). Deverão ser respondidas somente 2 questões de cada área, ou seja, o candidato deverá escolher 2 questões de cada área para responder;
 - (d.3) As folhas do caderno de questões podem ser destinadas a rascunho;
 - (d.4) A resposta a cada questão deverá ser inserida na ficha de respostas. Não serão corrigidas as questões respondidas no caderno de questões. O caderno de resposta é único e não poderá ser substituído;
 - (d.5) Durante a prova poderá ser necessário o uso de calculadora. Não será permitido o empréstimo de calculadoras ou outros materiais durante o exame;
 - (d.6) O telefone celular deve ser mantido desligado durante o exame;
 - (d.7) Livros de Química ou qualquer tipo de aparelho de comunicação não são permitidos durante as provas;
 - (d.8) Não haverá revisão de prova;
 - (d.9) Todas as questões devem ser respondidas com caneta esferográfica de tinta azul ou preta;
 - (d.10) Ao finalizar a prova, o aluno deverá entregar tanto o caderno de questões.



QUÍMICA INORGÂNICA

QUESTÃO 1) As lâmpadas de vapor de sódio usadas na iluminação pública emitem luz amarela de comprimento de onda 589 nm. Com base na informação dada, assinale a alternativa que contém os valores corretos de energia emitida para as seguintes situações: **i)** quando um átomo de sódio excitado gera um fóton; **ii)** quando 5,00 mg de átomos de sódio emitem luz nesse comprimento de onda; **iii)** quando 1,00 mol de átomos de sódio emite luz no comprimento de onda dado. Considere: velocidade da luz no vácuo (c) igual a 3×10^8 m s⁻¹, constante de Planck (h) igual a $6,626 \times 10^{-34}$ J s e $1 \text{ mol} = 6,022 \times 10^{23}$.

- a) **i) $3,4 \times 10^{-19}$ J; ii) 44,2 J; iii) $2,03 \times 10^2$ kJ**
b) i) $1,3 \times 10^{-48}$ J; ii) 44,2 J; iii) $2,03 \times 10^5$ J
c) i) $3,4 \times 10^{19}$ J; ii) 44,2 J; iii) $2,03 \times 10^2$ kJ
d) i) $3,4 \times 10^{-19}$ J; ii) $2,03 \times 10^2$ kJ; iii) 44,2 J
e) i) $1,3 \times 10^{-48}$ J; ii) $7,3 \times 10^{-23}$ J; iii) $2,03 \times 10^5$ J

QUESTÃO 2) A figura abaixo ilustra as energias de ionização em kJ mol⁻¹ para alguns átomos da tabela periódica. Considere as afirmações abaixo:

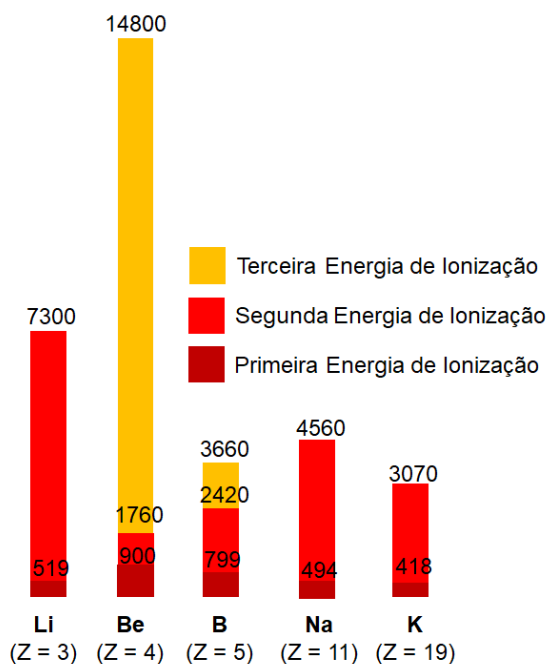
I) A terceira energia de ionização do Be apresenta valor elevado em razão do elétron ser removido do orbital 2s.

II) A maior proximidade entre a primeira e a segunda energia de ionização para os elementos do Grupo 2 ocorre em razão dos elétrons que são removidos ocuparem o mesmo subnível de energia.

III) A menor primeira energia de ionização do potássio em relação à do sódio é consequência de o elétron ocupar um subnível com momento angular orbital diferente.

IV) No geral, para um mesmo período da tabela periódica, quanto maior a carga nuclear, mais fortemente os elétrons são atraídos, resultando em uma maior energia de ionização. Contudo, uma exceção é observada quando a primeira energia de ionização do B é comparada com a do Be.

V) Para os elementos do Grupo 1, a exemplo do lítio e do sódio, a segunda energia de ionização é consideravelmente maior do que a primeira em razão do segundo elétron ser removido de um orbital mais penetrante do que o primeiro elétron.



Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas as alternativas **I** e **IV** são falsas
b) As alternativas **II**, **III** e **V** são verdadeiras
c) **As alternativas I e III são falsas**
d) Apenas as alternativas **II** e **V** são verdadeiras
e) As alternativas **I**, **IV** e **V** são verdadeiras



QUESTÃO 3) Em relação aos tópicos Estrutura de Lewis, Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (TRPECV) e Teoria da Ligação de Valência (TLV), são fornecidas cinco afirmações abaixo. Assinale a afirmação CORRETA.

- a) Em razão da molécula H_2O apresentar um arranjo eletrônico angular, a sua geometria é também angular e o átomo de O está hibridizado sp^3 .
- b) A estrutura de Lewis do íon SO_3^{2-} revela a presença de um par de elétrons isolados no átomo central. Consequentemente, o íon apresenta geometria piramidal trigonal e hibridização sp^3 no átomo central.
- c) Com base na TRPECV é possível prever que o ângulo de ligação dos compostos CH_4 , H_2O e SO_3^{2-} obedeça à seguinte ordem decrescente: $\text{H}-\text{C}-\text{H} > \text{H}-\text{O}-\text{H} > \text{O}-\text{S}-\text{O}$.
- d) O íon IF_4^+ apresenta arranjo eletrônico do tipo bipirâmide trigonal, geometria gangorra e o átomo central I sofre hibridização sp^3d^2 .
- e) A ligação CC presente no composto HCCH pode ser descrita através de uma ligação σ entre os orbitais sp^2 de cada átomo de carbono juntamente com duas ligações π envolvendo os dois orbitais p não hibridizados de cada carbono.

QUESTÃO 4) Considere cada afirmação abaixo sobre a Teoria do Orbital Molecular (TOM).

- I) De acordo com a TOM, o íon O_2^+ apresenta menor comprimento de ligação que o O_2 , ao passo que o íon O_2^- tem comprimento de ligação maior que o O_2 .
- II) A partir da configuração eletrônica da molécula C_2 pode-se concluir que o LUMO corresponde ao orbital $2\sigma_g$.
- III) A adição e a remoção de um elétron à molécula H_2 , formando os íons H_2^- e H_2^+ , respectivamente, provocam efeitos diferentes sobre o comprimento de ligação segundo a ordem da ligação.
- IV) A TOM prever que os íons N_2^+ e N_2^- sejam diamagnéticos.
- V) A configuração eletrônica da molécula F_2 é $\sigma_{2s}^2\sigma_{2s}^*\sigma_{2p}^2\pi_{2p}^4\pi_{2p}^*\sigma_{2p}^*$, sendo a ordem da ligação igual a 1 e o orbital antiligante σ_{2p}^* corresponde ao HOMO.

Assinale a alternativa correta.

- a) Os itens I, IV e V são verdadeiros
- b) Apenas os itens I e III são falsos
- c) Os itens I, II, e IV são verdadeiros
- d) Apenas o item IV é falso
- e) Apenas os itens III e IV são falsos



QUÍMICA ANALÍTICA

Questão 5) Qual é o pH de uma solução que contém 2 g de NaOH e 3 g de HCl em 500 mL de solução?

- a) 1,19
- b) 1,49
- c) 7,0
- d) 1,56
- e) Nenhuma das alternativas anteriores

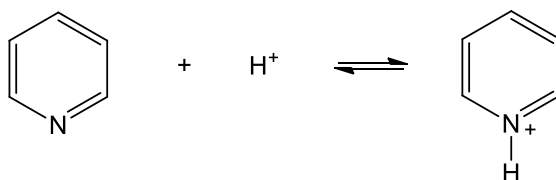
Questão 6) Qual a massa, em microgramas, do carbonato de cálcio solubilizado em 250 mL uma solução de 0,2 M de CaCl_2 ? $K_{ps} = 8,7 \times 10^{-9}$

- a) 440 μg
- b) 110 μg
- c) 1,1 μg
- d) 4,4 μg
- e) Nenhuma das alternativas anteriores

Questão 7) Considerando uma titulação de 50 mL de uma solução de Zn^{2+} $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ com uma solução de EDTA $1,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, em pH 10, na presença de NH_3 $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (esta é a concentração de NH_3 que foi adicionada à solução de zinco. Em consequência desta adição a espécie NH_4^+ também está presente na solução). Calcule o pZn^{2+} após a adição de 50 mL de EDTA. Dados: $\alpha_{\text{Zn}^{2+}} = 1,8 \times 10^{-5}$, $\alpha_{\text{Y}^{4-}} = 0,3$, $K_f = 10^{16,5}$.

- a) 6,1
- b) 15,2
- c) 12,01
- d) 8,1
- e) Nenhuma das alternativas anteriores

Questão 8) Considere a titulação de 25 mL de uma solução de piridina $0,08364 \text{ mol L}^{-1}$ com uma solução de HCl $0,107 \text{ mol L}^{-1}$. Qual o pH da solução?



$$\text{p}K_a = 5,2$$

- a) 5,7
- b) 2,4
- c) 8,2
- d) 5,2
- e) Nenhuma das alternativas anteriores



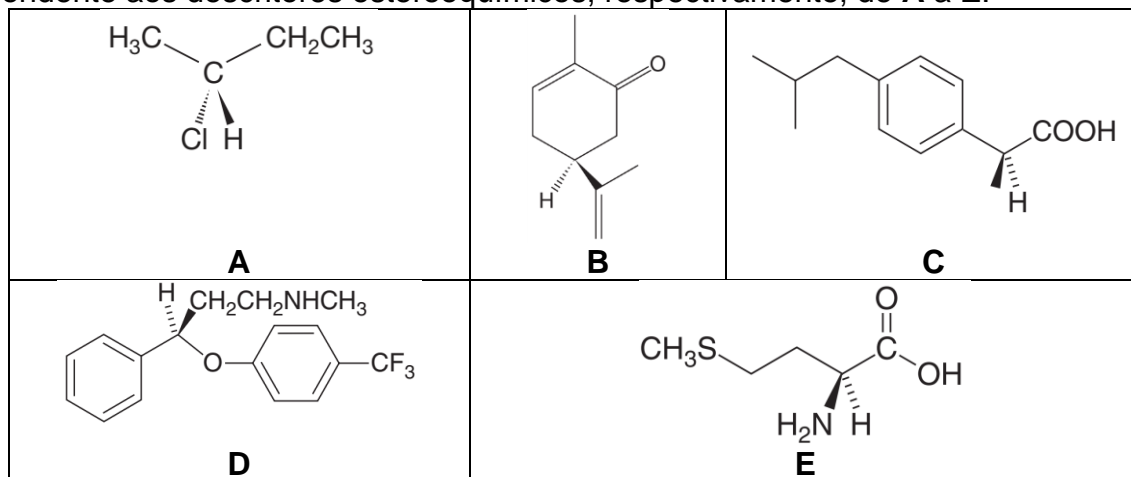
QUÍMICA ORGÂNICA

QUESTÃO 9) Examine os dados da tabela abaixo e assinale a alternativa correta com relação à acidez de derivados fenólicos.

| Nome | Estrutura | pK _a |
|--------------|-----------|-----------------|
| fenol | | 10,0 |
| 2-nitrofenol | | 7,2 |
| 3-nitrofenol | | 8,4 |

- a) De todos os derivados fenólicos, o menos ácido é o fenol, pois ele não tem nenhum grupo desativante no anel aromático.
- b) O grupo nitro (NO₂) na posição *orto* ao grupo hidroxila (OH) desativa o anel aromático, facilitando a saída do próton e por isso o 2-nitrofenol é o mais ácido.
- c) O grupo nitro (NO₂) na posição *meta* ao grupo hidroxila (OH) deslocaliza mais a carga negativa do ânion fenolato e por isso o 3-nitrofenol é o mais ácido.
- d) A presença do grupo nitro (NO₂) na posição *orto* ao grupo hidroxila (OH) favorece uma maior deslocalização, por ressonância, da carga negativa gerada após a saída do próton, por isso o 2-nitrofenol é o mais ácido.**
- e) Os grupos nitros (NO₂) nas posições *orto* e *meta* ao grupo hidroxila (OH) desativam mais o anel aromático e por isso o 2-nitrofenol e o 3-nitrofenol são mais ácidos do que o fenol.

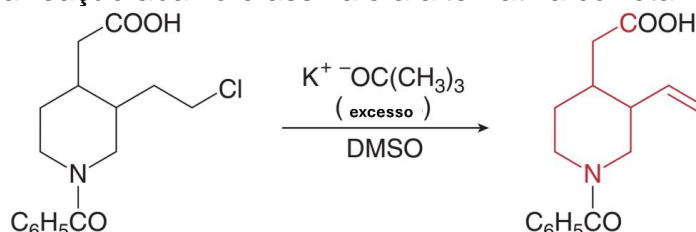
QUESTÃO 10) Examine os compostos no quadro abaixo e assinale a alternativa correta correspondente aos descritores estereoquímicos, respectivamente, de **A** a **E**.





- a) A: S, B: S, C: S, D: S, E: S.
b) A: R, B: S, C: S, D: R, E: S.
c) A: R, B: S, C: S, D: S, E: R.
d) A: S, B: R, C: S, D: R, E: S.
e) A: S, B: R, C: S, D: R, E: S.

QUESTÃO 11) Observe a reação abaixo e assinale a alternativa correta.



- a) A reação mostrada trata-se de uma reação de eliminação do tipo E_1 , uma vez que o ânion alcóxido presente poderá estabilizar o carbocátion gerado como intermediário.
b) A reação mostrada trata-se de uma reação de eliminação do tipo E_1 , uma vez que o solvente utilizado, o DMSO (polar aprótico) não solvata o ânion alcóxido, deixando-o livre para reagir.
c) A reação mostrada trata-se de uma reação de eliminação do tipo E_2 , pois há inversão de configuração com o ataque do ânion alcóxido.
d) A reação mostrada trata-se de uma reação de eliminação do tipo E_2 , uma vez que o ânion alcóxido presente, que é volumoso, é uma base forte não nucleofílica.
e) A reação mostrada trata-se de uma reação de eliminação do tipo E_2 , uma vez que o ânion alcóxido presente age como nucleófilo capturando o hidrogênio ácido, eliminando HCl.

QUESTÃO 12) Examine a tabela abaixo e assinale a alternativa correta em relação à teoria envolvida nas Reações de Substituição Eletrofílica Aromática.

| | |
|-----------------------------------|--|
| | |
| Natureza do substituinte A | |
| V | -OH |
| W | -CH ₃ |
| X | -Cl |
| Y | -CO ₂ CH ₂ CH ₃ |
| Z | -NO ₂ |

- a) X, Y e Z são substituintes desativadores e orientam a posição *meta*, pois não permitem a formação de um íon arênio estabilizado.
b) V, W e X são substituintes que orientam as posições *orto* e *para*, pois permitem a formação de um íon arênio mais estabilizado.
c) V e W são substituintes ativadores pois estabilizam o íon arênio por ressonância.
d) V e W são substituintes ativadores pois estabilizam o íon arênio por hiperconjugação.
e) Y e Z são substituintes desativadores e que estabilizam o íon arênio por ressonância com os elétrons de suas ligações duplas.



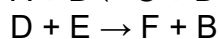
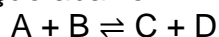
FÍSICO-QUÍMICA

Questão 13) A entalpia molar de vaporização do benzeno a 1 atm é $+30,72 \text{ kJ mol}^{-1}$ ($80,09 \text{ }^\circ\text{C}$). Assumindo que $\Delta_{\text{vap}}H_m$ e $\Delta_{\text{vap}}S_m$ permanecem constantes em relação aos seus valores a $80,09 \text{ }^\circ\text{C}$, os valores calculados de $\Delta_{\text{vap}}G_m$ a $75 \text{ }^\circ\text{C}$, $80,09 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85,0 \text{ }^\circ\text{C}$ são, respectivamente:

- a) $\Delta_{\text{vap}}G_m > 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m < 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m < 0$
- b) $\Delta_{\text{vap}}G_m > 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m > 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m = 0$
- c) $\Delta_{\text{vap}}G_m < 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m = 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m < 0$
- d) $\Delta_{\text{vap}}G_m = 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m < 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m = 0$
- e) $\Delta_{\text{vap}}G_m > 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m = 0$, $\Delta_{\text{vap}}G_m < 0$

Dados: $G = H - TS$, $\Delta S = q_{\text{rev}} / T$ (a T constante)

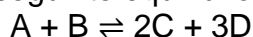
Questão 14) Para o mecanismo de reação abaixo:



Qual a lei da velocidade admitindo que a primeira etapa está próxima do equilíbrio e a segunda etapa é a etapa lenta?

- a) $v = k [B] [E] [F] / [C]$
- b) $v = k [A] [B] [E] / [C]$
- c) $v = k [A] [B] [E]$
- d) $v = k [A] [B]$
- e) $v = k [D] [E]$

Questão 15) Em um recipiente são adicionados $15,0 \text{ mmol}$ de A e $18,0 \text{ mmol}$ de B. O recipiente é aquecido a 600 K de maneira que o seguinte equilíbrio em fase gasosa é estabelecido:



A quantidade de C no equilíbrio é de $10,0 \text{ mmol}$ e a pressão da mistura é de $1,45 \text{ bar}$. Determine a constante de equilíbrio no estado padrão (em termos das pressões parciais em bar), K_p° .

- a) 1,15
- b) 0,28
- c) 0,14
- d) 0,07
- e) 0,03

Questão 16) Em um calorímetro de bomba a volume constante com capacidade calorífica de $3024 \text{ J }^\circ\text{C}^{-1}$, faz-se a combustão de uma amostra de $0,1375 \text{ g}$ de magnésio sólido. A temperatura aumenta $1,126 \text{ }^\circ\text{C}$. O calor liberado na combustão do Mg é:

- a) $q = -19,5 \text{ kJ g}^{-1}$ (-475 kJ mol^{-1})
- b) $q = -24,8 \text{ kJ g}^{-1}$ (-602 kJ mol^{-1})
- c) $q = +19,5 \text{ kJ g}^{-1}$ ($+475 \text{ kJ mol}^{-1}$)
- d) $q = +24,5 \text{ kJ g}^{-1}$ ($+475 \text{ kJ mol}^{-1}$)
- e) $q = -468 \text{ kJ g}^{-1}$ (11 kJ mol^{-1})



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Programa de Pós-Graduação em Química
PPGQ



RASCUNHO