



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Avaliação Processo Seletivo 2018/2

PGQ_____

- Composta de 10 questões, sendo 4 obrigatórias e 6 eletivas, a prova poderá ficar com o candidato quando terminá-la, sendo obrigatória a devolução das folhas-respostas.
- O candidato deverá responder 8 questões:
 - as 4 obrigatórias (questões de números 1 a 4)
 - e outras 4 escolhidas dentre as eletivas (questões de números 5 a 10).
- Marque com “X” no quadro abaixo, as 4 questões eletivas que escolheu responder, pois somente as assinaladas serão corrigidas.

Nº DA QUESTÃO	5	6	7	8	9	10
QUESTÕES RESPONDIDAS						

Tabela periódica

3	—	número atômico
Li	—	símbolo químico
lítio	—	nome
[6,938 - 6,997]	—	peso atômico (ou número de massa do isótopo mais estável)

1 H hidrogênio 1,008	2 He hélio 4,0026																
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,0122																
11 Na sódio 22,990	12 Mg magnésio 24,305																
19 K potássio 39,098	20 Ca cálcio 40,078(4)	21 Sc escândio 44,956	22 Ti titânio 47,867	23 V vanádio 50,942	24 Cr cromio 51,996	25 Mn manganês 54,938	26 Fe ferro 55,845(2)	27 Co cobalto 58,933	28 Ni níquel 58,693	29 Cu cobre 63,546(3)	30 Zn zinco 65,38(2)	31 Ga gálio 69,723	32 Ge germânio 72,630(8)	33 As arsênio 74,922	34 Se selênio 78,971(8)	35 Br bromo 79,904	36 Kr criptônio 83,798(2)
37 Rb rubídio 85,468	38 Sr estrôncio 87,62	39 Y ítrio 88,906	40 Zr zircônio 91,224(2)	41 Nb nióbio 92,906	42 Mo molibdênio 95,95	43 Tc tecnécio [98]	44 Ru rutênio 101,07(2)	45 Rh ródio 102,91	46 Pd paládio 106,42	47 Ag prata 107,87	48 Cd cádmio 112,41	49 In índio 114,82	50 Sn estanho 118,71	51 Sb antimônio 121,76	52 Te telúrio 127,60(3)	53 I iodo 126,90	54 Xe xenônio 131,29
55 Cs césio 132,91	56 Ba bário 137,33	57 a 71	72 Hf hafnínio 178,49(2)	73 Ta tântalo 180,95	74 W tungstênio 183,84	75 Re rênio 186,21	76 Os ósio 190,23(3)	77 Ir irídio 192,22	78 Pt platina 195,08	79 Au ouro 196,97	80 Hg mercúrio 200,59	81 Tl talio 204,38	82 Pb chumbo 207,2	83 Bi bismuto 208,98	84 Po polônio [209]	85 At astato [210]	86 Rn radônio [222]
87 Fr frâncio [223]	88 Ra rádio [226]	89 a 103	104 Rf rutherfordório [261]	105 Db dubnônio [268]	106 Sg seabórgio [269]	107 Bh bohrio [270]	108 Hs hásio [269]	109 Mt meitnério [278]	110 Ds darmatídio [281]	111 Rg roemigênio [281]	112 Cn copernício [285]	113 Nh nihônio [286]	114 Fl fleróvio [289]	115 Mc moscóvio [288]	116 Lv livermório [293]	117 Ts tenessino [294]	118 Og oganessônio [294]
57 La lantânio 138,91	58 Ce cério 140,12	59 Pr praseodímio 140,91	60 Nd neodímio 144,24	61 Pm promécio [145]	62 Sm samário 150,36(2)	63 Eu europio 151,96	64 Gd gadolínio 157,25(3)	65 Tb térbio 158,93	66 Dy disprósio 162,50	67 Ho hólmio 164,93	68 Er érbio 167,26	69 Tm túlio 168,93	70 Yb itérbio 173,05	71 Lu lutécio 174,97			
89 Ac actínio [227]	90 Th tório 232,04	91 Pa protactínio 231,04	92 U urânio 238,03	93 Np netúnio [237]	94 Pu plutônio [244]	95 Am américio [243]	96 Cm cúrio [247]	97 Bk berquílio [247]	98 Cf califórnio [251]	99 Es einstênio [252]	100 Fm fêrmio [257]	101 Md mendelévio [258]	102 No nobélio [259]	103 Lr laurêncio [262]			

www.tabelaperiodica.org
 Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais
 Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail luisbrudna@gmail.com
 Versão IUPAC (pt-br) com 5 algarismos significativos, baseada em DOI:10.1515/iupac-2015-0305 - atualizada em 27 de março de 2017



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Avaliação Processo Seletivo 2018/2

PGQ_____

QUESTÕES 1 a 4 – OBRIGATÓRIAS

1ª Questão (10 pontos)

obrigatória

Complexos de ferro vêm sendo utilizados como catalisadores em diferentes reações de oxidação, onde a estrutura e as consequentes propriedades eletrônicas são fundamentais para aplicação desses materiais.

(a) Para o Fe^{3+} desenhe o diagrama de campo cristalino para estrutura octaédrica de campo forte e campo fraco. **(3 pontos)**. Adicione as simetrias para todos os orbitais. **(1 ponto)**

(b) Qual sistema é de spin baixo e qual é de spin alto? **(1 ponto)** Quantos elétrons desemparelhados possui cada sistema? **(1 ponto)** Escreva a configuração eletrônica para cada tipo de campo. **(2 pontos)**.

(c) Calcule a energia de estabilização de campo cristalino para o sistema de spin alto e spin baixo. **(2 pontos)**.

2ª Questão (10 pontos)

obrigatória

Uma das importâncias do conhecimento termoquímico reside em obter parâmetros comparativos entre substâncias e julgar sua eficiência como combustível, pois a combustão incompleta acarreta em menor quantidade de calor gerado pela reação exotérmica, ou seja, um menor aproveitamento de seu potencial energético. Na queima completa de 6,84 g de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), a 25 °C em uma bomba calorimétrica a volume constante, o calor liberado (q) é igual -112,80 kJ.

(a) Escreva a equação química balanceada da reação. **(2,0 pontos)**

(b) Calcule a variação de entalpia padrão molar para a reação ($\Delta_r H^\circ$) de combustão completa da sacarose a 25°C. **(4,0 pontos)**

(c) Calcule a variação de entalpia padrão de formação ($\Delta_f H^\circ$) da sacarose. **(4,0 pontos)**

Dados:

$$MM_{\text{sacarose}} = 342 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\Delta U^\circ = q + w;$$

$$\Delta_r H^\circ = \Delta U^\circ + \Delta n_g RT;$$

$$\Delta_r H^\circ = \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{produtos}) - \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{reagentes})$$

$$\Delta_f H^\circ (\text{CO}_2) = -393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$$



3ª Questão (10 pontos)

obrigatória

O ácido acético (HAc) é um ácido monoprótico fraco utilizado na síntese de politereftalato de etileno (PET) e em diversos setores industriais (alimentos, corantes, limpeza, perfumes, etc.). Para testar a acidez de uma solução comercial de ácido acético, 5,00 mL desta preparação foram diluídos para 100,00 mL em um balão volumétrico. Uma alíquota de 10,00 mL desse ácido diluído foi titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,50 mol L⁻¹, sendo gastos 14,80 mL do titulante. Pergunta-se:

DADOS: Fórmula HAc: CH₃COOH; K_{aHAc} = 1,75 x 10⁻⁵ (a 298 K); K_w = 1,00 x 10⁻¹⁴ (a 298 K);

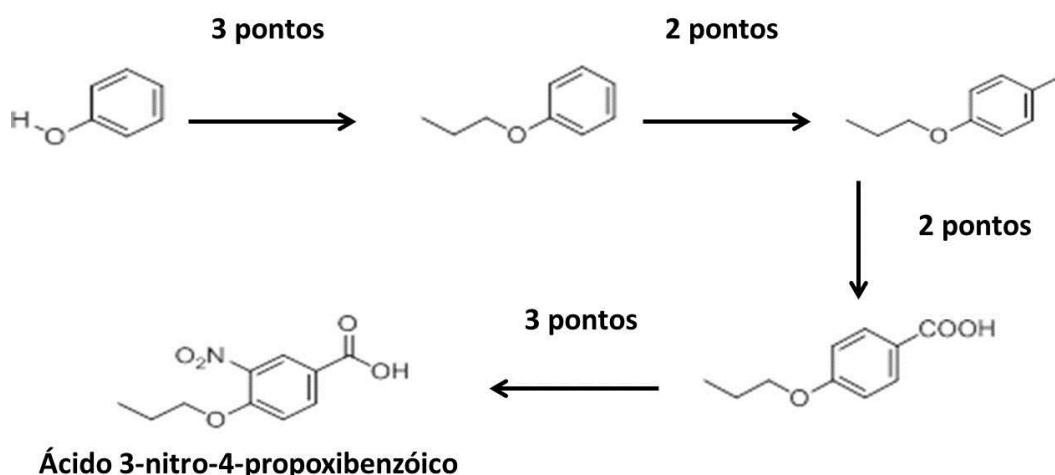
MMHAc = 60,052 g/mol

- Escreva a equação química completa que representa esta titulação. (2,0 pontos)
- Calcule a concentração de HAc na preparação comercial (em mol L⁻¹ e % m/v). (4,0 pontos)
- Qual é o pH esperado da solução no ponto de equivalência da titulação? (4,0 pontos)

4ª Questão (10 pontos)

obrigatória

O ácido 3-nitro-4-propoxibenzóico é um intermediário de uma das etapas da síntese da proparacaína, um anestésico local. Indique os reagentes necessários para a síntese do ácido 3-nitro-4-propoxibenzóico a partir do fenol. Não é necessário mostrar os mecanismos, apenas os reagentes utilizados em cada etapa.





ESCOLHA 4 DAS 6 QUESTÕES A SEGUIR

5ª Questão (10 pontos) _____ *eletiva*

A teoria quântica de Heisenberg e Schrodinger estendia a idéia de Bohr, de energias restritas para estados quânticos restritos. Um estado quântico envolvia não só a energia do elétron como também o formato e a orientação de sua órbita. Tais energias e órbitas podiam ter apenas certos valores. Logo, eram “quantizadas”.

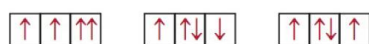
a) Indique qual dos seguintes conjuntos de números quânticos de um átomo não são possíveis e explique por quê:

(3 pontos)

- (a) $(1, 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$
- (b) $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$
- (c) $(2, 2, 1, +\frac{1}{2})$
- (d) $(4, 3, -2, +\frac{1}{2})$
- (e) $(3, 2, 1, 1)$.

b) Quantos elétrons pode ter um átomo contendo os números quânticos $n=7, m_l=-3$. **(4 pontos)**

c) A seguir são mostradas partes de diagramas de orbitais representando os estados fundamentais de certos elementos. Quais deles violam o princípio de exclusão de Pauli? E a regra de Hund? **(3 pontos)**



(a) (b) (c)



(d) (e)



(f)



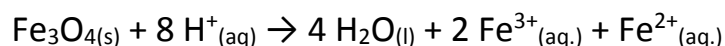
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Avaliação Processo Seletivo 2018/2

PGQ_____

6ª Questão (10 pontos)

eletiva

Uma porção de 1,500 g de um meteorito contendo magnetita (Fe_3O_4) é dissolvida em meio ácido de acordo com a seguinte reação química:



Posteriormente, a solução resultante foi titulada com solução de permanganato de potássio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ em meio ácido, sendo gasto um volume de 22,00 mL de titulante. Responda:

DADOS: Tabela 1. Potenciais-Padrão de redução (E°) para algumas semi-reações

	Semi-reação	E° (V)
(1)	$\text{MnO}_4^-_{(aq)} + 8\text{H}^+_{(aq)} + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	+ 1,51
(2)	$\text{MnO}_{2(s)} + 4\text{H}^+_{(aq)} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	+ 1,23
(3)	$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	+ 0,77
(4)	$\text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^0_{(s)}$	-1,18

$\text{MM Fe}_3\text{O}_4 = 231,531 \text{ g/mol}$

- A partir de duas semi-reações adequadas (Tabela 1), escreva a equação química global balanceada e a respectiva diferença de potencial padrão (ΔE°) para esta titulação. **(4,0 pontos)**
- Escreva os números de oxidação (Nox) dos átomos participantes da reação de óxi-redução e os respectivos agentes oxidantes e redutores desta reação. **(2,0 pontos)**
- Qual é o teor (% m/m) de magnetita no meteorito? **(4,0 pontos)**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Avaliação Processo Seletivo 2018/2

PGQ_____

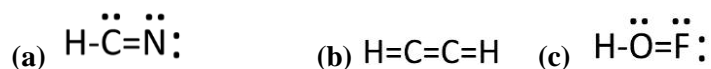
7ª Questão (10 pontos)

eletiva

Gilbert Newton Lewis estabeleceu a primeira teoria de ligação química ampla, que agrupava num único conceito todos os tipos de ligação química, permitindo mostrar relações entre substâncias iônicas, covalentes, moleculares e mesmo metálicas. Estas substâncias tendem a interagir, formando compostos variados, num processo de formação e ruptura de ligações, que é a preocupação central desta ciência.

a) As seguintes estruturas de Lewis para o (i) HCN, (ii) C₂H₂ e (iii) HOF estão incorretas. Escreva o que está errado em cada uma e desenhe a estrutura correta. (As posições relativas dos átomos estão representadas corretamente.

(3 pontos)

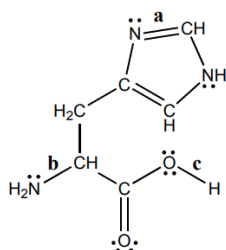


b) Escreva as estruturas de Lewis e calcule a carga formal para as seguintes moléculas:

(a) CO, (b) NO⁺, (c) CN⁻ e (d) N₂. (3 pontos)

c) A estrutura do amino ácido histidina é apresentada abaixo. Escreva a simetria para as ligações *a*, *b* e *c*, e descreva o orbital híbrido ou atômico (incluindo o número quântico principal) para cada átomo envolvido na formação de cada ligação. Quando apropriado, inclua a designação *x*, *y* e *z*.

(4 pontos)





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Avaliação Processo Seletivo 2018/2

PGQ_____

8ª Questão (10 pontos)

eletiva

Soluções tampão são soluções capazes de resistir a mudanças de pH após a adição de quantidades discretas de ácidos ou bases. Entretanto, cada sistema tampão apresenta habilidade para o controle do pH (efeito tamponante) em certo(s) intervalo(s) de pH limitados por sua composição química. Considerando os equilíbrios do ácido fosfórico (H_3PO_4) e soluções tampão preparadas a partir deste ácido e/ou seus respectivos íons, responda:

DADOS: Constantes ácidas do H_3PO_4 : $K_{a1} = 7,50 \times 10^{-3}$; $K_{a2} = 6,2 \times 10^{-8}$; $K_{a3} = 4,8 \times 10^{-13}$.

Para os itens c e d, considere reagentes 100 % puros.

- a) Expresse as equações químicas de ionização do ácido fosfórico e as respectivas expressões matemáticas dos equilíbrios. **(3,0 pontos)**
- b) Escreva em quais intervalos de pH uma solução de ácido fosfórico (ou íons derivados) possui maior efeito tamponante. **(3,0 pontos)**
- c) Que massa de di-hidrogenofosfato de sódio (NaH_2PO_4) deve ser adicionada a 0,5 mol de hidrogenofosfato de sódio ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$) para obter 2,0 L de solução tampão pH 7,2? **(4,0 pontos)**

9ª Questão (10 pontos)

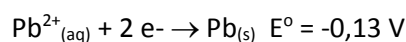
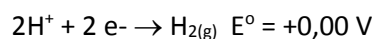
eletiva

Uma pilha foi construída usando-se o eletrodo padrão de hidrogênio ($[\text{H}^+] = 1 \text{ mol L}^{-1}$ e $p_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$) em um compartimento (catodo) e um eletrodo de chumbo em uma solução $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de K_2CrO_4 em contato com $\text{PbCrO}_{4(s)}$ (produto insolúvel formado). O potencial da pilha foi medido como 0,51 V, com o eletrodo de Pb servindo de ânodo.

- a) Escreva a equação global **(2 pontos)**
- b) Escreva a equação que representa o equilíbrio de solubilidade do $\text{PbCrO}_{4(s)}$ **(2 pontos)**
- c) Determine o valor de K_{ps} do $\text{PbCrO}_{4(s)}$ (produto insolúvel da reação), que é conhecido como produto de solubilidade (K_{ps}), utilizando a equação de Nernst: **(6 pontos)**

$$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{0,0592}{n} \cdot \log Q$$

Dados:





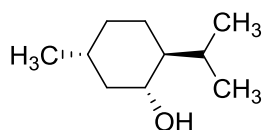
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Avaliação Processo Seletivo 2018/2

PGQ_____

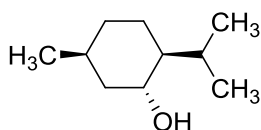
10ª Questão (10 pontos)

eletiva

Óleos essenciais são substâncias voláteis, responsáveis pelo aroma de inúmeras plantas. Mentol e isomentol são constituintes voláteis encontrados em muitas espécies tais com a hortelã. Dadas as estruturas de dois isômeros abaixo, uma representa o mentol e a outra o isomentol. O Mentol, o isômero mais estável, é usado em protetores labiais e enxaguante bucal.



A



B

a) Converta cada uma das estruturas acima em sua forma de cadeia mais estável. (3 pontos)

b) Qual estrutura corresponde ao mentol? (3 pontos)

c) Indique cada centro de quiralidade como (*R*) ou (*S*) para o mentol. (4 pontos)