

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Concurso para entrada nos cursos de Mestrado e Doutorado do PPGQ-UFRN

INSTRUÇÕES

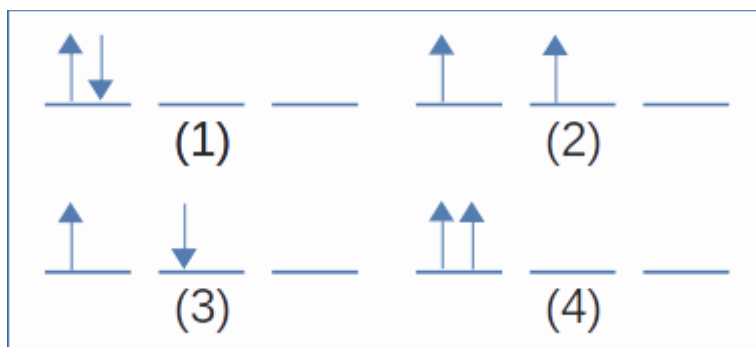
1. Não identifique sua prova. Coloque seu nome apenas na folha de rosto;
2. Assinale as alternativas corretas APENAS na folha de respostas e entregue-a ao final da prova;
3. Utilize caneta azul ou preta para fazer a prova. Responda utilizando apenas o espaço indicado. Rasuras na folha de respostas invalidarão a respectiva questão;
4. A prova terá duração de 3 (três) horas;
5. Não será permitido o uso de celulares e agendas eletrônicas;
6. É permitido o uso de calculadora científica.

1 H 1,0	2 He 4																	18 O
3 Li 6,9	4 Be 9																	2 He 4
11 Na 23	12 Mg 24,3	13 Al 27	14 Si 28,1	15 P 31	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9											2 He 4
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52	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	35 Br 79,9	36 Kr 83,8	2 He 4
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 97	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	2 He 4
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 192,1	78 Pt 195,1	79 Au 197	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222	2 He 4
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227																

58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152	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	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 242	95 Am 247	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 260

Nome do(a) candidato(a): _____

01. Dos seguintes arranjos de dois elétrons no subnível 2p, escolha a alternativa que descreve corretamente o arranjo do estado fundamental e possíveis arranjos de estados excitados, de acordo com os princípios da energia mínima, de *Pauli* e a regra de *Hund*.



- (1) é a representação do estado fundamental e, (2) e (3) são representações de estados excitados.
- (2) é a representação do estado fundamental e, (1), (3) e (4) são representações de estados excitados.
- (2) é a representação do estado fundamental e, (1) e (3) são representações de estados excitados.
- (2) é a representação do estado fundamental e (4) e (3) são representações de estado excitado.
- (3) é a representação do estado fundamental e, (1) e (4) são representações de estado excitado.

02. A ligação química Cl–Cl (cloro molecular) tem a energia de $E_L = 242 \text{ kJ/mol}$. Assumindo que a absorção de fótons de energia equivalente a E_L quebrará a ligação Cl–Cl, escolha a alternativa correta que fornece o comprimento de onda (λ) máximo da radiação eletromagnética necessária para romper a ligação Cl–Cl. Dados: constante de *Planck*, $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$; velocidade da luz, $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; número de Avogadro, $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

- 312 nm.
- 678 nm.
- 1024 nm.
- 495 nm.
- 102 nm.

03. Escolha a alternativa correta que mostra as energias de rede ($\Delta_{\text{rede}}U$) do KF, KCl e KBr, respectivamente, e que sugere uma explicação para a tendência dos valores calculados. Use a equação de Kapustinskii (mostrada abaixo) e os dados para estimar as energias de rede destes sólidos iônicos.

$\Delta_{\text{rede}}U = -kv(Z^+Z^-)/(r^+ + r^-)$, em que $k (= 107900 \text{ pm kJ mol}^{-1})$ é uma constante; v é o número de íons por fórmula unitária, Z^+ e Z^- são as cargas do cátion e ânion, respectivamente; e $r^+ + r^-$ são os raios do cátion e ânion, respectivamente.

Dados: $r^+ (\text{K}^+) = 138 \text{ pm}$; $r^- (\text{F}^-) = 133 \text{ pm}$; $r^- (\text{Cl}^-) = 181 \text{ pm}$; e $r^- (\text{Br}^-) = 196 \text{ pm}$.

- a) 796, 676 e 646 kJ/mol; sendo que quanto maior o tamanho do ânion menor $\Delta_{\text{rede}}U$.
- b) 398, 338 e 323 kJ/mol; sendo que quanto maior o tamanho do ânion menor $\Delta_{\text{rede}}U$.
- c) 1592, 1352 e 1292 kJ/mol; sendo que quanto maior o tamanho do ânion menor $\Delta_{\text{rede}}U$.
- d) 1194, 1014 e 969 kJ/mol; sendo que quanto menor o tamanho do ânion menor $\Delta_{\text{rede}}U$.
- e) 199, 169 e 162 kJ/mol; sendo que quanto menor o tamanho do ânion menor $\Delta_{\text{rede}}U$.

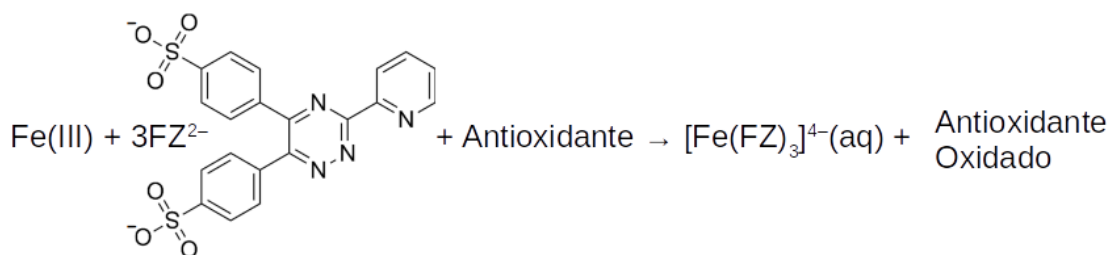
04. Com base no diagrama de energia da teoria do orbital molecular para moléculas do 2º período, escolha a alternativa correta que identifica corretamente qual(is) da(s) seguinte(s) espécie(s) Li_2 , Li_2^+ e Li_2^- é(são) paramagnética(s).

- a) Apenas Li_2
- b) Li_2^+ e Li_2^-
- c) Todas as espécies
- d) Li_2 e Li_2^+
- e) Li_2 e Li_2^-

05. Escolha a alternativa correta que sugere adequadamente, com base na teoria do campo cristalino, porque, geralmente, os complexos de coordenação de Cu(I) são incolores e os de Cu(II) são coloridos.

- a) Cu(I) tem configuração d^{10} , enquanto que Cu(II) é d^9 . Logo o Cu(I) não pode acomodar transições do tipo d-d, mas o Cu(II) pode acomodar.
- b) Cu(I) forma complexos de campo fraco, enquanto que Cu(II) forma complexos de campo forte.
- c) Cu(I) tem configuração d^0 e por isso não pode ocorrer transições eletrônicas do tipo d-d; mas o Cu(II) que tem configuração d^1 , podendo acomodar transições do tipo d-d.
- d) Cu(II) forma complexos de spin alto, enquanto que Cu(I) forma complexos de spin baixo.
- e) Cu(I) forma complexos quadrados e o Cu(II) forma complexos octaédricos.

06. O teor de Fe(II) presente no plasma sanguíneo pode ser medido reduzindo Fe(III) para Fe(II) na presença do ligante ferrozina (FZ^{2-}), para formar o complexo $[\text{Fe}(\text{FZ})_3]^{4-}$ (ver o esquema abaixo). Este complexo tem uma cor púrpura com absorvância máxima (A_λ) em 562 nm. O coeficiente de absorção molar, ϵ_λ , do complexo $[\text{Fe}(\text{FZ})_3]^{4-}$ a 562 nm é $2,79 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Escolha a alternativa correta que mostra a concentração molar de $[\text{Fe}(\text{FZ})_3]^{4-}$ em solução aquosa de $[\text{Fe}(\text{FZ})_3]^{4-}$ que tem absorvância de 0,703 em 562 nm em uma cubeta com caminho óptico (d) igual a 2,00 cm. Utilize a lei de Lambert-Beer: $A_\lambda = \epsilon_\lambda d C$.



- a) 25,2 $\mu\text{mol/L}$.
- b) 12,6 $\mu\text{mol/L}$.
- c) 6,3 $\mu\text{mol/L}$.
- d) 37,8 $\mu\text{mol/L}$.
- e) 64,5 $\mu\text{mol/L}$.

07. Qual o número de moléculas de um determinado gás confinado num volume de 1,0 L à 1 atm e 298 K? Use $R = 8,206 \times 10^{-2} \text{ L.atm.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ e número de Avogadro, $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

- a) $2,5 \times 10^{12}$
- b) $6,1 \times 10^{23}$
- c) $9,0 \times 10^{23}$
- d) $2,5 \times 10^{22}$
- e) $5,0 \times 10^{20}$

08. Qual a densidade (em g/cm^3) do gás F_2 , em, quando este se encontra a 20°C e 188 torr?

Dados: $R = 82,06 \text{ cm}^3.\text{atm.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$

- a) $7,80 \times 10^{-4}$
- b) $1,90 \times 10^{-3}$
- c) $3,90 \times 10^{-4}$
- d) $1,00 \times 10^{-3}$
- e) $1,00 \times 10^{-4}$

09. O enunciado: “A entropia dos cristais perfeitos de todos os elementos e compostos puros é igual a zero, no zero absoluto.” refere-se à:

- a) 2° Lei da Termodinâmica
- b) 1° Lei da Termodinâmica
- c) Definição de Espontaneidade
- d) Definição de Reversibilidade
- e) 3° Lei da Termodinâmica

10. Qual a energia de Gibbs disponível para sustentar a atividade muscular na combustão de 1,0 mol de moléculas de glicose a 37°C ? Dados: $\Delta_r H^\circ = -2808 \text{ kJ.mol}^{-1}$, $\Delta_r S^\circ = 259,1 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

- a) $-1888 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- b) $-4,288 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- c) $259,1 \text{ J.mol}^{-1}$
- d) $-2888 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- e) 2808 kJ.mol^{-1}

11. A fim de obter a energia de ativação de uma determinada reação, um estudante tabelou os valores da constante de velocidade (k) dessa reação em dez temperaturas (T) diferentes entre 25°C e 55°C . Dentre as opções abaixo, qual o gráfico que o estudante deve fazer para apresentar os pontos da tabela numa disposição linear (reta) e, conseqüentemente, calcular a energia de ativação pelo coeficiente angular da reta?

- a) $k \times T$
- b) $\ln k \times 1/T$
- c) $1/k \times T$
- d) $\ln k \times T$
- e) $1/k \times 1/T$

12. Com relação ao equilíbrio de solubilidade e precipitação do sulfato de chumbo que possui $K_{ps} = 1,8 \times 10^{-8}$ a 25°C responda: O que ocorre se misturarmos 100,00 mL de solução 300 $\mu\text{mol/L}$ de nitrato de chumbo com 400,00 mL de solução 10 mmol/L de sulfato de sódio? Assinale a alternativa correta:

- a) Haverá precipitação de sulfato de chumbo, pois o quociente reacional Q calculado de $4,8 \times 10^{-7}$ é maior que $K_{ps} = 1,8 \times 10^{-8}$.
- b) Haverá precipitação de sulfato de chumbo, pois como $K_{ps} = 1,8 \times 10^{-8}$ é muito menor que 1, a solubilidade e consequentemente a precipitação do composto irão ocorrer de forma espontânea
- c) Não haverá precipitação de sulfato de chumbo, pois o quociente reacional Q calculado de $3,2 \times 10^{-10}$ é menor que $K_{ps} = 1,8 \times 10^{-8}$.
- d) Não haverá precipitação de sulfato de chumbo, pois como k_{ps} é muito menor que 1, temos poucos íons em equilíbrio na solução aquosa impossibilitando a formação de corpo de fundo.
- e) Haverá precipitação de sulfato de chumbo, pois a solubilidade molar da espécie em solução aquosa de $1,34 \times 10^{-4}$ mol/L indica facilidade de formação de corpo de fundo.

13. Considere a seguinte reação química não balanceada $\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$, onde os três gases são introduzidos em um recipiente com pressões parciais iniciais de 3,5 atm para NO_2 , 5,0 atm para N_2O e 7,5 atm para O_2 deixando-os reagir até atingir o equilíbrio numa certa temperatura. A pressão parcial no equilíbrio para o gás NO_2 foi medida sendo igual a 1,8 atm. Assumindo que nenhuma outra reação ocorra nas condições estabelecidas, assinale a alternativa que estima o valor da constante de equilíbrio K_{eq} para a reação química.

- a) $1,8 \times 10^1$
- b) $7,1 \times 10^{-2}$
- c) $5,4 \times 10^8$
- d) $3,6 \times 10^{-5}$
- e) $2,2 \times 10^3$

14. Sulfeto de cobre (II) reage espontaneamente com solução de ácido nítrico concentrado liberando íons sulfato e gás óxido nítrico (NO). A coloração da solução resultante se torna azulada devido aos íons Cu^{2+} e o gás produzido ainda reage com o oxigênio do ar formando dióxido de nitrogênio com coloração castanho. Sobre essa reação é possível afirmar que:

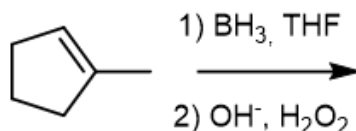
- a) O agente redutor, sulfeto de cobre (II), reduz de enxofre para íons sulfato via 4 elétrons na semi-reação em meio ácido.
- b) O agente oxidante, sulfeto de cobre (II), reduz de sulfeto para íons sulfato via 8 elétrons na semi-reação em meio ácido.

- c) O agente oxidante, íons nitrato, se reduzem a óxido nítrico via 3 elétrons na semi-reação em meio ácido.
- d) Na reação global de redução de sulfeto de cobre (II) consumidos 12 mol do ácido forte inorgânico para cada 3 mol de CuS.
- e) Na reação global de oxidação de sulfeto de cobre (II) com ácido nítrico são gerados 8 mols de sulfato de cobre (II) em solução aquosa.

15. Sobre nucleófilos e reações de substituição nucleofílicas, é correto afirmar que:

- a) O bromo e o cloro são melhores grupos abandonadores do que o iodo em reações de S_N2.
- b) O HS⁻ é mais nucleofílico que o HO⁻, pois a nucleofilicidade geralmente aumenta descendo em uma coluna da tabela periódica, se as comparações forem realizadas em um mesmo solvente.
- c) Nucleófilos neutros são mais reativos que os nucleófilos que apresentam carga negativa. Assim, reações de S_N2 geralmente são realizadas em meio ácido ou neutro.
- d) O íon acetato (CH₃COO⁻) é mais básico e nucleófilo que o grupo HO⁻.
- e) Os solventes próticos, principalmente os que contém os grupos -OH ou -NH, como, por exemplo, o metano e o etanol, são os melhores solventes para reações do tipo S_N2.

16. Na reação de hidratação de alcenos, a hidroboração permite a formação de produtos com regioseletividade. A hidratação do 1-metilciclopenteno, representada abaixo, resulta na formação de um produto majoritário que seria a substância presente na alternativa:



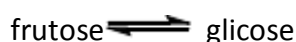
- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

17. No processo de formação de acetato de sódio ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$) a partir de ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) e carbonato de sódio (Na_2CO_3), há também formação de H_2O e um gás. Sabendo-se que o volume ocupado pelo gás é de 15 L, a 0,70 atm e 20°C . A partir da equação balanceada desta reação, indique a resposta que contém, respectivamente: o gás obtido, a massa de ácido acético utilizada, em gramas, e, a soma dos coeficientes estequiométricos inteiros das substâncias na equação.

Dado $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

- a) H_2 ; 26,4; 5
- b) H_2 ; 52,8; 7
- c) O_2 ; 5,28; 5
- d) CO_2 ; 52,8; 7
- e) CO_2 ; 26,4; 5

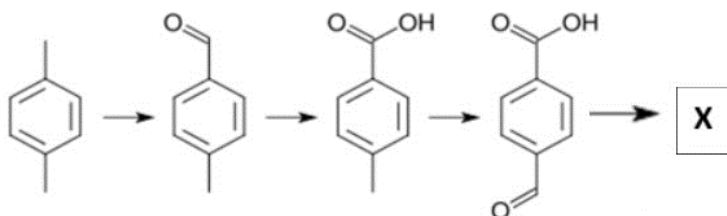
18. Quando dissolvidos em água, a glicose e a frutose existem em equilíbrio de acordo com:



Um químico preparou uma solução de frutose $0,244 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ a 25°C . Verificou-se que, no equilíbrio, a sua concentração diminuiu para $0,113 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. De acordo com o enunciado, a constante de equilíbrio para a reação a 25°C e a porcentagem de frutose que se converteu em glicose, serão, respectivamente:

- a) $K = 0,116$ e 5,37%
- b) $K = 1,16$ e 53,7%
- c) $K = 11,6$ e 53,7%
- d) $K = 0,226$ e 2,6%
- e) $K = 2,26$ e 9,26%

19. Um processo para a obtenção de importante produto industrial, utilizado para a produção do PET, envolve, parcialmente, a sequência reacional abaixo. Indique a alternativa que contém corretamente, o tipo de reação que ocorre e o produto final (X), considerando a oxidação total dos grupos substituintes no anel benzênico.



- a) Oxidação; Ácido *p*-Benzodióico
- b) Oxidação; Ácido levulínico
- c) Acetilação; Ácido *p*-Benzodióico
- d) Oxidação; Ácido Benzóico
- e) Hidrólise; *p*-Benzaldeído

20. Determine a concentração do íon hidrônio de uma solução que contém 0,200 mol do ácido acético, $\text{H}_3\text{C-COOH}$, em 1,00 L de solução. Dado: $K_a = 1,80 \times 10^{-5}$.

- a) $2,89 \times 10^{-3}$
- b) $3,89 \times 10^{-3}$
- c) $1,89 \times 10^{-3}$
- d) $4,89 \times 10^{-3}$
- e) $5,89 \times 10^{-3}$

Editais Nº 04/2023_Mestrado_PPGQ & 05/2023_Doutorado_PPGQ**Gabarito da Prova objetiva**

Questão	Alternativas
1	C
2	D
3	A
4	B
5	A
6	B
7	D
8	C
9	E
10	D
11	B
12	A
13	E
14	C
15	B
16	E
17	D
18	B
19	A
20	C