

**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<br>H<br>1,0     | 2<br>2A<br>Be<br>9 | Tabela periódica dos elementos |                            |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                                 |                                 | 18<br>O                        |                                  |                                   |                   |                  |                   |
| 3<br>Li<br>6,9    | 4<br>Be<br>9       | 5<br>B<br>11<br>Na<br>23       | 6<br>B<br>12<br>Mg<br>24,3 | 7<br>B<br>3B      | 8<br>B<br>4B     | 9<br>B<br>5B      | 10<br>B<br>6B     | 11<br>B<br>7B     | 12<br>B<br>8B     | 13<br>A<br>3A<br>11<br>Al<br>23 | 14<br>A<br>4A<br>12<br>Si<br>27 | 15<br>A<br>5A<br>14<br>P<br>31 | 16<br>A<br>6A<br>16<br>S<br>32,1 | 17<br>A<br>7A<br>17<br>Cl<br>35,5 | 2<br>He<br>4      |                  |                   |
| 19<br>K<br>39,1   | 20<br>Ca<br>40,1   | 21<br>Sc<br>45                 | 22<br>Ti<br>47,9           | 23<br>V<br>50,9   | 24<br>Cr<br>52   | 25<br>Mn<br>54,9  | 26<br>Fe<br>55,8  | 27<br>Co<br>56,9  | 28<br>Ni<br>58,7  | 29<br>Cu<br>63,5                | 30<br>Zn<br>65,4                | 31<br>Ga<br>69,7               | 32<br>Ge<br>72,6                 | 33<br>As<br>74,9                  | 34<br>Se<br>79    | 35<br>Br<br>79,9 | 36<br>Kr<br>83,8  |
| 37<br>Rb<br>85,5  | 38<br>Sr<br>87,6   | 39<br>Y<br>88,9                | 40<br>Zr<br>91,2           | 41<br>Nb<br>92,9  | 42<br>Mo<br>95,9 | 43<br>Tc<br>97    | 44<br>Ru<br>101,1 | 45<br>Rh<br>102,9 | 46<br>Pd<br>106,4 | 47<br>Ag<br>107,9               | 48<br>Cd<br>112,4               | 49<br>In<br>114,8              | 50<br>Sn<br>118,7                | 51<br>Sb<br>121,8                 | 52<br>Te<br>127,6 | 53<br>I<br>126,9 | 54<br>Xe<br>131,3 |
| 55<br>Cs<br>132,9 | 56<br>Ba<br>137,3  | 57<br>La<br>138,9              | 72<br>Hf<br>178,5          | 73<br>Ta<br>180,9 | 74<br>W<br>183,8 | 75<br>Re<br>186,2 | 76<br>Os<br>190,2 | 77<br>Ir<br>192,1 | 78<br>Pt<br>195,1 | 79<br>Au<br>197                 | 80<br>Hg<br>200,6               | 81<br>Tl<br>204,4              | 82<br>Bi<br>207,2                | 83<br>Po<br>209                   | 84<br>At<br>210   | 85<br>Rn<br>210  | 86<br>222         |
| 87<br>Fr<br>223   | 88<br>Ra<br>226    | 89<br>Ac<br>227                |                            |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                                 |                                 |                                |                                  |                                   |                   |                  |                   |
| 58<br>Ce<br>140,1 | 59<br>Pr<br>140,9  | 60<br>Nd<br>144,2              | 61<br>Pm<br>145            | 62<br>Sm<br>150,4 | 63<br>Eu<br>152  | 64<br>Gd<br>157,3 | 65<br>Tb<br>158,9 | 66<br>Dy<br>162,5 | 67<br>Ho<br>164,9 | 68<br>Er<br>167,3               | 69<br>Tm<br>168,9               | 70<br>Yb<br>173                | 71<br>Lu<br>175                  |                                   |                   |                  |                   |
| 90<br>Th<br>232   | 91<br>Pa<br>231    | 92<br>U<br>238                 | 93<br>Np<br>237            | 94<br>Pu<br>242   | 95<br>Am<br>247  | 96<br>Cm<br>247   | 97<br>Bk<br>247   | 98<br>Cf<br>251   | 99<br>Es<br>252   | 100<br>Fm<br>257                | 101<br>Md<br>258                | 102<br>No<br>259               | 103<br>Lr<br>260                 |                                   |                   |                  |                   |

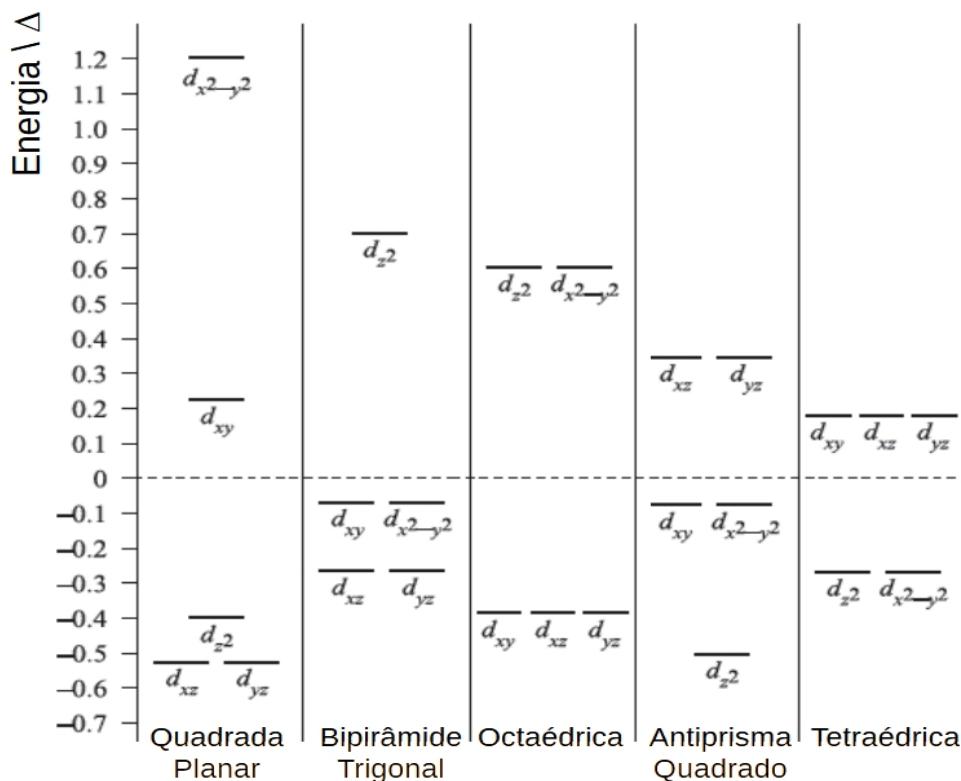
Nome do(a) candidato(a): \_\_\_\_\_

01. Marque a alternativa correta que indica corretamente o estado de oxidação do metal nos seguintes complexos de coordenação:  $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ ;  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ;  $[Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}$ ; e  $[CuCl_4]^{2-}$ .

- (a) 2+; 2+; 2+; e 2+
- (b) 3+; 2+; 2+; e 1+
- (c) 2+; 2+; 3+; e 2+
- (d) 3+; 3+; 2+; e 1+
- (e) 2+; 3+; 3+; e 1+

02.  $Na_2[Ni(CN)_4]$  é um sal diamagnético. Use os diagramas de desdobramento do campo cristalino mostrado na figura abaixo para determinar qual deve ser a geometria do complexo aniónico.

- (a) Quadrada Planar
- (b) Octaédrica
- (c) Tetraédrica
- (d) Bipirâmide Trigonal
- (e) Antiprisma Quadrado



03. De acordo com a estrutura de Lewis para  $\text{BF}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PF}_5$  e  $\text{XeF}_2$ , o seguinte esquema de classificação foi proposto para o átomo central:

| Regra do octeto                                 | Hipervalente  | Hipovalente                    |
|-------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|
| $\text{SiH}_4$ , $\text{CS}_2$ e $\text{XeF}_2$ | $\text{PF}_5$ | $\text{BF}_3$ e $\text{PCl}_3$ |

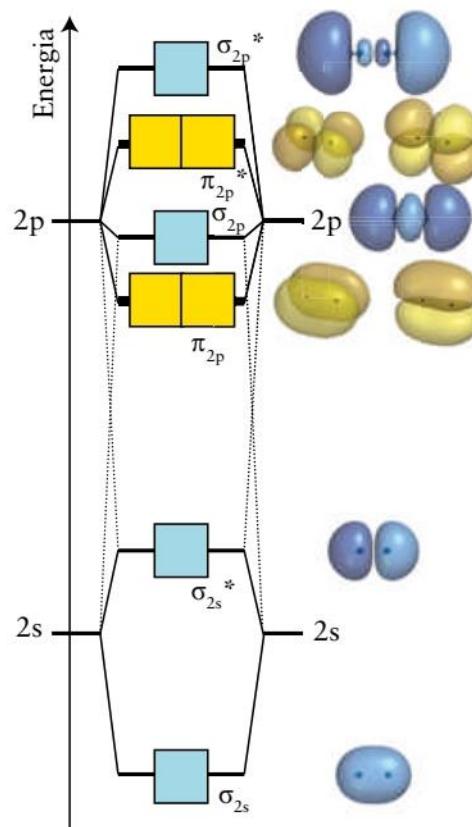
Neste quadro as moléculas foram classificadas como: respeitando a regra do octeto, molécula hipervalente e hipovalente (pobre em elétrons).

De acordo com a classificação das moléculas no quadro acima podemos afirmar como verdadeira a seguinte alternativa.

- (a) Todas as moléculas foram classificadas corretamente
- (b) A classificação está correta exceto pelas moléculas  $\text{XeF}_2$  e  $\text{PCl}_3$
- (c)  $\text{PF}_5$  não é uma molécula hipervalente
- (d)  $\text{BF}_3$  e  $\text{PCl}_3$  estão classificadas erroneamente
- (e) Apenas as moléculas que seguem a regra do octeto foram classificadas corretamente.

04. De acordo com a teoria do orbital molecular, quais das seguintes espécies são paramagnéticas  $\text{B}_2$ ;  $\text{B}_2^-$ ; e  $\text{B}_2^+$ ?

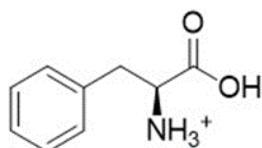
- (a) Apenas  $\text{B}_2$
- (b) Apenas  $\text{B}_2^-$  e  $\text{B}_2^+$
- (c) Todas
- (d) Nenhuma
- (e) Apenas  $\text{B}_2^+$



05. De acordo com o modelo de repulsão de pares da camada de valência, as seguintes moléculas SiH<sub>4</sub>, CS<sub>2</sub>, PCl<sub>3</sub>, e PF<sub>5</sub> apresentam as seguintes geometrias.

- (a) Quadrado Planar, Angular, Triangular, e Pirâmide de Base Quadrada
- (b) Tetraédrica, Angular; Triangular, e Bipirâmide Trigonal
- (c) Tetraédrica, Linear, Bipirâmide Trigonal, e Piramidal
- (d) Tetraédrica, Linear, Piramidal, e Bipirâmide Trigonal
- (e) Quadrado Planar, Angular, Piramidal e Pirâmide de Base Quadrada

06. Considere a estrutura do aminoácido L-fenilalanina (Phe) apresentada abaixo, que tem valores de pK<sub>a</sub> 1,8 e 9,1 para seus grupos ionizáveis, e as afirmações que se seguem:

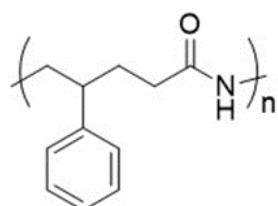


- I. Em uma solução tampão pH 5,5, a forma predominante da Phe tem carga líquida zero.
- II. A reação da Phe com 1 equivalente de NaOH leva à formação de uma espécie com carga líquida -1.
- III. A Phe tem apenas um centro estereogênico, com configuração absoluta S.
- IV. A Phe tem apenas um centro estereogênico, com configuração absoluta R.

Assinale a única alternativa correta:

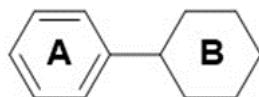
- a) Apenas afirmações I e III são corretas.
- b) Apenas afirmações I, II e III são corretas
- c) Apenas afirmações I e IV são corretas.
- d) Apenas as afirmações I, II e IV são corretas.
- e) Apenas as afirmações II e IV estão corretas.

07. Abaixo está representada a estrutura de um polímero da classe das poliamidas. Sobre esta estrutura, assinale a única alternativa correta:



- a) O polímero em questão pode ser obtido a partir do monômero  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}(\text{Ph})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  via reação de adição nucleofílica (considerando Ph = fenil).
- b) O polímero em questão pode ser obtido a partir de  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}(\text{Ph})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  e  $\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{Ph})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , via reação de condensação (considerando Ph = fenil).
- c) O polímero em questão pode ser obtido a partir do monômero  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}(\text{Ph})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  via reação de condensação (considerando Ph = fenil).
- d) O polímero em questão pode ser obtido a partir do monômero  $\text{H}_2\text{NCH}(\text{Ph})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  via reação de condensação (considerando Ph = fenil).
- e) O polímero em questão pode ser obtido a partir do monômero  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}(\text{Ph})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  via reação de substituição nucleofílica (considerando Ph = fenil).

08. Considere a estrutura do composto bicíclico abaixo, cujos ciclos são identificados com as letras **A** e **B**, e assinale a única alternativa correta:



- a) A molécula toda é plana como consequência da presença dos próprios sistemas cíclicos **A** e **B**.
- b) Nenhum dos dois ciclos são sistemas planares por conta das hibridizações  $\text{sp}^2$  e  $\text{sp}^3$  dos carbonos dos ciclos **A** e **B**, respectivamente.
- c) Na estrutura, os ciclos **A** e **B** consistem de estruturas planares e não planares, respectivamente; e a planaridade do ciclo **A** é decorrente da hibridização  $\text{sp}^2$  dos seus átomos de carbono.
- d) Os ciclos **A** e **B** consistem de estruturas planares e não planares, respectivamente; a não planaridade do ciclo **B** é decorrente da hibridização  $\text{sp}^2$  do átomo de carbono ligado diretamente ao ciclo **A**.
- e) Na molécula em questão, nenhum dos sistemas cíclicos é planar, e tal fato é justificado pelas geometrias tetraédricas de todos os átomos de carbono dos sistemas.

09. Dentre os conjuntos de quatro números quânticos  $\{n, l, m_l, m_s\}$ , marque a alternativa correta que descreve um conjunto proibido para um elétron em um átomo. Em que  $n$  é o número quântico principal,  $l$  é o número quântico secundário,  $m_l$  é o número quântico magnético e  $m_s$  é o número quântico de spin.

- (a)  $\{4, 2, 0, -1/2\}$
- (b)  $\{5, 3, -3, -1/2\}$
- (c)  $\{1, 0, 0, +1/2\}$
- (d)  $\{4, 2, -3, +1/2\}$
- (e)  $\{3, 1, -1, +1/2\}$

10. Considere as seguintes enunciados acerca das propriedades dos gases e marque V para verdadeiro e F para falso:

- ( ) modelos de gases reais são mais apropriados que modelos de gases ideais em estados próximos à condensação dos gases;
- ( ) no modelo de gases reais de van der Waals são incluídos dois parâmetros empíricos para cada gás, relacionados às forças intermoleculares e ao volume molecular;
- ( ) a lei dos gases ideais só pode ser aplicada a um conjunto restrito de gases, chamados assim de gases ideais;
- ( ) a transição de fase gás-líquido é prevista usando a lei dos gases ideais para um conjunto restrito de moléculas que na fase líquida formam os chamados líquidos ideais;
- ( ) o fator de compressibilidade ( $Z$ ) mede o grau de não-idealidade dos gases reais;

- a) VFFFV
- b) FVFVF
- c) FFVVF
- d) VVFVV
- e) VVFFV

11. Considere as seguintes enunciados acerca da estrutura eletrônica dos átomos e marque V para verdadeiro e F para falso:

- ( ) apesar da simplicidade e limitações, o modelo atômico de Bohr é um modelo quântico
- ( ) o modelo atômico de Bohr não explica ligações químicas
- ( ) um dos avanços do modelo atômico de Bohr em relação aos modelos atômicos anteriores é a introdução do conceito de orbital, abandonando o conceito de órbitas
- ( ) todo e qualquer estado excitado de um átomo possui energia maior que o seu estado fundamental

( ) a afinidade eletrônica indica a quantidade de energia necessária para remover um elétron de um átomo no vácuo

- a) VVFVF
- b) FVFVF
- c) VVFVV
- d) VVFFF
- e) VFFVF

12. A capacidade calorífica molar,  $C_m$ , é uma medida da variação da temperatura que ocorre quando 1 mol de uma substância é aquecida, sendo expressa como a razão entre o calor fornecido,  $q$ , e a variação da temperatura  $\Delta T$ . A capacidade calorífica depende da forma como é transferido o calor, se à pressão constante ou à volume constante. Com base nas seguintes afirmações acerca da capacidade calorífica das substâncias, assinale a única ERRADA.

- a) As capacidades caloríficas molares dos gases formados por moléculas são maiores do que as dos gases monoatômicos, porque as moléculas podem armazenar energia como energia cinética de rotação e translação.
- b) Para um gás ideal:  $C_{p,m} - C_{V,m} = R$ , onde  $R$  é a constante dos gases ideais.
- c) Para uma mesma quantidade de calor,  $q$ , transferida à pressão constante para 1 mol dos gases ideais He, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>, o gás que sofrerá maior variação de temperatura será o etano.
- d) O calor transferido em volume constante pode ser identificado como a variação da energia interna,  $\Delta U$ , de modo que  $C_V = \Delta U / \Delta T$ .
- e) A capacidade calorífica depende do corpo, e não da substância que o constitui, sendo, portanto, uma propriedade extensiva.

13. A compreensão da cinética das reações químicas têm um grande impacto na modelagem de sistemas complexos. Algumas reações termodinamicamente espontâneas podem não ocorrer em condições práticas. Com relação à cinética de reações, considere as afirmações:

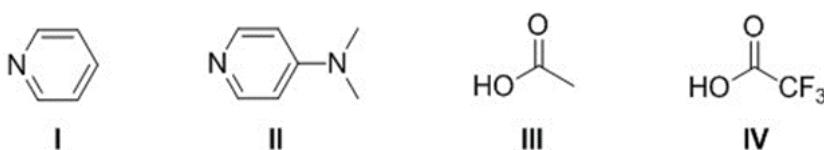
- I. As leis de velocidade podem depender das concentrações dos reagentes e produtos
- II. Um mecanismo de reação serve para provar uma lei de velocidade, de modo que se houver discordância, uma nova lei de velocidade deve ser formulada para aquela reação
- III. O tempo de meia vida para reações de primeira ordem é independente da concentração inicial e inversamente proporcional à constante de velocidade

IV. A ordem de uma reação é predita a partir da equação química (balanceada)

São verdadeiras as afirmações:

- a) I e IV
- b) II e IV
- c) I, II, e III
- d) Apenas a III
- e) I e III

14. Considere os compostos I-IV, apresentados e abaixo, e as afirmações que se seguem:



- I. O composto II é uma base mais forte que I, e a razão está na estabilização do seu ácido conjugado por efeito de ressonância por conta da presença do substituinte -N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
- II. tanto III quanto IV, ao serem desprotonados, geram espécies anionicas estabilizadas por efeito de ressonância.
- III. O Composto IV é um ácido mais forte que III por conta da estabilização adicional por efeito induutivo decorrente da presença dos átomos de flúor.
- IV. O valor de  $K_a$  de III é menor que o valor de  $K_a$  de IV.

Assinale a única alternativa correta referente às afirmações acima:

- a) Apenas as afirmações I, II e III estão corretas.
- b) Apenas as afirmações II e III estão corretas.
- c) Todas as afirmações estão corretas.
- d) Apenas as afirmações II, III e IV estão corretas.
- e) Apenas as afirmações I, III e IV estão corretas.

15. Carboidratos são espécies químicas essenciais para os seres humanos. Dentro da química dos carboidratos, destaca-se o equilíbrio entre as formas aberta e cíclicas destas espécies químicas, conforme exemplificado pelo esquema abaixo, envolvendo D-glicose e  $\alpha$ -D-glicopiranose.



Considere as seguintes afirmações:

- I. A D-glicose e a  $\alpha$ -D-glicopiranose possuem quatro e cinco centros estereogênicos, respectivamente.
- II. Ambos os carbonos C3 e C4 da D-glicose possuem configuração absoluta R.
- III. Os carbonos C3 e C4 da D-glicose possuem configurações absolutas S e R, respectivamente.
- IV. A forma cíclica no esquema é formada através da adição nucleofílica da hidroxila de C5 ao carbono carbonílico C1.

Sobre o esquema reacional afirmações apresentadas acima, a única alternativa correta é:

- a) Apenas as afirmações I, II e IV são corretas.
- b) Apenas as afirmações I e III são corretas.
- c) Apenas as afirmações I e IV são corretas.
- d) Todas as afirmações estão corretas.
- e) Apenas as afirmações I, III e IV são corretas.

16 - Para quantificar o teor de ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , em uma amostra de 10,0 mL, um estudante realizou uma análise volumétrica com uma solução padrão de hidróxido de sódio ( $NaOH$ ) 0,100 mol/L, como titulante. O volume de base consumido ao final do experimento foi de 7,50 mL. Qual a concentração molar de ácido na amostra?

- a) 0,150 mol/L
- b) 0,0375 mol/L
- c) 0,00375 mol/L
- d) 0,0750 mol/L
- e) 0,00150 mol/L

17 - Considere as seguintes informações e escolha a alternativa correta.

- HCN (ácido cianídrico):  $pK_a = 9,31$
- $C_6H_5COOH$  (ácido benzóico):  $pK_a = 4,19$
- $HClO$  (ácido hipocloroso):  $pK_a = 7,53$

- a) O ácido cianídrico é o ácido mais forte.
- b) O benzoato é uma base mais forte que o cianeto.
- c) A constante de basicidade do íon hipoclorito,  $ClO^-$ , é de aproximadamente  $3,4 \times 10^{-7}$
- d) O ácido benzoico é o ácido mais fraco.

e) Nas mesmas concentrações, o ácido hipocloroso resulta na solução com menor valor de pH, dentre os três ácidos.

18 - Considere a constante do produto de solubilidade do hidróxido de ferro II,  $\text{Fe(OH)}_2$ , sendo  $1,6 \times 10^{-14}$ . Qual o pH de uma solução saturada deste composto?

- a) 7,3
- b) 9,70
- c) 9,20
- d) 9,50
- e) 7,9

19 - Para responder às questões 19 e 20, considere as seguintes semi-reações e seus respectivos potenciais padrão para prata (Ag), chumbo (Pb), alumínio (Al) e ouro (Au).

|                                                      |                              |
|------------------------------------------------------|------------------------------|
| · $\text{Ag}^+ + \text{é} \rightarrow \text{Ag}$     | $E^\circ = +0,800 \text{ V}$ |
| · $\text{Pb}^{2+} + 2\text{é} \rightarrow \text{Pb}$ | $E^\circ = -0,130 \text{ V}$ |
| · $\text{Al}^{3+} + 3\text{é} \rightarrow \text{Al}$ | $E^\circ = -1,66 \text{ V}$  |
| · $\text{Au}^+ + \text{é} \rightarrow \text{Au}$     | $E^\circ = +1,69 \text{ V}$  |

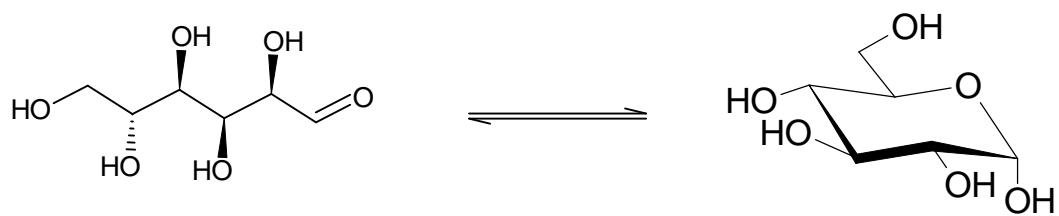
É correto afirmar que:

- a) Ouro é capaz de oxidar prata, chumbo e alumínio.
- b) Au é o agente redutor mais forte.
- c) Ao adicionar um fio de alumínio à uma solução de  $\text{AgNO}_3$ , não se observa a ocorrência de reação química.
- d) O alumínio reduz a prata e o chumbo, mas não reduz o ouro.
- e) Pb é um agente oxidante mais forte que Ag.

20 - De acordo com o diagrama de célula  $\text{Pb}_{(s)} | \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} \parallel \text{Au}^+_{(\text{aq})} | \text{Au}_{(s)}$ , pode-se afirmar que:

- a) A reação é espontânea e os eletrodos de ouro e chumbo atuam como ânodo e cátodo, respectivamente.
- b) A reação é espontânea no sentido contrário ao descrito, em condições padrão.
- c) a reação é espontânea e gera um potencial padrão de + 1,82 V.
- d) A reação é espontânea e gera um potencial padrão de + 1,95 V.
- e) Ouro atua como cátodo e chumbo como ânodo, e a reação gera um potencial padrão de + 1,56V.

## ERRATA DA QUESTÃO 15



**Editais N ° 06/2024\_Mestrado\_PPGQ & 07/ 2024 \_Doutorado \_PPGQ****Gabarito da Prova objetiva**

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