



**PROVA FASE I**  
**30/08/2024**

1. A tabela periódica dos elementos contém uma grande quantidade de informações e é utilizada na previsão das propriedades físicas e químicas dos elementos e seus compostos. Considerando as propriedades periódicas mais comumente estudadas, avalie os itens que se seguem.

(01) Quanto mais elétrons forem retirados do átomo, menor é a atração do núcleo sobre os elétrons da camada de valência.

(02) Geralmente, a diminuição da carga nuclear efetiva resulta em uma menor energia de ionização para um átomo.

(04) As seguintes espécies encontram-se em ordem crescente de aumento do raio iônico:



(08) Quanto maior a carga nuclear efetiva de um átomo, menor a sua afinidade eletrônica.

(16) O raio atômico aumenta no grupo à medida que aumenta a eletronegatividade.

(32) Oxigênio apresenta menor energia de ionização e menor raio atômico do que o nitrogênio.

Assinale a alternativa que apresenta apenas o somatório das afirmações **VERDADEIRAS**.

A) 06

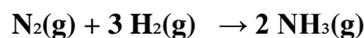
B) 31

**C) 38**

D) 27

E) 20

2. Considere a reação:



Suponha que durante a reação, em um determinado instante, quando a velocidade do hidrogênio molecular atingir  $0,081 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , a velocidade da formação da amônia será:

A)  $0,54 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

**B)  $0,054 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$**

C)  $0,042 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

D)  $0,42 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

E) Não é possível determinar a velocidade da amônia.

3. As estrelas brilham porque são vastas as quantidades de hidrogênio transformando-se em hélio. Nosso Sol consome sozinho seiscentos milhões de toneladas de hidrogênio por segundo, convertendo-os em quinhentos e noventa e seis milhões de toneladas de hélio. E para onde vão os outros quatro milhões por segundo? São convertidos em energia de acordo com a famosa fórmula de Einstein,  $E=mc^2$ . Cerca de 1,6 quilograma por segundo chega à Terra, onde forma a luz da alvorada, o calor de uma tarde de verão e o brilho vermelho do pôr do Sol (Gray, T., *Os elementos: Uma Exploração Visual dos Átomos Conhecidos no Universo, 1ª edição, editora Blucher, 2011*).

Em relação ao hidrogênio é correto afirmar:

I) O hidrogênio é o mais pesado de todos os gases – até mesmo mais que o hélio – e muito mais caro, o que explica o seu não uso nos veículos.

II) O hidrogênio é o elemento mais abundante e o mais amado pelos físicos, pois, com apenas um próton e um elétron, suas adoráveis fórmulas da mecânica quântica funcionam perfeitamente.

III) Em relação ao peso, 95% de todo o universo visível é hidrogênio. É um gás marrom avermelhado.

IV) Uma nova fonte energética sustentável está sendo amplamente estudada, o Hidrogênio Verde (H<sub>2</sub>V), que é obtida através da eletrólise do carvão ativado.

V) As propriedades do hidrogênio molecular são as mesmas do gás hidrogênio (H<sub>2</sub>).

VI) A diferença de massa gerada no núcleo de uma estrela semelhante ao Sol, em que quatro núcleos de hidrogênio se combinam para formar um núcleo de hélio, é  $0,03 \times 10^{-27}$  kg.

Dados:

Massa do núcleo de hidrogênio =  $1,67 \times 10^{-27}$  kg.

Massa do núcleo de hélio =  $6,65 \times 10^{-27}$  kg.

Sobre as afirmativas acima, o item correto é:

A) I e II

B) II, III e V

C) II e VI

D) II, V e VI

E) VI

4. Analise as proposições abaixo e dê o somatório das alternativas **CORRETAS**.

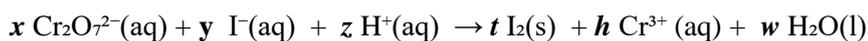
**DADOS:** Constante de Faraday ( $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ );  $Q = I t$ ;  $E^0(\text{red}) \text{ Ag}^+ = 0,80 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{red}) \text{ Pb}^{2+} = - 0,13 \text{ V}$ ;  $\Delta G^0 = - n F E^0\text{célula}$ ;  $E^0\text{célula} = (0,0592 / n) \log K$ .

(01) À 298,15 K, os valores de  $\Delta G^0$  e K para a reação  $\text{Pb(s)} + 2 \text{ Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$  são aproximadamente  $\Delta G^0 = -1,8 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1}$  e  $K = 2,6 \times 10^{31}$ .

(02) A intensidade da corrente elétrica necessária para depositar  $2,54 \times 10^{-4}$  kg de cobre de uma solução de sulfato de cobre no tempo de 3 minutos e 20 segundos é de aproximadamente 3,86 A.

(04) A reação nuclear  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow 3 {}^1_0\text{n} + m + {}^{94}_{36}\text{Kr}$  estará balanceada corretamente se  $m$  for igual a  ${}^{141}_{56}\text{Ba}$ .

(08) O valor do somatório dos coeficientes estequiométricos ( $x + y + z + t + h + w$ ) ao balancear a seguinte equação é **66**.



(16) Uma solução de benzoato de sódio ( $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{CO}_2$ )  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  apresenta pH aproximadamente igual a 10,43. (Assumir que o sal se ioniza completamente em água e que  $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2) = 6,28 \times 10^{-5}$  à  $25^\circ \text{C}$ .)

(32) Os seguintes elementos encontram-se em ordem crescente de caráter redutor:  
 $\text{K} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{Ge} < \text{S}$

A) 31

B) 47

C) 15

**D) 11**

E) 28

5. Tem-se três (3) gases desconhecidos X, Y e W, com a mesma quantidade de matéria, e que apresentam a seguinte relação de massa molar, não necessariamente nesta ordem: 1: 2: 10 a  $40^\circ \text{C}$ . A respeito destes gases, tem-se as seguintes observações:

I) Trata-se de gases de haletos e num fenômeno de efusão, o gás mais veloz é o de menor massa molar.

II) Em um dado momento, o gás Y teve sua temperatura elevada em  $20^\circ \text{C}$ . Neste caso, sua velocidade de efusão diminuiu em aproximadamente 1,41 vezes em relação a temperatura anterior.

III) Dos três (3) gases, o mais pesado, consome aproximadamente 3,16 vezes mais tempo para efusão que o gás mais leve.

IV) O gás mais leve é o gás Y e o mais pesado é o gás X.

V) O gás de massa molar intermediária tem velocidade de efusão aproximadamente 1,16 vezes maior do que o gás pesado.

Sobre as afirmativas acima, o item correto é:

A) I

B) II

**C) III**

D) IV

E) V

6. Avalie cada uma das alternativas abaixo como **VERDADEIRA (V)** ou **FALSA (F)**.

**DADO: Lei da Velocidade (1ª Ordem) =  $\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$**

(I) As unidades da constante da velocidade dependem da reação ou da lei da velocidade.

(II) A pressão de vapor de um líquido em um recipiente fechado depende da área superficial e da quantidade do líquido.

(III) A reação gasosa  $A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$  é de primeira ordem com relação a **A**. Se a pressão inicial de **A** é igual a 90 mmHg e a pressão total após 10 min é igual 180 mmHg, a constante de velocidade da reação será  $k = 1,15 \times 10^{-3} s^{-1}$ .

(IV) O ponto de ebulição do metano ( $CH_4$ ) é maior do que o do neônio (Ne) porque as ligações covalentes intramoleculares no  $CH_4$  são mais fortes do que as forças de dispersão existentes entre os átomos de Ne. Entretanto, o ponto de ebulição da molécula HF é maior do que o ponto de ebulição de  $HCl$  porque as forças de dispersão são maiores em HF.

(V) O composto  $CaF_2$  precipitou-se quando 100 mL de uma solução de  $CaCl_2$  0,01 mol  $L^{-1}$  foi adicionado a 50 mL de uma solução de NaF 0,005 mol  $L^{-1}$  à 25 °C. ( **$K_{ps}$  para  $CaF_2 = 1,5 \times 10^{-10}$** ).

(VI) Um metal desconhecido **M** possui uma estrutura cristalina do tipo **Cúbica de Corpo Centrado (CCC)**, um parâmetro de rede de 315 pm e uma densidade de 10,15 g  $cm^{-3}$ . A massa molar do metal **M** encontrada é aproximadamente 95,9 g  $mol^{-1}$ .

O número das assertivas verdadeiras é:

A) 1

B) 3

**C) 4**

D) 5

E) 6

7. Um dos motivos que tornam a fenolftaleína um indicador tão útil em volumetria de neutralização é o pH de sua faixa de viragem relativamente próximo da neutralidade, o que é especialmente útil em titulações envolvendo ácidos e bases fortes. Contudo, na titulação de uma amostra de 20 mL de solução de ácido cianídrico ( $HCN$ ,  $K_a = 4,9 \times 10^{-10}$ ) a 0,05 mol  $L^{-1}$  contra uma solução padrão de NaOH a 0,10 mol  $L^{-1}$ , a fenolftaleína não é a melhor opção de indicador. Considerando apenas a faixa de pH de viragem como critério, qual entre os indicadores a seguir é mais recomendado para essa titulação

Indicador	Faixa de pH de viragem
Alaranjado de metila	3,2 – 4,4
Vermelho de metila	4,8 – 6,0
Azul de bromotimol	6,0 – 7,6
Azul de timol	8,0 – 9,6
Alizarina	11,0 – 12,4

A) Alaranjado de metila

**B) Alizarina**

C) Azul de bromotimol

D) Azul de timol

E) Vermelho de metila

8. O Hipoclorito de sódio ( $\text{NaOCl}$ ), ingrediente ativo de muitos alvejantes, foi dissolvido em uma solução tamponada. As razões de concentração de  $\text{OCl}^-/\text{HOCl}$  presente na solução quando a concentração de íons hidrônios for igual a  $5,011 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$  e quando o pH aumentar em uma unidade, são respectivamente.

Dado:  $K_a = 2,95 \times 10^{-8}$

A) 0,069; 0,590

B) 0,059; 0,590

C) 0,590; 0,059

D) 0,590; 0,069

E) 0,069; 0,690

9. A contaminação por metais pesados é uma preocupação global significativa devido aos riscos que apresenta para a saúde e o meio ambiente. Métodos eficazes para a remoção desses contaminantes são, portanto, de grande interesse para a química ambiental e analítica. A volumetria de precipitação, especialmente a precipitação de hidróxidos metálicos, é uma técnica amplamente utilizada devido à sua eficiência em remover íons metálicos de soluções aquosas. Sabendo-se que uma alíquota de 50 mL de solução de  $\text{Cu}^{2+}$  consumiu 26,732 mL de uma solução de NaOH, cuja padronização de 25 mL consumiu 23,095 mL de solução de biftalato de potássio  $1,054 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ . **A concentração molar inicial de  $\text{Cu}^{2+}$  e o pH no ponto de equivalência dessa titulação são respectivamente:**

Dados:

Desconsidere os efeitos da força iônica.

$K_{ps}\text{Cu}(\text{OH})_2 = 1,6 \times 10^{-19}$ ;  $K_w = 1 \times 10^{-14}$

A)  $1,301 \times 10^{-4}$ ; 6,26

B)  $2,603 \times 10^{-3}$ ; 7,83

C)  $1,301 \times 10^{-3}$ ; 6,26

D)  $2,603 \times 10^{-3}$ ; 7,73

E)  $1,301 \times 10^{-4}$ ; 7,83

10. Quando se realiza uma medida de absorvância em espectroscopia, espera-se que a lei de Beer-Lambert descreva a relação entre a concentração de uma espécie química e a absorvância medida. No entanto, em algumas situações, podem ocorrer desvios desta lei. Considerando as afirmações abaixo sobre a lei de Beer-Lambert:

I) A lei de Beer-Lambert é considerada uma lei limite por conta da faixa de concentração elevada em que pode ser empregada de forma segura.

II) Desvios da lei de Beer ocorrem com frequência quando a radiação policromática é empregada na medida da absorvância.

III) Para concentrações que excedem  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , a distância média entre os íons ou moléculas da espécie absorvente diminui, podendo afetar a distribuição de carga, e assim, causando desvio da relação linear entre absorvância e concentração da espécie.

IV) O equilíbrio monômero-dímero, equilíbrio de complexação de metal quando um ou mais agentes complexantes estão presentes, equilíbrio ácido-base, não costumam causar desvios na lei de Beer-Lambert.

V) O equilíbrio de associação entre solvente e analito pode causar desvios na lei de Beer-Lambert.

Qual dos itens apresenta apenas afirmações verdadeiras.

A) I, II, III

B) I, III, IV

C) II, IV, V

D) II, III, V

E) II, III, IV

11. Durante uma titulação de precipitação de hidróxido para a remoção de metais, pode-se medir a concentração de prótons,  $\text{H}^+$ , em função da quantidade de precipitante adicionado, como o NaOH. Desse modo, é conveniente estimar o pH em que a precipitação começa a ocorrer para fins de aplicação deste método para remoção dos metais. O pH de precipitação,  $\text{pH}_{\text{ppt}}$ , de um hidróxido metálico pode ser estimado considerando a concentração inicial do íon metálico  $\text{Mn}^+$  e a constante de dissociação do hidróxido,  $\text{KM}(\text{OH})_n(\text{s})$ , conforme a equação 1:1.

Considerando as informações da figura abaixo, o valor do *pH de precipitação* para uma solução aquosa de  $\text{ZnCl}_2$   $0,136 \text{ g L}^{-1}$  contendo  $\text{NaCl}$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  é:

$$pH_{ppt} = -\frac{1}{2} \log \left( \frac{\gamma_{M^{n+}} [M^{n+}]}{K_{M(OH)_n(s)}} \right) \quad (1), \text{ em que:}$$

$\gamma_{M^{n+}}$  é o coeficiente de atividade do metal na solução;

$[M^{n+}]$  é a concentração molar inicial do íon metálico;

$K_{M(OH)_n(s)}$  é a constante relativa à reação  $M(OH)_n(s) + nH^+_{(aq)} \rightleftharpoons M^{n+}_{(aq)} + nH_2O_{(l)}$ .

DADOS:  $MM_{Zn} = 65 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $MM_{Cl} = 35,50 \text{ g mol}^{-1}$ ;

$$\mu = \frac{1}{2} \sum c_i Z_i^2$$

$$K_{Zn(OH)_2(s)} = 10^{12}$$

Íon	Tamanho do íon (α, pm)	Força iônica (μ, mol L <sup>-1</sup> )				
		0,001	0,005	0,01	0,05	0,1
<b>Carga = ±1</b>		<b>Coefficiente de atividade, γ</b>				
H <sup>+</sup>	900	0,967	0,933	0,914	0,86	0,83
OH <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , SCN <sup>-</sup> , OCN <sup>-</sup> , HS <sup>-</sup> , ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , IO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HCO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> , (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>	350	0,964	0,926	0,900	0,81	0,76
<b>Carga = ±2</b>						
Ca <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) <sub>2</sub>	600	0,870	0,749	0,675	0,485	0,405

Fonte do quadro: Adaptado de Harris, D. C. (2010). *Quantitative chemical analysis* (8th ed.). W. H. Freeman and Company.

A) 3,70

B) 5,70

**C) 7,70**

D) 9,70

E) 11,70

12. A concentração de íons cianeto pode ser medida indiretamente com um eletrodo íon-seletivo de estado sólido contendo uma membrana de sulfeto de prata. Admitindo que o eletrodo tem um comportamento nernstiano e mantendo a força iônica de todas as soluções constantes, podemos escrever a resposta do eletrodo pela equação a seguir:

$$E = \text{constante} + 0,05916 \log[\text{Ag}^+]$$

A uma solução de cianeto de concentração desconhecida foi adicionado  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  na concentração de  $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$  na solução final. Esse íon complexo comportou-se como um tampão de íon prata na presença de  $\text{CN}^-$ . Suponha que a amostra desconhecida contenha  $\text{CN}^-$  a  $8,0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$  e o potencial encontrado seja de  $+ 206,3 \text{ mV}$ . Então, foi feita uma adição padrão de  $\text{CN}^-$  para elevar sua concentração a  $12,0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ . O novo potencial apresentado será?



$$\beta_2 = \frac{\{[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \}}{[\text{Ag}^+][\text{CN}^-]^2} = 7,079 \times 10^{19}$$

A) 185,40 mV

B) 482,11 mV

C) 190,98 mV

D) 333,50 mV

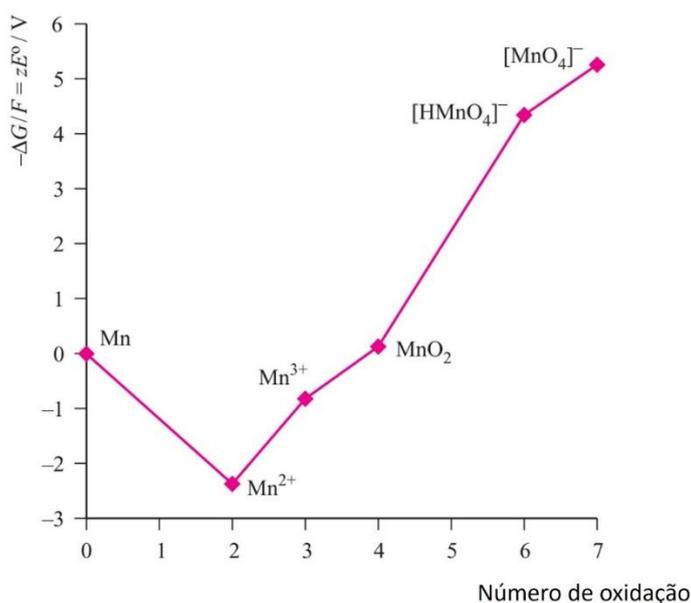
E) 259,00 mV

13. Considerando o diagrama de Frost para o manganês em meio ácido, analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta

I -  $\text{MnO}_2$  tende a sofrer desproporcionamento.

II - O íon  $[\text{HMnO}_4]^-$  tende a ser um agente redutor mais fraco que o íon  $\text{Mn}^{3+}$ .

III - Dentre as espécies de Mn, o íon  $\text{Mn}^{2+}$  é a mais estável termodinamicamente.



A) Somente o item I é verdadeiro.

B) I e III são verdadeiros.

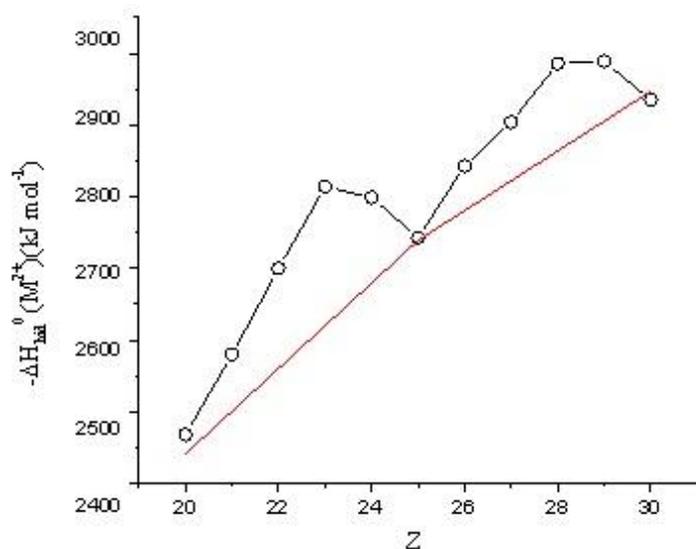
C) Somente III é verdadeiro.

D) II e III são verdadeiros.

E) Todos os itens são verdadeiros.

14. A entalpia de hidratação dos cátions  $M^{2+}$  dos metais da primeira série de transição da tabela periódica guarda relação direta com a Energia de Estabilização do Campo Cristalino (EECC). O gráfico a seguir ilustra os valores da entalpia de hidratação experimentalmente obtida destes cátions (linha preta), bem como os valores corridos após subtração da EECC (linha vermelha) em função do número atômico dos elementos da série.

Assim, pode-se assumir como **INCORRETO** o item:



A) A tendência de aumento da entalpia de hidratação à medida que se caminha da esquerda para a direita no período pode ser atribuída à diminuição do raio iônico de  $M^{2+}$ .

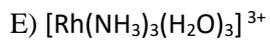
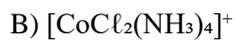
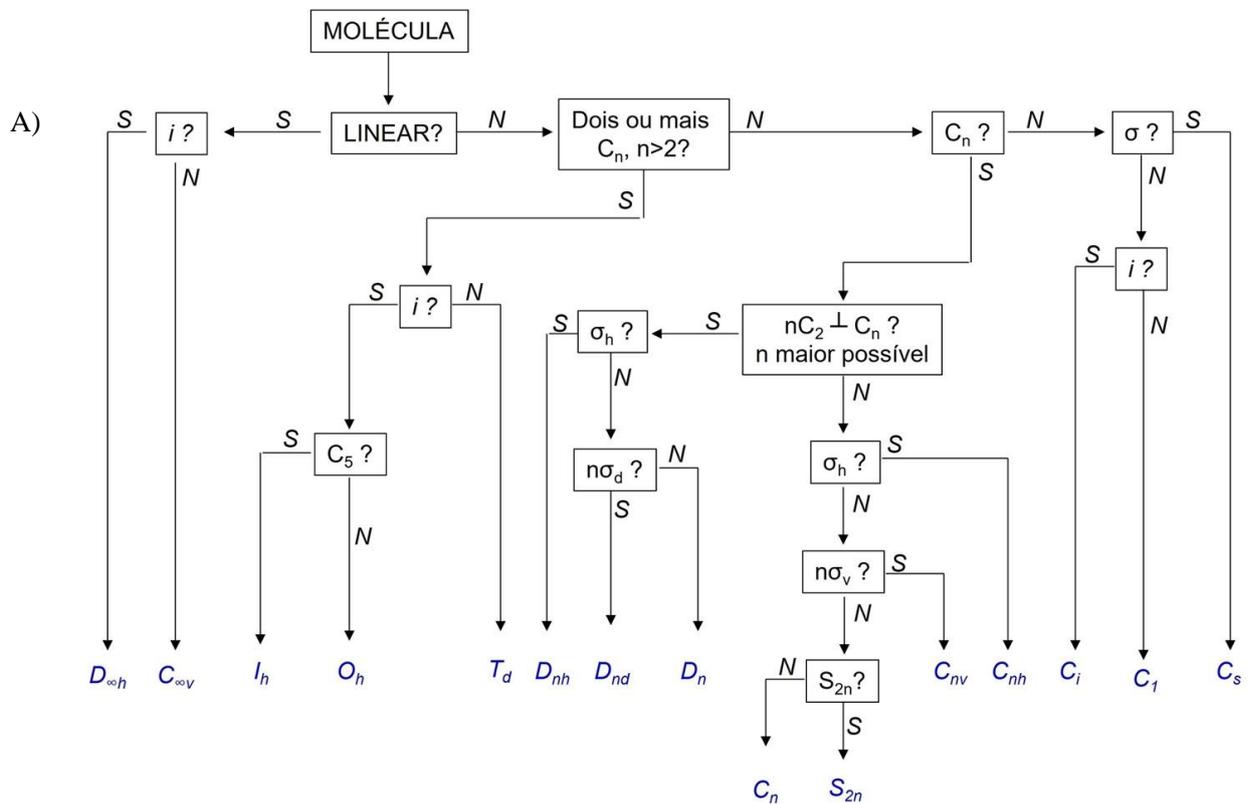
B)  $Ca^{2+}$  ( $Z = 20$ ),  $Mn^{2+}$  ( $Z = 25$ ) e  $Zn^{2+}$  ( $Z = 30$ ) possuem EECC = 0.

C) O aquo complexo do íon  $Cr^{2+}$  ( $Z = 24$ ) possui a configuração eletrônica  $t_{2g}^4$  para seus elétrons d e EECC igual a  $1,6\Delta_o$ , sendo uma espécie paramagnética.

D) O aquo complexo do íon  $Ni^{2+}$  ( $Z = 28$ ) apresenta configuração eletrônica  $t_{2g}^6 e_g^2$  para os elétrons d, sendo uma espécie paramagnética.

E) O aquo complexo de  $Cu^{2+}$  ( $Z = 29$ ) sofre uma distorção tetragonal denominado efeito Jahn-Teller, havendo quebra de degenerescência entre os orbitais  $t_{2g}$  e  $e_g$ .

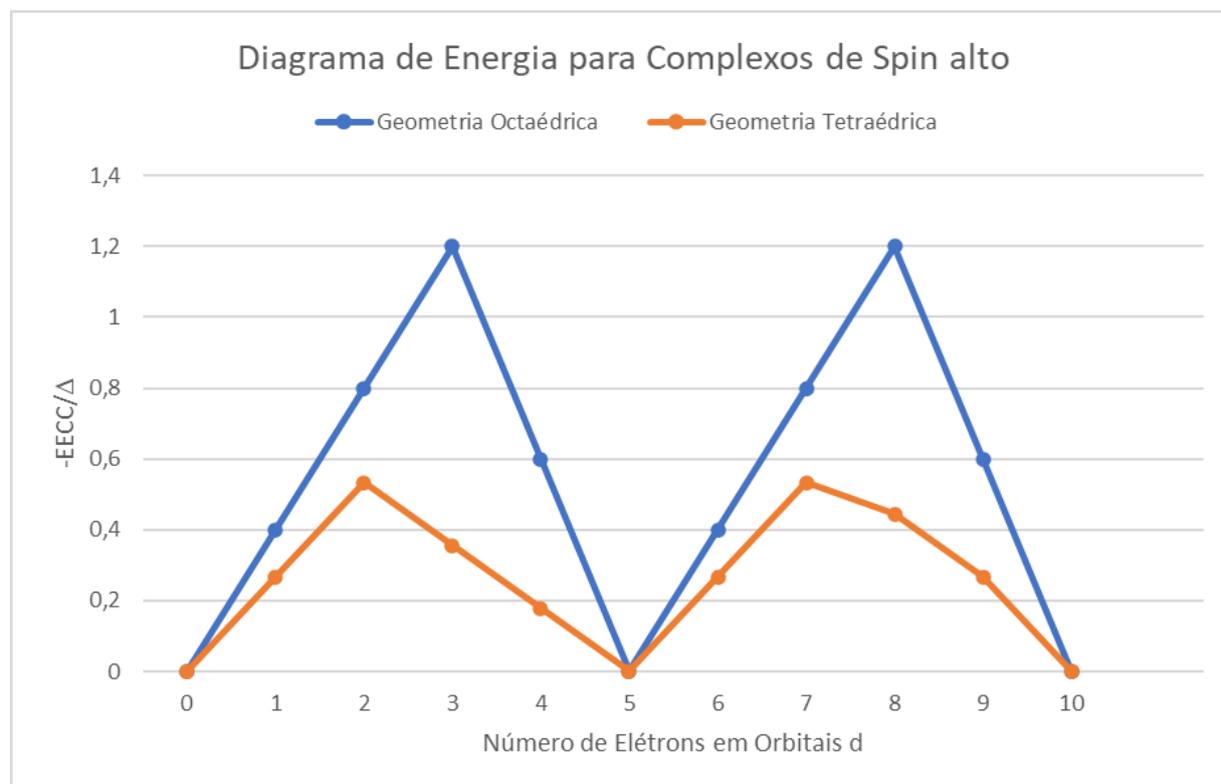
15. Em qual dos seguintes íons complexos são encontradas tanto a isomeria geométrica como a isomeria ótica? (en= 1,2-diaminoetano ou etilenodiamina)



16. Qual o grupo pontual para o complexo [Co(en)<sub>3</sub>]<sup>3+</sup>, considerando a etilenodiamina (en) em conformação plana?



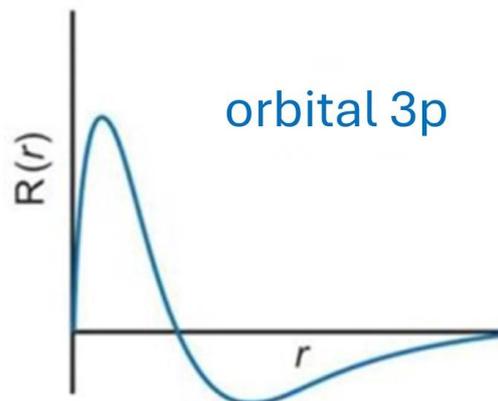
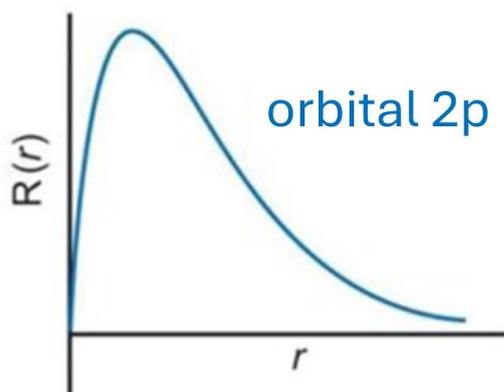
17. Observando o diagrama de energia de estabilização do campo cristalino (EECC) para os complexos de spin alto, marque a alternativa correta.



- A) Sistemas  $d^5$  têm preferência em formar complexos cúbicos.
- B) Sistemas  $d^3$  e  $d^8$  têm preferência em formar complexos tetraédricos.
- C) Sistemas  $d^3$  e  $d^8$  têm preferência em formar complexos octaédricos.**
- D) Sistemas  $d^6$  têm uma pequena preferência em formar complexos tetraédricos.
- E) Sistemas  $d^0$ ,  $d^5$  e  $d^{10}$  não têm preferência em formar sistemas tetraédricos e octaédricos tendem a formar sistemas cúbicos.

18. Observe os gráficos das funções de onda radiais para os orbitais 2p e 3p do Hidrogênio e assinale a alternativa correta.

- I) Os gráficos ilustram funções de probabilidade radial.
- II) A função de onda radial para o orbital 3p possui um nó.
- III) As curvas mostram uma dependência exponencial da função radial com o raio.
- IV) A função de onda radial para o orbital 3p possui duas regiões com a mesma probabilidade de encontrar o elétron.



- A) Os itens I e IV estão corretos.
- B) Os itens II e IV estão corretos.
- C) Os itens II e III estão corretos.**
- D) Os itens III e IV estão corretos.
- E) Todos os itens estão corretos.

19. O calor de fusão, a pressão constante, da água pura é  $6 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Sabendo que este solvente congela a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , uma solução não eletrolítica com fração molar do soluto igual a 0,01 terá o ponto de congelamento igual a:

**Equação:** 
$$\ln x = - \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)$$

- A)  $- 272 \text{ }^\circ\text{C}$
- B)  $- 173 \text{ }^\circ\text{C}$
- C)  $- 127 \text{ }^\circ\text{C}$
- D)  $99,6 \text{ }^\circ\text{C}$
- E)  $- 1,00 \text{ }^\circ\text{C}$**

20. Um diagrama de fases indica todos os estados físicos termodinamicamente estáveis de uma substância em função da temperatura e da pressão, além das condições de equilíbrio e as mudanças de fases possíveis. Considere o diagrama de fases da água, indicado a seguir.

Observando as características deste diagrama, deduziu-se que:

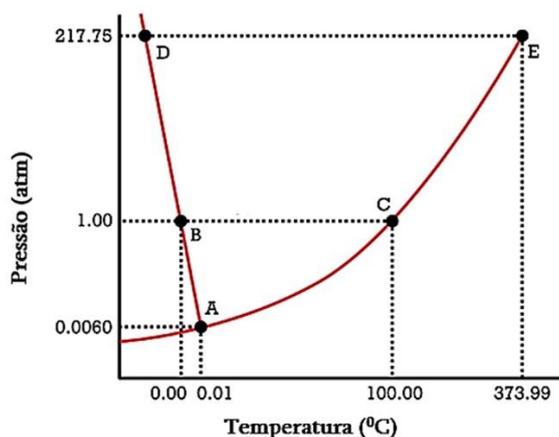
- I. A partir de seu ponto de fusão típico ( $0^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ atm}$ ), o gelo não pode ser liquefeito pela elevação simultânea de pressão e temperatura.
- II. A partir de seu ponto de ebulição típico ( $100^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ atm}$ ), a água líquida pode ser convertida totalmente em vapor apenas pela redução da pressão ou apenas pela elevação da temperatura.

III. Os pontos A, B, C e D possuem o mesmo número de fases em equilíbrio, pois não são pontos críticos do diagrama.

IV. Por ser um segmento aproximadamente reto, a curva de equilíbrio que inclui os pontos B e D depende apenas de uma das variáveis físicas do diagrama.

V. O número de componentes é maior que o de graus de liberdade em apenas um ponto de todo o diagrama.

As afirmativas corretas são:



A) I, II e V

**B) II e V**

C) II, IV e V

D) III e IV

E) I, III e IV

21. Para uma determinada pilha eletroquímica, estudou-se em laboratório, sob pressão constante, a dependência do potencial padrão ( $\epsilon^\circ$ ), medido em Volts com a temperatura (na escala absoluta). Os resultados experimentais se ajustaram à seguinte função polinomial, válida para a faixa de 0 °C a 100 °C.

Sabendo que, nessa pilha, 2 mol de elétrons são transferidos do anodo para o catodo, o valor de variação de entropia da pilha, calculado a 30 °C será:

**Função polinomial:**  $\epsilon^\circ = 0,35510 - (0,3422 \times 10^{-4})T - (3,2347 \times 10^{-6})T^2 + (6,314 \times 10^{-9})T^3$

**Equação:**  $\Delta S^\circ = nF \left( \frac{\partial \epsilon^\circ}{\partial T} \right)_p$

**Informações adicionais:**  $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$

**A) - 49,2 J K<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>**

B) + 49,2 J K<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>

C) - 24,6 J K<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>

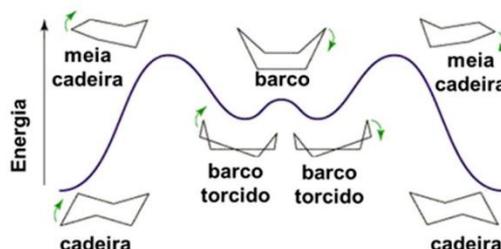
D) + 24,6 J K<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>

E) + 43,1 J K<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>

22. O cicloexano alterna entre suas conformações de "cadeira" e "barco", conforme ilustrado no esquema a seguir.

Os parâmetros de ativação para a isomerização conformacional da molécula são  $\Delta H^\ddagger = 31,38 \text{ kJ mol}^{-1}$  e  $\Delta S^\ddagger = 16,74 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . A constante de velocidade para esta reação a 325 K será:

Esquema:



Equações:

$$k = \frac{k_B T}{h} e^{-\Delta G^\ddagger / RT} \quad \Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

Informações adicionais:

$$k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} \quad h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

A)  $6,12 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$

B)  $4,58 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$

C)  $6,76 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}$

D)  $5,01 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$

E)  $5,06 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$

23. Considere um sistema contendo uma mistura líquida de 1,0 g de benzeno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) e 1,0 g de tolueno ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ). A mistura está em contato com o seu vapor, pois o sistema é fechado. Sabendo que a pressão de vapor do  $\text{C}_6\text{H}_6$  puro é 0,256 bar e a do  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$  é 0,0925 bar, as frações molares desses componentes na fase vapor valem, respectivamente:

A) 0,77 e 0,23

B) 0,23 e 0,77

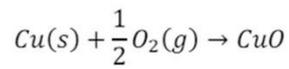
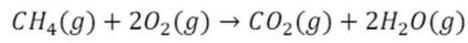
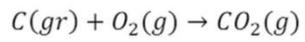
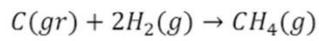
C) 0,54 e 0,46

D) 0,46 e 0,54

E) 0,50 e 0,50

24. Uma amostra de carbono grafite,  $\text{C}(\text{gr})$ , foi submetida a várias etapas reacionais para determinar sua massa. O vaso reacional foi submetido a temperatura e volume constantes,  $150^\circ\text{C}$  e 10,0 L. Na primeira etapa, o  $\text{C}(\text{gr})$  reage em excesso com  $\text{H}_2(\text{g})$ , formando  $\text{CH}_4(\text{g})$ . Na segunda etapa, o restante do  $\text{C}(\text{gr})$  e do  $\text{CH}_4(\text{g})$  produzidos reagem com excesso de  $\text{O}_2(\text{g})$ . O  $\text{O}_2(\text{g})$  foi introduzido no vaso reacional com pressão de 15,61 atm. Essa etapa gerou 18,0 g de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . O sistema gasoso formado após as duas etapas apresentou uma pressão igual a 17,35 atm. O mesmo sistema é analisado passando-o sobre uma superfície de  $\text{Cu}$  aquecida, formando, pela presença do  $\text{O}_2(\text{g})$ , 159,09 g de  $\text{CuO}$ . Considerando que todo o oxigênio foi consumido nessa terceira etapa, estime a massa inicial de  $\text{C}(\text{gr})$ .

**Equações químicas:**



**Informações adicionais:**

$$pV = nRT$$

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

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

A) 6 g

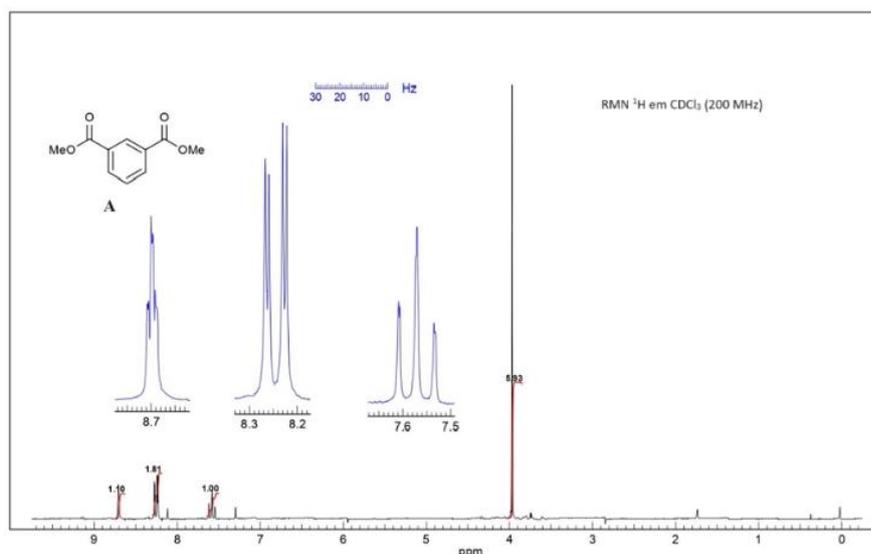
B) 12 g

C) 24 g

D) 30 g

E) 36 g

25. O espectro de RMN  $^1\text{H}$  da substância A é mostrado a seguir. Considerando que a numeração da estrutura segue as regras de nomenclatura da IUPAC e que os acoplamentos homonucleares *orto*, *meta* e *para* são observados, assinale a alternativa correta:



A) O hidrogênio H-2 é o mais protegido da molécula aparecendo como um tripleto de integração 1,00 no espectro de RMN  $^1\text{H}$  com deslocamento químico de 7,58 ppm.

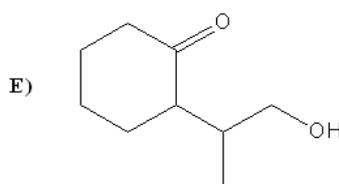
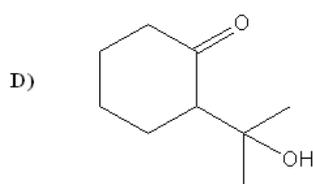
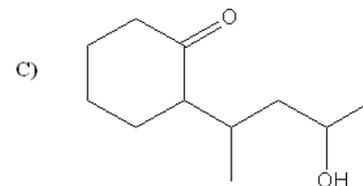
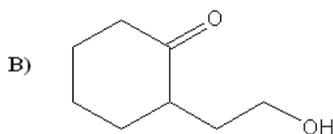
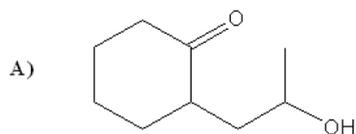
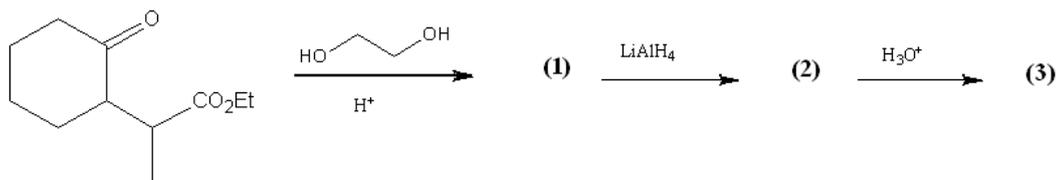
B) O hidrogênio H-5 aparece em 7,58 ppm no espectro como um dubleto de tripleto pois apresenta acoplamentos orto e meta com os hidrogênios H-2, H-4 e H-6.

C) O dubleto de dubleto em 8,25 ppm resulta do acoplamento homonuclear entre os hidrogênios quimicamente equivalentes (H-4 e H-6) com os hidrogênios H-2 e H-5.

D) Os hidrogênios metoxílicos aparecem no espectro como um singleto em aproximadamente 4,0 ppm, enquanto o sinal em 7,3 ppm pode ser atribuído ao  $^2\text{H}$  do solvente utilizado.

E) O hidrogênio mais desprotegido da molécula aparece como um tripleto de dubleto em 8,7 ppm e pode ser atribuído ao hidrogênio meta às duas carbonilas.

26. De acordo com a reação abaixo, podemos afirmar que o produto (3) é:



A) A

B) B

C) C

D) D

E) E

27. Um composto não-ramificado C de fórmula molecular  $C_5H_{12}O$  apresenta resultado negativo no teste de Lucas e pode ser obtido a partir do acetileno numa sequência reacional envolvendo as etapas mostradas I a III na seguinte ordem:

I) Preparação de A: Reação do acetileno com  $NaNH_2$  em amônia, seguido de reação com 1-bromopropano em THF.

II) Preparação de B: Reação de A com hidrogênio gasoso utilizando catalisador de Lindlar.

III) Preparação de C: Reação de B com borano seguido de reação com peróxido de hidrogênio.

A partir dos itens descritos, assinale a alternativa que represente os nomes corretos dos compostos A, B e C, respectivamente.

A) Pent-1-ino, pent-1-eno, pentan-1-ol.

B) Pent-1-ino, pentano, pentan-1-ol.

C) Pent-2-ino, pent-1-eno, pentan-2-ol.

D) Hex-1-ino, hexano, hexan-2-ol.

E) Hex-1-ino, 1-bromohex-2-ino, pentanona.

28. O ciclobutadieno é um composto com  $4n$  elétrons  $p$  e é antiaromático. O benzeno é aromático por ser cíclico, apresentar ligações duplas conjugadas e obedecer a regra de Huckel ( $4n + 2$  elétrons  $p$ ). Polienos monocíclicos com ligações duplas conjugadas, como os anulenos, também podem ser considerados aromáticos, desde que obedeam às características para este tipo de composto. Considerando hidrocarbonetos, íons e compostos heterocíclicos, assinale a alternativa que indique somente espécies aromáticas:

- A) Cátion ciclopentadienila, ciclooctatetraeno, pirrol.
- B) Cátion ciclopentadienila, cicloheptatrieno e furano.
- C) Ânion ciclopentadienila, furano, [18] anuleno.
- D) Ciclooctatetraeno, Cátion ciclopentadienila e piridina.
- E) Naftaleno, ciclopentadieno e ciclooctatetraeno.

29. Qual é a composição percentual de uma mistura de (S)-(+)-2-butanol,  $\alpha = +13.52^\circ$ , e (R)-(-)-2-butanol,  $\alpha = -13.52^\circ$ , com uma rotação específica  $\alpha = +6.76^\circ$ ?

- A) 75% (R) 25% (S)
- B) 25% (R) 75% (S)
- C) 50% (R) 50% (S)
- D) 67% (R) 33% (S)
- E) 33% (R) 67% (S)

30. Levando em consideração os conceitos associados às reações de adição de alcenos, é correto afirmar:

- A) Em uma reação de hidrogenação catalítica que há a formação de dois centros de quiralidade no produto são obtidos dois estereoisômeros.
- B) O intermediário de uma reação de hidrohalogenação apresenta geometria piramidal trigonal.
- C) A reação de halogenação ocorre via um mecanismo syn.
- D) Na obtenção de halodrinhas utilizando  $Br_2$  e  $H_2O$  em alcenos assimétricos é observado que após a formação do intermediário bromônio, a água é adicionada ao carbono menos substituído.
- E) Na oximercuração de alcenos ocorre a formação de subprodutos devido a possíveis rearranjos no intermediário carbocátion.