

CONSTANTES

Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} =$
 $= 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Volume molar de gás ideal = 22,4 L (CNTP)

Carga elementar = $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} =$
 $= 8,31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} =$
 $= 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ ms}^{-2}$

Constante de Rydberg ($R_{\infty} hc$) = $2,18 \times 10^{-18} \text{ J} = 13,6 \text{ eV}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101\,325 \text{ Nm}^{-2} = 760 \text{ Torr}$

1 J = 1 Nm = $1 \text{ kg m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$; 1 pm = $1 \times 10^{-12} \text{ m}$;

1 eV = $1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):
0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições-padrão: 25 °C e 1 atm; concentração das soluções = 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso.

(CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [A] = concentração da espécie química A em mol L^{-1} .

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g . mol ⁻¹)
H	1	1,01
Li	3	6,94
B	5	10,81
C	6	12,01
N	7	14,01
O	8	16,00
F	9	19,00
Na	11	22,99
Mg	12	24,31
Al	13	26,98
P	15	30,97
S	16	32,07
Cl	17	35,45
K	19	39,10
Ca	20	40,08
Cr	24	52,00
Fe	26	55,85
Cu	29	63,55
Zn	30	65,38
Ge	32	72,63
Br	35	79,90
Ag	47	107,90
I	53	126,90
Xe	54	131,30
Ba	56	137,30
Pt	78	195,10
Hg	80	200,60
Pb	82	207,20

Uma alíquota de uma solução aquosa constituída de haletos de sódio foi adicionada a uma solução aquosa de nitrato de prata, com formação de um precipitado. À mistura contendo o precipitado, foi adicionada uma alíquota de solução aquosa diluída de hidróxido de amônio, com dissolução parcial do precipitado. Ao precipitado remanescente, foi adicionada uma alíquota de solução aquosa concentrada de hidróxido de amônio, verificando-se uma nova dissolução parcial do precipitado.

Sabendo que a mistura de haletos é constituída pelo fluoreto, brometo, cloreto e iodeto de sódio, assinale a alternativa **correta** para o(s) haleto(s) de prata presente(s) no precipitado não dissolvido.

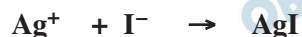
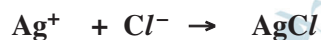
- a) AgBr b) AgCl c) AgF
d) AgI e) AgBr e AgCl

Resolução

O AgF, que contém o íon fluoreto, pequeno e muito pouco polarizável, é muito solúvel em água, porque ele é predominantemente iônico.

A solubilidade em água diminui do AgCl para AgI, portanto, o AgCl é o mais solúvel e o AgI é o menos solúvel.

A mistura de haletos é constituída de NaF, NaCl, NaBr e NaI. Ao adicionar a solução aquosa de AgNO₃, há formação de um precipitado, que é uma mistura de AgCl, AgBr e AgI, de acordo com as equações químicas.



Ao adicionar uma solução aquosa diluída de NH₄OH, vai ocorrer a dissolução do AgCl (mais solúvel), ficando no precipitado AgBr e AgI, de acordo com as equações:



Ao precipitado remanescente (AgBr e AgI), foi adicionada uma solução concentrada de NH₄OH; vai ocorrer a dissolução do AgBr (mais solúvel que o AgI), de acordo com as equações:



Concluimos que o sal presente no precipitado não dissolvido é o AgI.

2 B

Assinale a alternativa **correta** para a substância química que dissolvida em água pura produz uma solução colorida.

- a) CaCl_2 b) CrCl_3 c) NaOH
d) KBr e) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Resolução

A cor de uma solução aquosa depende do cátion, do ânion, da interação entre ambos e da interação entre os íons e as moléculas de água.

As soluções aquosas de CaCl_2 , NaOH , KBr e $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ são incolores.

A solução aquosa de CrCl_3 tem cor verde devido à presença do cátion Cr^{3+} . Os íons dos metais de transição são coloridos.

3 A

Assinale a alternativa **correta** para o líquido puro com a maior pressão de vapor a 25°C .

- a) n-Butano, C_4H_{10} b) n-Octano, C_8H_{18}
c) Propanol, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ d) Glicerol, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$
e) Água, H_2O

Resolução

Os líquidos água, glicerol e propanol apresentam forças intermoleculares mais intensas que o n-butano, portanto, o n-butano é mais volátil que os três líquidos citados (ligação de hidrogênio).

O n-butano é mais volátil que o n-octano, pois a sua cadeia é menor. As forças de dispersão de London são mais fracas no n-butano do que no n-octano. O n-butano tem a maior pressão de vapor. Adicionalmente, a 25°C , o n-butano está no estado gasoso. Admitimos que o n-butano está no estado líquido a 25°C (pressão maior que 1 atm).

4 D

Na temperatura ambiente, hidróxido de potássio sólido reage com o cloreto de amônio sólido, com a liberação de um gás. Assinale a alternativa **correta** para o gás liberado nesta reação.

- a) Cl_2 b) H_2 c) HCl d) NH_3 e) O_2

Resolução

A reação entre o cloreto de amônio (NH_4Cl) e o hidróxido de potássio (KOH) libera um gás (NH_3), de acordo com a equação química:



5 D

Assinale a alternativa **correta** para o par de substâncias cujas soluções aquosas, ao serem misturadas, produz um precipitado amarelo.

- a) $AlCl_3$ e KOH b) $Ba(NO_3)_2$ e Na_2SO_4
c) $Cu(NO_3)_2$ e $NaClO_4$ d) $Pb(C_2H_3O_2)_2$ e KI
e) $AgNO_3$ e NH_4OH

Resolução

O par de substâncias cujas soluções aquosas, ao serem misturadas, produz um precipitado amarelo é $Pb(C_2H_3O_2)_2$ e KI



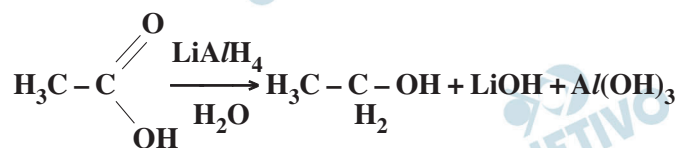
Na alternativa (a), forma-se um precipitado branco de $Al(OH)_3$; na alternativa (b), há produção de precipitado branco de $BaSO_4$; na alternativa (e), forma-se precipitado escuro de $Ag(OH)$ ou Ag_2O e na alternativa (c), não há formação de precipitado.

Um álcool primário, como o etanol, pode ser obtido pela redução de um ácido carboxílico. Assinale a alternativa **correta** para o agente redutor que pode ser utilizado nesta reação.

- a) $K_2Cr_2O_7$ b) K_2CrO_4
c) $LiAlH_4$ d) H_2SO_4 concentrado
e) HNO_3 concentrado

Resolução

Os ácidos carboxílicos podem reduzir-se a álcool primário (etanol) e as cetonas a álcool secundário pelo uso de agentes redutores como o hidreto de lítio e alumínio ($LiAlH_4$).

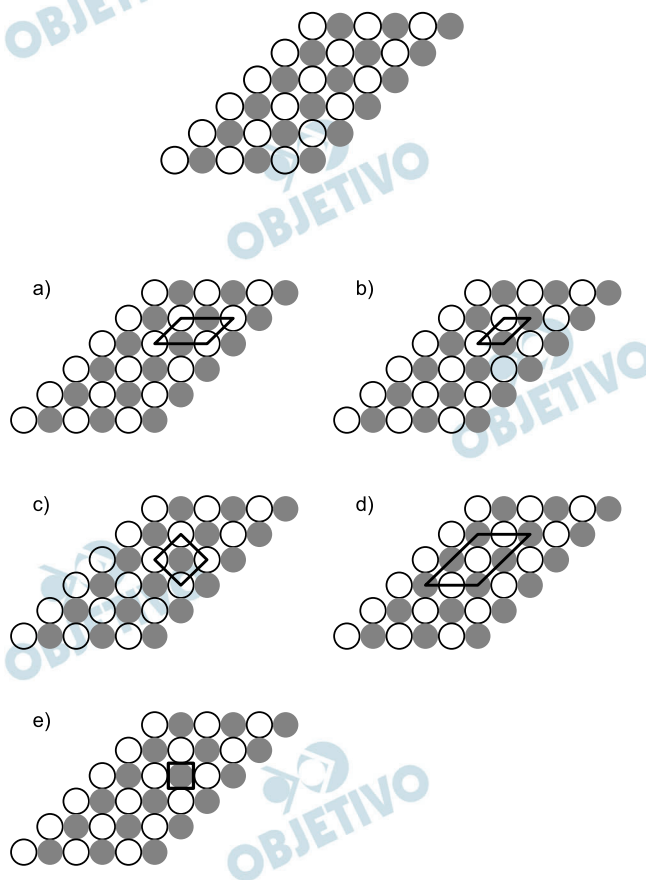


ácido etanoico

etanol

O $K_2Cr_2O_7$, K_2CrO_4 , H_2SO_4 concentrado e HNO_3 concentrado são agentes oxidantes.

Na figura abaixo é apresentada uma disposição bidimensional de bolinhas brancas e cinzas formando um “cristal”. Assinale a opção que apresenta a reprodução **correta** para a célula unitária (caixa em destaque) do “cristal” em questão.



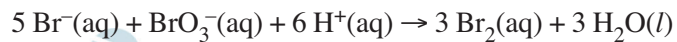
Resolução

Uma célula unitária é uma fração de um cristal; quando as células são colocadas lado a lado, sem rotação ou reflexão, reproduzem o cristal.

A célula unitária do cristal é uma região imaginária, de lados paralelos, a partir da qual o cristal inteiro pode ser construído por deslocamentos puramente translacionais; as células unitárias assim geradas se encaixam perfeitamente, sem excluir qualquer espaço. A célula unitária escolhida é a da alternativa *c*, pois é a menor célula que exhibe maior simetria.

Alguns autores consideram que em um sólido bidimensional, a célula deve ser primitiva, isto é, não apresenta átomo no centro. A resposta seria *a*.

A reação entre os íons brometo e bromato, em meio aquoso e ácido, pode ser representada pela seguinte equação química balanceada:

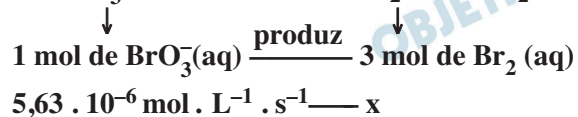
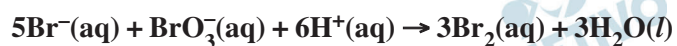


Sabendo que a velocidade de desaparecimento do íon bromato é igual a $5,63 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, assinale a alternativa que apresenta o valor **correto** para a velocidade de aparecimento do bromo, Br_2 , expressa em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

- a) $1,69 \times 10^{-5}$ b) $5,63 \times 10^{-6}$
c) $1,90 \times 10^{-6}$ d) $1,13 \times 10^{-6}$
e) $1,80 \times 10^{-16}$

Resolução

De acordo com a equação dada:



$$x = 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

A velocidade de aparecimento do bromo, Br_2 , é $1,69 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

100 gramas de água líquida foram aquecidos utilizando o calor liberado na combustão completa de 0,25 grama de etanol. Sabendo que a variação da temperatura da água foi de 12,5 °C, assinale a alternativa que apresenta o valor **correto** para a entalpia molar de combustão do etanol. Considere que a capacidade calorífica da água é igual a 4,18 kJ · kg⁻¹ · °C⁻¹ e que a energia liberada na combustão do etanol foi utilizada exclusivamente no aquecimento da água.

- a) - 961 kJ b) - 5,2 kJ c) + 4,2 kJ
d) + 5,2 kJ e) + 961 kJ

Resolução

Cálculo da energia liberada pela combustão de 0,25g de etanol:

$$Q = mc \Delta T \Rightarrow Q = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 4,18 \cdot 12,5 \text{ kJ}$$

$$Q = 5,225 \text{ kJ}$$

Cálculo da energia liberada na queima de um mol de etanol:

Massa molar do etanol (C₂H₆O) =

$$= (2 \cdot 12\text{g} + 6 \cdot 1\text{g} + 16\text{g})\text{mol}^{-1} = 46\text{g mol}^{-1}$$

$$0,25\text{g de C}_2\text{H}_6\text{O} \text{ ————— } 5,225\text{kJ}$$

$$46\text{g de C}_2\text{H}_6\text{O} \text{ ————— } x$$

$$x = \frac{46 \cdot 5,225}{0,25} \text{ (kJ)} = 961,4\text{kJ}$$

Portanto, a entalpia molar de combustão do etanol é $\Delta H = - 961\text{kJ}$

Considere Y a quantidade (em mol) de iodo dissolvido em 100 mL de água, X um solvente praticamente imiscível em água e K (= 120) a constante de partição do iodo entre o solvente X e a água a 25°C. Assinale a alternativa **correta** para o volume do solvente X necessário para extrair 90% do iodo contido inicialmente em 100 mL de água.

- a) 7,5 mL b) 9,0 mL c) 12 mL
d) 100 mL e) 120 mL

Resolução

A constante de partição do iodo entre o solvente X e água pode ser expressa por:

$$K = \frac{\left[\frac{n_{I_2} \text{ (dissolvido em X)}}{V_X} \right]}{\left[\frac{n_{I_2} \text{ (dissolvido em água)}}{V_{H_2O}} \right]}$$

Y é a quantidade em mols de iodo dissolvido em 100 mL de água.

Para extrair 90% desse iodo, teríamos 0,9 Y mol dissolvido no solvente X e sobraria 0,1 Y mol de iodo dissolvido nesses 100 mL de água (0,1 L).

Substituindo, temos:

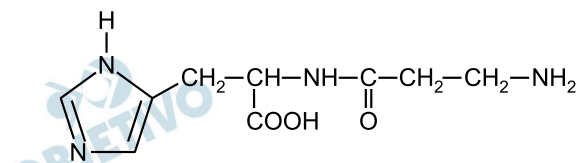
$$120 = \frac{\frac{0,9Y}{V_X}}{\frac{0,1Y}{0,1 \text{ L}}}$$

$$120 = \frac{0,9}{V_X}$$

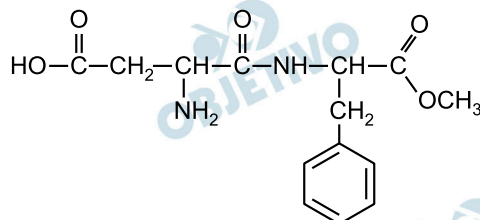
$$V_X = \frac{0,9}{120} \text{ L} = 0,0075 \text{ L}$$

$$V_X = 7,5 \text{ mL}$$

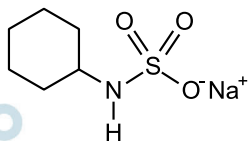
Considere as substâncias I, II e III representadas pelas seguintes fórmulas estruturais:



I. β -alanil L-histidina



II. L-alfa-aspartil-L-fenilalanil metil-éster



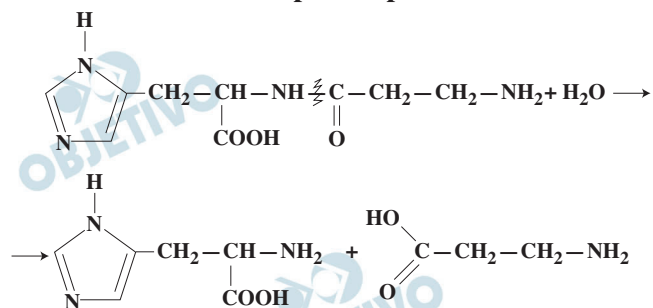
III. ciclohexilsulfamato de sódio

Sob certas condições de umidade, temperatura, pH e/ou presença de determinadas enzimas, estas substâncias são hidrolisadas. Assinale a opção **correta** para o(s) produto(s) formado(s) na reação de hidrólise das respectivas substâncias.

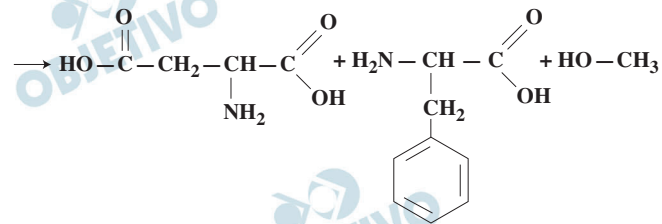
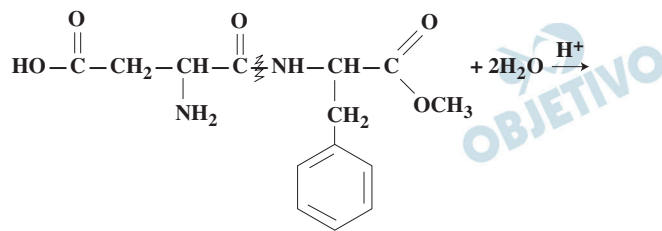
- Somente aminoácido é formado em I.
- Somente aminoácido é formado em II.
- Amina aromática é formada em I e II.
- Amina é formada em I e III.
- Aminoácido é formado em II e III.

Resolução

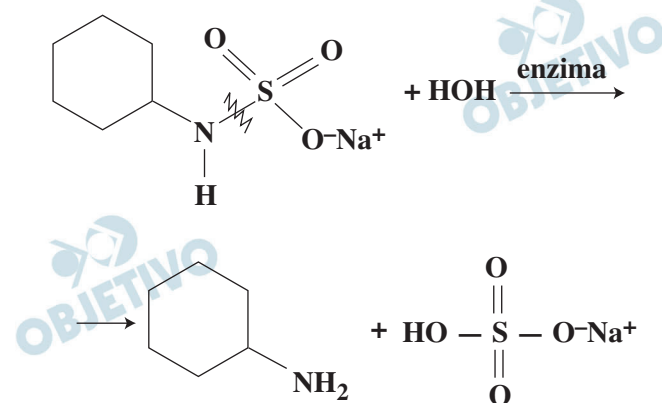
- A hidrólise do composto I produz aminoácido:



- A hidrólise do composto II produz 2 aminoácidos e álcool:



- A hidrólise do composto III produz amina e um sal inorgânico:



Na reação I, forma-se o grupo amino no primeiro aminoácido. Portanto, as alternativas *a* e *d* estariam corretas.

A tabela abaixo apresenta os números de cargas elétricas (Z) e o raio iônico (r) apresentados por alguns cátions metálicos.

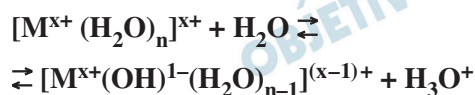
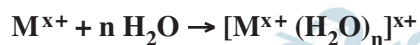
Cátion metálico	Z	r (pm)
Na ⁺	+1	95
Fe ²⁺	+2	76
Mg ²⁺	+2	65
Fe ³⁺	+3	64
Al ³⁺	+3	50

Para as mesmas condições de temperatura e pressão é **correto** afirmar que o pH de soluções aquosas, com concentração 1 mol . L⁻¹ dos nitratos de cada um dos cátions apresentados na tabela, aumenta na sequência:

- Na⁺ < Fe²⁺ < Mg²⁺ ≅ Fe³⁺ < Al³⁺
- Na⁺ < Fe²⁺ < Mg²⁺ < Fe³⁺ < Al³⁺
- Al³⁺ ≅ Fe³⁺ < Mg²⁺ ≅ Fe²⁺ < Na⁺
- Al³⁺ < Fe³⁺ ≅ Mg²⁺ < Fe²⁺ < Na⁺
- Al³⁺ < Fe³⁺ < Mg²⁺ < Fe²⁺ < Na⁺

Resolução

Em soluções aquosas de nitratos de metal, o cátion do metal pode sofrer solvatação, e soltar íons H⁺.



Quanto maior a carga do cátion solvatado do metal, maior a facilidade para produzir íons H⁺ e, portanto, menor o pH da solução.

Quanto maior o raio do cátion solvatado do metal, menor será a distribuição de carga (densidade de carga positiva) no cátion e, portanto, menor a facilidade de formação de íons H⁺ e maior o pH da solução.

A ordem crescente de pH será:



Assinale a opção que apresenta a afirmação correta.

- a) Um paciente com calor de 42°C apresenta-se febril.
- b) A adição de energia térmica à água líquida em ebulição sob pressão ambiente causa um aumento na sua capacidade calorífica.
- c) Na temperatura de -4°C e pressão ambiente, 5 g de água no estado líquido contêm uma quantidade de energia maior do que a de 5 g de água no estado sólido.
- d) A quantidade de energia necessária para aquecer 5 g de água de 20°C até 25°C é igual àquela necessária para aquecer 25 g de água no mesmo intervalo de temperatura e pressão ambiente.
- e) Sob pressão ambiente, a quantidade de energia necessária para aquecer massas iguais de alumínio (calor específico $0,89 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) e de ferro (calor específico $0,45 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$), respectivamente, de um mesmo incremento de temperatura, ΔT , é aproximadamente igual.

Resolução

Alternativa a, falsa. O paciente deve ter uma temperatura de 42°C e não calor de 42°C .

Alternativa b, falsa. Durante a ebulição de uma substância pura, como a água, não há mudança nos valores das propriedades termodinâmicas. A capacidade calorífica da água depende da temperatura, mas na ebulição a temperatura fica constante.

Alternativa c, correta. Comparando a mesma massa nas mesmas condições de temperatura e pressão da mesma substância, a amostra no estado líquido contém uma quantidade de energia maior que a amostra no estado sólido. O material deve absorver energia para passar do estado sólido para o líquido.

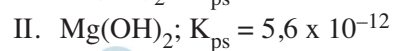
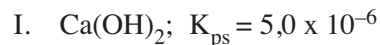
Alternativa d, falsa. A quantidade de energia depende do material, da massa e da variação de temperatura. Como a massa de uma amostra é cinco vezes maior, a quantidade de energia para 25g é cinco vezes maior.

Alternativa e, falsa. A quantidade de energia necessária é dada pela expressão:

$$Q = m c \Delta T \begin{cases} m = \text{massa} \\ c = \text{calor específico} \\ \Delta T = \text{variação de temperatura} \end{cases}$$

Assim, para massas iguais terem a mesma variação de temperatura, a espécie que tem o maior calor específico deverá receber mais energia, ou seja, a energia fornecida ao alumínio deverá ser maior.

Considere o produto de solubilidade (K_{ps}), a 25°C , das substâncias I, II e III :

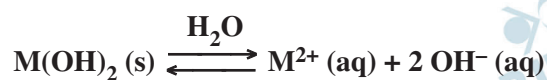


Assinale a opção que contém a ordem **correta** da condutividade elétrica, à temperatura de 25°C , de soluções aquosas não saturadas, de mesma concentração, dessas substâncias.

- a) I < II < III b) I = II = III c) II < I < III
d) III < I < II e) III < II < I

Resolução

Para substâncias do tipo $\text{M}(\text{OH})_2$ a dissociação em água ocorre de acordo com a equação:



Neste caso, para cada 1 mol da substância que se dissocia, formaram-se 3 mol de íon.

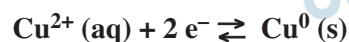
Como as três soluções apresentam a mesma concentração e não estão saturadas, a quantidade de íons presentes nas três será igual e, portanto, a condutividade elétrica será a mesma.

É **errado** afirmar que, à temperatura de 25°C, o potencial de um eletrodo de cobre construído pela imersão de uma placa de cobre em solução aquosa 1 mol . L⁻¹ de cloreto de cobre

- a) diminui se amônia é acrescentada à solução eletrolítica.
- b) diminui se a concentração do cloreto de cobre na solução eletrolítica for diminuída.
- c) duplica se a área da placa de cobre imersa na solução eletrolítica for duplicada.
- d) permanece inalterado se nitrato de potássio for adicionado à solução eletrolítica tal que sua concentração nesta solução seja 1 mmol . L⁻¹.
- e) aumenta se a concentração de íons de cobre for aumentada na solução eletrolítica.

Resolução

O potencial eletroquímico do sistema solução de íon cobre / eletrodo de cobre varia de acordo com a Equação de Nernst:



$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q, \text{ em que } Q = \frac{1}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

Logo, pode-se representar tal equação da seguinte forma:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln [\text{Cu}^{2+}]$$

- a) **Correta.** A adição de amônia aumenta o pH do meio, favorecendo a precipitação dos íons Cu²⁺ e diminuindo o potencial do eletrodo:
 $\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{OH}^{-} (\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 (\text{s})$
- b) **Correta.** O potencial é diretamente proporcional à concentração dos íons Cu²⁺.
- c) **Errada.** A área da placa não influencia o potencial do eletrodo.
- d) **Correta.** Uma solução de KNO₃ não altera a concentração dos íons Cu²⁺.
- e) **Correta.** O aumento da concentração dos íons Cu²⁺ aumenta o potencial do eletrodo.

16 D

Uma solução líquida constituída por dois componentes A e B e apresentando comportamento ideal, conforme Lei de Raoult, está em equilíbrio com seu vapor. Utilizando a notação:

x_A e x_B para as respectivas frações em mol das substâncias A e B na solução líquida,

p_A e p_B para as respectivas pressões de vapor de A e B no vapor em equilíbrio com a solução líquida, e

p_A^0 e p_B^0 para as respectivas pressões de vapor de A puro e B puro numa mesma temperatura,

assinale a opção que apresenta a relação **correta** para a pressão de vapor de A (p_A) em equilíbrio com a solução líquida.

a) $p_A = p_A^0 \cdot (1 - x_A)$ b) $p_A = p_B^0 \cdot (1 - x_B)$

c) $p_A = p_B^0 \cdot x_A$ d) $p_A = p_A^0 \cdot x_A$

e) $p_A = p_B^0 \cdot x_B$

Resolução

Pela Lei de Raoult, a pressão de vapor do constituinte A em equilíbrio com a solução líquida é dada pela expressão:

$$p_A = p_A^0 \cdot x_A$$

17 E

Assinale a opção **correta** para a propriedade físico-química cujo valor diminui com o aumento de forças intermoleculares.

- a) Tensão superficial
- b) Viscosidade
- c) Temperatura de ebulição
- d) Temperatura de solidificação
- e) Pressão de vapor

Resolução

A propriedade físico-química cujo valor diminui com o aumento de forças intermoleculares é a *pressão de vapor*.

Quanto maiores as forças intermoleculares de um líquido, mais difícil ocorrerá a vaporização (líquido pouco volátil).

Exemplo, o álcool etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) é menos volátil que o éter dimetílico (CH_3OCH_3), pois as interações intermoleculares são mais fortes e, portanto, a pressão de vapor será menor.

As demais propriedades citadas têm valores que crescem com o aumento das forças intermoleculares.

Um átomo A com n elétrons, após $(n - 1)$ sucessivas ionizações, foi novamente ionizado de acordo com a equação $A^{(n-1)+} \rightarrow A^{n+} + 1e^-$. Sabendo o valor experimental da energia de ionização deste processo, pode-se conhecer o átomo A utilizando o modelo proposto por

- a) E. Rutherford. b) J. Dalton. c) J. Thomson.
d) N. Bohr. e) R. Mulliken.

Resolução

O modelo de Bohr permite o cálculo da energia envolvida nas transições eletrônicas, e o da energia de ionização, as quais são específicas para cada elemento. Vale ressaltar que, neste caso, foi representada a última energia de ionização, na qual não há repulsão intereletrônica.

19 ➡ Sem alternativa

Os átomos A e B do segundo período da tabela periódica têm configurações eletrônicas da camada de valência representadas por $ns^2 np^3$ e $ns^2 np^5$, respectivamente. Com base nessas informações, são feitas as seguintes afirmações para as espécies gasosas no estado fundamental:

- I. O átomo A deve ter maior energia de ionização que o átomo B.
- II. A distância da ligação entre os átomos na molécula A_2 deve ser menor do que aquela na molécula B_2 .
- III. A energia de ionização do elétron no orbital 1 s do átomo A deve ser maior do que aquela do elétron no orbital 1 s do átomo de hidrogênio.
- IV. A energia de ligação dos átomos na molécula B_2 deve ser menor do que aquela dos átomos na molécula de hidrogênio (H_2).

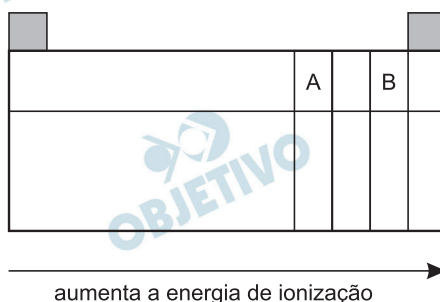
Das afirmações acima está(ão) **correta(s)** apenas

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

Resolução

I) *Falsa.*

Observe o esquema:



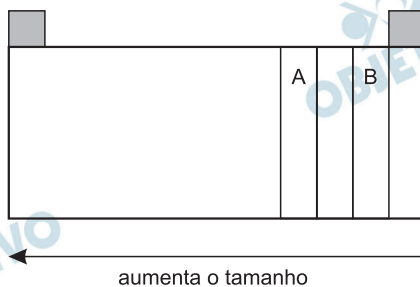
Para elementos localizados em um mesmo período da tabela periódica, aquele que possui maior número atômico terá maior energia de ionização. Assim, B possui maior energia de ionização do que A.

II) *Verdadeira.*

Se levarmos em consideração o tipo de ligação química, a molécula de A_2 apresenta ligação tripla e a de B_2 apresenta ligação simples. Neste caso, A_2 teria distância de ligação menor que B_2 . O livro *Princípios de Química*, de P. Atkins, p. 209, traz os valores de comprimento de ligação: $N_2 = 110$ pm e $F_2 = 142$ pm.

Observação: Com base apenas nas informações fornecidas no enunciado, podemos concluir que o átomo A é maior que o átomo B.

Observe o esquema:



Assim, sem considerar o tipo de ligação química, a distância de ligação na molécula A_2 seria maior do que na B_2 . Provavelmente, o gabarito oficial dará como resposta a alternativa *d*.

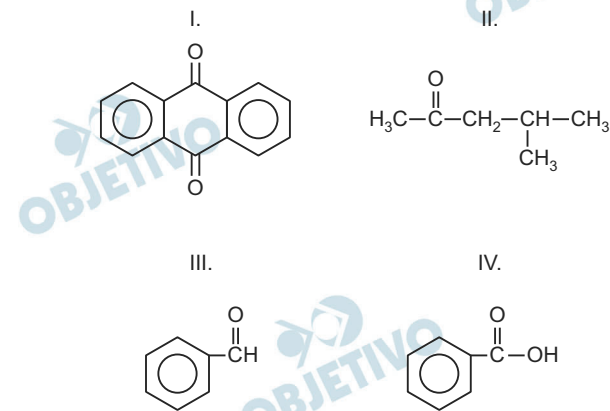
III. Verdadeira.

O átomo A possui maior carga nuclear em relação ao átomo de H. Desta forma, é mais difícil arrancar o elétron do orbital 1s do átomo A, resultando em uma maior energia de ionização.

IV. Verdadeira.

O átomo de H é bem menor que o átomo de F. Assim, romper a ligação H — H é mais difícil que a ligação F — F, resultando em uma maior energia de ligação para a molécula de H_2 . O livro supracitado, p. 207, traz os valores de energia de ligação: $H_2 = 424 \text{ kJ/mol}$ e $F_2 = 146 \text{ kJ/mol}$.

Considere as seguintes substâncias:

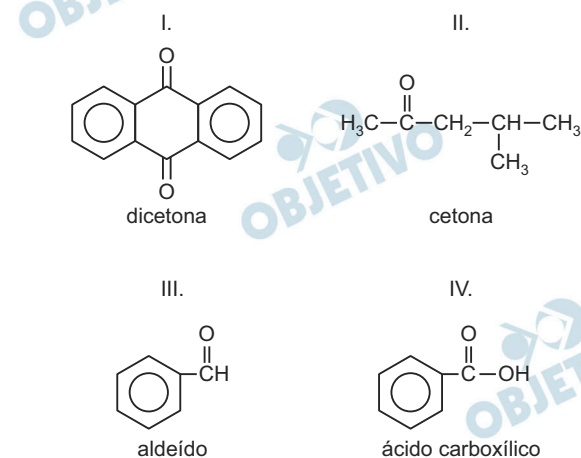


Dessas substâncias, é (são) classificada(s) como cetona(s) apenas

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

Resolução

Cetonas são compostos orgânicos que apresentam o grupo $\left(\begin{array}{c} - \text{C} - \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \right)$ entre átomos de carbono.



Portanto, são classificados como cetonas os compostos (I) e II.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL, COM APRESENTAÇÃO DO VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO.

21

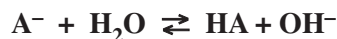
A reação química de um ácido fraco (com um hidrogênio dissociável) com uma base forte produziu um sal. Uma solução aquosa $0,050 \text{ mol.L}^{-1}$ desse sal puro é mantida à temperatura constante de 25°C . Admitindo-se que a constante de hidrólise do sal é $K_{h, 25^\circ\text{C}} = 5,0 \times 10^{-10}$, determine o valor numérico da concentração, em mol.L^{-1} , do íon hidróxido nessa solução aquosa.

Resolução

Vamos admitir um ácido fraco (HA) e uma base forte (BOH) produzindo o sal BA:



Em uma solução aquosa do sal BA ocorre a hidrólise alcalina do íon A^- segundo a equação:



Vamos construir a tabela:

	$\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$			
início	0,050 mol/L		0	0
reage e forma	x		x	x
equilíbrio	$(0,050 - x) \text{ mol/L}$		x	x

vamos desprezar x

$$K_h = \frac{[\text{HA}] [\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$$

$$5,0 \cdot 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{0,050}$$

$$x^2 = 25 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

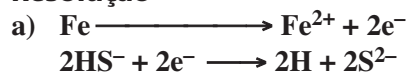
A concentração dos íons OH^- na solução será $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$.

Nas condições ambientais, uma placa de ferro metálico puro é mergulhada numa solução aquosa, com pH 9 e isenta de oxigênio, preparada pelo borbulhamento de sulfeto de hidrogênio gasoso em solução alcalina. Nesta solução, o ferro é oxidado (corroído) pelo íon hidrogenossulfeto com formação de uma camada sólida aderente e protetora sobre a superfície desse material metálico. A adição de cianeto de potássio à solução aquosa em contato com o substrato metálico protegido desestabiliza sua proteção promovendo a dissolução da camada protetora formada.

Com base nessas informações, escreva as equações químicas balanceadas das reações que representam:

- a corrosão eletroquímica do ferro pelo íon hidrogenossulfeto, produzindo hidrogênio atômico.
- a dissolução da camada passiva sobre o ferro pelo íon cianeto.

Resolução



excesso
que fica em
solução

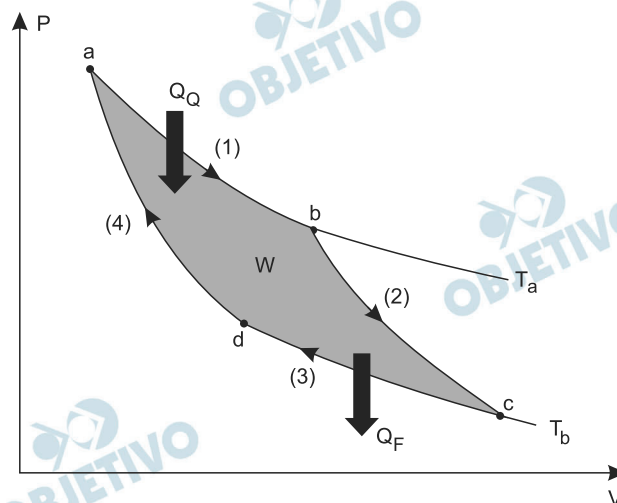


23

Em um gráfico de pressão *versus* volume, represente o diagrama do ciclo idealizado por Carnot (máquina térmica) para uma transformação cíclica, ininterrupta, e sem perdas de calor e de trabalho, e vice-versa. Identifique e denomine as quatro etapas dessa transformação cíclica.

Resolução

O Ciclo de Carnot é composto por duas transformações isotérmicas e duas transformações adiabáticas.



Etapas (1) e (3): isotérmicas.

Etapas (2) e (4): adiabáticas.

Q_Q : calor trocado com a fonte quente.

Q_F : calor trocado com a fonte fria.

W: trabalho

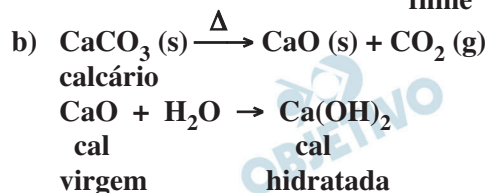
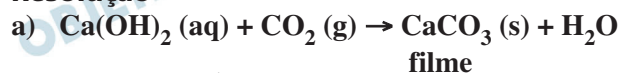
24

Por exposição à atmosfera ambiente, o hidróxido de cálcio hidratado (cal hidratada) produz um filme que é utilizado na proteção de superfícies de alvenaria em um processo denominado “caiação”. Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) da(s) reação(ões) que representa(m), respectivamente,:

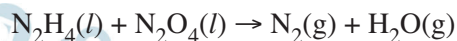
a) a formação do filme acima citado, e

b) o processo de produção industrial da cal hidratada.

Resolução



A hidrazina (N_2H_4) e o tetróxido de dinitrogênio (N_2O_4) são utilizados na propulsão líquida de foguete. A equação química não-balanceada que representa a reação global entre esses dois reagentes químicos é

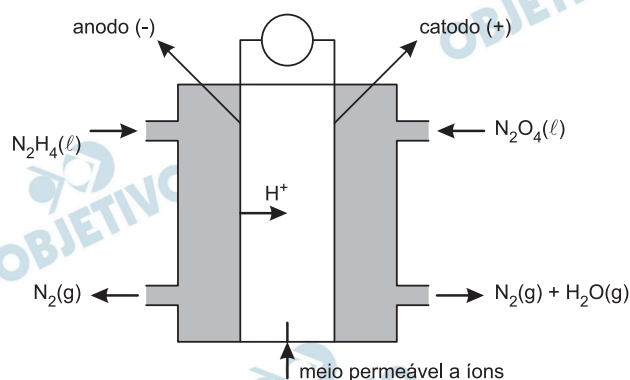


Analisando esta reação do ponto de vista eletroquímico:

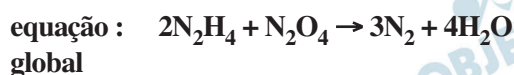
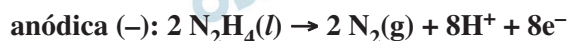
- esquematize um dispositivo eletroquímico (célula de combustível) no qual é possível realizar a reação química representada pela equação do enunciado.
- escreva as equações químicas balanceadas das semirreações anódica e catódica que ocorrem no dispositivo eletroquímico.

Resolução

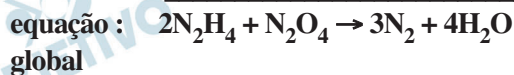
- Um dispositivo eletroquímico possível para a reação dada é:



- Em meio ácido, as semirreações são:



Em meio básico, temos:



Ocorre migração dos íons OH^- do cátodo para o ânodo no meio eletrolítico, e água (g) sai pelo compartimento anódico.

26

Nas condições ambientes, qual dos cloretos é mais solúvel em etanol puro: cloreto de sódio ou cloreto de lítio? Justifique.

Resolução

A solubilidade de um composto iônico em um solvente depende dos valores de duas energias:

a) *Energia reticular*: energia absorvida para separar os íons. É tanto maior quanto maior a carga e menor o raio do íon.

b) *Energia de solvatação*: energia liberada na união do íon com a molécula do solvente. Quanto menor o raio e maior a carga do íon, maior a energia de solvatação.

O raio do Li^+ é menor que o do Na^+ . As interações entre o cátion Li^+ e as moléculas polares do etanol são mais intensas que as do Na^+ com as moléculas do etanol. A energia de solvatação no caso do LiCl é maior. Portanto, o cloreto de lítio é mais solúvel em etanol do que o cloreto de sódio.

27

Nas condições ambientes, 0,500 g de um resíduo sólido foi dissolvido completamente em aproximadamente 13 mL de uma mistura dos ácidos nítrico e fluorídrico (HNO_3 ; $\text{HF} = 10 : 3$). A solução aquosa ácida obtida foi quantitativamente transferida para um balão volumétrico com capacidade de 250 mL e o volume do balão completado com água desmineralizada. A análise quantitativa dos íons de ferro na solução do balão revelou que a quantidade de ferro nesta solução era igual a $40,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Respeitando o número de algarismos significativos, determine a quantidade de ferro (em % em massa) presente no resíduo sólido. Mostre o raciocínio e os cálculos realizados para chegar à sua resposta.

Resolução

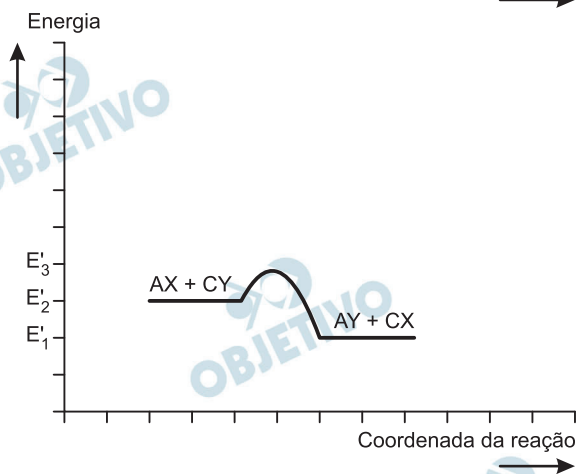
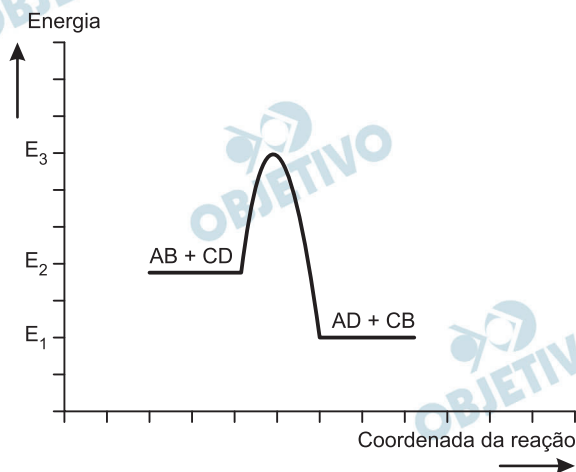
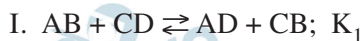
Cálculo da massa de íons de ferro existentes em 250 mL da solução obtida:

$$\begin{array}{l} 40,0 \text{ mg} \text{ ————— } 1 \text{ L} \\ x \text{ ————— } 0,250 \text{ L} \\ x = 10,0 \text{ mg de íons de ferro (0,0100 g)} \end{array}$$

Porcentagem em massa de ferro no resíduo sólido:

$$\begin{array}{l} 0,500 \text{ g} \text{ ————— } 100 \% \\ 0,0100 \text{ g} \text{ ————— } y \\ y = 2,00 \% \text{ de ferro} \end{array}$$

Os diagramas seguintes, traçados numa mesma escala, referem-se, respectivamente, aos equilíbrios, em fase gasosa e numa mesma temperatura, representados pelas seguintes equações químicas:



Comparando as informações apresentadas nos dois diagramas, pedem-se:

- a) Qual das constantes de equilíbrio, K_1 ou K_2 terá valor maior? Justifique sua resposta.

Dado eventualmente necessário: A relação entre a variação da Energia Livre de Gibbs padrão (ΔG^0) e a constante de equilíbrio (K) de uma reação é dada por $\Delta G^0 = -RT \cdot \ln K$.

- b) Para as seguintes misturas numa mesma temperatura:

Mistura 1	
$[AB]_{\text{inicial}} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[AD]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$
$[CD]_{\text{inicial}} = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[CB]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$
Mistura 2	
$[AX]_{\text{inicial}} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[CY]_{\text{inicial}} = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
$[AY]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$	$[CX]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$

Qual das reações químicas, expressa pela equação I ou II, atinge o equilíbrio mais rapidamente? Justifique sua resposta.

Resolução

- a) As duas reações ocorrem à mesma temperatura e apresentam o mesmo valor de ΔS , mesma quantidade em mol de gás nos reagentes e produtos.

Para cada reação, a expressão do ΔG é dada por:

$$\Delta G_I = \Delta H_I - T \cdot \Delta S$$

$$\Delta G_{II} = \Delta H_{II} - T \cdot \Delta S$$

Pelo diagrama, $|\Delta H_I| > |\Delta H_{II}|$ e $\Delta H_{II} < 0$ e $\Delta H_I < 0$, logo $|\Delta G_I| > |\Delta G_{II}|$ e $\Delta G_I < 0$ e $\Delta G_{II} < 0$.

Utilizando a expressão dada:

$$\Delta G_I = -RT \cdot \ln K_1 \text{ e } \Delta G_{II} = -RT \cdot \ln K_2$$

$$K_1 = e^{-\frac{\Delta G_I}{RT}} \text{ e } K_2 = e^{-\frac{\Delta G_{II}}{RT}}$$

$$\text{Como } -\frac{\Delta G_I}{RT} > -\frac{\Delta G_{II}}{RT}, \text{ logo } K_1 > K_2$$

- b) A energia de ativação da reação I é maior que a energia de ativação da reação II, portanto, a reação II atingirá o equilíbrio em menor tempo.

29

Sabendo que a energia de ionização do processo descrito na Questão 18 é igual a 122,4 eV, determine qual é o átomo A utilizando equações e cálculos pertinentes.

Resolução

A energia do elétron em cada nível de energia proveniente do modelo atômico de Bohr é dada pela expressão a seguir para uma espécie hidrogenóide

$$E = -Rhc \frac{Z^2}{n^2}$$

A diferença de energia entre dois níveis é dada pela equação:

$$\Delta E = Rhc \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) Z^2$$

Como se trata de uma ionização do elétron do nível mais interno ($n_1 = 1$) para o nível n_2 tendendo ao infinito ($n_2 \rightarrow \infty$), temos

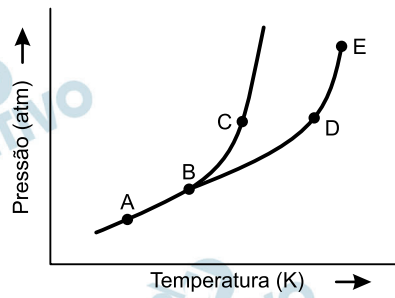
$$122,4 \text{ eV} = 13,6 \text{ eV} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) Z^2$$

$$Z^2 = 9$$

$$Z = 3$$

Corresponde ao elemento químico *lítio*.

Considere o diagrama de fase hipotético representado esquematicamente na figura a seguir:



O que representam os pontos A, B, C, D e E?

Resolução

Ponto A: corresponde ao equilíbrio físico entre as fases sólida e de vapor.

Ponto B: corresponde ao ponto triplo, em que estão em equilíbrio as três fases (sólida, líquida e vapor).

Ponto C: corresponde ao equilíbrio físico entre as fases sólida e líquida.

Ponto D: corresponde ao equilíbrio físico entre as fases líquida e vapor.

Ponto E: corresponde ao ponto crítico (é a temperatura e a pressão acima das quais desaparece a distinção entre gás e líquido).


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO


OBJETIVO