Estratégia Militares

Prova Resolvida

ITA 2021 – 1ª Fase

Autor:
Prof. Thiago Cardoso

Sumário

Prova ITA 2021 – 1ª Fase 3

Olá, Alunos, sejam bem vindos, aqui é o Professor Thiago Cardoso. Estou aqui para comentar a prova do ITA 2021 – 1ªFase.

Essa certamente foi a prova mais difícil que o ITA cobrou nos últimos 20 anos. Foram questões muito profundas, tanto do ponto de vista teórico, como a questão 69, como do ponto de vista de contas, como a questão 57. É até difícil eleger quais as questões mais difíceis. Foi um certamente de altíssimo nível, que certamente puxará para baixo as notas médias da disciplina.

Então, vamos juntos? Preparados para esse desafio?

Prova ITA 2021 – 1ª Fase

Constantes

Constante de Avogadro (N_A)	=	$6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9{,}65 \times 10^{4}\ C \cdot mol^{-1} = 9{,}65 \times 10^{4}\ A \cdot s \cdot mol^{-1} = 9{,}65 \times 10^{4}\ J \cdot V^{-1} \cdot mol^{-1}$
Carga elementar	=	$1{,}60 \times 10^{-19}\ C$
Constante dos gases (R)	=	$8{,}21 \times 10^{-2}\ atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} = 8{,}31\ J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} = 1{,}98\ cal \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
Constante de Planck (h)	=	$6{,}63 \times 10^{-34}\ J \cdot s$
Velocidade da luz no vácuo	=	$3{,}0 \times 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$
Número de Euler (e)	=	2,72

Definições

Pressão: 1 atm = 760 mmHg = $1{,}01325 \times 10^{5}\ N \cdot m^{-2}$ = 1,01325 bar

Energia: 1 J = 1 N·m = $1\ kg \cdot m^{2} \cdot s^{-2}$ = $6{,}24 \times 10^{18}$ eV

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0 °C e 1 atm

Condições ambientes: 25 °C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; concentração das soluções = $1\ mol \cdot L^{-1}$ (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. (conc) = concentrado. (ua) = unidades arbitrárias.

u.m.a. = unidade de massa atômica. [X] = concentração da espécie química X em $mol \cdot L^{-1}$

ln X = 2,3 log X

EPH = eletrodo padrão de hidrogênio

Massas Molares

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($g \cdot mol^{-1}$)
H	1	1,01
C	6	12,01
N	7	14,01
O	8	16,00
F	9	19,00
Na	11	22,99
Al	13	26,98
S	16	32,06
Cl	17	35,45
Ar	18	39,95

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($g \cdot mol^{-1}$)
K	19	39,10
Ca	20	40,08
Cr	24	52,00
Mn	25	54,94
Fe	26	55,85
Ga	31	69,72
Br	35	79,90
Xe	54	131,29
Ce	58	140,12
Pb	82	207,19

56. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considerando substâncias comparadas nas mesmas condições de pressão e temperatura, assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre interações intermoleculares na fase líquida.

a) Cis-1,2-dicloroeteno tem maior tensão superficial que trans-1,2-dicloroeteno.
b) Benzeno tem maior tensão superficial que hexano.
c) Propanona tem maior viscosidade que o butano.
d) Tiofenol tem mais viscosidade que fenol.
e) A capilaridade da água em um tubo de vidro é maior que a do etanol.

Comentários

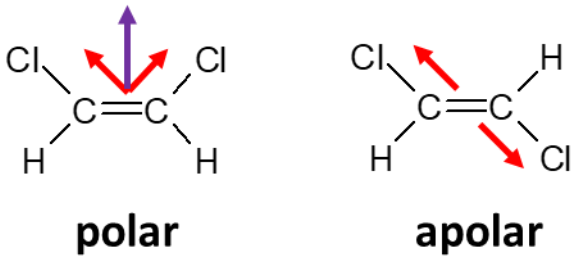
Questão muito interessante sobre o efeito das forças intermoleculares sobre as propriedades físicas de uma substância.

A tensão superficial é resultante das forças intermoleculares formadas na superfície de um líquido. Quanto maiores essas forças, maior será a dificuldade de afastar as moléculas da superfície, e, portanto, maior a tensão superficial.

A viscosidade é a resistência de um líquido a ser derramado, pode ser entendida como o coeficiente de atrito do líquido com as paredes do recipiente. Ela também decorre das forças intermoleculares. Quanto maiores as forças intermoleculares, mais as moléculas tendem a se agarrar umas às outras, aumentando o atrito. Portanto, maior será a viscosidade.

A capilaridade é a tendência de um líquido a subir pelas paredes de um recipiente muito fino. Ela decorre também das forças intermoleculares, pois é uma consequência da tensão superficial.

a) O isômero cis é mais polar que o isômero trans, porque os dois vetores se equilibram.



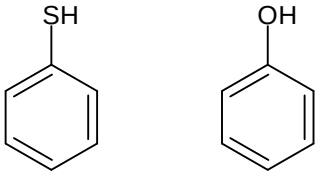
polar **apolar**

Portanto, o isômero cis tem maior tensão superficial que o isômero trans. Afirmação correta.

b) O benzeno é formado por ligações simples e duplas conjugadas, enquanto o hexano é formado somente por ligações simples. O carbono sp^2 é mais eletronegativo que o carbono sp^3, porque tem maior caráter **s** nos seus orbitais. Dessa forma, o benzeno terá maiores forças intermoleculares que o hexano, resultando em maior tensão superficial. Afirmação correta.

c) A propanona é polar, enquanto o butano é apolar. Dessa forma, as forças intermoleculares na propanona são bem mais intensas. Logo, ela é mais viscosa. Afirmação correta.

d) O tiofenol não tem hidrogênio ligado a FON, portanto, não forma ligações de hidrogênio entre suas moléculas. Já o fenol forma ligações de hidrogênio.



Dessa forma, como as forças intermoleculares do fenol são mais intensas, é de se esperar que ele seja mais viscoso. Afirmação incorreta.

e) Como a água forma mais ligações de hidrogênio que o etanol, a água terá maior capilaridade. Afirmação incorreta.

Gabarito: D

---

57. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Sejam dadas as reações no equilíbrio envolvidas nos processos de carga e descarga de uma bateria chumbo-ácido e seus respectivos potenciais padrão de eletrodo *versus* EPH (E°) ou constantes de dissociação ácidas (K_a), todos a 25 °C.

Semirreações principais:	E° (V)
i. $PbSO_4(s) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$	−0,36
ii. $PbSO_4(s) + H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s) + HSO_4^-(aq)$	−0,30
iii. $PbO_2(s) + HSO_4^-(aq) + 3H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s) + 2H_2O(\ell)$	1,63
iv. $PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s) + 2H_2O(\ell)$	1,69
Semirreações secundárias:	
v. $2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	0,00
vi. $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(\ell)$	1,23
Reações de equilíbrio ácido-base:	K_a
vii. $H_2SO_4(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$	grande
viii. $HSO_4^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$	1×10^{-2}

Sabe-se que a bateria converte Pb e PhO_2 em $PbSO_4$ na descarga e que, em condições normais, o pH da solução eletrolítica é menor que 1.

A respeito dessa bateria, foram feitas as seguintes afirmações:

I. Em condições normais, durante a descarga, a semirreação principal que ocorre no ânodo é a **i** e, no cátodo, é a **iv**.

II. Em condições normais, o potencial da bateria no equilíbrio podo ser representado por $E = 1{,}93 – 0{,}06pH + 0{,}06\log[HSO_4^-]$.

III. Em condições padrão, a eletrólise da água sempre acontece.

IV. Em pH ~ 2, os potenciais das semirreações secundárias igualam-se aos potenciais das semirreações principais do ânodo e do cátodo, respectivamente, portanto a eletrólise da água não ocorre quando o eletrólito tem pH > 2.

Considerando apenas argumentos baseados no equilíbrio termodinâmico a 25 °C, estão ERRADA(S) apenas a(s) afirmação(ões):

a) ( ) I.

b) ( ) I e IV.

c) ( ) II.

d) ( ) II e III.

e) III e IV.

Comentários

Essa questão foi uma das mais difíceis da prova, por envolver uma grande quantidade de análises e por exigir muita organização e paciência do aluno para resolver corretamente o exercício. As questões difíceis de eletroquímica têm se mostrado uma tendência nos últimos vestibulares do ITA.

Para resolver essa questão, vamos analisar todas as afirmativas do enunciado.

I – Numa bateria em condições normais, as semirreações acontecem no sentido de promover a maior força eletromotriz produzida pela célula. Neste exercício, a bateria é construída a partir de um equilíbrio químico de várias espécies, resultando numa disputa entre as diversas semirreações apresentadas, tanto no cátodo quanto no ânodo.

Vale observar que, nas condições normais, a célula opera em pH menor que 1. Dessa forma, podemos olhar para a segunda constante de ionização do H_2SO_4 e ver:

$$HSO_4^-(aq) \leftrightarrows SO_4^{2-}(aq) + H^+(aq) \quad K_{a2} = \frac{[SO_4^{2-}][H^+]}{[HSO_4^-]}$$

Vamos trabalhar o K_{a2}.

$$K_{a2} = \frac{[SO_4^{2-}][H^+]}{[HSO_4^-]} \therefore \frac{[SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = \frac{K_{a2}}{[H^+]}$$

Como o pH < 1, temos que $[H^+] > 10^{-1}$ mol/L. Então, podemos escrever:

$$K_{a2} = \frac{[SO_4^{2-}][H^+]}{[HSO_4^-]} \therefore [SO_4^{2-}][H^+] = K_{a2}.[HSO_4^-]$$

Agora, vamos escrever os potenciais das reações III e IV.

$$PbO_2(s) + HSO_4^-(aq) + 3\,H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s) + 2H_2O(l) \quad E_{III}^0 = 1{,}63\,V$$

$$PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s) + 2H_2O(l) \quad E_{IV}^0 = 1{,}63\,V$$

Vamos utilizar a Equação de Nernst em ambas as reações.

$$E_{III} = E_{III}^0 - \frac{0{,}06}{2} \cdot \log\left(\frac{1}{[HSO_4^-].[H^+]^3}\right)$$

$$E_{IV} = E_{IV}^0 - \frac{0{,}06}{2} \cdot \log\left(\frac{1}{[SO_4^{2-}].[H^+]^4}\right)$$

Vamos trabalhar o potencial da reação IV.

$$E_{IV} = E_{IV}^{0} - \frac{0{,}06}{2} \cdot \log\left(\frac{1}{[SO_4^{2-}].[H^+]^4}\right)$$

Podemos utilizar a relação obtida a partir do K_{a2}.

$$E_{IV} = E_{IV}^{0} - \frac{0{,}06}{2} \cdot \log\left(\frac{1}{Ka_2.[HSO_4^-][H^+]^3}\right)$$

$$E_{IV} = 1{,}69 + \frac{0{,}06}{2} \cdot \{\log Ka_2 + \log[HSO_4^-] - pH\}$$

$$E_{IV} = 1{,}69 + \frac{0{,}06}{2} \cdot \{-2 + \log[HSO_4^-] - pH\}$$

$$E_{IV} = 1{,}69 - 0{,}06 + 0{,}03.\log[HSO_4^-] - 0{,}03.pH$$

$$\boxed{E_{IV} = 1{,}63 + 0{,}03.\log[HSO_4^-] - 0{,}03.pH}$$

Agora, vamos trabalhar a equação III.

$$E_{III} = E_{III}^{0} - \frac{0{,}06}{2} \cdot \log\left(\frac{1}{[HSO_4^-].[H^+]^3}\right)$$

$$E_{III} = 1{,}63 + \frac{0{,}06}{2} \cdot \{\log[HSO_4^-] - 3.pH]\}$$

$$\boxed{E_{III} = 1{,}63 + 0{,}03.\log[HSO_4^-] - 0{,}03.pH}$$

Portanto, as duas reações têm o mesmo potencial em qualquer faixa de pH. Isso é bastante coerente com a constante de ionização. Agora, basta notar a relação:

$$\frac{[SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = \frac{K_{a2}}{[H^+]} < \frac{10^{-2}}{10^{-1}} = 10^{-1} \therefore [SO_4^{2-}] < 0{,}1.[HSO_4^-]$$

Dessa forma, a concentração de íons sulfato é menos de 10% a concentração dos íons bissulfato. Portanto, os íons bissulfato são a espécie química predominante no meio reacional. Portanto, a reação III é predominante sobre a reação IV no cátodo. Afirmação incorreta.

Pelo mesmo raciocínio, podemos concluir que a reação II é predominante no ânodo.

II – Vamos escrever a reação global com base nas reações II e III.

Ânodo	$Pb\,(s) + HSO_4^-(aq) \leftrightarrows PbSO_4(s) + H^+(aq) + 2e^-$	$E_{II}^{0} = +0{,}30$
Cátodo	$PbO_2(s) + HSO_4^-(aq) + 3H^+(aq) + 2e^- \leftrightarrows PbSO_4(s) + 2\,H_2O\,(l)$	$E_{III}^{0} = +1{,}63$

Global	$Pb\ (s) + PbO_2(s) + 2\ HSO_4^-(aq) + 2H^+ \leftrightarrows\ 2PbSO_4(s) + 2H_2O\ (l)$	$E^0 = 1{,}93$

O coeficiente de ação de massas para essa reação global é:

$$Q = \frac{1}{[H^+]^2[HSO_4^-]^2}$$

Utilizando a equação de Nernst em condições normais, temos:

$$E = E^0 - \frac{0{,}059}{n}.\log Q$$

Como são 2 elétrons envolvidos na reação de oxirredução, temos n = 2.

$$E = \ 1{,}93 - \frac{0{,}06}{2} \cdot \log\left[\frac{1}{[H^+]^2[HSO_4^-]^2}\right]$$

Usando as propriedades do logaritmo, temos que dividir o logaritmo por 2 é equivalente a extrair a raiz quadrada.

$$E = 1{,}93 + 0{,}06.\log\left(\frac{1}{[H^+][HSO_4^-]}\right)$$

Além disso, podemos inverter o logaritmo, mudando o sinal

$$E = 1{,}93 + 0{,}06.\log([H^+][HSO_4^-])$$

Desmembrando o logaritmo, temos:

$$E = 1{,}93 + 0{,}06.\log[H^+] + 0{,}06.\log[HSO_4^-]$$

Sendo $pH = \ -\log\,[H^+]$, temos:

$$E = 1{,}93 + 0{,}06.\log[HSO_4^-] - 0{,}06.pH$$

Logo, a afirmação está correta.

III – Considerando a reação invertida da eletrólise da água (vi) e também a reação (iv) multiplicada por 2, temos:

	$Reação$	$E(V)$
$Ânodo$	$2H_2O(l) \rightleftharpoons O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$	$-1{,}23\ V$
$Cátodo$	$2PbO_2(s) + 2HSO_4^-(aq) + 6H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$	$1{,}63\ V$
$Reação\ global$	$PbO_2(s) + 2HSO_4^- + 2H^+\ \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O(l)$	$0{,}40\ V$

Logo, pela equação de Nernst, temos:

$$E = E^0 - 0{,}06 \cdot \log\left(\frac{1}{[H^+]^4[SO_4^{2-}]^2}\right)$$

É nesse ponto que a resolução fica ambígua e que talvez a banca do ITA tenha cometido algum engano na elaboração da questão.

Nas condições padrão, temos: $[HSO_4^-] = 1\ mol.L^{-1}$ e $[H^+] = 1\ mol.L^{-1}$, logo:

$$E = E^0 = \ 0{,}40\ V$$

Dessa forma, sendo $E > 0$, nas condições padrão a reação de hidrólise de fato sempre ocorre. Isso tornaria o item III também correto.

IV – Neste item, vamos analisar novamente a equação (vi) invertida, juntamente com a equação (iii) multiplicada por 2. Devemos utilizar a equação (iii) porque para valores de pH acima de 1,9 a equação a ser utilizada deve ser a (iii) e não mais a (iv).

	$Reação$	$E(V)$
$Ânodo$	$2H_2O(l) \rightleftharpoons O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$	$-1{,}23\ V$
$Cátodo$	$2PbO_2(s) + 2HSO_4^-(aq) + 6H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$	$1{,}63\ V$
$Reação\ global$	$2PbO_2(s) + 2HSO_4^- + 2H^+ \rightleftharpoons O_2(g) + 2PbSO_4 + 2H_2O(l)$	$0{,}40\ V$

Aplicando novamente a equação de Nernst, de forma análoga ao item anterior, temos:

$$E = 0{,}46 - 0{,}06 \cdot \log\left(\frac{pO_2}{[HSO_4^-]^2[H^+]^2}\right)$$

Considerando ainda que as condições padrão se referem apenas à pressão de 1 bar, temperatura de 25°C e $[HSO_4^-] = 1\ mol.L^{-1}$, temos:

$$E = 0{,}40 - 0{,}06 \cdot 2 \cdot pH$$

Para que a reação aconteça, devemos ter E > 0, portanto,

$$0{,}40 - 0{,}12 \cdot pH > \ 0$$

Logo,

$$pH < \frac{0{,}40}{0{,}12} = 3{,}33$$

Portanto, a reação ocorre para valores de $pH < 3{,}33$. Logo, os itens I e IV estão errados.

Gabarito: B

58. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considere as seguintes proposições a respeito da química de compostos de carbono:

I – Penteno e ciclopentano não são isômeros estruturais, enquanto butano e ciclobutano são.

II – Cloroeteno pode sofrer polimerização por adição, enquanto o tetrafluoroetano não.

III – 2-bromopropano é opticamente ativo, enquanto 1,2-dicloropentano não é.

IV – Sob a exposição à luz, a reação entre cloro e metano ocorre por substituição. Por outro lado, na ausência de luz, a reação entre bromo e eteno ocorre por adição.

V – A desidratação intramolecular de álcoois orgânicos forma alcenos.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas:

A ( ) I, II, III e V.

B ( ) I e IV.

C ( ) II, III e V.

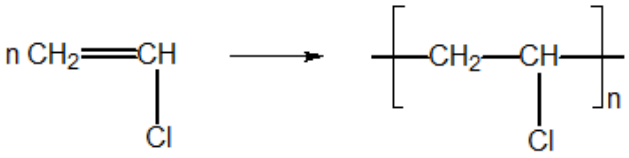
D ( ) II, IV e V.

E ( ) III e IV.

Comentários

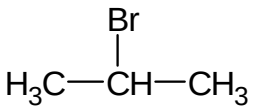
I – Os ciclanos são isômeros dos alcenos. Portanto, o penteno e o ciclopentano são isômeros estruturais de fórmula C_5H_{10}. Já o butano (C_4H_{10}) não é isômero do ciclobutano (C_4H_8). Afirmação incorreta.

II – O cloroeteno tem uma insaturação, portanto, pode se polimeriza, formando o policloreto de vinila.



Por outro lado, o tetrafluoroetano não apresenta ligação dupla, portanto, não é polimerizável. Afirmação correta.

III – O 2-bromopropano não é opticamente ativo. Note que o carbono central está ligado a dois grupos metil, portanto, dois grupos iguais. Afirmação incorreta.



IV – O metano é um alcano, portanto, sofre substituição radicalar diante de luz.

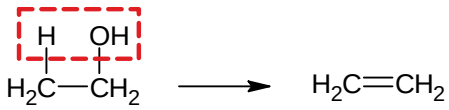
$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$

Por outro lado, o eteno é um alceno. Portanto, ele sofre reações de adição.

$$CH_2 = CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br - CH_2Br$$

Afirmação correta.

V – A desidratação intramolecular ocorre no interior da própria molécula de álcool. Tomemos o exemplo do etanol.



Afirmação correta.

Gabarito: D

---

59. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considere a reação genérica A + 2B ⟶ C, cuja lei de velocidade é dada por v = k[A]$^{\alpha}$[B]$^{\beta}$. Em um estudo cinético, foram obtidas as velocidades da reação em cinco experimentos distintos, em que as concentrações das espécies A e B variaram conforme a tabela abaixo.

Experimento	[A] ($mol \cdot L^{-1}$)	[B] ($mol \cdot L^{-1}$)	v ($mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$)
1	0,025	0,010	$2,5 \times 10^{-6}$
2	X	0,020	$2,0 \times 10^{-5}$
3	0,025	0,005	$1,25 \times 10^{-6}$
4	0,100	0,005	Y
5	0,050	0,010	$1,0 \times 10^{-5}$

Com base nesses experimentos, assinale a opção que apresenta os valores corretos de α, β, k, X e Y, respectivamente.

a) ( ) 1; 1; 1 x 10^{-2}; 1,0 x 10^{-1} e 5,0 x 10^{-6}

b) ( ) 1; 2; 1,0; 1,0 x 10^{-3} e 5,0 x 10^{-4}

c) ( ) 1; 2; 1,0; 5,0 x 10^{-2} e 2,5 x 10^{-4}

d) ( ) 2; 1; 4,0; 2,5 x 10^{-3} e 2,0 x 10^{-3}

e) ( ) 2; 1; 0,4; 5,0 x 10^{-2} e 2,0 x 10^{-5}

Comentários

Questão clássica de cinética química. Na resolução, basta comparar os experimentos em que apenas uma das concentrações variam e ver o que acontece com a velocidade de reação. Dessa forma, temos:

- Comparando o experimento 1 com o experimento 3:
  - Aqui, perceba que [A] se mantém constante. Ainda, [B] se reduz à metade e isso implica a redução da velocidade também à metade. Logo, a velocidade acompanha exatamente as alterações em [B]. Portanto, $\beta = 1$.
- Comparando o experimento 1 com o experimento 5:
  - Nesse ponto, note que [B] se mantém constante, enquanto [A] dobra de valor. Na velocidade, percebe-se a multiplicação por 4 do valor percebido no experimento 1, o que indica que a velocidade varia com o quadrado de [A]. Assim, $\alpha = 2$.

Dessa forma, chegamos à lei de velocidade para a reação:

$$v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$$

Agora, basta usar qualquer experimento com todos os valores para acharmos o valor de k. Utilizando o experimento 5, vem:

$$v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$$

$$1 \cdot 10^{-5} = k \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot (10^{-2})$$

$$10^{-5} = k \cdot 25 \cdot 10^{-6}$$

$$k = \frac{10^{-5}}{25 \cdot 10^{-6}} = \frac{10}{25}$$

$$k = 0{,}4 \ \frac{L^2}{mol^2 \cdot min}$$

Aqui, é válido ressaltar que a constante de velocidade não é adimensional, diferentemente da constante de equilíbrio. Agora, utilizando o experimento 2, vem:

$$2 \cdot 10^{-5} = 0{,}4 \cdot X^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}$$

$$2 \cdot 10^{-5} = 8 \cdot 10^{-3} \cdot X^2$$

$$X^2 = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{8 \cdot 10^{-3}} = 25 \cdot 10^{-4}$$

$$X = \sqrt{25 \cdot 10^{-4}}$$

$$X = 5 \cdot 10^{-2} \ mol/L$$

Por fim, utilizando o experimento 4, calculamos Y:

$$Y = 0{,}4 \cdot (10^{-1})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$Y = 0{,}4 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$Y = 2 \cdot 10^{-5} \frac{mol}{L \cdot min}$$

Gabarito: E

---

60. (ITA 2021 – 1ª Fase)

I – O comprimento de ligação e a energia de ligação são influenciados pela multiplicidade da ligação, pela ressonância e pelo raio atômico.

II – Cargas formais consideram ligações químicas perfeitamente covalentes ao assumir que os elétrons são igualmente compartilhados.

III – O poder de polarização de um cátion é maior quanto maiores forem o seu volume e a sua carga. A interação deste cátion com um ânion altamente polarizável tende a apresentar um maior caráter covalente.

IV – Na ressonância, há uma diminuição da energia em função da contribuição de estruturas que possuem a mesma geometria, porém, com diferentes arranjos dos elétrons.

Das afirmações acima, está(ão) ERRADA(S) apenas:

a) I.

b) I e II.

c) II e IV.

d) III.

e) III e IV.

Comentários

I – Exatamente! Esses são os três principais fatores que influenciam o comprimento e a energia de ligação. Vamos analisar cada um deles:

- **Multiplicidade da ligação:** as ligações triplas são mais curtas e mais energéticas que as ligações duplas. E as duplas são mais curtas e mais energéticas que as ligações simples.
- **Ressonância:** a ressonância contribui para distribuir os elétrons pi ao longo da estrutura da molécula. A ressonância aumenta a estabilidade da molécula, contribuindo para que as energias de ligação e os comprimentos de todas as ligações sejam iguais. Por exemplo, a ligação simples C – C tem comprimento 153 pm no etano e a ligação dupla C = C tem comprimento 133 pm no eteno. No benzeno, por sua vez, que é formado por estruturas de ressonância, o comprimento das ligações é intermediário e igual a 142 pm.
- **Raio Atômico:** quanto maior o raio atômico, maior será o comprimento de ligação.

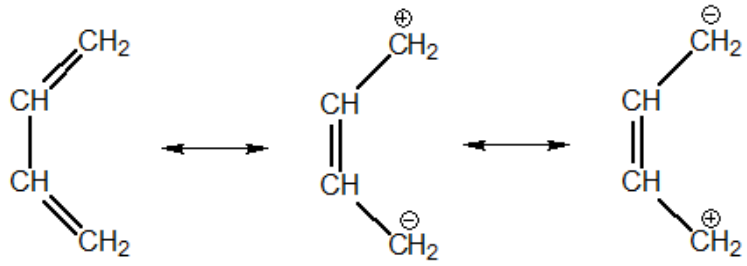
  Afirmação correta.

II – É isso mesmo! A carga formal exagera o caráter covalente, enquanto o número de oxidação exagera o caráter iônico das ligações. Afirmação correta.

III – O poder de polarização do cátion diminui com o seu volume, tendo em vista que o maior volume implica em maior raio iônico, o que implica em aumento da distância entre os íons na estrutura cristalina.

Além disso, um cátion com alto poder de polarização unido a um ânion bastante polarizável tenderia a produzir um composto com elevado caráter iônico. Afirmação incorreta.

IV – Na ressonância, o arranjo espacial dos átomos não se altera. O que se altera é apenas a distribuição espacial dos elétrons pi. Vejamos como exemplo as estruturas de ressonância do buta-1,3-dieno.



Afirmação correta.

Gabarito: D

---

61. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Sabe-se que a condutividade molar (Λ) de uma solução iônica é dada pela razão entre a condutividade dessa solução (k) e sua concentração molar. Considere soluções diluídas de $CaC\ell_2$, $NaC\ell$ e $KC\ell$ com iguais concentrações em massa, para as quais são observadas as seguintes razões entre condutividades molares e entre massas molares (MM):

$\Lambda(CaCl_2)/\Lambda(NaCl) = 1,9$; $\Lambda(CaCl_2)/\Lambda(KCl) = 1,8$;

$MM(CaCl_2)/MM(NaCl) = 1,9$; $MM(CaCl_2)/MM(KCl) = 1,5$.

Com base nessas informações, assinale a opção CORRETA entre as condutividades das soluções.

a) ( ) $^{k}CaC\ell_2 = {}^{k}NaC\ell = {}^{k}kC\ell$

b) ( ) $^{k}CaC\ell_2 = {}^{k}NaC\ell > {}^{k}kC\ell$

c) ( ) $^{k}CaC\ell_2 > {}^{k}NaC\ell > {}^{k}kC\ell$

d) ( ) $^{k}CaC\ell_2 < {}^{k}NaC\ell = {}^{k}kC\ell$

e) ( ) $^{k}CaC\ell_2 < {}^{k}NaC\ell < {}^{k}kC\ell$

Comentários

Aqui, o ITA definiu o conceito de condutividade molar, o que ajuda bastante na resolução. Assim, podemos escrever:

$$A = \frac{\kappa}{m}$$

Mas

$$m = \frac{n}{V} = \frac{massa}{MM \cdot V} = \frac{massa}{V} \cdot \frac{1}{MM}$$

O enunciado cita que as concentrações em massa são iguais. Desse modo, seja "C" igual a razão da massa pelo volume, temos:

$$m = \frac{C}{MM}$$

Logo

$$A = \frac{\kappa}{\frac{C}{MM}} = \frac{\kappa}{C} \cdot MM$$

Então, usando os dados do enunciado, vem:

$$\frac{A_{CaCl_2}}{A_{NaCl}} = \frac{\frac{\kappa_{CaCl_2}}{C} \cdot MM_{CaCl_2}}{\frac{\kappa_{NaCl}}{C} \cdot MM_{NaCl}} = \frac{\kappa_{CaCl_2} \cdot MM_{CaCl_2}}{\kappa_{NaCl} \cdot MM_{NaCl}}$$

$$\frac{\kappa_{CaCl_2}}{\kappa_{NaCl}} = \frac{A_{CaCl_2}}{A_{NaCl}} \cdot \frac{MM_{NaCl}}{MM_{CaCl_2}}$$

$$\frac{\kappa_{CaCl_2}}{\kappa_{NaCl}} = 1{,}9 \cdot \frac{1}{1{,}9} = 1$$

$$\kappa_{CaCl_2} = \kappa_{NaCl}$$

Analogamente, temos:

$$\frac{A_{CaCl_2}}{A_{KCl}} = \frac{\frac{\kappa_{CaCl_2}}{C} \cdot MM_{CaCl_2}}{\frac{\kappa_{KCl}}{C} \cdot MM_{KCl}} = \frac{\kappa_{CaCl_2} \cdot MM_{CaCl_2}}{\kappa_{KCl} \cdot MM_{KCl}}$$

$$\frac{\kappa_{CaCl_2}}{\kappa_{KCl}} = \frac{A_{CaCl_2}}{A_{KCl}} \cdot \frac{MM_{KCl}}{MM_{CaCl_2}}$$

$$\frac{\kappa_{CaCl_2}}{\kappa_{KCl}} = 1{,}8 \cdot \frac{1}{1{,}5}$$

$$\frac{\kappa_{CaCl_2}}{\kappa_{KCl}} = 1{,}2$$

Como a fração resultante é maior que 1, concluímos:

$$\kappa_{CaCl_2} > \kappa_{KCl}$$

Logo, temos a ordem:

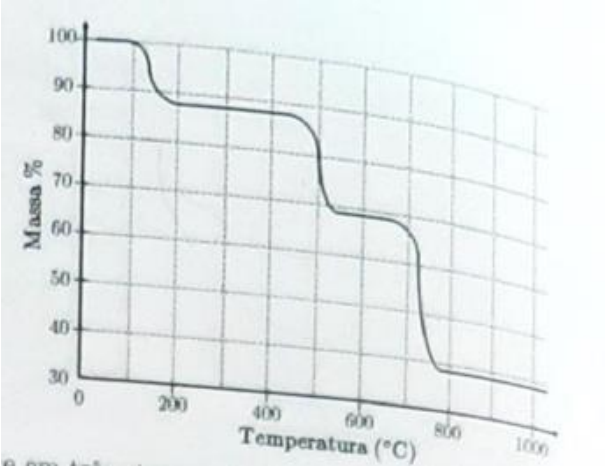
$$\kappa_{CaCl_2} = \kappa_{NaCl} > \kappa_{KCl}$$

Gabarito: B

---

62. (ITA 2021 – 1ª Fase)

A Análise Termogravimétrica (TGA) é uma técnica empregada para avaliar o comportamento térmico de amostras mensurando a variação de massa. A figura mostra a curva de TGA típica para o oxalato de cálcio minohidratado, submetido a uma taxa constante de aquecimento, sob fluxo de um gás inerte.



Com base nessa figura e sabendo que a massa inicial corresponde a 100%, é ERRADO afirmar que

a) ( ) a decomposição térmica do oxalato de cálcio ocorre em três etapas.
b) ( ) água de hidratação é eliminada da estrutura cristalina do oxalato de cálcio a temperatura maior que 100 ^{o}C
c) ( ) a decomposição do oxalato de cálcio ocorre com formação de monóxido e de dióxido de carbono.
d) ( ) o evento térmico que ocorre a 800 ^{o}C leva à formação de cal virgem.
e) ( ) na decomposição do oxalato de cálcio, praticamente 40% da amostra é perdida na forma de gases.

Comentários

Nessa questão, temos o aquecimento de uma amostra de oxalato de cálcio monohidratado. Dessa forma, é válido ressaltar as etapas da decomposição térmica do oxalato de cálcio:

$$CaC_2O_4 \cdot H_2O\ (s) \rightarrow CaC_2O_4\ (s) + H_2O\ (g)$$

$$CaC_2O_4\ (s) \rightarrow CaCO_3\ (s) + CO\ (g)$$

$$CaCO_3\ (s) \rightarrow CaO\ (s) + CO_2\ (g)$$

Daí, vamos analisar as afirmações.

a) Isso se verifica de acordo com as etapas discriminadas acima.

   Ainda, perceba que a figura mostra três variações bruscas de massa entre patamares constantes, o que evidencia a transformação em 3 etapas, visto que cada variação corresponde a uma reação química. Afirmativa verdadeira.

b) De acordo com o gráfico, a primeira variação de massa, correspondente a eliminação da água de cristalização, começa a ocorrer em uma temperatura maior que 100°C, sendo o processo finalizado a um pouco mais de 200°C. Afirmativa correta.

c) Aqui, basta olhar as equações estequiométricas colocadas acima. Ainda, é válido ressaltar que a decomposição térmica do $CaCO_3$, formando cal virgem, é uma reação que aparece frequentemente em provas do ITA. Afirmativa correta.

d) Nesse ponto, você deve lembrar que cal virgem é o nome popular para o óxido de cálcio CaO, produto da etapa final, que ocorre a 800°C. Afirmativa correta.

e) Perceba que, no início, temos:

$$M_{CaC_2O_4 \cdot H_2O} = M_{Ca} + 2\,M_C + 4\,M_O + 2\,M_H + M_O = 40 + 2 \cdot 12 + 4 \cdot 16 + 2 \cdot 1 + 16$$

$$M_{CaC_2O_4 \cdot H_2O} = 146\ g/mol$$

No final, teremos apenas cal virgem no estado sólido. Daí, vem:

$$M_{CaO} = M_{Ca} + M_O = 40 + 16 = 56\ g/mol$$

A porcentagem perdida em massa da amostra segue a proporção das massas molares, visto que todo o CaO veio do oxalato (mesmo número de mols, reação 1:1). Então, temos:

$$M_{Perdida} = M_{CaC_2O_4 \cdot H_2O} - M_{CaO} = 146 - 56 = 90\ g/mol$$

Logo:

$$\%_{perdida} = \frac{M_{perdida}}{M_{inicial}} = \frac{M_{perdida}}{M_{CaC_2O_4 \cdot H_2O}} = \frac{90}{146} \cong 61{,}6\%$$

Assim, a porcentagem é bem maior que os 40% indicados pela afirmativa, invalidando-a. Portanto, esse é o nosso gabarito.

Gabarito: E

---

63. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considere as seguintes proposições sobre processos termodinâmicos:

I. A entropia permanece constante em um sistema fechado que sofre a ação de um processo reversível.

II. A variação de entropia é nula dentro do sistema quando ele opera em um ciclo de Carnot.

III. O valor absoluto da variação da energia interna de um gás ideal numa expansão reversível adiabática é maior que numa expansão reversível isotérmica.

IV. Energia interna é uma propriedade cuja variação pode ser medida pelo trabalho adiabático realizado entre dois estados.

Das afirmações acima, está(ão) ERRADAS(S) apenas:

a) ( ) I.

b) ( ) I, II e IV.

c) ( ) II e III.

d) ( ) III.

e) ( ) IV.

Comentários

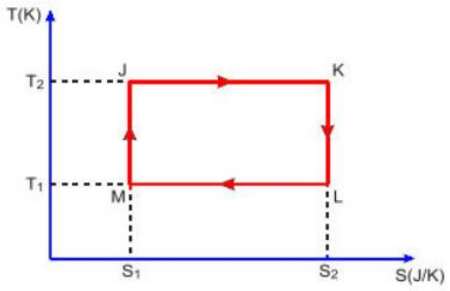
Vamos analisar todas as alternativas:

I – Um sistema fechado é aquele em que não ocorre troca de matéria com a vizinhança. Considere, por exemplo, a fusão da água, passando do estado sólido para o líquido em um sistema fechado. Nesse caso, ocorre aumento de entropia, pois o estado líquido é um estado de maior liberdade de movimentação das partículas. A propósito, o valor numérico dessa variação da entropia do sistema é:

$$\Delta S = \frac{Q_{fusão}}{T_{fusão}}$$

Dessa forma, não necessariamente a variação de entropia é nula nesses processos. Afirmação incorreta.

II – Em todos os ciclos, o estado final é igual ao estado inicial, de modo que a variação de parâmetros como entropia e energia interna é nula em ciclos completos. É possível ainda visualizar que a variação de entropia é nula no ciclo de Carnot através do seu diagrama de entropia x temperatura:



Afirmação verdadeira.

III – Numa transformação adiabática, temos, da primeira lei da termodinâmica:

$$Q = \Delta U_I + W = 0$$

Logo,

$$\Delta U_I = -W \Longrightarrow |\Delta U|_I = W$$

Para uma transformação reversível isotérmica, por sua vez,

$$\Delta U_{II} = 0$$

Portanto, o valor absoluto da variação de energia interna de um gás numa expansão reversível adiabática ($|\Delta U_I|$) é maior que numa expansão reversível isotérmica ($|\Delta U_{II}|$). Afirmação verdadeira.

IV – Conforme visto no item anterior, podemos calcular a variação de energia interna entre dois estados a partir do trabalho adiabático realizado entre esses estados:

$$\Delta U_{1\to 2} = -W_{1\to 2, adiabático}$$

Afirmação verdadeira.

Gabarito: A

---

64. (ITA 2021 – 1ª Fase)

As fases condensadas da matéria são consequências da ação de forças que atuam entre os átomos, íons e moléculas. Com base em seus conhecimentos sobre o tema, considere as proposições abaixo:

(1) O ponto de fusão do argônio é menor que o do xenônio em uma mesma pressão.

(2) A pressão de vapor do dimetilpropano é maior que a do pentano.

(3) O valor absoluto da energia potencial de interação entre a molécula de água e o Ca^{2+} é menor do que entre a molécula de água e o Al^{3+}.

(4) O valor absoluto da energia potencial da interação entre a molécula de água e o Ga^{3-} é maior do que entre a molécula de água e o Al^{3+}.

A soma dos números associados às proposições ERRADAS é igual a

a) ( ) 0

b) ( ) 2

c) ( ) 4

d) ( ) 5

e) ( ) 6

Comentários

Vamos analisar os itens:

(1) Verdadeiro. O ponto de fusão aumenta de cima para baixo em um grupo na tabela periódica, exceto para os metais alcalinos e metais alcalino terrosos. Assim, como o Ar está acima do Xe no grupo dos gases nobres, ele apresenta um ponto de fusão menor.

(2) Verdadeiro. O dimetilpropano é um isômero mais substituído que o propano. Nesse caso, lembre-se que os isômeros de cadeia normal têm ponto de ebulição maior do que os que de cadeia mais substituída. Logo, a pressão de vapor do dimetilpropano é maior.

(3) Verdadeiro. A energia potencial de interação depende da carga, quanto maior a carga mais forte a interação, e do raio do íon, quanto menor o raio mais forte a interação. Desse modo, note que o $A\ell^{+3}$ obedece a esses requisitos, apresentando maior energia de interação que o Ca^{+2}.

(4) Falso. Diante da explicação dada acima, é válido notar que os íons tem a mesma carga e que o Ga^{+3} apresenta raio maior que o $A\ell^{+3}$, visto que ele está abaixo do alumínio na família IIIA da tabela periódica. Logo, a energia potencial de interação do Ga^{+3} é menor.

Gabarito: C

65. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considere as proposições abaixo:

(1) A intensidade da luz depende da frequência ou do comprimento de onda da radiação empregada.

(2) Dentre as cores do espectro visível, a azul é a que possui maior intensidade devido ao seu menor comprimento de onda.

(3) Dentro do espectro visível, a luz vermelha é a radiação que possui o menor comprimento de onda.

(4) O estado do elétron em um átomo é completamente definido pelos números quânticos *n, L,* m_l.

(5) A configuração eletrônica dos átomos é determinada pelo princípio da construção, pelo príncipio da exclusão de Pauli e pela regra de Hund.

(6) Na tabela periódica, os pares de elementos com relação diagonal geralmente exibem propriedades químicas semelhantes.

A soma dos números associados às sentenças ERRADAS é igual a

a) ( ) 3
b) ( ) 6
c) ( ) 9
d) ( ) 10
e) ( ) 12

Comentários

Vamos analisar todas as proposições:

(1): Vejamos a expressão da intensidade de energia.

$$I = \frac{E}{A} = \frac{N.E_{fóton}}{A} = \frac{Nhc}{A.\lambda}$$

Portanto, a intensidade depende do número de fótons e também do comprimento de onda da radiação. Portanto, afirmação falsa.

(2): Conforme comentado anteriormente, a intensidade depende apenas da quantidade de fótons emitidos por uma fonte. Portanto, nenhuma luz possui uma "intensidade" específica, apenas frequências e comprimentos de onda específicos. A cor que possui a maior frequência no espectro visível é a luz violeta. Portanto, afirmação falsa.

(3): No espectro da luz visível, a luz vermelha é a que possui o **MAIOR comprimento de onda** e, consequentemente a **MENOR frequência**. Portanto, afirmação falsa.

(4): O estado do elétron em um átomo é completamente definido por quatro números quânticos: n, l, m e s. Sem qualquer um desses números, o elétron não está completamente definido. Portanto, a afirmação está falsa.

(5): Os princípios citados e a regra de Hund determinam como se comportam as distribuições eletrônicas dos elétrons de um átomo. Existem exceções à regra de Hund e ao princípio da construção (ou princípio *Aufbau*), mas de modo geral todas as distribuições seguem esses fundamentos. Afirmação verdadeira.

(6): Na realidade, essa relação se verifica apenas para as diagonais entre átomos do segundo e do terceiro períodos. De maneira geral, o elemento do segundo período apresenta propriedades químicas semelhantes aos elementos da família seguinte. Por exemplo, o lítio tem muitas características semelhantes aos metais alcalinos terrosos; o berílio tem muitas características semelhantes aos elementos da família III – A.

Assim, considero esse item bastante discutível, pois ele fala de uma forma geral. Afirmação verdadeira.

Portanto, a soma das afirmativas corretas é dada por:

$$S = 2 + 3 + 4 = 9$$

Gabarito: C

---

66. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Numa titulação de oxirredução, 50,00 mL de uma solução ácida de $Fe(NO_3)_2$ a 0,38 mol-L^{-1} foi titulada com uma solução padronizada de permanganato de potássio a 4,2 x 10^{-2} mol-L^{-1}, até

que a solução resultante adquirisse leve coloração rósea. Sobre esta titulação, são feitas as seguintes afirmações:

(1) O volume da solução de permanganato de potássio gasto na titulação foi de 100 mL.

(2) O menor coeficiente estequiométrico inteiro para Fe^{2+} na reação redox balanceada é 7.

(3) No ponto final, o volume total da solução será de 120 mL.

(4) Um precipitado sólido de cor esverdeada será observado como produto dessa reação.

(5) O número total de elétrons envolvidos na reação redox é 22 milimols.

(6) A razão entre os volumes do titulante e do titulado no ponto final é 2,1.

A soma dos números associados às afirmações CORRETAS é igual a

a) ( ) 0

b) ( ) 1

c) ( ) 3

d) ( ) 6

e) ( ) 11

Comentários

O permanganato de potássio em meio ácido é um poderoso agente oxidante.

$$Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + H_2O(l)$$

verde **violeta** **amarelo** **incolor**

Precisamos agora balancear a equação. Para isso, devemos notar que o ferro perde 1 elétron, enquanto o manganês ganha 5. Portanto, podemos usar coeficientes cruzados – ou seja, o coeficiente do ferro será 5 e o do manganês será 1.

$$5\,Fe^{2+} + 1\,MnO_4^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow 5\,Fe^{3+} + 1\,Mn^{2+}(aq) + H_2O$$

Note que temos 17 cargas positivas do lado dos produtos. Portanto, precisamos de 8 H^+ para balancear a carga global no lado dos reagentes.

$$5\,Fe^{2+} + 1\,MnO_4^-(aq) + 8\,H^+(aq) \rightarrow 5\,Fe^{3+} + 1\,Mn^{2+}(aq) + H_2O$$

Para balancear os hidrogênios, precisamos do coeficiente 4 H_2O.

$$5\ Fe^{2+} + 1\ MnO_4^-(aq) + 8\ H^+(aq) \rightarrow 5\ Fe^{3+} + 1\ Mn^{2+}(aq) + 4\ H_2O$$

Observe que temos 4 átomos de oxigênio de cada lado da reação, portanto, ela está, de fato, balanceada.

Podemos utilizar a proporção estequiométrica para os íons Fe^{2+} e MnO_4^-.

$$\frac{n_{Fe^{2+}}}{5} = \frac{n_{MnO_4^-}}{1}$$

(1) O volume de permanganato pode ser obtido usando a proporção estequiométrica acima. Devemos nos lembrar que o número de mols é igual ao produto da concentração molar do íon pelo volume empregado da solução.

$$\frac{[Fe^{2+}].V_{Fe^{2+}}}{5} = \frac{[MnO_4^-].V_{MnO_4^-}}{1}$$

$$\therefore V_{MnO_4^-} = \frac{[Fe^{2+}].V_{Fe^{2+}}}{5.[MnO_4^-]} = \frac{(0{,}38).50}{5.4{,}2.10^{-2}} = \frac{19}{21.10^{-2}} \cong 90\ mL$$

Afirmação incorreta.

(2) Como vimos, o coeficiente é igual a 5. Afirmação incorreta.

(3) O volume utilizado do titulante é igual a 90 mL e volume inicial da solução é igual a 50 mL, portanto, o volume final será igual a 140 mL. Afirmação incorreta.

(4) Na reação, não há a produção de nenhum precipitado. Todos os produtos envolvidos estão dissolvidos em meio aquoso. Afirmação incorreta.

(5) Como cada átomo de Fe^{2+} perde 1 elétron, podemos estabelecer que o número de elétrons envolvidos na oxirredução é igual ao número de íons Fe^{2+}.

$$n_{elétrons} = 1.n_{Fe^{2+}} = [Fe^{2+}].V_{Fe^{2+}} = 0{,}38.50.10^{-3} = 19.10^{-3}\ mol$$

Afirmação incorreta.

(6) Vamos calcular a razão pedida.

$$p = \frac{90}{50} = 1{,}8$$

Afirmação incorreta.

Logo, não há nenhuma afirmação correta. Portanto, a soma é igual a 0.

Gabarito: A

---

67. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre processos de oxidação e redução.

a) ( ) Certas pilhas apresentam ânodo e cátodo constituídos de materiais metálicos de mesma natureza.

b) ( ) Processos corrosivos são benéficos em muitas aplicações, como na oxidação de peças metálicas, com formação de película protetora.

c) ( ) Uma forma de diminuir a velocidade da corrosão eletroquímica é diminuir a velocidade da reação catódica associada ao processo de corrosão.

d) ( ) Na proteção catódica, a estrutura a ser protegida torna-se cátodo de uma célula eletroquímica, não sendo necessária a utilização de uma fonte externa de corrente elétrica contínua caso a proteção ocorra com o uso de ânodo de sacrifício.

e) ( ) Os valores de potenciais padrão de eletrodo indicam maior ou menor tendência termodinâmica para o processo de corrosão, além de fornecerem informações sobre a velocidade da reação.

Comentários

a) As pilhas de concentração são um exemplo dessa situação, no qual os ânodo e cátodo apresentação metálica, e a diferença na concentração do íon do metal nas células anódica e catódica produz um certo potencial. Afirmação verdadeira.

b) O processo de corrosão é indesejado em algumas situações, mas altamente útil em outras. A corrosão de um metal pode, em certos casos, formar uma película protetora que impede que o metal continue sendo oxidado. O alumínio, por exemplo, é muito utilizado na indústria pelas suas propriedades de passivação. Afirmação verdadeira.

c) Para um processo eletroquímico qualquer, os processos de redução e oxidação estão relacionados estequiometricamente pela conservação de carga. Ou seja, os elétrons que saem do ânodo devem chegar no cátodo. Dessa forma, ao diminuir a velocidade da reação catódica, diminui-

se a quantidade de elétrons que chegam no cátodo, e portanto menos elétrons saem do ânodo, reduzindo-se a velocidade do processo de oxidação. Afirmação verdadeira.

d) Como a alternativa descreve, na proteção catódica, a estrutura a ser protegida torna-se o cátodo de uma célula eletroquímica. Assim, nessa técnica, polariza-se a estrutura de maneira positiva, seja por meio de uma fonte externa de corrente, ou pela utilização de um ânodo de sacrifício, que irá polarizar-se negativamente. Afirmação verdadeira.

e) A primeira parte da frase encontra-se correta: realmente o potencial padrão de eletrodo indica a tendência para a corrosão, pois a Energia Livre de Gibbs está diretamente relacionada à diferença de potencial de uma célula:

$$\Delta G = -nF\Delta E^0$$

No entanto, nada é possível afirmar sobre a velocidade de reação com base apenas no valor de potencial padrão. É importante lembrar que uma reação pode ser bastante espontânea, e, mesmo assim, ser bastante lenta. Não existe relação entre o potencial da reação e a sua velocidade. Afirmação incorreta.

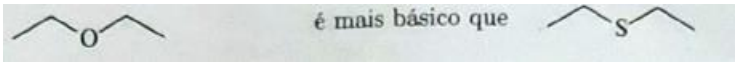
Gabarito: E

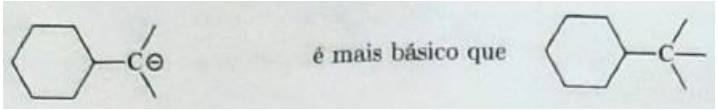
---

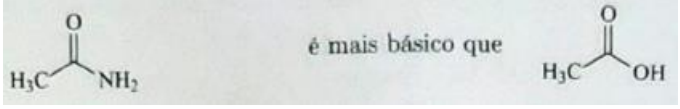
68. (ITA 2021 – 1ª Fase)

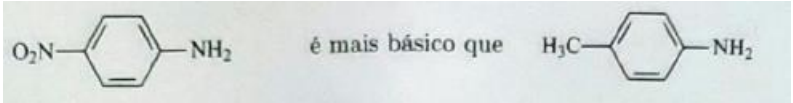
A respeito da basicidade, assinale a opção ERRADA.

a) ( ) F^- é mais básico que Br^-

b) ( ) 

c) ( ) 

d) ( ) 

e) ( ) 

Comentários

Vamos fazer as comparações.

a) Como o HF é um ácido mais fraco que o HBr, a sua base conjugada (F^-) é mais fraca que a base conjugada do HBr (Br^-). Afirmação correta.

b) Os compostos sulfurados apresentam características mais ácidas que os compostos oxigenados. É o que acontece na comparação entre H_2S e H_2O. A explicação é a mesma que faz os ácidos do flúor serem mais fracos que dos outros halogênios. Dessa forma, o tioéter tem caráter mais ácido que o éter oxigenado. Afirmação correta.

c) Os carbânions têm uma imensa facilidade de absorver H^+ tornando-se alcanos. Portanto, são bases muito fortes. Afirmação correta.

d) A amida é um composto neutro e o ácido carboxílico é um composto ácido. Afirmação correta.

e) O grupo nitro é um poderoso removedor de elétrons, portanto, favorece o caráter ácido – e não o caráter básico – substância. Afirmação incorreta.

Gabarito: E

---

69. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considerando os átomos de F mais afastados um do outro, assinale a opção que apresenta as moléculas na ordem de maior para menor ângulo da ligação F-Y-F (Y = S, Cℓ ou Xe).

a) $C\ell F_3$, SF_4, XeF_3^+

b) $C\ell F_3$, XeF_3^+, SF_4

c) SF_4, $C\ell F_3$, XeF_3^+

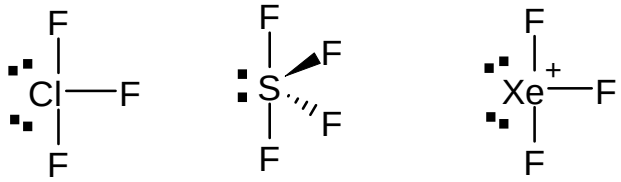
d) SF_4, XeF_3^+, $C\ell F_3$

e) XeF_3^+, SF_4, $C\ell F_3$

Comentários

O primeiro ponto que devemos observar é que o enxofre e o cloro pertencem ao segundo período, e, portanto, têm raios atômicos relativamente próximos. Por outro lado, o xenônio pertence ao quarto período, e, portanto, tem raio atômico muito maior.

Agora, notemos que o SF_4 tem a geometria "gangorra", enquanto o ClF_3 e o XeF_3^+ apresentam geometria em "formas de T". Todos eles apresentam o átomo central com hibridização sp^3d.



Como o cloro é muito eletronegativo, ele atrairá os pares de elétrons para si com mais facilidade. Portanto, os pares de elétrons precisarão de menos espaço angular. E, portanto, a distorção da ligação axial F – Cl – F será menor.

Pelo mesmo motivo, o xenônio, que é o elemento menos eletronegativo, terá maior dificuldade de atrair os elétrons. Portanto, os elétrons ocuparão maior espaço angular. Logo, o ângulo F – Xe – F serão os mais distorcidos, sendo os menores.

A propósito, os valores medidos para os ângulos de ligação reais nessas espécies químicas são:

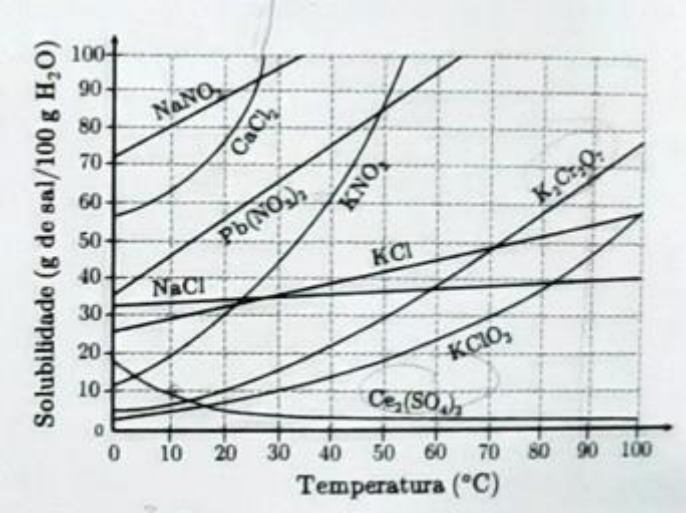
Espécie Química	**Ângulo de Ligação**
ClF_3	173°
SF_4	171°
XeF_3^+	164°

Gabarito: A

---

70. (ITA 2021 – 1ª Fase)

Considere as curvas de solubilidade de sais inorgânicos mostradas na figura. A respeito de alguns destes sias são feitas as seguintes afirmações.



I. Dissolvendo-se 130g de KNO_3 em 200 g de água, a 40 °C, obteremos uma solução saturada com depósito de 70g desta substância que não será dissolvida.

II. Se dissolvermos 20g de $Ce_2(SO_4)_3$ em 300g de água a 10 °C e, posteriormente, aquecermos esta solução a 90 °C, haverá gradativa precipitação da substância.

III. A menor quantidade de água necessária para dissolver completamente 140g de $K_2Cr_2O_7$ a 90 °C é, aproximadamente, 150g.

IV. $NaNO_3$ é a substância mais solúvel a 30 °C.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S)

a) ( ) apenas I, II e IV.

b) ( ) apenas I e III.

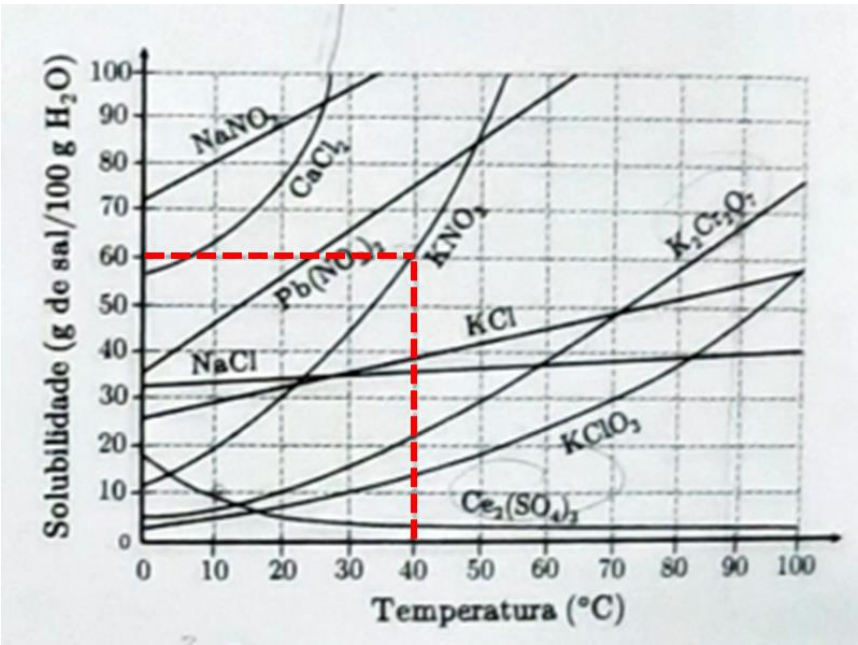
c) ( ) apenas II.

d) ( ) apenas III e IV.

e) ( ) nenhuma.

Comentários

I – Pelo gráfico, a solubilidade do KNO_3 a 40 °C é de 60g KNO_3/100g H_2O.

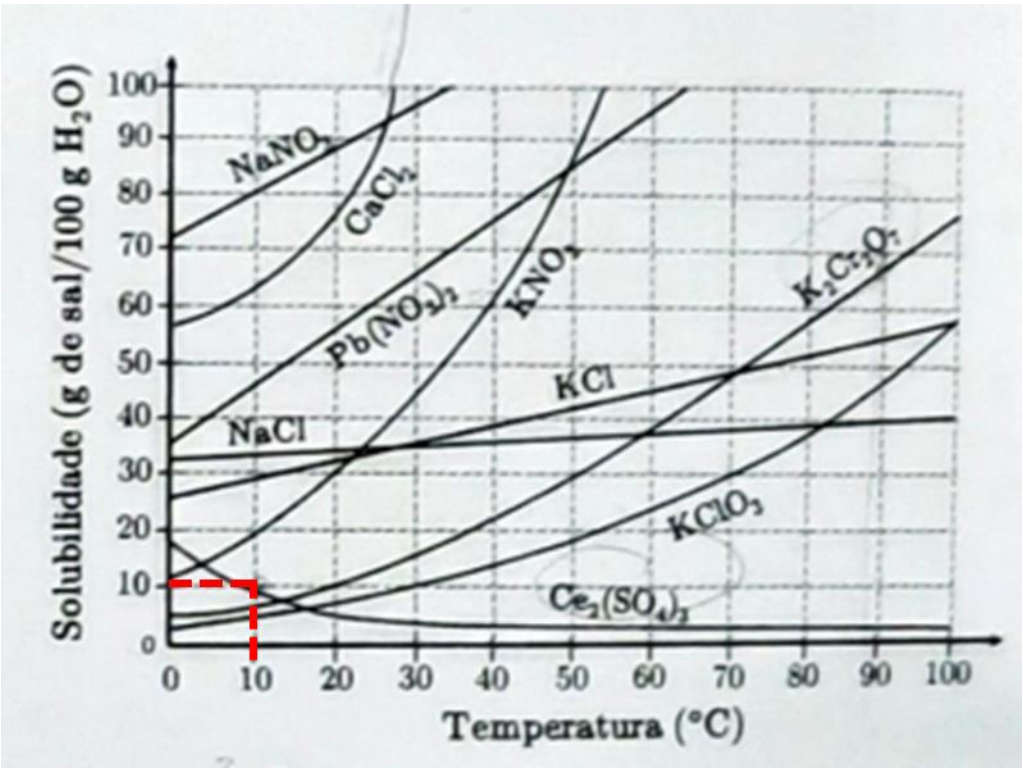


Podemos fazer uma regra de 3 para obter a solubilidade máxima x do sal para 200g de água:

$$\frac{60}{100} = \frac{x}{200} \rightarrow x = 120g$$

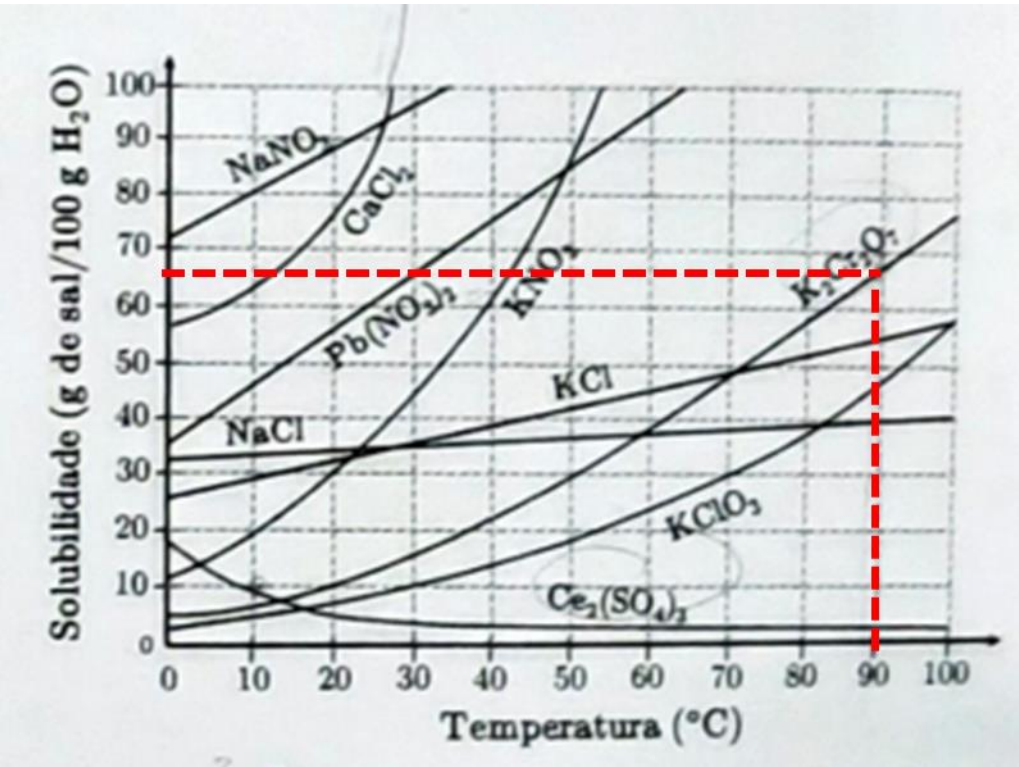
Portanto, como a solubilidade do sal é de 120g, teremos como resultado uma solução saturada com depósito de 10g de KNO_3 não dissolvido. Afirmação falsa.

II – Observe que a solubilidade do $Ce_2(SO_4)_3$ a 10 °C é de 10g/100g H_2O



Por regra de 3, obtém-se que a solubilidade para 300g de água será de 30g. Como misturam-se apenas 20g de sal, todo o $Ce_2(SO_4)_3$ será dissolvido. Quando se aquece a mistura a 90 °C, a solubilidade do sal reduz para um valor menor que 5g/100g H_2O, de modo que, efetivamente, menos de 15 gramas de $Ce_2(SO_4)_3$ poderiam estar dissolvidos. Assim, ocorre precipitação de parte do sal. Afirmação verdadeira.

III – A solubilidade do $K_2Cr_2O_7$ a 90 °C é pouco menor do que 70g/100g H_2O.

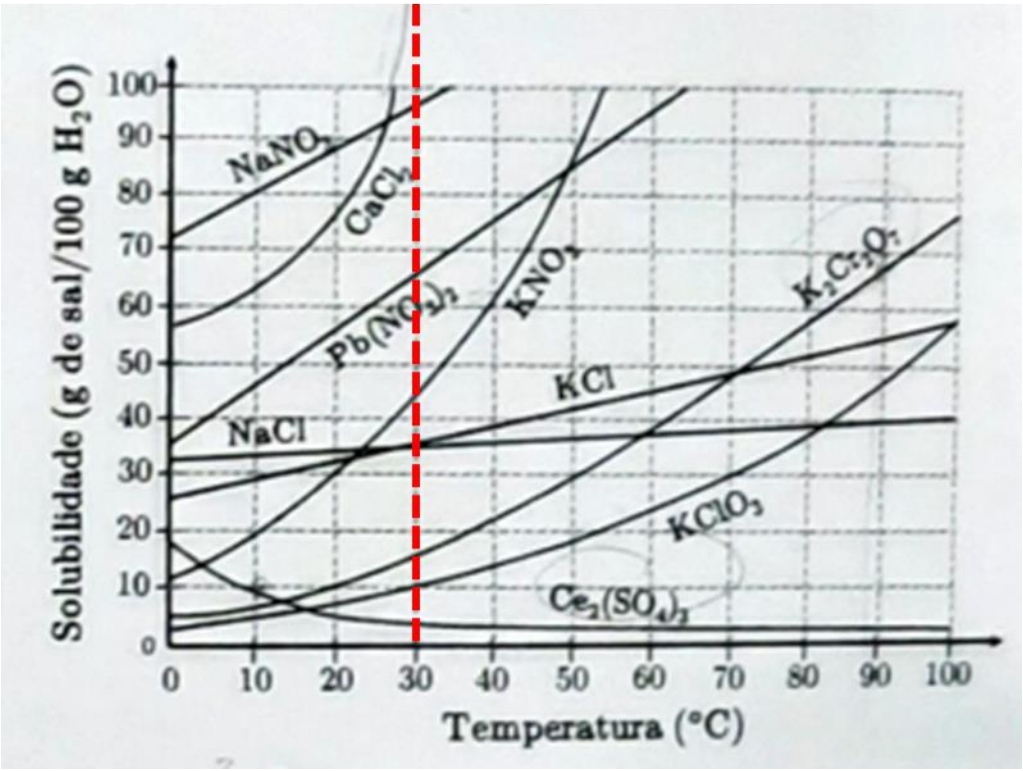


Podemos calcular a quantidade mínima de água necessária $\boldsymbol{y}$ para dissolver 140g do sal por uma regra de três:

$$\frac{\mathbf{70}}{\mathbf{100}} = \frac{\mathbf{140}}{\boldsymbol{y}} \rightarrow \boldsymbol{y} \approx \mathbf{200}\boldsymbol{g}$$

Portanto, a quantia de água necessária destoa muito de 150g. Afirmação falsa.

IV – É possível observar no gráfico que a solubilidade do $CaCl_2$ é caracterizado por uma curva crescente, e já passa a superar a solubilidade do $NaNO_3$ por volta de 25 °C. A 30 °C, portanto, é esperado que a curva do $CaCl_2$ esteja acima da do $NaNO_3$, sendo, então, o $CaCl_2$ o sal mais solúvel a 30 °C. Afirmação falsa.



Na temperatura de 30 °C, a solubilidade do cloreto de cálcio é tão elevada que nem aparece no gráfico.

Gabarito: C