

Olimpíadas de Química 2002

Final

4 de Maio de 2002

Respostas

Equação de van der Waals

- a) 1 mol de gás a pressão muito baixa.
Justificação qualitativa: a baixa pressão há poucas moléculas por unidade de volume, logo o volume molecular e os contactos intermoleculares são desprezáveis.
Justificação quantitativa: baixa pressão = grande volume, logo $a/V^2 \approx 0$ e $V-b \approx V$.
- b) $P = RT/V$
 $P = 0,082 \times 300 / 1,00$
 $P = 24,6 \text{ atm.}$
- c) $(P + a/V^2) = RT/(V-b)$
 $(P + 3,59/1,00) = 0,082 \times 300 / (1,00 - 4,27 \times 10^{-2})$
 $P = 22,1 \text{ atm.}$
- d) $a = 3,5 \times 10^{-2} \text{ atm L}^2 \text{ mol}^{-2}$
Justificação: o valor de a exprime a força com que duas moléculas se atraem, sendo razoável esperar que a atracção entre átomos de He seja inferior à que ocorre entre moléculas de CO_2 .

Ácido fosfórico

- a) A base conjugada do ião di-hidrogenofosfato é o ião mono-hidrogenofosfato:
- $$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$$
- $$\text{pK}_{b2} + \text{pK}_{a2} = \text{pK}_w \quad (\text{ou } K_{b2} \times K_{a2} = K_w)$$
- $$\text{pK}_{b2} = 6,79$$
- b) $1 \text{ L} = 1000 \text{ g}$ $0,05\% \text{ de } 1000 \text{ g} = 0,5 \text{ g}$ $[\text{H}_3\text{PO}_4] = 0,5 / 98 = 0,0051 \text{ M}$
- $$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$$
- $$0,0051 - x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$
- $$10^{-2,12} = x^2 / (0,0051 - x) \quad [\text{não é possível a aprox. } 0,0051 - x = 0,0051]$$
- $$x = 3,49 \times 10^{-3} \quad [\text{com aprox. daria } x = 6,22 \times 10^{-3} > 0,0051!]$$
- $$\text{pH} = 2,46.$$

c) A $\text{pH} = 7$, a 1ª ionização pode considerar-se completa

$$10^{-2,12} = ([\text{H}_2\text{PO}_4^-] \times 10^{-7}) / [\text{H}_3\text{PO}_4], \text{ donde } [\text{H}_2\text{PO}_4^-] / [\text{H}_3\text{PO}_4] = 7,6 \times 10^5.$$

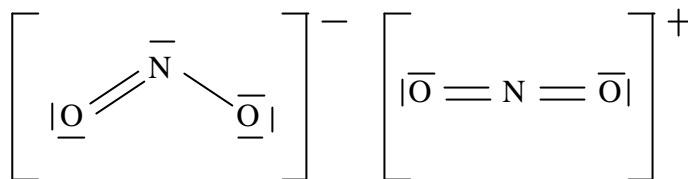
Para a 2ª ionização, um cálculo idêntico conclui que $[\text{HPO}_4^{2-}] / [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,61$

A 3ª ionização é ainda desprezável, logo a espécie PO_4^{3-} pode ser ignorada.

A espécie mais abundante é então H_2PO_4^- .

Compostos de Azoto

a) NO_2^- angular e NO_2^+ linear:



b) O BF_3 é trigonal planar, a resultante dos momentos dipolares de ligação é nula.
O NH_3 é piramidal, por isso os momentos não se anulam (e tem momento dipolar associado ao par de electrões não ligante)

c) Contrariamente ao NF_3 , o NH_3 pode formar pontes de hidrogénio $\text{N-H}\cdots\text{N}$.

d) Isómeros cis e trans:

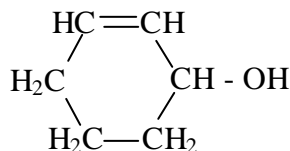


Carvona

a) $\text{Mr} = \text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$

b) Composto **B**: 2,3-dicloro-ciclo-hexanona.

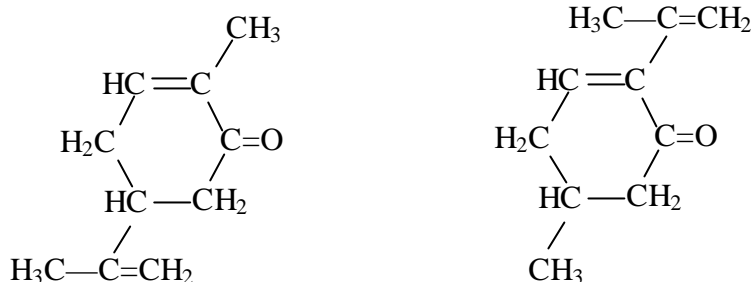
c)



d) Composto **D**: propeno.

e) Família do composto **E**: família dos álcoois.

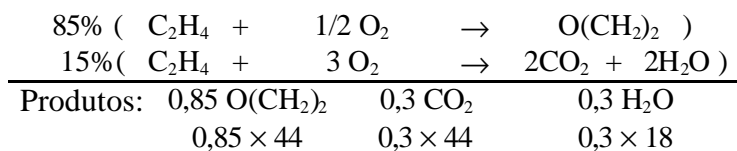
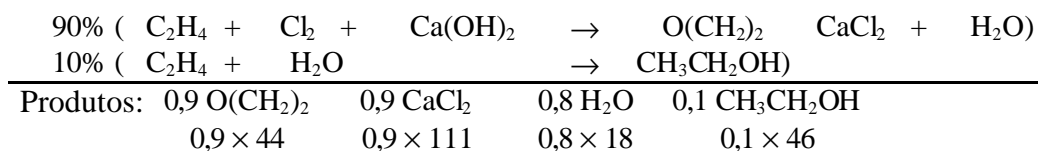
f) Duas possibilidades (sendo a primeira a real):



Química Verde

a)	<i>Processo clássico:</i>	<i>Processo moderno</i>
Σ Mr (produto desejado) =	100	100
Σ Mr (produtos secundários) =	115	0
Σ Mr (total dos produtos) =	215	100
Utilização de átomos =	$100 / 215 = 0,465$	$100 / 100 = 1$
Factor E =	$115 / 100 = 1,15$	$0 / 100 = 0$

b) A existência de reacções secundárias obriga a um raciocínio mais elaborado no cálculo do Factor E. Uma abordagem possível é através da soma das reacções principal e secundária:



Então	<i>Processo clássico:</i>	<i>Processo moderno</i>
Massa (produto desejado) =	39,6	37,4
Massa (produtos secundários) =	118,9	18,6
Massa (total dos produtos) =	155,8	56
Utilização de átomos =	$44 / 173 = 0,254$	$44 / 44 = 1$
Factor E =	$118,9 / 39,6 = 3,0$	$18,6 / 37,4 = 0,5$