



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 2071A -

ANNO: 2016

# **A P P U N T I**

STUDENTE: Tosti Michela

MATERIA: Chimica (esercizi)

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.  
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.

# CIMICA

## CAPITOLO 1

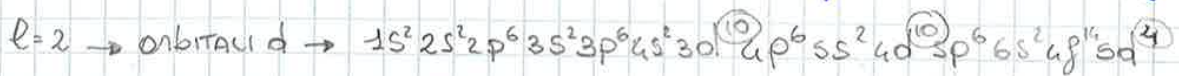
### ESERCIZI PAG 14

① nel caso di Fe, quanti e<sup>-</sup> con n=3?



- quanti e<sup>-</sup> in 3p? 6
- quanti e<sup>-</sup> in p? 12
- quanti e<sup>-</sup> in s? 8

② quale elemento possiede 24 e<sup>-</sup> con numero quantico angolare 2?



W = Tungsteno

③ scrivere le configurazioni elettroniche di:

- a) Antimonio  $[Kr] 5s^2 4d^{10} 5p^3$
- b) Lantanio  $[Xe] 6s^2 5d^1$
- c) Ostrio  $[Xe] 6s^2 5d^6 4f^{14}$

④ scrivere configurazione elettronica di:

- a) Cl<sup>-</sup>  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- b) Cu<sup>+</sup>  $[Ar] 3d^{10}$
- c) Ag<sup>+</sup>  $[Kr] 5s^2 4d^{10}$
- d) Zn<sup>2+</sup>  $[Ar] 3d^{10}$

⑤  $[Ne] 3s^2 3p^6 3d^6$  quale ione rappresenta?

$$10 + 6 + 6 + 2 = 24 \Rightarrow Co^{3+}$$

### ESERCIZI PAG 16

① % Ionicità di CO NO NaCl

$$I = 100 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{(x_A - x_B)^2}{4}} \right)$$

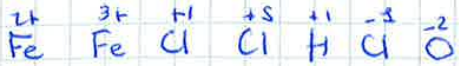
$$CO = 100 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{(2,5 - 3,5)^2}{4}} \right) = 22,1$$

$$NO = 100 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{(3,5 - 3)^2}{4}} \right) = -6,3$$

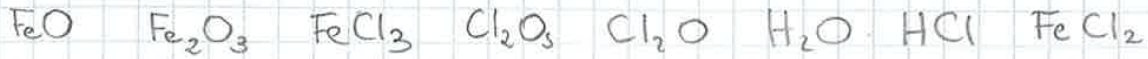
$$NaCl = 100 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{(0,9 - 3)^2}{4}} \right) = 66,8$$

**ESERCIZI PAG 37**

① come si possono accoppiare per mantenere i n° OATI?



⇒ e' mantiene sempre (-2) con questi elementi



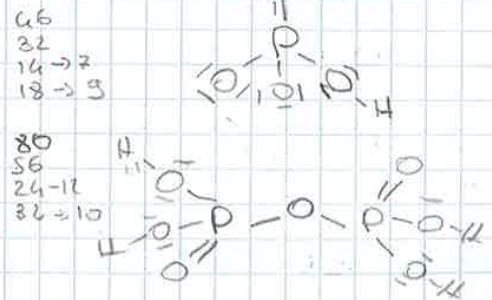
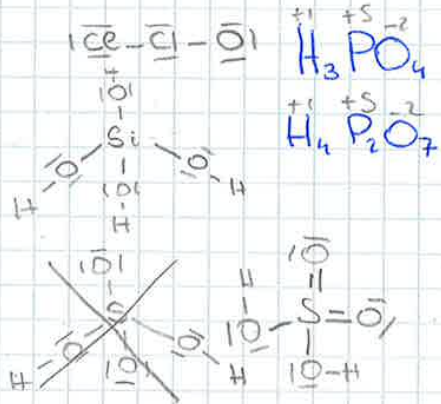
**ESERCIZI PAG 38**

① STABILIRE GEOMETRIA MOLECOLARE e N.O.

$\begin{matrix} -3 & +1 \\ \text{NH}_3 \end{matrix}$	$\text{AX}_3\text{E}$	$\begin{matrix} +4 & -1 \\ \text{SF}_4 \end{matrix}$	$\text{AX}_4$
$\begin{matrix} +4 & -2 \\ \text{CO}_2 \end{matrix}$	$\text{AX}_3$	$\begin{matrix} +5 & -1 \\ \text{PF}_5 \end{matrix}$	$\text{AX}_5$
$\begin{matrix} +5 & -2 \\ \text{NO}_3^- \end{matrix}$	$\text{AX}_3$	$\begin{matrix} +7 & -2 \\ \text{BrO}_4^- \end{matrix}$	$\text{AX}_4$
$\begin{matrix} +3 & -1 \\ \text{BF}_3 \end{matrix}$	$\text{AX}_3$	$\begin{matrix} +2 & +1 & -1 \\ \text{CH}_3\text{Br} \end{matrix}$	$\text{AX}_4$

② STABILIRE FORMULE DI STRUTTURA e N.O.

$\begin{matrix} +1 & -2 \\ \text{Cl}_2\text{O} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 24 \\ 16 \rightarrow 2 \\ 16 \rightarrow 8 \end{matrix}$
$\begin{matrix} +1 & +4 & -2 \\ \text{H}_4\text{SiO}_4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 48 \\ 32 \\ 16 \rightarrow 8 \\ 16 \rightarrow 8 \end{matrix}$
$\begin{matrix} +1 & +6 & -2 \\ \text{H}_2\text{SO}_4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 44 \\ 32 \\ 12 \rightarrow 6 \\ 20 \rightarrow 10 \end{matrix}$



**ESERCIZI PAG 52**

① DARE IL NOME AI SEGUENTI IONICI

$CuH_2$ DI OMMIO DI RAME (II)	$FeH_3$ TRIOSSIDO DI FERRO (II)	$LiH$ IDRURO DI LITIO
-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

**ESERCIZI PAG 54:**

① DARE IL NOME AGLI ANIONI

$(NO_2)^-$ IONE NITRITO	$(NO_3)^-$ IONE NITRATO	$(HCO_3)^-$ IONE CARBONATO ACIDO	$(MnO_4)^-$ IONE PERMANGANATO	$(H_2PO_4)^-$ IONE IPROSSATO DI ACIDO	$(HPO_3)^{2-}$ IONE BIFOSFITO ACIDO	$(H_2PO_3)^-$ IONE FOSFITO DI ACIDO
-------------------------------	-------------------------------	---	-------------------------------------	--	--	--

② DARE LA FORMULA:

IONE SOLFATO $(SO_4)^{2-}$	IONE SOLFATO ACIDO $(HSO_4)^-$	IONE SOLFITO $(SO_3)^{2-}$
IONE NITRITO $(NO_2)^-$	IONE PERIODATO $(IO_4)^-$	IONE <sup>trio</sup> TIOSOLFATO $(S_2O_3)^{2-}$
IONE DICROMATO $(Cr_2O_7)^{2-}$	IONE IPOCLORITO $(ClO)^-$	IONE DIFOSFATO TRIACIDO $(H_3P_2O_7)^{-}$
IONE BICARBONATO $(HCO_3)^-$	IONE PIROFOSFATO BIACIDO $(H_2P_2O_7)^{2-}$	

**ESERCIZI PAG 58**

① DARE IL NOME O IL SIMBOLO

DICROMATO DI POTASSIO $K_2Cr_2O_7$	$NaHS$ <sup>idrogeno</sup> SOLFATO DI SODIO	$AlN$ NITRIDE DI ALLUMINIO	IPROCLORITO PIOMBICO $Pb(ClO)_4$	
$CS_2$ SOLFURO DI CARBONIO	$Na_2(OH)Cl$ IDROSSICLORURO DI SODIO	$NaCl$ CLORURO DI SODIO	$MgS$ SOLFURO DI MAGNESIO	NITRITO FERROSO $Fe(NO_2)_2$
$NaBr$ BROMURO DI SODIO	$LiI$ IODURO DI LITIO	nitrate di sodio $NaNO_3$	$Na_2SO_4$ SOLFATO DI SODIO	
BICARBONATO DI SODIO $NaCO_3$ $NaHCO_3$	ipoclorito di sodio $NaClO$	$Pb(ClO)_4$ perclorato piombico		
$Na_3PO_4^{(-3)}$ FOSFATO DI SODIO	FOSFATO DI SODIO $Na_3PO_4$	PERMANGANATO FERROSO $FeMnO_4$		
SOLFATO rameico $CuSO_4$				

6) Calcolare % in peso di  $\text{SO}_3$  in  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$$MM_S = 32 \text{ g/mol}$$

$$SO_3 = 80 \text{ g/mol}$$

$$MM_{O_3} = 48 \text{ g/mol}$$

$$H_2SO_4 = 98 \text{ g/mol}$$

$$MM_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$$

$$98 : 100 = 80 : x$$

$$x = 81,63 \%$$

7) 19,2% in peso di N.

Calcola la % di SOLFATO DI DIAMMONIO CORRENTE.



$$(14 + 4)_2 + 32 + 64 = 132 \text{ MM}_{\text{TOTALE}}$$

$$N = 14 \text{ g/mol}$$

$$\text{Percentuale in peso di N} = \frac{2 \times 14}{132} = 21,2$$

Per ogni grammo di  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ci sono 0,212 g di N

RICORDA: Ho 100 g di FERTILIZZANTE, perciò ho 19,2 g N

$$1 : 0,212 = x : 19,2 \quad x = 90,56 \text{ g}$$

$$\% (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \approx 90,6$$

8) Bicarbonato di sodio, riscaldato dissocia in carbonato di sodio, anidride carbonica e acqua.  
Calcolare perdita % in peso del sale



$$\text{Na} = 23 \text{ g/mol}$$

$$\text{H} = 1 \text{ g/mol}$$

$$\text{C} = 12 \text{ g/mol}$$

$$\text{O} = 16 \text{ g/mol}$$

NON considerati,  
perché sono i  
normali prodotti  
della combustione

$$\text{NaHCO}_3 = 23 + 1 + 12 + (16 \cdot 3) = 84 \text{ g/mol} \cdot 2 \text{ mol} = 168 \text{ g}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ g/mol} \cdot 1 \text{ mol} = 106 \text{ g}$$

$$168 - 106 = 62 \text{ g perdita}$$

$$\frac{62}{168} \cdot 100 = 36,9 \%$$

## ESERCIZI FINE CAPITOLO 3

Bilanciare le REDOX:

- 1) Acido solforico + idrossido di Al → Solfato di Al + H<sub>2</sub>O  

$$3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- 2) acido carbonico + idrossido di Al → carbonato di Al + H<sub>2</sub>O  

$$3\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- 3) idrossido ferrico + acido solforico → solfato ferrico + H<sub>2</sub>O  

$$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- 4) acido fosforico + idrossido di Ca → fosfato di Ca + H<sub>2</sub>O  

$$2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- 5) idrossido di potassio + anidride solforica → solfato di K + H<sub>2</sub>O  

$$2\text{K}(\text{OH}) + \text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
- 6) acido cloridrico + carbonato di sodio → anidride carbonica + cloruro di sodio + H<sub>2</sub>O  

$$2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$

## Calcoli Stechiometrici

- ① Grammi di soluzione acquosa di HNO<sub>3</sub> 30% in peso che si ottengono da 11 gn di N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> secondo:



$$n_{\text{N}_2\text{O}_5} = \frac{11 \text{ gn}}{208 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol N}_2\text{O}_5$$



$$\text{mol HNO}_3 = 0,2$$

$$\text{PM} = 63 \text{ g/mol}$$

$$63 \cdot 0,2 = 12,7 \text{ grammi HNO}_3$$

$$30 : 100 = 12,7 : x$$

$$x = 42,8 \text{ g}$$



$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{9 \text{ g}}{18} = 0,5 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$0,5 : 2 = x : 1$$

$$\frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ mol}$$

## CAPITOLO 4

### ESERCIZI PAG 78

③ Un recipiente di 6 L vengono reami

$\text{O}_2$  :  $V=2\text{L}$     $P=3\text{atm}$

$\text{CO}_2$  :  $V=0,6\text{L}$     $P=5\text{atm}$

$\text{N}_2$  :  $V=1,8\text{L}$     $P=5\text{atm}$

Pressione finale ?

$$PV = nRT$$

$$3 \cdot 2 = P_{\text{O}_2} \cdot 6 \Rightarrow P_{\text{O}_2} = 1 \text{ atm}$$

$$5 \cdot 0,6 = P_{\text{CO}_2} \cdot 6 \Rightarrow P_{\text{CO}_2} = 0,5 \text{ atm} \Rightarrow P = 3 \text{ atm}$$

$$5 \cdot 1,8 = P_{\text{N}_2} \cdot 6 \Rightarrow P_{\text{N}_2} = 1,5 \text{ atm}$$

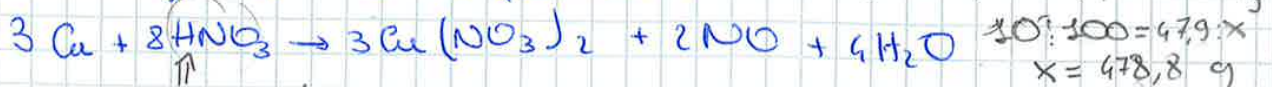
③ quanti litri di  $\text{CO}_2$  ottengo bruciando 35 L di  $\text{CH}_4$  ?



$$P_1 V_1 = n \cdot RT$$

$$\frac{35}{0,082} = 426,829 \text{ mol} \Rightarrow V_2 = 426 \cdot 0,082 = 35 \text{ L}$$

④ Quanti litri di soluzione acquosa di acido nitrico al 10% in peso ( $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$ ) sono neces. per avere 5 L di gas a  $30^\circ\text{C}$  e  $0,96 \text{ atm}$  ?  $MM_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ g/mol} \cdot 0,76 = 47,9 \text{ g}$



$\uparrow$   
0,72 mol

$$0,96 \cdot 5 = 0,082 \cdot 303 \cdot n$$

$$\rho = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{478,8 \text{ g}}{1050 \text{ L}} = 0,458 \text{ g/L} \quad n = 0,19 \quad m : 2 = x : 8 \quad x = 0,78$$



③  $T = 295 \text{ K}$   $T = 395 \text{ K}$   
 $P = 1 \text{ atm}$   $P = 1 \text{ atm}$   
 $V = 50 \text{ L}$   $V = ?$

$P = \text{costante}$   $\frac{50 \text{ L}}{295 \text{ K}} = \frac{V_2}{395}$   $V_2 = 66,9 \text{ L} \approx 67 \text{ L}$

④ Grammi di GAS con densità  $0,997 \text{ g/L}$   $T = 135^\circ \text{C}$   
 $P = 0,475 \text{ atm}$  che occupa  $V = 7,45 \text{ L}$  alla  $T$  di  $59,5^\circ \text{C}$  ed alla  $P$  di  $1,85 \text{ atm}$

$V = 7,45 \text{ L}$  grammi:  $\rho = 0,997 \text{ g/L}$   
 $T = 323,65 \text{ K}$   $T = 408,15 \text{ K}$   
 $P = 1,85 \text{ atm}$   $P = 0,475 \text{ atm}$

$PV = nRT$

$P = \frac{\rho}{MM} RT$   $MM = \frac{\rho RT}{P}$

⑤  $n = \frac{1,85 \text{ atm} \cdot 7,45 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 323,65 \text{ K}} = 0,519 \text{ mol}$   $MM = \frac{0,997 \text{ g/L} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 408,15 \text{ K}}{0,475 \text{ atm}}$

$n = 0,519 \text{ mol}$

$0,519 \text{ mol} \cdot 70,25 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 36,5 \text{ grammi}$

$MM = 70,25 \text{ g/mol}$

⑤ Pressurizzata da  $0,915 \text{ mol}$  di  $\text{CO}_2$  contenute in un  $V = 0,352 \text{ L}$   
 $T = 200,5^\circ \text{C}$  gas ideale.

$n = 0,915 \text{ mol}$   
 $V = 0,352 \text{ L}$   
 $T = 473,65 \text{ K}$

$P = \frac{0,915 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 473,65 \text{ K}}{0,352 \text{ L}}$

$P = 100,96 \text{ atm} \approx 101 \text{ atm}$

⑥  $\text{CH}_4$  Volume =  $20 \text{ L}$   $P = 150 \text{ atm}$  viene aperta  
 la bombola fino a quando dentro non si raggiunge  
 l'atmosfera. Sapendo che  $T = 18^\circ \text{C}$  stabilire quanti  
 gr di  $\text{CH}_4$  sono usciti?

$\text{CH}_4$   $V_1 = 20 \text{ L}$   
 $P_1 = 150 \text{ atm}$   
 $T_1 = 18 \rightarrow 291,15 \text{ K}$

$V_2 = ?$   
 $P_2 = 1 \text{ atm}$  grammi usciti?  
 $T_2 = 18 \rightarrow 291,15 \text{ K}$

$n_1 = \frac{150 \cdot 20}{0,082 \cdot (291,15)} = 125,72$

$n_2 = \frac{1 \cdot 20}{0,082 \cdot (291,15)} = 0,838$

$MM_1 = 125,72 \cdot 16 = 2011,52 \text{ gr}$

$MM_2 = 13,408 \text{ gr}$

$2011,52 - 13,408 = 1998 \text{ gr}$

10) Reattore di 20 L contenente una miscela gassosa composta

55% CH<sub>4</sub>  
10% N<sub>2</sub>  
35% CO

Pressione è 10 atm T = 30°C

Quanti N<sub>2</sub> ?

$$20 \text{ L} = n \cdot 0,082 \cdot 303,15 \text{ K}$$

$$n = \frac{20}{0,082 \cdot 303,15} = 3,22 \text{ mol}$$

$$\frac{10}{100} \cdot 10 = 1 \text{ atm}$$

$$M_{N_2} = 28 \text{ g/mol} \quad 28 \cdot 3,22 = 90,2 \text{ g}$$

11) massa di O<sub>2</sub> che a 22°C P = 361 mmHg occupa V = 10,72 L ?

$$T = 295,15 \text{ K}$$

$$P = 0,475 \text{ atm}$$

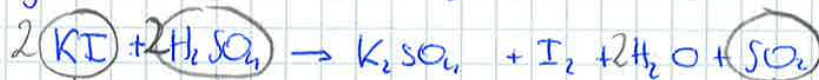
$$V = 10,72 \text{ L}$$

$$n = \frac{0,475 \text{ atm} \cdot 10,72 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 295,15 \text{ K}} = 0,21 \text{ mol}$$

$$M_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$$

$$32 \text{ g/mol} \cdot 0,21 \text{ mol} = 6,73 \text{ g}$$

12) Quanti litri di SO<sub>2</sub> gassosa si ottengono facendo reagire 666 grammi di KI con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in eccesso secondo la reazione



$$\frac{666 \text{ g}}{166 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,012 \text{ mol}$$

$$2:1 = 4,012 : x$$

$$x_{\text{SO}_2} = 2,006 \text{ mol}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

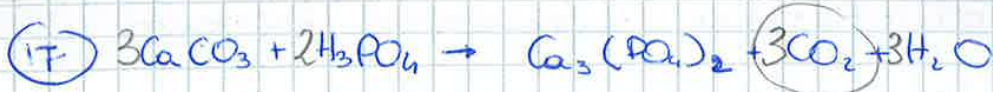
$$1 \text{ atm} \cdot V = 2,006 \cdot 0,082 \cdot 298 \quad V = 45 \text{ L}$$

13) Se avviene la reazione Zn + 2HCl → H<sub>2</sub> + ZnCl<sub>2</sub> e si parte da 93 g di Zn calcolare il V a T = 30°C e P = 783 mmHg di H<sub>2</sub>.

$$n_{\text{Zn}} = \frac{93 \text{ g}}{65,3 \text{ g/mol}} = \frac{1,42}{1} = 1,42 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{1,42 \text{ mol} \cdot 0,082 \cdot 303,15}{1,03} = 34 \text{ L}$$



Calcolare l'esecitata a 33°C di CO<sub>2</sub> prodotta ponendo da

5,4 Kg CaCO<sub>3</sub> ⇒ 540 grammi

4,41 Kg H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ⇒ 441 grammi

V<sub>TOTALE</sub> = 50 L

V<sub>esecitata</sub> da specie solide = 3,5 L

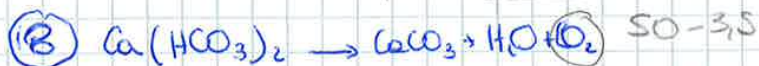
$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{5400}{100} = \frac{5,4}{1} \text{ mol} = 18 \text{ LITRANTE}$$

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{4410}{98} = \frac{4,5}{1} \text{ mol} = 22$$

$$5,4 \text{ mol CaCO}_3 \Rightarrow 5,4 \text{ mol CO}_2$$

$$3,6 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$$

$$p = \frac{5,4 \cdot 0,082 \cdot 306,15}{3} = 29,1 \text{ atm}^D$$



Calcolare il volume di CO<sub>2</sub> a 0,95 atm e 27,5°C che si ottiene per riscaldamento di 150 g di Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 40,08 + (1+12+48)_2 = 162 \text{ g/mol}$$

$$\frac{150 \text{ g}}{162 \text{ g/mol}} = 0,926 \text{ mol}$$

$$27,5^\circ\text{C} = 273 + 27,5 = 300,65$$

$$V = \frac{0,082 \cdot 0,926 \cdot 300,65}{0,95 \text{ atm}} = 24 \text{ L}$$

(19) Quanto pesano 682 ml Cl<sub>2</sub> a 38,1°C e a 435 Torr?

$$\frac{0,682 \cdot 0,572}{0,082 \cdot 311,35} = 0,015 \text{ mol} \cdot 71 \text{ g/mol} = 1,086 \text{ g}$$

(20) M.N. di 2,948 g di GAS che occupano volume di 1 L in condizioni normali.

$$1 = n \cdot 0,082 \cdot 273 \text{ K} \quad n = 0,045 \text{ mol}$$

$$\frac{2,948}{0,045} = 65,6 \approx 66 \text{ g/mol} \approx 66 \text{ g}$$

(21)  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$  (liq) quanti grammi di H<sub>2</sub>O si ottengono bruciando 44 g di C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>?

$$\text{mol C}_3\text{H}_8 = \frac{44 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol} \quad \text{ma} \quad 4 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$4 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 72 \text{ g}$$

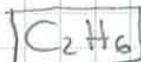
PAG 163 FORMULA MOLECOLARE E DENSITA'

① Formula molecolare di una sostanza gassosa di formula minima  $CH_3$  la cui densità vale  $1,207 \text{ g/L}$   $T = 60^\circ \text{C}$   
 $P = 725 \text{ mmHg} = 1,03 \text{ atm}$

$$1,03 = \frac{1,207}{MM} \cdot 0,082 \cdot 313,15$$

$$MM = 30,01 \text{ g/mol}$$

$$MM_{CH_3} = 15 \text{ g/mol}$$



② Per bruciare completamente 2 volumi di un idrocarburo occorrono 9 volumi di  $O_2$  e si ottengono  $0,33 \text{ g}$  di  $CO_2$  e  $0,135 \text{ g}$  di  $H_2O$ . Calcola formula molecolare idrocarburo:



$$44 \text{ g/mol} \quad 18 \text{ g/mol}$$

$n = 3$  perché peso  
 avere 9 atomi  $O_2$  a sx e a dx

$$\frac{0,33}{44} = 0,0075 \text{ mol}$$

$$\frac{0,135}{18} = 0,0075$$

Per cui siamo  $C_3H_6$

GAS IGUOTO

③  $7,7\% \text{ H}$  resto  $C$

Formula molecolare se  $500 \text{ cm}^3$  in condizioni normali pesano  $0,581 \text{ g}$ ?

$$500 \text{ cm}^3 = 0,5 \text{ dm}^3 = 0,5 \text{ L}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 273 \text{ K}$$

$$0,5 = 273 \cdot n \cdot 0,082$$

$$n = 0,022 \Rightarrow \frac{0,581}{0,022} = 26,4$$

$$\frac{26}{100} \cdot 7,7 = 2 \rightarrow H$$



di conseguenza 2 di C

④ densità a  $25^\circ \text{C}$   $P = 315 \text{ mmHg}$   
 di un miscuglio composto:

20%  $CO$  20%  $H_2$  60%  $N_2$

$$\frac{315}{760} = \frac{P}{22,8} \cdot 0,082 \cdot 623,15 \text{ K} = 0,2$$

$$MM_{CO} = 28$$

$$MM_{H_2} = 2$$

$$MM_{N_2} = 28$$

$$\frac{28 \cdot 20 + 2 \cdot 20 + 60 \cdot 28}{100} = 22,8$$



quanti L di  $CO_2$  a  $21^\circ C$  0,9 atm

si ottengono bruciando  $40 cm^3$  di  $C_7H_{16}$  con  $\rho = 0,64 \frac{g}{cm^3}$

$V_{C_7H_{16}} = 0,04 L$

$0,64 \cdot 40 = 25,6 g$

$MM_{C_7H_{16}} = 100 g/mol$

$\frac{25,6}{100} = 0,256 mol_{C_7H_{16}}$

$mol_{CO_2} = 7 \cdot 0,256 = 1,792 mol$

$0,9 \cdot V = 1,792 \cdot 294$

$V = 48 L$

COMBUSTIONE PAG 164

RICORDA  $N_2$  accompagna SEMPRE  $O_2$  nella aria con le

1) Calcolare il V di tutti i prodotti gassosi, ottenuti dalla combust. completa di 10 L di 1 miscela contenente 20%  $CO$  e 80%  $CH_4$ .

T. ambiente  
P. ambiente



$P_{r_{CH_4}} = 16 g/mol$

$P_{r_{CO}} = 28 g/mol$

$CO = 2 L$

$CH_4 = 8 L$

$O_2 = 1 L$

$O_2 = 16 L$

$CO_2 = 2 L$

$CO_2 = 8 L$

$H_2O = 16 L$

$O_2 : N_2 = 21 : 79$

$\Downarrow$   
17 L

$\frac{79 \cdot 17}{21} = 64 L N_2$

$CO_2 = 10 L$

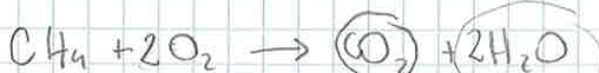
$H_2O = 16 L$

$N_2 = 64 L$

90 L

2) Calcola V anidride carb. prodotta dalla combust. di 10 L di 1 miscela contenente 50%  $CH_4$  50%  $C_2H_6$

P.T ambiente



$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$   
5L 10L 5L 10L

$10 + 5 = 15 L$



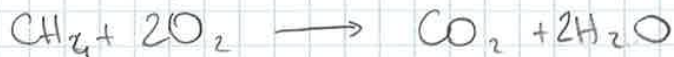
$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$   
5L 35/2 L 10L 15L

5) V O<sub>2</sub> che si consuma nella combustione completa di una miscela gassosa costituita da:



re C = per tutti

25 cm<sup>3</sup> = 0,025 dm<sup>3</sup> = 0,025 L



25 cm<sup>3</sup> · 2 = 50 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>

25 cm<sup>3</sup> · 5 = 125 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>

175 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>

6) Volume di aria necessario per bruciare 1 L di CH<sub>4</sub>

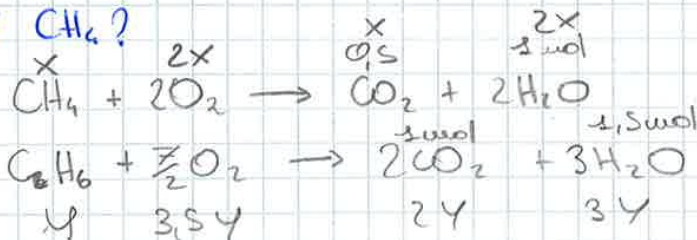


1 · 2 = 2 L O<sub>2</sub>

$\frac{2 \cdot 79}{21} = 7,52 \text{ m}^3 + 2 = 9,52 \text{ L}$

7) CH<sub>4</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> con eccesso di aria, si ottengono 1,5 mol di CO<sub>2</sub> 2,5 mol di H<sub>2</sub>O

%. V CH<sub>4</sub>?



$$\begin{cases} \text{CO}_2 = x + 2y = 1,5 \\ \text{H}_2\text{O} = 2x + 3y = 2,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 1,5 - 2y \\ 3 - 4y + 3y = 2,5 \end{cases}$$

y = 0,5

CH<sub>4</sub> = C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> = 0,5 mol

## MISCELE GASSOSE E Pressioni parziali PAG 165

- ① 60% in peso  $\text{CH}_4$   
 40% " "  $\text{CO}$   
 Viene saturata con vapore di  $\text{H}_2\text{O}$  a  $50^\circ\text{C}$   
 calcolasi  $P$  Parziale di  $\text{CH}_4$   
 sapendo che quella TOTALE vale  $1,1$  atm  
 e che la tensione di vapore di  $\text{H}_2\text{O}$  a  $50^\circ$  e'  $0,121$  atm

$$PV = nRT$$

$$0,121 V = n R 323 K$$



$$\begin{array}{l} 60 \text{ g } \text{CH}_4 \\ 40 \text{ g } \text{CO} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{mol } \text{CH}_4 = 3,75 \text{ mol} \\ \text{mol } \text{CO} = 1,43 \text{ mol} \end{array}$$

$^\circ\text{K}$

$$P_i = \left( \times \right) P_T$$

$\hookrightarrow \frac{n_i}{n_{\text{tot}}}$

$$1,1 = \underbrace{P_{\text{H}_2\text{O}}}_{0,121} + P_{\text{CH}_4} + P_{\text{CO}}$$

$$P_{\text{CH}_4} + P_{\text{CO}} = 0,979 \text{ atm}$$

$$x = \frac{3,75}{5,18} = 0,725 \text{ mol}$$

$$P_i = 0,725 \cdot 0,979 = 0,71 \text{ atm}$$

- ② Pressione Parziale di  $\text{H}_2$  in 100 g di  $\pm$  miscela gassosa  
 contenuta in  $\pm$  recipiente di 30 L  $20^\circ\text{C}$   
 Composizione % peso:

55%  $\text{N}_2$   
 15%  $\text{H}_2$   
 30%  $\text{CO}$

$$P_T = \frac{293 \cdot n_T \cdot 0,082}{30}$$

$$P_T = 8,46 \text{ atm}$$

$$55 \text{ g } \text{N}_2 \Rightarrow \text{mol} = 1,96 \text{ mol}$$

$$15 \text{ g } \text{H}_2 \Rightarrow \text{mol} = 7,5 \text{ mol}$$

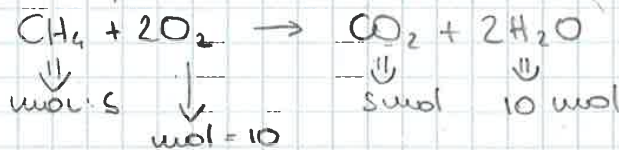
$$30 \text{ g } \text{CO} \Rightarrow \text{mol} = 1,1 \text{ mol}$$

$$P_i = 8,46 \cdot \frac{7,5}{10,56} =$$

$$P_i = 6 \text{ atm}$$

$$P_T =$$

⑦ Pressione di N<sub>2</sub> nei fusti secchi (25°C ± atm)  
prodotti dalla combustione di 80 g CH<sub>4</sub> in aria



$$\frac{10 \cdot 28}{21} = 37,6 \text{ mol N}_2$$

$$n_{\text{tot}} = 5 \text{ mol CO}_2 + 37,6 \text{ mol} = 42,6 \quad MM_{\text{tot}} = 16 + 64 = \frac{80}{0,082 \cdot 298}$$

$$P_T = \frac{3,27}{80} \cdot 0,082 \cdot 298 = 1$$

$$P = 1 \cdot \frac{37,6}{42,6} = 0,88 \text{ atm}$$

### ENERGIA CINETICA DEI GAS 165

① Calcola energia cinetica di 16 g di O<sub>2</sub> in condizioni normali.  
0°C ± atm ↳ 0,5 mol

$$\frac{3}{2} k_B \cdot T = 3404 \text{ J}$$

$$3404 \text{ J} \cdot 0,5 \text{ mol} = 1702 \text{ J}$$

② Calcola En. cinetica di 1 mol di gas perfetto a 25°C

$$\frac{3}{2} k_B T = \frac{3}{2} \cdot 8,314 \cdot 298 \text{ K} = 3718 \text{ joule}$$

③ V quadratica media delle molecole di gas di He a 300K

considera 1 mole di gas

$$P_A = 4 \text{ g/mol}$$

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{1}{3} n m \bar{V}^2$$

$$RT = \frac{1}{3} n m \bar{V}^2 \quad \bar{V}^2 = \frac{3RT}{n m}$$

$$\bar{V}^2 = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,082 \cdot 300}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot \frac{166 \cdot 10^{-24}}{\text{mol}}}} = 1367,7 \text{ m/s}$$

mol  
espresso in kg



②  $P_{H_2O} 2,965 \text{ Torr}$  a  $268 \text{ K}$   $0,004 \text{ atm}$   
 $P_{H_2O} 4,560 \text{ Torr}$  a  $273 \text{ K}$   $0,006 \text{ atm}$

Calore di sublimazione ghiaccio

$$\ln \frac{0,006}{0,004} = \frac{\Delta H}{8,314} \left( \frac{1}{273} - \frac{1}{268} \right)$$

$$\ln \frac{2,965}{4,560} = \frac{\Delta H}{8,314} (-0,0001)$$

$$\Delta H = 52386 \text{ J/mol}$$

③ A quanti °C  $P'$   $H_2O$  bolle in fondo a  $\pm$  lago di  $100 \text{ m}$

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{40,7}{8,314} \left( \frac{1}{273} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln P_1 = \frac{40,7}{8,314} \left( \frac{1}{273} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$P_1 = 1000 \cdot 9,8 \cdot 100 + 101325$$

$$\ln \frac{1081325}{101325} = \frac{40700}{8,314} \left( \frac{1}{373} - \frac{1}{T_1} \right) = 455 \text{ K} = 182^\circ\text{C}$$

ESERCIZI PAG 88

① Calcola % in peso e MOLALITA' di  $NH_3$  in una soluz. acquosa dove la frazione molare di  $NH_3$  e'  $0,210$

$$\frac{n_{NH_3}}{n_{NH_3} + n_{H_2O}} = 0,210 \quad \frac{21}{24 + 79} = 0,210$$

$$n_{NH_3} = 21 \text{ mol}$$

$$P_{m, NH_3} = 17 \text{ g/mol}$$

$$g = \frac{357}{357 + 79 \cdot 18} = 0,20 \Rightarrow 20\%$$

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{\text{Kg solvente}} = \frac{21 \text{ mol}}{1,4 \text{ Kg}} = 15 \text{ m}$$

②  $\mu\text{l}$  di Acido nitrico  $\gamma$  con  $\rho(1,105 \text{ g/cm}^3)$  al 19% in peso consegnano  $2,1 \text{ g}$  di acido nitrico. Me  $\mu$ ?

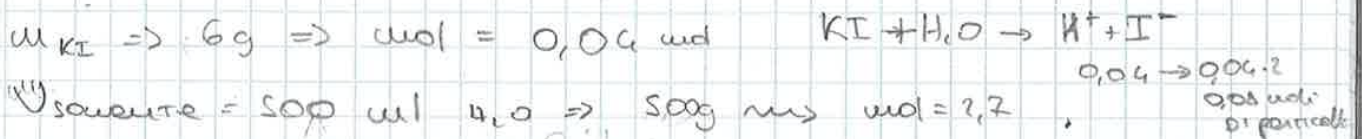
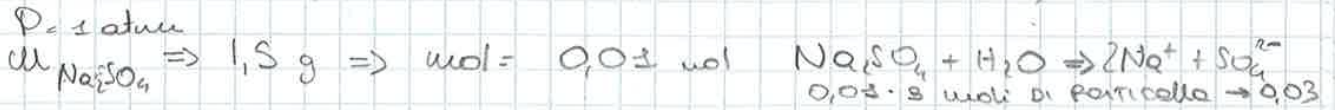
$$1,105 \text{ g in } 1 \mu\text{l di soluz} \quad 1: 0,21 = x : 2,1 \quad x = 10 \text{ g}$$

$$\frac{n_{\text{soluto}}}{\text{Kg solvente}} \Rightarrow$$

di abbassamento della tensione di vapore e  $6460 - 6408 = 52 \text{ Pa}$

③ T di ebollizione a p atmosferica di 2 soluzioni contenente 1,5 g di solfato di sodio e 6 g di ioduro di K in 500 ml H<sub>2</sub>O

$\Delta_{eb} = K_{eb} \cdot m_B$  0,51 K · Kg/mole  
concentraz. molale Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

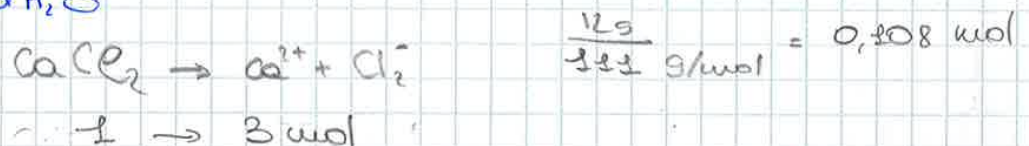


$$\frac{0,06 + 0,08}{500} = \frac{x}{1000} \quad x = 0,208 \text{ mol/Kg}$$

$$\Delta T = 0,51 \times 0,208 = 0,11 \text{ K}$$

$$T_{eb} = 100,11 \text{ }^\circ\text{C}$$

④ T congelamento di una soluzione contenente 12 g di CaCl<sub>2</sub> in 380 g di H<sub>2</sub>O



$$m = \frac{0,108 \cdot 3}{380} = \frac{x}{1000} \quad \text{molalita} = 0,284$$

$$\Delta T_{con} = (284 \cdot 3) \cdot 1,86 \frac{\text{K} \cdot \text{Kg}}{\text{mol}} = 1,6 \text{ K}$$

⑤ 38,9 g di zucchero sono sciolti in 200 g H<sub>2</sub>O, il pt di eb. sale a 103,0 °C, per zucchero?

$$0,30 = 0,512 \cdot m \text{ (molalita)}$$

$$m = 0,586$$

$$\frac{38,9}{200} = \frac{x}{1000} \Rightarrow x = 332 \text{ g/mol}$$

P.P. 0,586

- ④
- $\rho$
  - Fe
  - CCC
  - 2,866 Å

$$\rho = \frac{2 \cdot 55,85 \cdot 1,66}{(2,866)^3} = 7,875 \text{ g/cm}^3$$

- ⑤
- $\rho$  ?
  - Au
  - FCC
  - 4,078 Å

$$\rho = \frac{4 \cdot 196,97 \cdot 1,66}{(4,078)^3} = 19,28 \text{ g/cm}^3$$

- ⑥
- $\rho$  ?
  - CsCl
  - CP
  - 4,115 Å

$$\rho = \frac{2 \cdot 132,905 + 35,45 \cdot 1,66}{(4,115)^3} = 4,02 \text{ g/cm}^3$$

**PAG 167 CONCENTRAZIONE SOLUZIONI E MOLALITÀ**

- ① % peso  $\text{NH}_3$  in una soluzione acquosa sale la frazione molare è 0,16 di  $\text{NH}_3$

$$\frac{n_i}{n_{\text{tot}}} = 0,16 \quad \frac{16 n_i}{16 + 84} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{moli } \text{NH}_3 = 16 \text{ mol} \Rightarrow 16 \cdot 17 = 272 \text{ g} \\ \text{H}_2\text{O} = 84 \text{ mol} \Rightarrow 84 \cdot 18 = 1512 \text{ g} \end{array}$$

$$M_{\text{totale}} = 1784 : 100 = 272 : x \quad x = 15\%$$

- ② M  $\text{NH}_3$  con frazione molare 0,213

$$n_{\text{NH}_3} = 22,3$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 78,7 \quad g = 78,7 \cdot 18 = 1416,6 \text{ g}$$

$$M = \frac{22,3}{1,4166} = 15 \text{ mol/kg}$$

- ③ ml  $\text{H}_2\text{NO}_3$  diluito con  $\rho = 1,105 \text{ g/cm}^3$  20% peso sono contenuti in 2,1 g di  $\text{H}_2\text{NO}_3$

$$1,105 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow 1,105 \text{ g per 1 ml}$$

$$20\% : \frac{1,105}{100} = 0,221 \text{ g HNO}_3$$

$$1 : 0,221 = x : 2,1$$

$$x = 9,5 \text{ ml}$$

7) ~~7~~ [Cl<sup>-</sup>]

In soluzione acquosa con densità  $\rho = 1,014 \text{ g/cm}^3$   
con 4% peso FeCl<sub>3</sub>



1,014 g di soluzione in 1 ml  $\Rightarrow$  1,014 g in 1 L

$$\text{FeCl}_3: \frac{1014}{100} \cdot 4 = 40 \text{ grammi}$$

$$M_{\text{FeCl}_3} = 162,206 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{FeCl}_3}: \frac{40}{162,206} = 0,2466 \text{ mol}$$

$$0,2466 : 1 = x \cdot 3$$

$$n = 0,7398 \text{ mol Cl}^- \Rightarrow [\text{Cl}^-] \text{ in 1 L di soluz.}$$

8) % peso H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

In una soluzione acquosa [H<sup>+</sup>] = 2,326

$$\rho = 1,1398 \text{ g/ml}$$

1139,8 g in 1 L di soluzione

$$\frac{n}{1L} = 2,326 \quad n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2,326 \text{ mol} \Rightarrow g = 227,94$$

$$1139,8 : 100 = 227,94 : x \quad x = 20\%$$

9) V finale?

$$V_1 = 100 \text{ ml}$$

per ottenere 1M di LiCl per ottenere soluzione 0,5 molare

$$n_{\text{LiCl}} = 1 \text{ in 1 L di sol.} : 1L = (?) : 0,5L$$

$$n_{\text{LiCl}} = 0,5 \text{ mol in } 0,5L$$

$$0,5 : 1 = 0,5 : V \quad V = 0,2L$$

10) cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub> soluzione a 15% peso con densità 1,084 g/ml  
sono necessari per preparare 1,5 L di acido 1M.

$$1084 \text{ g in 1 L}$$

$$1084 : 100 = x : 15$$

$$x = 162,6 \text{ g H}_2\text{NO}_3$$

$$\frac{n}{1,5} = 0,5$$

$$n = 0,75 \text{ mol H}_2\text{NO}_3$$

$$n_{\text{H}_2\text{NO}_3} = 2,58 \text{ mol in 1 L}$$

$$2,58 : 1 = 0,75 : x \quad x = 0,289 \text{ L}$$

$$x = 289 \text{ cm}^3$$



quanti litri di  $H_2$  a  $27^\circ C$  e a  $P = 722 \text{ mmHg}$  si ottengono partendo da  $5,4 \text{ g}$  di  $Al$  e  $250 \text{ mL}$  di  $[H_2SO_4] = 1$

$n_{Al} = 0,2 \text{ mol} \rightarrow 1 \text{ mol}$

$\frac{3}{2} >$  di quello presente  
Reag. limitante  $H_2SO_4$

$n_{H_2SO_4} \Rightarrow 0,25 \text{ mol}$

$n_{H_2} = 0,25 \text{ mol}$

$\frac{722 \text{ mmHg}}{760} = 0,95 \text{ P atm}$

$V = \frac{0,25 \cdot 300,15 \cdot 0,082}{0,95} = 6,5 \text{ L}$

(15) Sapendo che:



quanti litri di  $NO$  a  $0^\circ C$  e  $1 \text{ atm}$  si possono ottenere da

$47,65 \text{ g}$  di  $Cu \Rightarrow n_{Cu} = 0,75 \text{ mol}$

$0,75 \text{ L } [HNO_3] = 2 \Rightarrow n \rightsquigarrow \frac{2}{10} = \frac{x}{0,75} \Rightarrow 1,5 \text{ mol}$

REAG. LIMITANTE  $HNO_3$

$2 : 1,5 : 8 = x : 2$

$n_{NO} = 0,375 \text{ mol}$

$V = \frac{0,375 \cdot 273 \text{ K}}{1} = 8,4 \text{ L}$

TENSIONE DI VAPORE DI SOLUZIONI PAG 168

(16) Un recipiente da  $10 \text{ L}$  contiene  $H_2O$  gassosa a  $600^\circ C$  e  $1 \text{ atm}$ .

1) Recipiente viene raffreddato

2)  $T_f = 25^\circ C$   $P_{vap} = 23,756 \text{ mmHg} \Rightarrow 0,03 \text{ atm}$

Calcola  $H_2O$  diventata liquida

$n_1 = \frac{10}{0,082 \cdot 873} = 0,14 \text{ mol}$

$10 = \frac{0,082 \cdot n \cdot 298,15}{0,03}$

$\frac{0,3}{0,082 \cdot 298,15} = n_2 \Rightarrow 0,013 \text{ mol}$

$0,14 - 0,013 = 0,127 \text{ mol}$

$0,127 \cdot 18 = 2,3 \text{ g}$

$$i = -1 + 1(2-1) = 2$$

$$X_{AB} = \frac{8,33}{8,33 + (0,04)2} = 0,9899 \text{ mol}$$

$$P = 0,9899 \cdot 23,76 = 23,52 \text{ mm Hg}$$

5) 2 grammi di una proteina vengono scolti in 0,1 L di H<sub>2</sub>O  
 La  $\pi$  è 0,021 atm  $T = 25^\circ\text{C}$

Massa molare proteina? 0,082

$$\frac{2}{M} = n \quad \pi = (R)M \cdot 298 \text{ K}$$

$$0,021 \times 0,1 = n_B \times 0,082 \times 293,15 \Rightarrow 8,59 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$0,0008 : 1 = x \cdot 0,1 \quad \text{molarità in } 0,1 \text{ L} = 0,00008$$

|  
n mol

$$\frac{2}{0,00008} \approx 25300$$

6) 0,5 L H<sub>2</sub>O  $\rho = 1 \text{ g/mL}$   
 sono scolti a  $25^\circ\text{C} \rightarrow 3,5 \text{ g}$  di KBr  
 6,0 g di ~~NaCl~~ CaCl<sub>2</sub>

Qual'è la  $T_{\text{vap}}$  di vapore della soluzione e quella dell'  
 H<sub>2</sub>O alle stesse  $T \Rightarrow 23,76 \text{ mmHg}$

$$1 \text{ g in } 1 \text{ mL} \quad 500 \text{ g in } 0,5 \text{ L} \Rightarrow n = 27,8 \text{ mol}$$

$$n_{\text{KBr}} = 0,03 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CaCl}_2} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\frac{27,8}{0,05 + 0,03 + 27,8} = 0,9921 \text{ mol} \cdot 23,76 =$$

$$\text{coef Van Hoff KBr} = 2 \quad = 23,6 \text{ mmHg}$$

$$\text{NaCl} = 2$$

② Innalzamento ebullioscopico di HCl a pH = 0,097 e con densità = 1,06 g/cm<sup>3</sup>

FARE DOPO PH

③ Calcolo T<sub>eb</sub> a p atmosferica di 1 soluzione ottenuta sciogliendo 24 g di 1 soluto organico (PR=58) in 600 g di H<sub>2</sub>O

$$\Delta T = K_{eb} \cdot m \qquad m_{\text{soluto}} = \frac{24}{58} = 0,414$$

$$m = \frac{0,414 \text{ soluto}}{0,6 \text{ kg soluzione}} = 0,69 \text{ mol/kg}$$

$$T - 100^\circ = 0,51 \cdot 0,69 \qquad T = 100,35^\circ \text{C}$$

④ Innalzamento ebullioscopico di una soluzione 0,75 [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>]

$$\rho = 1,07 \text{ g/cm}^3$$

$$1070 \text{ g in } 1 \text{ L}$$

$$\frac{0,75}{1 \text{ L soluzione}}$$

$$\Delta T = 0,51 \cdot m \quad m = \frac{n \text{ soluto}}{kg \text{ soluzione}}$$

$$0,75 \cdot 174 = 130,5 \text{ gm K}_2\text{SO}_4$$

$$1070 - 130,5 = 939,5 \Rightarrow 0,9395 \text{ Kg}$$

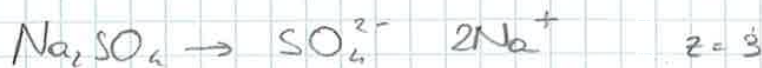
$$L = \text{K}_2\text{SO}_4 \Rightarrow 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-} \quad \Delta t = \frac{0,75}{0,9395} \cdot 0,51 \cdot 3 = 1,22^\circ \text{C}$$

$$z = 3$$

$$i = 1 + (z - 1)$$

$$i = 1 + 2 = 3$$

④ T<sub>inizio</sub> congelamento di una soluzione di Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,25 M con ρ = 1,06 g/cm<sup>3</sup>



$$-t = 1,86 \frac{\text{K} \cdot \text{Kg}}{\text{mol}} \cdot m \rightarrow \frac{n_{\text{soluto}}}{\text{Kg solvente}} \leftarrow \begin{matrix} 1,25 \text{ mol} \text{ in } 1 \text{ litro} \\ g \text{ Na}_2\text{SO}_4 = 177,5 \text{ g} \end{matrix}$$

$$\text{Grammi solvente} = 1060 - 177,5 = 882,5 \text{ g} \Rightarrow 0,8825 \text{ Kg}$$

$$-t = 1,86 \frac{\text{K} \cdot \text{Kg}}{\text{mol}} \cdot \frac{1,25 \text{ mol}}{0,8825 \text{ Kg}} \cdot 2 \quad t = 7,9^\circ\text{C}$$

⑤ T<sub>inizio</sub> congelamento di 1 L di una soluzione acquosa con ρ = 1,12 g/cm<sup>3</sup> ottenuta con 142,8 g di KBr



1120 g soluzione in 1 L

$$1120 \text{ g} - 142,8 \text{ g} = 977,2 \text{ g solvente (H}_2\text{O)}$$

$$n_{\text{KBr}} = \frac{142,8 \text{ g}}{119 \text{ g/mol}} = 1,2 \text{ mol KBr}$$

$$-t = 1,86 \frac{\text{Kg} \cdot \text{K}}{\text{mol}} \cdot \frac{1,2 \text{ mol}}{0,9772 \text{ Kg}} = -4,57^\circ\text{C}$$

⑥ Il naftalene solidifica a 80,6°C. Sciogliendo 0,51 g di una sostanza organica incoagulata in 7,03 g di naftalene, la soluzione congela a 75,2°C. Se K<sub>e,naft.</sub> vale 6,8 · K·Kg/mol. Per quanto incoagulato?

$$\Delta t_{\text{ms}} \quad 80,6^\circ\text{C} - 75,2^\circ\text{C} = 6,8 \frac{\text{K} \cdot \text{Kg}}{\text{mol}} \cdot m$$

$$m = \frac{5,4^\circ\text{C}}{6,8} = 0,79 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$

$$\frac{0,79 \text{ mol}}{1 \text{ Kg solvente}}$$

$$n_{\text{incoagulato}} = 5,5 \cdot 10^{-3}$$

$$0,79 \cdot 1000 = x \cdot 7,03$$

$$x \approx 5,5 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{\text{m}} = \frac{0,51 \text{ g}}{5,5 \cdot 10^{-3}} \approx 91$$



## Pressione Osmotica PAG 169-170

①  $\pi$  ?  
 $T = 25^\circ\text{C}$   
 $V = 51\text{ L}$   
 soluzione acquosa ottenuta da 6 Kg di glicerina  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

$$\pi = RMT$$

$0,082 \cdot 298,15\text{ K}$

$\frac{65,22\text{ mol}}{51\text{ L}}$

$0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

$n_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = 65,22\text{ mol}$

$\pi = 31,2\text{ atm}$

②  $\pi$  ?  
 temperatura di  $20^\circ\text{C}$  di una soluzione acquosa di glicerina  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  8% e con  $\rho = 1,069\text{ g/ml}$

$T = 293\text{ K}$

$1069\text{ g in } 1\text{ L}$

$1069 : 100 = x : 8$

$\text{grammi } \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 = 85,52\text{ g}$

$n = 0,9296\text{ mol} \Rightarrow [M] = \text{mol/L}$

$\pi = 0,082 \frac{\text{K atm}}{\text{K mol}} \cdot 0,9296 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 293,15\text{ K}$

$\pi = 22,36\text{ atm}$

③  $\pi$  ?  
 a  $25^\circ\text{C}$  di 250 ml di una soluzione acquosa contenente 3,5 g di acido rompropionico (PM=120) e  $\alpha = 0,01$

$n_H = 0,03\text{ mol}$

$M = \frac{0,03}{0,25} = 0,12\text{ mol/L}$

$i = 1 + 0,02(3)$

$\bar{v} = 1,02$

$\pi = 0,082 \cdot 298,15\text{ K} \cdot 0,127\text{ mol/L} \cdot 1,02$

$\pi = 2,9\text{ atm}$

④  $\pi$  ?  
 $T = 25^\circ\text{C}$   
 soluzione acquosa di HCl con  $\rho = 1,06\text{ g/cm}^3$  e  $[HCl] = 0,8\text{ mol/L}$

$\pi = 298,3 \cdot 2 \cdot 0,082 \cdot 0,8 = 39,1\text{ atm}$

8)  $\pi$  ?

$[NaCl] = 0,3 M$

$T = 35^\circ C$

$\pi = 0,3 \text{ mol/L} \cdot 0,082 \cdot 308,15 \cdot 2$

$\pi = 15,15 \text{ atm}$

9)  $\pi$  ?

$T = 50^\circ C$

$H_2SO_4$  completamente dissociato e pH pari a 1,5



10) Calcolo  $[H]$  di  $K_2SO_4$  che a  $18^\circ C$  ha  $\pi = 10,74 \text{ atm}$



$\left[ \frac{10,74 \text{ atm}}{0,082 \cdot 3 \cdot 291,15} \right] = 9,15 \text{ mol/L}$

10) Calcolo  $\alpha$  di  $K_2SO_4$  in soluzione acquosa  $0,10 M$  che a  $18^\circ C$  presenta  $\pi = 7,1 \text{ atm}$

$\frac{7,1 \text{ atm}}{0,1 \cdot 0,082 \cdot 291,15} = i$

$i = 2,97$

$2,97 = 1 + 2\alpha$

$1,97 = 2\alpha$

$\alpha = 0,99$

11)  $\pi$  ?

temp  $20^\circ C$  di una soluzione ottenuta da  $18,0 g$  di  $H_2O$  e  $NaCl$ , sapendo che a  $25^\circ C$  la p. di vapore vale  $23,65 \text{ mmHg}$  e quella di  $H_2O$  pura  $23,76 \text{ mmHg}$

$P = X_a \cdot P_0$

$23,65 = x \cdot 23,76$

$x = 0,99$

$0,99 = \frac{n_a}{n_a + n_b} = \frac{1}{3 + n_b}$

$n_b = 9005 \text{ mol}$

$\text{mol } H_2O = 0,99$

$\text{mol } Na = 1$

$\pi = 293,15 \cdot 0,082 \cdot (M) \Rightarrow \frac{0,005 \cdot 2}{0,018}$

$\pi = 6,21 \text{ atm}$

In reazione bruciamo 25 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$

$$-1453 \text{ kJ} : 2 = x \cdot 25 \quad x = -18162,5 \text{ kJ}$$

② Calcola entalpia standard e l'energia standard di reazione dell'equilibrio



	$\Delta_f H^\circ$
C	0
$\text{CO}_2$	$-393,5 \cdot -1$
$2\text{CO}$	$-110,5 \cdot +2$

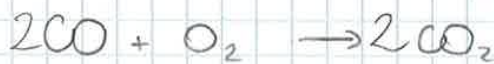
$$\Delta H_{\text{TOT}} = +393,5 - 221 = 172,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = 172,5 - \Delta nRT$$

$$\Delta U = 172500 - 1 \cdot 8,314 \cdot 298,15 = 170021 \approx 170 \text{ kJ}$$

③ Calcola calore sviluppato nella combustione a  $25^\circ\text{C}$  e pressione di  $1 \text{ m}^3$  di una miscela gassosa di composizione in volume:  $\text{CO } 70\%$   $\text{Ar } 20\%$   $\text{N}_2 10\%$

1000 L
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">700 L CO</span>
200 L Ar
100 L $\text{N}_2$



$$\text{CO} \quad -2 \cdot -110,5$$

$$\text{O}_2 \quad 0$$

$$\text{CO}_2 \quad 2 \cdot -393,5$$

$$\Delta H = -566 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = Q - p\Delta V$$

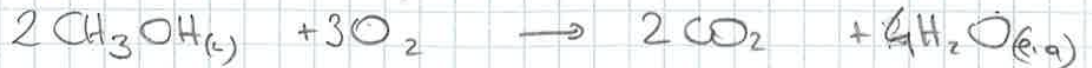
$$700 \text{ L } 1 \text{ atm} = n \cdot 0,082 \cdot 298,15$$

$$n = 31,3 \text{ mol}$$

$$\frac{-566}{2} = \frac{x}{31,3}$$

$$\Delta H_{\text{emettito}} = -8857,9 \text{ kJ} \\ \text{calore svilupp.} \\ +8857,9$$

③ Calore sviluppato nella combustione a 25°C e P<sub>atm</sub> di 1 dm<sup>3</sup> di CH<sub>3</sub>OH(l) ρ = 0,8 g/cm<sup>3</sup> con formazione di H<sub>2</sub>O liquida.



800 g in 1 L di CH<sub>3</sub>OH

$$n = \frac{800 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 25 \text{ mol CH}_3\text{OH}$$

$$\text{CH}_3\text{OH}(l) \quad 2 \cdot (-238,6)$$

$$\text{CO}_2 \quad 2 \cdot (-393,5)$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 4 \cdot (-285,8)$$

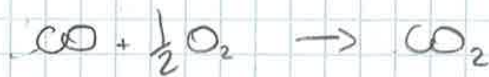
$$\Delta H_{\text{tot}} = -1'453 \text{ KJ}$$

$$-1'453 \text{ KJ} : 2 \text{ mol} = x : 25 \text{ mol}$$

$$\Delta H_{\text{eff}} = -18162 \text{ mJ} \rightarrow \text{calore svilup. } 18162$$

④ Calcolare calore sviluppato nella combustione a 25°C e 1 atm di 1 m<sup>3</sup> (risuscitato a 0°C e 760 mmHg) di una miscela gassosa:

70% CO  
20% Ar  
1% N<sub>2</sub>



$$\Delta H: \quad \text{CO} \quad -1 \cdot (-110,5)$$

$$\text{O}_2 \quad 0$$

$$\text{CO}_2 \quad 1 \cdot (-393,5)$$

$$\Delta H_{\text{tot}} = -283 \text{ KJ}$$

700 L CO

$$PV = nRT$$

$$\frac{700 \text{ L} \cdot \text{atm}}{0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}} = 31,25 \text{ mol}$$

?

$$\frac{-283}{1} = \frac{x}{31,25}$$

$$\text{calore} = 8844 \text{ KJ}$$

8) ENTALPIA della reazione di decomposizione termica di 50 g di CARBONATO DI CALCIO SECCO



$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\Delta H = -1206,9 - 635,1 - 393,5 \Rightarrow \Delta H = -178,3$$

$$178,3 : 1 = x \cdot 0,5 \quad \Delta H = 89,15 \text{ KJ}$$

9) Calore sviluppato nella combustione in condizioni ambientali di 1 L di  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{liq})$   $\rho = 0,78 \text{ g/ml}$  con formazione  $\text{H}_2\text{O}(\text{liq})$



$$\Delta H = -48,98 - 3(+285,9) - 6(393,48) = -3267,56 \text{ KJ}$$

$$0,780 \text{ in } 1 \text{ L} \Rightarrow n = 0,78 \text{ mol}$$

$$\text{calore: } 3267,56 \text{ KJ}$$

10) Calore ossorbito facendo reagire 200 L di  $\text{CH}_4$  con 200 L di  $\text{HCl}(\text{g})$  risultati a  $0^\circ \pm 1 \text{ atm}$



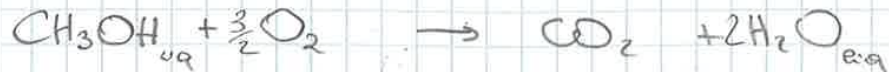
$$n_{\text{CH}_4} = \frac{200 \text{ L} \cdot \text{atm}}{0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273,15} = 8,93 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 8,93 \text{ mol}$$

$$\Delta H = +74,93 + 92,51 - 86,32 + 0 = +81,12 \text{ KJ}$$

$$\frac{81,12}{2} = x : 17,86 \quad x = 730 \text{ KJ}$$

(14) Calore sviluppato nella combustione a P atmosferica di 0,1 L di  $\text{CH}_3\text{OH}$  (l.g)  $\rho = 0,736 \text{ g/cm}^3$  con formaz.  $\text{H}_2\text{O}$  (l.g)



$$\Delta H = 238,6 - 393,48 - (2 \cdot 285,9) = -726,68 \text{ KJ}$$

$$73,6 \text{ g } m \rightarrow n = 2,3 \text{ mol}$$

$$-726,68 \cdot 2,3 = -1671,364 \text{ KJ}$$

$\approx 1671 \text{ KJ calore}$

(15) Calcola calore ossorbito nella formazione a  $1000^\circ\text{C}$  e satur di 500 g di  $\text{CaO}$  (s)



N.B: CONSIDERA uguali  $\Delta H$  formazione a  $25^\circ$  e  $1000^\circ\text{C}$

$$\Delta H = 178,4 \text{ KJ}$$

$$\frac{500}{56} = 8,93 \text{ mol CaO}$$

$$178,4 \cdot 8,93 = 1590 \text{ KJ}$$

(16)  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$  calcola il calore prodotto partendo da 5L di  $\text{H}_2$  e 5L di  $\text{N}_2$  misurati a  $0^\circ\text{C}$  e satur

$$\Delta H_f^\circ = -2 \cdot 49,5 = -99 \text{ KJ}$$

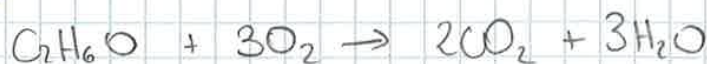
$\text{N}_2$  in eccesso

$$\frac{3}{2} \cdot 5\text{L} = 7,5 \text{ L } \text{NH}_3$$

$$\text{Mol } \text{NH}_3 = 0,1487$$

$$\text{calore prodotto} = 0,1487 \cdot 45,94 \approx 6,83 \text{ KJ}$$

(17)  $\Delta H$  della reazione di ossidazione ~~del~~ <sup>AD</sup> acido acetico (con formazione di  $\text{H}_2\text{O}$  (l)) di  $10 \text{ cm}^3$  di  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$   $\rho = 0,789 \text{ g/cm}^3$ .  $\Delta H$  di combustione sono  $1371,0$  ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )  $867,1 \text{ KJ}$  acido acetico



(20)  $\Delta H$  combustione con formazione  $H_2O(l)$  di 22,41 L  $CH_4$  ( $0^\circ C$  e 1 atm)



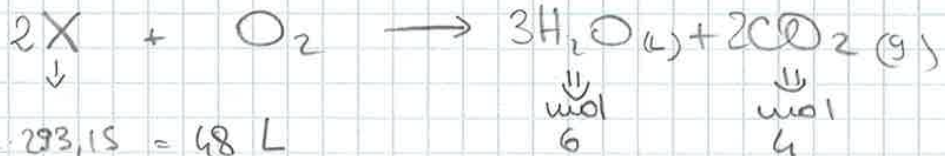
$$n_{CH_4} = \frac{22,41}{273 \cdot 0,082} = 1,0005$$

$$+74,93 - 393,48 - 2(285,9) = -890,2 \text{ KJ}$$

(21) Calcola ENTALPIA STANDARD di un certo composto sapendo che bruciandone 2 moli (totum  $25^\circ C$ ) si formano 108 g di  $H_2O(l)$  e 176 g di  $CO_2(g)$  e si sviluppano 653000 calorie

$$1: 4,186 \text{ J} = 653000 : x$$

$$2733458 \text{ J} = 2733,458 \text{ KJ}$$

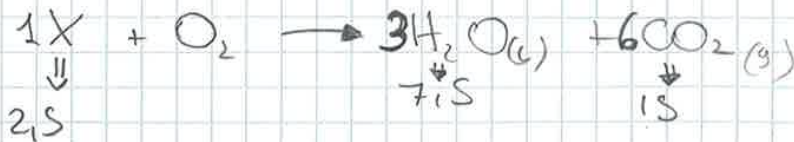


$$V_2 = 2 \cdot 0,082 \cdot 293,15 = 48 \text{ L}$$

$$(-2)(X) - 6 \cdot (285,9) - 4 \cdot (393,48) = 2733,458 \text{ KJ}$$

$$\frac{-2733,458 + 1715,4 + 1573,92}{-2} = -277,931 \text{ KJ/mol}$$

(22) Calcolare ENTALPIA STANDARD di un certo composto, sapendo che bruciandone 2,5 moli (totum  $25^\circ C$ ) si formano 135 g di  $H_2O(l)$  e 660 g di  $CO_2(g)$  e si sviluppano 8165 KJ.



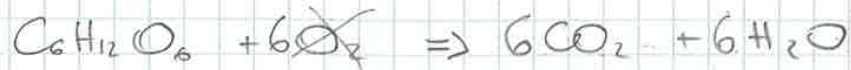
$$\frac{-8165 + 2144,25 + 5902,2}{-2,5} = -47,42 \text{ KJ}$$

26)  $\Delta H^\circ$  Formazione e  $C_6H_{12}O_6$  sapendo che

$$\Delta H_f^\circ \text{ di } CO_2 = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ di } H_2O = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ \text{ combustione di } C_6H_{12}O_6 = -2815,8 \text{ kJ/mol}$$



$$-1(x) - 2361 - 1714,8 = -2815,8$$

$$\frac{-2815,8 + 2361 + 1714,8}{-1} = -1260 \text{ kJ}$$

27)  $\Delta H$  per la decomposizione del carbonato di calcio ad ossido di calcio e  $CO_2$

$$\Delta H_f^\circ CaO = -635,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ CO_2 = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ CaCO_3 = -1207 \text{ kJ/mol}$$



$$1207 - 393,5 - 635,5 = 178 \text{ kJ}$$

28) Quanto calore si svolge nella combustione di 1000 g di  $C_{12}H_{22}O_{11}$  sapendo:

$$\Delta H_f^\circ CO_2 = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ H_2O_{(l)} = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ C_{12}H_{22}O_{11} = -2219 \text{ kJ/mol}$$



$$n_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 2,79$$

$$33,5$$

$$30,73$$

$$\Delta H = (2,79 \cdot -2219) - 33,5(-393,5) - 30,73(-285,8)$$

$$\Delta H \approx 16000 \text{ kJ}$$



## - CAPITOLO 7 - EQUILIBRI CHIMICI

### ESERCIZIO PAG 111

La velocità di una reazione chimica raddoppia aumentando la T da 97 e 197°C. Calcolare energia di attivazione

$$v_1 = k_1 \cdot A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$$

$$273 + 97 = 370$$

$$273 + 197 = 470$$

$$v = k \cdot A \cdot e^{-\frac{E}{30,34}}$$

$$2v = k_2 \cdot A \cdot e^{-\frac{E}{38,54}}$$

$$2 = \frac{k_2}{k_1} = 2 = \frac{e^{-\frac{E}{38,54}}}{e^{-\frac{E}{30,34}}}$$

$$2 = e^{-\frac{E}{38,54} + \frac{E}{30,34}}$$

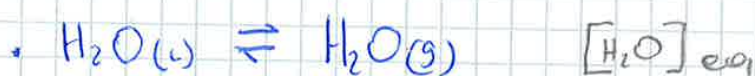
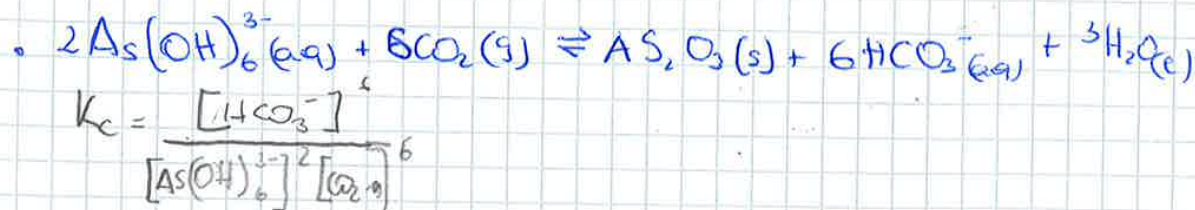
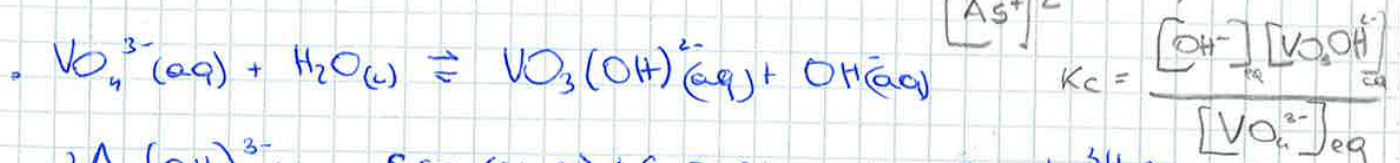
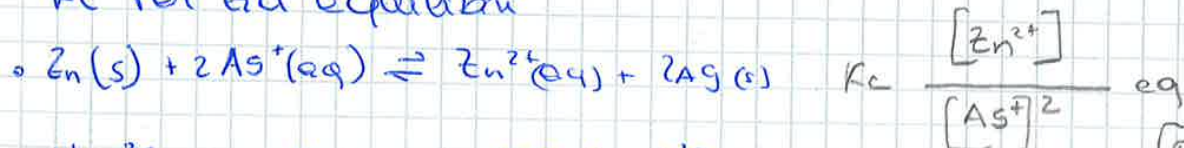
$$\log 2 = \frac{-E}{38,54} + \frac{E}{30,34}$$

$$-2,559 \cdot 10^{-4} E_A + 3,251 \cdot 10^{-6} E_A = \log 2$$

$$E_A = \frac{0,693}{0,692 \cdot 10^{-4}} \approx 1 \cdot 10^4 \text{ J} \approx 10 \text{ kJ}$$

### ESERCIZI PAG 112

①  $K_c$  per gli equilibri



④ 700°C la  $K_c$  all'equilibrio  $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$  vale 0,0824 mol/L.  
 In  $V = 12L$  si introducevano 0,05 mol  $CO_2$  e 0,06 mol  $CO$   
 24 g di C a 700°C  
 nel tot gas all'eq.

mol C = 2

I	$CO_2$	0,05	$CO$	0,06
EE	$CO_2 - x$		$CO, + 2x$	

$$0,0824 = \frac{\left[ \frac{0,06 + 2x}{12} \right]^2}{\left[ \frac{0,05 - x}{12} \right]} = x = 0,03362 \text{ mol}$$

$$0,05 - 0,03362 + 0,06 + 2 \cdot 0,03362 = 0,1436 \text{ mol}$$

⑤ 600°C la  $K_c$   $O_2(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  vale 4,4 mol/L  
 e in 300 L si introducevano 0,5 mol  $NO$  a 600°C  
 quante mol di  $O_2$  devo introdurre per far reagire  
 0,4 mol  $NO_2$

	$O_2$	$NO$	$NO_2$
I	x	0,5	0
EE	$x - 0,2$	0,1	0,4

$$\frac{\left( \frac{0,4}{300} \right)^2}{\left( \frac{x - 0,2}{300} \right) \left( \frac{0,1}{300} \right)^2} = \boxed{V = 108,3 \text{ mol}}$$

⑥ 700°C il  $K_p$   $FeO(s) + H_2(g) \rightleftharpoons Fe(s) + H_2O(g)$  vale 0,758  
 calcola Rapporto Molare  $H_2O - H_2$  sapendo che a p. sat. (costanti)  
 la  $H_2$  % iniziale in fase gaseosa è 70%.

Perché ad eccezione di  $H_2$  e  $H_2O$  le sostanze sono  
 tutte solide, il Rapporto all'equilibrio vale  
 0,758

9) 40°C  $K_p = N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$  vale 0,66 atm

Calcolo grado di dissociazione di  $N_2O_4$  a 40°C e a  $p_t = 0,495$  atm

$N_2O_4$	$2NO_2$
$n_0$	0
$n_0 - \alpha n_0$	$2\alpha n_0$

$n \rightarrow \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2}$

$K_p = K_x \cdot p^{\Delta n_g}$

$0,66 = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times 0,495$

$\alpha = 0,5$

10) 2800°C  $P_t$  atm  $\alpha_{H_2O} = 0,164$

$T = K$

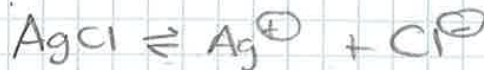
$P = a$  cui:  $\alpha = 0,257$

$H_2O$	$H_2$	$O_2$
$n_0$	0	0
$n_0 - \alpha n_0$	$\alpha n_0$	$\alpha n_0 / 2$

$\frac{[\alpha n_0][\alpha \frac{n_0}{2}]}{[n_0 - \alpha n_0]}$



11) AgI solubile in  $H_2O$  con solubilità  $0,002$  g/L [M] soluz. saturata?



$1,4 \cdot 10^{-5}$  mol/L

0,002



$\frac{0,002}{2}$   
mol

④ 600°C



$K = 0,31$

Partendo da:  
 CO<sub>2</sub> = 5 mol  
 H<sub>2</sub> = 4 mol  
 CO = 3 mol

	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O
I	5	4	3	0
F	5-x	4-x	3+x	x

calcola % in Volume di H<sub>2</sub>O all'eqil.

$$\frac{(3+x) \cdot (x)}{(5-x)(4-x)} = 0,31 = \frac{3x + x^2}{20 - 4x - 5x + x^2} = 0,31$$

$$3x + x^2 = 0,31x^2 - 2,79x + 6,2$$

$$0,69x^2 + 5,79x - 6,2 = 0$$

$$\frac{-5,79 \pm \sqrt{50,64}}{-1,38} \rightarrow 7,12$$

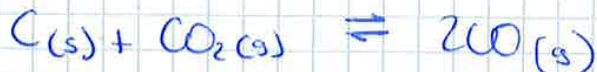
0,96  
 NEGATIVA

$x = 0,96 \text{ mol}$

mol TOT all'eq = 4,04 + 3,04 + 3,96 + 0,96 = 12

$12 : 100 = 0,96 : x$        $x = 8\%$

⑤ 700°C



$K_c = 0,0824 \text{ mol/L}$        $V = 12 \text{ L}$

mol CO<sub>2</sub> = 0,05  
 CO = 0,06  
 C = 24 grammi = 2 mol

	C	CO <sub>2</sub>	CO	mol/L
I	2	0,05	0,06	2,1
Eq	2-x	0,05-x	0,06+2x	<*

mol tot. gas all'eq.

$$\left[ \frac{0,06+2x}{12} \right]^2 = 0,0824 \quad \frac{36 \cdot 10^{-3} + 4x^2}{0,6 - 12x} = 0,0824$$

$$\left[ \frac{0,05-x}{12} \right] \quad 3,6 \cdot 10^{-3} + 4x^2 - 0,05 + 0,99x = 0$$

⑦  $V = 3L$   $T = 650^{\circ}C$

3 mol  $COCl_2$   
1 mol  $Cl_2$

$P_{eq} = 121,7 \text{ atm}$

e mol tot = 4,824

$K_p ?$



	$COCl_2$	$CO$	$Cl_2$
I	3	0	1
Eq	$3-x$	$x$	$1+x$

$x = 4,824 - 4$

$x = 0,824$

$n_{TOT} = 4,824$

$K_p = \frac{\left[ \frac{0,824}{4,824} \cdot 121,7 \right] \left[ \frac{1,824}{4,824} \cdot 121,7 \right]}{\left[ \frac{2,176}{4,824} \cdot 121,7 \right]}$

$= 17,4 \text{ atm}$

$\left[ \frac{2,176}{4,824} \cdot 121,7 \right]$

⑧ 3,5 L  $650^{\circ}C$

2 mol  $COCl_2$   
2 mol  $Cl_2$

$P = 97,38 \text{ atm}$

grammi  $Cl_2$  Eq.

$PV = nRT \rightarrow n_{TOT} = 4,503$



	$COCl_2$	$CO$	$Cl_2$
I	2	0	2
E	$2-x$	$x$	$2+x$

TOT  
 $4+x$   
 $x = 0,503$

mol  $Cl_2 = 1,497 \rightarrow 177,7 \text{ g}$

⑨  $1000^{\circ}C$  INTRODUCO:

$FeO = 1,2 \text{ mol}$

$Fe = 0,7 \text{ mol}$

$CO = 1,5 \text{ mol}$

$CO_2 = 0,5 \text{ mol}$



$K_c = 0,376$

Grammi di Fe all'equilibrio

	$FeO$	$CO$	$Fe$	$CO_2$
I	1,2	1,5	0,7	0,5
E	$1,2-x$	$1,5-x$	$0,7+x$	$0,5+x$

$\frac{0,5+x}{1,5-x} = 0,376$

$0,5+x = 0,564 - 0,376x$

$Fe = 0,75 \cdot 55,84 \approx 42 \text{ g}$

$1,376x = -0,064$

$x = 0,05 \text{ mol}$



$K_p = 6,335$

P. parziale di  $\text{CO}_2$  a eq  
quando  $P_{\text{TOT}} = 7,5 \text{ atm}$

$$6,335 = \frac{\left[ \frac{2x}{x+1} \cdot 7,5 \right]^2}{\left[ \frac{1-x}{x+1} \cdot 7,5 \right]}$$

$$\begin{pmatrix} \text{CO}_2 & | & \text{CO} \\ 1 & | & 0 \\ 1-x & | & 2x \end{pmatrix} \Rightarrow x+1$$

$$6,335 = \frac{225 \cdot 30}{(x+1)^2} \cdot \frac{x+1}{7,5(x+1-x)}$$

$$36,335 x^2 = 6,335$$

$$x^2 = 0,1743 \rightarrow \begin{cases} 0,417 \\ -0,417 \end{cases}$$

mol:  $1 - 0,417 = 0,583$

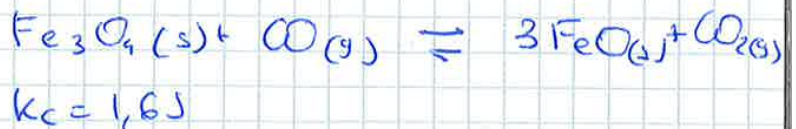
mol:  $2 \cdot 0,417 = 0,834$

$\rightarrow + \rightarrow 1,417$

$1,417 : 7,5 = 0,1883 : x \quad x = 3,1 \text{ atm}$



2,16 mol  $\text{Fe}_3\text{O}_4$   
1,11 mol  $\text{FeO}$   
2 mol  $\text{CO}_2$   
2 mol  $\text{CO}$



Gravim  $\text{FeO (s)}$  all'equilibrio

$$\frac{[1+x]}{[2-x]} = 1,65$$

$$\begin{matrix} \text{Fe}_3\text{O}_4 & | & \text{CO} & | & \text{FeO} & | & \text{CO}_2 \\ + 2,16 & & 2 & & 1,11 & & 1 \\ - & & 2-x & & 1,11+3x & & 1+x \end{matrix}$$

$1+x = 3,3 - 1,65x$

$2,65x = 2,3$

$x = 0,868$

$1,11 + 3 \cdot 0,868 = 3,71 \text{ mol}$

$3,71 \cdot 71,85 = 267 \text{ g}$

16)  $V = 10 \text{ L}$

$T = 287 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow 560 \text{ }^\circ\text{K}$

$\text{PCl}_5 = 208,5 \text{ g}$

$\text{Cl}_2 = 53,25 \text{ g}$

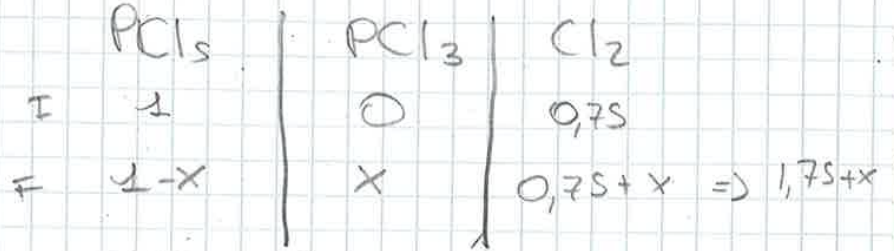
$P_g$



$K_c = 0,12 \text{ mol/L}$

$\text{mol PCl}_5 = 1$

$\text{mol Cl}_2 = 0,75$



$0,12 = \frac{\left[\frac{0,75+x}{10}\right] \left[\frac{x}{10}\right]}{[1-x]}$

$0,12 = \frac{x(0,75+x)}{10} \cdot \frac{1}{1-x} \Rightarrow \frac{0,75x + x^2}{10 - 10x}$

$1,2 - 1,2x = 0,75x + x^2$

$x^2 + 1,95x - 1,2 = 0$

$x = \frac{-1,95 \pm \sqrt{3,8 + 4,8}}{2} \rightarrow 2,93$

$x_1 = \text{NEGATIVA}$

$x_2 = 0,49$

$\text{mol TOT CLORATA}$

$1,75 + 0,49 = 2,24$

$P = \frac{2,24 \cdot 560 \cdot 0,082}{10}$

$= 10,29 \text{ atm}$

19) 1010 °C



$$K = 0,639$$

Gravimetric H<sub>2</sub> eq      Portando DA 2 g H<sub>2</sub>

$$n_{\text{H}_2} = 1$$

	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
I	1	0
Eq	1-x	x

$$x = 0,639 - 0,639x$$

$$1,639x = 0,639$$

$$x = 0,4$$

$$m_{\text{H}_2} = 0,8 \text{ mol}$$

$$m = 1,2 \text{ g}$$

20) 40°



$$K_p = 0,42 \text{ atm}$$

$$M_{\text{N}_2\text{O}_4} = 184 \text{ g}$$

$$P = 3,05 \text{ atm}$$

Mol NO<sub>2</sub> eq

N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
2	0
2-x	2x

TOT  
x+2

$$\left[ \frac{2x}{x+2} \right] \cdot \frac{3,05}{2-x} = 0,42$$

$$12,62x^2 = 1,68$$

$$x = 0,365$$

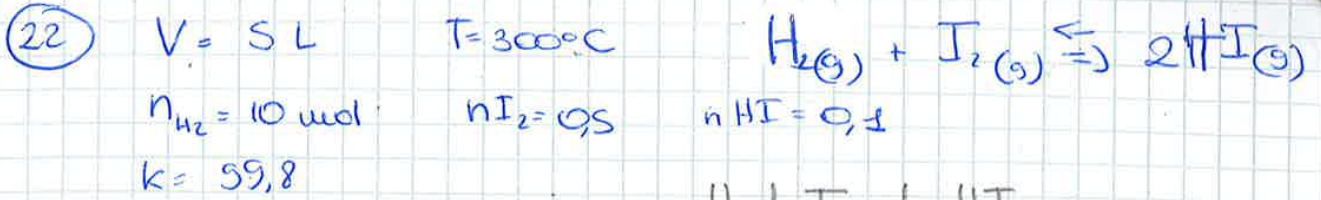
$$-1,48$$

$$2 \cdot 0,365 = 0,73 \text{ mol}$$

2,

-1,48





%  $H_2$  che ha reagito

	$H_2$	$I_2$	$HI$
I	10	0,5	0,1
eq.	$10-x$	$0,5-x$	$0,1+2x$

$$99,8 = \frac{\left[ \frac{0,1+2x}{x} \right]^2}{\left[ \frac{10-x}{5} \right] \left[ \frac{0,5-x}{8} \right]} = \frac{0,01 + 4x^2 - 0,4x}{5 - 0,5x - 10x + x^2}$$

$$99,8x^2 - 1047,9x + 499 = 0,01 + 4x^2 - 0,4x$$

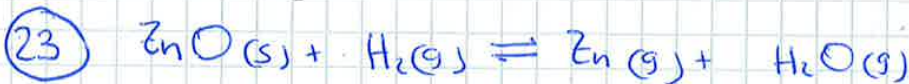
$$95,8x^2 - 1047,5x + 498,99 = 0$$

$$\frac{-1047,5 \pm 951,86}{191,6}$$

10,43 >  $n_{H_2}$  iniziali  
 0,5 mol

$$10 - 0,5 = 9,5 \text{ mol}$$

$$10 : 100 = 0,5 : x \quad \%$$



$T = 1180^\circ C$       porta alla seguente composizione gassosa  
 $P = 2 \text{ atm}$  eq      Zn 35%       $H_2$  25%       $H_2O$  40% in volume

Calcola grammi di ZnO eq

Partendo da 122,1 g di ZnO      Atm iniziali 1,5  
 2 mol  $H_2$

$$n_{ZnO} = 1,5 \text{ mol}$$

	$H_2$	$ZnO(s)$	$Zn$	$H_2O$
I	2	1,5	0	0
Eq	$2-x$	$1,5-x$	$0+x$	$+x$

$$K_p = \frac{P}{P_T} = \frac{0,35 \cdot 0,40}{0,25} = 1,12$$

$$1,2 = 1,5 \cdot \frac{x^2}{4-x^2} \quad x \approx 1,308 \quad n_{ZnO} = 1,2 \cdot 81,4 = 15,6 \text{ g}$$

26)  $2100^{\circ}\text{C}$      $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$      $K_p = 5,68 \cdot 10^{-8} \text{ atm}$   
 $\alpha$  di  $\text{H}_2\text{O}$  g alla p totale di 1 atm

	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$
I	1	0	0	:
eq	$1-\alpha$	$\alpha$	$\frac{\alpha}{2}$	tot $1+\alpha/2$

$$\left(\frac{\frac{\alpha}{2}}{1+\alpha/2}\right) \left(\frac{\alpha}{1+\alpha/2}\right)^2 \left(\frac{1+\alpha/2}{1-\alpha}\right)^2 = 5,68 \cdot 10^{-8}$$

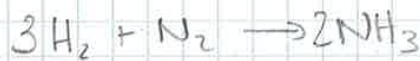
$$\left(\frac{\alpha}{2+\alpha}\right) \left(\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}\right) = 5,68 \cdot 10^{-8}$$

$\rightarrow \alpha^2 - 2\alpha + 1$

$$\frac{\alpha^3}{2\alpha + \alpha^3 - 4\alpha - 2\alpha + 2 + \alpha} = 5,68 \cdot 10^{-8}$$

$$\frac{\alpha^3}{\alpha^3 - 3\alpha + 2} = \dots \Rightarrow \alpha^3 = 1,136 \cdot 10^{-7} \quad \alpha = 0,0048 \approx \boxed{0,005}$$

27) % in volume di  $\text{NH}_3$  presente a  $600^{\circ}\text{C}$  e 100 atm nella miscela di equilibrio per la reatt tra  $\text{H}_2$  e  $\text{N}_2$  in rapporto molare 3:1 e' pari a 4,4%  
 $K_p$  ?



$\text{H}_2$	$\text{N}_2$	$\text{NH}_3$	
1	3	0	
$1-x$	$3-3x$	$2x$	$4-2x$

$$\frac{2x}{4-2x} \cdot 100 = 4,4$$

$$200x = 17,6 - 8,8x$$

$$191,2x = 17,6 \quad x = 0,09$$

$$K_p = \frac{0,18}{3,82} \cdot \left(\frac{0,09}{3,82}\right)^2 \cdot \frac{3,82}{0,82} \cdot \frac{1}{100000} = 2,2 \cdot 10^{-6}$$

29) 10 L  
350° C

H<sub>2</sub>O = 1,2 mol

CO = 0,8 mol

CO<sub>2</sub> = 0,4 mol

H<sub>2</sub> = 0,6 mol



$$K = 20,6$$

P. parziale H<sub>2</sub>O = 9,3

H <sub>2</sub> O	CO	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	TOT
1,2	0,8	0,6	0,4	3
1,2-x	0,8-x	0,6+x	0,4+x	3

$$P_{\text{Tot}} = \frac{3 \cdot 623,15 \cdot 0,082}{10} = 15,33 \text{ atm}$$

$$20,6 = \frac{\left(\frac{0,4+x}{3}\right) \left(\frac{0,6+x}{3}\right)}{\left(\frac{0,8-x}{3}\right) \left(\frac{1,2-x}{3}\right)} = \frac{x^2 + 0,6x + 0,4x + 0,24}{x^2 - 0,8x - 1,2x + 0,96}$$

$$20,6x^2 - 41,2x + 19,776 = x^2 + 1x + 0,24$$

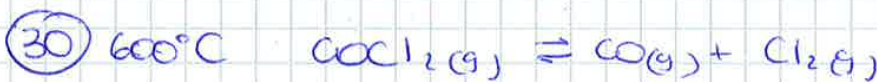
$$19,6x^2 - 42,2x + 19,536 = 0$$

$$\frac{42,2x \pm 15,7866}{39,2}$$

$$\left\langle \begin{matrix} \cancel{1,118} \\ 0,673 \end{matrix} \right.$$

Y<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = 0,53

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 15,33 \cdot \frac{0,53}{3} = 2,69 \text{ atm}$$



$$K_c = 1,93 \cdot 10^2 \text{ mol/L}$$

$$K_p = K_c \cdot 873,15 \cdot 0,082$$

$$K_p = 1,382$$

COCl<sub>2</sub> = 3 mol

CO = 1 mol

P = 2 atm

α di COCl<sub>2</sub>

COCl <sub>2</sub>	CO	Cl <sub>2</sub>	TOT
3	1	0	4
3-α	1+α	α	4+α

$$\frac{(1+\alpha)}{4+\alpha} \cdot 2 \cdot \frac{\alpha}{4+\alpha} \cdot \frac{4+\alpha}{3-\alpha} = 1,382$$

$$\frac{2\alpha + 2\alpha^2}{12 - 4\alpha + 3\alpha - \alpha^2} = 1,382$$

$$2\alpha + 2\alpha^2 = 16,58 - 1,382\alpha - 1,382\alpha^2$$

$$3,382\alpha^2 + 0,618\alpha - 16,58 = 0$$

(32)  $V = 400 \text{ L}$   
 $T = 927 \text{ }^\circ\text{C}$

$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 2,5 \text{ mol}$   
 $n_{\text{FeO}} = 1,5 \text{ mol}$   
 $n_{\text{CO}} = 1,2 \text{ mol}$   
 $n_{\text{CO}_2} = 1,5 \text{ mol}$



62,26%  $\text{CO}_2$  equilibrio

grammi  $\text{FeO}$  equilibrio

$\text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{CO}$	$\text{FeO}$	$\text{CO}_2$
2,5	1,2	1,5	1,5
$2,5 - \alpha$	$1,2 - \alpha$	$1,5 + 3\alpha$	$1,5 + \alpha$

*4 mol  
927 °C*

$$\frac{(1,5 + \alpha) \cdot 71,8}{2,5 - \alpha} = \frac{62,26}{37,74}$$

$56,61 + 37,74\alpha = 71,8 \cdot 2,5 - 62,26\alpha$

$100\alpha = 18,102$

$\alpha = 0,181$

1 2,043  $\text{FeO}$

$2,043 \cdot 71,8 = 147 \text{ g}$



$k_c = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

$\alpha$  di  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  eq?

3 atm

$\text{SO}_2\text{Cl}_2$	$\text{SO}_2$	$\text{Cl}_2$
1	0	0
$1 - \alpha$	$\alpha$	$\alpha$

*mol tot  
 $\alpha + 1$*

$K_p = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot 333,15 = 0,03$

$$0,03 = \frac{\alpha}{\alpha + 1} \cdot 3 \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 1} \cdot \frac{\alpha + 1}{1 - \alpha} = \frac{3\alpha^2}{\alpha - \alpha - \alpha^2 + 1}$$

$-0,03\alpha^2 + 0,03 = 3\alpha^2$

$3,03\alpha^2 = 0,03$

$\alpha^2 = \frac{0,03}{3,03}$

$\alpha = 0,09 = 0,1$



$K_p = 8 \text{ atm}^{-1}$

% V  $\text{O}_2$  x a satm e  $T = 400^\circ\text{C}$   
 il rapporto  $\text{SO}_3/\text{SO}_2$  in equilibrio vale 2

$\text{SO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{SO}_3$
2	1	0
$2-x$	$1-x$	$2+x$

$S-x$

$n_{\text{tot}} = 4,66$

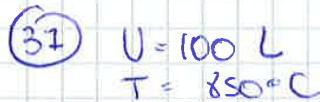
$8 = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \cdot S$

$8 = \frac{4}{S[\text{O}_2]}$

$8 = \frac{4}{S \cdot X_{\text{O}_2}}$

$40 = \frac{4}{X_{\text{O}_2}} \quad X = \frac{4}{40} = 0,1$

$0,1 \Rightarrow 10\%$



$\text{CO}_2$  0,5 mol  
 $\text{CO}$  2 mol  
 $\text{C(s)}$  2 mol



$K_c = 0,2$

$\Delta_n = 0$

R all'equilibrio

$K_c = K_p$

<del><math>\text{C}_s</math></del>	$\text{CO}_2$	$\text{CO}$
<del>2</del>	0,5	2
<del><math>2-x</math></del>	$0,5-x$	$2+2x$

TOT MOL GASOSE

$X + 2,5$

$0,2 = \left(\frac{2+2x}{100}\right)^2 \cdot \left(\frac{100}{95-x}\right)$

$0,2 = \frac{4 + 4x^2 + 8x}{100(95-x)}$

$20 - 20x = 4 + 4x^2 + 8x$

$4x^2 + 28x - 6 = 0$

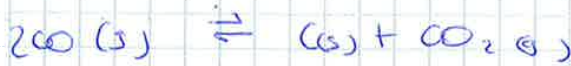
$x = 0,208$

$n_{\text{TOT}} = 2,708 \text{ mol}$

$P = \frac{1123,15 \cdot 2,708 \cdot 0,082}{100} = 2,69 \text{ atm}$

40

200°



$K_p = 12,61$

All'inizio c'è solo  $CO_2$ , % V  $CO$ ?

$P_f = 0,24 \text{ atm}$

CO	<del>1</del>	CO <sub>2</sub>	
0	<del>1</del>	1	
2α	<del>1-α</del>	1-α	1+α <sup>TOT</sup>

$$\left( \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \cdot 0,24 \right) \cdot \left( \frac{1+\alpha}{2\alpha} \right)^2 \cdot \frac{1}{0,24} = 12,61$$

$$x^2 = \frac{1}{13,11} \quad x = 0,276$$

$$C = \frac{2x}{1+x} = \frac{2 \cdot 0,276}{1+0,276} = 0,432 \approx 43\%$$

41

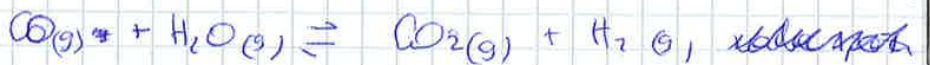
780°C

$K_p = 1,07$

% V.  $CO_2$

$P_f = 10 \text{ atm}$

partendo con una miscela equimolecolare  $CO/H_2O$



CO(g)	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
1	1	0	0
1-α	1-α	α	α

2 mol gas finale

$$1,07 = \frac{\left(\frac{\alpha}{2}\right) \left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\left(\frac{1-\alpha}{2}\right) \left(\frac{1-\alpha}{2}\right)} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} = \frac{\alpha^2}{\alpha^2 + 1}$$

$$1,07 \alpha^2 = 2,14 \alpha + 1,07 = \alpha^2$$

$$20,07 \alpha^2 - 21,4 \alpha + 1,07 = 0$$

$$\frac{+21,4 \pm 1}{0,14} \rightarrow \frac{2,14}{0,14} \rightarrow 0,8$$

$$V = \frac{0,8}{2} = 0,4 = 40\%$$

**SOLUBILITÀ PAG 177**

1) mg di AgCl sono solubili in H<sub>2</sub>O sapendo che K<sub>ps</sub> di AgCl vale 1,68 · 10<sup>-6</sup>



$$K_{ps} = [\text{Cl}^-] [\text{Ag}^+] \quad 1,68 \cdot 10^{-6} = [\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+]$$

$$x^2 = 1,68 \cdot 10^{-6} \quad x = 1,296 \cdot 10^{-3}$$

$$PM_{\text{AgCl}} = 143,4$$

$$AGCl = 1,296 \cdot 10^{-3} \cdot 143,4 = 1,86 \text{ gn} \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 1,86 \text{ mg}$$

2) mg di CaCO<sub>3</sub> sono solubili in 1 L di H<sub>2</sub>O pure K<sub>ps</sub> = 4,9 · 10<sup>-9</sup>



$$4,9 \cdot 10^{-9} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$x^2 = 4,9 \cdot 10^{-9} \quad x \approx 7 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{CaCO}_3 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mg} \approx 7 \text{ mg}$$

3) Prodotto di solubilità di Ca(OH)<sub>2</sub> vale 1,3 · 10<sup>-6</sup> quante mg di questo idrossido sono solubili in 1 L di H<sub>2</sub>O pure?



$$x \cdot (2x)^2 = 1,3 \cdot 10^{-6}$$

$$4x^3 = 1,3 \cdot 10^{-6}$$

$$x = 6,87 \cdot 10^{-3}$$

$$x^3 = 322,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = 6,87 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 0,5 \text{ mg} \text{ solubili Ca}$$

⑧  $Ag_2SO_4$   $K_{ps} = 1,2 \cdot 10^{-5}$   
 g che si sciolgono in 1 L  $H_2O$ !



$$4x^3 = 1,2 \cdot 10^{-5} \quad x = 0,0144$$

$$0,0144 \cdot 311,6 = 4,49 \text{ g}$$

⑨  $PbCl_2$   $K_{ps} = 1,6 \cdot 10^{-5}$   
 grammi in 1 L



$$4x^3 = 1,6 \cdot 10^{-5} \quad x^3 = 4 \cdot 10^{-6} \quad x = 0,016$$

$$0,016 \cdot 278,096 = 4,44 \text{ g}$$

## CAP 8 - ACIDI E BASI -

① **Esercizi PAG 117**

$$[H_3O^+] = 2 \cdot 10^{-4} \text{ M.} \quad \text{pH e pOH?}$$

$$-\log_{10} [H_3O^+] = 3,69$$

$$\text{pOH} = 14 - 3,69 = 10,31$$

$$-\log_{10} [OH^-] = 10,31$$

$$\frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 10^{-11}$$

② pH unico tra 5,5 e 6,5 intervallo di concentrazione di  $H_3O^+$  e  $OH^-$

$$\text{pH} = 5,5 = \log [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5,5} = 3,16 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pOH} = 8,5 = 10^{-8,5} \Rightarrow 3,16 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{pH} = 6,5 = 10^{-6,5} = 3,16 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{pOH} = 7,5 = 10^{-7,5} = 3,16 \cdot 10^{-8}$$

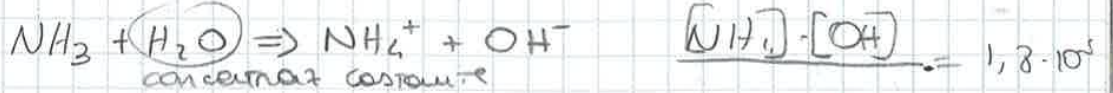
$$3 \cdot 10^{-7} < [H_3O^+] < 3 \cdot 10^{-6}$$

$$3 \cdot 10^{-9} < [OH^-] < 3 \cdot 10^{-8}$$



PAG 119

1) 1500 ml  $\text{NH}_3(\text{g})$  a 1 atm e  $0^\circ\text{C}$  sono sciolti in 3 L  $\text{H}_2\text{O}$  e reagiscono con esso a T e p ambiente. V fase LIQUIDA non varia. pH soluzione finale, sapendo  $K_b = \text{NH}_4\text{OH} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$  a  $25^\circ\text{C}$



$$n_{\text{NH}_3} = \frac{1 \cdot 1,5}{0,082 \cdot 273} = 0,07 \text{ mol}$$

$\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{O}$ (ε)	$\text{NH}_4^+$	$\text{OH}^-$
0,07	<del>COSTANTE</del>	0	0
$0,07 - x$		x	x

$$\frac{x^2}{(0,07-x)} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$x = 1,089 \cdot 10^{-3}$$

$$1,089 \cdot 10^{-3} \text{ NH}_4^+$$

? perché calcola POH e non dirett. PH

2) Prevedere carattere dei sali

$\text{NaCl}$	neutro
$\text{NH}_4\text{Cl}$	ACIDO
$\text{CaCl}_2$	neutro
$\text{LiF}$	basico
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Hg}$	BASICO
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	ACIDO
$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	neutro
$\text{KNO}_3$	neutro

## ESERCIZI FINE CAPITOLO

### REAZIONI DI NEUTRALIZZAZIONE 178

①  $\bar{M}$ ?

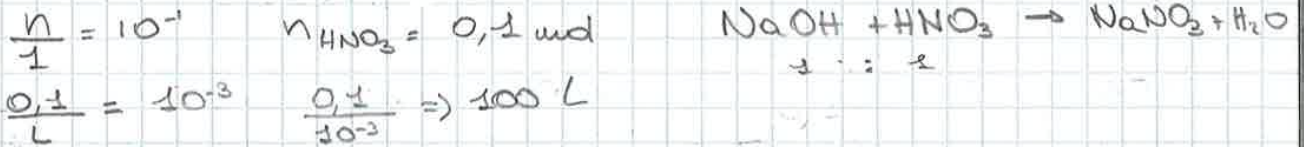
100 ml soluzione acquosa NaOH usati per neutralizzare 5 L HCl(g) a 20° e 1 atm



$$n_{\text{HCl}} = \frac{5}{283,15 \cdot 0,082} = 0,208 \text{ mol} \quad m \Rightarrow = \text{mol necessarie per neutralizzare}$$

$$\bar{M}_{\text{NaOH}} = \frac{0,208}{0,2 \text{ L}} = 2,08 \text{ mol/L}$$

② L? di una soluzione  $10^{-3} \text{ M}$  di NaOH occorrono per neutralizzare 1 L di soluzione di  $\text{HNO}_3$   $10^{-1} \text{ M}$ .



③  $\text{pH}$ ?

soluzione acquosa ottenuta mescolando 1 L di 1 soluz.  $4 \cdot 10^{-1} \text{ M}$  di NaOH con 1 L di soluz.  $2 \cdot 10^{-1} \text{ M}$  HCl

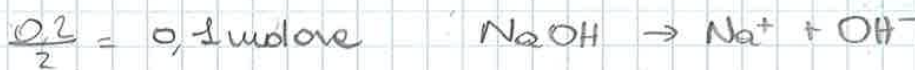
$$n_{\text{NaOH}} = 0,4 \text{ mol}$$



$$n_{\text{HCl}} = 0,2 \text{ mol}$$

alla fine resta rimangono NaOH + NaCl + H<sub>2</sub>O sarà perciò basica  $\text{pH} > 7$

Restano 0,2 mol NaOH in 2 L soluz.



$$\text{pOH} = -\log 0,1 = 1 \quad \text{pH} = 13$$

④  $\text{pH}$ ?

soluzione ottenuta da 250 ml di soluzione  $4 \cdot 10^{-1} \text{ M}$  di NaOH con 250 ml di soluzione  $8 \cdot 10^{-1} \text{ M}$  di HCl e 500 di H<sub>2</sub>O



$$n_{\text{NaOH}} = 0,4 \cdot 0,25 \text{ L} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,8 \cdot 0,25 \text{ L} = 0,2 \text{ mol}$$

alla fine rimangono 0,1 mol HCl in 1 L  $\bar{M} = 0,1 \text{ mol/L}$

$$-\log 0,1 = 1 \text{ pH}$$