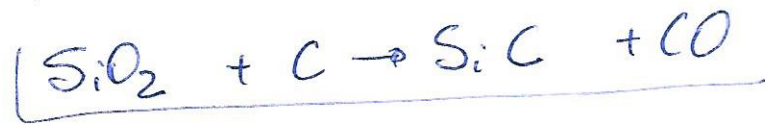
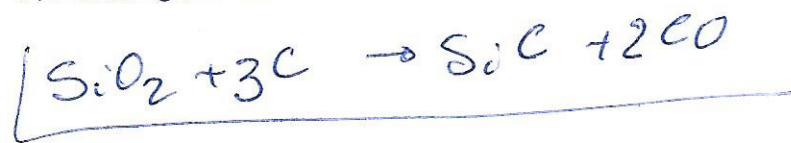


## Esercizi su stechiometria e leggi dei gas

1) Determinare il  $V$  ( $\text{m}^3$  STP) del monossido di C ottenuto facendo reagire  $0,80 \text{ kg}$  di  $\text{SiO}_2$  e  $1,30 \text{ kg}$  di C secondo la reazione



• primo passo bilanciare la reazione



$$\text{PM SiO}_2 = 60,08 \text{ g/mol}$$

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

$$\text{masse di SiO}_2 \quad 0,80 \text{ kg} \equiv \frac{0,80 \text{ kg} \times 1000 \text{ g/kg}}{60,08 \text{ g/mol}} = 13,32 \text{ mol}$$

$$\text{masse di C} \quad 1,30 \text{ kg} = 1300 \text{ g} \Rightarrow \frac{1300 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 108,24 \text{ mol}$$

• Determinare se uno dei due reagenti è limitante  
La stechiometrica indica che per far reagire 1 mole di  $\text{SiO}_2$  ne servono 3 di C, quindi per far reagire  $13,32 \text{ mol}$  di  $\text{SiO}_2$  ne servono  $3 \times 13,32 = 39,96 \text{ mol}$  di C.  
Quindi le  $108,24 \text{ mol}$  di C bastano e AVANZANO

se si fa il ragionamento inverso:

Per far reagire 3 moli di C serve 1 mole di  $\text{SiO}_2$  (cioè  $\frac{1}{3}$  del n° moli di C); quindi se volessi fare reagire tutte le  $108,24 \text{ mol}$  di C, servirebbero  $\frac{108,24}{3} = 36,08 \text{ mol}$  di  $\text{SiO}_2$

Ma nel sistema ce ne sono solo 13.32 quindi  $\text{SiO}_2$  è il reagente LIMITANTE: una volta finito questo, la reazione si ferma

la determinazione del prodotto è quindi strettamente legata all'esaurimento del reagente limitante.

Per calcolare quanto CO si forma devo quindi considerare che da ogni mole di  $\text{SiO}_2$  si formano 2 moli di CO quindi quando tutto il  $\text{SiO}_2$  (13,32 mol) sarà finito, si saranno formate

$$13.32 \times 2 \text{ moli di CO} = \underline{\underline{26.64 \text{ moli CO}}}$$

Il volume in condizioni STP si calcola

considerando che  $V_M(\text{STP}) = 22,414 \frac{\text{L}}{\text{mole}}$

$$V_T = V_M \cdot n = 26,64 \cdot 22,414 \frac{\text{L}}{1000 \text{ L/m}^3} = 0,59 \text{ m}^3$$

\* ) Una sostanza A allo stato di vapore ha una densità pari a  $0,48 \frac{g}{L}$  misurata a  $260^\circ C$  e 103 Torr. Qual è la sua massa molare

R. Dalla  $PV = nRT$   $n = \frac{M_{TOT}}{P_M} \leftarrow \begin{matrix} \text{masse totale} \\ \text{peso molecolare (masse molare)} \end{matrix}$

$$PV = \frac{M_{TOT}}{P_M} RT$$

$$d = \frac{M_{TOT}}{V} \leftarrow \text{DENSITA'}$$

$$P_M = \frac{d RT}{P}$$

tenendo conto che

$$103 \text{ Torr} = \frac{103}{760} \text{ atm} = 0,136 \text{ atm}$$

$$P_M = \frac{0,48 \frac{g}{L}}{P} \cdot \frac{0,082 \frac{L \cdot atm}{K \cdot mol}}{P} \cdot \frac{(260 + 273,15) K}{0,136 \text{ atm}} = 154,3 \frac{g}{mol}$$

$P_M$  peso molecolare  
massa molare

\* Un pallone di elio ha un volume di 12,4 L alla pressione di 0,885 atm e Temperatura 25°C. Lo si raffredda a P costante fino a -18°C. Quale volume avrà raggiunto?

se usiamo la  $PV = nRT$  possiamo calcolare il n° di moli iniziali

$$n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1}$$

Queste  $n_1$  moli vengono portate a P cost (quindi alla stessa  $P_1$ ) fino a  $t^\circ -18^\circ\text{C} = T_2$

Alla fine il  $V_2$  che pos può essere calcolato ancora dalla  $PV = nRT$  applicata allo stato finale.

$$V_2 = \frac{RT_2 n_1}{P_1} \quad \text{sostituisco il valore di } n_1 \text{ ricavato dalla relaz precedente}$$

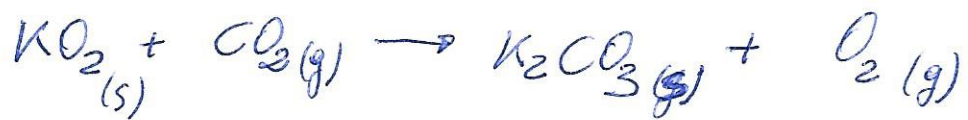
$$V_2 = \frac{RT_2}{P_1} \cdot \frac{P_1 V_1}{RT_1} = V_1 \frac{T_2}{T_1}$$

Che non è altro che la L di Charles

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

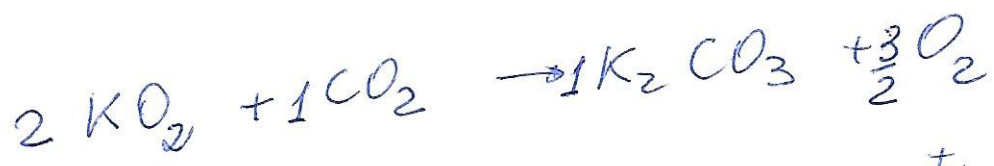
$$V_2 = 12,4 \text{ L} \cdot \frac{(273,15 - 18) \text{ K}}{298,15 \text{ K}} = 10,61 \text{ L}$$

\* ) Date la reazione (da bilanciare)



si calcoli la massa di  $K_2O_2$  necessaria a reagire con 50L di  $CO_2$  a  $25^\circ C$  e 1atm

R. Possiamo bilanciare la reazione partendo dal K (elemento che compare 1 volta solo tra e destra che a sinistra) (avremmo potuto scegliere anche C)

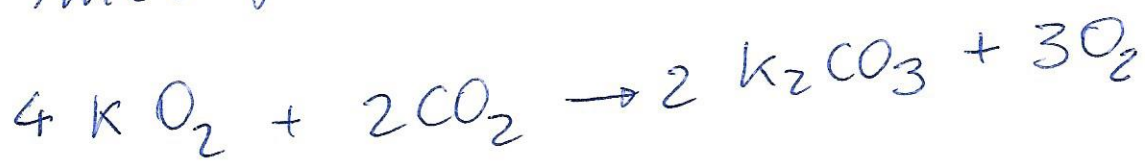


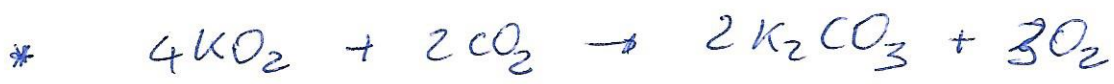
fissare 1 il coefficiente del  $K_2CO_3$  porta fissare a 2 il coefficiente di  $K_2O_2$  e a 1 il  $CO_2$

Di conseguenza resta fissato a 6 il n° tot di atomi di O nel membro di sinistra. Quindi

devo aggiungere 3 atomi di O (cioè  $1,5 O_2$ ) nel membro di destra

Per non avere coefficienti frazionari, si può moltiplicare  $\times 2$  ambo i membri:





50 L di  $\text{CO}_2$  a  $25^\circ\text{C}$  e 1 atm corrispondono a

$$PV = nRT \quad n = \frac{1 \text{ atm} \cdot 50 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{L atm}}{\text{K mol}} (25 + 273,15) \text{ K}}$$

$$= 2,045 \text{ mol}$$

La relazione  $*$  stechiometrica dice che una certa quantità di  $\text{CO}_2$  reagisce con una quantità doppia di  $\text{KO}_2$  (espresse in moli). Quindi

moli di  $\text{KO}_2$  necessarie a reagire con 2,045 moli di  $\text{CO}_2$  saranno 4,09 moli

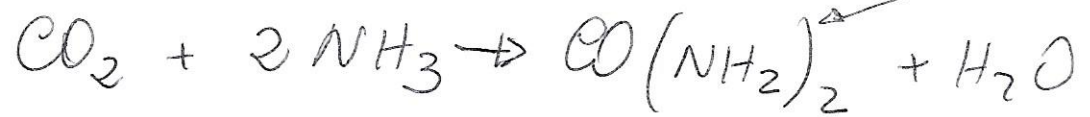
Per calcolare la massa basta sapere la massa di una mole

$$PM_{\text{KO}_2} = \underset{\downarrow \text{K}}{39,1} + 2 \times \underset{\downarrow \text{O}}{16} = 71,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\text{Masse } \text{KO}_2 = n \cdot PM_{\text{KO}_2} = 4,09 \text{ moli} \cdot \frac{71,10 \text{ g}}{\text{mol}} =$$

$$= 290,8 \text{ g}$$

\* Data la reazione per la produzione di urea



Quali volumi di  $\text{CO}_2$  e  $\text{NH}_3$  occorrono a 200 atm e  $450^\circ\text{C}$  per produrre 2,5 kg di urea?

R. 2500 g di urea corrispondono a:

$$M_{\text{urea}} = \underset{\substack{\downarrow \\ \text{C}}}{12} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{O}}}{16} + (\underset{\substack{\downarrow \\ \text{N}}}{14} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{H}}}{2}) \times 2 = 60 \text{ g/mol}$$

$$\frac{2500 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}} = 41.66 \text{ moli di urea}$$

Dalla stechiometria sappiamo che per ogni mole di urea serve 1 mole di  $\text{CO}_2$  e 2 di  $\text{NH}_3 \Rightarrow$

$$\text{moli } \text{CO}_2 = \text{moli di urea} = 41.66 \text{ moli } \text{CO}_2$$

$$\text{moli } \text{NH}_3 = 2 \times 41.66 = \underline{83.32} \text{ moli } \text{NH}_3$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 41.66 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{l atm}}{\text{K mol}} \cdot (450 + 273) \text{ K}$$
$$\stackrel{!}{=} 2469,86 \text{ l} \approx 2,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Analogamente } V_{\text{NH}_3} = 2 V_{\text{CO}_2} = 5 \text{ m}^3$$

2) Una miscela di gas costituita da 1 kg di metano ( $\text{CH}_4$ ) e 2,5 kg di etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) viene bruciata con aria (20%  $\text{O}_2$ ; 80%  $\text{N}_2$ ) a pressione atmosferica. Determinare il volume di fumi in  $\text{m}^3$  (STP) ottenuti dalle combustione completa



$$1 \text{ kg } \text{CH}_4 \Rightarrow P_{\text{M}_{\text{CH}_4}} = 12 + 4 = 16 \text{ g/mol} \quad \frac{1000}{16} = 62,34 \text{ mol } \text{CH}_4$$

$$2,5 \text{ kg } \text{C}_2\text{H}_6 \Rightarrow P_{\text{M}_{\text{C}_2\text{H}_6}} = 12 \cdot 2 + 6 = 30 \text{ g/mol} \quad \frac{2500}{30} = 83,14 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6$$

$\text{O}_2$  necessario.

$$62,34 \times 2 + 83,14 \times \frac{7}{2} = 416,58 \text{ moli di } \text{O}_2$$

ogni mole di  $\text{O}_2$  è accompagnata da 4 moli di  $\text{N}_2$

quindi

moli di  $\text{N}_2$  alimentate alla combustione =

$$n_{\text{N}_2} = n_{\text{O}_2} \times 4 = 416,58 \times 4 = 1666,3 \text{ moli}$$

che ritrovo tali e quali nei fumi perché non reagiscono





3) Quale sarebbe il V occupato dai fumi dell'esercizio precedente (2) se la temperatura del sistema fosse  $750^{\circ}\text{C}$ ?

Il  $n_{\text{TOT}}$  di moli di fumi prodotti era pari a 2269 moli che in condizioni STP occupano  $51 \text{ m}^3$

se applico la  $PV = nRT$   $V = \frac{nRT}{P}$

$$V = \frac{2269 \frac{\text{mol}}{1000 \cdot \text{l/m}^3} \cdot 0,082 \frac{\text{l atm}}{\text{K mol}} \cdot (750 + 273,15) \text{K}}{1 \text{ atm}} = 190 \text{ m}^3$$

oppure visto che siamo a  $P = \text{cost}$  posso usare la

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad V_2 = \frac{V_1}{T_1} T_2 = \frac{51 \text{ m}^3}{273,15 \text{ K}} \cdot (750 + 273,15) \text{ K} = 191 \text{ m}^3$$

4) Se la combustione dell' esere. 2 fosse realizzata in un reattore a  $V = \text{cost}$  quale sarebbe la  $P$  a cui arriverebbe il sistema se la combustione fosse realizzata a  $T = 750^\circ\text{C}$ ?

Applicando la  $PV = nRT$

$$P = 2269 \text{ mol} \cdot \frac{0.082 \frac{\text{l atm}}{\text{K mol}}}{1000 \frac{\text{l}}{\text{m}^3}} \frac{(750 + 273,15) \text{ K}}{5 \text{ m}^3} =$$

$$= 3.73 \text{ atm}$$

oppure  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$$P_2 = \frac{P_1}{T_1} T_2 = \frac{1}{750} (750 + 273,15) =$$

$$3.74 \text{ atm}$$