

質能均衡問題詳解

第4版

[美] D. M. 希梅而布勞 著
王大銘 译

曉園出版社
世界圖書出版公司



质能均衡问题详解

D.M. 希梅尔布劳 著

王大铭 译

*

晓园出版社出版

世界图书出版公司北京公司重印

北京朝阳门内大街 137 号

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

*

1995 年 5 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1995 年 5 月第一次印刷 印张: 14.5

印数: 0001 - 350 字数: 2.8 万字

ISBN: 7-5062-1787-2/TQ · 10

定价: 12.50 元 (W_{9312/22})

世界图书出版公司北京公司向晓园出版社购得重印权

限国内发行

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，晚園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。晚園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

質能均衡問題詳解

(目 錄)

第一章 工程計算導論	1
第二章 物料平衡	70
第三章 氣體、蒸汽、液體與固體	142
第四章 質能平衡	235
第五章 質能平衡的應用	372
第六章 不穩定狀態下之質能平衡	431

第一章 工程計算導論

自我測驗 1-1

1. 將 20 gal / hr 轉換成 m^3/s 。

解
$$\frac{20 \text{ gal}}{\text{hr}} \times \frac{3.785 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} = 2.103 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

2. 在火星的內衛星 Phobos 上，地心引力為 $3.78 \text{ ft}/\text{sec}^2$ ，假設有一太空人在 Phobos 上行走，此人和其太空裝、裝備在地球上共重 252 lbf。

(a) 此太空人加其太空裝、裝備有多少 lbm？

(b) 在 Phobos 上，此太空人及其太空裝、裝備共有多少 pound force？

解 (a)
$$\frac{252 \text{ lbf}}{32.174 \frac{(\text{ft})(\text{lbm})}{(\text{sec}^2)(\text{lbf})}} = 252 \text{ lbm}$$

(b)
$$\frac{252 \text{ lbm}}{32.174 \frac{\text{lbm} \cdot \text{ft}}{\text{lbf} \cdot \text{sec}^2}} \times 3.78 \text{ ft}/\text{sec}^2 = 29.61 \text{ lbf}$$

3. 準備一張表，列為長度、面積、體積、質量和時間，然後做兩行，一為 SI 制單位，一為美國工程系統單位，將每一列單位名稱填上，在第三行寫出轉換數值。（例：1 ft = 0.3048 m）

圖	SI 制	美國工程系統單位	轉換數值
長度	meter	foot	1 ft = 0.3048 m
面積	(meter) ²	(foot) ²	1 ft ² = 0.0929 m ²
體積	(meter) ³	(foot)	1 ft ³ = 0.0283 m ³
質量	kilogram	pound mass	1 lbm = 0.454 kg
時間	second	second	1 second = 1 second

4. 銳孔流量計是用來測量管中流速、流量及壓力降之關係式可由下式表示

$$u = C \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

其中 u = 流體速度； ΔP 是壓力降

ρ = 流體密度；

C = 比例常數

SI 制中， C 的單位為何？

解

$$C = \frac{m \left(\frac{Kg}{m^3} \right)^{\frac{1}{2}}}{sec \left(\frac{N}{m^2} \right)^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{N}{kg \frac{m}{s^2}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1$$

$\therefore C$ 沒有因次 (dimensionless)

5. g_c 之值和單位為何？

解

$$\text{在 SI 制 } g_c = 1 \frac{N \cdot s^2}{Kg \cdot m}$$

$$\text{在美國工程系統, } g_c = 32.174 \frac{ft \cdot lbf}{sec^2 \cdot lbf}$$

6. SI 制中，一個重 180-lb 的人站在地球表面大約為

- (a) 801 N (b) 81.7 Kg
(c) 二者都不是 (d) 二者都是

解

$$\frac{180 \text{ lbf}}{1 \text{ lbf}} \left| \frac{0.454 \text{ Kg}}{1 \text{ lbf}} \right| = 81.7 \text{ Kg (非重量單位)}$$

$$\frac{81.7 \text{ Kg}}{1 \text{ Kg}} \left| \frac{9.8 \text{ m}^2}{sec^2} \right| \left| \frac{1 \text{ N} \cdot sec^2}{Kg \cdot m} \right| = 801 \text{ N}$$

$\therefore$ (a) 為答案。

7. 一金屬液的熱導 K ，可由經驗方程式 $K = A \cdot \exp(B/T)$ 來預測，其中 K 之單位為 $J/s \cdot m \cdot K$ ， A 、 B 均為常數，則 A 、 B 之單位各為何？

解

由於 $K = A \cdot \exp(B/T)$ ，二端單位須一致，所以在 $\exp$ 項中須為無因次。

因此 B 之單位與 T 一致 $\rightarrow K$

A 之單位與 K 一致 $\rightarrow J/(s)(m)(K)$

8. 將下列空白填滿：

(a) _____ 公克的預防值 _____ 公斤的治療。

(b) 一少女跟 _____ 公尺一樣好。

(c) _____ 升帽子的大拍賣。

解 (a) 28.349, 0.454 (b) 1.609 (c) 37.85

自我測驗 1-2

1. 醋酸 (CH_3COOH) 之分子量為何?

解 酸酸的分子量 = $12 + 1 \times 3 + 12 + 16 \times 2 + 1$
= 60

2. kg mole 和 lb mole 之間的差別如何?

解 $\text{kg mole} = \frac{\text{mass in kg}}{M \cdot W}$ $M \cdot W$ 表分子量

$$\text{lb mole} = \frac{\text{mass in lb}}{M \cdot W}$$

$$\therefore 1 \text{ lb mole} = 0.454 \text{ Kg mole}$$

3. 將每 100 kg 水含 39.8 kg NaCl 轉成每 kg mole 水含多少 kg mole NaCl?

解 水: $\frac{100 \text{ kg}}{18 \text{ kg}} = 5.56 \text{ kg mole}$

$$\text{NaCl} \quad \frac{39.8 \text{ kg}}{58.5 \text{ kg}} = 0.68 \text{ kg mole}$$

$\therefore$ kg mole of NaCl per kg mole H_2O

$$= \frac{0.68}{5.56} = 0.122 \text{ kg mole / kg mole}$$

4. 100 lb 之 NaNO_3 為幾 lb mole?

解 $\frac{100 \text{ lb}}{85 \text{ lb}} = 1.176 \text{ lb mole}$

5. 每分鐘 1 lb mole 之甲烷進入熱交換器，則此為每秒多少 kg?

解 $\frac{1 \text{ lb mole}}{\text{min}} \times \frac{16 \text{ lb}}{\text{lb mole}} \times \frac{0.454 \text{ kg}}{\text{lb}} \times \frac{\text{min}}{60 \text{ sec}} = 0.121 \text{ kg / sec}$

自我測驗 1-3

1. 在下列的問題，回答對(T)或錯(F)：

- (a) 水銀的密度和比重是一樣的。
- (b) 密度的倒數為比容積。
- (c) 百萬分之一 (ppm) 表示一莫耳比率。
- (d) 一混合液，某一成份的濃度跟混合液的總量無關。

解 (a) F

比重為一比率，為無因次，而密度為有單位，通常為 g/cm^3 或 kg/m^3 ，且祇有在 c.g.s. 制中二者之值才會相等。

(b) T

比容積為單位質量所佔的體積，恰為密度的倒數。

(c) F

ppm 對氣體為一莫耳比，但對液體或固體則為重量比而非莫耳比。

(d) T

濃度為單位量之溶劑或溶液，所包含溶質的量，故與混合液之多寡無關。

2. 在地表，一立方公分的水銀重 13.6g，其密度為何？

解
$$\text{密度} = \frac{\text{質量}}{\text{單位體積}} = \frac{13.6\text{g}}{1\text{cm}^3} = 13.6\text{ g}/\text{cm}^3$$

3. 室溫下，水的密度大約多少？

解 水的密度大約為 $1\text{ g}/\text{cm}^3$ 。

4. 對液體氰酸 (HCN)，從手冊可得，比重 $10^\circ\text{C}/4^\circ\text{C} = 1.2675$ ，這表示什麼？

解 表示此比重為 10°C 的氰酸及 4°C 水時之比重，此時 4°C 水，密度為 $1.0000\text{ g}/\text{cm}^3$ ，故亦表示 10°C 氰酸密度為 $1.2675\text{ g}/\text{cm}^3$ 。

5. 對乙醇，從手冊，比重 $60^\circ\text{F}/60^\circ\text{F} = 0.79389$ ，則乙醇在 60°F 的密度為何？

解
$$\text{比重 } 60^\circ\text{F}/60^\circ\text{F} = \frac{60^\circ\text{F 之乙醇密度}}{60^\circ\text{F 之水密度}}$$

$$60^\circ\text{F 水密度} = 0.99905\text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\begin{aligned}\therefore 60^\circ\text{F 之乙醇密度} &= 0.99905 \times 0.79389 \\ &= 0.79314\text{ g}/\text{cm}^3\end{aligned}$$

6. 工業用硫酸為 98 % 硫酸和 2 % 水，則硫酸對水的莫耳比為何？

解 Basis : 100 g 溶液

故包 98 g 硫酸

2 g 水

$$\text{故莫耳比} = \frac{98 \text{ g} / 98 \frac{\text{mole}}{\text{g}}}{2 \text{ g} / 18 \frac{\text{mole}}{\text{g}}} = \frac{1 \text{ mole}}{\frac{1}{9} \text{ mole}} = 9$$

7. 一容器含 1.704 lb 硝酸及 1 lb 水，且其比重在 20°C 時為 1.382，用下列方式計算濃度：

(a) 硝酸之重量百分率。

(b) 20°C 下，每一立方呎溶液所含硝酸的磅數。

(c) 20°C 時之莫耳體積濃度。

解 Basis : 1 lb 的水

∴ 硝酸重：1.704 lbm

硝酸的密度 = 比重 × 水的密度

$$= 1.382 \times 62.37 \frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3}$$

$$= 86.20 \text{ lbm} / \text{ft}^3$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{溶液的體積} &= \frac{(1.704 + 1) \text{ lbm}}{86.20 \text{ lbm} / \text{ft}^3} \\ &= 0.0314 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

(a) wt % of HNO_3

$$= \frac{1.704 \text{ lbm}}{(1.704 + 1) \text{ lbm}} \times 100\% = 63.02\%$$

(b) lb HNO_3 / ft^3

$$= \frac{1.704 \text{ lbm}}{0.0314 \text{ ft}^3} = 54.27 \text{ lbm} / \text{ft}^3$$

(c) Molarity $M = \frac{\text{溶質莫耳數}}{1 \text{ 升溶液}}$

$$\begin{aligned} &= \frac{1.704 \text{ lbm} \times \frac{1}{63} \frac{\text{lb-mole}}{\text{lbm}} \times 454 \frac{\text{g-mole}}{\text{lb-mole}}}{0.0314 \text{ ft}^3 \times 28.32 \frac{\text{l}}{\text{ft}^3}} \end{aligned}$$

$$= 13.81 \frac{\text{g-mole}}{\text{l}}$$

$$= 13.81 \text{ M}$$

8. 鋼之比重為 7.9，則一重 4000 lb 的鋼板其體積為多少立方呎？

解 鋼的密度 = 比重 × 水的密度

$$= 7.9 \times 62.37 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 492.72 \text{ lb/ft}^3$$

$$\therefore \text{體積} = \frac{4000 \text{ lb}}{492.72 \text{ lb/ft}^3} = 8.12 \text{ ft}^3$$

9. 一容器包含 wt % 25 的鹽水溶液，此溶液密度為 1.2 g/cm^3 ，以下列方式表示其濃度

(a) 每 kg 水所含 kg 的鹽。

(b) 每立方呎溶液所含鹽之磅數。

解 Basis: 100 kg 的溶液

$$\therefore \text{鹽重} = 100 \times 25\% = 25 \text{ kg}$$

$$\text{水重} = 100 - 25 = 75 \text{ kg}$$

$$(a) \text{ kg 鹽 / kg 水} = \frac{25 \text{ kg}}{75 \text{ kg}} = 0.333 \text{ kg/kg}$$

$$(b) \text{ 此溶液密度} = 1.2 \text{ g/cm}^3 = 1.2 \text{ g/cm}^3 \times 62.37 \frac{\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}}{\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

$$= 74.84 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{溶液重} = 100 \text{ kg} = 100 \text{ kg} \times \frac{1}{0.454} \frac{\text{lb}}{\text{kg}}$$

$$= 220.26 \text{ lb}$$

$$\text{溶液體積} = \frac{220.26 \text{ lb}}{74.84 \text{ lb/ft}^3} = 2.94 \text{ ft}^3$$

$$\text{鹽重} = 25 \text{ kg} = 25 \text{ kg} \times \frac{1}{0.454} \frac{\text{lb}}{\text{kg}} = 55.07 \text{ lb}$$

$$\therefore \text{lb 鹽 / ft}^3 = \frac{55.07 \text{ lb}}{2.94 \text{ ft}^3} = 18.73 \text{ lb/ft}^3$$

10. 一正丁烷、正戊烷及正己烷之液體混合液，其百分比組成為：

$$n-C_4H_{10} \quad 50$$

$$n-C_5H_{12} \quad 30$$

$$n-C_6H_{14} \quad 20$$

對此混合液，計算

(a)重量分率

(b)莫耳分率

(c)每一成份之莫耳分率

(d)平均分子量

解 (a)重量分率 = $\frac{Wt\%}{100\%}$

$$\therefore n-C_4H_{10} \text{ 之重量分率} = 0.5$$

$$n-C_5H_{12} \text{ 之重量分率} = 0.3$$

$$n-C_6H_{14} \text{ 之重量分率} = 0.2$$

(b)假定 100g 之混合液

$$n-C_4H_{10} \text{ 重} = 100g \times 50\% = 50g$$

$$n-C_5H_{12} \text{ 重} = 100g \times 30\% = 30g$$

$$n-C_6H_{14} \text{ 重} = 100g \times 20\% = 20g$$

$$\therefore n-C_4H_{10} \text{ 之莫耳數} = \frac{50g}{58\text{mole/g}} = 0.862\text{mole}$$

$$n-C_5H_{12} \text{ 之莫耳數} = \frac{30g}{72\text{mole/g}} = 0.417\text{mole}$$

$$n-C_6H_{14} \text{ 之莫耳數} = \frac{20g}{86\text{mole/g}} = 0.233\text{mole}$$

$$\therefore \text{總莫耳數} = 0.862 + 0.417 + 0.233 = 1.512\text{mole}$$

$$\therefore \text{莫耳分率 } X_{n-C_4H_{10}} = \frac{0.862}{1.512} = 0.57$$

$$X_{n-C_5H_{12}} = \frac{0.417}{1.512} = 0.276$$

$$X_{n-C_6H_{14}} = \frac{0.233}{1.512} = 0.154$$

(c)mole % = 莫耳分率 $\times 100\%$

$$\therefore \text{mole \% of } n-C_4H_{10} = 0.57 \times 100\% = 57\%$$

$$\text{mole \% of } n-C_5H_{12} = 27.6\%$$

$$\text{mole \% of } n-C_6H_{14} = 15.4\%$$

(d)平均分子量 = Σ 成份的分子量 $\times$ 莫耳分率

$$= 58 \times 0.57 + 72 \times 0.276 + 86 \times 0.154$$

$$= 66.2$$

自我測驗 1-4

1. 在選擇基準 (basis) 時, 該考慮那三個問題?

解 (a)我想著手時, 需要什麼。
(b)我想找出什麼。
(c)最通常使用的基準為何。

2. 在問題 1.13、1.18、1.30 和 1.47 何者為好的最初基準?

解 1.13 - 100kg or 100 lb
1.18 - 1 ton of H_2O
1.30 - The stated mass of each case
1.47 - 100cm³ mixture

自我測驗 1-5

1. (a)攝氏溫標的參考點為何?
(b)華氏

解 (a) 0°C 和 100°C
(b) 32°F 和 212°F

2. 如何轉換從華氏到攝氏的溫差△?

解 $\Delta^{\circ}C = 1.8^{\circ}F$

3. 單位的溫差 $\Delta^{\circ}C$ 是否較 $\Delta^{\circ}F$ 大? $10^{\circ}C$ 是否較 $10^{\circ}F$ 高?

解 (i) 是, $1\Delta^{\circ}C$ 較 $1\Delta^{\circ}F$ 大。

(ii) 是, $10^{\circ}C \Rightarrow 10 \times \frac{9}{5} + 32 = 50^{\circ}F > 10^{\circ}F$

4. 在附錄 E, 硫之熱容 $C_p = 3.63 + 0.640 T$, C_p 之單位為 cal/g mole K, T 為 K, 轉換 C_p 為 cal/g mole °F 而 T 為 °F。

解 $C_p = [3.63 + 0.64(T_{\text{in}} + 460)] \frac{1}{1.8} \left| \frac{\text{cal}}{\text{g mole K}} \right| \frac{1K}{1.8^{\circ}F}$
 $= 92.88 + 0.198T_{\text{F}}$

5. 以相當的溫度完成下表:

解

$^{\circ}C$	$^{\circ}F$	K	R
-40.0	-40.6	233.0	419.4
25.3	77.0	298.3	537.0
425.0	796.4	698	1256.4
-234.2	-390.2	38.8	69.8

6. 假設你有一部份充滿未知液體的管子, 並要求在這管子上校正攝

氏刻度，你將如何進行？

- 解 首先將此管子浸在冰水中，穩定後在液面處劃一刻度為 0°C ，然後再浸在沸騰的水中，穩定後，劃一刻度為 100°C ，中間等分為100間隔，即完成刻正工作。

自我測驗 1-6

1. 寫出一方程式以轉換表計壓力 (gauge pressure) 為絕對壓力 (absolute pressure) ？

解 $P_{\text{gauge}} + P_{\text{bar}} = P_{\text{abs}}$

2. 以六種不同方式表示標準大氣壓，列出其值及單位：

解

1	1 atm
2	14.696 psia
3	$1.0133 \times 10^6 \text{ dyne/cm}^2$
4	101.33 kN/m^2
5	760 mmHg
6	1033.6 gw/cm^2

3. 列出轉換真空壓力 (vacuum pressure) 為絕對壓力的公式。

解 $P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{vac}}$

4. 將800mmHg變成下列之單位：

(a) psia (b) kPa (c) atm (d) ft·H₂O

解

$$(a) \frac{800 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \times \frac{1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \times \frac{14.7 \text{ psia}}{1 \text{ atm}} = 15.47 \text{ psia}$$

$$(b) \frac{800 \text{ mmHg}}{1 \text{ mmHg}} \times \frac{0.1333 \text{ kPa}}{1 \text{ mmHg}} = 106.64 \text{ kPa}$$

$$(c) \frac{800 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \times \frac{1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = 1.053 \text{ atm}$$

$$(d) \frac{800 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \times \frac{1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \times \frac{33.91 \text{ ft} \cdot \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ atm}} = 35.69 \text{ ft} \cdot \text{H}_2\text{O}$$

5. 在此課本列出五種壓力型式：在49頁有大氣壓力、氣壓、絕對壓力

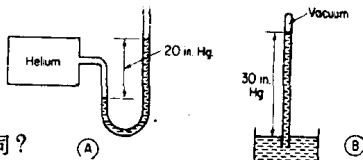
、表計壓力、真空壓力：

(a)何種壓力以A測量？

(b)何種壓力以B測量？

(c)在下列之裝置，其讀數為何，

假設其壓力、溫度與(a)與(b)同？



解 (a)表計壓力、真空壓力。

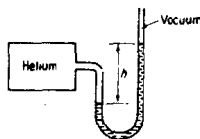
(b)大氣壓力、氣壓、絕對壓力。

(c) $P_{H_0} = h$ (從圖得知)

又從① $P_{H_0} = 20 \text{ inHg} + P_{atm}$

② $P_{atm} = 30 \text{ inHg}$

$\therefore h = 50 \text{ inHg}$



6. 一蒸發器顯示的壓力為 40 kPa 真空壓力，問其絕對壓力為何？

解 $P_{abs} = P_{atm} - P_{vac}$

$= 101.3 \text{ kPa} - 40 \text{ kPa}$

$= 61.3 \text{ kPa}$

自我測驗 1-7

1. 物理性質的五種資料來源為何？

- 解
1. Manual on Disposal of Refinery Wastes.
 2. Technical Data Book-Petroleum Refining.
 3. Perry's Chemical Engineers' Handbook.
 4. Handbook of physical and Chemistry.
 5. The properties of Gases and Liquid.

2. 在何種參考書，你可找到下列之資料：

(a)非有機液體之沸點？

(b)精煉氣體之組？

(c)有機液體之？

(d)Protocatechuic acid (原兒茶酸) (3- , 4-)之化學式及性質？

解 (a) Chemical Engineers Handbook or properties of Gases and Liquids.

(b) Technical Data Book-Petroleum Refining.

(c) Handbook of Physics and Chemistry and others.

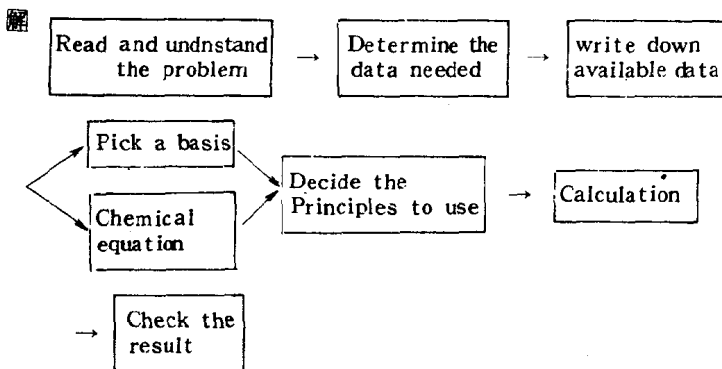
(d) Chemical Engineers' Handbook.

3. 寫出問題2所需資料在這些參考書的頁數？

解 略。

自我測驗 1-8

1. 將解題的八個步驟畫成一流程圖？



2. 選自我測驗1.3、1.5或1.6的例題，劃出解題的流程，以樹狀枝連接下列資料，結果在最底下：

- (a)問題裏的資料？
- (b)問題暗示的資料？
- (c)記憶的資料？
- (d)從參考書得來的資料？
- (e)計算得來的資料？

以盒子（圓、方形、鑽石形等）包含，以箭號連接。

解 略。

3. 當你解題時，遇到下列的困難時，你怎麼辦？

- (a)對東西沒有興趣或不想記憶？
- (b)讀了之後不能了解？
- (c)遇到以後才學到的東西？
- (d)很快忘記？
- (e)不正確地學習？

解 (a)找一個須記憶的理由，跟對這有興趣的人聊天。

(b)以“鳥瞰法”看此段，以數目連接有關的段落，看其間的課本。

(c)先看一下以後的東西再做。

(d)在讀後花數分鐘測試自己。

(e) 假設考試來練習，以課本例題或習題為樣本。

自我測驗 1-9

1. 寫出下列反應的平衡式：

(a) C_6H_6 跟 O_2 形成 CO_2 跟 H_2O ?

(b) FeS_2 跟 O_2 形成 Fe_2O_3 and SO_2 ?

解 (a) $C_6H_6 + 27/2 O_2 \rightarrow 9CO_2 + 9H_2O$

(b) $FeS_2 + 11 O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8 SO_2$

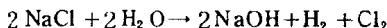
2. 假如 1 kg C_6H_6 與氧化合，需多少 kg O_2 來完全反應成 CO_2 和 H_2O ?

解 $C_6H_6 + 15/2 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 3 H_2O$

原理：1 kg C_6H_6

$$\frac{1 \text{ kg}}{78 \text{ kg } C_6H_6} \times \frac{\text{kgmol}}{15/2} \times \frac{32 \text{ kg}}{\text{kgmol } O_2} = 3.08 \text{ kg } O_2$$

3. 以電解氯化鈉以產生氯氣，可以下列平衡式表之



從 $10 m^3$ 、重量百分率 5 % 的氯化鈉可得多少 kg 的 Cl_2 ? 此溶液的比重為 1.07 ?

解 基準：10 m^3 ，wt % = 5 % 之 solution

$$\frac{10 m^3}{m^3} \times \frac{1070 \text{ kg}}{m^3} \times \frac{5 \%}{58.5 \text{ kg}} \times \frac{\text{kgmol}}{2} \times \frac{71 \text{ kg}}{\text{kgmol } Cl_2} = 324.7 \text{ kg } Cl_2$$

4. 氧化鈣 (CaO) 是於石灰 (純 $CaCO_3$) 分解得來，在某窯中此反應僅達完全反應的 70 %

(a) 從窯中所得固體之成份 ?

(b) 每 lb 的石灰石可得多少 lb 的 CO_2 ?

解 $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

基準：1 kg $CaCO_3$ feed

$$\therefore CaCO_3 \text{ left} = 1 \text{ kg} \times (1 - 0.7) = 0.3 \text{ kg}$$

$$CaO \text{ produced} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 0.7}{100 \text{ kg } CaCO_3} \times \frac{56 \text{ kg } CaO}{\text{kgmol } CaCO_3} = 0.392 \text{ kg}$$

$$CO_2 \text{ produced} = 1 \text{ kg} - 0.3 \text{ kg} - 0.392 \text{ kg} = 0.308 \text{ kg}$$

$$(a) \text{ In solid wt \% of CaCO}_3 = \frac{0.3}{0.3+0.392} = 43.4 \%$$

$$\text{wt \% of CaO} = 100 \% - 43.4 \% = 56.6 \%$$

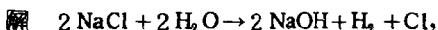
$$(b) \text{ CO}_2 \text{ produced per kg CaCO}_3 = 0.308 \text{ kg}$$

5. 在問題 3 假設 50.0 kg NaCl 和 10.0 kg H₂O 反應

(a) 何者限制反應進行？

(b) 何者為過量反應物？

(c) 反應進行至完全反應之 60%，則溶液含有那些成份？



$$\text{Kgmol of NaCl} = \frac{50 \text{ kg}}{58.5 \text{ kg}} \times \frac{\text{kgmol}}{1} = 0.855 \text{ Kgmol}$$

$$\text{Kgmol of H}_2\text{O} = \frac{10.0 \text{ kg}}{18 \text{ kg}} \times \frac{\text{kgmol}}{1} = 0.556 \text{ Kgmol}$$

(a) H₂O

(b) NaCl

(c) NaOH, NaCl, H₂O (assuming that the gas escapes)

自我測驗 1.10

1. 將在目標 (Objectives) 裏所問的項目列出？

解 略。

2. 以電腦碼解在本章末的問題？

解 略。

問 題

1.1 一位工程師到一酒類超級市場，此市場廣告其為本鎮最便宜的，此工程師買了一壺 2/5 加侖，價錢為 \$ 7.77，但實際上祇有 1.75 升，問對 2/5 加侖 \$ 7.99 來說，此交易是否合算？

$$\text{解 } \frac{\$ 7.77}{1.75} = \$ 4.44 / l$$

$$\frac{\$ 7.99}{\frac{2}{5} \text{ gal}} \times \frac{3.785 l}{1 \text{ gal}} = \$ 5.28 / l \quad \text{故合算}$$