

目 錄

第 一 章 化學計量之原理

1.1	物質不滅	1-1
1.2	原子量	1-1
1.3	克原子與磅原子	1-2
1.4	克分子與磅分子	1-2
1.5	氣體物質之質量與體積之相關	1-3
1.6	分子單位之應用	1-4
1.7	過量反應物, 限量反應物及過量百分率	1-5
1.8	完成度	1-5
1.9	計算基數	1-8
1.10	重量百分比	1-10
1.11	體積百分比	1-10
1.12	分子分數及分子百分比	1-10
1.13	原子分數及原子百分比	1-12
1.14	單位體積內之質量	1-13
1.15	單位質量內之另一質量	1-13
1.16	密度與比重	1-15
1.17	單位之轉換	1-17
1.18	方程式之轉換	1-18
	習題一	1-20

第 二 章 數學演算與圖解

2.1	演算法則	2-1
2.2	試算差誤法	2-2
2.3	因次之符合	2-3

2.4	因次之分析	2-4
2.5	圖示法	2-7
2.6	用面積分法	2-9
2.7	用體積分法	2-12
2.8	三角形坐標	2-14
2.9	線之定置圖	2-16
	習題二	2-21

第 三 章 理想氣體之行爲

3.1	能	3-1
3.2	溫度及熱	3-2
3.3	氣體運動說	3-2
3.4	氣體定律之單位與常數	3-4
3.5	理想氣體定律之應用	3-5
3.6	標準狀況	3-6
3.7	計示壓力	3-6
3.8	氣體密度與比重	3-7
3.9	離解氣體	3-8
3.10	Dalton 定律	3-9
3.11	Amagat 定律	3-9
3.12	氣體之成分	3-10
3.13	混合氣體之平均分子量	3-12
3.14	混合氣體之密度	3-12
3.15	體積改變連同成分改變	3-14
3.16	純組成體積法	3-16
3.17	部分壓力法	3-17
3.18	化學反應中之氣體	3-18
3.19	理想氣體定律應用之範圍	3-23
3.20	壓縮因數	3-23

習題三.....	3-30
----------	------

第四章 蒸氣壓力

4.1 液化與液態.....	4-1
4.2 臨界性質.....	4-1
4.3 減約狀況.....	4-2
4.4 汽化.....	4-3
4.5 遲滯及品質.....	4-3
4.6 沸點.....	4-4
4.7 固體之蒸氣壓力.....	4-5
4.8 溫度對於蒸氣之效應.....	4-5
4.9 Cox 蒸氣壓力圖之應用.....	4-7
4.10 臨界性質之估計.....	4-8
4.11 有機化合物之臨界壓力及蒸氣壓力.....	4-15
4.12 不互溶之混合溶液.....	4-18
4.13 汽化與過熱蒸汽.....	4-20
4.14 均勻溶液.....	4-21
4.15 Raoult 定律.....	4-21
4.16 平衡蒸氣壓力與成分.....	4-22
4.17 不揮發性溶質.....	4-23
4.18 相對蒸氣壓力.....	4-24
習題四.....	4-26

第五章 濕度與飽和

5.1 部分飽和.....	5-3
5.2 濕度.....	5-5
5.3 露點.....	5-6
5.4 汽化處理.....	5-6
5.5 凝結.....	5-8
5.6 乾濕球溫度測定法.....	5-10

5.7 濕度表.....	5-11
5.8 絕緣汽化.....	5-15
習題五.....	5-17

第 六 章 溶解度與收着

6.1 溶解與結晶.....	6-1
6.2 固體在溶劑中不生成化合物之溶解度.....	6-2
6.3 固體在溶劑中生成溶劑合物有符合點之溶解度.....	6-3
6.4 固體在溶劑中生成溶劑合物無符合點之溶解度.....	6-6
6.5 粒子大小對於溶解度之效應.....	6-7
6.6 過飽和.....	6-8
6.7 溶解.....	6-9
6.8 結晶.....	6-10
6.9 不生成溶劑合物之結晶.....	6-10
6.10 生成溶劑合物之結晶.....	6-13
6.11 由平衡圖之線節計算結晶量.....	6-15
6.12 分結晶.....	6-16
6.13 溶液面上之蒸氣壓力及相對濕度.....	6-22
6.14 不互溶溶劑中溶質之分佈.....	6-25
6.15 部分互溶之二元溶液.....	6-28
6.16 部分互溶之三元溶液.....	6-29
6.17 氣體之溶解度.....	6-32
6.18 Henry 定律.....	6-32
6.19 氣體之吸着.....	6-35
6.20 van der Waals 吸着.....	6-35
6.21 微管凝結.....	6-35
6.22 平衡吸着.....	6-36
6.23 吸着等溫線.....	6-37
6.24 汽提.....	6-39

6.25 優先吸着.....	6.39
習題六.....	6.40

第 七 章 物料差額表

7.1 物料差額表.....	7-1
7.2 稀釋法.....	7-1
7.3 物料差額表之程序.....	7-2
7.4 蒸餾.....	7-6
7.5 乾燥.....	7-11
7.6 吸收.....	7-12
7.7 萃取與滲濾.....	7-13
7.8 蒸發.....	7-16
7.9 鹽酸之製造.....	7-20
7.10 氫氧化鈉之製造.....	7-23
7.11 鍋爐用水之處理.....	7-28
7.12 石油之熱裂.....	7-32
7.13 回流中貯存有雜質或惰性物質.....	7-41
7.14 支流.....	7-43
7.15 石灰之製造.....	7-47
7.16 水泥之製造.....	7-48
7.17 玻璃之製造.....	7-52
習題七.....	7-53

第 八 章 熱 物 理 學

8.1 能單位之定義.....	8-1
8.2 熱含量.....	8-1
8.3 氣體之熱容量.....	8-2
8.4 分子熱容量之實驗方程式.....	8-4
8.5 氣體熱容量之特殊單位.....	8-5
8.6 氣體之平均熱容量.....	8-6

8.7	原子熱容量	8-8
8.8	Kopp 氏法則	8-9
8.9	液體及溶液之熱容量	8-15
8.10	熔解熱	8-20
8.11	轉置熱	8-22
8.12	汽化熱	8-23
8.13	Trouton 氏法則	8-23
8.14	Kistyakowsky 方程式	8-23
8.15	Calingaert-Davis 方程式	8-24
8.16	汽化熱及溫度關係之實驗式	8-25
8.17	Gordon 氏汽化熱實驗方程式	8-27
8.18	蒸汽之熱含量	8-30
8.19	濕空氣熱含量	8-31
8.20	空氣之濕熱容量	8-32
	習題八	8-33

第九章 熱化學

9.1	標準反應熱	9-1
9.2	習慣與符號	9-1
9.3	生成熱	9-2
9.4	熱化學定律	9-13
9.5	標準燃燒熱	9-14
9.6	由生成熱計算標準反應熱	9-20
9.7	由燃燒熱計算標準反應熱	9-22
9.8	酸及鹼之中和熱	9-23
9.9	鹽溶液之熱中性	9-24
9.10	游離之生成熱	9-24
9.11	氣體之離解熱	9-26
9.12	標準積分溶解熱	9-27

9.13 在溶液中化合物之生成熱.....	9.28
9.14 水合物之溶解熱.....	9.33
9.15 混合熱.....	9.31
9.16 部分熱含量.....	9.31
9.17 不完全反應.....	9.34
9.18 壓力對於反應熱之效應.....	9.35
9.19 溫度對於反應熱之效應.....	9.36
9.20 絕熱反應.....	9.39
9.21 理論火藥溫度.....	9.42
習題九.....	9.45

第 十 章 能量差額表

10.1 能量差額表.....	10.1
10.2 熱量差額表.....	10.2
10.3 蒸發.....	10.7
10.4 蒸餾.....	10.9
10.5 吸收.....	10.13
10.6 高溫分解.....	10.16
10.7 聚合.....	10.19
10.8 烴化.....	10.26
10.9 鼓風爐.....	10.31
習題十.....	10.45

第十一章 燃料及燃燒

11.1 總熱值及淨熱值.....	11.1
11.2 煤之分析.....	11.1
11.3 煤之等級.....	11.3
11.4 煤之熱值.....	11.3
11.5 煤熱值之計算法.....	11.4
11.6 石油之特性.....	11.7

11.7	石油之氮含量	11-8
11.8	石油在液態之比熱	11-9
11.9	石油在氣態之比熱	11-10
11.10	石油之汽化熱	11-11
11.11	石油之燃燒熱	11-12
11.12	燃料氣體之總熱值	11-14
11.13	燃料之不完全燃燒	11-17
11.14	未燃着之可燃物	11-18
11.15	煙道氣分析之要旨	11-20
11.16	煙道氣及燃料分析之相關	11-21
11.17	煙道氣中水蒸氣量之計算	11-23
11.18	略去氮之效應	11-29
11.19	略去硫之效應	11-31
11.20	鍋爐試驗	11-32
11.21	發生爐煤氣	11-47
11.22	燃燒問題之圖算	11-56
	習題十一	11-56

第十二章 硫化合物之製造

12.1	硫之燃燒	12-1
12.2	二氧化硫轉變百分率之計算	12-2
12.3	黃鐵礦之燃燒	12-5
12.4	酸式亞硫酸鹽之製造	12-6
12.5	硫酸之製造	12-10
	習題十二	12-37

附 圖 目 錄

第 一 章 化學計量之原理

圖 1.1 氯化鈉水溶液之密度	1-16
-----------------	------

第 二 章 數學演算與圖解

圖 2.1 例四之解答	2-9
圖 2.2 用圖積分法之原理	2-9
圖 2.3 例五之數據	2-10
圖 2.4 例五之解答	2-10
圖 2.5 例五之積分曲線	2-12
圖 2.6 微分曲線	2-14
圖 2.7 四氯化碳、二溴乙烷及甲苯三元溶液	2-15
圖 2.8 線之定置圖	2-16
圖 2.9 乘除圖	2-18
圖 2.10 例八之解答	2-20

第 三 章 理想氣體之行爲

圖 3.1 氮之壓縮因數 (指定溫度及壓力)	3-25
圖 3.2 氮之壓縮因數 (指定分子容積及溫度)	3-26
圖 3.3 氮之壓縮因數 (指定壓力及分子容積)	3-26
圖 3.4 氣體及蒸氣之壓縮因數	3-28
圖 3.5 T_r 之圖解	3-30

第 四 章 蒸 氣 壓 力

圖 4.1 分子間之吸引力	4-1
圖 4.2 Cox 蒸氣壓力圖	4-8
圖 4.3 定蒸氣濃度之溫度	4-10
圖 4.4 液體熱膨脹與壓縮	4-11

圖 4-5	石蠟煙之臨界壓力與蒸氣壓力常數	4-16
圖 4-6	氫氧化鈉水溶液之 Dühring 線	4-24
圖 4-7	硫酸溶液之蒸氣壓力	4-25

第五章 溫度與飽和

圖 5-1	分子溫度表	5-12
圖 5-1a	分子溫度表	5-13
圖 5-2	溫度表之壓力校正	5-16

第六章 溶解度與收膏

圖 6-1	萘在苯中之溶解度	6-2
圖 6-2	氯化鐵在水中之溶解度	6-5
圖 6-3	硫酸鈉在水中之溶解度	6-6
圖 6-4	碳酸鈉-硫酸鈉在水中之溶解度	6-17
圖 6-5	$\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{Na}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}$ 體系低溫之溶解度	6-18
圖 6-6	氯化鈣溶液面上之蒸氣壓力及相對濕度	6-24
圖 6-7	酚在水中之溶解度	6-28
圖 6-8	四氯乙烷-異丙醇-水體系在溫度 77°F 之溶解度曲線及 共扼線	6-30
圖 6-8	異丙醇之平衡分佈	6-31
圖 6-9	氣體在水中之溶解度	6-33
圖 6-10	氮在水中之溶解度	6-34
圖 6-11	各種物質在 77°F 平衡水分含量	6-37
圖 6-12	活性炭吸着苯之等溫線	6-38
圖 6-13	乾燥劑之平衡水分含量	6-40

第七章 物料差額表

圖 7-1	二元體系之蒸餾	7-7
圖 7-2	分餾塔	7-8
圖 7-3	例五之程序圖	7-9
圖 7-4	例六之程序圖	7-10

圖 7.5	例八之程序圖	7-13
圖 7.6	逆流萃取程序圖	7-14
圖 7.7	三效蒸發器	7-16
圖 7.8	石油熱裂之程序圖	7-33
圖 7.9	丙烷去氫設備之程序圖	7-35
圖 7.10	同流之洩出	7-42
圖 7.11	氧化矽膠移去空氣中水蒸氣之分數	7-44
圖 7.12	三元溶液之蒸餾	7-60

第 八 章 熱 物 理 學

圖 8.1	恆壓時氣體之真實分子熱容量	8-6
圖 8.2	恆壓時氣體之平均分子熱容量	8-7
圖 8.3	元素及焦炭之比熱	8-9
圖 8.4	常用氧化物之比熱	8-10
圖 8.5	數種鈣化合物之比熱	8-11
圖 8.6	20°C 時酸液之比熱	8-15
圖 8.7	20°C 時鹼液之比熱	8-16
圖 8.8	20°C 時氯化物水溶液之比熱	8-16
圖 8.9	20°C 時硫酸鹽水溶液之比熱	8-17
圖 8.10	20°C 時硝酸鹽水溶液之比熱	8-17

第 九 章 熱 化 學

圖 9.1	18°C 時鹽在水中之積分溶解熱	9-28
圖 9.2	18°C 時鹼在水中之積分溶解熱	9-28
圖 9.3	18°C 時氯化物在水中之積分溶解熱	9-29
圖 9.4	18°C 時硫酸鹽在水中之積分溶解熱	9-29
圖 9.5	18°C 時硝酸鹽在水中之積分溶解熱	9-29
圖 9.6, 9.6a	切線斜率法計算部分熱含量	9-33
圖 9.7	切線截距法計算部分熱含量	9-34

第十章 能量差額表

圖 10.1 蒸餾之程序圖.....	10-10
圖 10.2 吸收之程序圖.....	10-13
圖 10.3 鐵及熔渣之熱含量.....	10-44

第十一章 燃料及燃燒

圖 11.1 石油分餾物之分子量,臨界溫度及特性因數	11-7
圖 11.2 122°F 時由黏度求特性因數.....	11-8
圖 11.3 特性因數對氫含量重量百分比.....	11-9
圖 11.4 液體石油在 $K=11.8$ 時之比熱, $K \neq 11.8$ 時乘以校正因數.....	11-10
圖 11.5 在大氣壓下烴類烴氣體之比熱.....	11-12
圖 11.6 烴化合物及石油分餾物之汽化熱.....	11-12
圖 11.7 液體烴化合物及石油分餾物之燃燒熱(總熱值).....	11-13
圖 11.8 燃料燃燒圖	11-55

第十二章 硫化合物之製造

圖 12.1 酸式亞硫酸鹽液之製造.....	12-10
圖 12.2 硫酸製造程序簡圖.....	12-15
圖 12.3 20°C 時硫酸水溶液之微分及積分溶解熱	12-26
圖 12.4 20°C 時硫酸水溶液之部份及總熱容量	12-28

第十二章 硫化合物之製造

工業用硫之原料，或為硫黃，或為硫化物之黃鐵礦。其化合物之製造，多以 SO_2 起始，操作情形雖因使用之燃燒爐不同而各異，但其原理與計算，則相同於碳之燃燒。

12.1 硫之燃燒 硫燃燒時，主要成品為二氧化硫，但亦不能避免三氧化硫之生成。通常有 2—10% 之硫燃着後，氧化為六價，在製造酸式亞硫酸鹽時，希望 SO_3 之成分低，在製造硫酸時，則含量可高。在常壓，常溫下燃燒硫， SO_2 之蒸氣壓力甚高，遇水即化合 H_2SO_4 。如空氣之氧全生成 SO_3 ，則每 100 moles 空氣有 $21 \times \frac{3}{8} = 7.875$ moles 之 SO_3 生成，及原在之 79 moles N_2 。以體積計， SO_3 佔 15%。如總壓力為 1 atm，則 SO_3 之分壓為 0.15 atm，或 114 mm。在分析煙道氣體時，水蒸氣之含量，不能呈現於實驗數據。同樣，在分析硫之氧化物氣體時，生成之 SO_3 ，亦不能呈現。水係由氫燃燒生成，可由未計入之氧量計算。同理， SO_3 之生成量，亦可以同樣之方法計算。

假設 10 lb-atoms 之硫，燃燒於 100 lb-moles 空氣中。90% 之 S 生成 SO_2 ，餘者生成 SO_3 。其反應為 $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$ ，及 $2\text{S} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$ 。即 9 lb-moles 之 SO_2 ，含 9 moles 之 O_2 ；1 lb-mole 之 SO_3 ，含 1.5 lb-moles 之 O_2 ；餘剩之 O_2 ，為 $21.0 - 1.5 - 9.0 = 10.5$ lb-moles。分析時， SO_3 首先消失，餘剩氣體為 9 lb-moles 之 SO_2 ，10.5 lb-moles 之 O_2 及 79 lb-moles 之 N_2 ，或總量為 98.5 moles。以是分析結果為 9.14% 之 SO_2 ，10.66% 之 O_2 及 80.20% 之 N_2 。

由試驗之數據，計算 SO_3 之百分率，即上述方法之逆算，假設分析結果同上，其計算方法如下：

基數：分析之氣體 100 lb-moles

氣體	lb-moles	lb-moles, O ₂
SO ₂	9.14	9.14
O ₂	10.66	10.66
N ₂	80.20	

19.80 = 計入之 O₂

80.2(21/79) = 21.32 = 來自空氣之 O₂

1.52 = 未計入之 O₂, 即用以生成 SO₃

相當 1.01 lb-moles SO₃

總燃着硫 = 9.14 + 1.01 = 10.15

S 變為 SO₂ 之百分率 = (1.01/10.15)100 = 9.95%

結果不完全符合, 其理由為: (一) SO₃ 量係由差額法算出, (二) 分析數據, 僅及二位小數。如依據分析數據計算, 則分析時更應慎重, 硫生成為 SO₃ 之成分少時, 百分率之差誤即大。

12.2 二氧化硫轉變百分率之計算 (calculation of conversion percentage of SO₂) 製造硫酸, 不論其為接觸法, 或鉛室法, 二氧化硫氧化後, 轉變為 SO₃ 之計算頗重要。如照上法計算, 頗為麻煩, 利用下式則甚方便。

$$c = \frac{(2a-2b)(100\%)}{2a-3ab} \quad (12.1)$$

式中 c = 二氧化硫轉變百分率。

a = 燃燒爐氣體中二氧化硫之成分, 以分子分數表示。

b = 氧化後排出氣體中二氧化硫之成分, 以分子分數表示。

方程式之來源: 一單位體積燃燒爐氣體, 含 SO₂ 為 a , 如完全氧化為 SO₃, 於未吸收前, SO₂ 體積亦為 a , 但 SO₃ 之生成需一份 SO₂ 及半份之 O₂ ($\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$), 即需 $\frac{1}{2}a$ 單位體積之氣體。今設 c 為二氧化硫之轉變百分率, 則單位體積內轉變為 SO₃ 之氣體為 $\frac{1}{2}a \cdot c$ 未被轉變者, 或剩餘者為 $1 - \frac{1}{2}ac$ 。今設排出氣體內 SO₂ 之成分為 b , 則體積為 $b(1 - \frac{1}{2}ac)$; 被轉變者為 $a - b(1 - \frac{1}{2}ac)$ 。

$$\text{轉變率 } c = \frac{a - (b - \frac{3}{2}abc)}{a} = \frac{2a - 2b + 3abc}{2a}$$

簡化之得 $c = \frac{2a - 2b}{2a - 3ab}$, 以百分率計, 則 $c = \frac{(2a - 2b)100\%}{2a - 3ab}$

例一 某接觸法硫酸作業, 在十二小時內, 通進氣體之平均成分為 SO_2 7.2%, O_2 13.2% 及 N_2 79.6%, 其排出氣體為 SO_2 2.3%, O_2 11.7% 及 N_2 85.5%。求 SO_2 之轉變率。

解: (a) 由方程式 (12.1)

$$c = \frac{(2 \times 0.072 - 2 \times 0.028)100\%}{2 \times 0.072 - 3 \times 0.072 \times 0.028} = \frac{(0.144 - 0.056) \times 100\%}{0.144 - 0.06} = 64.7\%$$

(b) 依照上節所述方法, 以氮為聯繫物質。

基數: 100 lb-moles N_2

氣體	lb-moles 通進氣體含量	lb-moles 排出氣體含量	減少量	SO_2 當量
SO_2	$7.2 \times \frac{100}{79.6} = 9.05$	$2.8 \times \frac{100}{85.5} = 3.28$	5.77	5.77
O_2	$13.2 \times \frac{100}{79.6} = 16.58$	$11.7 \times \frac{100}{85.5} = 13.69$	2.89	5.78

$$(5.77/9.05)100\% = 63.8\% \dots\dots \text{轉變率}$$

(b) 法較 (a) 法麻煩, 結果亦欠正確。

上述方法, 如應用鉛室製酸, 則氮之氧化物, 必先除去。係將氣體先通過盛有 H_2SO_4 之吸收球, 氮之氧化物悉被吸收, 但吸收球於使用前, 宜先通以爐氣, 使飽和 SO_2 氣體, 以免分析時 SO_2 之損失。

例二 某燃燒爐每小時燃燒純度 99.4% 之硫黃 680 lb, 空氣平均溫度 60°F , 爐氣溫度 760°C , 含 SO_2 17.4% 及 O_2 2.7%, 通過冷卻管, 冷卻至溫度 70°F 。計算

(a) 硫生成 SO_2 之百分率。

(b) 每小時離開燃燒爐之 SO_2 量。

(c) 每分鐘空氣使用量。

(d) 每分鐘氣體離開燃燒爐之體積。

解: (a) 基數: 爐氣 100 lb-moles

氣體	lb-moles	lb-moles, O ₂
SO ₂	17.4	17.4
O ₂	2.7	2.7
N ₂	79.9	
	100.0	20.1 = 計入之 O ₂
79.9(21/79) =		21.21 = 來自空氣之 O ₂
		1.11 = 未計入之 O ₂

∴ SO₃ 生成量 = (2/3)1.11 = 0.74 lb-atom S = 0.74 lb-mole SO₃

每生成 17.4 lb-moles 之 SO₂, 同時生 0.74 lb-mole 之 SO₃.

硫生成 SO₃ 之百分率: 100% (0.74)/(17.4+0.74) = 4.1%

(b) 基數: 作業 1 小時

lb	lb, S	lb-atom, S	lb-mole, SO ₃	
680	0.994	$\frac{1}{32.1}$	$\frac{17.4}{17.4+0.74}$	64.1 = 1293 lb SO ₃

(c) 基數: 1 分鐘, 假設乾燥空氣及標準氣壓

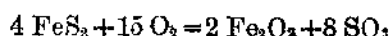
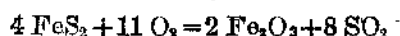
lb, SO ₂	lb-moles SO ₂	lb-moles N ₂	lb-moles 空氣	cu ft (S.C.)	
$\frac{1293}{60}$	$\frac{1}{64.1}$	$\frac{79.9}{17.4}$	$\frac{100}{79}$	$\frac{359}{1}$	$\frac{530}{492} = 743$ cu ft

(d) 基數: 1 分鐘

lb SO ₂	lb-moles SO ₂	lb-moles 氣體	cu ft (S.C.)	
$\frac{1290}{60}$	$\frac{1}{64.1}$	$\frac{100.74}{17.4}$	$\frac{359}{1}$	$\frac{273+760}{273} = 2,645$ cu ft

(離開燃燒爐之爐氣)

12.3 黃鐵礦之燃燒 燃燒黃鐵礦製造 SO_2 時，氧之消耗，除再生成 SO_3 外，亦生成 Fe_2O_3 ，如燃燒完全，其反應為：



由爐滓之分析，可檢驗未燃着之硫化物量及鐵之低級氧化物量。燃燒爐設計周詳，操作完善者，此種含量必少。由黃鐵礦之分析，可決定有無其他金屬之硫化物存在。爐滓內，常含相當大量之硫，係吸收 SO_2 所致（即鹼式硫酸鹽）。在計量方面，如同直接添加 SO_2 於爐滓內，於氣體分析計算無效應。如求 SO_2 生成總量時，則需將此量加入於爐氣中所含之 SO_2 量。

例三 Herreschoff 黃鐵礦爐燃燒黃鐵礦粉末，生成 SO_2 ，再轉變為 SO_3 ，以製硫酸。黃鐵礦含 S 48%，爐氣分析含 SO_2 9.32% 及 O_2 6.93%，爐滓含 S 2.15%。求爐氣中 SO_2 含量，佔燃着硫之百分率。

解：基數：氣體 100 lb-moles

氣體	lb-moles	lb-moles, O_2
SO_2	9.32	9.32
O_2	6.93	6.93
N_2	83.75	
	100.00	16.25
爐滓中 Fe_2O_3 含氧 $\rightarrow \text{SO}_2$ 之生成		
$(8/8)9.32 = \dots\dots\dots$		3.50
		19.75 = 計入之 O_2
$83.75(21/79) = \dots\dots\dots$		22.27 = 來自空氣之 O_2
		2.52 = 未計入之 O_2
SO_2 生成量 = $(8/15)2.52$		1.34 lb-moles