

2017/2018 學年教學設計獎勵計劃

趣味的摩爾計算

參賽編號：C188

科目：化學

實施年級：高一

簡介

在生活中，人們所使用的設備中不少存在化學反應，如汽車的安全氣囊，設備在設計時除了要考慮反應物和生成物的化學性質外，必然要考慮參與反應的化學品或副產物的份量，以確保人們在使用這些裝置的過程中，化學品不會過量而做造污染、生成的氣爆不會過大，或者所產生的熱量不會過多、讓市民更安全地使用。有關化學反應中反應物和生成物的定量研究稱為化學計量學。

本單元以「分組合作學習」，把原本繁複易出錯的的計算題原理，由老師事先設計好相應的問題，讓同學一步一步去找出當中的意義，以生動有趣的幾個生活情境，例如：一個漢堡的組成、一套衣服等，比喻在化學反應時，多數有過量反應物的情況，引領學生與同組同學去思考和解決限量反應物的計算問題，再以學生為中心的“團體探究法”策略，透過同儕互相討論和協助，組員提出自身“生活經驗”，歸納出做題的流程。促進學生之間的溝通互動，接納同學會對同一事物的理解不一，讓更多同學能發表自己的意見。

本單元設計所選用的教材是雅集出版社現代化學 1，並結合校本內容進行教學，在教學過程中，我們會顯示出計算例題中的解難策略，把計算過程分步列表解釋，讓同學在審題時更有系統；另外在教學內容的練習和評量中，會把相同類型的計算題目作分類，由淺入深，並配上即時練習題，練習的題型多樣而充足，是實際的教學實施情況，展現老師如何為每個概念做教學設計；而計算題中提供有關科學、科技、社會及環境相關的議題作背景，同學在做題過程中，像是作為工程師和科學家去解決問題，引起學生的學習動機。

目次

簡介.....	i
目次.....	ii
教學進度表.....	iii
壹、教學計劃內容簡介.....	1
一、教學目標.....	1
二、主要內容.....	2
三、設計創意和特色.....	2
四、教學重點.....	2
五、教學難點.....	2
六、教學用具.....	3
貳、教案.....	2
參、試教評估與反思建議.....	3
肆、參考文獻.....	4
伍、相關教材.....	5
輔助教學資料	
一、教材課件.....	5
附錄.....	6
課堂照片.....	6

教學進度表

課節	課題	課題內容	授課時間	課時
第一課節	反應質量	1. 化學方程式和反應質量 2. 從化學方程式計算反應質量	2018-1-22	1
第二節課	反應質量	3. 計算另一反應物的質量 4. 計算生成物的質量 5. 推論限量反應物	2018-1-23	2
第三節課	反應質量	6. 涉及限量反應物的反應質量	2018-1-26	3
第四節課	反應質量	7. 理論、實際產量和百分產率	2018-1-26	4

壹、教學計劃內容簡介

一、教學目標

以趣味的方法去理解摩爾的相關計算、限量反應物和實際產量的計算

具體教學目標：

A 知識目標

- A-1 總結出物質「數目」、「摩爾數」和「質量」的換算關係
- A-2 知道配平化學方程式中可獲取的資料
(反應物和生成物的數量比 / 原子不滅)
- A-3 計劃適當的解題思路解決有關從方程式的計算
- A-4 了解限量反應物的概念
- A-5 推論限量反應物會限制生成物的量
- A-6 知道理論產量是計算得出的
- A-7 摘要實際產量的成因
- A-8 知道百分產量的公式

B 情意目標

- B-1 以嚴謹的態度去處理有關摩爾的計算題
- B-2 以嚴謹的態度去檢查推論的正確性
- B-3 接受化學定量計算的在生活應用的重要性

C 技能目標

- C-1 摘要化學反應中反應物和生成物的摩爾比關係，以及總質量相等
- C-2 計算有關從反應物計算生成物的質量
- C-3 計算有關含有限量反應物的反應質量
- C-4 解決有關限量反應物的問題
- C-5 計算反應的實際產量

二、主要內容

在平衡化學方程式中，我們可獲取有關反應物之間，生成物之間以及反應物和生成物

三、設計創意和特色

本單元以「分組合作學習」，以生動有趣的幾個生活情境，例如：一個漢堡的組成、一套衣服等，比喻在化學反應時，多數有過量反應物的情況，引領學生與同組同學去思考和解決限量反應物的計算問題。

在教學時先強調要先審題，再進行運算，以學生為中心的“團體探究法”策略，透過同儕互相討論和協助，組員提出自身“生活經驗”，再歸納出做題的流程。促進學生之間的溝通互動，接納同學會對同一事物的理解不一，讓更多同學能發表自己的意見；

另外，在安排課堂練習時，會讓邀請幾組同學把題目在黑板做出來，再讓同學去檢視計算步驟的邏輯的好處與不利，以及提出修正建議，促使同學去思考和回饋。

四、教學重點

1. 計劃適當的解題思路解決有關從方程式的計算
2. 推論限量反應物會限制生成物的量
3. 知道理論產量是計算得出的

五、教學難點

1. 計算有關從反應物計算生成物的質量
2. 計算有關含有限量反應物的反應質量
3. 計算反應的實際產量

六、教學用具

互動教學簡報、合作學習工作紙、練習冊、實作展示白板

七、學生分析

基本學力要求分析：

1. 本級同學在初三時雖然未實行基本學力要求，但已達成部分基力內容：
 B-2-14 能正確書寫簡單的化學反應方程式 (配平)
2. 高中部分的基本學力要求則未有涉及本章內容。

學生已有知識和能力

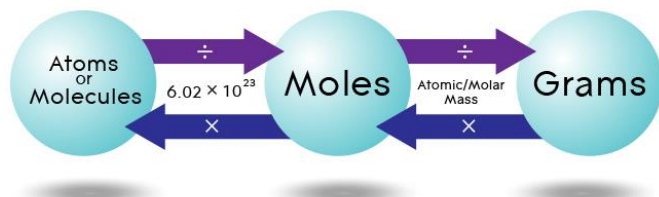
1. 初中階段學生已了解有關金屬碳還原法和酸鹼中和作用的原理；能書寫反應的化學方程式；明白方程式中系數的關係；
2. 高中階段在本章節剛學習有關摩爾的概念，能換算物質的質量、摩爾和數量；計算物質的式量；熟練地配平不同反應的化學方程式。

貳、教案

課題：12.5 從化學方程式求出反應質量 本單元/課共 四 節		第一節課		
學科：化學	班級：S4D			
觀課日期及時間：2018 年 1 月 22 日 星期一 8:35—9:15			上課地點：S4D	
具體教學目標 (觀課教節)				
A 知識目標 A-1 總結出物質「數目」、「摩爾數」和「質量」的換算關係 A-2 知道配平化學方程式中可獲取的資料(反應物和生成物的數量比 / 原子不減) A-3 計劃適當的解題思路解決有關從方程式的計算 B 情意目標 B-1 以嚴謹的態度去處理有關摩爾的計算題 C 技能目標 C-1 摘要化學反應中反應物和生成物的摩爾比關係，以及總質量相等 C-2 計算有關從反應物計算生成物的質量				
教 學 過 程				
具體教學目標 (填代號)	教學活動	教學資源	佔用時間 (分鐘)	教學評量
A-1	一、準備活動 (一) 學生進行異質分組，每組 5-6 人，共 6 組。 (二) 預先要求每組學生預習數量、摩爾和質量之間的公式轉換；化學方程式的配平。 (三) 老師準備手提白板和水性筆，方便同學展示組內整理出的內容； (四) 備妥教學互動教材簡報。 (五) 架設好手提電腦、投影機及投影幕。 (六) 加分表現：秩序良好、發表踴躍、提出建設性的批判或建議、創意表現..等	互動教材 PPT	6	學生積極參與討論(觀察評量)
	二、引起動機 (一) 暖身活動 1. 老師依次列出， 「數目」、「摩爾數」、「質量」在黑板 要求每組同學在三個化學計量之間加上轉換公式。 2. 同學根據前幾節課所學的摩爾的計算概念，要求在 2 分鐘內整理出關係圖，各組選出一位報告			

員；

- 老師巡視同學的整理情況，抽出其中兩組各以 1 分鐘報其關係圖，如下圖所示；



(二) 活動小結 (2分鐘)

- 有關物質的化學計量，有數量可轉換成摩爾，有摩爾數可轉換成質量。

各組同學認真聆聽報告，並有適時的記錄和發問(觀察評量)

三、發展活動 (一)

反應中反應物和生成物的摩爾比關係

(一) 講解討論要求 (1分鐘)

- 各組討論時間 6 分鐘，輪替記錄員和報告員；
- 如工作紙所示，把數據填寫入表格中，並列出相關計算技巧；
- 記錄員需要列表作記錄；
- 報告員需準備 2 分鐘內容去講解討論情況。


(二) 合作學習討論 (9分鐘)

- 老師派發團體合作學習工作紙，預設以下問題讓各組同學討論和整理，時間為 9 分鐘：

[問題一]

假設 1 分子氮能與 3 分子氫完全反應，生成 2 分子氨

- 10mol 氮完全反應，需要氫多少摩爾？生成氨多少摩爾？
- 15mol 氫完全反應，需要氮多少摩爾？
- 要生成 6mol 氨，分別需要氮和氫多少摩爾？










	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 		
數量比	1	3	2
摩爾數	10mol	30mol	20mol
摩爾數	5mol	15mol	10mol
摩爾數	3mol	9mol	6mol

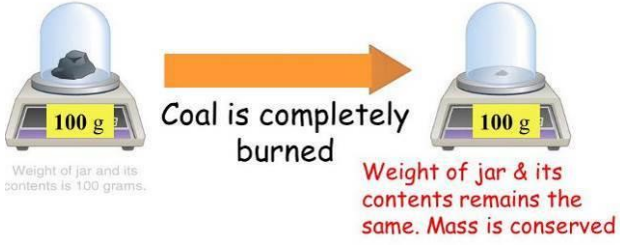
A-2

互動
 教材
 PPT
 +
 合作
 學習
 工作
 紙

10

各組均能適切分享(口語評量)

	<p>[問題二] 在以下反應中，若 10g 氮完全反應，需要氫 30g 嗎？試計算之？</p> <table border="1" data-bbox="225 315 959 510"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"> $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  </td> </tr> <tr> <td>數量比</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td style="text-align: center;">10g</td> <td style="text-align: center;">30g ????</td> <td style="text-align: center;">20mol</td> </tr> </table> <p>[問題三] 嘗試把問題二中反應物的質量相加，並與生成物的質量作比較，你能得出什麼結論？</p>		$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 			數量比	1	3	2	質量	10g	30g ????	20mol																											
	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 																																							
數量比	1	3	2																																					
質量	10g	30g ????	20mol																																					
<p>C-1</p>	<p>2. 報告時間 (12 分鐘) 邀請 2 組同學報告[問題一]的三個小題，2 組同學報告[問題二]、2 組同學報告[問題三]</p> <p>[問題一]的答案</p> <table border="1" data-bbox="225 913 959 1193"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"> $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  </td> </tr> <tr> <td>數量比</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>摩爾數</td> <td style="text-align: center;">10mol</td> <td style="text-align: center;">30mol</td> <td style="text-align: center;">20mol</td> </tr> <tr> <td>摩爾數</td> <td style="text-align: center;">5mol</td> <td style="text-align: center;">15mol</td> <td style="text-align: center;">10mol</td> </tr> <tr> <td>摩爾數</td> <td style="text-align: center;">3mol</td> <td style="text-align: center;">9mol</td> <td style="text-align: center;">6mol</td> </tr> </table> <p>[結論一] ● 在化學方程式中，物質的系數比(分子個數比)等於摩爾比。即 1 : 3 = 10 : 30 ● $\frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{n_2}$</p> <p>[問題二]的答案</p> <table border="1" data-bbox="225 1525 959 1760"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"> $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  </td> </tr> <tr> <td>數量比</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td style="text-align: center;">10g</td> <td style="text-align: center;">2.14g</td> <td style="text-align: center;">12.14g</td> </tr> <tr> <td>摩爾數</td> <td style="text-align: center;">0.357mol</td> <td style="text-align: center;">1.07mol</td> <td style="text-align: center;">0.714mol</td> </tr> </table> <p>[結論二] ● 在化學方程式中，物質的系數比(分子個數比)不等於質量爾比。即 1 : 3 ≠ 10 : 30 ● $\frac{N_1}{N_2} \neq \frac{m_1}{m_2}$, $\frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{m_1/M_1}{m_2/M_2}$</p>		$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 			數量比	1	3	2	摩爾數	10mol	30mol	20mol	摩爾數	5mol	15mol	10mol	摩爾數	3mol	9mol	6mol		$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 			數量比	1	3	2	質量	10g	2.14g	12.14g	摩爾數	0.357mol	1.07mol	0.714mol	<p>互動 教材 PPT + 合作 學習 工作 紙</p>	<p>12</p>	<p>八成以上傳注傾聽(觀察評量)</p>
	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 																																							
數量比	1	3	2																																					
摩爾數	10mol	30mol	20mol																																					
摩爾數	5mol	15mol	10mol																																					
摩爾數	3mol	9mol	6mol																																					
	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 																																							
數量比	1	3	2																																					
質量	10g	2.14g	12.14g																																					
摩爾數	0.357mol	1.07mol	0.714mol																																					

<p>B-1</p>	<p>[問題三]的答案 反應物：$10 + 2.14 = 12.14\text{g}$ 生成物：12.14g</p> <p>[結論三] 反應前後，物質的總質量會保持不變，粒子不滅，質量守恆。</p> <p style="text-align: center;">Law of Conservation of Mass Lavoisier (1743-1794)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(三)教師歸納</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 歸納同學省思的結果，引導質賞、接納他人或反思分組合作的歷程； 2. 方程式的計量系數等於反應物和生成物的摩爾比； 3. 反應物的總質量相等於生成物的總質量。 			
<p>A-3</p>	<p>四、發展活動(二) 從化學方程式計算反應質量</p> <p>(一)解難策略要求講解 (1 分鐘)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 老師列出計算題的格式要求，及解題流程： <ol style="list-style-type: none"> (1) 已知、求、解、設 (2) 寫出反應的化學方程式 (3) 列表顯示計量系數和摩爾數 (4) 列式計算題目所求的物質 (5) 答 2. 要求 1 至 3 組討論題目 1，4 至 6 討論題目 2，的解題思路 3. 各組討論時間 3 分鐘，輪替記錄員和報告員； 4. 報告員需準備 2 分鐘內容去講解解難策略。 <p>(二)例題分析討論 (4 分鐘)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 計算 2.43 克鎂在空氣中完全燃燒，所需氧的質量。 2. 計算 15.9 克氧化銅與氫完全反應，所生成的銅的質量 <p>[解題思路]題目 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 已知、求、解、設 	<p>互動 教材 PPT + 練習 冊</p>	<p>10</p>	<p>各組均能適切分享(口語評量)</p>

	<p>(2) 化學方程式：$2\text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{MgO}(\text{s})$</p> <p>(3) 列表顯示計量系數和摩爾數</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 由於已知只有鎂的質量，必需把 2.43g 轉換為摩爾數 ● 由於題目要求計算氧的質量，但列表中要填上摩爾數，要把設數 a 除以氧的摩爾質量(32g/mol) <p>(4) 列式計算題目所求的物質</p> <p>(5) 答</p> <p>[解題思路]題目 2.</p> <p>(1) 已知、求、解、設</p> <p>(2) 化學方程式： $\text{CuO}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>(3) 列表顯示計量系數和摩爾數</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 由於已知只有 CuO 的質量，必需把 15.9g 轉換為摩爾數 ● 由於題目要求計算銅的質量，但列表中要填上摩爾數，要把設數 b 除以銅的摩爾質量(63.5g/mol) <p>(4) 列式計算題目所求的物質</p> <p>(5) 答</p> <p>(三) 報告解題思路 (5 分鐘)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 同學報告期間，注意同學是否能列出化學方程式； 2. 注意同學報告的計量系數是否正確 3. 提醒同學反應物的質量需要換算為摩爾數 			<p>各組同學認真聆聽報告，並有適時的記錄和發問(觀察評量)</p>
<p>C-2</p>	<p>五、總結活動</p> <p>(一)個人作業要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在家中用完整的步驟計算以上兩題的答案； 2. 下一節課將安排同學出來黑板做題； 3. 各組需要進行即時的回饋，訂正。 	<p>互動 教材 PPT</p>	<p>2</p>	

課題：12.5 從化學方程式求出反應質量 本單元/課共 四 節			第二節課	
學科：化學	班級：S4D	學生人數：36 人		
觀課日期及時間：2018 年 1 月 23 日 星期二 14:15—14:55			上課地點：S4D	
具體教學目標 (觀課教節)				
A 知識目標 A-4 了解限量反應物的概念 A-5 推論限量反應物會限制生成物的量 B 情意目標 B-2 以嚴謹的態度去檢查推論的正確性 C 技能目標 C-2 計算有關從反應物計算生成物的質量 C-3 計算有關含有限量反應物的反應質量				
教 學 過 程				
具體教學目標 (填代號)	教學活動	教學資源	佔用時間	教學評量
	一、準備活動 (一) 學生進行異質分組，每組 5-6 人，共 6 組。 (二) 預先要求每組學生預習有關限量反應物的概念和例子。 (三) 老師準備手提白板和水性筆，方便同學展示組內整理出的內容； (四) 備妥教學互動教材簡報。 (五) 架設好手提電腦、投影機及投影幕。 (六) 加分表現：秩序良好、發表踴躍、提出建設性的批判或建議、創意表現..等			

二、暖身活動

(一) 學生課堂實作

1. 老師在上節課已要求各組同學推選一位同學做題；
2. 老師在 6 組中選出 4 組，共 4 位同學把計算題做於黑板上，每題都有兩位同學做；
3. 提醒同學要仔細把步驟描述清楚。

(二) 計算實作答案

1. 已知：Mg : $m_1 = 2.43\text{g}$

求：氧氣的質量

解：設反應需要氧氣 a 克

	2Mg(s) + O ₂ (g) → MgO(s)		
N	2	1	
n	$\frac{2.43}{24.3}$	$\frac{a}{32}$	

$$\rightarrow 2 \times \frac{a}{32} = 1 \times \frac{2.43}{24.3}$$

$$a = 1.6 \text{ g}$$

答：要使鎂完全反應，需要 1.6 g 氧。

2. 已知：CuO : $m_1 = 15.9\text{g}$

求：銅的質量

解：設反應生成銅 b 克

	CuO(s) + H ₂ (g) → Cu(s) + H ₂ O(l)		
N	1	1	
n	$\frac{15.9}{79.5}$	$\frac{b}{63.5}$	

$$\rightarrow 1 \times \frac{b}{63.5} = 1 \times \frac{15.9}{79.5}$$

$$b = 12.7 \text{ g}$$

答：氧化銅完全反應，會生成 12.7 g 銅。

(三) 老師點評

1. 檢查化學方程式的配平是否正確；高一階段要求同學能寫的方程式類別有：燃燒作用、含鈣的化學反應、礦石取的相關反應和金屬與氧/水/酸的反應
2. 注意同學的計量系數是否正確；
3. 提醒同學反應物的質量需要換算為摩爾數再作列式處理；

各組同學認真檢視實作的計算過程，並有適時的記錄和發問
 (觀察評量)

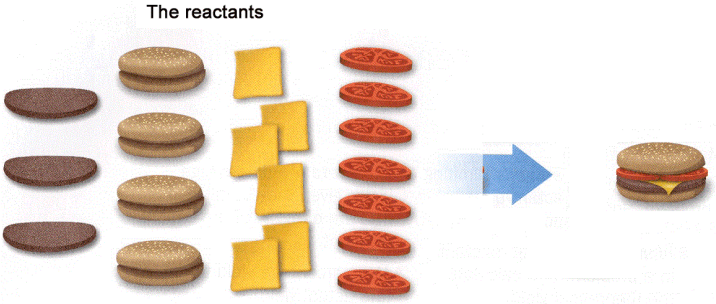
部分計算錯誤的同學會即時進行更正，並與同組同學一同分享原因
 (觀察評量)

C-2

B-2

互動
 教材
 PPT

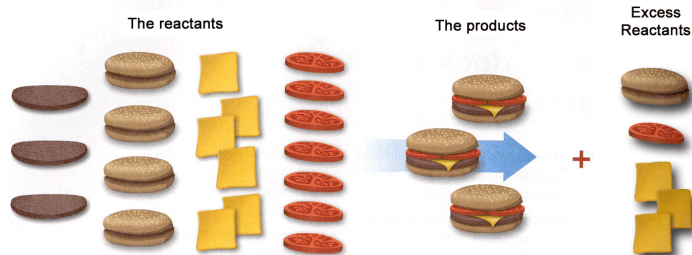
10

A-4	<p>三、引起動機</p> <p>(一)老師講解前言和討論方式 (1分鐘)</p> <p>[前言]</p> <p>化學反應經常在自然界發生，例如鐵的生鏽，石灰石的形成和溶解等，很多時候總有物質非常充足的，例如空氣中的氧，這時只需考慮另一個反應物的量即可。</p> <p>但當涉及人類去應用這些化學反應時，兩反應物也有可能是人們去準備和使用時，就有可能分不清楚哪種物質是過量或限量的。</p> <p>以下老師會展示一張圖片，請分析：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 要製作一個漢堡所需的材料列出2. 這些材料總共可製成多少個漢堡？3. 哪些材料多了出來，數量是多少？4. 哪些材料控制了製成漢堡的數量？ <p>The reactants</p>  <p>[說明口頭報告方式]</p> <ol style="list-style-type: none">(1)各組學生選出兩位記錄員，負責簡記其他組報告的內容的優點和問題點，並記錄其他組對自己報告內容的問題；用以提問和優化報告；(2)選出兩位報告員，繪畫表格或展示答案資料、回答其他對的提問和對其他組提出問題；(3)會抽出 2 組，有 2 分鐘時間報告 1 分鐘被提問時間； <p>(二)同學進行討論 (5分鐘)</p> <p>[學生分析]</p> <ol style="list-style-type: none">1. 每一個漢堡需要 1 塊牛肉、1 組面包、1 塊芝士和 1 塊蕃茄2. 總共可製成 3 個漢堡3. 過多的材料分別有 1 組面包、3 塊芝士和 4 塊蕃茄4. 3 塊牛肉都用完，剛好與製成漢堡量相同。	互動 教材 PPT	12	<p>大部分同學被內容所吸引，積極思考老師所提出的問題；</p> <p>全部的組別討論過程熱烈，把問題理解詳細。</p>
-----	---	-----------------	----	--

(三)學生報告與老師點評 (6分鐘)

老師會把以上的資料，用表格的方式去呈現

	1肉 + 1包 + 1芝士 + 1茄 → 1漢堡				
	1	1	1	1	1
材料	3	4	6	7	0
消耗	-3	-3	-3	-3	+3
剩餘	0	1	3	4	+3

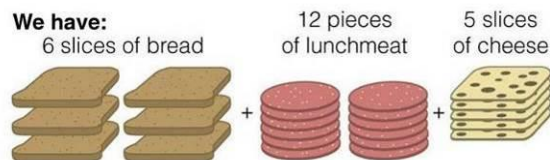
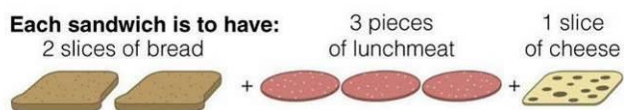


[老師點評]

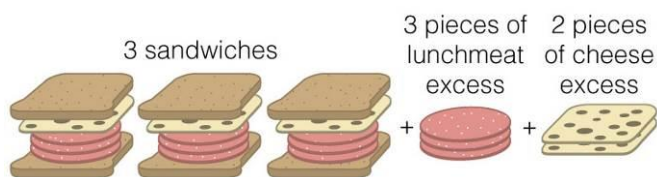
1. 在上面的例子中，牛肉是限量反應物，控制生成物的量；
2. 面包、芝士和蕃茄是過量的；

四、鞏固概念

(一)推論限量反應物會限制生成物的量



1. 教師提問：把上圖的內容寫成像化學式的表示？
 回應：2 面包 + 3 火腿 + 1 芝士 → 1 三文治
2. 教師提問：已知我們有 6 塊面包、12 塊火腿和 5 塊芝士，哪種或哪些材料是限量反應物
 回應：面包是限量反應物
3. 教師提問：可製成多少三文治？
 回應：3 個三文治



A-5

互動
 教材
 PPT

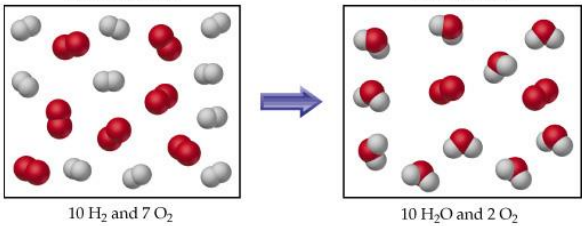
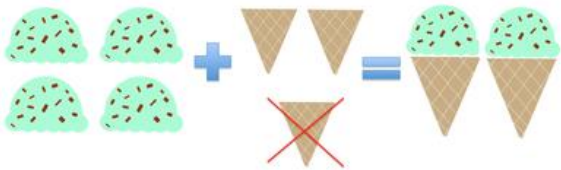
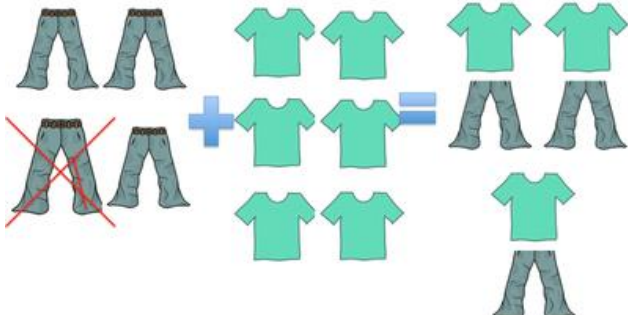
5

大部分同學能正確回應問題
 (口頭評量)

部分學生會忘記把化學計量算進去，以致錯判

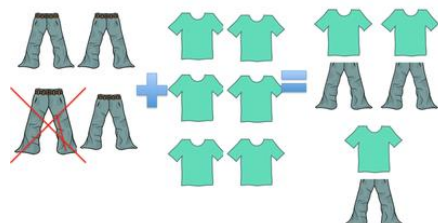
<p>C-3</p>	<p>五、實作練習 解決限量反應物的相關計算 (一)解難策略要求講解 (1 分鐘) 1. 老師列出計算題的格式要求，及解題流程： (1) 是否需要計算限量反應物 (2) 計算哪一反應物為限量 (3) 計算目標物的量 2. 要求 1 至 3 組計算題目 1，4 至 6 計算題目 2 (二)例題分析討論 (5 分鐘) 1. 在有過量的氧的情況下，鉀會燃燒起來，並生成超氧化鉀 (KO_2)。然後把超氧化鉀與水反應，會生成氫氧化鉀和氧。試計算 7.11 g 超氧化鉀與 5.4 g 水反應時所生成的氫氧化鉀的質量。 2. 把綠色的氧化鉻(III) (Cr_2O_3) 粉末與碳一起加熱便可把它還原為鉻。把 8.50 g 氧化鉻(III) 與 1 g 碳一起加熱時，所生成鉻的質量是多少？ (三)學生實作 (5 分鐘) 1. 檢查化學方程式的配平是否正確；兩題目的化學方程式都是陌生情況，但都有依據去讓學生分析 2. 注意同學的計量系數是否正確； 3. 向同學表明，若已知反應物多於一個，就必須進行限量反應物的計算，再計算目標物的量；</p>	<p>互動 教材 PPT + 練習 冊</p>	<p>11</p>	<p>各組同學認真檢視實作的計算過程，並有適時的記錄和發問 (觀察評量)</p> <p>部分計算錯誤的同學會即時進行更正，並與同組同學一同分享原因 (觀察評量)</p>
	<p>六、總結活動 (一)課堂總結 老師按同學實作的情況，進行統一總結，對易出錯的情況加以提醒； (二)個人作業要求 1. 在家中用完整的步驟完成練習冊 2 題目； 2. 各組需要進行即時的回饋，訂正。</p>	<p>互動 教材 PPT</p>	<p>2</p>	

課題：12.5 從化學方程式求出反應質量 本單元/課共 4 節			第三節課 第四節課	
學科：化學	班級：S4D	學生人數：36 人		
觀課日期及時間：2018 年 1 月 26 日 星期五 8:35—9:15 / 9:20—10:00			上課地點：S4D	
具體教學目標 (觀課教節)				
<p>A 知識目標</p> <p>A-5 推論限量反應物會限制生成物的量</p> <p>A-6 知道理論產量是計算得出的</p> <p>A-7 摘要實際產量的成因</p> <p>A-8 知道百分產量的公式</p> <p>B 情意目標</p> <p>B-3 接受化學定量計算的在生活應用的重要性</p> <p>C 技能目標</p> <p>C-4 解決有關限量反應物的問題</p> <p>C-5 計算反應的實際產量</p>				
教 學 過 程				
具體教學目標 (填代號)	教學活動	教學資源	佔用時間 (分鐘)	教學評量
課堂回顧 A-5	<p>[理論回顧]</p> <p>1. 當化學反應發生時，通常兩反應物的粒子未必能完全反應，為什麼？</p> <p>2. 哪一種物質控制著產物的生成量？</p>  <p>[鞏固]</p> <p>3. 下圖顯示的化學反應，哪種反應物是限量反應物?為什麼？</p> <p>4. 最後能生成多少個水分子？</p> $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	圖片 PPT	5	<p>[回應]</p> <p>1. 會有一反應物粒子過多而未能反應。 (部分學生能回應)</p> <p>2. 限量反應物 (學生都能回應)</p> <p>[回應]</p> <p>3. O₂ 是限量反應物，由於 10 個 H₂ 只能與 5 個 O₂ 反應，有 2 個 O₂ 剩餘 (學生都能回應 O₂ 是限量的，部分學生能進行詳細解釋)</p>

	<p style="text-align: center;">Before reaction After reaction</p>  <p style="text-align: center;">10 H₂ and 7 O₂ 10 H₂O and 2 O₂</p> <p>[結論] 若計算題的化學反應中，反應物的質量都是已知時，我們必須先把限量反應物通常計算得出。才可進一步計算出生成物的量。</p>			
<p>發展 A-6</p>	<p>[思考與討論]</p> <p>1. 圖中顯示的雪糕材料，可以得出多少個雪糕？</p>  <p>2. 各組討論，若現在只能製造出兩個雪糕，你認為原因是什麼？</p> <p>3. 下圖中，你認為不能組成四套衣服的原因又是什麼？</p>  <p>[定義解釋] 理論產量： ● 3個雪糕，4套衣服是我們根據材料的量去計算出來的，稱為理論產量。CH12 p.24 實際產量。 ● 2個雪糕，3套衣服是由於一些材料在製造過程中損失了或大小不合，導致產量減少了，稱為實際產量。CH12 p.24</p> <p>[歸納成因] 反應的實際質量通常低於理論質量，原因是：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 反應物未能完全反應 ● 反應物中含有雜質 ● 生成副產物 ● 部分生成物在反應過程中流失 	<p>互動 教學 PPT</p>	<p>20</p>	<p>[回應]</p> <p>1. 能得出 3 個雪糕 (感興趣地回應)</p> <p>2. 可能是製造過程中一些材料掉在地上了 (同學會以不同的原因去解釋)</p> <p>3. 由於其中一條褲太大了</p> <p>[定義] 各組同學積極回應兩例子的結果。</p> <p>[歸納成因] 各組同學都嘗試以不同的角度去分析成因。 部分組別能以化學反應的角度去分析</p>

<p>C-4</p>	<p>[計算例題 12.4] CH12 p.25 某實驗中，15.9 g 氧化銅與 0.6 g 氫一起加熱，反應的方程式如下：$\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ (a) 計算銅的理論產量 (b) 已知銅的百分產率 82%。計算銅的實際產量。</p> <p>[解題思路] 1. 兩物質反應，兩物質的質量都是已知？我們需要如何計算生成物的質量？ (1) 先計算限量反應物 (2) 以限量反應物計算出銅的質量</p> <p>[計算實作] 2. 每位同學在筆記中把題目(a)部分計算出來！ 3. 邀請兩位同學在黑板進行計算</p> <p>(a) 已知：$M(\text{CuO}) = 15.9 \text{ g}$，$M(\text{H}_2) = 0.6 \text{ g}$ 求：$M_{\text{t}}(\text{Cu})$ 解：設要使 CuO 完全反應，需 $\text{H}_2 = a \text{ g}$</p> $\begin{array}{ccc} \text{CuO} & + & \text{H}_2 & \rightarrow & \text{Cu} & + & \text{H}_2\text{O} \\ & & & & & & \\ \frac{15.9}{79.5} & & \frac{a}{2} & & & & \end{array}$ <p>$\Rightarrow \frac{a}{2} = \frac{15.9}{79.5}$ $a = 0.4 \text{ g}$ (小於已知) $\therefore \text{CuO}$ 為限量反應物。 設反應生成 Cu $b \text{ g}$：</p> $\begin{array}{ccc} \text{CuO} & = & \text{Cu} \\ & & \\ \frac{15.9}{79.5} & & \frac{b}{63.5} \end{array}$ <p>$\Rightarrow \frac{b}{63.5} = \frac{15.9}{79.5}$ $b = 12.7 \text{ g}$</p>	<p>板書</p>	<p>20</p>	<p>[回應] 1. 需要先計算限量反應物</p> <p>[回應] 2. 全部同學都能按思路展開計算</p>
<p>A-8</p>	<p>[公式理解] 1. 剛剛的例子中，理論產量是 4 套，而實際產量是 3 套，達成百分率是多少呢？ 達成百分率 = $\frac{3}{4} \times 100\% = 75\%$ 2. 能否把它寫成公式？ $\text{Yield\%} = \frac{\text{actual yield}}{\text{theoretical yield}} \times 100\%$</p>	<p>PPT</p>	<p>5</p>	<p>[回應] 3. 大部分同學能回應是 75%</p>

$$\text{Yield\%} = \frac{m_a}{m_t} \times 100\%$$



[計算示範]

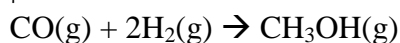
已有理論產量後，連同百分產量代入公式，便可算出實驗產量。

$$\begin{aligned} \text{(b) } \text{yield\%} &= \frac{m_a}{m_t} \times 100\% \\ 0.82 &= \frac{m_a}{12.7} \\ m_a(\text{Cu}) &= 10.414 \text{ g} \end{aligned}$$

[練習]

CH12 p.25 自我測試 12.14

1. 一氧化碳與氫反應，並生成甲醇(CH₃OH)，反應方程式如下：

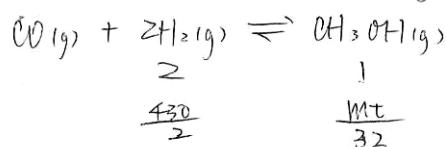


- (a) 計算 430g 氫與過量一氧化碳反應，所生成的甲醇的理論產量
- (b) 已知甲醇的百分產率是 45%，計算甲醇的實際產量。

已知：m(H₂) = 430 g, Yield% = 45%

求：m_a(CH₃OH)

解 ① 設反應理論生成 CH₃OH m_t g



$$\Rightarrow 2 \times \frac{m_t}{32} = \frac{430}{2}$$

$$m_t = 3440 \text{ g}$$

$$\text{② } \text{Yield\%} = \frac{m_a}{m_t} \times 100\%$$

$$0.45 = \frac{m_a}{3440}$$

$$m_a = 1548 \text{ g}$$

答：生成甲醇的理論產量為 3440 g
 實際產量為 1548 g

C-5

互動
 教學
 PPT

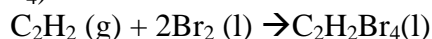
20

大部分組別同學能以分組的方式順利討論好解題的思路，再各自進行計算。

老師不時巡視同學討論或實作的情況，及時進行回饋與指導。

CH12 p.35 結構題 26.

2. 乙炔(C₂H₂)與溴(Br₂)反應，並生成四溴乙烷(C₂H₂Br₄)



(a) 計算 C₂H₂Br₄(l) 的理論產量

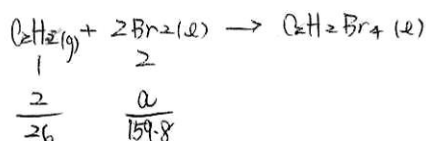
(b) 計算反應的百分產率

26. 已知: C₂H₂: m₁ = 2 g, Br₂: m₂ = 5.20 g

$$M_a(\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4) = 5.02 \text{ g}$$

求: M_t(C₂H₂Br₄), Yield %

解: ① 設要使 C₂H₂ 完全反應, 需 Br₂ a g

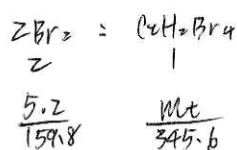


$$\Rightarrow \frac{a}{159.8} = 2 \times \frac{2}{26}$$

$$a = 24.58 \text{ g} \quad (\text{大於 Br}_2 \text{ 已知量})$$

∴ Br₂ 為限量反應物

② 設生成 C₂H₂Br₄ 的理論產量為 M_t g



$$\Rightarrow \frac{2M_t}{345.6} = \frac{5.2}{159.8}$$

$$M_t = 5.623 \text{ g} \quad *$$

$$\textcircled{3} \text{ Yield \%} = \frac{M_a}{M_t} \times 100\%$$

$$= \frac{5.02}{5.623} \times 100\% = 89.28\%$$

答: (a) C₂H₂Br₄(l) 的理論產量為 5.623,
 反應的百分產率為 89.28%

[課堂總結]

1. 兩物質反應，兩物質的質量都是已知，我們需要先計算限量反應物的質量
2. 理論產量是按照化學方程式及已知質量，經計算出來的
3. 實際產量是由於反應出現雜質或副產品的生成而少於理論產量

4. 百分產量的公式: $\text{Yield \%} = \frac{m_a}{m_t} \times 100\%$

B-3

互動
 教學
 PPT

5

叁、試教評估與反思建議

教學設計

這一單元設計以合作學習的教學策略去實踐，過程中學生分組去對題目進行討論解題的方法，這種設計在課堂安排上比較花時間，但可讓每組學生都有機會發言，若出現錯誤，組內同學也可即時去修正，共同討論出正確的解題流程。另外，在限量反應物和實踐產量的概念傳釋上，用了比較生活的實例，如熱狗、漢堡和雪糕等，讓學生更有趣地理解，這部分的設計非常成功，同學表現相當活躍，感興趣。最後在實作部分的設計上，安排幾位同學進行實作計算，除了激起了所有同學的重視，完成後大家也可以檢視同學的計算步驟是否有錯，加強同學的評核的能力。

教學活動

在提及限量反應物的生活的實例，如熱狗、漢堡和雪糕的材料不足或過量時，同學表現非常專注，絕大部分同學都積極回應和思考，總結出幾項可能在製造過程中材料的損失，結合化學反應的實際例子，再推論出百分產率的表達公式，課後同學也表示這樣生動的方式能更易掌握概念。

教學評量

在計算實作的過程中，同學會不時觀察評量在黑板計算的同學有否出錯，雖然兩位同學最後未能計算成功，但大部分同學會把同學的計算過程與自己的計算作比對，待計算完成後同學立即提出所出現的問題，這樣的批評和發現錯誤的能力應該繼續加強。老師最後歸納同學的意見後作訂正的動作，這樣經過自己實作，再與同學比對評量，同學會有深刻的現象，在功課上表現也相當好。另外，由於同學實作需時，部分的提問評量和討論待答和取樣時間會不夠，如果時間充足，可嘗試多找後進同學回應，了解他們的學習情況。

自我反思

以往的教學中，如果只用課本的化學反應例子，雖然也可以詳細地解釋限量反應物的概念和成因，但總會有部分同學覺得沒興趣，比較乏味，但加入一些有趣的元素在課堂後，明顯同學的積極性和參與思考的程度提高了不少，加上分組合作思考題型，把討論話題展開，師生和生生的交流也增加了，真正做到了互相解決問題的教學模式。日後在不同的議題上將繼續設計有趣的生活應用，提昇學生的學習動機和投入程度。

肆、參考文獻

- 分組合作學習教學手冊 / 張新仁等研究。
台北市：教育部國民及學前教育署，102.10 ISBN 978-986-03-8206-8
- <https://www.aristo.com.hk/hkdsechem2nded/>
- <https://www.khanacademy.org/science/chemistry>
- <http://phs2kam.blogspot.com/2016/08/limiting-reactants.html>
- https://wps.prenhall.com/wps/media/objects/439/449969/Media_Portfolio/ch11.html
- <http://chemkjj.blogspot.com/2015/06/mole-conversions.html>
- <http://fwfx.info/lavoisier-law-of-conservation-of-mass.html>

伍、相關教材

1. 雅集出版社有限公司 香港中學文憑 現代化學 (第二版) (化學科)



2. 暨南大學出版社 化學同步練習冊



3. 南一書局企業股份有限公司 化學

輔助教學資料

一、教材課件

第 12 章

反應質量

12.1 摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量
 12.2 化合物中元素的質量百分比
 12.3 化合物的化學式
 12.4 從實驗數據求出實驗式和分子式
 12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 1 / 52

12.5 從化學方程式求出反應質量

化學方程式和反應質量

◆ 考慮鎂與氧反應的方程式：

$$2\text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{MgO(s)}$$

P. 2 / 52

2Mg(s)	+	$\text{O}_2(\text{g})$	→	2MgO(s)
2個鎂原子		1個氧分子		2個式單位的氧化鎂
$2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 個鎂原子		$1 \times 6.02 \times 10^{23}$ 個氧分子		$2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 個式單位的氧化鎂
2摩爾鎂原子	與	1摩爾氧分子	反應生成	2摩爾的氧化鎂式單位
$2 \text{ mol} \times 24.3 \text{ g mol}^{-1}$ = 48.6 g 鎂原子		$1 \text{ mol} \times 32.0 \text{ g mol}^{-1}$ = 32.0 g 氧分子		$2 \text{ mol} \times 40.3 \text{ g mol}^{-1}$ = 80.6 g 的氧化鎂式單位

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 3 / 52

學習錦囊

Mg、O₂ 和 MgO 的摩爾質量分別是 24.3 g mol⁻¹、(16.0 × 2 = 32.0) g mol⁻¹ 和 (24.3 + 16.0 = 40.3) g mol⁻¹。

◆ 平衡化學方程式顯示了反應中的反應物和生成物的定量關係。

◆ 方程式的計量系數顯示了反應所涉及的反應物和生成物的相對摩爾數 (即摩爾比)。

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 4 / 52

◆ 根據質量守恆定律，反應物的總質量相等於生成物的總質量。

學習錦囊

反應中的反應物和生成物的定量研究稱為化學計量學。

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 5 / 52

從化學方程式計算反應質量

◆ 若已知反應中的其中一種物質的質量，便可根據平衡化學方程式計算其他反應物或生成物的質量。

解題策略 12.2

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 6 / 52

◆ 利用化學方程式測定反應質量的步驟

A的已知質量
 ↓ 除以 A的摩爾質量
 A的摩爾數
 ↓ 從方程式中找出摩爾比
 題目所求的物質的摩爾數
 ↑ 乘以 物質的摩爾質量
 題目所求的物質的質量

(注意：A代表化學方程式中特定的物質。)

H₂O 例題 12.11
 H₂O 例題 12.12

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 7 / 52

Limiting reactant

The reactants

P. 8 / 52

Limiting reactant
 哪一種物質控制著產物的生成量？

The reactants

The products

Excess Reactants

P. 9 / 52

Limiting reactant

Before reaction

After reaction

10 H₂ and 7 O₂

10 H₂O and 2 O₂

◆ 考慮氫和氧生成水的反應：
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

下圖顯示的化學反應，哪種反應物是限量反應物？為什麼？

P. 10 / 52

Before reaction

After reaction

10 H₂ and 7 O₂

10 H₂O and 2 O₂

◆ 考慮氫和氧生成水的反應：
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

◆ 在這例子中，氧是過量的。

◆ 生成的水的分量受氫的分量限制。
 氫是限量反應物。

P. 11 / 52

Theoretical yield, actual yield and percentage yield
 理論產量、實際產量和百分產率

圖中顯示的雪糕材料，可以得出多少個雪糕？

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 12 / 52

Theoretical yield, actual yield and percentage yield
 理論產量、實際產量和百分產率

各組討論，若現在只能製造出兩個雪糕，你認為原因是什麼？

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 13 / 52

Theoretical yield, actual yield and percentage yield
 理論產量、實際產量和百分產率

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 14 / 52

Theoretical yield, actual yield and percentage yield
 理論產量、實際產量和百分產率

下圖中，你認為不能組成四套衣服的原因又是什麼？

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 15 / 52

Theoretical yield, actual yield and percentage yield
 理論產量、實際產量和百分產率

- ◆ 理論產量：若反應完全按照化學方程式來進行，所預測生成物的分量。
- ◆ 3個雪糕，4套衣服是我們根據材料的量去計算出來的。
- ◆ 實際產量：反應中實際所得生成物的分量。
- ◆ 2個雪糕，3套衣服是由於一些材料在製造過程中損失了或大小不合，導致產量減少了

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 18 / 52

- ◆ 反應的實際產量通常低於理論產量，原因是：
 - ⊕ 反應物未能完全反應。
 - ⊕ 反應物中含有雜質。
 - ⊕ 發生副反應，因而生成副產品。
 - ⊕ 部分生成物在不同的實驗步驟 (例如淨化過程) 中流失。

12.5 從化學方程式求出反應質量

P. 17 / 52

H₂O 例題12.14

計算生成物的理論產量和實際產量

某實驗中，15.9 g 氧化銅(II) 與0.60 g 氫一起加熱，反應的方程式如下：

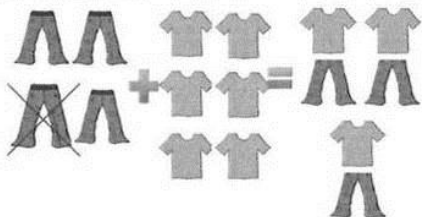
$$\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$

(a) 計算銅的理論產量。
 (b) 已知銅的百分產率是82%。計算銅的實際產量。
 (相對原子質量：H = 1.0、O = 16.0、Cu = 63.5)

P. 18 / 6

[公式理解]

• 剛剛的例子中，理論產量是4套，而實際產量是3套，達成百分率是多少呢？



P. 19 / 6

◆ 百分產率可表示化學反應的效率

Key point

$$\text{Percentage yield} = \frac{\text{actual yield}}{\text{theoretical yield}} \times 100\%$$

例題 12.14

課堂練習 12.8

12.5 從化學方程式求取反應質量

P. 20 / 52

[課堂總結]

- 兩物質反應A，兩物質的質量都是已知，我們需要先計算限量反應物的質量
- 理論產量是按照化學方程式及已知質量，經計算出來的
- 實際產量是由於反應出現雜質或副產品的生成而少於理論產量

● 百分產量的公式：
$$\text{Yield}\% = \frac{m_a}{m_t} \times 100\%$$

P. 21 / 6

[功課]

CH12 p.25 自我測試 12.14
 CH12 p.35 結構題 26.

P. 22 / 6

附錄

課堂照片



