

普通高級中學化學科課程綱要
補充說明

中華民國九十七年七月

第一章 修訂理念與特色

壹、修訂理念

基礎化學的課程乃在掌握普通高中教育的目標。在高一、高二兼顧人文社會與自然領域的學生。以學科能力為體，學科知識為用，延續九年一貫課程以能力為學習指標的精神，著重基礎的化學原理及應用，將生活化教學內容融入教材脈絡。

選修化學接續基礎化學教育，以自然領域的學生為對象，加強進階深化的化學原理與知識的培養，及促成實驗能力與操作技巧的養成。

貳、修訂特色

- 一、本課綱以普通高中教育標準設計，增加訂定「核心能力」，以基本化學原理為重心，減少敘述性化學內容，但是仍然維持化學應用的概念，提升實驗操作、量測與數據處理的學習。教材綱要分主題、主題內容、應修內容、說明、備註、參考節數，其中「主題內容」及「應修內容」符合章節架構，「說明」則力求掌握主要的基本概念。
- 二、基礎化學屬於必修課程，基礎化學（一）、（二）、（三）為三學期課程，每學期兩學分，內含化學實驗。基礎化學（一）、（二）是以所有學生為修習對象，考量設計的課綱內容，基礎化學（三）則是以自然領域的學生為考量而設計的課綱內容。
選修化學為兩學期之課程，每學期三學分。高中選修化學實驗也為兩學期之課程，每學期各一學分。都是以自然領域的學生為對象，設計課綱內容。
- 三、課綱內容設計原則是將 95 暫綱的高二必修化學，及高三選修化學，共四學期 14 學分的內容納入五學期 14 學分的架構。同時選擇最基本的化學原理概念及化學應用內容，設計成三學期各 2 學分的課程。將基本原理取難度較低的內容，如物質基本組成、構造及性質；基本化學反應原理；有機化合物等，及 95 暫綱基礎化學的生活化教學內容如能源、先進或生活中的科技、工業等，編成基礎化學（一）、（二）。難度較高或計算較複雜的化學原理及化學應用，如氣體、化學動力學、化學平衡編成基礎化學（三）。選修化學及選修化學實驗的部分皆本於 95 暫綱，而作微調。
- 四、新增「化學與化工」的主題內容，增加了少許介紹先進或生活中的科技、工業、永續發展與化學及化工的關係等，兼顧了科學、科技、社會（STS）的精神。所佔教學時數雖只有 2 小時但因涉及生態、環保及化學新知等重大議題，益顯其重要性。
- 五、注重本土特性與最新資訊，並配合「海洋教育政策」，將臺灣附近海域能、資源的蘊藏與開發適度納入。
- 六、敘述化學（金屬及非金屬元素）等較多記憶性之單元安排在高三第二學期，內容縮減為 8 小時。
- 七、高三「選修化學實驗」的學分從選修化學中獨立出來，每學期各一學分，加強了實驗室的操作學習及量測與數據處理的概念，如此可激發學生學習動機，培養實作的的能力，使學生更重視化學實驗之操作及應用。更異新增的實驗全部試作過。對於複雜或管理、安全、環保訴求較高的實驗設計成示範實

驗，可選同學操作，或由教師隨堂操作，或以電子媒體示範，教師可依授課時間之需求彈性運作。

- 八、注重環保：基礎化學（三）實驗 11：「溶度積測定」，藥品採用草酸鎂，捨棄傳統使用的氯化亞鉛。高三選修化學實驗 5，「溶液凝固點下降之測定」，藥品採用尿素，捨棄管制藥品環己烷，減少環保及藥品請購與管理的負擔。
- 九、提升「分子三度空間概念的學習」，冀能使用模型或 3D 立體結構作為建立圖像之輔助工具，便於認識分子結構。教學及教具尤須強化電子視覺媒體及模型製作，應鼓勵教師使用或製作教學媒體，並推廣擴大其教學效能。
- 十、新增「課本附錄」，包含物質的測量與測量的準確性，此部分不列入教學範疇，但在實驗中以實作方式學習。其目的在提醒學生，重視測量誤差及實驗數據中有關有效數字之處理，以培養其對測量準確度與精密度的正確觀念。

表 1 95 暫綱與 98 課綱的學分與授課時數比較

年級	95 課綱	98 課綱
高一	(可彈性於第一或第二學期實施) 基礎化學 (2 學分)	基礎化學(一) (2 學分, 32 小時)
高二	第一學期 化學(上) (3 學分)	基礎化學(二) (2 學分, 32 小時)
	第二學期 化學(下) (3 學分)	基礎化學(三) (2 學分, 32 小時) (選課須滿足自然領域共 16 學分之規定)
高三	第一學期 選修化學(上) (4 學分)	選修化學(上) (3 學分, 48 小時) 選修化學實驗(上) (1 學分, 16 小時)
	第二學期 選修化學(下) (4 學分)	選修化學(下) (3 學分, 36 小時) 選修化學實驗(下) (1 學分, 12 小時)

第二章 課程目標及其內涵說明

98 課程綱要課程目標內涵特點說明如下：

- 一、基礎化學（一）、（二）的課程是依普通高中教育標準制定，以銜接延續九年一貫課程的國民教育學習目標為主旨，兼顧通識教育的精神，所有的學生皆為修習對象。基礎的化學原理及應用並重，生活化教材內容應融入教材脈絡。
- 二、基礎化學（三）雖列於必修課程，內容設計主要以往自然領域專長發展的學生為修習對象，選修化學接續基礎化學教育，加強進階深化的化學原理與知識的培養，並注重實驗能力與操作技巧的養成，詳見表 2。

表 2 高中化學科修訂課程綱要與 95 年課程綱要「課程目標」之差異與說明

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
<p>壹、基礎化學(一)、(二)、(三)</p> <p>一、延續九年一貫的課程精神，以中小學一貫課程體系指引為根據，普通高中教育標準為重心，兼顧人文、社會與自然領域學生的科學學習目標。</p> <p>二、教材內容著重在基礎的化學原理及應用與實驗活動學習，認識並瞭解物質的組成、結構、性質及其中的能量變化，並藉認識科學發展史學習科學知識的產生及發展。</p> <p>三、教材應能加強科學基本素養，培養化學興趣，認識科學方法，增進個人解決問題、自我學習、推理思考、表達溝通之能力，俾養成具有科學素養的國民。</p>	<p>壹、基礎化學</p> <p>一、藉由生活化的教學內容與實驗活動，瞭解化學與環境、科技、人生的相關性，認識自然界的多元性和一致性，以及化學帶給人類與地球的影響。</p> <p>二、培養化學興趣，熟悉科學方法，增進個人解決問題、自我學習、推理思考、表達溝通之能力，以適應社會變遷，成為具有科學素養的國民。</p> <p>貳、必修化學</p> <p>繼續高中一年級基礎化學教育，增進學生對物質和能量之認識，探索化學基本原理，獲得化學實驗操作之技能，以奠定學習專門知能之基礎。</p> <p>參、選修化學</p> <p>繼續高中一、二年級化學教育，加深對物質和能量的認識，瞭解化學概念與原理，增進化學實驗操作之技能，以奠定學習與研究專門知能之基礎。</p>	<p>一、基礎化學(一)、(二)的課程是考量普通高中教育標準制定，所有的學生皆為修習對象，而非針對菁英教育的進階學習。</p> <p>二、基礎化學(三)與選修化學的大部分內容與國際進階(AP: Advanced Placement)高中化學的水準幾近相當。</p>
<p>貳、選修化學</p> <p>繼續「高中必修科基礎化學」的基礎化學教育，加強化學原理與知識的培養，及實驗能力與操作技巧的養成，增進學生對物質科學的認知，冀能銜接大學或進階課程，確立博學、審問、慎思、明辨、篤行的基本治學方針。</p>		

第三章 核心能力及其內涵說明

本次修訂課程綱要的核心能力乃呼應「中小學一貫課程體系參考指引之自然領域(學科)能力」，詳見表 3，為首次訂定。由表 4 之「高中化學科修訂課程綱要」可發現乃遵循學科能力為體，學科知識為用之精神。

表 3 中小學一貫課程體系參考指引之自然領域（學科）能力

領域	學科	12 歲	15 歲	18 歲	
				高中	職業學校
自然科學與生活科技	化學科		14.能了解物質的組成與性質	1.能具備化學的基本概念，了解單位、能量、溫度、元素及化合物。	1.能知道自然界的物質。
			15.能了解化學反應與交互作用	2.能了解日常生活中與化學相關的事物，例如：能量、溫度、元素、化合物、混合物、酸鹼、氧化還原電池等。	2.能了解生活中的能源。
			16.能認識常見的化學材料	3.能了解物質的組成、結構、狀態、性質與變化。	3.能了解物質的組成、狀態與性質。
				4.能了解化學平衡、酸鹼、氧化還原、熱力學及動力學的基本概念。	4.能知道生活中的物質。
				5.能利用化學計量能力，演算莫耳，限量試劑及化學反應式。	5.能知道化學在科技、工業上的應用。
				6.能知道日常生活及生命中的化學物質。	6.能具備化學實作的能力，清楚實驗的安全規範。
				7.能具備化學實作的能力，清楚實驗的安全規範。	
				8.能利用資訊獲取化學知識能力。	

表 4 高中化學科修訂課程綱要與 95 年課程綱要「核心能力」之差異與說明

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
壹、基礎化學(一)、(二)、(三) 一、化學是基礎科學的核心學科，最重要的是建立科學思考的基本方法與態度。對論證、思辨、理解、批判、解析、創新、發現及解決問題等智能之培	無	一、新增。 二、自然科學之內涵可包括(1)自然界的課題與學科知識(2)科學方法與科學思維模式(3)

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
<p>養，應為學習之核心。</p> <p>二、化學與物理學同為物質科學的兩大柱石，包含理論、現象與應用面向的學習。學科能力應注重概念的理解與應用，數據圖表的轉化與解讀，並能就生活中與科學相關的事件或現象尋求證據 導向及理性判斷的思考與觀點。</p> <p>貳 選修化學</p> <p>一、化學是基礎科學的核心學科，最重要的是建立科學思考的方法與態度。對論證、思辨、理解、批判、解析、創新、發現及解決問題等智能之培養，應為學習之核心。</p> <p>二、化學與物理學同為物質科學的兩大柱石，包含理論、現象與應用的學習。學科能力培養應注意熟稔專業語言、建構重要概念、認識量化分析及化學資訊解析、操演實驗技巧及思考法則、建立實用及生活中的化學知識。</p>		<p>科技社群與工業社會脈絡的運作與互動。</p> <p>三、科學不代表真理，但是可以理解；允許想像與創意，但是服膺證據與邏輯推理；抗拒威權，但仍應尊重社會的共識價值，並持守人類基本倫理道德的同理心。</p> <p>四、學習者在追求學科知識的過程中若不能發展出具備理性思辨與科學態度的核心能力，就不能算是成功的學習。</p>

第四章 時間分配及其內涵說明

本次修訂課程綱要內容設計原則是將 95 暫綱的高二必修化學，及高三選修化學，共四學期 14 學分的內容納入五學期 14 學分的架構。。主要差異詳見表 5 之「高中化學科修訂課程綱要與 95 年課程綱要「時間分配」之差異與說明」。

表 5 高中化學科修訂課程綱要與 95 年課程綱要「時間分配」之差異與說明

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
<p>一、高中基礎化學（一）為一學期兩學分之必修課程，基礎化學（二）、（三）為二學期之必修課程，每學期至少兩學分，基礎化學內含化學實驗。學生可選擇性修習，以滿足規定</p>	<p>一、基礎化學課程於高一實施，為二學分之課程，可彈性安排於上學期或下學期實施，每週授課二節為原則。實驗活動不得少於實際上課總節數的四分之一。</p>	<p>一、一類組學生平均增加兩學分必修基礎化學課程，兩學期共修 4 學分。以每學期 16 週計，共修習 64 小時。</p>

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
之自然領域的學分。 二、高中選修化學為兩學期之課程，每學期三學分。高中選修化學實驗為兩學期之課程，每學期一學分。	二、必修化學課程於高二實施，為六學分之課程，以安排一學年，每學期三學分，每週授課三節為原則。實驗活動不得少於實際上課總節數的四分之一。 三、高中選修化學課程於高三實施，以安排一學年，每學期三至四學分，每週授課三至四節為原則。實驗活動不得少於實際上課總節數的四分之一。	二、第二、三類組學生平均減少兩學分必修化學課程，五學期共修14學分。以每學期16週計，高三下12週計，共修習208小時。 三、基礎化學（一）、（二）、（三）實驗內含，參考時數各4小時。 四、選修化學實驗上學期參考時數16小時；下學期參考時數12小時。

第五章 教材綱要及其內涵說明

本教材綱要分主題、主題內容、應修內容、說明、備註、參考節數六部分。其中「主題」部分冀能符合中小學一貫課程體系指引，「主題內容」與「應修內容」各具章、節的性質，但是並不硬性規範教科書遵照編製。「備註」部分是對可能過深或偏離課綱精神的題材作約束規範，基礎化學（一）的主題包括：（一）物質的組成、（二）原子構造與元素週期表、（三）化學反應、（四）常見的化學反應。基礎化學（二）的主題包括：（一）物質的構造與特性、（二）有機化合物、（三）化學與能源、（四）化學與化工。基礎化學（三）的主題包括：（一）氣體、（二）化學反應速率、（三）化學平衡。詳見表6。

※修訂前內涵括弧中國字數字指95暫綱之主題，阿拉伯數字指主要內容單元。

表6 高中化學科修訂基礎化學課程綱要與95年課程綱要「教材綱要」之差異

修訂後內涵	修訂前內涵※	說明
基礎化學（一）（以所有學生為修習對象）		
一、物質的組成（參考時數7） 1.物質的分類 2.原子與分子 3.原子量與分子量 4.溶液	1.基礎化學（二、1，三、1） 2.基礎化學（三、1） 3.基礎化學（三、2） 4.基礎化學（三、3）、必修化學（二、3）	1.增加定比定律及倍比定律（原子說的實證） 2.增加莫耳質量概念
二、原子構造與元素週期表（參考時數7） 1.原子結構	1.基礎化學（三、1）、必修化學（一、1）	1.增加拉塞福原子模型（專有名詞） 2.電子的排列僅考慮

修訂後內涵	修訂前內涵※	說明
2.原子中電子的排列 3.元素性質的規律性 4.元素週期表	2.基礎化學（三、1）、 必修化學（一、1） 3.必修化學（一、2） 4.必修化學（一、2）	原子序 1-18 的元素 3.能階概念指原子中 電子能量不連續， 不涉及軌域概念
三、化學反應（參考時數 7） 1.化學式 2.化學反應式與均衡 3.化學計量 4.化學反應中的能量變化	1.基礎化學（三、1）、 必修化學（三、1） 2.必修化學（三、1） 3.必修化學（三、1） 4.基礎化學（四、2）、 必修化學（三、1）	1.98 課綱應大幅提 升分子模型圖影像 顯示 2.增加限量試劑概 念，計算應規範在 最基本的質量及能 量守恆之認識
四、常見的化學反應（參考時 數 7） 1.結合反應與分解反應 2.酸鹼反應 3.氧化還原反應	1.基礎化學（三、4）、 必修化學（二、3） 2.基礎化學（三、3，4）、 必修化學（三、3） 3.基礎化學（三、4）、 必修化學（三、4）	1.結合與分解反應為 新增，只是粗略的 反應型態分類，例 如拉瓦節氧化汞的 生成與分解的 實驗。 2.可融入 95 課綱基 礎化學（二、2，3， 4 之大氣、水溶 液、土壤主題內 容），例舉應著重 自然環境中的主要 反應 3.化還原反應例舉僅 包括與氧結合及電 子轉移的型態，不 涉及氧化數概念與 計算
實驗（參考時數 4） 1.示範實驗：常見化學反應的 型態（一節） 2.物質的分離（一節） 3.硝酸鉀的溶解與結晶（一、 二節） 4.化學反應熱（一節）	集氣法：基礎化學實驗 1	1.新增示範實驗，學 習應以觀察為主， 討論為輔，報告可 助高階思考學習 2.新增蒸餾實驗及集 氣法因步驟較繁 複，可以示範實施 3.新增硝酸鉀的溶解 度實驗旨在學習將 實驗數據的應變相 關性作圖顯示 4.新增化學反應熱實 驗旨在認識有放熱 與吸熱的反應

修訂後內涵	修訂前內涵※	說明
基礎化學（二）（以所有學生為修習對象）		
一、物質的構造與特性（參考時數 10） 1. 八隅體與路易斯結構 2. 離子鍵與離子晶體 3. 共價鍵與分子化合物 4. 網狀固體 5. 金屬固體	1. 基礎化學（三、1） 2. 基礎化學（三、1）、必修化學（一、3）、選修化學（一、3） 3. 基礎化學（三、1）、必修化學（一、3） 4. 基礎化學（三、1）、選修化學（一、3） 5. 基礎化學（三、1）、必修化學（一、3）、選修化學（一、3）	1. 離子晶體單元不涉及晶格形狀及晶格能，亦不涉及晶格結構 2. 物質的宏觀性質與其微觀粒子的結構、相互作用的關係 3. 金屬固體單元不涉及最密晶格堆積
二、有機化合物（參考時數 10） 1. 烷、烯、炔與環烷 2. 異構物 3. 有機化合物的命名 4. 芳香族化合物 5. 官能基與常見的有機化合物 6. 生物體中的有機物質：醣類、蛋白質、脂肪、核苷酸	1. 必修化學（一、4） 2. 必修化學（一、4）、選修化學（四、1） 3. 必修化學（一、4）、選修化學（四、1） 4. 必修化學（一、4）、選修化學（四、1） 5. 選修化學（四、1） 6. 基礎化學（五、1）	1. 本單元的內容涵蓋 95 暫綱的必修化學及選修化學中有機化學的入門知識，雖非新增內容，卻是首次納入為所有學生修習的基礎化學內容，俾求因應國際潮流，內容宜深入淺出，與生活常識連結。 2. 教科書編撰應儘量製作電子檔立體分子模型，力求增加視覺學習，提升空間分子模型概念。 3. 複雜的化合物無需強調細節構造。
三、化學與能源（參考時數 6） 1. 化石燃料 2. 電池 3. 能源	1. 基礎化學（四、2） 2. 基礎化學（四、3） 3. 基礎化學（四、1，4）	1. 新增海域能源
四、化學與化工（參考時數 2） 1. 生活中的化學 2. 化學與永續發展 3. 化學與先進科技	1. 基礎化學（一、五） 2. 基礎化學（二） 3. 基礎化學（一、五）	1. 新增化學與化工的關係 2. 本單元內容的概念與實例應著重簡明扼要，不要捨本逐末，見樹不見林。
實驗（參考時數 4）		1. 示範實驗 5 旨在建

修訂後內涵	修訂前內涵※	說明
5.示範實驗：分子在三度空間的模型（一節） 6.有機物質的一般物性（一節） 7.化學電池（一節） 8.界面活性劑的效應（一節）	選修化學實驗 1 基礎化學實驗 3	1.立分子的空間模型概念 2.實驗 6 為新增，旨在認識有機物質與水溶液的主要差異 3.實驗 8 為新增，旨在認識界面活性劑的兩性特質
基礎化學（三）（僅以自然組學生為修習對象）		
一、氣體（參考時數 8） 1.氣體性質 2.氣體的定律 3.理想氣體 4.分壓	1.基礎化學（二、3）、必修化學（二、1，二、2） 2.必修化學（二、2） 3.必修化學（二、2） 4.必修化學（二、2）	1.氣體擴散性質涵蓋於一、1 2.不涉及氣體動力論
二、化學反應速率（參考時數 10） 1.反應速率定律 2.碰撞學說 3.影響反應速率的因素	1.必修化學（三、2） 2.必修化學（三、2） 3.必修化學（三、2）	1.刪零級反應 2.增半生期、活化複合體、反應能量圖、催化反應 3.增加的名詞，其內容已涵蓋於 95 暫綱的所有教科書中
三、化學平衡（參考時數 10） 1.化學平衡 2.平衡常數 3.影響平衡的因素 4.溶解平衡	1.選修化學（三、1） 2.選修化學（三、1） 3.選修化學（三、1） 4.選修化學（三、1，三、2）	1.增反應商與反應進行的方向 2.刪鹽在水溶液中的酸鹼平衡計算
實驗（參考時數 4） 9.秒錶反應（一節） 10.平衡常數與勒沙特列原理（一-二節） 11.溶度積測定（一節）	9.必修化學實驗 5 10.選修化學實驗 4 11.選修化學實驗 5	1.實驗 11 基於環保理由，更換為草酸鎂（ $K_{sp} = 8 \times 10^{-5}$ ）的反應

表 7 高中化學科修訂選修化學課程及選修化學實驗課程綱要與 95 年課程綱要「教材綱要」之差異

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
一、原子構造（參考時數 12） 1.氫原子光譜 2.波耳氫原子模型 3.原子軌域 4.電子組態	1.必修化學（一、1） 2.必修化學（一、1） 3.必修化學（一、1） 4.必修化學（一、1）、選修化學（一、1）	1.新增氫原子光譜、波耳氫原子模型 2.增加的名詞，其內容已涵蓋於 95 暫綱的所有教科書中

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
5.原子性質的趨勢	5.選修化學(一、1)	
二、化學鍵結(參考時數12) 1.化學鍵的種類 2.價鍵理論 3.分子間作用力	1.必修化學(一、3)、選修化學(一、2) 2.必修化學(一、3)、選修化學(一、2) 3.選修化學(一、3)	1.新增共振結構 2.增加的名詞,其內容已涵蓋於95暫綱的所有教科書中 3.本單元併入分子間作用力
三、有機化合物(參考時數12) 1.有機化合物的組成 2.碳氫化合物、有機鹵化物、醇、酚、醛、有機酸、酯、油脂、胺、醯胺	1.必修化學(三、1)、選修化學(四、1) 2.必修化學(三、5)、選修化學(四、1)	1.新增共振結構 2.內容著重基本有機官能基的典型反應性,依規範的內容講授
四、水溶液中酸、鹼、鹽的平衡(參考時數12) 1.布-洛酸鹼理論 2.酸鹼度 3.緩衝溶液 4.鹽	1.必修化學(三、3)、選修化學(三、2) 2.必修化學(三、3)、選修化學(三、2) 3.選修化學(三、2) 4.選修化學(三、2)	1.不涉及鹽在水溶液中的酸鹼平衡計算
五、氧化還原反應(參考時數12) 1.氧化數 2.氧化還原滴定 3.電池電動勢 4.電解	1.必修化學(三、4) 2.必修化學(三、4) 3.選修化學(三、3) 4.選修化學(三、3)	
六、液態與溶液(參考時數10) 1.水的相變化 2.汽化與蒸氣壓 3.溶液的性質	1.選修化學(二、1) 2.選修化學(二、1,二、2) 3.選修化學(二、2)	
七、無機化合物(參考時數8) 1.非金屬元素 2.主族金屬元素 3.過渡金屬元素	1.必修化學(四、1) 2.必修化學(四、2) 3.必修化學(四、2)	1.大幅刪減95暫綱的範圍 2.以授課時數規範內容
八、化學的應用與發展(參考時數6) 1.聚合物 2.生物體中的大分子 3.先進材料	1.選修化學(四、2) 2.選修化學(四、2) 3.基礎化學(五、5)、選修化學(四、2)	1.新增核酸、核苷酸、半導體、液晶 2.本單元著重在介紹化學的前沿發展及與先進科技的關係
附錄 物質的測量 1.長度、體積、質量的測量 2.溫度的測量		1.新增附錄單元,可在實驗中介紹操作法則 2.實驗2、4應考慮有效數字及準確度與精密

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
3.誤差的產生 測量的準確性 4.準確度與精密度的意義 5.有效數字		度的應用
選修化學實驗		
(參考時數 20-28) 1.烴類化合物的性質 2.酸鹼滴定 3.電解電鍍、非電解電鍍 4.氧化還原滴定 5.溶液凝固點下降的測定 6.示範實驗：錯合物的形成 7.奈米硫粒的合成 8.硬水的檢測軟化法 9.醇、醛、酮的性質 10.化學合成	必修化學實驗 1、必修化學 實驗 9 必修化學實驗 6 選修化學實驗 6 必修化學實驗 8 選修化學實驗 2 選修化學實驗 7 基礎化學實驗 4、選修化學 實驗 8	1.實驗 2 新增鹼的標定 2.實驗 5 以尿素汰換環 己烷 3.實驗 6、7、8 為新增， 實驗 6 以顏色變化觀 察反應，實驗 7 以光散 射現象觀察反應