

# 國中獨立研究課程 — 融入式教案

## 「距」「膠」觀點—從豆漿中探討膠體溶液的性質

### 一、課程簡介

<p>給使用者的話</p>	<p>科技的更迭帶領著生活的改變，我們的教育也必須隨著面對未來的需求而有所調整，新課綱所提出的「核心素養」即是因應未來的變革，過去學習的過程較強調的學科知識及技能學習，現在要更著重於「生活情境」的結合，讓所有的學習與創造都可以更貼近實際生活所需，並培養以人為本的終身學習者。核心素養的三大面向—「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」，再細分成九大項目，三面九項以終身學習為的目標，而生活情境則是環繞三面九項，意味著學習必須要能回應生活經驗，從生活取材，並應用於生活。</p> <p>本課程是希望透過豆漿為膠體溶液，從小實驗中認識到包含廷得耳效應與膠體粒子表面帶同性電荷的膠體性質，到製作豆腐時的凝析與微觀現象，並引導學生嘗試設計實驗變因，培養學生獨立研究的相關知能。本課程最開始先從化學的觀點切入，學習膠體溶液的性質，並認識蛋白質的結構與特性，再從物理、生物的觀點結合儀器的使用達到定量的效果，並從定量的數據中形成科學解釋，藉此培養研究的技能。</p>
<p>單元架構</p>	<div style="text-align: center; border: 2px solid blue; border-radius: 20px; padding: 10px;"> <h3 style="color: red; margin: 0;">「距」「膠」觀點</h3> <pre> graph LR     A[溶液不容易] --&gt; B[一窺究竟]     B --&gt; C[緊急迫降]             </pre> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center; border-radius: 10px;"><b>溶液不容易</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 共2節課</li> <li>• 認識膠體性質</li> <li>• 認識胺基酸、蛋白質結構與特性</li> <li>• 提出可產生不同凝析結果的陰陽離子。</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="background-color: #c0504d; color: white; padding: 5px; text-align: center; border-radius: 10px;"><b>一窺究竟</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 共2節課</li> <li>• 認識顯微測微器</li> <li>• 實際操作凝析實驗，並透過顯微測微器測量膠體凝析的粒徑，驗證假說並形成解釋</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="background-color: #4f7942; color: white; padding: 5px; text-align: center; border-radius: 10px;"><b>緊急迫降</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 共2節課</li> <li>• 認識光敏電阻</li> <li>• 結合 <u>Ardiuno</u>，測量凝析沉降時間</li> <li>• 透過圖表分析，學習推論微觀所發生的過程。</li> </ul> </div> </div> </div>

**教材特色  
與分析**

1. 豆漿是我們日常生活中常見的食品，本課程希望透過與生活常見的事物結合，引導學生透過已知的小實驗操作認識微觀的原理，並進一步形成可探討的實驗變因，藉此讓學生體會獨立研究的歷程。
2. 本課程結合了化學、生物、物理三個科目，讓學生體會到研究一個主題可以從不同的觀點切入，並能相互結合、應用，達到跨科結合的效果。
3. 本課程結合了不同科目的實驗技術，讓學生認識不同的定量技術，並且嘗試引導學生從實驗數據、數字中推測背後所發生的微觀過程，形成推論與解釋。

## 二、課程計畫

單元名稱	聚「膠」觀點—從豆漿中探討膠體溶液的性質		
適用對象	■ 七年級 ■ 八年級 □ 九年級	設計者	張翔凱、陳信益、周振華
活動時間	6 節 (每節 45 分, 共 270 分)	設計期間	2022/9~2023/3
核心素養	<p>一、特獨-J-A2 提出適切的探究問題，依據習得的知識，透過獨立思考與分析，提出可能的問題解決模式，並實際驗證及解析。</p> <p>二、特獨-J-B2 能善用科技、資訊與媒體，分辨資料蒐集可信程度，以獲得獨立研究過程中所需之資料。</p> <p>三、特獨-J-C2 透過獨立研究小組學習，發展與同儕溝通、共同參與、執行及討論的能力，能接納不同意見，具備與人和諧互動技巧。</p> <p>四、自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。</p> <p>五、自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊及數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。</p>		
學習表現	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 特獨2b-IV-3 知道自己及他人所觀察、記錄或蒐集資料所得的現象、實驗數據，並推論其中的關聯性。</li> <li>2. 特獨2c-IV-5 承接問題，並能有效、合理的去處理，獲得可信的成果。</li> <li>3. 特獨3d-IV-2 獨立或依據操作指引，正確安全操作研究物品、器材儀器、科技設備與資源。</li> <li>4. 自-pe-IV-1 能辨明多個自變項、應變項並計劃適當次數的測試、預測活動的可能結果。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題特性、資源（例如：設備、時間）等因素，規劃具有可信度（例如：多次測量等）的探究活動。</li> <li>5. 自-tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型，並能評估不同模型的優點和限制，進能應用在後續的科學理解或生活。</li> </ol>		

學習內容

1. 特獨B-IV-1 批判思考能力訓練。
2. 特獨B-IV-3 科技設備操作技能。
3. 特獨C-IV-1 研究主題的選擇：問題評定標準訂定、訂定問題。
4. 自Jb-IV-2 電解質在水溶液中會解離出陰離子和陽離子而導電。
5. 自Jb-IV-3 不同的離子在水溶液中可能會發生沉澱、酸鹼中和及氧化還原等反應。
6. 自Jb-IV-4 溶液的概念及重量百分濃度 (P%)、百萬分點的表示法 (ppm)。
7. 自CJb-Vc-1 溶液的種類與特性。
8. 自CJf-Vc-1 醣類、蛋白質、油脂及核酸的性質與功能。

## 單元目標

### 一、溶液不容易(共兩節課)

1. 第一節課
  - (1) 認識膠體溶液的特性，包含溶質粒徑的大小、廷得耳效應。
  - (2) 認識蛋白質的特性與結構，並以探究實驗印證性質。
2. 第二節課
  - (1) 認識不同離子對膠體溶液的凝析現象
  - (2) 以上述凝析現象的實驗結果，設計合理的實驗變因，探究不同離子的凝析現象。

### 二、一窺究竟(共兩節課)

1. 第三節課
  - (1) 依照前一節課設計的實驗變因，實際進行實驗，並記錄觀察到的實驗結果。
  - (2) 學習顯微測微器的原理與使用方法。
2. 第四節課
  - (1) 以顯微鏡搭配顯微測微器，進行凝析後大豆蛋白的粒徑觀察，並記錄觀察到的結果。

### 三、緊急迫降(共兩節課)

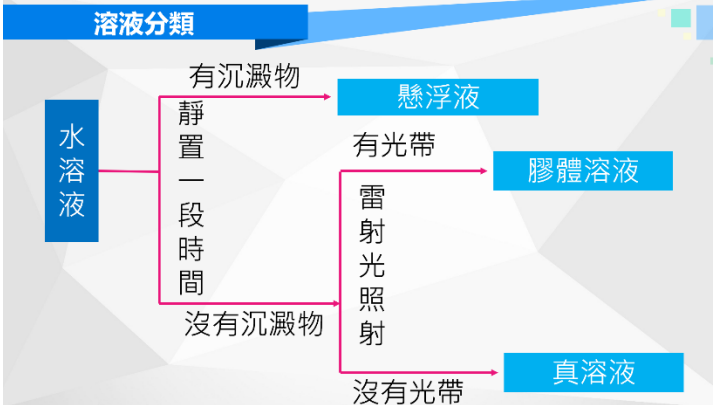
1. 第五節課
  - (1) 認識光敏電阻的原理與應用
  - (2) arduino裝置的架設與程式碼簡單的撰寫方式
2. 第六節課
  - (1) 以光敏電阻及arduino裝置觀察豆漿、牛奶的蛋白質凝析後沉降的過程，並由Excel呈現數據結果。
  - (2) 能從數據結果，推論凝析與沉降的過程，培養從數據推測微觀現象的能力。

區分性課程調整		
組別	中能力組	高能力組
優弱勢分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 優勢：學生熟稔國小階段與現階段課程內容。能透過引導或協助進行類化與批判思考的活動。</li> <li>➤ 弱勢：學生對於實驗研究較為被動，需要較多的引導跟指示才能進行實驗或活動。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 優勢：學生的學習自主性高，能自行按照步驟說明進行實驗；學生的類化能力較強，學習遷移的應用能力佳</li> <li>➤ 弱勢：學生注重自主學習能力，可能有較差的合作能力或溝通表達能力。</li> </ul>
內容	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 熟悉過去與現階段的課程，並願意學習未來會遇到的科學內容。</li> <li>➤ 能接受別人的引導或透過適當的合作方式，進行合作學習。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 熟悉過去與現階段的課程內容，並對未來的課程有一定的認識。</li> <li>➤ 習慣進行類化與批判思考，展現對科學的好奇心。</li> </ul>
過程	使用分組合作學習的方式，透過與高能力組成員的合作，刺激想法進行類化的活動。老師也可從旁協助進行討論。	使用分組合作學習的方式，透過與組員討論與分享，增進溝通、傾聽與表達的能力
成果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能透過老師的引導，正確的使用儀器。</li> <li>2. 能依據老師的指導，設計不同離子對凝析影響的實驗變因。</li> <li>3. 能依據老師的提示，從光敏電阻對時間的作圖中思考沉降過程。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學習儀器的使用方法後，能提出此儀器可應用於其他研究觀察。</li> <li>2. 能從認知的實驗藥品中，設計出不同離子對凝析影響的實驗變因。</li> <li>3. 能自己從光敏電阻對時間的作圖中思考沉降過程，並形成合理的解釋無糖豆漿與低脂鮮奶凝析沉降的異同。</li> </ol>
參考資料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 全國中小學第59屆科展作品—蛋白質得來塑 <a href="https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&amp;a=0&amp;fld=&amp;key=&amp;isd=1&amp;icop=10&amp;p=2&amp;sid=16034">https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&amp;a=0&amp;fld=&amp;key=&amp;isd=1&amp;icop=10&amp;p=2&amp;sid=16034</a></li> <li>2. 全國中小學第42屆科展作品—當我們「聚」在一起—談膠體溶液的凝析現象及應用 <a href="https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=39&amp;a=6821&amp;fld=&amp;key=&amp;isd=1&amp;icop=10&amp;p=1&amp;sid=566">https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=39&amp;a=6821&amp;fld=&amp;key=&amp;isd=1&amp;icop=10&amp;p=1&amp;sid=566</a></li> <li>3. 台灣網路科教館—生活科學廳—為什麼鹹豆漿會凝結像豆花？ <a href="https://www.ntsec.edu.tw/Live-Content.aspx?a=6827&amp;fld=&amp;key=&amp;isd=1&amp;icop=10&amp;p=1&amp;lid=5866">https://www.ntsec.edu.tw/Live-Content.aspx?a=6827&amp;fld=&amp;key=&amp;isd=1&amp;icop=10&amp;p=1&amp;lid=5866</a></li> </ol>	

**教學資源**

1. 簡報、學習單
2. 實驗器材：燒杯(50、100、250 mL)、滴管、波棒、紅光雷射筆、綠光雷射筆、9V 電池、鱷魚夾電線、碳棒、顯微測微器、顯微鏡、載玻片、蓋玻片、Arduino Uno 板、光敏電阻、麵包板、筆電、電子秤、秤量紙
3. 實驗藥品：無糖豆漿、低脂鮮奶、氯化鈉、氯化鈣、明礬、食醋、其他離子化合物

### 三、各單元教學活動

第一節教學活動	時間	評量	備註
<p><b>一、引導活動</b></p> <p>1. 請學生觀察桌上三杯水溶液，嘗試將觀察到的溶液外觀、現象紀錄於學習單的表格中。</p> <p>➔ 三杯水溶液分別是：A杯為懸浮液(可用綠茶包剪破，將茶葉粉直接倒入浸泡而成)，B杯為膠體溶液(加入約10滴的無糖豆漿於水中而成)，C杯為真溶液(加入食鹽溶解而成，注意不可有飽和的沉澱現象)</p>	3 min	學習單	
<p><b>二、發展活動</b></p> <p>1. 請學生拿取雷射筆，從燒杯的側面射入，觀察三杯水溶液所看到的現象，記錄於表格中並思考為何A、B兩杯會有明顯的光帶。</p> <p>➔ 此光帶的現象即為廷得耳效應，主要是因為溶質粒徑較大時，光的散射較明顯，而形成光帶。</p> <p>➔ 懸浮液與膠體溶液(A、B杯)的溶質粒徑較大散射較明顯，因此可以產生光帶，而真溶液(C杯)的溶質粒徑較小，因此無光帶產生。</p> <p>➔ 說明在森林時可以看到有陽光灑落的光帶，也是廷得耳效應，因為空氣中有懸浮的膠體粒子可以協助散射。</p>	5 min	學習單、實作評量	
<p>2. 從記錄溶液的特徵，引導學生嘗試撰寫出溶液的分類樹狀圖。</p> 	10 min	學習單	
<p>3. 請學生閱讀學習單上，關於膠體溶液的內容，並回答老師下列問題：</p> <p>(1) 真溶液與膠體溶液的粒子直徑大約是多少呢？</p> <p>(2) 假設真溶液溶質粒子的直徑是1奈米，膠體溶液溶質粒子的直徑是100奈米，請問兩者體積會差幾倍呢？</p> <p>(3) 真溶液與膠體溶液誰可以用濾紙過濾分離出東西呢？</p>	8 min	學習單、口語發表	
<p>4. 請學生持續從文章中的資訊，思考是否哪裡與現實中相違背的地方。可透過連續三個提示，引導學生發現問題，同時也可以觀察學生對知識結合的敏感度。</p> <p>(1) 觀察文章中的數字</p> <p>(2) 水的密度是<math>1\text{g/cm}^3</math></p> <p>(3) 密度比水大的物質應該會？</p> <p>➔ 透過三個提示，學生會發現蛋白質的密度大於水，但是卻</p>	8 min	學習單、口語發表	



<p>不會沉到水的底部。</p> <p>→ 引導學生思考顯然還有其他的作用力存在，才使得蛋白質沒有沉降到底部，而且在水中可以均勻分散。</p> <p>→ 請學生彼此討論，嘗試說明蛋白質之間的作用關係為何，並記錄於學習單上。</p> <p>5. 請學生組裝電解裝置，對豆漿進行電解，並觀察正、負兩極電解後的現象，分組討論、嘗試說明此現象所代表的意義為何。</p> <p>→ 在正極可以觀察到有蛋白質的凝析現象，而負極則否，因此豆漿中的蛋白質表面應帶有同性的負電荷。</p> <p>→ 向學生介紹豆漿中的蛋白質大都是「大豆蛋白」，不同種的食品所含有的蛋白質類型不盡相同，因此不同種的蛋白質表面可能所帶的電性不同，有些可能會傾向帶正電。</p> <p>→ 利用同性相斥的概念，說明蛋白質為何可以分散於水中而不沉澱，並將討論的結果撰寫於學習單上。</p>	11 min	學習單、實作評量、口語發表	
<p>第二節教學活動</p>	<p>時間</p>	<p>評量</p>	<p>備註</p>
<p>6. 觀察大豆蛋白加入離子化合物的凝析現象：</p> <p>(1) 準備三支試管，並分別放入等莫耳數的氯化鈉、氯化鈣、明礬，並加入10 mL的水溶解。</p> <p>(2) 分別加入3 mL的豆漿於試管中，觀察凝析的現象</p> <p>(3) 將三支試管觀察到凝析的現象分別記錄於學習單上，並嘗試解釋為何會有凝析結果的差異。</p> <p>→ 若學生尚未有莫耳數的概念者，老師可以將計算好的克數提供給學生，以便學生秤量。</p> <p>→ 氯化鈉的凝析現象不明顯，氯化鈣的凝析現象就像嫩豆腐一樣，明礬的凝析現象最明顯，會形成一整陀膠結在一起。</p> <p>→ 引導學生思考可能是因為陽離子的價數不同，因此可以吸引表面帶負電的大豆蛋白效果有所不同。</p> <p>7. 向學生介紹胺基酸的結構、蛋白質與胺基酸的關係。</p> <p>→ 藉此是為了讓學生了解胺基酸上的胺基與羧基分別可以扮演接受氫離子的鹼或失去氫離子的酸。</p> <p>→ 而不同的蛋白質是由不同種的胺基酸串接而成的，因此蛋白質的表面會依胺基酸的組成而有不同酸、鹼傾向的表現，進一步影響到表面的帶電情形，而大豆蛋白就是表面帶負電的結果。</p> <p>→ 本段落最主要是希望學生不要認為所有的蛋白質表面都像大豆蛋白一樣帶負電的。</p>	15 min	學習單、實作評量、口語發表	
	10 min	學習單	
<p>三、綜合/總結活動</p> <p>1. 引導學生思考以「抽換不同的離子影響凝析的結果」為目標，設計合理的實驗變因。</p> <p>(1) 改變陽離子：鉀、鎂、鋇、銅、鐵等離子</p> <p>→ 陽離子為操縱變因，則陰離子必須為控制變因，因此可選用氯化物較好找到相符應的藥品。</p> <p>→ 嘗試讓學生加入上述的藥品，觀察凝析的現象</p>	15 min	學習單、實作評量、口語發表	

<p>(2) 改變陰離子：氯離子、硝酸根、硫酸根、氫氧根等離子</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ 陰離子為操縱變因，則陽離子必須為控制變因，因此可選用鈣離子較好找到相符應的藥品。</li> <li>➔ 特別留意硫酸鈣與氫氧化鈣溶解度的問題，提醒學生不宜加過量。</li> <li>➔ 嘗試讓學生加入上述的藥品，觀察凝析的現象</li> </ul> <p>2. 引導學生思考，是否有其他的因素會影響蛋白質凝析的結果，而不是僅有離子的價數？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ 製作鹹豆漿，將豆漿加入一些食用醋，即可觀察到明顯的凝析現象。</li> <li>➔ 醋酸會解離帶一價的氫離子，與氯化鈉的鈉離子相同，但是凝析現象卻比氯化鈉明顯。</li> <li>➔ 因此由鹹豆漿的製作可知酸鹼性也是影響蛋白質凝析的原因之一。</li> <li>➔ 若時間足夠，學生也尚能接受的話，可以額外延伸介紹「等電點 (pI值)」的概念。</li> </ul>	5 min	學習單、實作評量、口語發表	
<p>第三節教學活動</p>	<p>時間</p>	<p>評量</p>	<p>備註</p>
<p><b>一、引導活動</b></p> <p>1. 引導學生觀察，並討論各種離子凝析後大豆蛋白沉澱物的外觀與狀態等定性結果。 觀察並記錄下結果，如價數越高的離子較快造成的沉澱物且沉澱物較大坨；鈉離子與醋酸根同為一價的離子，但一個能夠明顯造成沉澱，一個則無。</p> <p>2. 引導學生思考若進行實驗，除了定性結果意外，有哪些方式能夠量化，並比較大豆蛋白凝析沉澱的結果？ 引導學生朝向「可以觀察單一離子所造成沉澱物的粒徑」討論。</p> <p>3. 進一步引導學生思考，如何量化凝析後沉降的大豆蛋白的粒徑？ 引導學生朝向「微觀尺度」的實驗思考，進而需要使用顯微鏡來進行微觀尺度的實驗觀察。</p> <p>4. 不過，顯微鏡並無法「量化」凝析後沉降的大豆蛋白粒徑，因此要如何解決此一問題？ 根據學生的回答，引導學生思考顯微鏡上也需要有類似尺規的設計，從而引導出有「顯微測微器」的存在。</p> <p><b>二、發展活動</b></p> <p>1. 複習複式顯微鏡的操作方式與玻片樣本製作方式。</p> <p>(1) 引導學生回憶複式顯微鏡的儀器構造與功能。</p> <p>(2) 教師帶領學生再次進行複式顯微鏡的操作：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 開啟電源與光源</li> <li>② 玻片標本對準載物臺上圓孔</li> <li>③ 轉動旋轉盤，使低倍物鏡對準圓孔</li> <li>④ 轉動粗調節輪，使物鏡靠近玻片標本(不可碰到玻片)</li> <li>⑤ 眼睛觀察，轉動粗調節輪，拉開鏡頭與標本之距離，直到看到物體</li> <li>⑥ 轉動細調節輪，將物體的像調到最清楚</li> <li>⑦ 若要換高倍物鏡，放大部位移到中央，轉動旋轉盤換高倍物鏡，</li> </ol>	5 min	學習單、口語發表	學習單、實作評量

<p>轉細調節輪，不可轉動粗調節輪</p> <p>(3) 引導學生回憶玻片樣本製作方式</p> <p>2. 學習顯微測微器的原理與使用方法</p> <p>(1) 向學生介紹「顯微測量技術」。</p> <p>(2) 器材包含複試顯微鏡、目鏡測微器和載物臺測微器。</p> <p>① 目鏡測微器：</p> <p>甲、為一圓形玻片，使用時需放置於目鏡內</p> <p>乙、其上刻有100小格，每一小格的實際大小未知，須利用載物臺測微器來換算大小。</p> <p>丙、不同倍率物鏡時，但目鏡倍率並未改變，因此目鏡測微器在不同倍率的視野下，雖然每格大小看起來相同，但每格刻度所代表的大小則不同。</p> <p>② 載物臺測微器：</p> <p>甲、為一長方形玻片，玻片中央刻有一段1毫米(mm)的直線，此直線被畫分為100小格，故載物臺測微器的每一小格實際大小為0.01mm(10<math>\mu</math>m)。</p> <p>乙、不同倍率物鏡時，載物臺測微器在不同倍率的視野下，每格大小看起來不同，但每格刻度所代表的大小相同。</p> <p>(3) 操作步驟及原理。</p> <p>① 將目鏡測微器放入目鏡的兩鏡片間。(註：目鏡測微器為一圓形玻片，其上刻有100小格)</p> <p>② 將載物臺測微器置於顯微鏡的載物臺上，先利用4倍物鏡將載物臺測微器上的刻度看清楚。</p> <p>③ 校正目鏡測微器：</p> <p>甲、在不同倍率的視野下，皆需要重新校正目鏡測微器每格刻度所代表的大小：</p> <p>乙、調整焦距並移動載物臺測微器，使載物臺測微器與目鏡測微器左側的「0」刻度重疊為一條線</p> <p>丙、再將兩測微器另一端重疊處的刻度記錄下來</p> <p>丁、即可由已知刻度大小的載物臺測微器，換算出在此特定倍率的視野下，目鏡測微器每格刻度所代表的大小，計算方法如學習單</p>	15 min	學習單、實作評量	
<p>3. 引導學生進行問題討論，以確定是否掌握操作訣竅。</p> <p>(1) 在顯微鏡的視野下，如何分辨目鏡測微器和載物臺測微器？</p> <p>答：載物臺測微器會隨著物鏡倍率放大或縮小而隨之變大變小，也會隨著載物臺調整而移動；而目鏡測微器在視野下則不會有任何變化。</p> <p>(2) 在10倍及40倍的物鏡下，所測得的同一顆紅血球大小相同嗎？為什麼？直徑約多少？</p> <p>答：相同；在不同的放大倍率下同一顆紅血球的大小不會改變；直徑約6~8<math>\mu</math>m。</p>	5 min	口語發表	
<p><b>三、綜合/總結活動</b></p> <p>1. 利用簡單的觀察素材(例如：髮絲、口腔皮膜等)讓學生嘗試操作，教師協助引導與勘誤。</p>	15 min	學習單、實作評量	

第四節教學活動	時間	評量	備註
<p><b>一、引導活動</b></p> <p>1. 引導學生簡單回憶顯微鏡與顯微測微器的使用要點</p> <p>2. 引導學生預先構思完整的實驗設計與流程。 需要包含以下要點：</p> <p>(1) 實驗流程：</p> <p>① 離子溶液的配置與操作：濃度、水源等</p> <p>② 豆漿溶液的配置與操作：濃度、水源等</p> <p>③ 混合溶液的配置與操作：加入的量、攪拌的方式等</p> <p>④ 顯微測微器觀察的步驟與紀錄要點</p> <p>(2) 控制變因是否都一致，例如加入的量、加入的濃度等。</p> <p>(3) 對照組（加入純水）與實驗組（加入離子）。</p>	3 min 7 min	學習單、實作評量、口語發表	
<p><b>二、發展活動</b></p> <p>1. 學生開始進行實驗操作和觀察紀錄，教師在旁引導學生思考並解決所遇到的問題。</p> <p>➤ 若學生實驗操作過程中，發現</p> <p>✓ 粒徑大小差異不大，是否能夠做為合理的實驗結果記錄下來呢？ 需要記錄下實驗結果。 ※後續，教師需要引導學生思考會不會粒徑大小差不多只是因為湊巧而已？要如何解決此一問題呢？ →需要進行重複的實驗操作，若粒徑接有再現性，則實驗結果為合理的數據。</p> <p>✓ 粒徑大小差異極大，是否能夠做為合理的實驗結果記錄下來呢？ →因為無法確定是否為單一離子所造成沉降的粒徑，因此不是一個合理的實驗結果(詳見下一點說明)。</p> <p>➤ 實驗操作過程中，學生會觀察並發現在玻片樣本上的凝析沉降大豆蛋白可能會因為「膠結作用」而聚集成一大坨，從而導致無法確定何為單一沉降大豆蛋白的粒徑。 ※此時教師可以引導學生思考：</p> <p>I. 高層次思考：「目前由於不確定這一大坨沉澱物是否是單一個離子所造成的凝析產物?要如何解決這個問題?」</p> <p>II. 若學生沒有明確方向，再往下引導思考：「若我們假設這一大坨凝析沉澱物是複數離子所沉降的大豆蛋白黏在一起，那我們有什麼操作方法能夠將其分離呢？」 →解決方式：利用「稀釋並攪拌」或「超音波震盪器」促使因膠結作用而聚集在一起的沉降大豆蛋白分離後，再進行顯微測量，並紀錄實驗結果。</p> <p>2. 過程中，引導學生思考實驗紀錄是否只收錄一個數據即可呢？若不是的話，需要怎麼收錄數據才具有統計上的意義呢？ →同一次進行實驗需要收錄複數的數據結果，並且求得平均數據；此外需要進行重複實驗，以確保實驗具有再現性。</p>	25 min	學習單、實作評量	
<p><b>三、綜合/總結活動</b></p> <p>1. 使同儕間報告並分享實驗結果，討論實驗是否有再現性，以及造成差異的合理原因。</p> <p>2. 高能力組進階挑戰題：請學生嘗試進行離子凝析牛奶酪蛋白的效果，並觀察記錄沉澱物的粒徑。</p>	10 min	學習單、實作評量、口語發表	

一、引導活動

1. 如何量化沉澱反應的速率？

在學習沉澱反應的變因及結果後，學生對於反應的過程可以如何測量與定量呢？

學生應可發現沉澱的過程中，使用三價陽離子進行沉澱反應，沉澱物由於密度較大會下沉，使得上層的膠體溶液變得較為澄清，以此引導學生提出「測量膠體溶液變澄清所需的時間」

2. 如何定義「澄清」？有標準嗎？或者有沒有什麼指標能量化「澄清」？

在這題的提問中，希望教師能引導學生不只是提出質性的答案，例如「可以看到對面」這類的回答，畢竟科學化的思維是要走向「量化」，最後教師能引導學生至「測量透光度」。

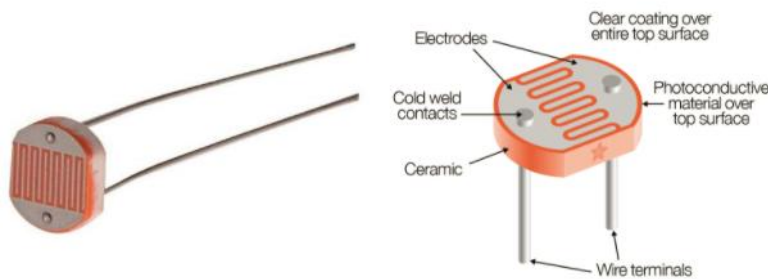
5 min

學習單、口語發表

二、發展活動

1. 介紹光敏電阻：

透光度要如何測量呢？這裡要向學生介紹「光敏電阻」這個元件，如下圖：



光敏電阻的特色是：

- (1) 電阻值隨著入射光強度而改變
- (2) 光強度增加，電阻變小
- (3) 光強度減少，電阻增加

➤ 這裡也注意一下，對於國中七、八年級的學生對於「電阻」這個名詞並不熟悉，可以簡單以下面例子做說明(僅供參考，若讀者有更好的詮釋方式，可以自行斟酌)：

- 1. 電路時常可以用水路做比喻，電在電線中移動，可以比擬作水在水管中移動。
- 2. 同樣是水管，水管的粗細會影響到水流的大小，例如用粗吸管喝飲料比較快，細吸管則需要比較大力吸或比較久才能喝完飲料，可以想像成粗吸管的「阻力」比細吸管還小。
- 3. 對於電路也有相同的現象，電子元件都會在電路中形成大小不一的阻力，稱為「電阻」。

※ 給教師：光敏電阻的原理

如果有學生好奇發問為何入射光強度會影響到電阻值的大小，這部分需要用到較深難的知識，這裡提供給教師參考。

光敏電阻內部是使用半導體材料組成，半導體的價能量帶與

5min

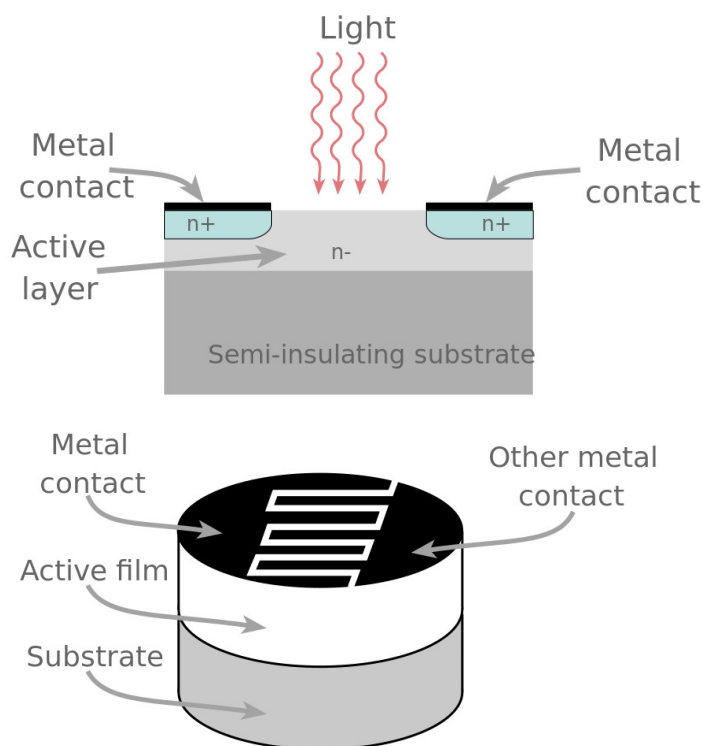
學習單、口語發表

傳導能量帶有一些能量差（導體的價帶與傳導帶重疊，因此有自由電子），這個能量差稱為「能隙」。

當入射光的光子能量（光的能量與頻率成正比）大於等於能隙時，會激發價帶中的電子到達傳導帶，因此會形成自由電子，又稱光電子，這個效應稱為「光電效應」，就跟太陽能板有異曲同工之妙。

當入射光的光子數量越多（光子數量正比於光強度），被激發的光電子就越多，使得光敏電阻的電阻隨之下降（越來越接近導體），因此才有入射光強度影響電阻的效果。

另外為什麼光敏電阻上的形狀是鋸齒狀呢？這是為了要增加半導體的照光面積，以及減低兩金屬片的阻抗（因為兩個金屬片中間的空間就像是一個電容，電容對於電路會有阻抗）。



## 2. 使用三用電表測量不同光強度下光敏電阻的電阻值：

接著教師可以使用三用電表測量光敏電阻的電阻值（光敏電阻沒有分正負極），因為學生尚未學過三用電表的知識，教師可以斟酌時間考慮是要直接示範操作就好，抑或是順便教學如何使用三用電表。

這個階段比較簡單的就是直接比較自然光下的電阻，以及用手遮住光敏電阻後的電阻值，另外也可以嘗試使用雷射光射向光敏電阻，應該會發現電阻值比自然光小更多。

➤ 有興趣的教師可以準備不同顏色的雷射光，比較不同雷射光照射下，光敏電阻的電阻值是否不同。

## 3. 介紹 Arduino：

由於沉澱可能發生的很快，要隨時看著三用電表上的電阻值，並且隨時記錄是較為困難的事，這裡可以使用Arduino來使用電腦自動記錄、畫圖。

(1) 請學生將電腦開機(盡量使用windows系統)

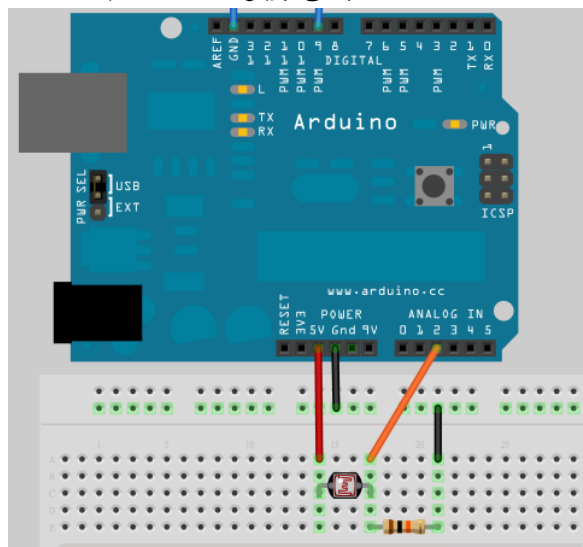
5min

學習  
單、實  
作評量

30min

學習  
單、實  
作評  
量、口

- (2) 建議事先將Arduino主程式安裝好: <https://www.arduino.cc/en/software>
- (3) 請學生依照下面的電路接法將光敏電阻串聯一個電阻，並將Arduino連接電腦。



- 這裡注意一下，學生可能對於Arduino和麵包板有些陌生，教師可以提前作好介紹Arduino和麵包板的準備，以下幾部影片為作者拍攝，可作為參考：（網路上也有很多更好的資源可以運用）
1. Arduino的介紹：<https://youtu.be/wUCWCcUWk68>
  2. 麵包板介紹：<https://youtu.be/csudTjivjo8>

語發表

### 第六節教學活動

時間

評量

備註

#### 1. 打開預先寫好的程式：

- (1) 請學生下載附件的 soy.zip 並且解壓縮檔案
- (2) 接著，請學生打開附件中的“soy.ino”檔案
- (3) 點選上傳按鈕：



- (4) 再來開啟PLX-DAQ.xlsm 的檔案
- (5) 在中間的視窗中找到port 輸入Arduino插在電腦的第幾個port
- (6) 點選connect

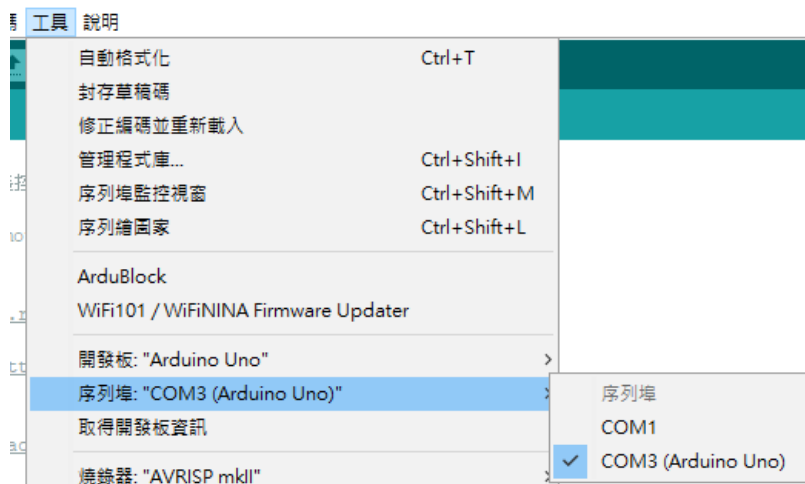
10min

學習  
單、實  
作評量



(7) 此時應該會看到電腦每秒都會自動讀取光敏電阻的電壓值，並且畫出隨著時間的電壓變化圖。

➤ **Tip: 如何知道Arduino插到哪個port**



在Arduino程式之中，找到「工具」→「序列埠」→看到COM幾後面有個(Arduino) 就是它了，記住這個COM ”幾” 的數字

**2. 準備實驗：**

- (1) 將雷射筆光線對準光敏電阻，中間留空隙放燒杯
- (2) 將稀釋好的豆漿40 mL倒入燒杯之中（豆漿濃度10%）
- (3) 將準備好的飽和明礬10 mL 倒入豆漿之中，快速攪拌10下
- (4) 立即按下PLX-DAQ中的connect，等待Excel中畫出光敏電阻兩端的電壓值與時間的關係圖。
- (5) 將步驟(2)的豆漿換成稀釋好的低脂鮮奶（鮮奶濃度25%），並重複上述步驟。

25min 學習單、實作評量

**三、綜合/總結活動：**

請學生根據實驗的關係圖中，嘗試說明蛋白質凝析與沉降的過程，分組進行簡單的報告。

10min 學習單、口語發表



#### 四、教學省思及建議（如：課程教學、環境佈置...等）

1. 國中階段不太認識蛋白質的分類，透過探究實驗可以發現大豆蛋白表面帶負電，讓學生誤以為所有蛋白質全部帶負電，因此應先引導學生認識胺基酸的結構，而多個胺基酸再組成蛋白質，再說明組成的胺基酸大多數若傾向游離氫離子，才會使得蛋白質表面帶負電，反之若是組成的胺基酸大多數傾向接受氫離子，則會使得蛋白質表面帶正電。  
引導此觀念時建議搭配胺基酸得失氫離子的結構圖，若學生對於化學分子結構較弱者，可搭配分子模型協助學生認識。
2. 進行光敏電阻實驗時建議將教室的電燈全數關閉，並將其中一側的窗簾拉上，降低環境的光強度對實驗的誤差，若時間允許，可讓學生自製簡易的遮光箱子充當光學箱。
3. 綠光雷射能量較高，使用前須向學生說明危險性，並嚴格限制學生使用的方式。
4. 目鏡測微器需先與學校的顯微鏡比較，確認是否匹配，避免不吻合時容易脫落而摔碎。
5. 進行簡易電解已檢測大豆蛋白表面帶負電時，以9V電池效果較為明顯，電極的部分宜選用碳棒進行，不建議以不鏽鋼的迴紋針替代為電極，因為迴紋針的金屬成分可能會使電極變成活性電極，電解而產生的金屬陽離子也會使附近的蛋白質凝析、聚集於陽極(電解的正極)，從而影響大豆蛋白表面帶負電的立論。
6. 引導學生進行「以不同離子探討大豆蛋白凝析結果」的實驗時，可能會需要大量的實驗藥品(離子化合物)，老師可先將學校實驗室有的藥品清單整理節錄，提供給學生進行討論，也可以侷限學生所提的需求是學校可提供的藥品。
7. 若在八上執行此課程，由於學生尚未學習過體積莫耳濃度的概念，因此建議由老師先調配好溶液的濃度，若在八下執行此課程者，則可讓學生嘗試進行配藥。
8. 在進行三用電表測量光敏電阻讀值時，可能因為學生的速度並不一致，且難以個別確認，建議可請學生在板書或電腦上寫下各組的數據，以方便了解數據記錄的速度、正確性，亦可相互比較不同地點的數值差異。
9. 在各項實驗操作時，老師可以依據自己學生的速度、特性，設立各項檢核點，例如：操作到電腦螢幕出現某個畫面、數據紀錄上來

#### 五、附件

##### ※附件示例說明※

- 1、教材：講義或PPT等。
- 2、補充資料。
- 3、學生學習單。
- 4、教學活動評量。
- 5、學生回饋。
- 6、學生成果：
  - (1)學習單：佳作至少三份掃描電子檔。
  - (2)海報：請拍照並繳交照片。
  - (3)影片：學生口頭發表、實驗實作等課程實錄。全部影片或重要片段。

##### ※注意事項※

- 1、請留意版權：  
盡量使用自編教材、照片或圖片。若參考使用網路或其他來源之資源，請標註出處。
- 2、請留意學生個資保護：

(一) 課程PPT

## 「距」 「膠」 觀點

膠體溶液的特性

### 觀察桌上的三杯水溶液

#### 活動說明

觀察桌上的三杯水溶液，盡量描述這三杯水溶液的特徵。



### 光學測試


**活動說明**  
拿起桌上的雷射筆，將雷射筆從容器的側面打入，看看有什麼樣的現象。



### 光學

為什麼有一條光帶呢？

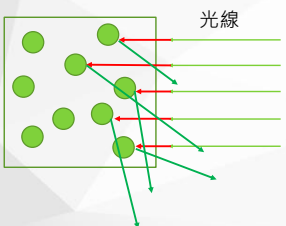
拿起桌上的雷射筆，將雷射筆從容器的側面打入，看看有什麼樣的現象。



### 產生光帶的原因

廷得耳效應

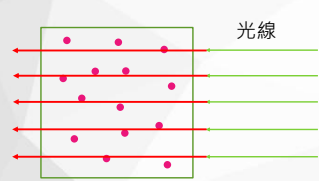
粒子的顆粒較大，可以**散射**光線。



### 產生光帶的原因

沒有光帶

粒子的顆粒較小，光線可直接穿透。



### 產生光帶的原因

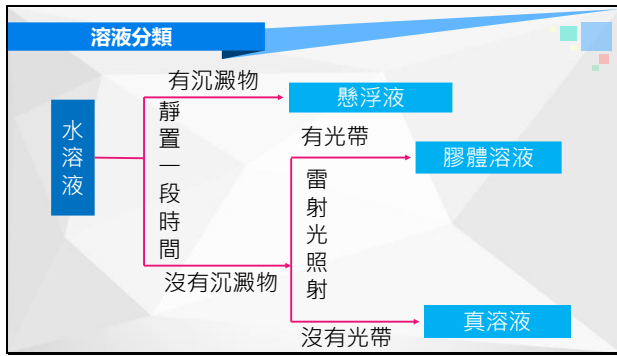
**內容說明**  
太陽光照到空氣中的懸浮粒子所產生的廷得耳效應。



### 溶液分類

編號	有無沉澱物	溶質粒子大小	廷得耳效應	液體名稱	是否為溶液
A杯	有	最大	有	懸浮液	否
B杯	無	次之	有	膠體溶液	是
C杯	無	最小	無	真溶液	是

溶液必須要能**均勻混合**歐~



### 認識膠體溶液

01

有獎徵答!

活動說明

請同學閱讀講義上的文章，一起認識膠體溶液吧!

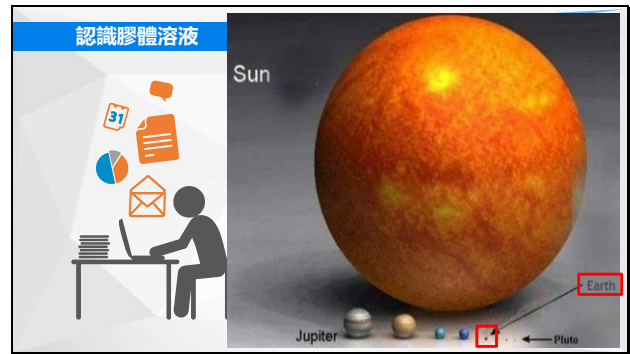
02

準備好了嗎?

嘿嘿~~

### 認識膠體溶液

- 01 真溶液與膠體溶液的粒子直徑大約是多少呢?
- 02 假設真溶液溶質粒子的直徑是1奈米，膠體溶液溶質粒子的直徑是100奈米，請問兩者體積會差幾倍呢?
- 03 真溶液與膠體溶液誰可以用濾紙過濾分離出東西呢?



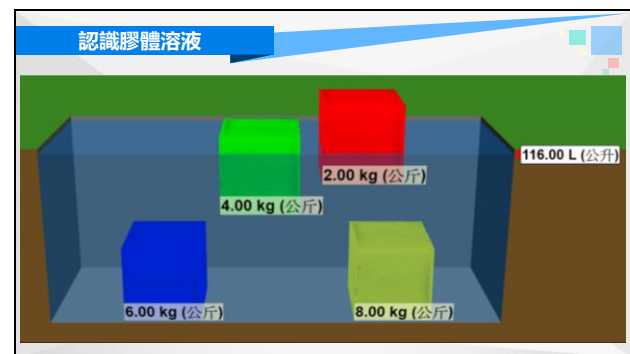
### 認識膠體溶液

**觀察數字**

水的密度是 1g/cm<sup>3</sup>

密度大於水的物質會?

**內容說明**  
聰明的你們，有沒有發現文中哪裡不合常理的呢?



### 認識膠體溶液

為什麼密度比水大的蛋白質不會沉澱在水中?

### 膠體粒子的另外一個性質

**活動說明**

- 顯然還有其他的作用力使得蛋白質不會沉澱!
- 讓我們透過一個小實驗來找出另一個性質吧!





### 通電小實驗

正極(+) | 負極(-)

從通電小實驗中，你觀察到了什麼？

正極上吸附的**白色固體物質**，即是豆漿中的膠體粒子—**大豆蛋白**

### 通電小實驗

正極(+) | 負極(-)

從通電小實驗中，你觀察到了什麼？

正極上吸附的**白色固體物質**，即是豆漿中的膠體粒子—**大豆蛋白**

### 通電小實驗

而大豆蛋白只會**在正極上**吸附，**負極上則無**。代表.....？

### 通電小實驗

而大豆蛋白只會**在正極上**吸附，**負極上則無**。代表.....？

**大豆蛋白的表面帶負電！**

### 膠體粒子帶有同性電荷

**大豆蛋白** **排斥力** **大豆蛋白**

### 膠體粒子帶有同性電荷

**搞怪一下**

我們要如何將蛋白質沉降下來呢？

**大豆蛋白** **大豆蛋白**

### 加一些些 Magic Powder

**活動說明**  
請同學按照下列實驗步驟操作

- 1 取三個試管，分別加入約**10**的水。
- 2 第一隻試管加入一小匙的**氯化鈉(NaCl)**；  
第二隻試管加入一小匙的**氯化鈣(CaCl<sub>2</sub>)**；  
第三隻試管加入一小匙的**明礬(KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)**

### 加一些些 Magic Powder

**活動說明**  
請同學按照下列實驗步驟操作

- 3 分別在三隻試管中，沿著管壁緩緩加入豆漿。

觀察一下豆漿的變化！  
紀錄一下你看到的結果吧~

### 電解質在水中會解離

**先來欣賞一小段影片**

Na<sup>+</sup>：表示帶**一個**單位的正電量  
Ca<sup>2+</sup>：表示帶**兩個**單位的正電量  
Al<sup>3+</sup>：表示帶**三個**單位的正電量

<https://www.youtube.com/watch?v=xdedxfhpcWo>

電解質在水中會解離

$\text{Ca}^{2+}$

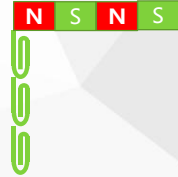
大豆  
蛋白

大豆  
蛋白

電解質在水中會解離

思考一下

為什麼結塊  
情形不同呢？



電解質在水中會解離

思考一下

為什麼結塊  
情形不同呢？



由於 $\text{Al}^{3+}$ 帶三個單位的正電量，較 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 的正電量多，因此吸引帶負電的蛋白質粒子也會比較多，結塊情形較明顯。

(二) 第一、二堂課學習單

# 「距」「膠」觀點—膠體溶液的特性

## 認識溶液的特徵

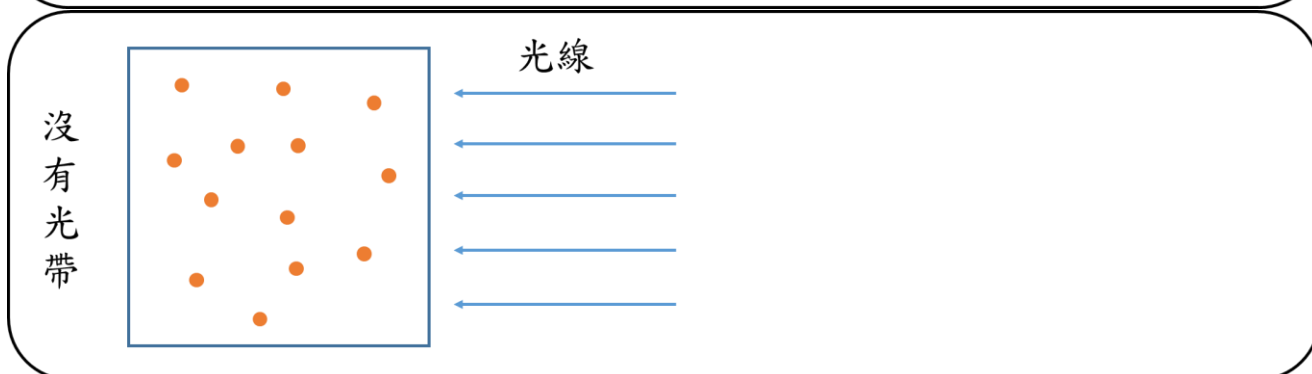
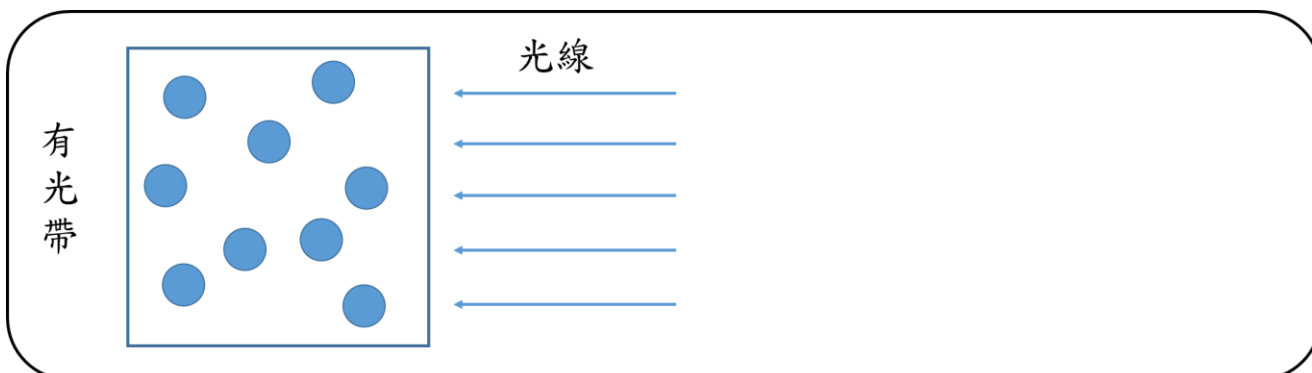
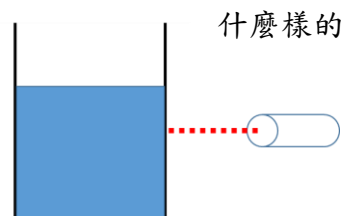
請同學們觀察桌上三杯水溶液的特徵，並將你觀察到的特徵盡可能記錄下來。

編號	特徵
A 杯	
B 杯	
C 杯	

## 光學測試

接下來，請拿起桌上的雷射筆，將雷射筆從容器的側面打入，看看有什麼現象呢？

溶液中有產生光帶的是\_\_\_\_\_杯，你認為是什麼原因造成的呢？請嘗試從光線穿越溶液，遇到溶質粒子的情形解釋。



※溶液經雷射光打入後有光帶的現象稱之為\_\_\_\_\_。

## 液體分類

編號	有無沉澱物	溶質粒子大小	廷得耳效應	液體名稱	是否為溶液
A 杯					
B 杯					
C 杯					

請利用上述概念，劃出溶液分類的樹狀圖：

## 認識膠體溶液

請同學閱讀下列文章，並嘗試回答問題

依據溶質粒子的大小，溶液可分為「真溶液」和「膠體溶液」。真溶液中溶質粒子的直徑約小於 1 奈米( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )，這樣小的粒子主要是由原子、離子或小分子組成，例如：食鹽水、葡萄糖水、空氣等。膠體溶液中溶質粒子的直徑大小約為 1~1000 奈米( $10^{-9} \sim 10^{-6} \text{ m}$ )，這樣的粒子主要是由數百至數千萬個原子、離子或小分子組合在一起，形成巨大的粒子。膠體溶液中的溶質粒子稱為「膠體粒子」，日常生活中常見的膠體溶液與膠體粒子有：豆漿（含有蛋白質分子）等。無論是真溶液與膠體溶液皆因溶質顆粒太小而無法使用濾紙分離。

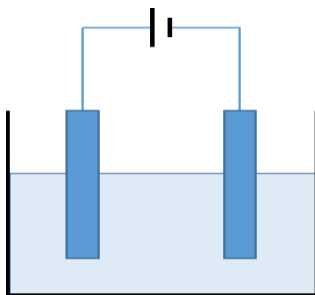
由於豆漿不含乳糖，對於乳糖不耐症的人不會產生副作用，因此是價廉物美的蛋白質來源，豆漿含有豐富的大豆蛋白，其蛋白質的密度大約在  $1.3 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$  之間。

聽完老師簡報上的提問，請嘗試說明或畫圖表示豆漿中蛋白質彼此的關係。

## 通電小實驗

透過通電小實驗，發現在\_\_\_\_\_極有蛋白質吸附在電極表面，這說明了蛋白質的表面帶有\_\_\_\_\_的電性。請將觀察到的結果畫在下面實驗裝置圖中。

實驗裝置圖：



根據此項結果，請重新說明或畫圖表示豆漿中蛋白質彼此的關係。

## 蛋白質的凝聚現象

將豆漿分別加入三種電解質的水溶液中，請說明看到凝聚現象的差異。

電解質水溶液	食鹽(NaCl)	氯化鈣(CaCl <sub>2</sub> )	明礬(KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )
凝聚差異說明			

※根據實驗結果，你認為是什麼原因造成凝聚的差異呢？



## 一窺究竟

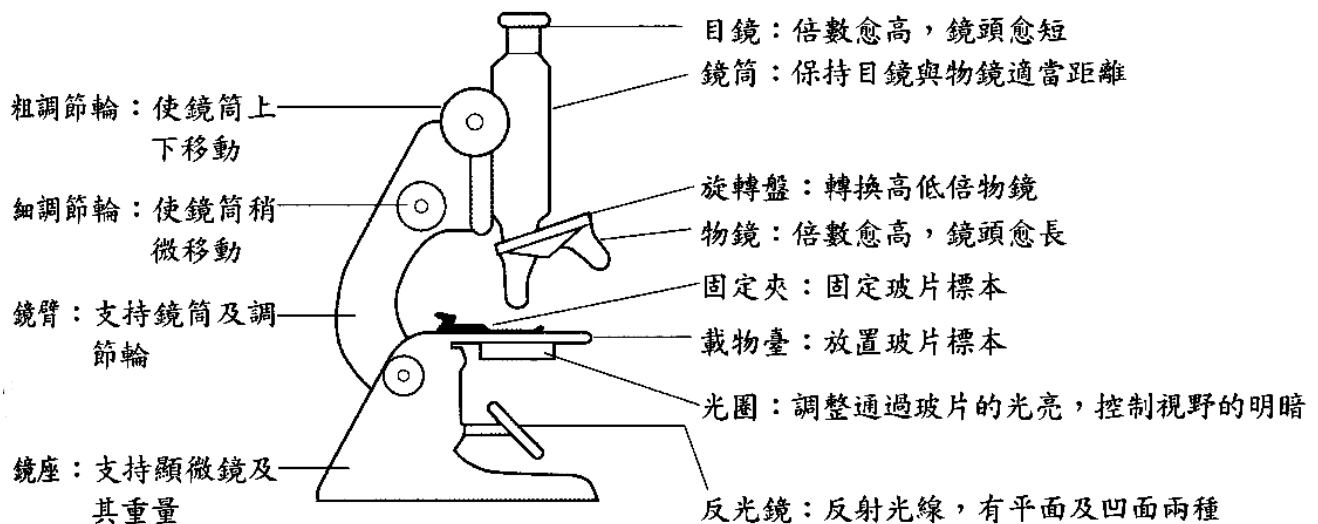
### 量化實驗設計

1. 若進行實驗，除了定性結果以外，有哪些方式能夠量化並比較大豆蛋白凝析後沉澱的結果？

### 顯微測量技術

#### 複式顯微鏡

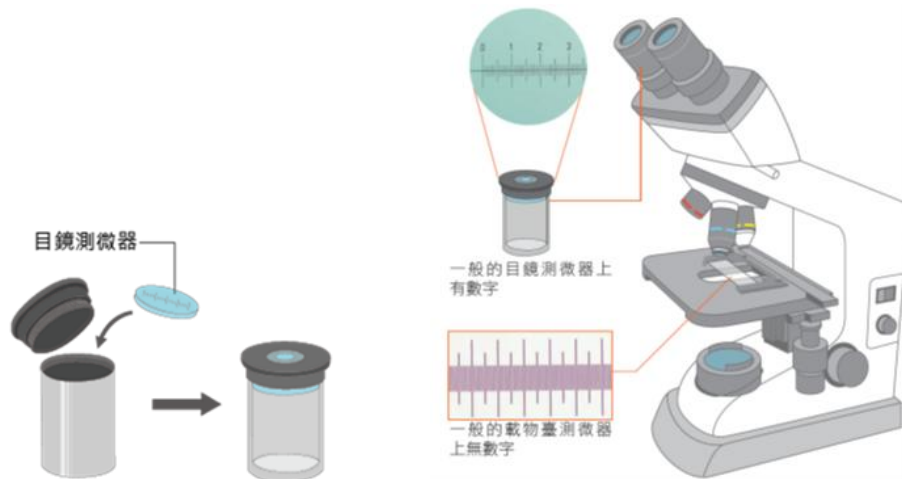
構造與功能：



使用方法：

- (1) 開啟電源與光源
- (2) 玻片標本對準載物臺上圓孔
- (3) 轉動旋轉盤，使低倍物鏡對準圓孔
- (4) 轉動粗調節輪，使物鏡靠近玻片標本(不可碰到玻片)
- (5) 眼睛觀察，轉動粗調節輪，拉開鏡頭與標本之距離，直到看到物體
- (6) 轉動細調節輪，將物體的像調到最清楚
- (7) 若要換高倍物鏡，放大部位移到中央，轉動旋轉盤換高倍物鏡，轉細調節輪，不可轉動粗調節輪

## 顯微測量



### 1. 器材

#### (1) 目鏡測微器

- ① 為一圓形玻片，使用時需放置於目鏡內
- ② 其上刻有 **100** 小格，每一小格的實際大小未知，須利用載物臺測微器來換算大小。
- ③ 不同倍率物鏡時，但目鏡倍率並未改變，因此目鏡測微器在不同倍率的視野下，雖然每格大小看起來相同，但每格刻度所代表的大小則不同。

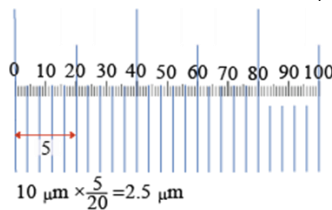
#### (2) 載物臺測微器

- ① 為一長方形玻片，玻片中央刻有一段 **1 毫米(mm)**的直線，此直線被畫分為 **100** 小格，故載物臺測微器的每一小格實際大小為 **0.01mm(10 $\mu$ m)**。
- ② 不同倍率物鏡時，載物臺測微器在不同倍率的視野下，每格大小看起來不同，但每格刻度所代表的大小相同。

### 步驟

- (1) 將目鏡測微器放入目鏡的兩鏡片間。(註：目鏡測微器為一圓形玻片，其上刻有 **100** 小格)
- (2) 將載物臺測微器置於顯微鏡的載物臺上，先利用 **4** 倍物鏡將載物臺測微器上的刻度看清楚。
- (3) 校正目鏡測微器：  
在不同倍率的視野下，皆需要重新校正目鏡測微器每格刻度所代表的大小：
  - ① 調整焦距並移動載物臺測微器，使載物臺測微器與目鏡測微器左側的「**0**」刻度重疊為一條線
  - ② 再將兩測微器另一端重疊處的刻度記錄下來
  - ③ 即可由已知刻度大小的載物臺測微器，換算出在此特定倍率的視野下，目鏡測微器每格刻度所代表的大小，計算方法如下：

$$\text{目鏡測微器每一刻度的大小} = 10\mu\text{m} \times \frac{\text{載物臺測微器之格數}}{\text{目鏡測微器之格數}}$$



## 問題討論

- (1) 在顯微鏡的視野下，如何分辨目鏡測微器和載物臺測微器？
- (2) 在 10 倍及 40 倍的物鏡下，所測得的同一顆紅血球大小相同嗎？為什麼？直徑約多少？

請根據所提供的材料，記錄下各材料的大小。

材料	大小

## 凝析大豆蛋白沉澱物量化實驗

### 一、實驗設計與流程

#### 1. 實驗流程

#### 變因設計

#### 對照組與實驗組

### 實驗記錄與數據分析

Blank rectangular area for notes or data.

實驗過程檢討與修正紀錄

Large blank rectangular area for detailed notes or data.

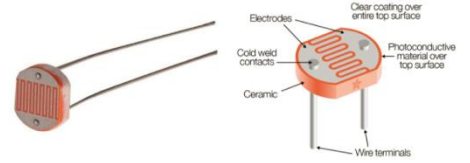
# 緊急迫降

姓名：\_\_\_\_\_

## 1. 光敏電阻的認識：

請使用三用電錶測量不同光強度下，光敏電阻的電阻值：

- (1) 自然光 ( 教室燈光 ) 下：\_\_\_\_\_  $\Omega$
- (2) 黑暗中：\_\_\_\_\_  $\Omega$
- (3) 光強度越強，電阻值越\_\_\_\_\_



## 2. Arduino 介紹：

- (1) Digital 數位接腳
- (2) Analog 類比接腳
- (3) Power 電源接腳  
( 若元件須額外供電可使用 )
- (4) Arduino 狀態燈
  - (1) ON 恆亮
  - (2) L 與 D13 同腳位
  - (3) TX 表 Arduino 傳送資料給電腦
  - (4) RX 表電腦傳送資料給 Arduino
- (5) Reset 鍵

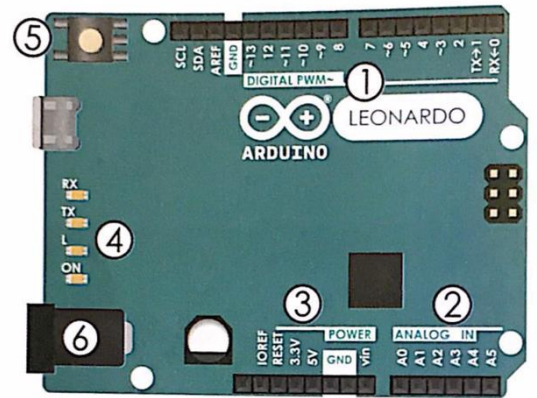
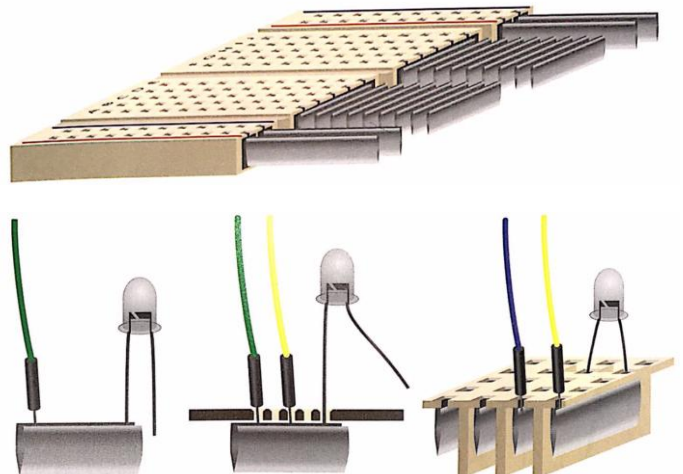
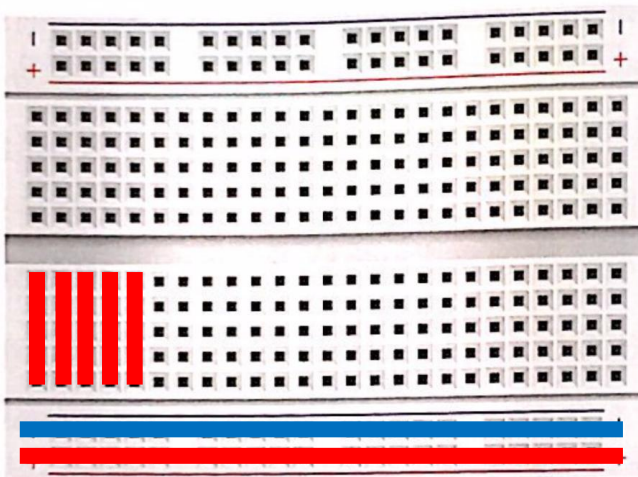


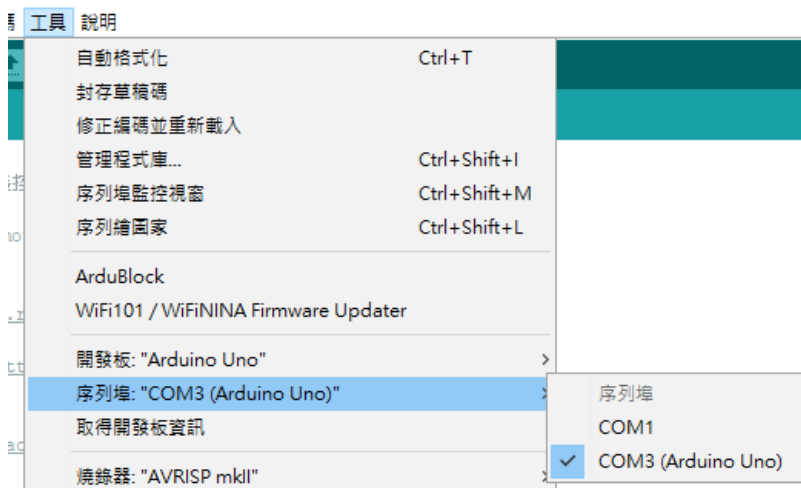
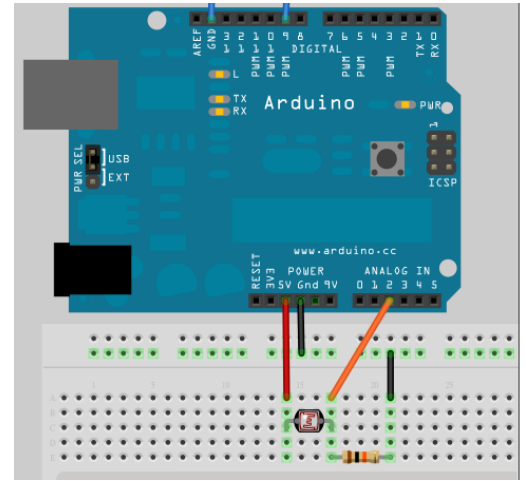
圖 1-12 Arduino 上的零件

## 3. 麵包板的認識：



#### 4. 準備 Arduino 軟體及電路：

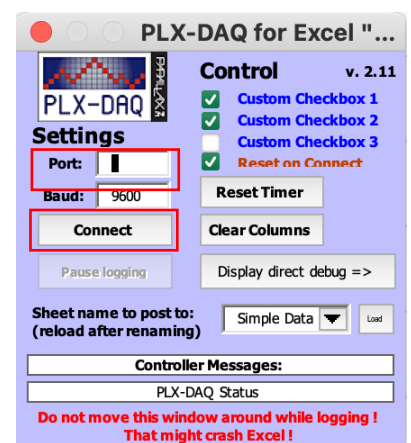
- (1) 將電腦開機，並且安裝 Arduino 軟體。
- (2) 將 Arduino 板連接電腦。
- (3) 請使用麵包板、光敏電阻、電阻，將電路以右圖方式連接。
- (4) 下載附件 soy.zip，並且解壓縮。
- (5) 打開 "soy.ino"，找到「工具」→「序列埠」→選擇 COM "幾" 後面有個(Arduino)，記住這個 COM "幾" 的數字



- (6) 點選上傳



- (7) 開啟 PLX-DAQ.xlsm 的檔案
- (8) 在中間的視窗中找到 port 輸入 Arduino 插在電腦的第幾個 port
- (9) 點選 connect
- (10) 此時應該會看到電腦每秒都會自動讀取光敏電阻的電壓值，並且畫出隨著時間的電壓變化圖。

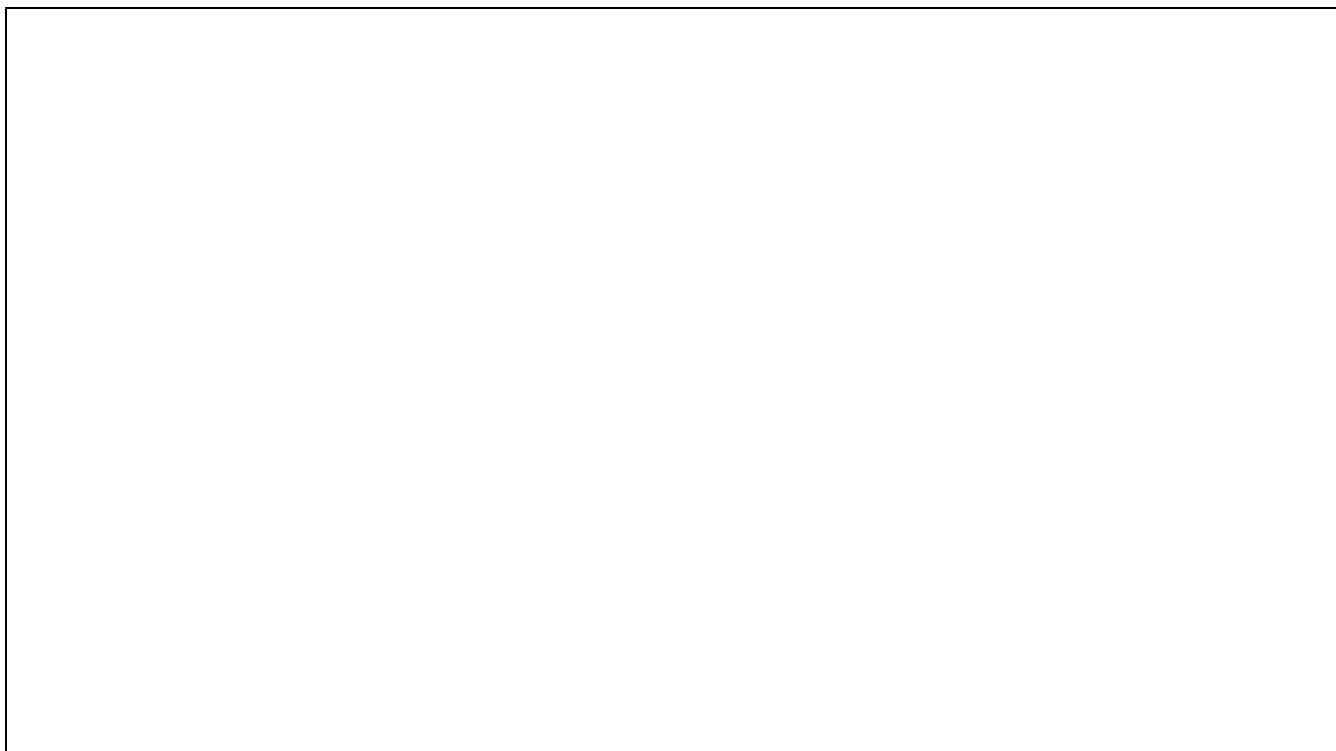


#### 5. 進行實驗：

- (1) 將雷射筆光線對準光敏電阻，中間留空隙放燒杯
- (2) 將豆漿倒入燒杯之中
- (3) 將準備好的明礬倒入豆漿，快速攪拌 10 下
- (4) 立即按下 PLX-DAQ 中的 connect，等待 Excel 中畫出光敏電阻的測量值與時間的關係圖。

6. 畫出/貼上 Excel 給的數據圖：

7. 從數據圖你發現了什麼？



## (五)光敏電阻實驗—soy.ino程式碼

```
int R_value = 0;

void setup(){ // put your setup code here, to run once:
  // open serial connection
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("CLEARSHEET"); // clears sheet starting at row 1
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.print("LABEL,Time,Timer,R_value");
  Serial.println(",");
}

void loop(){ // put your main code here, to run repeatedly:
  R_value=analogRead(A0);
  Serial.print("DATA,TIME");
  Serial.print(",");
  Serial.print("TIMER");
  Serial.print(",");
  Serial.print( R_value ); //print message
  Serial.println(",");
  delay( 1000 ); // waits a few milliseconds
}
```