

# 生活現象的探究與實作：咖啡牛奶篇

## 課程模組說明

課程設計者：新北高中 鍾曉蘭、鄭元菁、林淑芬老師

附表：咖啡牛奶的課程規畫表修正版本（19 週課程\_114 學年度第一學期新修課程）

| 週次   | 單元/主題 | 內容綱要  |  |
|------|-------|---|--|
| 教學大綱 | 1     | <p><b>生活現象的探究與實作：咖啡牛奶篇</b></p> <p><b>跨科概念：物質與能量、科學與生活</b></p> <p>Part 1：<br/>試做熱水實驗</p> | <p><b>【課程說明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 說明<b>自然科學探究與實作和實驗課</b>的差異？</li><li>● 說明探究與實作課程理念與學習歷程檔案的重要性</li><li>● 說明上課方式、課程主題與內容、評量方式與規準、分組與座位規劃表等</li><li>● 簡易說明探究與實作的探究學習內容<b>(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)</b></li></ul> <p><b>【發現問題】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 觀察現象<b>(生活情境引導)</b>：<br/>想喝杯熱咖啡，到底在沖完咖啡後，立刻加入室溫的保久乳，還是喝的時候再將保久乳倒入咖啡，咖啡會比較燙？<b>(引導學生思考自己或家人喝咖啡的經驗，何種情況下能夠喝到溫度比較高的咖啡，可以讓學生先試做熱水實驗，練習實驗技能；進而操作黑咖啡實驗，從觀察現象發現可能的影響因素，並區分操作變因、控制變因與應變變因。)</b></li></ul> <p><b>【試做熱水實驗】(對照組)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 要觀察熱水水溫隨時間的變化情形，要選用那些器材？器材的用途與使用方式？<b>(如何加熱？如何稱取觀測物？溫度計要怎麼固定？溫度計放在燒杯什麼位置測量才精準？如何判讀溫度計度數？多久測量一次溫度？)</b></li><li>● 如何記錄觀測的結果？<b>(如何設計手繪紀錄表格？)</b></li><li>● 學習以 chrome book 上傳學習單 pdf 檔</li></ul> |
|      | 2     | Part 1：<br>試做一杯熱水實驗<br>(續)  | <ul style="list-style-type: none"><li>● 請同學根據上週的觀察數據，在作圖區(方格紙)畫<b>一杯熱水</b>水溫對時間的關係圖，圖中需註明圖的名稱、坐標軸的名稱和單位，並標註刻度大小及可能的趨勢或規律。<b>(手繪關係圖)</b></li></ul> <p><b>【試做黑咖啡】(對照組)</b></p>   |

|   |                                |  |  |
|---|--------------------------------|--|--|
|   | <p>Part 2 :<br/>試做二杯黑咖啡</p>    |  | <p>學生在進行黑咖啡實驗之前，請小組討論以下的問題：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 同學進行黑咖啡實驗之前，請小組討論以下的問題：(一組討論三個問題，接著小組發表想法，其他組給回饋意見)</li> <li>● 取多少公克的咖啡粉?要加多少水?怎麼量體積?怎麼量重量?怎麼測量才精準?什麼尺寸的燒杯?(一定要討論及寫詳答)</li> <li>● 溫度計要怎麼固定?溫度計放在燒杯什麼位置測量才精準?如何判讀溫度計度數?多久測量一次溫度?(一定要討論及寫詳答)</li> <li>● 怎麼避免熱量和水分蒸發?(杯口)(後面四題，一組挑一題討論並發表)</li> <li>● 熱水初溫要幾度?怎麼加熱?</li> <li>● 質量、體積、溫度的估算值，怎麼紀錄?</li> <li>● 如何避免降溫過快?(環境及裝置)</li> </ul> <p>2.進行二杯黑咖啡實驗：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 寫下黑咖啡的配方：說明使用條件、器材、配製方法與簡易的實驗步驟等(記得拍照)</li> <li>● 設計簡易表格，記錄黑咖啡液溫隨時間的變化。(要觀察多久時間呢?所記錄的數據何者為x軸?何者為y軸?自變項、依變項與x軸、y軸的關係為何?)</li> </ul> <p>✚ 挑戰任務如下，每達成一項加一分：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 初溫超過 90.0°C</li> <li>● 兩杯初溫一致</li> <li>● 兩杯末溫在 0.5°C以內</li> <li>● 每杯初溫末溫差 6°C以內</li> <li>● 控制變因一致</li> </ul> |
| 3 | <p>Part 2 :<br/>試做二杯黑咖啡(續)</p> |  | <p>1.二杯黑咖啡實驗(續)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 請同學根據上述的觀察數據，使用 EXCEL 或其他科技軟體畫出二杯黑咖啡液溫對時間之變化關係圖，圖中需註明圖的名稱、坐標軸的名稱和單位，並標註刻度大小及可能的變化趨勢或規律。</li> <li>● 寫下你的試做黑咖啡的觀察與結果：(以科學用語描述實驗的過程與結果，初步結論包含下列的面向)</li> <li>● 巨觀現象的描述：引導學生描述出所觀察的現象(Y:依變項)隨條件不同(X:自變項)而不同;</li> <li>● 細部的數據分析：根據實驗結果，分析出不同</li> </ul>   |

|  |                        |  |
|--|------------------------|--|
|  | Part 2 :<br>試做二杯黑咖啡(續) | <p>時期的溫度下降率(學生需要判斷出應計算哪幾段變化率)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 歸因:溫度下降率受那些因素影響?如何以已知或查詢的資訊進行科學解釋?</li> <li>● 對初步實驗的反思與改進:引導學生思考實驗誤差產生的可能原因?如何改進實驗步驟?例如:如何讓控制變因不變?</li> </ul> |
|--|------------------------|--|

|   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| 4 | Part 3 :<br>從試做黑咖啡的經驗中發現各種變因與關係      | <p><b>[發現問題]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 預測可能影響因素與關係：影響咖啡牛奶最後溫度的因素可能有什麼？變因之間的可能關係是什麼？盡可能寫出影響因素及彼此間的關係，越多越好。(讓學生自行思索可能影響最後咖啡牛奶的溫度，可能是環境變因、杯子材質、牛奶加入的時間、加入牛奶的類型等等。)(列出所有可能的變因，加入牛奶時間點為操作變因，其他條件皆為控制變因，思考出的變因越多越好，顯示學生能理解控制變因要確實控制不變。)</li> <li>▶ 示例_杯子口徑:口徑越大，水與空氣接觸面積越大，蒸發速率越( )，散熱越( )，咖啡末溫越( )</li> <li>▶ 概分四大項目討論變因與關係 <ul style="list-style-type: none"> <li>一、環境條件的相關因素：</li> <li>二、容器的相關因素：</li> <li>三、內容物的相關因素：</li> <li>四、實驗流程的相關因素：</li> </ul> </li> </ul> |
|   | Part 4 :<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對咖啡牛奶液溫變化影響 | <p><b>[發現問題]與[規劃與研究 1-1]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 依據情境提出研究動機、研究目的與研究問題：</li> <li>● 研究動機</li> <li>● 研究目的</li> <li>● 形成或訂定問題：探究咖啡牛奶溫度的影響因素與可能關係，提出 <b>Whether、What、Why 及 How</b> 等不同類型的<b>研究問題</b>。(操作變因為<b>不同時間點加入牛奶</b>，請根據這個操作變因與應變變因之間可能的關係來提出問題，儘量提出 <b>How</b> 的問題。)<br/>示例_什麼因素影響<b>不同時間點加入牛奶之咖啡牛奶的溫度變化?(What)</b></li> </ul>  |
|   | Part 2 :<br>從查詢資料與提出可能的假設            | <p><b>[發現問題]與[規劃與研究 1-2]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 尋找變因或條件：依據上週的實驗，找出影響咖啡降溫的可能原因：寫下研究的<b>實驗假說(或實驗假設)</b>，說明挑選的影響因素，是如何影響實驗結</li> </ul>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <p>果的？(請用肯定句，句子中只能包含一個影響因素，並且定量描述結果。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 蒐集資訊：學習從具效度之參考資料庫找尋可驗證的觀點與可能原理為何？(請學生提出關鍵詞並摘要資料的重點，提供查詢的參考資料來源與網址等)</li> <li>● 請學生說明所挑選的影響因素，推測影響實驗結果的原因？(教師此時協助學生判斷何種問題是可驗證，並引導學生思考最想要做的問題是哪一個。)</li> <li>● 請說明你所挑選的影響因素，推測影響實驗結果的原因？(提示：引導學生思考先加牛奶和後加牛奶的前 5 分鐘，這兩杯主要差異為何?)</li> <li>● 引導學生思考並歸納出造成拿鐵溫度變化差異的四大因素：質量、比熱、油脂與溫差。</li> </ul>         |
| 7 | Part 3：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對咖啡牛奶液溫變化影響      | <p><b>[規劃與研究 1-3]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 請挑選一個影響因素，並寫下你決定要研究的實驗假說，請學生寫出小組提出的 CER 論證模式。(此處可引入初步的 CER 論證模式，讓學生理解 CER 三者的定義，並將前一週討論出的結果，轉換成 CER 論證模式，以培養學生論證的能力。)</li> <li>● 依據你的實驗假說，開始設計一個實驗：實驗的變因為何？(包含操縱變因、控制變因及應變變因)</li> <li>● 依據你的實驗假說，開始設計一個實驗：實驗的變因為何？說明要如何測量應變變因？預計做幾組實驗？說明每組實驗的初始條件與實驗設計為何？(溫度計怎麼固定？如何判讀溫度計讀數？測量溫度的頻率為何？加入牛奶後是否立刻測量溫度?)</li> </ul> |
| 8 | Part 3：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對咖啡牛奶液溫變化影響_設計實驗 | <p><b>[規劃與研究 1-4]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 學生預做冷水加入熱水的實驗，練習實驗的操作流程，並規劃實驗流程圖，拍攝各種照片。</li> <li>● 設計一個方便記錄你們觀察數據的表格，詳細紀錄實驗結果。(表格中需要包含操縱變因、觀察變因、單位及數字；實驗進行中的每個步驟，都要拍照記錄。)</li> </ul>   |
| 9 | Part 3：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響_實驗初探   | <p><b>[規劃與研究 1-5]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 根據上週規劃的實驗設計與流程，進行實驗初探。</li> <li>● 學習如何控制各種變因，以減少實驗誤差。</li> <li>● 紀錄數據，完成數據表格。</li> </ul>  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | Part 3：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響(精進實驗)     | <p><b>[規劃與研究 1-6]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 根據上週的初步實驗結果，改進實驗的過程。</li> <li>● 重新收集數據，最好是多次測量求平均值。(引導學生思考，在哪些狀況下，所測量的數據可以平均，譬如初溫、室溫、濕度及擺放位置等控制變因要一致，才能將觀測數據進行平均。)</li> <li>● 若控制變因並未控制一致，引導學生重複做實驗，並思考如何精進實驗過程?(例如:引導學生思考如何避免降溫過快?兩杯實驗過程降溫環境是否控制一致等?)</li> </ul>   |
| 11 | Part 4：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響_數據處理與分析   | <p><b>[論證與建模 1-1] 實驗數據處理與分析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 依據整理後的資料數據，製作圖表(使用 CHROME BOOK, 教師需預留時間教會學生使用新工具): 確認哪一項變因為 X 軸、Y 軸，確認變因單位與範圍，學習使用軟體與繪製圖表，畫出關係圖，計算或分析不同時期的溫度變化量。(引導學生思考如何依據要表達的目的，使用合適的圖，畫出關係圖，計算或分析不同時期的溫度變化量。)</li> </ul>   |
| 12 | <b>期中考週</b>                                 |  |
| 13 | Part 4：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響_巨觀描述與初步解釋 | <p><b>[論證與建模 1-2] 建立關係式與討論</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 解釋和推理：詳細描述測量所觀察的現象，由資料數據的變化趨勢看出其蘊含的意義；討論結論背後可能的因果關係或影響因素，並形成解釋。(描述測量所觀察的現象，如當咖啡溫度高於室溫越多時，每秒溫度的下降率越多；發現實驗結果的異同處，可查詢資料，提出產生異同的可能原因，如牛頓冷卻定律、比熱、蒸發作用、熱容量不同或牛奶中油脂之影響等。)</li> </ul>  |
| 14 | Part 5：<br>探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響_建模與進階論證   | <p><b>[論證與建模 1-3]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 建立模型：以結構或系統的經驗將數據、資料或概念以圖像呈現，以建立質性或量化的模型。(量化模型可由趨勢線中，找出關係式，比較從實驗數據建立的關係式與牛頓冷卻定律關係式的異同，藉此分析不同變因是否對關係式產生不同的影響。)</li> <li>● 提出結論或解決方案：由探究結果形成結論或論點；針對既有的數據、質性或量化關係、結論等不足之處決定是否有重複實驗或實作之必要?)(請同學思考解釋與討論是否能回應研究目的與研究問題，引導學生思考自己所建立的量化模型與牛頓冷卻定律之間的關係?建立進階 CER，思考如何的自己找到的證據與前一週的討</li> </ul> |

|    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
|    |                         | <p>論與解釋，是否可以支持之前的主張；若不行，是修改主張還是需要重複實驗?)</p>  |
| 15 | Part 5：<br>製作實驗報告與簡報(一) | <p><b>[表達與分享 1]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 表達與溝通：請各組整理前幾周的資料，完成一份探究與實作的海報/簡報，並準備 8 分鐘為限的口頭發表。(請同學再次檢查，研究問題是否皆已討論，討論是否合宜等)</li> <li>● 一般完整的報告，須包含研究動機、研究目的、研究問題、研究假說、實驗設計、實驗流程、實驗數據與分析、實驗結果與討論、結論、心得等部分。(以上各部分均可在學生前幾週的學習單紀錄中找到對應。)</li> <li>● 需提醒學生一份好的海報/簡報須讓視聽人能一目瞭然的看懂，因此除了文字部分(須將前面部分的小組紀錄重點精簡化)，包含清楚的呈現表格(例如實驗設計與實驗數據時的表格美化、有沒有哪些資料是不需呈現、表格標題的清楚標示等)</li> </ul>   |
| 16 | Part 5：<br>製作實驗報告與簡報(二) | <p><b>[表達與分享 2]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗流程的圖示化(可建議)與紀錄(實驗時的照片記錄、照片需說明放此照片的用意)清楚，以及座標圖的美化、座標、單位等等再確認，切勿一字不漏地將前面的內容抄下來。)</li> <li>● 引導學生注意： <ol style="list-style-type: none"> <li>1.檔案的長度(頁數)，需約在 8 分鐘時間內講完的重點內容。</li> <li>2.論點、結論配有圖表說明較易讓聽眾掌握。</li> <li>3.各項圖、表大小需適當。</li> <li>4.參考資料以 APA6 格式呈現。</li> <li>5.呈現組員分工情況。</li> </ol> </li> <li>● 指導各組口頭報告技巧： <ol style="list-style-type: none"> <li>1.應熟悉報告內容，避免唸稿式報告。</li> <li>2.組員要注意支援說明。</li> <li>3.報告時應面對聽眾。</li> </ol> </li> <li>● 4.提問是統問統答，要記好同學的問題，不要漏答等。</li> </ul> |
| 17 | Part 6：<br>口頭報告實驗成果(一)  | <p><b>[表達與分享 3]前四組口頭發表</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 合作與討論：在各小組分享的過程中，提出問題與回饋。(可以配合投影片給予學生一些提示。若老師覺得學生對於這些因素不夠熟悉，可自行設計小組互評單，幫助學生釐清思路。)</li> <li>● 評價與省思：在聽完各組提供的回饋之後，針對各組的回饋與問題進行回覆，進而反思並修正自己</li> </ul>  |

|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
|      |  |  | 的各階段內容，亦可重新設計新的思考實驗。(在各組發表結束後，老師可以針對各組不同的變因，和學生探討組間的比較)  |
| 18   | Part 6：<br>口頭報告實驗<br>成果(二)   |  | <p><b>[表達與分享 4] 後四組口頭發表</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 發表過程同上一週</li> <li>● 課後心得與反思：反思探究過程所遭遇的問題或困難、如何解決及待解決的問題，亦可重新設計新的思考實驗。(學生宜說明學習到哪些知識、能力與小組合作的情形、對未來學習的影響等)</li> </ul>   |
| 19   | 教師引導學生<br>如何製作學習<br>歷程檔案：  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 建議同學將學習成果作為附錄，學習歷程一開始需要整理出 1 – 2 頁重點摘要，簡要說明學習歷程，內容包含：</li> <li>● 前言（研究背景、學習動機或興趣，要盡量與生活相關）、</li> <li>● 學習主題或主要內容（在課程中他學習到什麼學習概念/能力/學習態度，可用心智圖、表格或流程圖呈現，會更有結構性），</li> <li>● 學習主要歷程（可自製圖或表，或串聯一系列的照片說故事，更能呈現個人的獨特性或邏輯性），</li> <li>● 學習中進步最多之處（有什麼提升學習效率的發現，比較個人或小組在修習課程前後的具體進步情形，特別是能力），</li> <li>● 以及學習反思與心得（說明碰到的困難，未來如何解決；或對未來學習的影響等），</li> <li>● 具有代表性或多元面向的學習成果當成附錄（前面所提及進步最多之處的學習歷程之佐證資料）。</li> </ul> |
| 學習評量 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上課各週學習單:30%</li> <li>2. 期末報告:20%</li> <li>3. 口頭發表: 20%</li> <li>4. 上課平時表現:30%</li> </ol> |  |  |
| 備註   |  |  |  |

☞參考資料:

任宗浩 (2018, 6 月)。咖啡加牛奶。科學素養導向評量工作坊，臺北市立中山女子高級中學。  
鐘建坪、鍾曉蘭、謝東霖和許舜婷 (2021)。高中自然科學探究與實作：咖啡牛奶的探究與實作課程。臺灣化學教育電子期刊，2021 年 3 月。網址: <http://chemed.chemistry.org.tw/?p=40266>