

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_113 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 | 生活現象的探究與實作:咖啡牛奶篇 跨科概念: 物質與能量、科學與生活 Part 1 : 試做熱水實驗 | [課程說明] <ul style="list-style-type: none">● 說明自然科學探究與實作和實驗課的差異？● 說明探究與實作課程理念與學習歷程檔案的重要性● 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● 簡易說明探究與實作的探究學習內容(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享) [發現問題] <ul style="list-style-type: none">● 觀察現象(生活情境引導): 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？(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。) [試做熱水實驗](對照組) <ul style="list-style-type: none">● 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?(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?)● 如何記錄觀測的結果?(如何設計紀錄表格?)● 請同學根據上述的觀察數據，在作圖區畫出水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趨勢線。)● 請學生根據實驗過程反思如何改進實驗步驟?(紀錄實驗中可能造成誤差的步驟。) |

| | | | |
|--|---|-------------------|---|
| | 2 | Part 1 : 試做黑咖啡 | <p>[試做黑咖啡](對照組)</p> <p>學生在進行黑咖啡實驗之前，請小組討論以下的問題：(一組討論一個問題，接著小組發表想法，其他組給回饋意見)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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? ▶ 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? ▶ 怎麼避免熱量和水分的蒸發? ▶ 熱水初溫要幾度?怎麼加熱? ▶ 黑咖啡放在什麼位置，測量降溫? ▶ 如何拍照實驗過程或記錄哪些資訊? ▶ 質量、體積、溫度的估算值，怎麼紀錄? ▶ 如何避免降溫過快? <ul style="list-style-type: none"> ● 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) ● 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?) ● 請同學根據上述的觀察數據，使用科技軟體畫出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趨勢線。) ● 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) <ul style="list-style-type: none"> ◇ 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; ◇ 細部的數據分析:根據實驗結果，分析出不同時期的溫度下降率(學生需要判斷出應計算哪幾段變化率) ◇ 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? ◇ 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? |
|--|---|-------------------|---|

| | | |
|---|-------------------------------------|---|
| 3 | Part 1： 從試做黑咖啡的經驗中發現問題 | <p>[發現問題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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。) ▶ 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() ● 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 Whether、What、Why 及 How 等不同類型的研究問題。(操作變因為不同時間點加入牛奶，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 How 的問題。) ▶ 示例_什麼因素影響不同時間點加入牛奶之咖啡牛奶的溫度變化?(What) |
| 4 | Part 1： 從試做黑咖啡的經驗中提出變因與查詢資料 | <p>[發現問題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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) ● 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。) ▶ 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?) ▶ 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。 |
| 5 | Part 2： 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>[規劃與研究 1-1]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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；寫下研究的實驗假說(或實驗假設)，說明挑選的影響因素，是如何影響實驗結果的？(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。) |

| | | |
|---|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ● 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。) ● 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) ● 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？並完整寫出你的實驗流程。(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？) ● 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。) |
| 6 | Part 2： 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>[規劃與研究 1-2]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 根據上周的初步實驗結果，改進實驗的過程。 ● 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。) ● 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?) |
| 7 | Part 3： 探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響(一) | <p>[論證與建模 1-1] 實驗數據處理與分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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。) |
| 8 | Part 3： 探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響(二) | <p>[論證與建模 1-2]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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) |

| | | |
|----|--|--|
| | | <p>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。)</p> |
| 9 | <p>Part 3： 探究不同時間點加入室溫牛奶對拿鐵液溫變化影響(三)</p> | <p>[論證與建模 1-3]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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。) ● 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?建立中階 CER，思考如何的自己找到的證據與前一週的討論與解釋，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?) |
| 10 | <p>Part 4： 第二階驗證實驗</p> | <p>[規劃與研究 2-1]根據單一變因，進行驗證</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 依據上週的實驗，找出第二次實驗想要探究的變因，如溫度差異或質量差異等，提出第二層實驗的實驗假說。 ● 依據你的實驗假說，重新設計新一輪的實驗(第二層驗證實驗)：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(最好是5組以上)?說明每組實驗的初始條件與實驗設計為何?並完整寫出你的實驗流程。(學生宜說明第二階實驗設計與第一次實驗設計之間的關係，藉以訓練學生的邏輯推理與表達能力。) ● 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(跟第一實驗有何不同呢?)。 |
| 11 | <p>Part 4： 第二階驗證實驗(精進實驗)</p> | <p>[規劃與研究 2-2]根據單一變因，進行驗證</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 根據上周的初步實驗結果，改進實驗的過程。 ● 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，例如: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。) ● 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?不同次的實驗過程降溫環境是否控制一致等?) |
| 12 | Part 4 : 第二階驗證實驗數據處理與繪製關係圖 | <p>[論證與建模 2-1] 第二階實驗數據處理與繪製關係圖</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 依據整理後的資料數據，製作圖表：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。(引導學生應用前兩週所學的軟體畫出第二階實驗的關係圖，計算或分析不同時期的溫度變化量。) ● 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。(引導學生應用前兩週所學的軟體畫出第二階實驗的關係圖之趨勢線與關係式，比較操作變因對實驗變化與關係式的影響。) |
| 13 | Part 4 : 第二階實驗數據分析與比較 | <p>[論證與建模 2-2] 實驗數據分析與討論</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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?不同變因是如何影響關係式中的各種參數呢?) |
| 14 | Part 4 : 討論與結論： 兩次實驗之間的分析與比較 | <p>[論證與建模 2-3]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提出結論或解決方案：由探究結果形成結論或論點；針對兩次的數據、質性或量化關係等分析，進行兩次實驗結果異同的比較?第二次實驗結果是否能支持或反駁第一次實驗結果?(此處可再次進行的進階 CER 論證模式。) |
| 15 | Part 5 : 製作實驗報告與簡報(一) | <p>[表達與分享 1]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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) ● 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。) |

| | | |
|----|-----------------------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ● 需提醒學生一份好的海報/簡報須讓視聽人能一目了然的看懂，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) |
| 16 | Part 5： 製作實驗報告 與簡報(二) | <p>[表達與分享 2]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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。) ● 引導學生注意： <ol style="list-style-type: none"> 1.檔案的長度(頁數)，需約在 8 分鐘時間內講完的重點內容。 2.論點、結論配有圖表說明較易讓聽眾掌握。 3.各項圖、表大小需適當。 4.參考資料以 APA6 格式呈現。 5.呈現組員分工情況。 ● 指導各組口頭報告技巧： <ol style="list-style-type: none"> 1.應熟悉報告內容，避免唸稿式報告。 2.組員要注意支援說明。 3.報告時應面對聽眾。 ● 4.提問是統問統答，要記好同學的問題，不要漏答等。 |
| 17 | Part 6： 口頭報告實驗 成果(一) | <p>[表達與分享 4]前四組口頭發表</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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。) ● 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： 口頭報告實驗 成果(二) | <p>[表達與分享 5] 後四組口頭發表</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 發表過程同上一週 ● 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) |

| | | | |
|------|--|-------------------|--|
| | 19 | 教師引導學生如何製作學習歷程檔案： | <ul style="list-style-type: none"> ● 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： ● 前言（研究背景、學習動機或興趣，要儘量與生活相關）、 ● 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）， ● 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）， ● 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）， ● 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）， ● 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）。 |
| 學習評量 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 上課各週學習單:30% 2. 期末報告:20% 3. 口頭發表: 20% 4. 上課平時表現:30% | | |
| 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>