

E1-09 「第四學習階段科學素養長期追蹤」

範例題

2021.8.30

本次公告的試題為「細胞與濃度的變化」與「鋁罐保溫」，題型皆為題組，依據自然科學領域課程綱要之學習內容設定問題的情境後，參考課綱所列之自然科學領域學習表現，以一系列的問題作為子題的提問，且設計題組的子題時，以涵蓋不同的學習表現為原則。在「細胞與濃度的變化」中，涵蓋了「推理論證」、「分析與發現」、「計畫與執行」和「建立模型」等學習表現；在「鋁罐保溫」中涵蓋的學習表現則有「計畫與執行」、「推理論證」和「分析與發現」。

一、素養導向試題範例

細胞與濃度變化

食材（如海帶芽、馬鈴薯、肉絲等）烹調之前，可能會先浸泡於溶液中（如水、糖水、鹽水等），一段時間之後，食材的形狀和體積可能會變得和原本不太一樣，這個現象和食材失去或獲得水分有關。

食材來自於生物體，生物體皆由細胞組成，而細胞在不同濃度的溶液中可能膨脹、萎縮或是維持相同的狀態；若是細胞膨脹，重量變大，若是細胞萎縮，重量則變小。

為了探討細胞在不同濃度溶液中的變化情形，小棠試著以馬鈴薯和糖水做實驗，觀察可能出現的變化。

設計說明

本題提供實驗情境，了解學生科學探究歷程應具備的知識與能力，尤其著重數據解讀、觀察並運用數據趨勢、檢核探究過程合理性，以及於生活情境中運用自然界模型的能力。以馬鈴薯浸泡於溶液中的實驗情境為例，首先評量學生執行實驗所需的知識與能力（溶液配製）；接著提供實驗設計、步驟與數據，評量學生解讀數據獲得結果，以及觀察數據趨勢形成模型與理解模型的能力，並能對於探究過程及所形成的結論進行檢核，提供能增加結論可靠性的方法，最後則評量學生是否能將實驗結果得到的模型運用於生活中相關的現象。

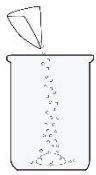
濃度與細胞的變化：問題 1

溶液濃度的表示方法有很多種，其中，「重量百分濃度(%)」是指每 100 公克溶液中所含溶質的公克數，例如：100 公克的砂糖溶液中，含有 5 公克的砂糖與 95 公克的水，便稱此溶液的重量百分濃度為 5%。

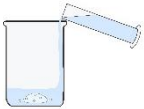
在攝氏 25 度的環境中，小棠想運用砂糖和水配出重量百分濃度 10% 的砂糖溶液，燒杯中他應該添加的砂糖（步驟一）和水（步驟二）的重量分別是多少？

若需計算，可點題目上方計算機。

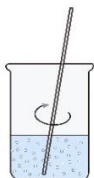
步驟一：添加砂糖

	☐	☐	☐	☐
	21 公克	20 公克	10 公克	5 公克

步驟二：添加水

	☐	☐	☐	☐
	95 公克	50 公克	45 公克	10 公克

步驟三：均勻攪拌



計分

學習內容：

Jb -IV-4 溶液的概念及重量百分濃度(P%)、百萬分點的表示(ppm)。

學習表現：

思考智能：推理論證

tr -IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。(能正確運用所習得的知識)

題型：多重選擇題

滿分

代碼 1：砂糖 5 公克、水 45 公克

零分

代碼 0：其他答案。

代碼 0x：沒有作答。

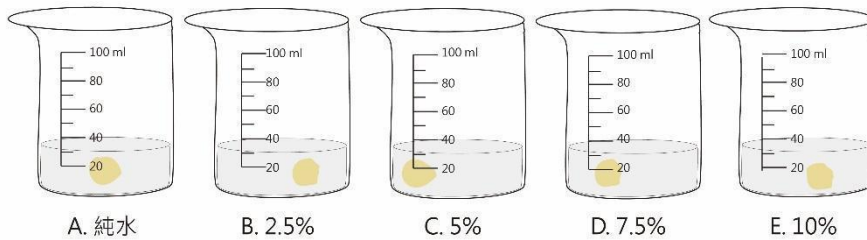
說明(含設計理念)

本題評量學生應用已知的科學知識(重量百分濃度的概念理解)，選用材料的適切配製量(砂糖與水的質量)。

濃度與細胞的變化：問題 2

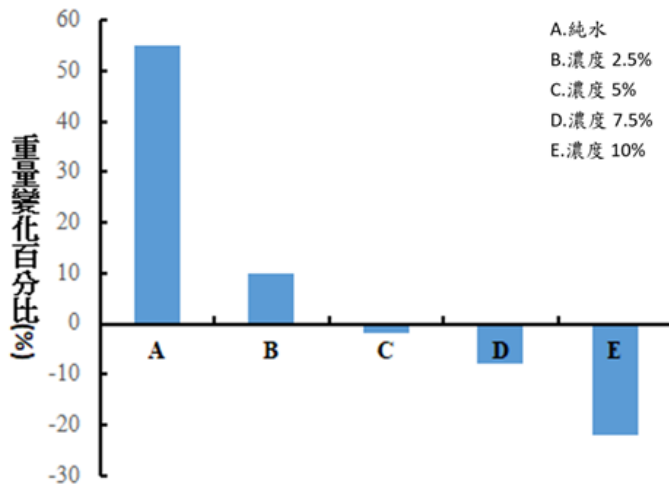
為了探討細胞在不同濃度溶液中的變化情形，小棠的實驗步驟與結果如下。

- 一、取 5 個小燒杯，編號為 A、B、C、D、E，依序盛裝 30 公克的純水以及不同濃度的砂糖溶液。
- 二、從同一顆馬鈴薯切出 5 塊形狀相同、皆為 2 公克的馬鈴薯塊，分別放入 A 至 E 燒杯中，如圖(一)。



圖(一)五個燒杯盛裝液體後放入馬鈴薯塊示意圖

- 三、過一小時後，取出馬鈴薯塊，將其表面的液體以吸水紙吸乾後稱重。
- 四、計算各個馬鈴薯塊在浸泡溶液前後的重量變化，並將之換算成重量變化百分比(%)，如圖(二)所示。



圖(二)不同燒杯中浸泡的馬鈴薯塊重量變化情形

依據小棠的馬鈴薯實驗，應可獲得下列何項結果或推論？

- (A) 重量變化百分比和原本差異最大的是浸泡在水中的馬鈴薯塊。
- (B) 浸泡在 10% 砂糖溶液的馬鈴薯塊重量變化最小。
- (C) 馬鈴薯塊的重量變化百分比和其浸泡的砂糖溶液濃度呈正比。
- (D) 若將浸泡時間增為兩倍，馬鈴薯塊的重量變化也會增為兩倍。

計分

學習內容：

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)。

學習表現：

問題解決：分析與發現

pa-IV-2 能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其他相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。（能運用思考智能、數學等方法從所得的資訊或數據，形成解釋、發現新知）

題型：選擇題

滿分

代碼 1：(A)

零分

代碼 0：其他答案。

代碼 0x：沒有作答。

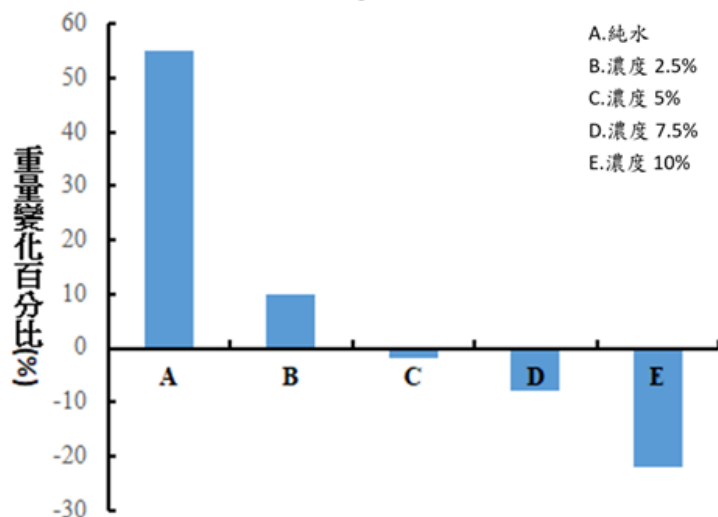
說明(含設計理念)

本題評量學生依據實驗步驟，對於所獲得實驗數據進行解讀的能力：了解實驗步驟，藉由實驗數據（溶液濃度與重量變化百分比）說明實驗結果，不做沒有根據的推論。

濃度與細胞的變化：問題 3

小棠將馬鈴薯塊放入一杯未知濃度的砂糖溶液，一小時後測得馬鈴薯塊變輕，且其重量減少了 15%（即重量變化百分比為-15%），根據小棠的實驗結果(如圖二)，則此砂糖溶液較可能為下列何種濃度？

若需計算，可點題目上方計算機。



圖（二） 不同燒杯中浸泡的馬鈴薯塊重量改變情形

※A、B、C、D、E，依序盛裝 30 公克的純水以及 2.5%、5%、7.5%、10%的砂糖溶液。

- (A) 2%
- (B) 5%
- (C) 9%
- (D) 12%

計分

學習內容：

Jb -IV-4 溶液的概念及重量百分濃度(P%)、百萬分點的表示(ppm)。

學習表現：

問題解決：計劃與執行

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（如設備、時間）等因素，規劃具有可信度（如多次測量等）的探究活動。（能辨明自變項、應變項，並預測活動的可能結果）

題型：選擇題

滿分

代碼 1：(C)

零分

代碼 0：其他答案。

代碼 0x：沒有作答。

說明(含設計理念)

本題評量學生由數據得出並應用兩個變項間關係的能力：檢視實驗數據以理解變項間的關係（溶液濃度與重量變化百分比之間的關係；溶液濃度愈高，重量變化百分比愈小，甚至變成負值），並以獲得的關係對其他實驗結果進行合理的預測。

濃度與細胞的變化：問題 4

小棠依據實驗結果，提出「馬鈴薯塊在濃度愈高的砂糖溶液中，重量會變得愈輕」的結論，但有人認為小棠僅藉由這一次實驗結果便下了這個結論似乎有些武斷，若小棠想要讓他的結論更具說服力，可以怎麼修改實驗步驟？(複選，應選 2 項)

- (A) 馬鈴薯先以沸水煮熟後再切塊（其餘步驟相同）
- (B) 增加每個燒杯中浸泡的馬鈴薯塊數量（其餘步驟相同）
- (C) 使每個馬鈴薯塊輪流浸泡在不同燒杯溶液
- (D) 將原本的實驗重複多做幾次

計分

學習內容：

Jb -IV-4 溶液的概念及重量百分濃度(P%)、百萬分點的表示(ppm)。

學習表現：

問題解決：計劃與執行

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（如設備、時間）等因素，規劃具有可信度（如多次測量等）的探究活動。(能了解探究的計畫，並進而能根據問題特性、資源等因素，規劃具有可信度（如多次測量等）的探究活動)

題型：多重選擇題

滿分

代碼 1：(B)(D)

零分

代碼 0：其他答案。

代碼 0x：沒有作答。

說明(含設計理念)

本題評量學生審視探究過程，形成可靠結論的能力：考量結論的可靠性，參考原有的實驗操作，思考並選擇能提高結論可靠性的作法。

濃度與細胞的變化：問題 5

微生物滋生會造成食物腐敗，而微生物和一般生物細胞相同，也會因為細胞失去過多水分而死亡。

小棠由實驗的結果推論出「細胞浸泡在高濃度的溶液中，會失去水分」。試依據小棠的推論，提出一個製作過程中運用高濃度溶液，避免微生物滋生，進而延長保存時間的食物例子。

計分

學習內容：

Jb -IV-4 溶液的概念及重量百分濃度(P%)、百萬分點的表示(ppm)。

學習表現：

思考智能：建立模型

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。(能夠理解自然界模型，進而能應用在生活中)

題型：建構題

滿分

代碼	評分規準	作答實例
1	能舉出應用高濃度滲透原理的食品例子。	● 醃漬食品(如泡菜、蜜餞等)。 ● 用糖或鹽醃漬。 ● 火腿、臘肉、香腸、臘腸等脫水食物。 ● 菜補(錯字但不影響評分)

零分

代碼	評分規準	作答實例
0	未舉出應用高濃度滲透原理的食品例子。	● 其他延長保存食品期限方式(優酪乳、真空包裝食品、罐頭、放乾燥劑、烘乾...等)。
0x	沒有作答	

說明(含設計理念)

本題評量學生理解、應用模型的能力：知道食材也包含生物細胞，細胞在不同濃度溶液會發生膨脹或脫水等現象，了解此現象與延長食物保存時間的關係。

鋁罐保溫

老師教完「熱的傳播」單元後，交給學生一個回家作業：利用生活中常見的材料(色紙、鋁箔紙、泡泡紙、保麗龍)，使鋁罐達到良好的保溫效果。



設計說明

本題以生活常見的「保溫」為情境，利用鋁罐、鋁箔紙、色紙等常見的物品為材料，探討影響保溫的可能因素，作為問題探究的情境，了解學生科學探究歷程應具備的能力，以及相關的科學知識概念。本題主要評量的能力包括觀察實驗設計，進而由變項間的關係思考可能出現的現象，接著針對研究的問題與方法進行檢核並提出可能的改善方案，並運用應具備的知識概念說明實驗可能發生的結果，最後則了解學生是否能藉由探究所得的資訊提出可能的解釋。

鋁罐保溫 A 版：問題 1

小傑準備兩個規格相同、容量皆為 245 mL 的空鋁罐，用鋁箔紙包覆鋁罐，其中一個鋁罐包覆的鋁箔紙亮面朝外(A 組)；另一個則是鋁箔紙霧面朝外(B 組)，如圖(一)所示。

A組：鋁箔紙亮面朝外	B組：鋁箔紙霧面朝外
	

圖(一) A、B 兩組鋁箔紙包覆鋁罐示意圖

實驗步驟如下：

1. 在 A、B 兩組鋁罐中各裝入 200 mL 的 80°C 熱水
 2. 以溫度計持續測量兩組鋁罐中的水溫
- ※每隔 1 分鐘測量一次水溫，實驗紀錄如下

實驗紀錄：

室溫：____°C

時間(分鐘)	A 組：鋁箔紙 霧面朝外	B 組：鋁箔紙 亮面朝外
0		
1		
2		
3		
.		
.		
.		
20		

根據實驗步驟和紀錄，寫出小傑想要研究的問題是什麼？

計分

學習內容：

Bb-IV-1 熱具有從高溫處傳到低溫處的趨勢。

Bb-IV-4 熱的傳播方式包含傳導、對流與輻射。

學習表現：

問題解決：計劃與執行

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（如設備、時間）等因素，規劃具有可信度（如多次測量等）的探究活動。（能辨明自變項、應變項，預測活動的可能結果）

題型：建構題

滿分

代碼	評分標準	作答實例
1	寫出變項之間（鋁箔表面性質、水溫）的關係	● 包覆在鋁罐外鋁箔紙的表面性質，對鋁罐內熱水溫度變化的影響

		● 鋁箔紙霧面朝外或亮面朝外，鋁罐的保溫效果是否不同 ● 鋁箔紙霧面與亮面包覆，和鋁罐內熱水溫度隨時間變化的關係 ● 鋁箔紙霧面或亮面和水溫變化的關係
--	--	---

零分

代碼	評分規準	作答實例
0	未寫出變項之間（鋁箔表面性質、水溫）的關係	● 鋁罐外表包覆的東西和水溫的關係 ● 鋁罐內水溫的變化情形 ● 鋁箔紙對水溫的影響 ● 不同鋁罐對水溫的影響
0x	沒有作答	

說明(含設計理念)

本題評量學生依據實驗設計，研判實驗所探討問題的變項：觀察實驗設計（實驗步驟、紀錄形式與內容），了解實驗所關心的變項，以及變項之間的關係。

鋁罐保溫 A 版：問題 2

依據小傑的實驗步驟與紀錄表，小惠認為小傑的實驗無法確認「鋁箔紙亮面或霧面朝外對鋁罐具有保溫效果」。

實驗紀錄表

室溫：____℃

時間(分鐘)	A 組：鋁箔紙霧面朝外	B 組：鋁箔紙亮面朝外
0		
1		
2		
3		
.		
.		
.		
20		

為了幫助小傑確認「鋁箔紙亮面或霧面朝外對鋁罐具有保溫效果」，小惠提供的建議較可能為下列何者？

(A) 多測量幾次，增加準確性

- (B) 包覆鋁罐的材質換成保麗龍
- (C) 時間改成每 30 秒就測量並紀錄
- (D) 再增加一組，鋁罐不包覆鋁箔紙

計分

學習內容：

Bb-IV-4 熱的傳播方式包含傳導、對流與輻射。

學習表現：

問題解決：計劃與執行

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（如設備、時間）等因素，規劃具有可信度（如多次測量等）的探究活動。（能辨明多個自變項、應變項，並進而能根據問題特性，規劃探究活動）

題型：選擇題

滿分

代碼 1：(D)

零分

代碼 0：其他答案。

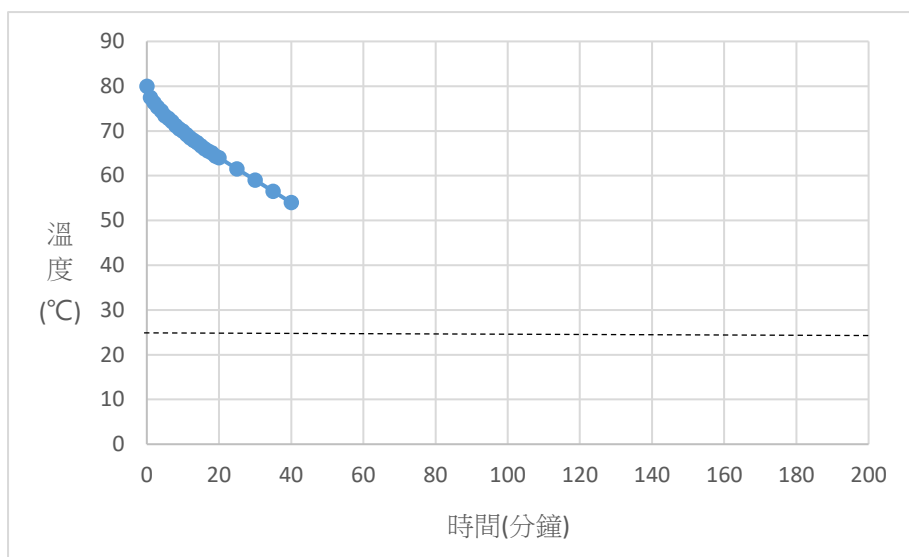
代碼 0x：沒有作答。

說明(含設計理念)

本題評量學生是否具備針對研究問題提出合理探究方法的能力：基於提出的研究問題，思考並選擇改善實驗設計的方法（增加對照組）。

鋁罐保溫 A 版：問題 3

在室溫維持 25℃ 的環境中，小傑得到 0 至 40 分鐘的水溫數據，40 分鐘時，水溫降低了 26℃，他繪製的水溫與時間關係如圖(二)。若鋁罐繼續放置在實驗桌上，水溫會繼續降低。試在圖(二)中，畫出一條曲線，呈現 40 分鐘至 200 分鐘，鋁罐內水溫可能的變化趨勢？



圖(二) 鋁罐內水溫隨時間的變化

計分

學習內容：

Bb-IV-1 熱具有從高溫處傳到低溫處的趨勢。

學習表現：

思考智能：推理論證

tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。(能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據)

題型：繪圖題

滿分

代碼 1：曲線須包含兩個特徵：

1. 曲線隨著時間持續下降。
2. 曲線最後和虛線重疊，但不低於虛線（熱平衡溫度為 25°C）。

零分

代碼 0：未符合上述曲線兩個特徵中任一特徵。

圖形呈現

1. 畫成斜直線往右下。
2. 25°C 未維持水平線。

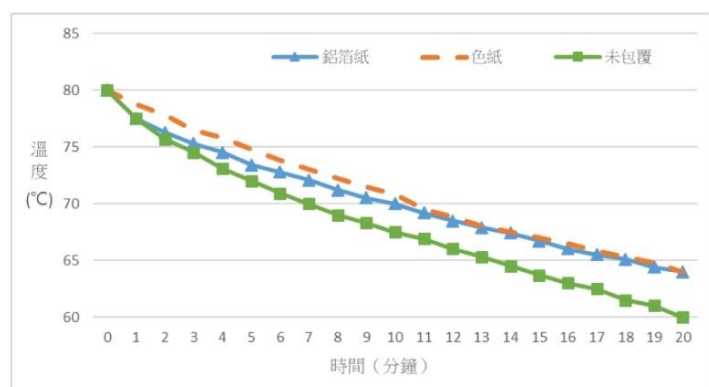
代碼 0x：沒有作答。

說明(含設計理念)

本題評量學生運用科學知識原理解釋現象的能力：依據熱學知識原理預測實驗結果（溫度變化）應有的趨勢（鋁罐放置時間愈久，水溫愈接近室溫，但不會低於室溫；隨著放置時間增加，降溫情形逐漸趨緩）。

鋁罐保溫 A 版：問題 4

小傑從包覆鋁箔的實驗發現鋁箔具有保溫效果。他接著比較其他材料包覆鋁罐的保溫效果，將所得 0 至 20 分鐘的水溫數據繪製如圖(三)。



圖(三) 鋁罐內水溫隨時間的變化（鋁箔紙、色紙、未包覆）

小傑認為「色紙的保溫效果比鋁箔紙好」，可能的證據是什麼？

- (A) 10 分鐘內，鋁箔紙降溫速度比色紙降溫速度快
- (B) 第 11 至 20 分鐘內，鋁箔紙的降溫速度最慢
- (C) 20 分鐘內，鋁箔紙降溫速度與色紙降溫速度相同
- (D) 20 分鐘內，未包覆的鋁罐降溫速度最快

計分

學習內容：

Bb-IV-4 熱的傳播方式包含傳導、對流與輻射。

學習表現：

問題解決：分析與發現

pa-IV-2 能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其它相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。（從探究所得的資訊發現新知，相互檢核，確認結果）

題型：選擇題

滿分

代碼 1：(A)

零分

代碼 0：其他答案。

代碼 0x：沒有作答。

說明(含設計理念)

本題評量學生運用證據的能力：檢視、比較由實驗獲得的資料（鋁箔紙包覆組和色紙包覆組的水溫變化），提出實驗的結果。