

科學實驗設計活動可促進學生對科學探究的方法、科學過程技能、分析推理及科學知識建構過程的瞭解。科學實驗設計不僅需要靈活應用知識與實驗技能，而且必須掌握相關的科學方法（如假說－演繹法、假言推理、檢驗假說的方法、對照實驗、實驗條件的控制、實驗結果處理與表達等）。科學實驗設計能力是一種解決問題與創新能力的具體表現。由於科學實驗活動設計的相關著作相當少見，這使得教師自行設計實驗活動的工作，面臨挑戰。基本上，科學實驗設計包括四個要素：確定實驗目的及邏輯學原理、建立推理規則及對照實驗組、設計實驗步驟及推論可能的實驗結果和相應的實驗結論。例如：

問題：關於植物葉片的異常現象，有人認為二氧化硫對植物葉片有傷害作用，也有人認為植物葉片的異常現象與二氧化硫沒有關係，請你設計一個合理的實驗步驟，檢驗上述兩種觀點提供證據；並提出可能的實驗結果和相應的實驗結論。

【設計思路分析】

一、確定實驗目的及邏輯學原理

實驗目的是為了證明「植物葉片的異常現象是二氧化硫引起的」，為了證明這一個假設只需直接證明即可，也就是將植物置放在二氧化硫的環境，觀察植物葉片是否發生異常現象即可證明。從邏輯學原理來看，「證明 A 是 B 的充分條件」，即「植物接觸二氧化硫」是「植物葉片發生異常現象」的充分條件，所以只要直接證明「由 A 得 B」即可。

二、建立推理規則及對照實驗組

大前提：如果植物葉片的異常現象是二氧化硫引起的（前件），那麼接觸二氧化硫的植物葉片會產生變黑、發黃等病症（後件）。

小前提：通過檢驗後件的真假。

結論：

①若否定後件，則否定前件。

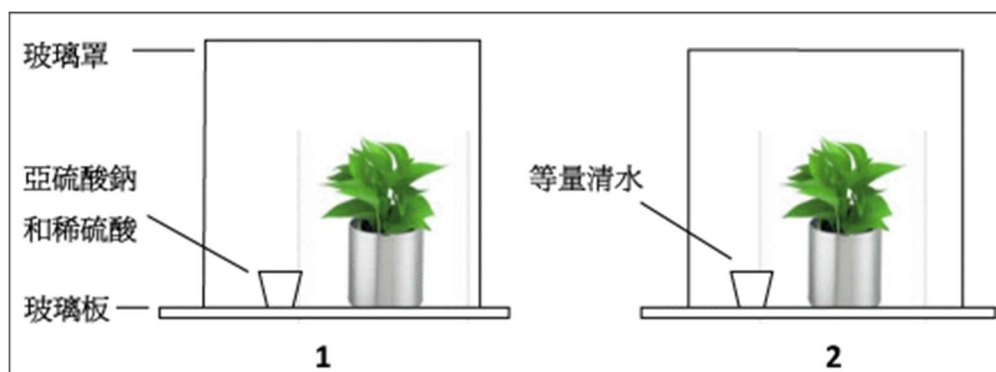
②若肯定後件，則前件可能成立。

運用比較思維法，把實驗組與對照組置於除實驗變量外其餘條件完全相同的情況下，所得的實驗結果不同，可歸因為實驗變量的作用。實驗設計策略：選擇生長狀況相同黃瓜幼苗分為兩組，其中一組置放在有二氧化硫的玻璃罩內（作為實驗組），另一組置放在無二氧化硫的玻璃罩內（作為對照組），用以確定黃瓜幼苗葉片的異常現象不是來自其他來源；將兩組實驗置於適宜的條件下培養，定時觀察黃瓜幼苗葉片的生長情況，並相互進行比較。

實驗變量：二氧化硫。	操縱方法：使稀硫酸和亞硫酸鈉反應生成二氧化硫。
無關變量：光照、溫度、水份等環境因素及黃瓜幼苗的生長狀況。	控制方法： ①消除法：密閉玻璃罩能隔離外界環境因素的影響。 ②恆定法：光照、溫度、水份等無關變量保持穩定及選擇生長狀況相同黃瓜幼苗。
反應變量：黃瓜幼苗葉片生長狀況。	檢測方法：觀察黃瓜幼苗葉片生長狀況的變化。

三、設計實驗步驟

- 1.將 2 盆黃瓜幼苗分別放在玻璃板中央，罩上玻璃罩，並標號。
- 2.在一個小燒杯中加入一定量的亞硫酸鈉和稀硫酸，放入 1 號玻璃罩內，取另一個小燒杯中加入等量的清水，放入 2 號玻璃罩內。用凡士林密封兩個裝置。
- 3.將兩個裝置同時放在光照、溫度等條件相同的適宜環境中。
- 4.定時觀察黃瓜幼苗葉片的生長情況，並記錄。



四、推論可能的實驗結果和相應的實驗結論

1. 1 號和 2 號幼苗的葉片均正常（或差異不顯著），則植物葉片的異常現象是二氧化硫引起的假設不成立（若否定後件，則否定前件）；該實驗結果說明：①該種植物葉片不受二氧化硫的影響或②二氧化硫的量可能不足。

2. 1 號幼苗的葉片異常，2 號幼苗的葉片正常（或差異顯著），則植物葉片的異常現象是二氧化硫引起的假設成立（若肯定後件，則前件可能成立）；該實驗結果說明植物葉片的異常現象可能是二氧化硫引起的。

3. 1 號幼苗的葉片正常，2 號幼苗的葉片異常（或差異顯著），則植物葉片的異常現象是二氧化硫引起的假設不成立（若否定後件，則否定前件）。該實驗結果說明一定濃度的二氧化硫可能對葉片生長有益。