

中學二年級科學專題研習 -- 「酸雨對植物生長的影響」

鄭美紅、蔡慶麟

中國 香港 香港教育學院 科學系

電郵：maycheng@ied.edu.hk, hltsoi@ied.edu.hk

收稿日期：二零零三年五月六日(六月十一日再修定)

內容

引言

專題研習簡介

專題研習活動設計及流程

(一)資料搜集階段

(二)設計實驗階段

(三)進行實驗階段

(四)分析及匯報結果階段

教師的回饋

總結

參考資料

附錄

表格一：工作進度表

表格二：學生指引

表格三：評分準則

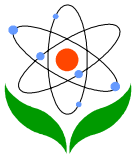
表格四：自我評估表格

表格五：小組評估表格

表格六：實驗設計草案

引言

本文輯錄了一項中二年級的專題研習活動，供其他教師參考。此專題研習活動是「寰宇學校計劃」(Schools Around the World Project, SAW) 與本地科學科教師的



合作成果。學生透過進行科學探究，探討「酸雨」這個問題¹。

「寰宇學校計劃」計劃是由美國基礎教育議會構思的教師專業發展計劃，參與國／地區包括美國、澳洲、捷克、法國、德國、香港、日本、葡萄牙及英國。計劃以科學科為首個研究範疇，會員教師提交的學生習作則是計劃的研究基礎，亦是教師間作專業交流的橋樑。各地的參與教師可透過互聯網，在科學教學及評估等範疇上交流經驗及心得，進一步擴闊視野，促進科學教學專業的發展，從而提升學生的學習表現。

自二零零一年開始，「寰宇學校計劃」與部分參與學校合作，推行校本科學課程發展計劃，目的是進一步支援本地科學教師的教學，提升教學質素。計劃小組先與校長及有關的科任老師接觸，了解學校課程發展的目的及需要，然後就特定課題設計教學建議。期間，計劃小組與教師保持緊密聯繫，為他們提供顧問服務，並按個別學校的實際需要，制訂教案、活動、教材及學生習作。校方審定及選出合適的教學建議，並嘗試於課堂上使用。

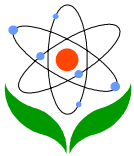
專題研習簡介

酸雨對人類及自然生態造成很大傷害，例如：腐蝕建築物、酸化土壤、酸化湖泊等等；而酸雨亦是中二年級科學科課題--"酸和鹼"的內容之一。為了讓學生更明白酸雨的影響，教授這個課題後，可讓學生以「酸雨對植物生長的影響」為題進行科學探究，了解被酸雨酸化的土壤對植物生長的影響。

「酸雨」這一個詞彙對我們來說並不陌生，因為它經常在報章、電視新聞中出現，而我們對它的認識又有多深呢？「酸雨」是指酸性的雨水，根據酸鹼值的測量準則（數值 1 至 14）來說，數值等於 7 為中性，少於 7 為酸性，大於 7 則為鹼性。由於空氣中含有大量二氧化碳，天然雨水本身略帶酸性，而酸鹼值約為 5.6。當雨水的酸鹼值低於 5.6 時，便可被視為酸雨。可是，在一些特別情況下，雨水受許多自然現象影響，其 pH 值變化介乎 4.9~6.5 之間，因此，大多數人會以 pH 值小於 5.0 作為酸雨的指標。

形成酸雨的化學污染物主要為二氧化硫及氮氧化物。在人口密集的地區，由於發

¹本活動承蒙九龍三育中學、世界龍岡學校劉皇發中學的校長及有關老師參與，藉此向上述人士一一致謝。



電及各類使用燃料的燃燒活動會排放這些化學氣體，所以雨水的酸度通常較高，酸鹼值一般介乎 4.5 至 5.6 之間。

專題研習活動設計及流程

本專題研習以《科學習作的多元化設計--提升學生「學會學習」的能力》(2002) 中的建議為設計藍本，旨在培養學生的科學探究技巧(Science Process Skills)，流程中亦加入了 P.O.E. [Predict(預測)--Observe(觀察)--Explain(解釋)] 元素(Russell, 1998; Baird and Northfield, 1995)，步驟包括：

- **預測**

教師先向學生展示一套實驗工具，講解將要進行的實驗示範。之後，學生便要預測將發生的事情，以及解釋為甚麼認為這等預測最正確。列出原因後，各同學可私底下投票，互相選出心目中認為最適當的一項解釋--私底下投票可令他們更自主地選出心目中的答案。

- **觀察**

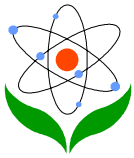
當教師完成實驗示範後，學生都可觀察到實驗結果。在大部份情況下，同學其中一個預測會跟實驗結果相符，但亦可能有多於一個預測符合實驗結果，或沒有同學預測到真正結果。

- **解釋**

全班同學可嘗試逐步解釋實驗為甚麼會產生這樣的結果。學生會以小組形式進行，由於互助合作與學生的正面學習態度發展關係密切，以及組員在智能、科學學習能力、性別等方面各有不同，因此互助合作的情況將可更貼近社會現實情況，並能培養學生尊重他人的態度。

為了讓學生更容易掌握這些技能，整個探究過程會分為以下四個階段（見圖表一）：（一）資料搜集階段--搜集有關酸雨的資料，初步了解其定義及影響；（二）實驗設計階段--設計實驗，以確定提出的假設，須考慮公平測試條件、變因的界定及控制、測試物料的選用等；（三）進行實驗階段--進行實驗時，運用合適的工具收集數據，有系統、清晰地表達資料；及（四）分析及匯報結果階段--分析所收集的數據，作出結論及匯報結果。

進行活動前，教師應預先訂立進度表（見表格一），把整個活動分成不同階段，註明各階段預定的工作，這樣學生會更容易掌握和分配工作。工作進度表上有"日期"、"預定的工作"和"完成的工作及日期"三個項目，首兩項由教師填寫，最後一項由學生負責。透過定期審查此進度表，教師可知道每組學生的工作狀況，給跟不上進度的組別提供適當的支援。



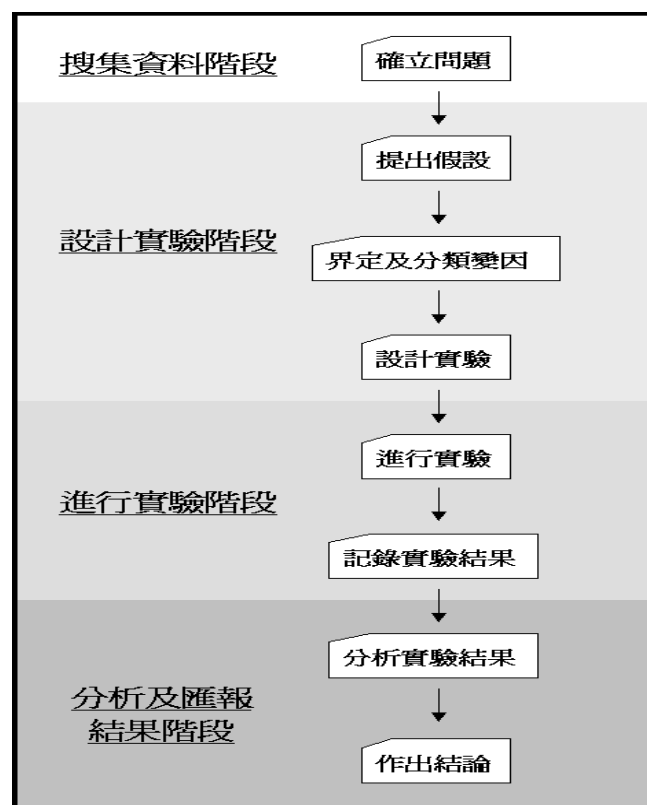
此外，學生指引（見表格二）和評分準則（見表格三）也相當重要。學生指引清楚地列明活動的要求、注意事項和評分項目；而評分準則詳細地解釋每項評分項目的要求。雖然這兩份表格同樣列出評分項目，但用途各有不同。前者只列出評分的範圍，簡單扼要，學生較容易明白；後者則詳細描述各評分範圍，供教師使用，有助分辨不同表現的學生，同時亦可給予學生回饋。

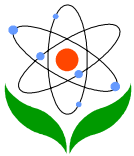
完成探究活動後，各組學生須提交實驗報告，以及在班上口頭匯報實驗結果。是次專題研習是根據以下三方面作出評核（詳情請參閱評分準則）：

1. 編排（40%）-- 實驗報告"資料的質素"、"內容組織"、"文法與錯字"及"是否用心製作及作品外觀"。
2. 實驗（30%）-- 科學探究技巧的運用，包括："實驗設計"、"記錄(圖表、圖片及數據表)"及"分析及總結實驗結果"。
3. 匯報（30%）-- 口頭匯報的表現，包括："匯報內容"、"表達技巧"、"答問技巧"及"時間控制"。

另外，學生還須填寫自我評估表格（見表格四）及小組評估表格（見表格五），進行自我評估和同儕互評。

圖表一：科學探究流程





(一)資料搜集階段

學生一般都只會閱讀教科書，很少接觸其他知識讀物，例如：報章、雜誌、網上資料及參考書等。爲了擴闊學生學習知識的領域，本活動要求各組同學透過不同途徑，搜集有關酸雨的資料。學生須分工合作，每一個途徑只可由一名組員負責，例如：一名組員選擇從網上搜尋資料，其他組員就不可選擇該途徑。經初步處理及分類搜尋所得的資料後，須將有關資料以列點形式填在白紙上，並在每項資料旁附註資料來源。如多於一個資料來源提及有關資料，須將所有資料來源寫上。

根據學生搜尋得來的資料，可反映學生以下幾方面的表現：

- 分配工作的情況
- 各組員的工作表現
- 資料搜尋的技巧
- 資料處理及分類的技巧

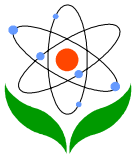
最重要的是搜集得來的資料有助學生了解他們將要探討的問題--「酸雨對植物生長的影響」。

(二)設計實驗階段

在上一階段，學生清楚知道酸雨如何影響植物的生長。在這個階段，學生須提出假設，解釋原因；此外，學生還要界定和分類問題中的因素（變因），然後設計實驗，以證明提出的假設。因爲學生欠缺上述的科學探究經驗，所以須要透過討論，以及運用工作紙（表格六：實驗設計草案）輔助，引導他們思考、表達和分享自己的見解。

本活動是模擬酸雨的情況，並以酸性溶液作爲人造酸雨。根據有關酸雨的資料，二氧化硫及氮氧化物是酸雨的主要成份；爲了使實驗條件與真實情況相約，人造酸雨的成分應選用硫酸及／或硝酸。本活動是測量酸雨對植物生長速度的影響，所以選用植物時應考慮植物的生長速度。紅豆、綠豆和蠶豆是種植活動中常用的植物種子。

選定實驗材料後，就要考慮進行實驗的條件，例如：酸雨的 pH 值、澆水的次數、被陽光照射的時間，以及如何控制不變變因、訂定操縱變因和應變變因。首先，大多數人會以 pH 值小於 5.0 的雨水作爲酸雨的指標，所以可選用 pH 值 5.0 或以下的酸性溶液。除酸性溶液本身的酸性外，溶液的化學成份亦可能影響植物的生長，故此教師可選擇所有組別使用同一種酸性溶液（硝酸或硫酸）；或一半組別使用硫酸，另一半使用硝酸（如選擇後者，可比較每組的實驗結果）。另外，還須測試沒有帶有酸性（中性）的雨水，作爲對照實驗。本實驗所探究的因素（變



因)是「水的 pH 值」，因此其他影響植物生長的因素(變因)，如澆水的次數、被陽光照射的時間等等，要保持不變，這是公平測試的原則。

本實驗主要量度植物生長速度的變化，還須量度一些保持不變的因素(變因)，如氣溫和濕度，以查證它們是否真的不變，確保符合實驗假設。為了有系統且快捷地記錄大量數據，學生須設計數據記錄表記下這些數據。

完成設計後，各組同學把設計填在白紙上，然後在班上匯報，由老師評述各實驗設計的優點和缺點，然後設定一個或數個可行的實驗方案。實驗設計須填寫以下四項：

- (i) 實驗目的
- (ii) 儀器及材料清單
- (iii) 實驗步驟
- (iv) 實驗結果記錄

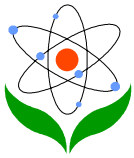
在進行實驗之前，讓學生根據假設，預測結果，以便他們進一步思考所探究的問題。

(三)進行實驗階段

在進行實驗前，應指導學生應如何量度植物的生長，如：量度植物主幹的高度、樹葉的大小等。在第一天的觀察及量度，教師應從旁指導學生正確的方法。往後的觀察及量度，則不一定要教師從旁協助。

學生根據可行的實驗方案，進行植物種植測試，並記錄連續十天的植物生長情況。現假設一半組別使用硫酸，而另一半則使用硝酸。在實驗中，人造酸雨的 pH 值為 3、4 和 5。以下的實驗步驟可供選用硫酸／硝酸的組別參考：

1. 利用 pH 試紙測試"蒸餾水" (pH 7)、" 10^{-3} M 硫酸／硝酸" (~pH 3)、" 10^{-4} M 硫酸／硝酸" (~pH 4)、" 10^{-5} M 硫酸／硝酸" (~pH 5)。〔學生應學習正確的測試技巧。〕
2. 在四個培養皿表面貼上標籤，分別為 pH 3、pH 4、pH 5、pH 7。
3. 在各培養皿底鋪上一層棉花。
4. 在各培養皿裏，小心放下 5 棵小幼苗。(可自行決定小幼苗的數量，不可過多或過少)
5. 用一小塊棉花包裹好幼苗的根。
6. 在貼有"pH 7"標籤的培養皿注入蒸餾水；在貼有"pH 5"標籤的培養皿加入 10^{-5} M 硫酸／硝酸；在貼有"pH 4"標籤的培養皿加入 10^{-4} M 硫酸／硝酸；在貼有"pH 3"標籤的培養皿加入 10^{-3} M 硫酸／硝酸。(注意：蒸餾水和各



濃度硫酸／硝酸的份量相同)

7. 把四個培養皿放在同一地方。
8. 幾天後，觀察並記錄幼苗的生長情況。
9. 如發現棉花開始乾涸，請重複步驟 6。

進行實驗期間，學生須注意以下事項：

- 是次實驗所探究的變因為「水的 pH 值」，其餘因素須保持不變。
- 正確運用實驗儀器。
- 重覆多次量度，取其平均值。
- 運用記錄表記錄數據。
- 如發覺事前設計的實驗步驟有錯，應根據實驗情況作出修改，然後再進行實驗。

(四)分析及匯報結果階段

學生把記錄表的結果繪畫在圖表上，以便比較它們在不同情況下的生長變化。圖表的 Y 軸為植物的高度，X 軸為時間。學生須清楚知道繪畫圖表的要求及注意事項。

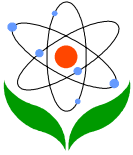
在分析實驗結果時，須考慮以下因素：

- 不變變因(Controlled variables)在實驗中是否不變
- 操縱變因(Independent variables)及應變變因(Dependent variables)的變化關係
- 實驗結果是否符合實驗假設

如實驗的不變變因並非保持不變，表示實驗設計不完善或實驗出錯，須修改實驗設計，重做實驗。如果實驗的不變變因保持不變，而操縱變因與應變變因的變化關係跟預測的一樣，表示實驗結果符合實驗假設；相反，表示實驗結果不符合實驗假設。

完成分析後，讓學生比較實驗前的預測與實驗結果，從而糾正、闡明及重整學生已有的看法，以及進一步延伸所學的知識。

在實驗設計階段，實驗書面報告的四個項目（實驗假設、儀器及材料清單、實驗步驟和記錄實驗結果）已經提交，由教師評述各實驗設計的優點和缺點，然後設定一個最好的實驗方案。因此，在實驗書面報告中，應提交已修改的設計。最後，每組學生須在班上進行三分鐘的口頭匯報，解釋實驗結果，以及作出結論。



教師的回饋

以下是其中一間參與學校的教師回饋，藉此讓其他教師更容易掌握本專題研習的進行過程。教師常用的教學模式是口頭講解。以往，他們通常會用 1 至 2 課節，教授「酸雨」這課題；但以專題研習形式進行科學探究時，他們則預計需要兩個月時間（詳情請參考「[表格一：工作進度表](#)」）。

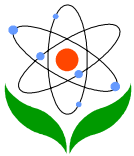
推行期間，他們發現能力較遜或較被動的組別，需要教師的額外協助及較長的時間，方能完成本專題研習。這些組別主要遇到以下三方面的困難：

- 學習動機、專注力不足--遇到困難時，學生很少主動向教師提問，只是等待教師的協助。例如：量度一棵彎曲的植物的長度時，學生不知怎樣量度才是最好。有些學生會胡亂地採用他們直覺上正確的方法；有些則什麼都不做，等待教師告訴他們量度的方法。
- 缺乏科學思想及不懂運用科學探究技巧--雖然學生在之前的一個學年已學會如何假設、界定變因，但他們並不懂得運用這些科學探究技巧，分析實際問題，因此，在與學生討論「[表格六：實驗草案設計](#)」時，教師須要額外的時間，作清楚說明。
- 組員之間的溝通不足和合作性低--雖然組員懂得分工合作，但分工後，各組員只顧自己的工作，不會過問其他組員的進行情況，就算知道其他組員遇到困難，亦不會主動提供任何協助，導致工作不能跟上預定的進度。

除顧及學生的學習困難外，本專題研習的成功也須要實驗室技術員和同事的協助，因為本專題研習為期兩個月，需要很多事前準備工作，例如：幼苗發芽、預備酸性溶液、編寫工作進行表等。

根據觀察學生進行活動時的情況，按他們的經驗，歸納出以下教師須要注意的事項：

- 幼苗吸收水的速度十分快，因此須要每天澆水，才可確保幼苗正常地生長；而種植生長的觀察期為十日，教師須考慮到週末、日的澆水安排。
- 紅豆的生長狀況最理想，葉子的數目較多，莖的生長速度較快，且可長得很高，方便比較；綠豆的葉子只得 1 至 2 片，以及莖幹較幼，容易折斷；蠶豆的生長速度太慢。
- 學生可能會誤讀量度單位，把毫米讀為厘米。
- 學生可能沒有理解數據出現誤差的原因，例如：一個培養皿內有五棵幼苗，折線圖中的數據是這五棵幼苗高度的平均值；假如其中一棵幼苗折斷或枯死，學生通常會繼續量度這棵幼苗，以致數據出現重大的誤差。



- 學生不懂得運用折線圖中的數據，具體地証實所提出的假設。
- 有些組別的實驗結果不理想，他們大致知道成因，但不能具體地提出改善實驗方法。

學生表示對這類型的科學探究式專題研習十分有興趣，與課本中的實驗相比，這才算是真實的科學實驗。另外，教師認為本專題研習的教學資源十分有幫助，例如：工作進度表可助學生在指定的日期內完成有關工作；評分準則、自評表格和小組互評表格可助教師評核學生的表現等。本專題研習歷時兩個月，學生須完成"搜習資料"、"設計實驗"、"進行實驗"、"撰寫書面實驗報告"和"口頭匯報"五個部分。他們認為下個學年會繼續遵循這個學習模式，但鑑於學生能力的問題，會修改部分內容，集中推行"設計實驗"和"進行實驗"兩部分。整體而言，此類科學探究或專題研習可幫助能力較遜或較被動的學生解決上述三大困難：(1)學習動機、專注力不足；(2)缺乏科學思想及不懂運用科學探究技巧；(3)組員之間的溝通不足和合作性低。

總結

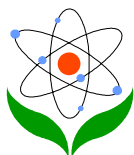
本專題研習是以科學探究模式進行，培養學生的邏輯思考方法，並讓他們認識常用的科學過程技巧。在進行科學探究過程中，學生模仿科學家的主動探究角色，運用已學會的知識解決一些難題，因而產生更大的學習動力，主動地發問及討論，使學習效率大大提高。由於本專題研習以「酸雨對植物生長的影響」為題，讓學生運用科學過程技巧，進行科學探究，因此評核的重點亦集中在"科學過程技巧的運用"及"邏輯思維"這兩方面。除了注意如圖表一所列的進行階段外，教師亦須讓"教學"、"學習"及"評估"三方面互相配合。

參考資料

鄭美紅 (2002)：《建構主義學習觀的教學實踐——探討科學教學法》，香港，香港教育學院。

Baird, J. R., and Northfield, J. R. (Eds). (1995). *Learning From the PEEL Experience*. Melbourne, Australia: The Monash University Printing Services.

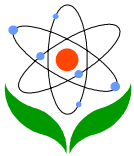
Russell, T. (1998). *An Introduction to P.O.E.* [Online]. <http://educ.queensu.ca/~russellt>



附錄

表格一：工作進度表

工作進度表		
日期	預定的工作	完成的工作及日期
13/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 老師簡介專題研習目的、報告形式及工作進度表。● 學生分組搜集資料。	
20/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生提交關於酸雨的資料搜集初稿。● 學生列出有關資料來源。● 老師派發自我評估表及小組評估表。	
25/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 老師派發實驗設計草案。● 全班討論，並完成實驗設計草案。	
27/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 各組按設計草案設計實驗，並記錄在大畫紙上。● 各組把實驗設計貼在黑板，簡單介紹。● 老師總結各組的設計，選出最優秀的實驗設計。	
31/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生進行實驗。	
31/3/xx - 11/3/xx	<ul style="list-style-type: none">● 每天記錄實驗（約 10 天）。	
4/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 老師派發實驗報告及口頭報告指引。● 老師指導學生撰寫報告技巧。	
10/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生提交部份實驗報告（包括：實驗名稱、目的、材料及儀器、實驗步驟等）。	
16/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生提交實驗結果。	
29/4/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生提交整份專題研習報告書初稿，除上述已交的部份外，還包括實驗討論、結論、感想、參考資料來源、自我評估及小組評估。	
5/5/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生提交整份專題研習報告。	
15/5/xx	<ul style="list-style-type: none">● 學生口頭報告。	



表格二：學生指引

「酸雨對荳芽成長的影響」

專題研習

學生指引

探究目的：找出不同酸性的水對植物生長的影響。

實驗報告需包括以下項目：

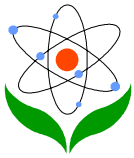
- 實驗名稱
- 目的*
- 假設、研究因素及其他因素（包括實驗假設及其支持理據、實驗研究的因素、其他保持不變的因素。）
- 實驗材料及儀器*（包括怎樣盛載幼苗、種子、酸雨）
- 實驗步驟*（提示：怎樣預備不同酸性的酸雨？怎樣量度水的酸性？怎樣量度幼苗的生長情況？怎樣觀察實驗結果？怎樣設計對照實驗？）
- 記錄實驗結果*（提示：以數據表顯示實驗結果，再以曲線圖及其他圖表形式表達實驗結果）
- 討論實驗結果（提示：根據實驗結果，嘗試分析數據間的關係，並加以解釋。）
- 結論（提示：作出總結，嘗試將實驗結果、所作假設及探究問題聯繫起來。）
- 評論（提示：評述這實驗設計的優點及缺點，並作改善，或建議進一步探究的問題。）
- 參考資料來源
- 感想（各組員一份）
- 自我評估表格（各組員一份）及小組評估表格（每組一份）

(提交實驗設計需包括附有*的項目)

學生須達到下列要求：

實驗書面報告

- 實驗只可改變一個研究因素，其他因素則要保持不變。
- 量度每棵荳芽的生長，計算其平均值。



- 以表格形式（數據表）及圖片記錄豆芽生長的進度。
- 以圖表形式顯示觀察結果。
- 分析生長結果，並嘗試歸納自己的結論。
- 可用手寫或「WORD」製作文字報告；圖表則可用「EXCEL」製作或繪畫在方格紙上。

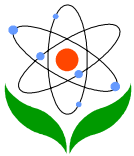
口頭報告

- 報告時應按實驗報告編排順序敘述。
- 咬字清晰、說話速度徐疾有次、注意聲量。
- 在適當環節提高聲量及改變語調，增強聽眾的注意力。

評分準則：

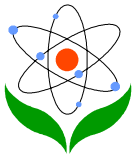
表現等級		尚待改進	達到標準	傑出表現
評分準則				
編排	資料的質素			
	內容組織			
	文法、用字正確			
	是否用心製作及作品外觀			
實驗	實驗設計			
	記錄(圖表、圖片及數據表)			
	分析及總結實驗結果			
匯報	匯報內容			
	表達技巧			
	答問技巧			
	時間控制			

教師評語

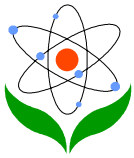


表格三：評分準則

表現等級		尚待改進	達到標準	傑出表現
評分準則				
編排 (40分)	資料的質素 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> 只有少量與主題有關的細節(0-5分) 	<ul style="list-style-type: none"> 部分細節有助理解主題，但部分則較為粗略。(6-10分) 	<ul style="list-style-type: none"> 提供有助理解主題的相關細節。(11-15分)
	內容組織 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> 未能在報告內包含封面、目錄、背景資料介紹、實驗部分、建議、感想、參考文獻，每頁均加上頁碼等所有元素 組織散亂 (0-5分) 	<ul style="list-style-type: none"> 報告包含封面、目錄、背景資料介紹、實驗部分、建議、感想、參考文獻 每頁均加上頁碼(6-10分) 	<ul style="list-style-type: none"> 報告包含封面、目錄、背景資料介紹、實驗部分、建議、感想、參考文獻 內容編排具邏輯，每頁均加上頁碼(11-15分)
	文法、用字正確(5分)	<ul style="list-style-type: none"> 多個錯誤(0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> 文法／用字大概正確，偶有一或兩個可接受的錯誤(2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> 文法、用字正確，沒有錯字。(4-5分)
	是否用心製作及作品外觀 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 學生沒有留意細節，亦未見盡全力以達到教師的要求 (0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> 如學生能再加以努力，製成品將更突出 部分地方可見學生粗心大意 (2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> 製成品外觀美麗，可見學生用心製作、努力不懈的成果 (4-5分)
實驗 (30分)	實驗設計 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 所作假設並不完整，或未能根據研究資料有邏輯地發展出來 步驟欠完整，沒有順序，或讀者須費勁才能遵照所列步驟 未能有系統、有邏輯地作出控制(組員可能在同一時間內界定多個變因，且未能清楚決定如何量度變因)(0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 從文獻搜集資料，作出合理的假設 列出經過深思熟慮、按序的步驟，讓任何人都能遵照 所列步驟能確保可搜集到所需的資料 有系統、有邏輯地控制所需之量度工作(每次量度一個變因)(5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 從文獻搜集資料，作出合理、有理據的假設 列出經過深思熟慮、按序的步驟，讓任何人都能遵照 所列步驟能確保可搜集到所需的資料 有系統、有邏輯地控制所需之量度工作(每次量度一個變因)，並計劃重複量度同一變因，以確保數據可靠 (8-10分)
	記錄(圖表、圖片及數據表) (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 數據表不完整或有缺漏，令讀者難以理解 欠缺圖表，或圖表有所缺漏、不正確 欠缺圖片，或圖片欠缺文字描述 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 數據表加上清楚的標籤，欄名亦列明單位 把所得數據全數記錄，但未能指出誤差 圖表正確顯示數據，在各軸加上清楚的標籤，但所列單位不大正確；未能以最適合的連線表達數據間的關係 圖片附有文字描述，但小部分描述與事實不符 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 數據表加上清楚的標籤，欄名亦列明單位 能邏輯地列出數據，並找出誤差數據 圖表正確顯示數據，在各軸加上清楚的標籤及單位 以最適合的連線表達數據間的關係 圖片附有清楚的文字描述 (8-10分)



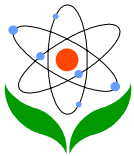
	分析及總結 實驗結果 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 資料零碎 只找出少部分數據間的關係或模式 只利用少數從探究活動所得的數據作出總結 沒有把數據與所作假設及原定的探究問題聯繫起來 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 篩選及組織資料 找出數據的模式 把所得資料聯繫起來，解釋探究主題 整理及綜合探究活動所得之數據，並將之與所作假設及原定的探究問題聯繫起來 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 探索數據間的關係及模式 利用圖表解釋探究主題的關係或結果 綜合探究所得數據及意念，作出總結，甚至建構全面的新知識，驗證所作之假設，解答原定的探究問題 (8-10分)
匯報 (30分)	匯報內容 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 部分資料不正確 報告大部分有關資料 說明部分所涉及的原理；沒有提供任何背景資料 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 資料準確 報告有關資料，但部分細節有所遺漏 說明所有原理，並描述其中的大部分原理；簡述背景資料 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 準確精要 完整地報告所有相關的資料 清楚說明所有相關的原理 提供應用或理論的正確背景資料 (6-10分)
	表達技巧及運用輔助工具（如電腦、錄影帶、高影片等） (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 沒有眼神接觸 常常參閱筆記 很少請同學一同參與 聲調甚少改變 未能吸引及維持所有同學的興趣 視覺工具欠缺系統及組織散亂 只為報告增添少量支援工具 (0-4分) 	<ul style="list-style-type: none"> 時有眼神接觸 很少參閱筆記來報告 嘗試請其他同學一同參與 聲調間中有高有低 能維持部分同學對整個報告過程的興趣 報告時有利用工具輔助，但欠缺系統（例如：佈滿膠水漬、骯髒／縐摺、凸出片片膠紙等） 為報告提供合適的支援 (5-7分) 	<ul style="list-style-type: none"> 保持眼神接觸 不用參閱筆記都能流暢地報告 請其他同學一同參與 清晰而抑揚頓挫的聲線 能維持所有同學對整個報告過程的興趣 報告所用的工具整齊、有系統 報告時善用支援工具，令文字內容更易於明白 (8-10分)
	答問技巧 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 報告者的答案與提問者的問題完全無關 或給予錯誤的答案。(0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> 報告者粗略地回答提問者的問題 (2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> 報告者能清楚及詳細地回答提問者的問題 (4-5分)
	時間控制 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 時間太短或太長 (0-1分) 	<ul style="list-style-type: none"> 時間恰當 (2-3分) 	<ul style="list-style-type: none"> 能充分利用時間。(4-5分)



表格四：自我評估表格

自我評估				
學生姓名: _____				
第一部份				
請在適當的空格內填上「✓」				
	優	良	可	尚待改進
1. 我小心觀察，並在筆記簿上作記錄。				
2. 使用量度工具時，我會留意其準確度。				
3. 我適當及安全地使用實驗材料。				
4. 完成實驗後，我會協助清理。				
5. 我小心遵照老師的指示。				
6. 我小心閱讀工作紙上的指示。				
7. 我有參與討論，找出答案。				
8. 我明白實驗的目的。				
9. 我了解實驗的設計。				
10. 我明白如何分析這個實驗。				
11. 我有向組員提出問題，並顯示我對有關課題的好奇心。				
12. 當我有不明白的地方，會尋求協助並提出問題。				
13. 我盡力協助組員。				
第二部份				
1. 請描述此實驗中你最喜歡的一個項目：				
2. 請描述你在此實驗中做得最好的地方：				
3. 請描述兩種方法，以改善你日後參與小組實驗的表現。				

表格五：小組評估表格



小組評估

(注意：你必須與所有組員討論答案，共同完成下列評估工作。各答案應得到各組員核實。)

第一部份

請在適當的空格內填上「✓」

	優	良	可	尙待改進
1. 我們能設計及進行探究。				
2. 我們能善用課堂時間，並在進行專題研習時盡量減少閒談。				
3. 我們分工合作，平均分配組員的工作。				
4. 我們互相幫助，亦尊重每位組員。				
5. 我們嘗試了正面的合作技巧，包括：聆聽、與小組共同進退、討論及互相鼓勵的技巧。				
6. 如有不清楚的地方時，我們都會向老師提出問題。				

第二部份

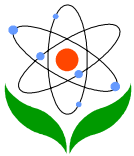
請寫下你的姓名，並描述你在小組中所擔任的主要工作：

組員一： _____

組員二： _____

組員三： _____

組員四： _____



表格六：實驗設計草案

「酸雨對綠豆幼苗成長的影響」

實驗設計草案

學生姓名: _____ 日期: _____

目的: _____

1. 確立問題：

- a. 根據有關酸雨的資料，你認為酸雨是什麼？

--

- b. 你認為酸雨對植物幼苗有何影響？為什麼？

--

2. 作出假設：

- a. 下列哪些句子是本實驗的假設？（請在適當方格內加上「✓」號）

- 酸雨的酸性會減慢植物幼苗的生長，甚至令它們死亡。
- 酸雨不會對植物幼苗的生長造成任何影響。
- 酸性的環境有助植物幼苗的生長。
- 酸雨的酸性會增加植物幼苗的生長速度。
- 中性的雨水較酸性的雨水適合植物幼苗的生長。

3. 識別變因：

- a. 你認為哪些因素會影響植物幼苗的生長？

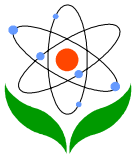
--

- b. 我們將會探討哪一個影響植物幼苗生長的因素？

--

- c. 我們應如何控制其他影響植物幼苗生長的因素？

--



4. 界定變因：

在實驗中會被改變的因素： 照射陽光的時間

被量度的因素：
植物幼苗的生長速度
人造酸雨的 pH 值
植物幼苗生長的環境

5. 儀器及材料：

實驗須使用哪些材料和儀器？

6. 實驗步驟：

a. 你認為該如何量度植物幼苗的生長速度？

b. 甲學生提議：「當量度植物幼苗的生長速度時，應量度最少五株，並取其平均值，這樣可提高實驗結果的可信性。」你認為他的說法是否正確？為什麼？

c. 請在下面的空格內計劃實驗步驟。(可用圖畫及文字表達)

7. 記錄實驗結果

a. 除植物幼苗的生長速度外，你認為還須量度哪些因素？為什麼？

b. 請在下面空格內設計記錄實驗結果的數據表。

8. 預測實驗結果

在進行實驗前，請預測實驗結果。