

# 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：黃婉瑜(國立陽明交通大學師培生)
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input checked="" type="checkbox"/> 化學 <input checked="" type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input type="checkbox"/> 數學 <input type="checkbox"/> 其他_____ (可複選)
一、教案題目
續「酚」的呼吸：透過酚酞指示劑探究呼吸中的氣體變化，並找出酚酞指示劑的變色範圍。
二、授課時數
國中自然科學探究與實作課 3 節 (共 135 分鐘)
三、教案設計理念與動機
<p>這個實驗的核心目的是想要將概念「<b>可視化</b>」，以提升學生學習的效果。在過去學生的學習過程中，常常會出現僅停留在知識記憶的情況，無法將所學知識與實際生活連結，因此容易出現學以致用不足的問題，因此探究實驗的存在可以加深學生理解，進而加強其學習的印象與記憶。然而該如何讓學生探究抽象或是看不見的現象成為探究教學的一大挑戰。</p> <p>本教案以呼吸為主題，呼吸是人類日常生活中必不可少的生理現象，但是對於國中生而言很少會主動去深入了解呼吸的原理和機制。探究呼吸的原理可以讓人們更好地理解身體的運作，因此，我們結合神奇水(酚酞指示劑+氫氧化鈉溶液)進行實驗，希望能藉由神奇水顏色變化吸引學生注意及提升學生的學習興趣，並透過親身實驗的方式，讓學生更深入地探究正常呼吸、憋氣數秒後及吐氣數秒後的差異，進而引發學生思考呼吸恆定性，讓學生對習以為常的呼吸。</p> <p>接著會加入 PhET 軟體中的「pH Scale_酸鹼性」來進行<b>融入科技的探究教學活動</b>，讓學生在實際操作真實溶液前先模擬溶液酸鹼的過程，提升後續實驗的效率，同時減少化學廢物的傾倒，達到聯合國永續發展目標(SDGs)的第 6 項淨水及衛生的目標，也能輔助學生更輕易地了解生活中各種常見的溶液酸鹼度。</p> <p>課程最後發下 pH meter、酚酞指示劑及氫氧化鈉請學生實際嘗試調配出適合進行此實驗的神奇水濃度(學生須考量溶液變色時間、人體換氣時間、次數等變因)，並測出酚酞指示劑的變色範圍。</p> <p>此教案也依照 108 課綱所強調的進行設計，將學生的學習視為主動的過程，讓<b>學生能夠主動</b>發現問題、設計實驗、分析數據、做出推論，並透過報告與討論的方式進行表達和分享，培養學生的多元思考和創意思維。</p>

#### 四、教學目標

1. 學生能藉由溶液顏色改變現象察覺並能藉由推論呼出氣體找出溶液可能的成分。
2. 經由老師說明引導，學生能進行呼吸恆定性相關實驗的設計：分別設計持續吸氣、持續憋氣及正常呼吸三組實驗，了解憋氣和正常呼吸對呼吸系統的影響。
3. 學生能完整紀錄實驗數據並轉換成圖表，進行資料分析。
4. 培養學生表達與分享的能力，透過小組討論和報告的形式，分享觀察和發現。
5. 融入科技元素進行酸鹼度的探究教學活動，幫助學生更輕易地了解酸鹼度的概念和生活中各種常見的溶液酸鹼度。

#### 五、教育對象

國中二年級，學過理化「酸和鹼」及生物「呼吸作用」兩單元的學生。

#### 六、課程設計（方法與步驟）

##### 第一節課

依照上次實驗成績進行異質分組，讓不同學習成就的學生互相幫助、學習合作。(5min)

##### 【先備知識回顧】(10min)

**老師：**利用 ppt 介紹呼吸恆定性的內容:回顧呼吸作用的過程是？過程中會產生什麼氣體廢物？呼吸作用產生的氣體廢物以什麼方式排出體外？

**學生回答：**1.呼吸作用是細胞粒線體將葡萄糖等養分能量釋放出的過程，大多耗氧。  
2.會產生二氧化碳和水  
3.可以透過吸吐氣、流汗呼吸運動排出體外。(學生回答可以加分)

##### 【引起動機】(10min)

老師先撥放對著神奇水吹氣示範影片，請學生觀察到神奇水變色的過程。

**老師問：**觀察到了甚麼變化？

**學生回答：**顏色變化、變透明

**老師：**推測是甚麼會造成這種顏色變化?請同學回答在學習單第 1 題上。(慢慢引導學生推測出神奇水是一種酸鹼指示劑或是能與二氧化碳反應的液體。)

[ 學生若無法作答的引導方式 ]

**老師問：**呼氣吐出的東西有甚麼？

**學生回答：**二氧化碳、氮氣...

**老師問：**那你們覺得可能是要觀察哪一個氣體？

**學生回答：**二氧化碳，因為吐氣中二氧化碳的濃度明顯比較多。

**老師問：**那二氧化碳有甚麼特性？

**學生回答：**水溶液是酸性的。

**老師：**那我們可以從這個想法推測神奇水可能是哪種東西囉~記得可以把想法也寫在學習單上!

### 【探究活動 1-提出假說】(15min)

老師：呼吸中甚麼階段會產生較多的二氧化碳？持續憋氣或吐氣會影響吐氣氣體濃度嗎？今天我們就是要用神奇水來探究這些問題！有同學知道今天探究活動的操縱變因是甚麼嗎？

學生回答：憋氣和吐氣時間！

老師：回答很好！那我們要怎麼量化變因呢？還有可以怎麼測量？應變變因又是甚麼？請同學們回答學習單第二部分 1~3 題 a、b 部分。〔老師可以到各組協助學生或提醒〕

### 【探究活動 1-領取器材】(5min)

確認學生流程正確後每組派一位代表領取器材：一瓶配製好的神奇藥水(pH 值 $\approx$ 9.5 的氫氧化鈉溶液+酚酞指示液)與塑膠吸管、白紙、試管、試管架、滴管、手機計時(錄影)

## 第二節課

### 【探究活動 1-進行實驗】(30min)

- 請學生填寫學習單第二題c部分，老師到各小組查看實驗紀錄情形，並查看學生的**實驗步驟**，若有缺少可以提醒，並叮嚀要注意**控制變因**。
- 要注意學生的變因是否能**量化**和觀察。例如，神奇藥水的顏色變化觀察(量化方式:變色時間)。
- 提醒科學實驗中「**重複三**」的重要，以及每次運動間隔休息的安排，以及受試者要同一人。以及注意學生實驗記錄狀況

### 【探究活動 1-各組分享+總結】(15min)

- 請學生填寫學習單第二題 d 部分，測驗學生能否利用實驗結果與教學主體(呼吸恆定性)連結。
- 每組發下一張評分表，老師須先說明各組互評評分標準實驗結果報告，依照同學互評表為其中一部分評分依據。

## 第三節課

### 【探究活動 2-實驗模擬】(10min)

1. 每組發下一台平板及 pH meter。
2. 使用 PhET 軟體中的「pH Scale\_酸鹼性」來輔助學生觀察生活中各種常見的溶液的 pH 值，以及先利用軟體模擬溶液稀釋的過程，幫助學生更容易進行後續實驗的設計。
3. 老師解說網站操作方法:

The image shows a screenshot of the PhET website interface. At the top, there is a navigation bar with the PhET logo and the word '教學' (Teaching). Below this, a red box labeled 'Step1: 進入 PhET 網站' points to the main content area. The main content area displays a grid of simulation thumbnails. A second red box labeled 'Step2: 勾選化學' points to a filter menu on the left side of the grid. A third red box labeled 'Step3: 點選進 pH Scale: Basics\_酸鹼性: 基礎' points to a specific simulation thumbnail titled 'pH Scale: Basics\_酸鹼性: 基礎'.

PHET 教學資源

教學 活動 研究 儀器計畫 關於我們

Step4:進入此介面，按撥放鍵

pH Scale: Basics\_酸鹼性: 基礎

關於 教學資源 活動 翻譯 榮譽榜

PHET 部份由以下組織支持: Brain

水

電池中的酸性物質

血液

雞湯

咖啡

水管清潔劑

洗手肥皂

牛乳

柳橙汁

汽水

唾液

嘔吐物

水

按壓流出選擇的溶液

按壓流出水稀釋

拖移檢測器至溶液中

拖移檢測器至溶液中

4. 老師到各組講解 pH meter 用法並協助校正。

5. 學生進行學習單第三部分第 1、2 題探究活動。

**【探究活動 3-配製神奇水】(25min)**

請各組共同討論出接下來的實驗流程及預估使用器材及藥品量清單統整在紙上，寫完老師確認後方可領取實驗材料，開始實驗。

\*若學生訂的濃度過高，老師可以給予濃度的建議(先請學生測試一顆氫氧化鈉溶入 500mL 水中的 pH 值)

## 【總結】(10min)

1. 老師將探究活動一的結果與教學主題(呼吸恆定性)做連結。
2. 抽點或請自願的幾位同學講解他們在探究實驗二及三各自的結論。
3. 老師總結:神奇水的 pH 值配製在 9.5 左右是要考量吹氣到變色時間不能太長，不然會造成操縱變因多了一項(換氣次數)，讓實驗結果產生誤差。
4. 老師誇獎各組/某些學生在實驗中表現優異的地方，並提醒大部分學生常常疏忽的地方。

## 【教學使用的 PPT】

**01 續「酚」的呼吸**  
REPORTER: WANYU HUANG

01 什麼是呼吸作用?  
過程中會產生什麼氣體廢物呢?

生物必須利用能量維持生命，能量是在細胞的粒線體中產生。粒線體中含有酵素，可利用氧氣將養分(如葡萄糖)分解，產生能量，同時也產生水及二氧化碳，此過程稱為呼吸作用。

02 學習單第一部份

思考一下  
有甚麼東西改變了?  
剛剛我做了什麼事.....  
這件事會產生什麼?  
這些東西的特性?溶於水會?  
可以記思滿畫畫寫在學習單上囉~

01 恆定性  
要使細胞正常運作，  
所以需要維持生物體  
內環境的穩定

範圍  
氣體含量、體溫高  
低、水分多寡及血糖  
濃度

03 探究活動

活動1  
續「酚」的呼吸:觀察持續吐氣  
憋氣對二氧化碳排放量的影響

變因設定+結果預測

操縱變因  
持續憋氣時間、持續吐氣時間、正常呼吸時間  
應變變因  
二氧化碳排出量-時間  
控制變因  
至少寫出三個

器材領取

一瓶神奇藥水  
塑膠吸管  
白紙(顏色對照)  
滴管  
試管+試管架  
手機計時  
(錄影)

顏色對照

PH METER

使用前須校正，電極必須  
充分洗淨，並將其上所吸  
附之水分吸乾後將電極浸  
入溶液內約1-2公分。

活動2

PHET軟體  
[pH Scale-鹼鹼性]

呼吸恆定性—當血液中二氧化碳  
濃度增加，刺激腦幹發出訊號，  
促使呼吸運動加快，以排除過多  
的二氧化碳。  
ex:運動後、憋氣...

有無在運動、緊張焦慮、氣喘、  
天氣、年紀、男女，都會有影響  
呼吸吐氣量

活動3  
配製神奇水  
配製出適合進行探究活動的溶液  
請各組

1.擬定實驗流程  
2.列出實驗材料

04 總結

## 七、學習評量內容

1.紙筆評量-個人學習單: 評量學生是否在探究過程中找出問題答案, 並正確填寫三大變因及紀錄實驗數據。【佔總分 70 分】

### 續「酚」的呼吸:觀察持續吐氣、憋氣對二氧化碳排放量的影響

姓名:

一、推測神奇水裡面有甚麼?為甚麼會造成這種顏色變化?(10%)

\_\_\_\_\_

二、探究實驗 (a~b 10% ; d 20% ; e 10%)

1a. 預測結果 : \_\_\_\_\_。

1b. 操縱變因 : 吹氣進神奇水前持續吐氣

控制變因 : \_\_\_\_\_

應變變因 : \_\_\_\_\_

1c. 實驗記錄&繪製結果圖(選擇適當的製圖單位, 並標記項目名稱)

平均			



1d. 結論 :

\_\_\_\_\_

2a. 預測結果 : \_\_\_\_\_。

2b. 操縱變因 : 吹氣進神奇水前持續憋氣

控制變因 : \_\_\_\_\_

應變變因 : \_\_\_\_\_

2c. 實驗記錄&繪製結果圖(選擇適當的製圖單位，並標記項目名稱)

平均			



2d. 結論：

---

3a. 預測結果：\_\_\_\_\_。

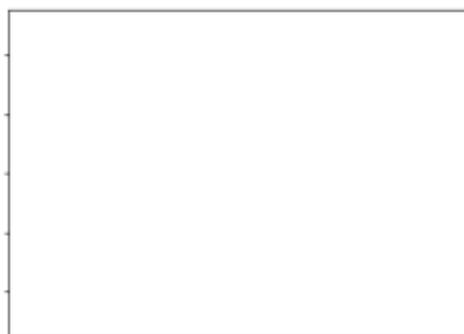
3b. 操縱變因：吹氣進神奇水前正常呼吸

控制變因：\_\_\_\_\_

應變變因：\_\_\_\_\_

3c. 實驗記錄&繪製結果圖(選擇適當的製圖單位，並標記項目名稱)

平均	



3d. 結論：

---

三、

1. 請問神奇水的 pH 值變色範圍是多少：\_\_\_\_\_。(5%)

2. 利用 PhET 軟體中的「pH Scale\_酸鹼性」配出酸鹼值最接近神奇水的溶液，你加入\_\_\_\_公升的\_\_\_\_和\_\_\_\_公升的水。(5%)

3. 實際調配神奇水後請寫出你認為適合作為此實驗的溶液濃度比例是多少?並說明原因(20%)

--

**2.實作評量-口頭發表:**評量標準-各組代表是否能清楚說明三大變因的項目;說明設計的實驗流程是否清楚易懂;報告者口條;圖表解釋是否清楚;時間控管。【最後成績=教師評分(50%)+學生互評平均(50%)·佔總分 20 分】

報告者	3大變因控制 (6分)	實驗流程 (4分)	結果推論 (5分)	口條台風 (1分)	圖表解釋清楚 (2分)	控時 (2分)	總分 (20分)
第1組							
第2組							
第3組							

**3.實作評量-學習表現:**【佔總分 10 分】

a.課堂參與度(50%)、組員互評(50%)

b.額外加分: 課堂中回答問題【最多 10 分】

#### 參考資料

【呼吸作用、酸鹼濃度計算】國中自然課本

【為甚麼不使用澄清石灰水】<https://n.sfs.tw/content/index/10564>

【酚酞指示劑配製】<https://beautydiy.pixnet.net/blog/post/31520866>

【設計內容】教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域。臺北:教育部。