

中國文化大學教師教學創新暨教材研發獎勵成果報告書

壹、計畫名稱

基礎科學跨學科教學之教材研發

貳、實施課程、授課教師姓名

基礎科學跨學科教學之設計與實踐(二)、黃信健

參、前言

本計畫的精神是延續我們歷年來致力於協助提振國高中物理教育的成果，進一步帶領物理及其他合作系所的同學們進入場域，以提升其敘事能力與專業能力，並培養利他精神。我們的場域包含都會與偏鄉的國高中，就前者而言，雖然其資源相對豐沛、但自然與生活科技的跨領域教學對國高中老師仍是沉重的負擔，在此方面，我們能夠提供以物理為基礎的跨領域支援；至於後者則更需要各種教育資源之挹注。此外，面對日益嚴重的少子化浪潮，大學端莫不鼓勵各系所與高中建立密切的合作關係，而高中端也更加重視如何善用大學資源，本計畫恰可扮演支援與協助相關系所的角色，共同推動與高中之跨學科實質交流，並在開發跨領域議題、擴大計畫影響力等方面，獲得很好的回饋。

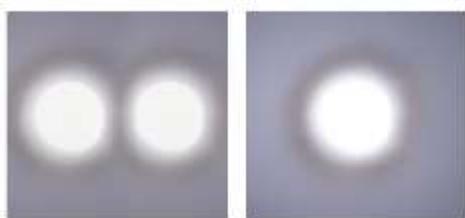
肆、計畫特色及具體內容

本計畫的主要創新處在於設計了八項「光與電隨堂實驗」，包含四項以眼睛的光資訊處理為主的光學實驗及四項以電化學、磁流體力學、靜電為主的電學實驗，其中大部分源自我們針對過去十餘年來，在許多課程與活動中所採用項目的整合與改進，因此融入了我們多年來指導學生的經驗，足可在各場域中，協助學生進行跨領域學習、探討進階科學知識。其次，本計畫採行經驗證有效的國高中教學現場服務學習方案，使學生的學習過程包含老師解說與演示、學生分組實作與討論、國中教學現場觀摩與實習以及期末演示影片製作與評比四個階段(圖一)。在此流程下，學生被投進一個主動的動態學習迴圈，他們必須向老師、同學及國中小朋友證明自己四年所學，因此展現出與其他靜態課堂完全不一樣的主動學習態度。傳統的中小學動手做教材大都以中文為主，但伙伴學校中，尤其是高中部分，也漸有國際交流、使用英文教材之需求，因此我們亦將編寫 6 項自然與生活科技領域隨堂實驗之英文教材。



圖一：「基礎科學跨學科教學之設計與實踐」課程的學習流程

本計畫教材包含八項「光與電隨堂實驗」，其中四項以眼睛的光資訊處理為主，另四項以電化學、磁流體力學、靜電為主，將配合實施於都會與偏鄉國高中的場域實踐活動。「光與電隨堂實驗」包含了影像重疊、影像重疊-亮度、影像重疊-形狀、影像重疊-對比(圖二、圖三)、蝕刻、水磁引擎、心電感應及凡德格拉夫發電機八個光學實驗，它們也都可與資訊、化學、工程及生理領域聯結，誘發學員跨領域學習及探討進階科學知識的興趣。其中影像重疊系列是在測試眼睛對於亮度、形狀及對比各方面的影像重疊功能；蝕刻則是讓學生實作工業上極重要的蝕刻程序，也了解電化學的原理，及不銹鋼銹蝕的原因；水磁引擎是電磁學及磁流體力學在工程上的一大應用；心電感應是歷來頗受歡迎的一個靜電實驗，本計畫改進了其中的一項易於漏電的小缺失；凡德格拉夫發電機在各大自然科學博物館中廣受歡迎，我們把它帶入課堂，讓學生能夠獲得刺激、有趣的體驗。



圖二：影像重疊-亮度



圖三：影像重疊-對比

本計畫亦將透過「基礎科學跨學科教學之設計與實踐(二)」服務學習課程，在都會與偏鄉國高中推動場域實踐。我們已安排在台北市中山國中八年級的七個班、宜蘭市蘭陽女中高一與高二的數理資優班，嘉義高工及台南新豐高中的七個班級，讓學生可透

過這幾個精心安排的場域實踐，提升綜合敘事能力，並培養利他精神。其中蘭陽女中高一年級資優班的課程是與其日本姊妹校櫻花高校的國際交流活動，還邀請宜蘭市數個國三資優生參與，因此我們特為其編寫前二年在蘭陽女中很受歡迎的科學營隊教材之英文版本。

伍、實施成效及影響（量化及質化，且說明是否達到申請時所期之學習目標與預期成效）

1. 完成「眼睛之光資訊處理」及「物理－化學跨科實驗」二組共八項光與電實驗模組。
2. 在物理、資傳、地理三系五班進行跨院系基礎科學跨領域學習與教學場域實踐。
3. 舉辦 Come! Wake up your sensor! 華岡校園策展，參與活動學生達 1198 人，極具科普推廣效益。
4. 強化學生物理敘事與演示的能力。
5. 透過國中自然與生活科技領域教學現場的合作與帶動，協助解決國中跨領域教學的困難、提高學習成效。
6. 透過物理科學營隊的辦理與高中進行實質交流，讓學生藉此增進多元敘事力，培養利他精神，並強化本系與高中密切的合作關係、提升高教市場競爭力。

綜合上述六項，本計畫已圓滿達成預期之學習目標與預期成效。

陸、 結論

本計畫就藉由八項電與磁隨堂實驗之設計，帶領學生透過國高中教學現場的服務學習，培養其敘事力與利他心，在提升教學成效之同時，也帶動合作國高中的基礎科學教學，並協助其國際交流活動，對於鞏固與各校的合作關係、因應少子化浪潮，也發揮了正面的作用。

柒、執行計畫活動照片

計畫活動照片說明		物理資傳聯課場域及校園策展	
1		2	
黃信健老師以全英語授課		同學們互動良好	
3		4	
同學能妥當指導學弟妹		同學能精確 present 實驗結果	
5		6	
校園策展之虛位以待		校園策展之人潮初現	

捌、附件

光與電隨堂實驗 黃信健 2019.9.16

一、影像重疊

I. 材料：A4 紙、透明膠帶

II. 步驟：

1. 把 A4 紙捲成長 28 cm、直徑 1.5 cm 的長紙捲，再用透明膠帶固定。
2. 用右手持紙捲靠近右眼，再用右眼透過紙捲看出去。
3. 伸出左手靠著紙捲中間位置，手指朝上，掌心朝內。
4. 兩眼都張開，觀看特定目標。
5. 換用左手執紙捲，靠近左眼，依上述步驟觀看特定目標。

III. 問題與心得：

問題一：請問你看到甚麼？

問題二：請問你用右眼和左眼所看到的是否相同？

二、影像重疊-亮度



I. 材料：A4 紙×3、透明膠帶

II. 步驟：

1. 把 A4 紙捲成長 28 cm、直徑 1.5 cm 的長紙捲，再用透明膠帶固定。
2. 用另一張 A4 紙做成第二個長紙捲。
3. 把二長紙捲靠近兩眼，觀看第三張白紙。
4. 先閉起左眼用右眼觀看，再閉起右眼用左眼觀看，注意兩眼所看到的亮度是否相同？
5. 用兩眼同時觀看，但把二紙筒遠端相互靠近，讓二亮圓部分重疊。
6. 繼續上一步驟，直至二亮圓完全重疊。

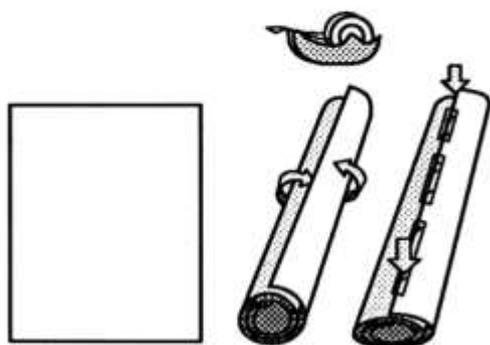
III. 問題與心得：

問題一：在步驟四中，請問你是右眼或是左眼看到的比較亮？

問題二：在步驟五中，重疊部分是否比較亮？

問題三：在步驟六中，重疊後是否比較亮？你可以閉起一眼來比較。

三、影像重疊-形狀



I. 材料：A4 紙×3、透明膠帶

II. 步驟：

1. 把 A4 紙捲成長 28 cm、直徑 1.5 cm 的長紙捲，再用透明膠帶固定。
2. 用另一張 A4 紙做成第二個長紙捲，再把圓形紙捲壓成扁圓形。
3. 把二長紙捲靠近兩眼，觀看第三張白紙；用兩眼同時觀看，但把二紙捲遠端相互靠近，讓圓形和扁圓形亮區重疊。
4. 把左右二紙捲換邊再看。

III. 問題與心得：

問題一：在步驟 3 中，請問你看到圓形或扁圓形？

問題二：在步驟 4 中，請問你看到圓形或扁圓形？

問題三：請問你有沒有慣用手(dominant hand)？請問你有沒有慣用眼？

四、影像重疊-對比



I. 材料：A4 紙×3、透明膠帶

II. 步驟：

1. 把 A4 紙捲成長 28 cm、直徑 1.5 cm 的長紙捲，再用透明膠帶固定。
2. 把另一張 A4 紙沿長邊剪下 6.5 cm 寬，做成第二個長度也是 28 cm 的薄紙捲。
3. 兩眼都睜開，用一眼透過長紙捲觀看第三張白紙。
4. 換用薄紙捲，重複步驟 3。

III. 問題與心得：

問題一：在步驟 3、4 中，長紙捲或薄紙捲的亮圓比較亮？

問題二：用右眼或左眼的結果有無不同？

五、蝕刻

I. 材料：不銹鋼片、電氣膠帶、剪刀、鹽、蒸餾水、湯匙、9V 電池、鱷魚夾(2)、棉花棒、塑膠杯



圖一

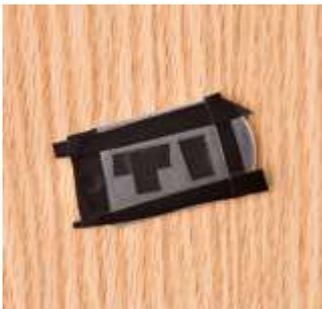


圖 A

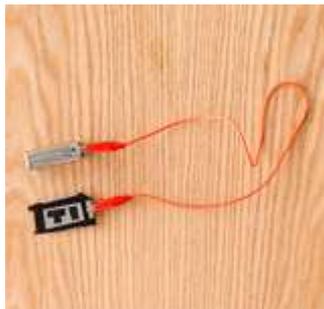


圖 B

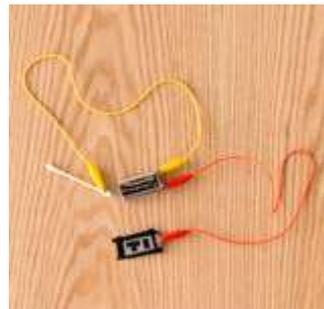


圖 C

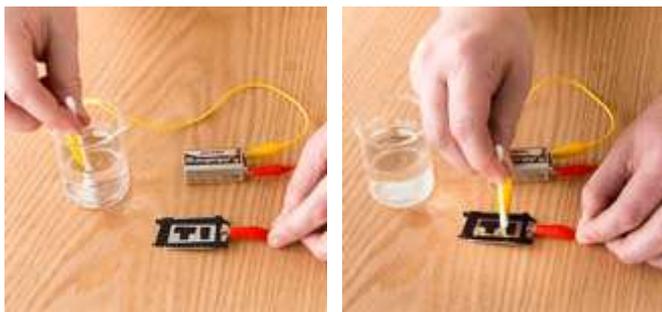


圖 D

圖 E

II. 步驟：

1. 利用電氣膠帶，在不銹鋼片上設計出圖樣。如圖 A。
2. 在 250ml 蒸餾水中溶入 10 g 鹽。
3. 用鱷魚夾連接電池正極與不銹鋼片。如圖 B。
4. 用另一鱷魚夾連接棉花棒棉球與電池負極。如圖 C。
5. 把棉花棒浸入鹽水，再依次按壓於不銹鋼片未覆蓋電氣膠帶部分。如圖 D、E。
6. 撕去電氣膠帶後，觀察成品。

III. 問題與心得：

問題一：請問不銹鋼的特性是什麼？它為什麼可用於蝕刻？

問題二：請問本實驗有哪些離子參與反應？

六、水磁引擎

I. 材料：磁鐵、9V 電池、鱷魚夾(2)、鋁片、銅線、小塑膠杯、鹽、胡椒粉

II. 步驟：

1. 用鱷魚夾連接 9V 電池的正極和鋁片；
2. 用另一鱷魚夾連接 9V 電池的負極極和銅線；
3. 在小塑膠杯內加水，再加入鹽，攪拌；
4. 把負極銅線及正極鋁片插入水中，再撒上胡椒粉，觀察胡椒粉的動靜。



III. 問題與心得：

問題一：請說明胡椒粉的運動。

問題二：請問鋁片的作用為何？

問題三：請問本現象有何應用？

七. 心電感應

I. 材料：PVC 管、小塊毛料、500cc 塑膠杯(x2)、鋁箔、吹風機、絕緣踏墊

II. 步驟：

1. 在兩個塑膠杯外包覆一圈鋁箔，距杯口及底部各保留約 1 公分；把其中一杯套入另一杯中。
2. 剪一小段長約 10 公分寬約 5 公分的鋁箔片，夾在二杯之間，並與內杯鋁箔接觸，作為電極。
3. 右手持 PVC 管一端，另端靠近鋁箔片；左手持小塊毛料摩擦 PVC 管。
4. 請學員圍成一圈，手指互觸；請任一人騰出一手持杯，再請此人旁邊之人伸指輕觸電極。



III. 問題與心得：

問題一：請問萊頓瓶的作用是什麼？它為什麼會有這種作用？

問題二：本實驗採用 PVC 管和小塊毛料的目的是什麼？

八. 凡德格拉夫發電機

I. 材料：凡德格拉夫發電機、絕緣踏墊

II. 步驟：

1. 請學員站在絕緣踏墊上，手按凡德格拉夫發電機圓球。
2. 啟動凡德格拉夫發電機。



III. 問題與心得：

問題一：請問絕緣踏墊的作用是什麼？它為什麼會有這種作用？

問題二：請說明/解釋你在本實驗觀察到的現象。

Optics in Fine Arts

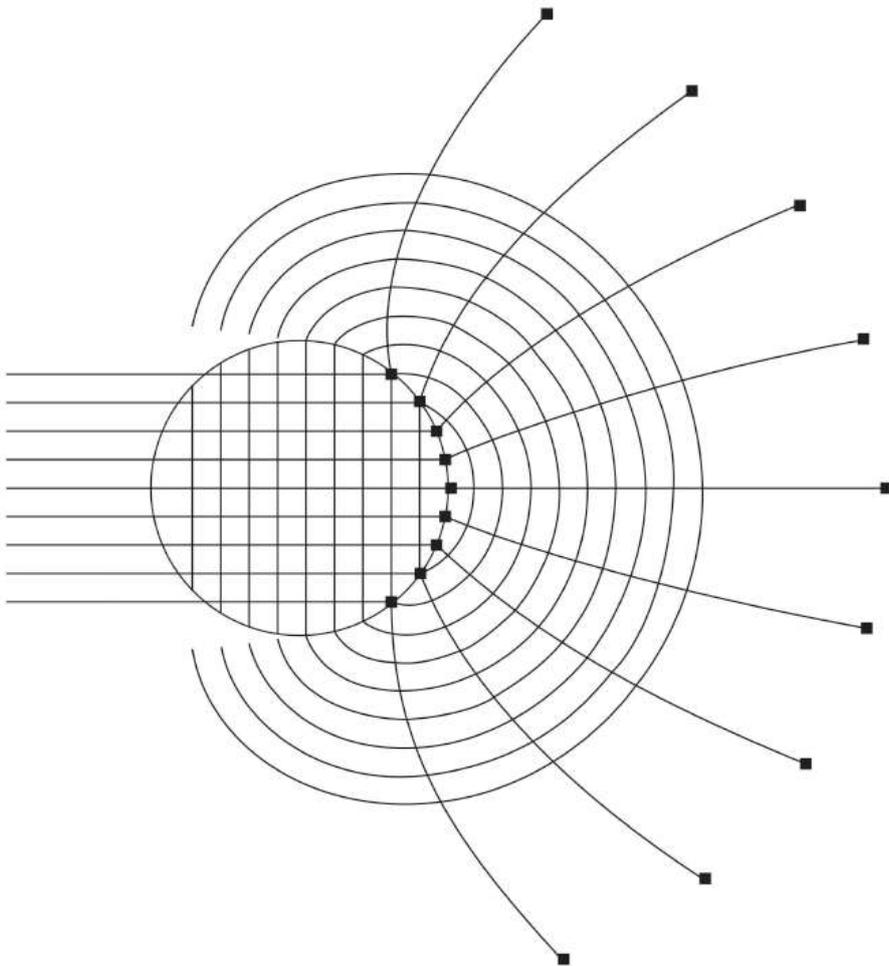
黃信健

1. Anamorph (歪像) <https://www.exploratorium.edu/snacks/soda-can-mirror>
 - i. Select any simple graph, such as an alphabet, and use the anamorph grid (Fig.3) to produce the anamorph of your simple graph.
 - ii. Wrap a piece of aluminium foil around a cola can, and place it on the circle of the anamorph grid to reconstruct your graph.

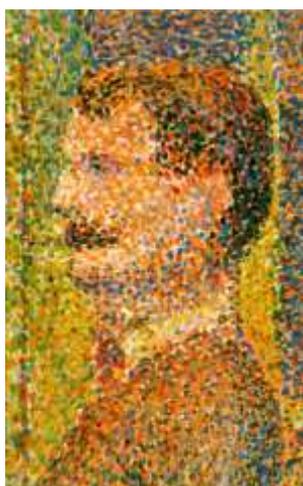




Anamorphic Grid



2. Pointillism (點描畫) <https://www.exploratorium.edu/snacks/jacques-cousteau-in-seashells>



Parade de cirque
Georges Seurat



Self-Portrait
Vincent van Gogh

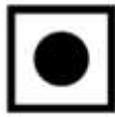
- I. Material: 10×10cm transparent graph paper, picture, pencil, paper clip

II. Procedure :

- i. Place the transparent graph paper on top of the picture;
- ii. The picture shows through the transparent graph paper squares with different shading;
- iii. Estimate what portion of your chosen square is black, then draw a corresponding large, medium and or small circle in the square; the more black in the square, the bigger your dot ;



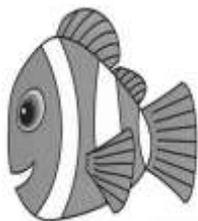
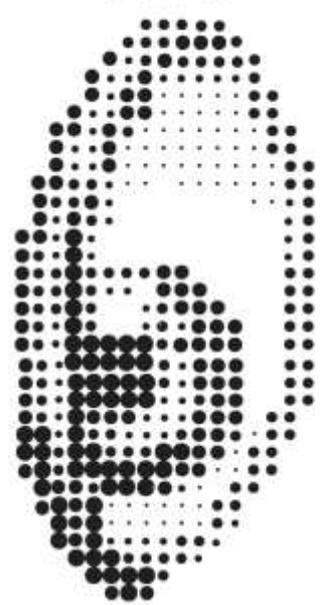
25%



50%



100%



Electricity: measure

and

generate electricity

1. Multimeter

- I. Material: multimeter, battery, resistors



Table 25.3 Color Codes for Resistors

Color:	Value as Digit	Value as Multiplier
Black	0	1
Green	2	10
Red	2	10 ²
Orange	3	10 ³
Yellow	4	10 ⁴
Green	5	10 ⁵
Blue	6	10 ⁶
Violet	7	10 ⁷
Grey	8	10 ⁸
White	9	10 ⁹

II. Procedure: make current, voltage and resistance measurements using the multimeter and circuit elements provided.

current(電流) _____ ampere(安培)

Voltage(電壓) _____ volt(伏特)

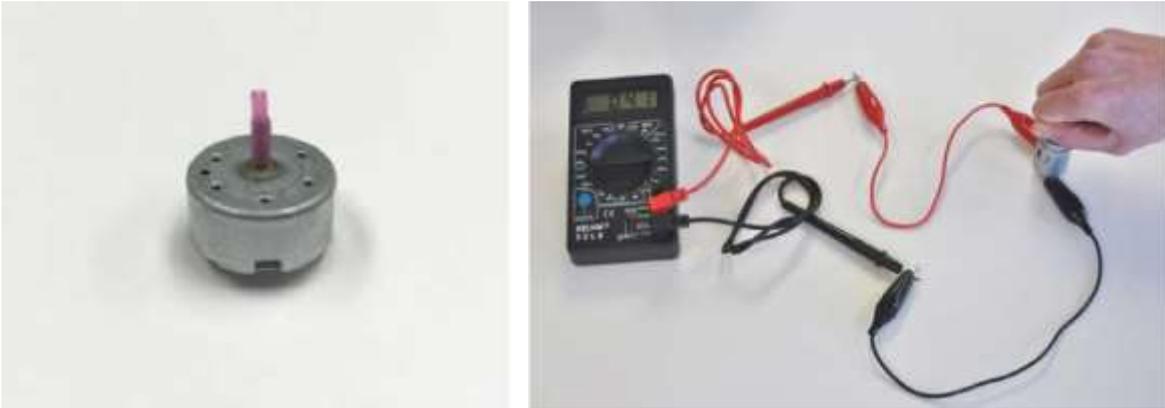
resistance(電阻) _____ ohm(歐姆)

2. Motor-wind turbine

I. Material: multimeter, motor, test Lead with alligator Clips

II. Procedure: i. Connect the multimeter to the motor.

ii. read from multimeter the voltage you generate when turning the motor.



3. Speaker



I. Material: multimeter, 0.5W/1.5W speaker

II. Procedure : i. Connect the multimeter to the 0.5W/1.5W speaker.

ii. measure the voltage reading when you shout into the speaker.

4. Human conductor

I. Material: PVC pipes, small piece of wollen cloth, 2 plastic cups (500cc), aluminium foil

II. Procedure:

- i. Wrap one of the plastic cup with aluminium foil, then insert the wrapped cup into the other cup;
- ii. Cut a 10×5cm strip of aluminium foil, and place it between the cups;
- iii. While holding the PVC tube close to the aluminium strip, rub the tube with the wollen cloth.
- iv. Arrange people hand in hand in a circle, choose any one person to hold the charged cup, and the next person to touch the strip.



備註：

1. 本報告書大綱得視需要自行增列項目。
2. 成果報告書須另以光碟儲存，並另附加執行計畫活動照片電子檔(照片原始檔)。