

教育部 105 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱： 落葉在水面的群聚效應量化吸引力~107 課綱「自然科學探究與實作」課程研發與發展教學模組應用

主持人： 簡汎佐 電子信箱： tchien@smhs.hlc.edu.t

共同主持人： 徐維燦

執行單位： 海星高級中學

一、計畫目的

(一) 為 107 課綱『自然科學探究與實作』課程進行模組發展，透過觀察、實驗與思辨的過程引起學習動機，建立學習成就感。此實驗著重物理科與生物科之融合，經由分組協作、實驗與理論並進的過程建立學生系統思考、規劃執行與科技資訊應用的核心素養。

(二) 數據分析之技能培養

1. 圖形軟體 Tracker 之學習與操作

(1) 運動學分析、擬合

(2) 模組建置

2. SciDAVis 圖表製作學習

3. 學習 Mathematica

(三) 實驗硬體設計

1. Arduino

2. LabVIEW + myDAQ

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

(一) 辦理 105 學年度科學營

(二) 於本校每週兩節的專題課程與課後時間進行研究

(三) 花蓮縣教育處(丘文盛老師)進行 Arduino 與 Scratch 結合實作課程

(四) LabView + myDAQ 實作研習

三、研究方法

我們將以水面上落葉群聚的現象為出發點，引導學生進行思考葉子可以群聚的原因。待學生對作用力有了初步的構想之後，我們進一步引領學生研究測量葉子之間的距離的變化，同時參考 D.Vella 的雙球體 Cheerios effect。首先，利用手機拍攝兩片葉子在水面上的移動影片，其後利用 Tracker 軟體追蹤兩片葉子在水面上的移動軌跡，若具有吸引力/排斥力，則教導學生經由葉子軌跡點去判讀兩葉片上的標定點間的距離隨時間的變化(如同打點計時器)。其次，將重複實驗數次後所得結果進行數據處理，學生將學習平均值、標準差、平均標準差等觀念，可銜接高一數學科之內容。在數據處理方面，利用 SciDAVis 進行專業性的繪圖呈現，引領學生如何利用圖表清楚的表達實驗結果。實驗數據將配合以拖曳力為基礎發展的理

論模型，做圖形的線性擬合，教導學生驗證理論的對實驗數據的一致性。

四、執行進度（完成度 70%）

- (一) 辦理 105 海星科學營隊，內容著重於 Tracker 軟體之教學，與東華大學物理系合作實驗牛頓第二運動定律-滑車實驗。設計雞蛋著地緩衝裝置，利用 Tracker 計算各組所設計作品之緩衝能力與風阻強度。



2016 海星科學營

編別：
姓名：

目錄

以 Tracker 軟體認識自由落體的運動學	1
光的故事演講摘要	15
圖形、雜訊、Excel 應用	16
活動：丟雞蛋大挑戰	25
ImageJ 課程	26
物理實驗：牛頓第二運動定律	31
生物實驗：小質量體 DNA 抽取	35
生物實驗：洋菜膠電泳分析	36
地科影像實作實驗	39



(二) 葉子於水面上的交互作用力研究初步成果

1. 由 Tracker 分析葉片的軌跡得知葉片之間的交互作用

立可由葉子的結構與正反面做以下分類 (表 1):

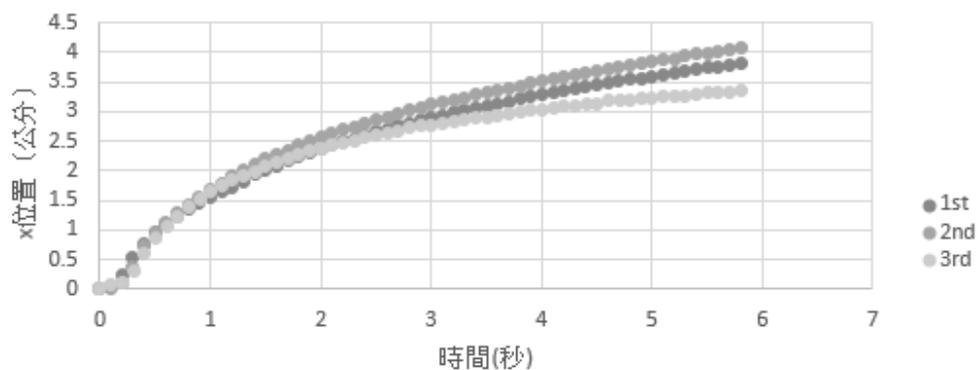
表 1 真實葉子交互作用力分類

吸引力	排斥力
正面-正面; 葉緣-葉緣 (A1)	正面-正面; 葉緣-葉尖 (A3)
正面-正面; 葉尖-葉尖 (A2)	正面-反面; 葉緣-葉緣 (B1)
正面-反面; 葉緣-葉尖 (B3)	正面-反面; 葉尖-葉尖 (B2)
反面-反面; 葉緣-葉緣 (C1)	反面-反面; 葉緣-葉尖 (C3)
反面-反面; 葉尖-葉尖 (C2)	

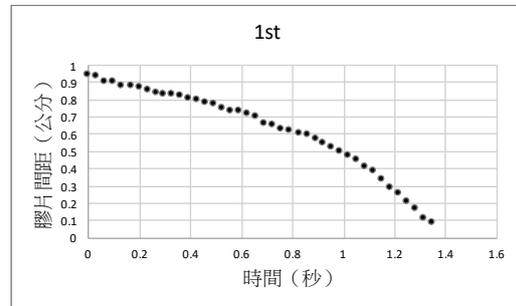
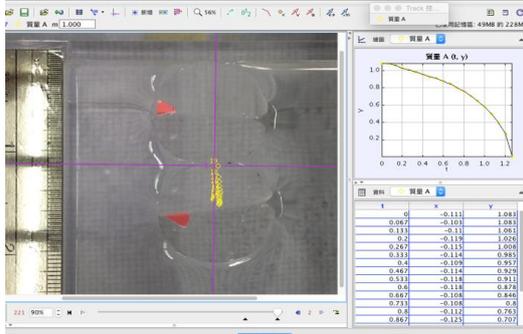
2. 利用塑膠模型片替代真實葉片，進行水面上的滑動並且

計算拖曳力

$$F_{\text{drag}} = -6\pi a\eta v$$



3. 探討模型葉片之間的交互作用力，以正面-正面配置的模型葉子為例，利用 Tracker 標示出兩葉片接近的軌跡，



(1) 取加速度明顯出現的區間，並且用 Mathematica 進行擬合，以 $a - b e^{ct}$ 函數擬合。可以得知葉片所受的合力與葉片間距的關係 $F(d) = \bar{C}_1 - \bar{C}_2 d$ 。根據三次實驗，取平均值與標準差， $\bar{C}_1 = 0.23$ ， $\sigma_{c1} = 0.02$ ($g \cdot cm/s^2$)

$$\bar{C}_2 = 0.25, \quad \sigma_{c2} = 0.05 \quad (g/s^2)$$

則，正面-正面、葉緣-葉緣的吸引力

$$F_{A1}(d) = 0.23 - 0.25d$$

可利用上式，求得：

- 吸引力範圍 $F_{A1}(D) = 0 = 0.23 - 0.25D$

$$D_{A1} = \frac{0.23}{0.25} = 0.92cm$$

- 最大作用力 $F_{A1,max}(0) = 0.23$ ($g \cdot cm/s^2$)

- 交互作用能 $U_{A1} = -\int_0^{D_{A1}} F_{A1}(d) \cdot dd$

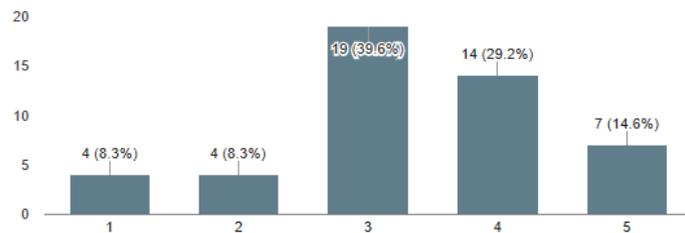
$$E_{A1} = -\int_0^{0.92} (0.23 - 0.25d) \cdot dd$$

$$= -0.10 \quad (g \cdot cm^2/s^2)$$

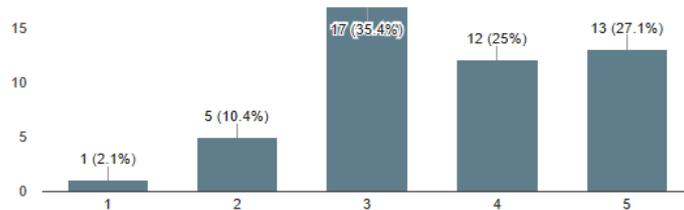
五、預期成果

- (一) 科學營 Tracker 課程結合 google 表單做及時的課程回饋，並依據回饋內容進行課程的改良，預期可以修正出最佳的課程模組。

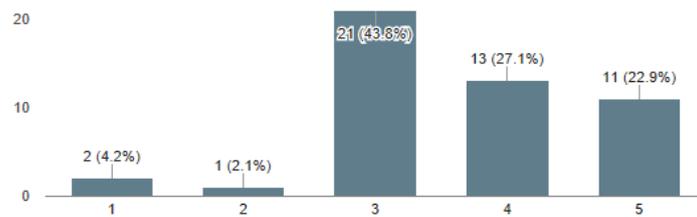
1. 我對課程內容瞭解與吸收程度 (48 則回應)



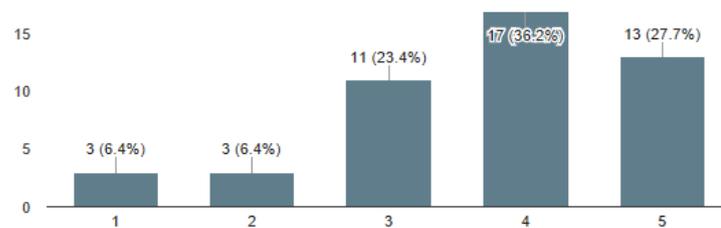
2. 我認為修習此課程在科學觀察知識上的收穫很大，例如：學科知識、實驗、儀器與設備使用等方面。(48 則回應)



3. 我覺得課程教材內容的實用性。(48 則回應)



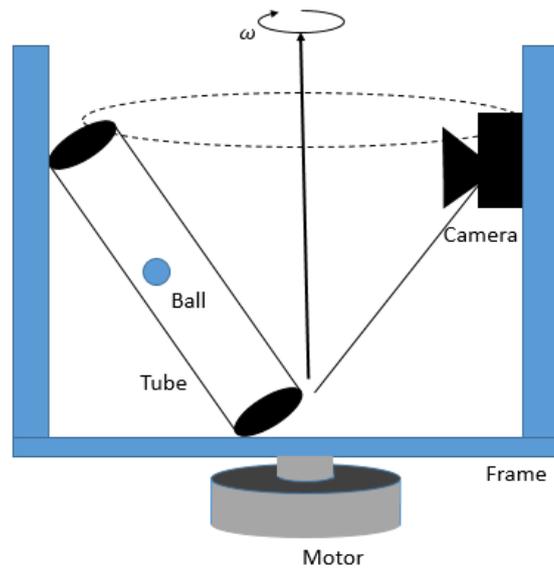
4. 老師的授課方式表達流暢。(47 則回應)



- (二) 繼續針對葉子在水面上的交互作用力進行研究，了解葉片之間的交互作用機制後，將要推廣至葉子的群聚效應，以 10 片模型膠片在水波槽上進行實驗。觀察在時間序列的演化之下，葉子的群聚變化。利用 Arduino 設計擾動水面的馬達，模擬水波槽的水面受到外在環境影響時，葉子群聚的改變。

六、檢討

- (一) 青年物理辯論賽 IYPT 每年所提供的題目非常的豐富，相當適合作為自然科學探究與實作的參考材料。過往標準課程中的演示性實驗難以真正的刺激學生的學習經驗，尤其在速食科技、資訊爆炸的環境中，IYPT 提供了具有深度、開放性與創新的研究題目。如本計畫所研究的水面上葉子之間的交互作用力即是受到 2013 年 IYPT “Drawing Pins” 的啟發而推廣自生物領域。同時本校學生亦利用此計畫所累積之經驗與能力，針對 2016 年 IYPT 中的” the ball in water” 進行研究，期待能與地球科學、大氣科學結合。



(二) 為落實自然科學探索與實作課程之精神，我們必須積極建立學科或跨學科的共備社群（生物與物理），辦理科技融入課程方面的研習（如 Arduino、LabVIEW）與討論分享教案。培育課程小老師進行實驗方法與技術的傳承。

