



科展選題、實驗設計 與數據分析

接納未知、找尋新奇
(2013年9月)

Wen-Hsien Li (李文献)

中央大學 中子束應用研究中心

物理系 奈米物性實驗室

whli@phy.ncu.edu.tw

科展主軸議題

- 科展議題 -- 尋自然哲理
- 科學心境 -- 享自然之美
- 科學方法 -- 讓證據顯現
- 科學態度 -- 讓證據說話
- 科學分析 -- 循邏輯漸進
- 科學結論 -- 找簡單之理

讓自然說話

自然科學：探索自然界的法則

→ 在眾相中尋找公因數

→ 簡單就是美

原動力：神祕感

→ 永遠的赤子之心，明察秋毫

→ 忘了我是誰，傾聽自然訴說

人文與科技融合：

→ 當科技的主人，不被科技迷惑

→ 留一片天給未來

科展教育的視界

- 提供較早感染科學方法與獨立思考的訓練。
- 藉由實作經驗來精進觀測技術、藉由實驗發現來領悟知識、藉由推理數據來理解並分享自然。
- 透過所設計的觀測方法來觀看自然界的表象、來發掘未知的異相、來拓展視界、來解說自然。
- 別讓物理的學習侷限在一堆公式的計算，別侷限科學探索，而忽略了自然的多彩。

化解認知的衝突

紅

橘

綠

紫

藍

藍

黑

紅

綠

橘

紫

黑

橘

紅

紫

黑

紅

橘

綠

紫

PU

BK

OR

RE

PU

BK

RE

OR

GE

PU



選題

(尋找奇異、實作引導)

whli@phy.ncu.edu.tw

選題之旅

- **前案啟發** -- 找未解、拓環境
(解讀實驗數據、欣賞實驗奇異、
延伸實驗參數、推展參數範圍)
- **觀察自然** -- 賞多彩、問因由
(觀注自然現象、欣賞人為引鑑、
設計實作觀測、實作引導主軸)
- **概念推理** -- 捨認知、尋奇異
(理解物理模型、精選實作參數、
探索參數極緻、捨棄概念枷鎖)

作品之精彩

以自製電磁力光槓桿探討軟物質

- 自製簡易儀器可愛，
- 放大訊號讓儀器可用，
- 轉換各孵化期的組態數據成相關物理量，
- 量化黏滯彈性來討論各孵化期魚卵結構的改變。

作品之精彩

以簡單的光穿透量測非線性擴散動力學

- 液體介面的動態擴散
- 以簡單的折射定律判定混合液體之密度
- 能量測擴散過程的動態行為
- 實驗技術應用在甘油與水的介面系統
- 觀測到初期的擴散主控於水與甘油間形成氫鍵所引發。

精選旅程

➤ 精挑耳目之利（選擇有力儀器）

→ 知己也知彼

（以拉橡皮筋實驗為例：皮膚感溫與真空中拉伸）

➤ 傾聽自然之聲（善選實驗參數）

→ 忘了我是誰

（以光槓桿振盪實驗為例：原理功能與非線性彈力）

（以線光束偏折實驗為例：數學推導與動態擴散）

精選旅程

➤ 尋找簡單之美（鑑定公因之術）

→ 慧眼識英雄

（以響片翻轉實驗為例：合力分析與旋轉態轉換）

（以水滴爬坡實驗為例：合力分析與渦流互勁）

➤ 訴說自然之音（精挑實驗成果）

→ 化繁為簡潔

（以奈米超導鐵硒實驗為例：苦工流程與精簡證據）

（以水滴在熱板上跳動實驗為例：以對稱性歸納）



實驗設計

(精挑參數、精選環境)

whli@phy.ncu.edu.tw

拓展視界

我們之所以不願意承認
一種生物可以演生出另一種截然不同的生物，
主要原因在於
我們沒有親眼目睹重大改變就很難接受。

達爾文 1859

The origin of Species (物種起源)

親眼目睹

- 視界 → 新工具、新方法、新物件。
- 認知 → 解枷鎖、解蘊含、新詮釋。

研究進行-1

探索旅程

擇路、扎實、完整

找尋題材：（跟著好奇之心）

參考前案、觀察環境、關心時事

搜尋文獻：（科普、網路）

了解現況、發掘問題、引導思路

實驗構想：（指導老師）

資源評估、投入規劃、工作分配

尋找資源：（主動接觸）

實驗場所、尋找協助、引發興趣

研究進行-2

了解工具：（功能解析度探索）

知己知彼、精選工具、設計實驗

參數設定：（從一個開始）

調控變因、多元累積、突破傳統

動手實作：（主題導向）

熟能生巧、記錄實驗、數據分類建檔

瞭解數據：（調整構想）

繪圖比較、數據分析、討論討論再討論

研究進行-3

尋找規律：（讓數據說話）

看圖說話、化繁為簡、簡易之美

尋找奇異：（找專家協助）

捨棄成見、聚焦主題、新穎現象

調整參數：（調整觀點再探）

鑑別未知、結合前知、增廣見聞



數據解讀

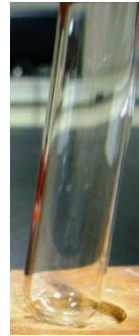
(歸納化繁瑣、慧眼識英雄)

whli@phy.ncu.edu.tw

以反應速率實驗為例

1.

3 ml water +
3 drops of HCl
= dilute HCl solution



2.

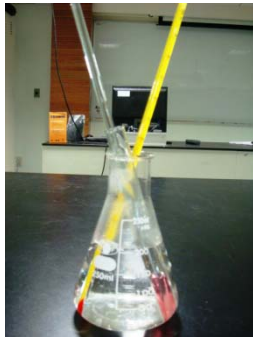


Add 2 drops
of universal
indicator.



判斷PH值

3.



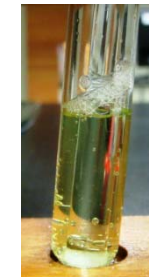
加熱後，紀錄
熱平衡溫度

4.



加入1/4錠制酸劑
並攪拌，開始計時。

5.

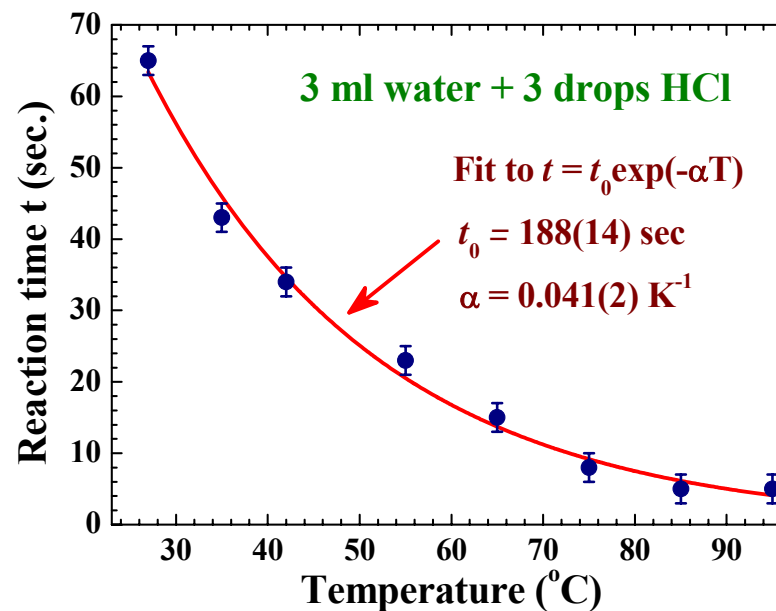
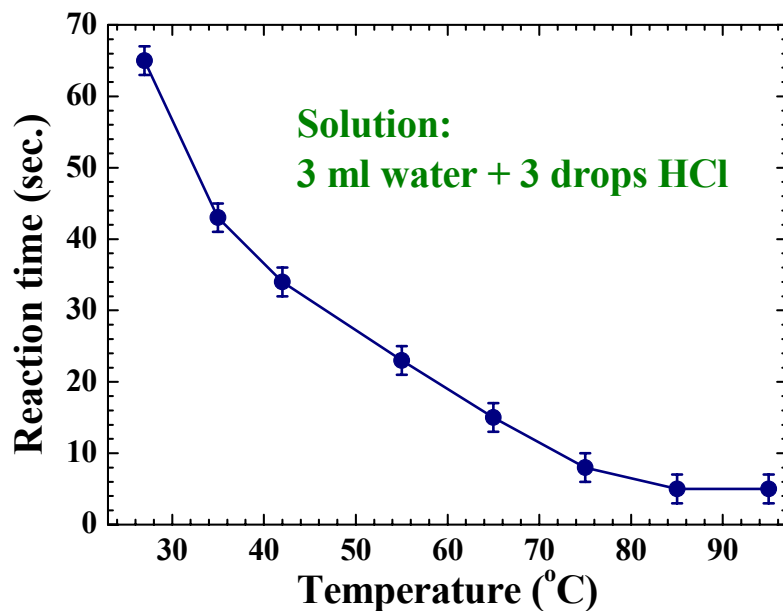


待溶液成中性，
停止計時。

1. 選定HCl溶液濃度，紀錄反應時間與溫度之關係。
2. 改變HCl溶液濃度，討論溶液濃度對反應速率之影響。

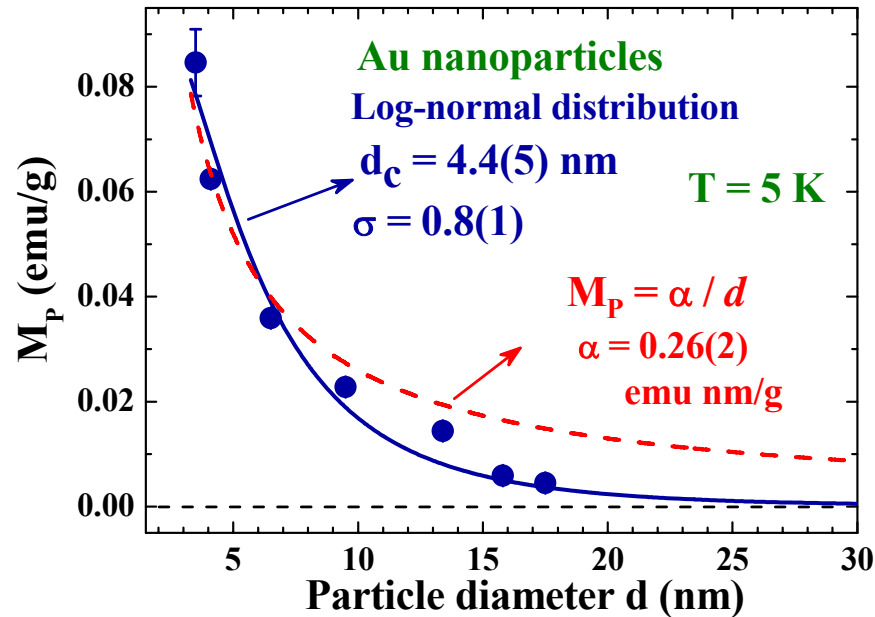
數據解讀

境界：以簡易關係示連結物理量



- 僅能說反應時間隨溫度升高而縮短。
- 能進而以一溫度係數來描述反應時間的縮短變率及主控機制。

關係式判定



- 物理參數間的依附關係，提供物理運作機制的訊息。
- 以數據擬合來判定參數間的依附關係。

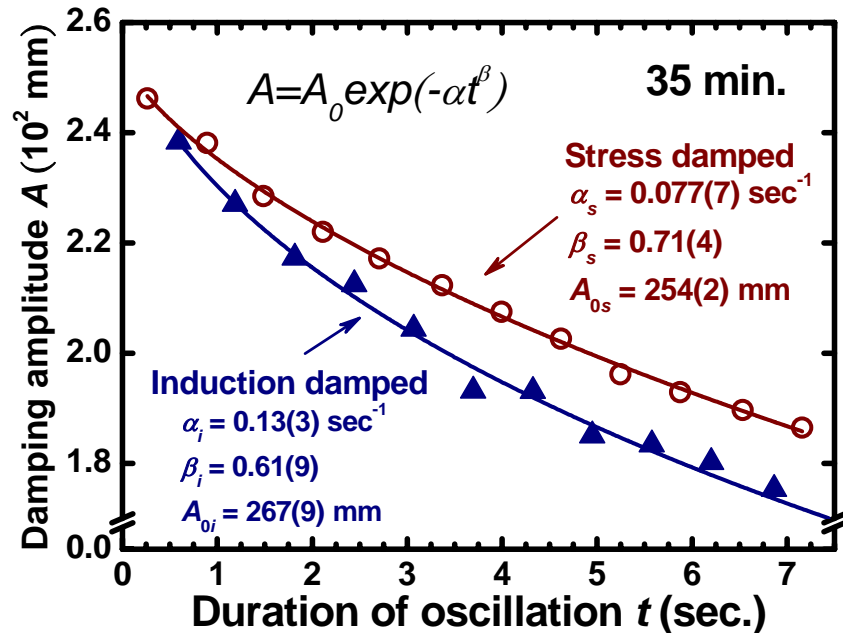
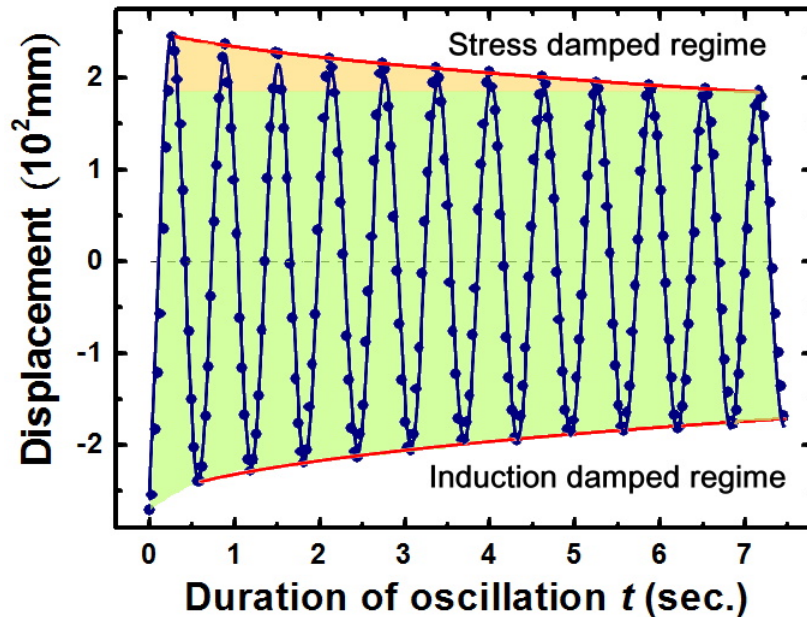
- 主軸議題：金奈米顆粒中具磁性的原子
- 一次方反比關係難以完整描述金奈米顆粒的磁矩與粒徑間的關係，顯示表面原子並非是惟一提供磁性的原子。

實例欣賞

Studies of cell elasticity by nonlinear damping (2011, Intel 2nd Award)

- 自製簡易磁動力光槓桿，記錄振盪曲線
- 光槓桿(放大微小型變)、磁動力(以磁力大小調變應力)
- 探針下放置軟物質，如斑馬魚卵，記錄光槓桿振盪曲線
- 如何理解振盪曲線所隱含的物理資訊
- 探針下壓：魚卵被壓縮，探討魚卵的抗拒能力(內部結構)
- 探針離開：魚卵黏滯探針，探討魚卵的黏滯力(表面特質)
- 探討孵化各週期、或各選定酸鹼環境下魚卵的彈力特質
- 需能描述非線性運動振盪
- 探針下壓時魚卵會滋生抗拒力保護自己

非線性擺動資訊萃取



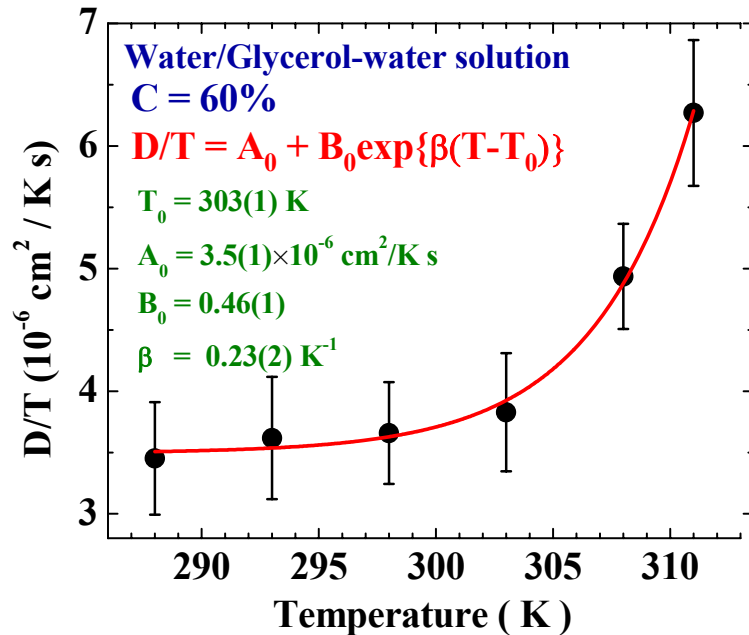
- 主軸議題：非彈性擺幅認定
- 一次方反比關係難以完整描述金奈米顆粒的磁矩與粒徑間的關係，顯示表面原子並非是惟一提供磁性的原子。

實例欣賞

Nonlinear diffusion dynamics measured by simple light-transmission method (2010, Intel 3rd Award)

- 雷射筆光點通過玻璃棒 → 單色光線光源
- 一液體懸浮在另一液體上方 → 介面間兩液體相互擴散
- 單色光線光源通過介面區域，偵測透射光形狀，記錄透射光形狀隨時間的變化
- 光透射過介面被曲折的程度與介面的密度有關 → 推算出介面區域密度隨時間的改變量
- 量測出一液體擴散至另一液體的位能障值
- 303 K的熱能就能有效的破壞甘油間分子間的鍵能
- 甘油-水介面：初期，水與甘油間形成氫鍵引發擴散
後期，水與甘油間密度的不同引發擴散

以光折射探討動態擴散



➤ 主軸議題：液態界面間的擴散係數在溫度高於300K時開始急遽上升的原因。

➤ 液態界面間的擴散係數與溫度的關係，可以用指數遞增函數來描述。

➤ 擴散係數急遽上升，因緣於甘油間分子鍵的熱鬆解，而允許甘油與水分子間形成氫鍵。

➤ 擬合所得溫度常數為303 K，顯示裂解甘油間分子鍵的能障為303 K=26.1 meV。

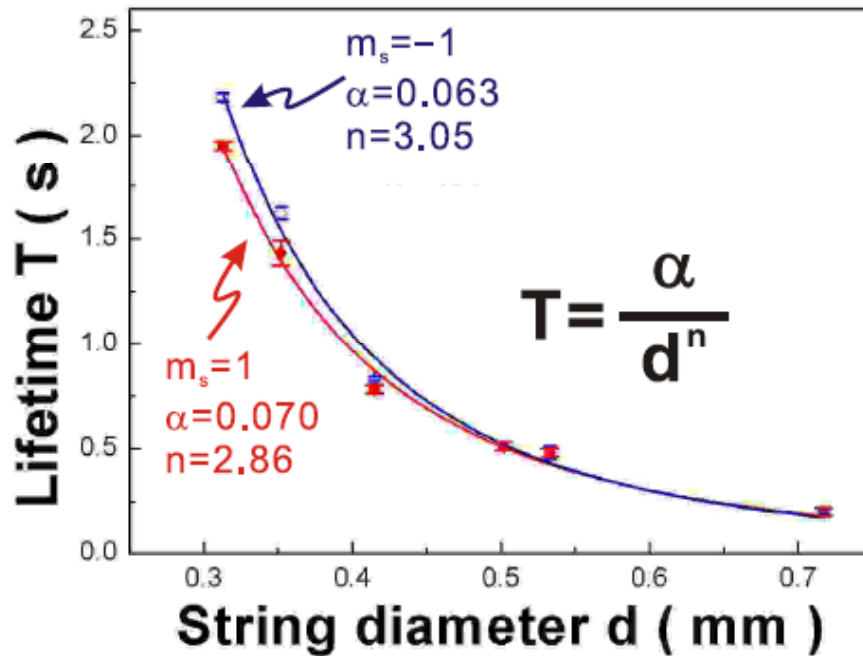
實例欣賞

Evuvuv – the air messenger

(2007, Intel 2nd Award)

- 繩子拉接響片，接轉動馬達定速旋轉，記錄其運動軌跡
- 繩子：可扭轉、不可扭轉。
- 響片：薄片、圓柱、半圓柱、三角柱、四方柱
- 僅薄片接於可扭轉繩子，才能發出聲響
- 響片在袂角與仰角間連續轉換，響聲頻率也隨之改變
- 觀測到三旋轉態：繩子順時針方向扭轉、不扭轉、逆時針方向扭轉
- 響片自繩子接收能量與釋放能量給繩子的時間不同。
- 聲音來源：spinning Evuvuv beating the air

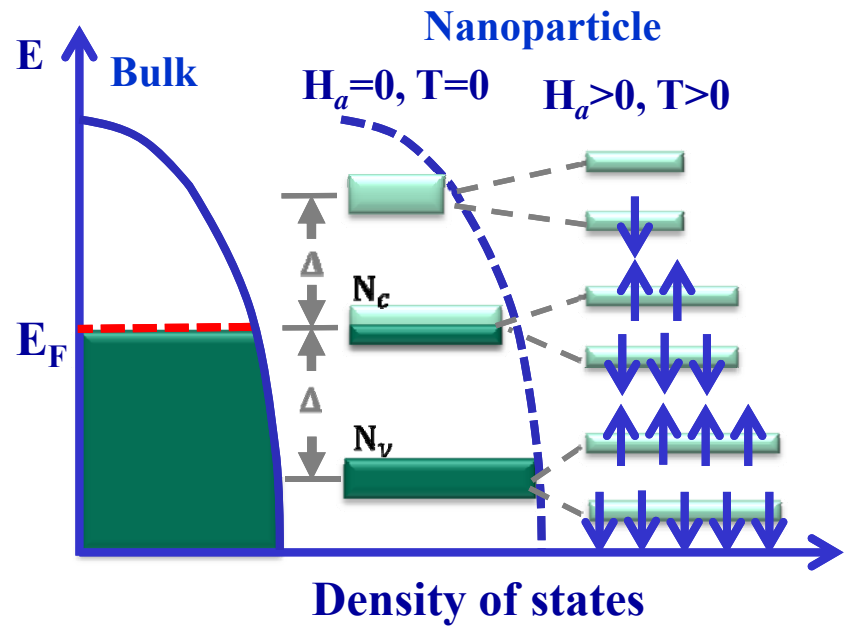
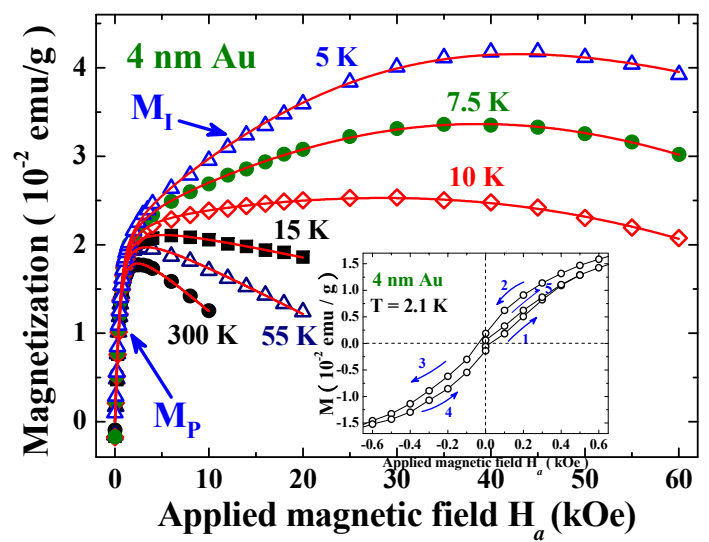
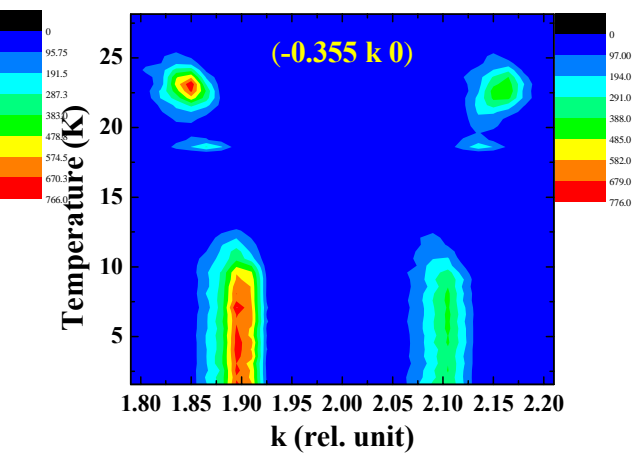
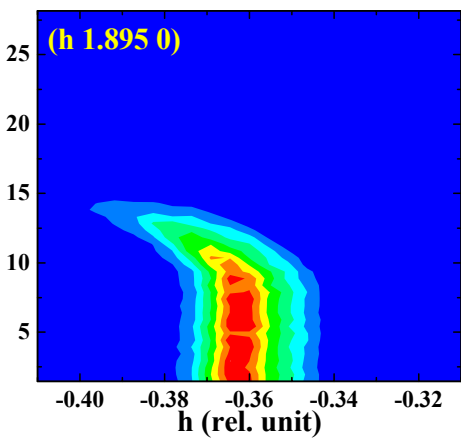
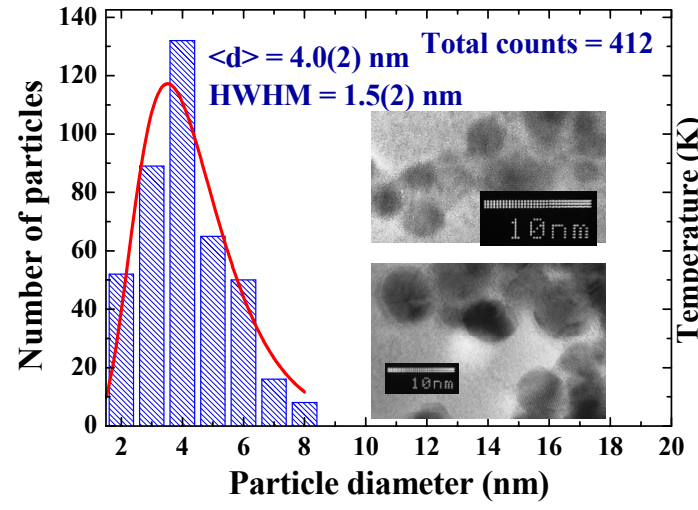
動態能量轉移



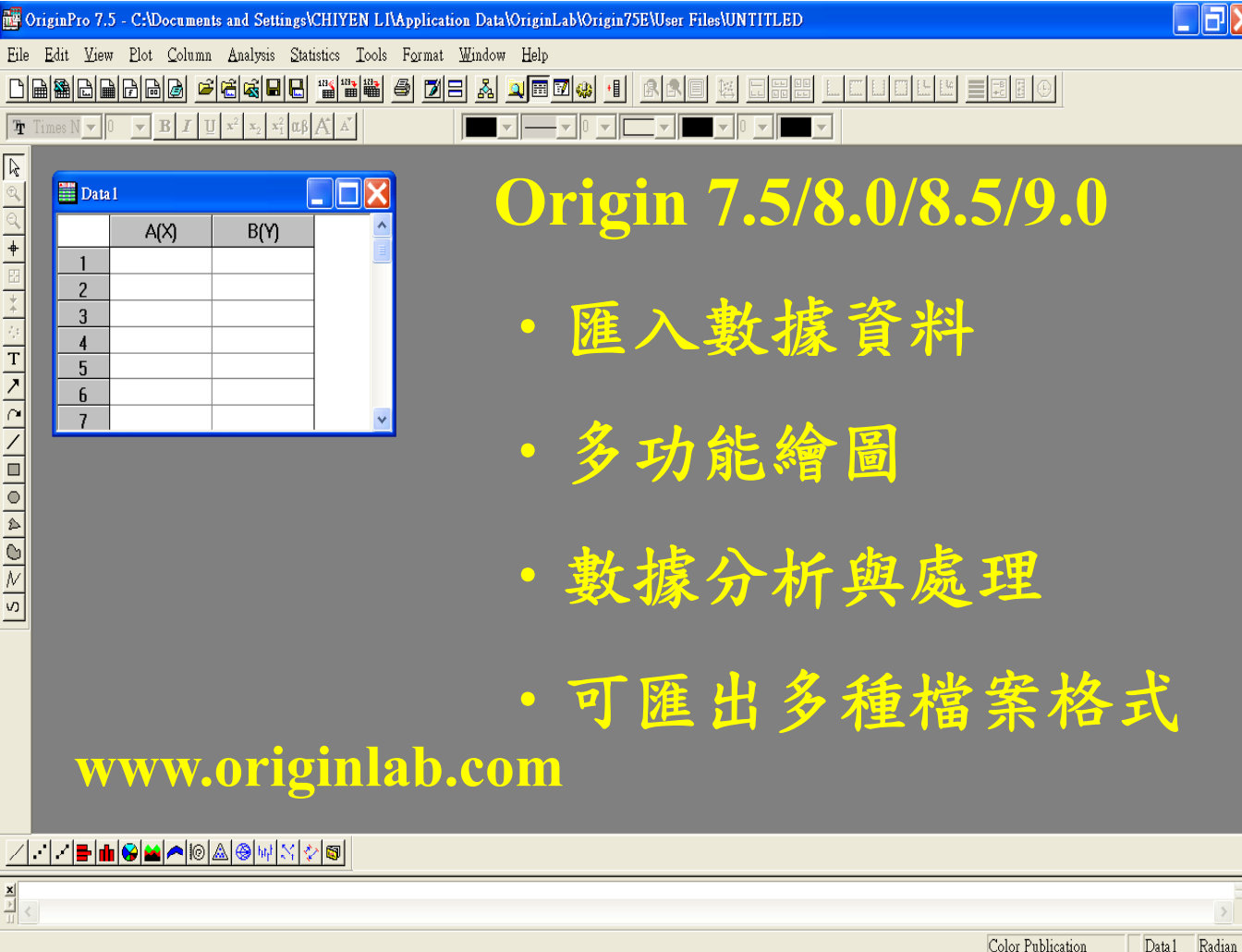
- 主軸議題：繩子與響片間能量的轉移。
- 靜態時，扭轉繩子所需能量與繩子直徑的4次方成正比。
- $m_s = -1$: 響片接收能量
 $m_s = 1$: 響片釋放能量

- 響片轉動週期隨繩子直徑的3.05 (接收能量)或2.86 (釋放能量)次方變動，顯示響片與繩子間的能量轉移牽涉動態機制。
- 可進一步探討動態能量。

圖示魅力



數據繪製與分析工具



The screenshot shows the OriginPro 7.5 software interface. The title bar reads "OriginPro 7.5 - C:\Documents and Settings\CHIYEN L\Application Data\OriginLab\Origin75\User Files\UNTITLED". The menu bar includes File, Edit, View, Plot, Column, Analysis, Statistics, Tools, Format, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and plotting. A floating window titled "Data 1" is open, displaying a table with two columns, A(X) and B(Y), and seven rows. The main workspace is a large grey area. At the bottom, there is a status bar with "Color Publication", "Data 1", and "Radian" indicators.

Origin 7.5/8.0/8.5/9.0

- 匯入數據資料
- 多功能繪圖
- 數據分析與處理
- 可匯出多種檔案格式

www.originlab.com

發現自然

真理的海洋，
橫互在前，
仍然尚待發現。

Isaac Newton 1727

成長

46屆全國科展林啟維同學

大部分的人皆是第一次作科展，對科展並沒有什麼概念，但幸虧有指導老師給我們看了影片，瞭解了相關知識，也教導我們上網查詢資訊，還有印了一些相關資料給我們。

雖然我們曾經失敗了很多很多次，例如響片破裂、響片飛掉、繩子斷掉、筷子斷掉等等...但我們擁有愛迪生不屈不餒的精神，永遠不向失敗屈服，那些錯誤乍看是失敗，但是因為有了這些失敗讓我了解到繩子不能太細、筷子的材質要好一點、儀器要放的很紮實...記取經驗再接再厲。

這一次的科展讓我們學到了如何分工合作、討論主題、實驗等團體的行動，也瞭解到了許多知識，讓我們一起努力吧！