

遊戲機的物理

實驗名稱：

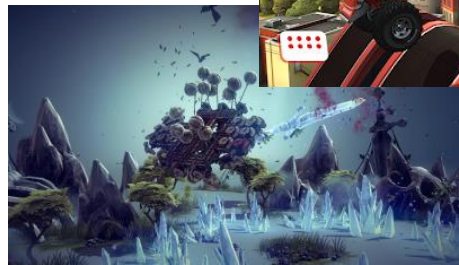
A. 玩遊戲學物理

實驗原理：

研究遊戲中的物理現象。

實驗器材：

手機



遊戲畫面

實驗步驟：

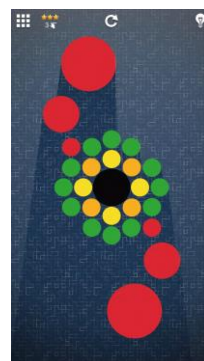
1. 下載任意兩款手機有關物理的遊戲。
2. 錄製遊玩過程，並剪接到演示影片中。

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解物理現象發生的部分給同學看，同時須將錄製的遊玩過程一同剪接到演示影片中。
5. 舉出一個生活中的例子說明遊戲中的物理現象。
6. 請參考2021優秀影片(參考影片：<https://youtu.be/kE-ZZPX2nyg>、https://youtu.be/vCR_dE7yRal)，您所選擇的遊戲不可以是2021優秀影片出現過的遊戲。
7. 您所選擇的遊戲亦不可以是本活動之中各組已使用的軟體。

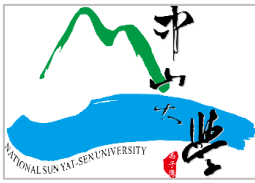


Light Ignite 遊戲畫面

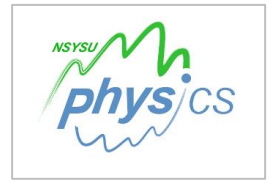


Shatterbrain 遊戲畫面





111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



遊戲機的物理

實驗名稱：

B. 使用app學習數學及物理

實驗原理：

運用具有AI的App或遊戲學習數學及物理。

實驗器材：

手機



<https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/google-cloud-launches-vertex-ai-unified-platform-for-mlops>

實驗步驟：

1. 下載具有AI的App或遊戲學習數學及物理。
(例如：微軟數學App、Google Lens、Siri、Google Assistant)
2. 錄製使用過程，並剪接到演示影片中。



微軟數學App



Google Lens



Siri

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中需使用上述四種軟體，並詳細解說且演示如何操作。
5. 影片中需比較在使用上述四種軟體對學習物理以及數學的助益。
6. 影片中可以出難一點的題目考App。
7. 影片中除了上述四種軟體外，請再尋找至少一種具有AI功能的軟體做演示。
8. 影片中須討論您在使用上述軟體後，覺得AI對未來學習的影響。

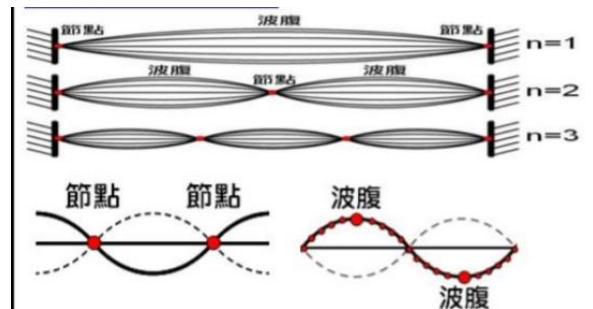
璀璨的駐波

實驗名稱：

A. 一維駐波。(量化實驗)

實驗原理：

駐波原理。



實驗器材：

童軍繩一條、一支手機、捲尺。



實驗步驟：

1. 兩人分別抓住繩的兩端。
2. 拿出手機並開啟 phyphox，然後設定測量y方向加速度。
3. 一人固定繩子不動，另一人手握手機及繩子小幅度的畫圓、甩動繩子，控制頻率觀察駐波現象。
4. 持續增加甩動頻率，觀察一、二、三、四階駐波。
5. 利用手機測量各駐波的週期，計算頻率，以及拿尺測量駐波波長，計算繩子上的波速。
6. 比較及討論算出的四個波速。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要呈現做一維駐波的情形，實驗時鏡頭特寫到手機螢幕上。
5. 影片中說明如何計算駐波波速。
6. 不宜一邊操作一邊講解，影片中由實驗時手不動的人負責講解。
7. 手機的phyphox需和電腦同步，錄影紀錄實驗時的畫面。

璀璨的駐波

實驗名稱：

B.二維駐波。(量化實驗)

實驗原理：

二維駐波原理。

實驗器材：

鐵絲、肥皂水、水盆、手機(錄影用)。



實驗步驟：

1. 將肥皂水倒入水盆。
2. 把鐵絲凹成圓形及方形如圖。
3. 把鐵絲浸入肥皂水後拿起。
4. 緩慢搖晃觀察其一階駐波。
5. 提高搖晃頻率觀察其二階駐波。
6. 使用手機慢動作錄其駐波圖形以顯示高階二維駐波的振動
7. 嘗試挑戰第3階駐波。
8. 用手機phyphox的加速度感測器測量第1階、第2階、第3階駐波的頻率，並且列表討論。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要呈現做駐波實驗的情形，拍攝時鏡頭特寫到肥皂膜上，並且使用慢動作功能拍攝一階、二階以及三階的情形。
5. 肥皂泡的鐵絲框要>25公分。
6. 手機的phyphox需和電腦同步，錄影紀錄實驗時的畫面。

聲音與音樂的物理

實驗名稱：

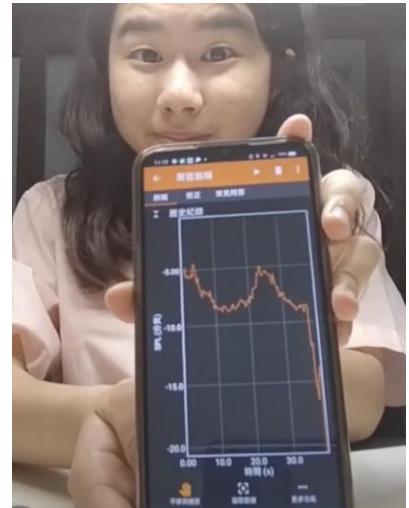
A. 空氣柱的共振。(量化實驗)

實驗原理：

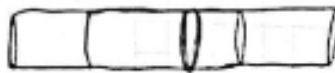
利用聲波在空氣柱內形成駐波，
測量發生共振時的管長變化，計算聲速。

實驗器材：

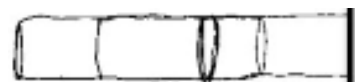
四張以上的A4紙、四條以上的橡皮筋、手機、
app〈phyphox〉(需與電腦連動)、直尺。



實驗步驟A(兩端開口)：



1. 將兩張A4紙捲起來，形成一個紙筒，中間用橡皮筋束起來。製作兩個紙筒，並且將他們用同軸的方式套在一起。
2. 一人開啟手機 app〈phyphox〉頻率產生器，設定於1000赫茲。
3. 另一人開啟手機 app〈phyphox〉，測量聲音的強度。
4. 放置一長尺於畫面中的紙筒前面，拉長或縮短紙筒的長度，觀察並記錄兩次聲音最大時(發生共振)紙筒的管長(要用phyphox 紀錄兩次共振的強度變化、尖峰圖形)。



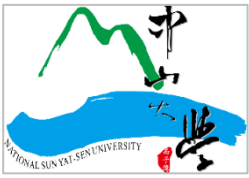
實驗步驟B(一端開口一端閉口)：

1. 仿實驗步驟A-1，用一個硬物擋助紙筒底部，形成一端閉口。
2. 一人開啟手機app〈phyphox〉頻率產生器，設定於750赫茲。
3. 如同實驗步驟A-3、4，測量聲音的強度、管長，並紀錄兩次共振的強度變化、尖峰圖形。

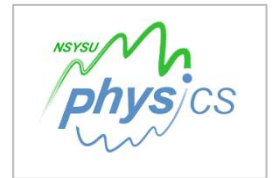


檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意與創新。
4. 影片中有自製空氣柱的過程、講解空氣柱共振的原理
5. 影片中需畫出空氣柱中的波形(需與實驗結果的管長及波長對應)。
6. 影片中需後製上螢幕錄影phyphox呈現的聲音強度變化，並附上截圖。
7. 影片中需呈現 量測紙筒長度變化，並呈現 計算波長及聲速的過程。



111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



聲音與音樂的物理

實驗名稱：

B. 都卜勒效應。(量化實驗)

實驗原理：

當波源和觀察者有相對運動時，觀察者所接收到的頻率將與波源的速度有關。

實驗器材：

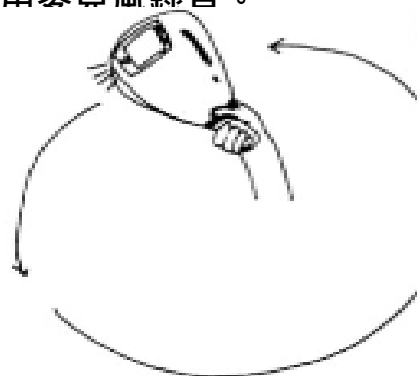
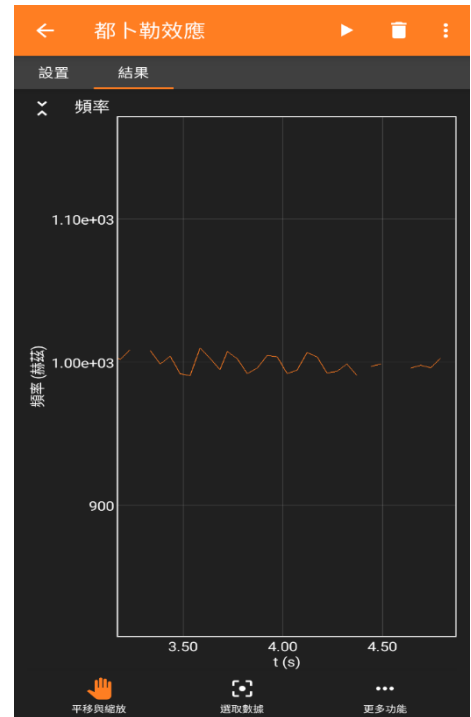
布袋或塑膠袋(需堅固、手機不會掉出來，袋子不會發出聲音、而且能讓聲音放出來)、橡皮筋、手機、app〈phyphox〉(需與電腦連動)。

實驗步驟：

1. 將手機下載 app〈phyphox〉。
2. 手機產生一個1000赫茲的頻率並放進袋子中。
3. 甩動袋子，讓手機做圓周運動，半徑越大越好(最好能夠將手伸直)，轉速越快越好，讓觀測者明顯的聽到的聲音頻率變化。
4. 另一人開啟 phyphox，測量聲音的頻率變化圖形(此時應盡量避免噪音，減少誤差)，並截圖。
5. 計算靠近和遠離時的頻率差、靠近和遠離時的速度、手的轉動頻率。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意與創新。
4. 影片中需講解都卜勒效應。
5. 影片中需後製上螢幕錄影phyphox呈現的聲音頻率變化，並特寫截圖，且截圖中應有連續五個以上類似正弦波的週期。



聲音與音樂的物理

實驗名稱：

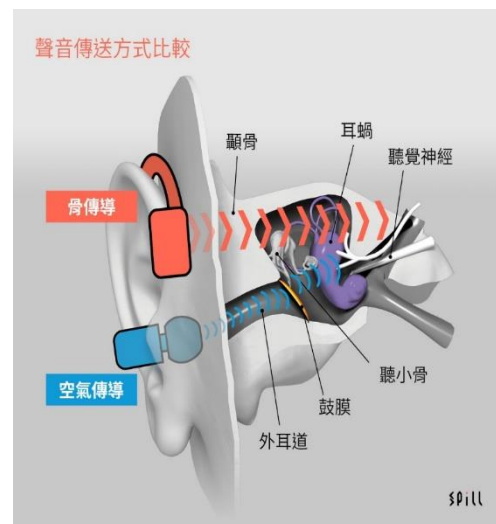
C. 用頭殼聽音樂。

實驗原理：

聲波會在頭殼內產生共鳴。
耳朵和頭殼都是共鳴箱。

實驗器材：

手機錄音程式、預先下載音樂。



實驗步驟A：

1. 一人先用兩隻手將耳朵蓋起來，儘量不要聽到外界的聲音。
2. 另一人用手機播放音樂，並將手機靠住頭殼上不同的位置，觀察聲音隨位置的變化。

實驗步驟B：

1. 開啟手機錄音程式對著手機講三次: 這是我的聲音、這是我的聲音、這是我的聲音。
2. 將聲音播放出來，聽手機放出來的聲音。
3. 觀察手機播放的聲音和自己講話時的聲音有何不同。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意與創新。
4. 影片中需講解以頭殼聽到的聲音與耳朵聽見的聲音之間的差異。
5. 影片中需講解骨傳導耳機（頭殼耳機）的物理原理。

擺的物理

實驗名稱：

A.單擺及共振。

實驗原理：

擺的共振

實驗器材：

如右圖所示。

實驗步驟：

1. 懸掛 50cm 單擺*2 (分別為單擺A及單擺B)。
2. 使A靜止，B做小角度(30°)擺動，並錄影。
3. 紀錄A之最大振幅，並繼續觀察3個BABABA能量傳遞週期。
4. 改變A之長度(59、56、53、50、47、44、41cm)，共7組，再使A靜止，B做小角度(30°)擺動，並錄影。
5. 紀錄上述7種擺長時，A之最大振幅。
6. 劃出共振曲線。
7. 觀察當A之擺長為44cm及47cm時，能量是否會依B→A→B的路徑傳遞，並錄影。



檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. *影片中要呈現做實驗的情形以及實驗數據。

擺的物理

實驗名稱：

B.傅科擺

實驗原理：

傅科擺、科氏力

實驗器材：

單擺*1(擺長需大於50公分)、手機*2、旋轉椅
(如右圖所示)



實驗步驟：

1. 將單擺固定於旋轉椅上，單擺的擺繩需和旋轉椅的轉軸在同一直線上。
2. 將一支手機置於坐墊上並在實驗時開啟錄影(手機的鏡頭要在旋轉椅的轉軸上)，另一支手機手持錄實驗過程。
3. 先使單擺開始擺動後再非常非常慢地轉動旋轉椅。
4. 分析觀察者在慣性座標與轉動座標看到的現象。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. *影片中要呈現做實驗的情形以及實驗數據。

簡諧運動

實驗名稱：

- A. 橡皮筋或彈簧的虎克定律
(量化實驗)

實驗原理：

虎克定律。

實驗器材：

橡皮筋(or彈簧)、支架、砝碼(or任意重物)

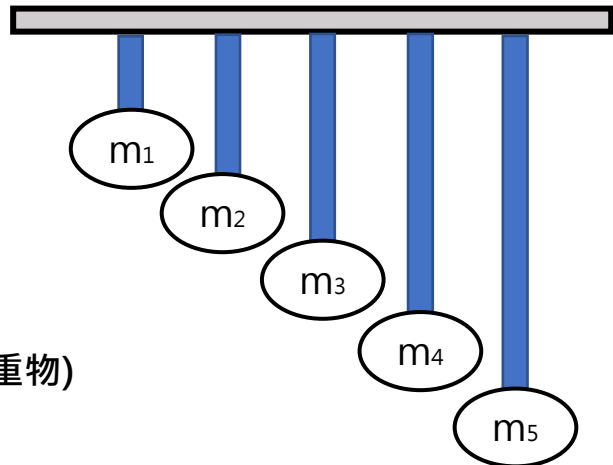
實驗步驟：

●彈簧：

1. 將砝碼(or重物)掛於彈簧下方
2. 同一個彈簧分次掛五個不同的質量砝碼，紀錄彈簧在掛不同質量砝碼時的長度的變化。
3. 須以圖表形式呈現彈簧伸長量與質量之關係，根據虎克定律 $F = -kx$ ，求出彈力係數k。

●橡皮筋：

1. 將長桿架在兩任意平台上。
2. 將五條橡皮筋用鉤子分別掛在長桿上。
3. 在五條橡皮筋下方綁上塑膠袋，並各放入一瓶、兩瓶、三瓶、四瓶、五瓶裝滿水的寶特瓶在塑膠袋中。(如上圖)
4. 觀察五條橡皮筋的伸長量並算出彈性係數。



上述兩個實驗擇一即可

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. *影片中要呈現做實驗的情形以及實驗數據。(以表格紀錄並繪製圖表佳)
5. *影片中要講解虎克定律的原理。

簡諧運動

實驗名稱：

B. 以Phyphox 測量簡諧運動、阻尼振盪
(量化實驗)

實驗原理：

簡諧運動、阻尼振盪。

點選不含
重力加速度

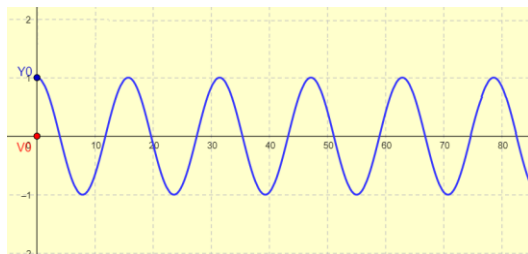


實驗器材：

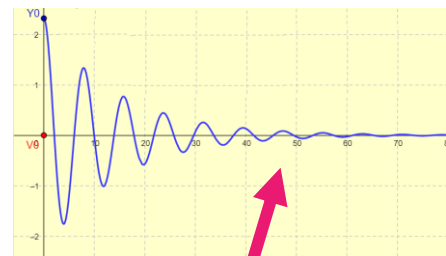
彈簧、支架、手機、手機套、Phyphox App

實驗步驟：

1. 手機開啟 Phyphox，選擇不含重力之加速度。
2. 將手機掛於彈簧下方。
3. 將手機下拉一段距離後按下App三角形鍵開始測量並觀察手機的振幅變化並紀錄之。
4. 於實驗中請同時利用遠端存取功能投影至電腦上觀察及記錄波型
5. 按下暫停鍵完成紀錄後點選右上選項匯出實驗數據，並且須將實驗過程全程錄影。
6. 簡諧運動實驗之數據應有至少5個週期、
7. 用厚紙板夾在彈簧下端，製造空氣阻力，觀察阻尼振盪，阻尼振盪實驗數據應紀錄至振幅幾乎趨近0。



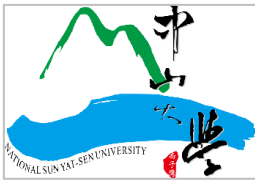
至少5個週期



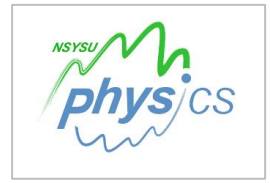
振幅幾乎趨近0

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. *影片中要呈現做實驗的情形以及實驗數據，以上內容皆須包含。
5. *影片中要講解簡諧運動、阻尼振盪的原理。



111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



簡諧運動

實驗名稱：

C. 詳細操作及解說簡諧振盪、阻尼振盪與共振之模擬程式。

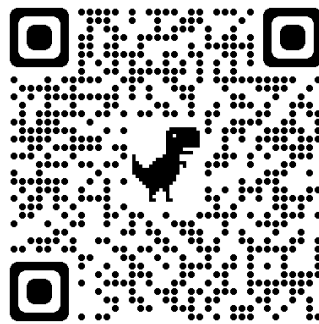
實驗原理：

簡諧振盪、阻尼振盪、共振。

實驗器材：

電腦(or 手機)

建議用電腦操作



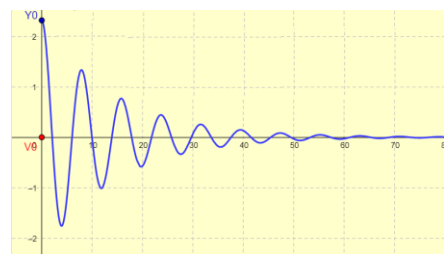
The forced harmonic oscillator



上面這個 App 只有 iPhone 有，請找朋友一起玩或借用。

實驗步驟：

1. 開啟 The forced harmonic oscillator 模擬程式網頁，觀察阻尼震盪，並講解說明。
2. 請先將 F_0 、 ω_e 設為 0，嘗試改變 m 、 γ 、 ω_0 觀察圖形的變化。
3. 分別說明：(說明內容請搭配操作畫面)
 - (a) 改變 m 對模擬圖形造成什麼變化，並說明原因。
 - (b) 改變 γ 對模擬圖形的什麼變化，並說明原因。
 - (c) 改變 ω_0 對模擬圖形的什麼變化，並說明原因。
 - (d) 在何種條件下圖形會是簡諧振盪？請詳細說明原因。
 - (e) 在何種條件下圖形會是阻尼振盪？請詳細說明原因。
4. 將 F_0 、 ω_e 設為合適之值，改變 ω_e ，觀察在何種情況下會產生共振，並說明原因。
5. 請找一支 iPhone 或找有 iPhone 的朋友一起玩 DR.Osci.HD，嘗試在上面做出簡諧振盪、阻尼振盪和共振。錄製遊戲過程，講解原理。



請用 y-t 圖進行說明

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. *影片中要講解簡諧運動、阻尼震盪、共振的原理。

奇妙的力學

實驗名稱：

A. 手機的自由落體運動。(量化實驗)

實驗原理：

自由落體運動。

實驗器材：

手機、尺、緩衝平台(外套)。

實驗步驟：

(一)由靜止開始的自由落下。

1. 安裝Phyphox。

2. 點選原始感測器工具列的含重力加速度選項，了解手機的x,y,z方向。

3. 點選右上角按鈕開始量測，將手機直立(y方向朝上)置於距離地面一公尺的高度釋放，落地後點選右上角按鈕結束量測，並用手機截圖。(釋放手機時避免讓手機有初速度)

4. 觀察量測結果，標示圖形中每一個運動過程並詳細說明。

5. 測量自由落下的時間，並和理論值比較。

(二)垂直上拋

1. 仿步驟(一)，將手機平放(z方向朝上)垂直上拋50公分後，從最高點落下75公分，用手機截取z方向重力加速度變化的圖形。

2. 觀察量測結果，標示圖形中每一個運動過程並詳細說明。

(三)斜向拋射

3. 仿步驟(一)，將手機平放於手上(z方向朝上且y方向指向目標)並斜向拋出約兩公尺的距離。(Phyphox需同時觀察y方向和z方向)

4. 觀察量測結果，標示圖形中每一個運動過程並詳細說明。(y方向和z方向需同時說明)

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。

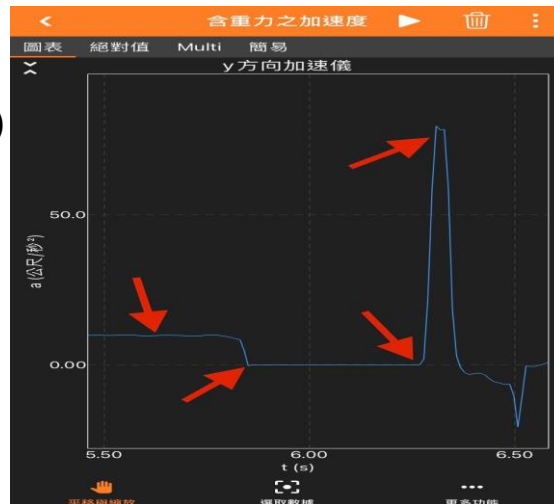
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。

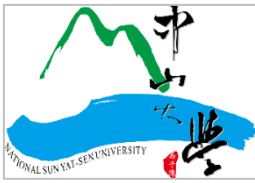
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。

4. *影片中要講解手機內重感測儀的運作原理。

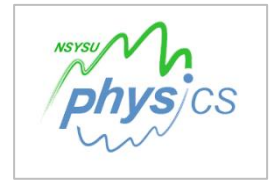
5. *影片中要講解每一個實驗步驟的Phyphox量測圖形(實驗截圖)。

6. *手機的phyphox需和電腦同步，錄影紀錄實驗時的畫面





111年 生活物理 實驗演示 校園實驗演示說明



奇妙的力學

實驗名稱：

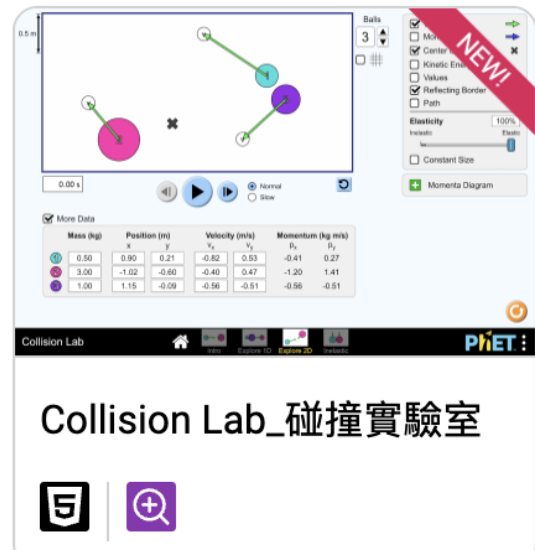
B.一維碰撞實驗(量化實驗)

實驗原理：

一維碰撞

實驗器材：

乒乓球x2，撞球x1(或類似比較重的球)
手機app PhET 的Collision Lab 模擬程式



實驗步驟：

實作：

- 1.放置乒乓球於軌道上
- 2.用力推動其中一顆乒乓球，去撞擊另一顆靜止的球，錄影紀錄實驗結果 (可能要用慢動作)
- 3.放置乒乓球和撞球於軌道上
- 4.用力推動乒乓球，去撞擊撞球，錄影紀錄實驗結果 (可能要用慢動作)
- 5.放置乒乓球和撞球於軌道上
- 6.用力推動撞球，去撞擊乒乓球，錄影紀錄實驗結果 (可能要用慢動作)

模擬：

- 1.在網路上查詢PhET，打開後點選物理
- 2.點選Collision Lab 碰撞實驗室，點擊上方開始按鍵
- 3.點探索一維碰撞，開始模擬

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中需有模擬的影片。
5. 影片中需有一維碰撞的原理(計算)解說 $m_1=m_2$, $m_1 \gg m_2$, $m_1 \ll m_2$ ，其中 m_2 靜止
6. 影片中需比較實驗結果、模擬結果和理論計算結果

角動量

實驗名稱：

A. 角動量守恆及向心力測量。(量化實驗)

實驗原理：

不受外力矩影響的系統遵守角動量守恆、
圓周運動中向心力與角速度的關係。

實驗器材：

可旋轉的椅子、2000ml裝滿水寶特瓶*2、手機*1(皆須安裝phyphox)。

實驗步驟：

1. 手機(一支)面朝上與水瓶固定，開啟Phyphox選擇陀螺儀測量角速度(截圖)，坐在椅子上雙手握住水瓶，雙臂伸直。
2. 推動手臂使椅子旋轉，並**快速**將雙手收至胸前，紀錄收手前後的角速度、旋轉半徑的變化(手臂伸長時，手指到胸口的距離)以及水瓶質量，將手機綁在水瓶上測量。
3. 改變不同水量(1000ml、500ml)，並重複1.~3.步驟。
4. 計算收手前後之角動量($r^2 \times m \times \omega$)，查看是否一樣。
5. 紀錄不同水量和角速度變化量的關係，並解釋觀察到的現象。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. phyphox 和電腦螢幕同步分享紀錄，錄影紀錄實驗時的畫面，並在數據上指出收手前瞬間、收手的過程、收手後的瞬間。
5. 影片中要講解角動量守恆的原理，對比實驗數據，結果是否相符，若不符請解釋原因。



角動量

實驗名稱：

B. 模擬克卜勒行星

實驗原理：

克卜勒行星第一、第二運動定律

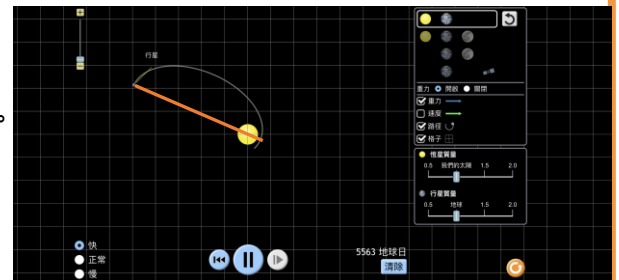
實驗器材：

1. 鐵鍋(底部全部都是圓弧，不能部分平底)、彈珠(或鋼珠)。
2. PhET 重力與軌道



實驗步驟 A：

1. 將重球球放在鐵鍋中心，當作恆星。
2. 將彈珠沿著鍋的邊緣輕輕放入不轉動，模擬無角動量的情況。
3. 將彈珠沿著鐵鍋壁丟出使球在鍋壁作圓周運動(5秒以上)
4. 模擬克卜勒第一定律，嘗試讓彈珠在鍋內作橢圓軌道的運動。
5. 模擬克卜勒第二定律，距離中心越遠速度越慢，距離中心越近越快，解釋角動量守恆與克卜勒第二定律之關係。
6. 影片慢動作拍攝且製作克卜勒第二定律、描出軌道圖。
7. 觀察彈珠的運動，並解釋為何無法模擬克卜勒第三定律



實驗步驟 B：

1. 進入PhET的 Gravity and Orbits 網址：
https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_zh_TW.html
2. 移動行星，製作一個地日系統的橢圓形軌道，遠日點和近日點的比值需大於5。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解克卜勒三個行星運動定律。
5. 影片中要有用鐵鍋模擬行星運動，並繞行鐵鍋長達5秒，以及第二定律的模擬。
6. 影片要拍攝用手機模擬行星運動，並遠日點和近日點的比值需大於5。

鐵磁性物質

實驗名稱：

A. 磁滯曲線(如右圖)

實驗原理：

磁滯現象、磁化。

實驗器材：

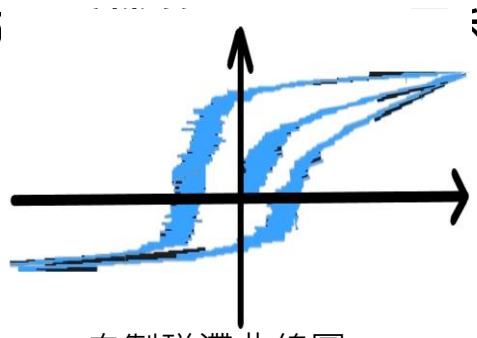
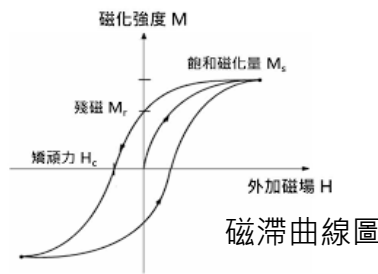
磁鐵、長螺絲(至少6公分以上)、手機(下載phyphox如圖一)。

實驗步驟：

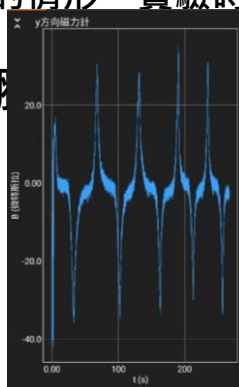
1. 打開phyphox程式點選磁力計測量。
2. 將手機搖晃，調整手機，使手機y軸位置調整成0。
3. 先判斷磁鐵的N、S極。測到磁力是負數值為N極；反之，為S極。
4. 找一根長螺絲，螺絲需靠住手機(如右上器材圖)。
5. 一開始從很遠的地方，使磁鐵等速移動靠近螺絲，再遠離螺絲到測不到磁力變化的地方，此時可以看到手機量測到的數據不會等於0，稱為剩磁。
6. 將磁鐵轉向，再將磁鐵等速移動靠近手機，可以看到手機數據往另一方向的數值增大。重複5~6步驟5次。
7. 組合以上的圖形，拼湊出磁滯曲線。

檢驗項目：

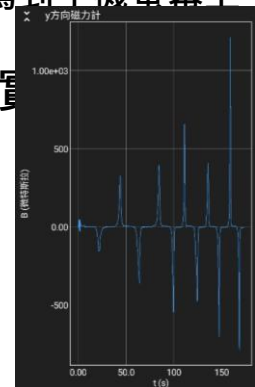
1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解磁滯曲線的原理。
5. 影片中要講解鐵的磁化現象。
6. 影片中要呈現做磁滯曲線實驗的情形，實驗時鏡頭特寫到手機螢幕上，顯示磁滯曲線與剩磁。



自製磁滯曲線圖



有螺絲靠住手機



沒有螺絲靠住手機

扣電... 影紀錄實... 面。

鐵磁性物質

實驗名稱：

B. 手機磁感應器 & 鐵棒導引磁力線

實驗原理：

磁力計、鐵磁性物質導引磁力線。

實驗器材：

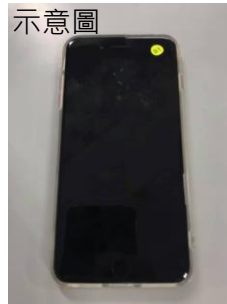
磁鐵、手機(phyphox)、貼紙、橡皮擦、
長鐵棒或長螺絲(至少15cm)、短鐵棒或短螺絲。

實驗步驟：

1. 開啟phyphox磁力計，放大Y軸圖表，轉動手機，直到圖表上的值停在0。將磁鐵在手機X方向移動，找到最大數值，此為磁感應器X座標，Y方向同X方向操作。最後用貼紙將磁感應器標示出來。
2. 開啟 phyphox磁力計，並將長鐵棒放置在手機與磁鐵之間，長鐵棒緊靠手機，磁鐵和長鐵棒中間隔著一塊橡皮擦，查看手機所量測到的Y方向磁場大小，將數據截圖記錄，為數據1。
3. 將長鐵棒拿開，手機和磁鐵不動，查看手機所量測到的Y方向磁場大小，將數據截圖記錄，為數據2。
4. 將橡皮擦緊靠手機，磁鐵放在橡皮擦另一端，查看手機所量測到的Y方向磁場大小，將數據截圖記錄，為數據3。
5. 將(數據1-數據2)/數據3 * 100%，算出進入長鐵棒的磁力線比例。
6. 把長鐵棒換成短鐵棒進行步驟2-5的實驗，與長鐵棒的結果做比較。
7. 仿數據1 的做法，把長鐵棒和短鐵棒接在一起，進行實驗。並且和步驟5及步驟6的結果比較。討論實驗結果。

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解如何找到磁感應器。
5. 影片中要講解何為鐵磁性物質。
6. 影片中要有操作phyphox的數據圖。
7. 影片中有呈現實驗過程，並且將實驗結果列表討論。
8. 影片中有呈現鐵磁性物質導引磁力線的圖形及解說。



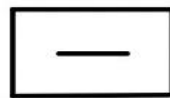
絢麗的光學

實驗名稱：

A. 手機光譜儀。



光源(日光燈)



狹縫

CD片是這個方向



手機鏡頭

實驗原理：

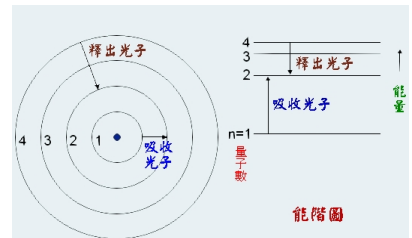
光柵的干涉、不連續光譜。



手機開啟相機
鏡頭對準狹縫

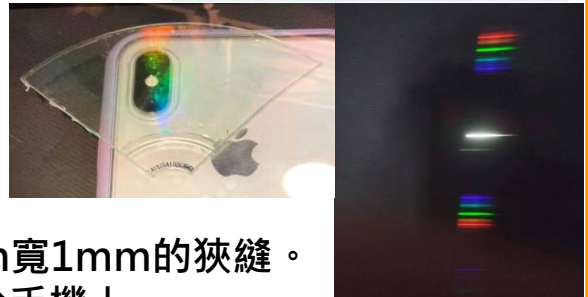
實驗器材：

CD光碟片、透明膠帶、A4黑色壁報紙、美工刀、陰暗的環境、日光燈(螺旋省電燈泡)。



實驗步驟：

1. 割下 1/8 份CD光碟片。
2. 用透明膠帶黏除光碟片上的印刷膜。
3. 用美工刀將黑色壁報紙割出一個長3cm寬1mm的狹縫。
4. 將光碟片置於鏡頭前，並用膠帶固定於手機上。
5. 狹縫橫放並對準日光燈光源，手機鏡頭再對準狹縫，手機需開相機。
6. 觀察到5條清楚、不連續的光譜線。
7. 將光源換成白光LED(手機手電筒)，重複上述步驟，觀察LED的光譜。
8. 將光源換成太陽光，重複上述步驟，觀察太陽光的光譜。



檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解能階的原理。
5. 影片中要講解連續光譜和不連續光譜的原理。
6. 影片中要呈現做太陽光光譜實驗的情形，實驗時鏡頭特寫到手機螢幕上。
7. 影片中要呈現做白光LED光譜實驗的情形，實驗時鏡頭特寫到手機螢幕上，顯示光譜，和太陽光光譜比較。並且講解藍光的問題。

絢麗的光學

實驗名稱：

B. 透鏡成像(量化實驗)

實驗原理：

透鏡成像、像差。

實驗器材：

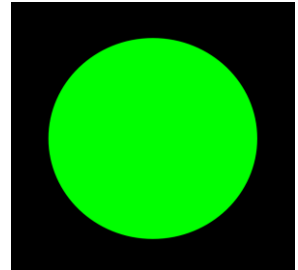
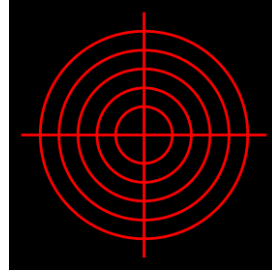
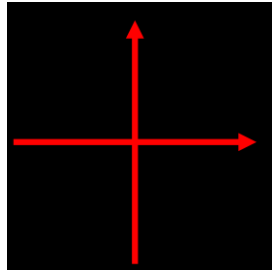
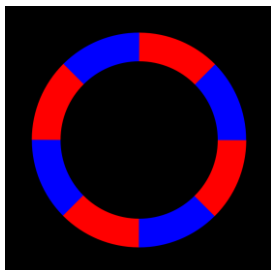
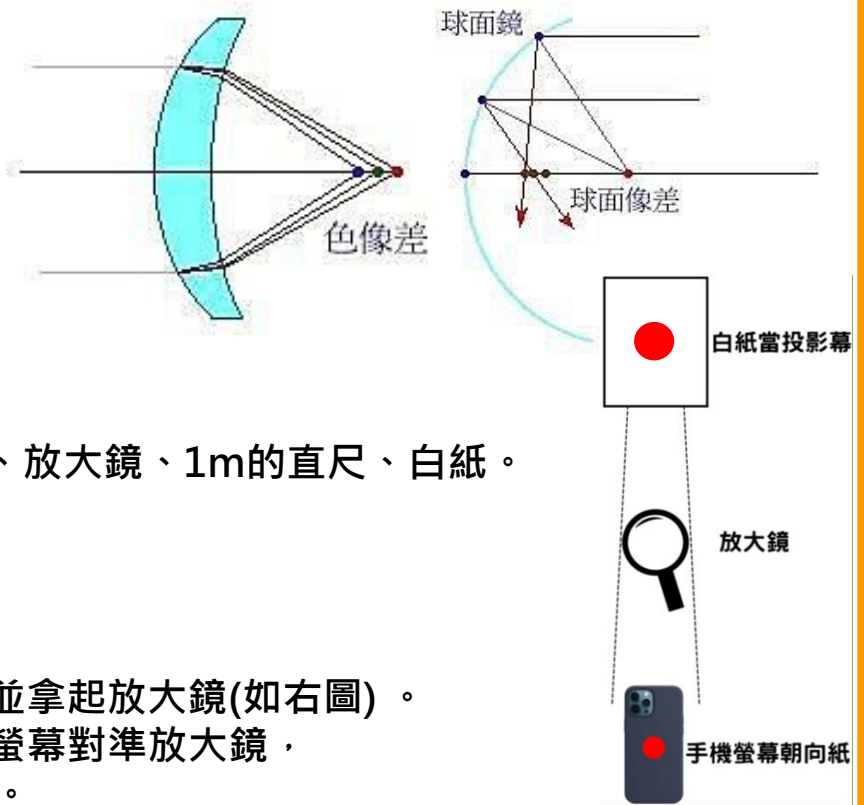
智慧型手機(含圖片)、放大鏡、1m的直尺、白紙。

實驗步驟：

1. 找一處夠暗的地方。
2. 用白紙當投影螢幕，並拿起放大鏡(如右圖)。
3. 手機開啟圖像，手機螢幕對準放大鏡，將影像投影到白紙上。
4. 利用不同的圖像觀察白紙上影像的變化，並測量物距及像距。
5. 用同心圓圖像測量像距及物距，算出各同心圓的焦距。

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解像差的原理。
5. 影片中要呈現手機的圖像、清楚的成像和像差的狀態。
6. 影片中需附上成像公式，並測量透鏡焦距。
7. 將實驗數據拍照記錄，並附於影片中。



絢麗的光學

實驗名稱：

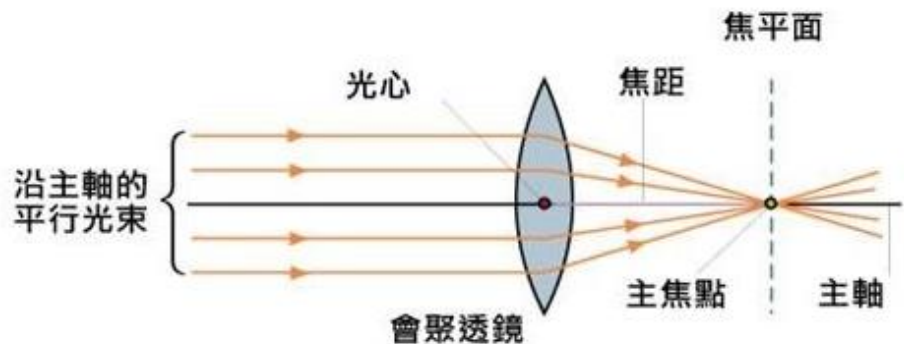
C. 詳細操作及解說 Light Ignite App

實驗原理：

光的折射與反射。

實驗器材：

智慧型手機。



實驗步驟：

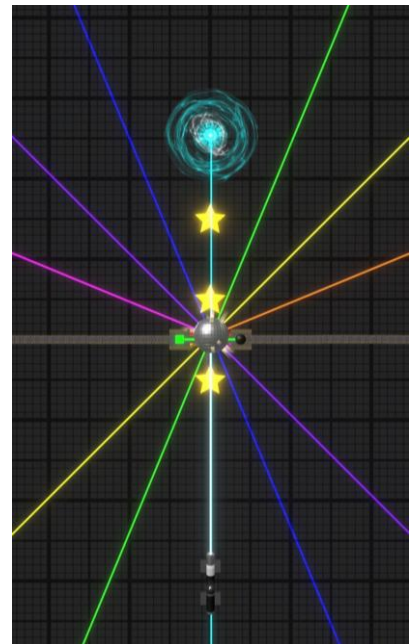
1. 下載Light Ignite App 並開啟。
2. 觀察遊戲如何進行，並將遊戲過程錄製下來。



Light Ignite

Branching Factor LTD

打開



檢驗項目：

1. 將遊戲過程錄製成影片，需橫向拍攝、影像清晰。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要演示 Light Ignite 第1到第8關(黑洞)給同學看，並講解為什麼黑洞會造成光的偏折。
5. 在 Light Ignite 第一階段中找到一項特殊光學元件，截圖上傳，並在影片中講解此光學元件的作用原理。

雷射筆的光學

實驗名稱：

A.光碟片的干涉(量化實驗)

實驗原理：

光柵的干涉。

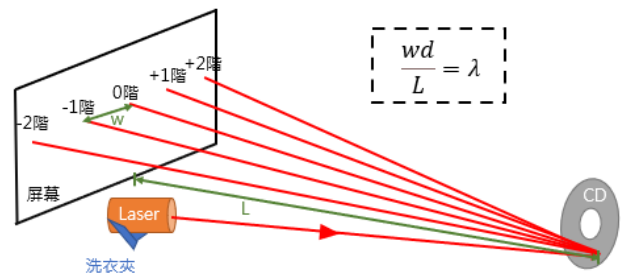
光程差公式: ($\lambda = wd/L$)

實驗器材：

CD光碟片、DVD光碟片各一片、紅光雷射筆、捲尺、曬衣夾。

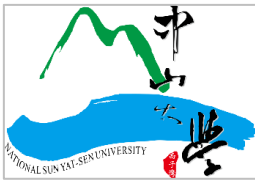
實驗步驟：

1. 將紅光雷射筆用曬衣夾架設好，讓它的開關能夠保持被曬衣夾壓住，使其能持續發射紅光，且筆本身穩定、光線不會晃動。
2. 放置好光碟片，讓雷射光能垂直入射光碟片，並且反射的干涉圖形能清楚顯示在後方遠處的屏幕上(約兩公尺)。
3. 紀錄光碟片到屏幕距離 L ，量測干涉亮點間格的長度 w ，加上已知的光碟片光柵寬度 d (CD $1.6\mu\text{m}$ /DVD $0.74\mu\text{m}$)，利用光程差公式，求出紅光雷射筆的波長 λ 。

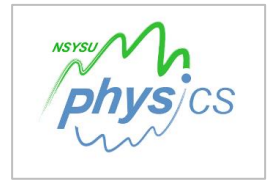


檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解干涉的原理。
5. 影片中要呈現進行實驗的情形，實驗時需拍攝實驗架設，需要特寫DVD、CD的干涉波紋。
6. 影片中要說明DVD/CD的不同。



111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



雷射筆的光學

實驗名稱：

B. 頭髮的繞射(量化實驗)

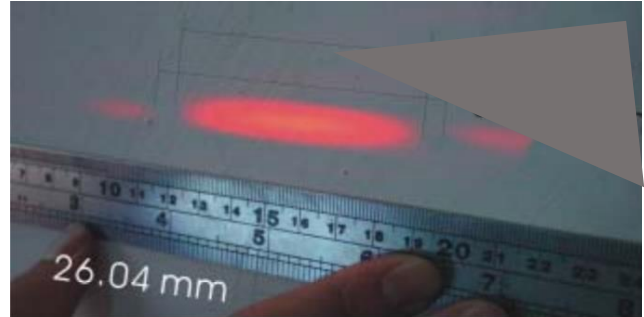
實驗原理：

光的繞射。

頭髮繞射的公式 $d=2\lambda L/R$

d : 頭髮直徑, L : 頭髮到屏幕(牆壁)距離(需大於 5公尺),

λ : 雷射筆波長 650 nm, R : 中央亮區寬度。



實驗器材：

暗室, 曬衣夾 2個, 紅光雷射筆(不能用綠光)、男生女生頭髮各一, 直尺,

實驗步驟：

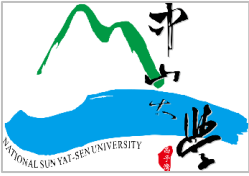
1. 此實驗需在暗室中進行。
2. 用曬衣夾固定紅光雷射筆, 用另一個曬衣夾將頭髮固定在雷射筆前面, 讓雷射光照在頭髮中間。
3. 在 5公尺外的牆上或屏幕上, 觀察繞射圖形, 圖形需穩定(照相、特寫)。
4. 用尺量取中央亮區的寬度(需照相, 特寫), 計算頭髮直徑。
5. 比較男生和女生的頭髮粗細。

檢驗項目：

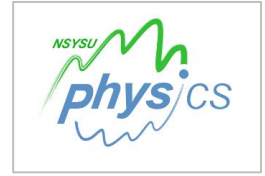
1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰, 有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解光的繞射原理。
5. 影片中有呈現做實驗的情形及計算的過程。
6. 頭髮繞射照片需與下方樣本圖疊圖比較

頭髮繞射的圖形





111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



RFID(射頻標籤)與NFC

實驗名稱：

A.門禁機與NFC

實驗原理：

法拉第定律和速度、方向的關係。

實驗器材：

門禁機(找學校或住宅的)、門禁卡(找學校或住宅的)、NFC線圈卡之照片、任一悠遊卡、手機

實驗步驟：

門禁機：

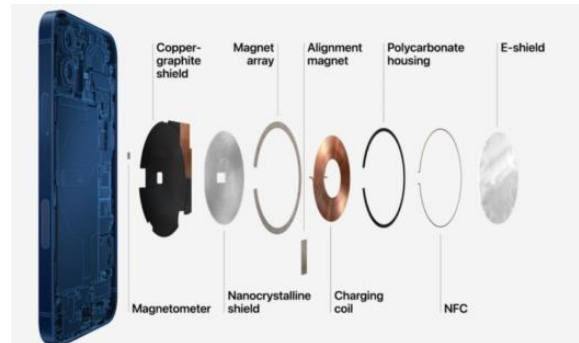
1. 先測試以正常速度接近門禁機，是否正常運作。
2. 以極慢的速度接近門禁機，慢到門禁機不能叫。再以極快的速度接近門禁機，比較兩者差異。
3. 卡片分別以平行門禁機與垂直門禁機的兩種方式接近門禁機，設法使門禁機不會叫，並比較兩者差異。

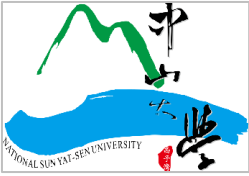
NFC：

1. 開啟手機的NFC功能
2. 悠遊卡分別以卡面平行手機與垂直手機的方式，測試手機是否接收到訊號。
3. 找任一張NFC線圈的照片。

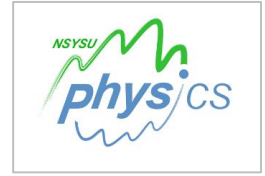
檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中需分別呈現以快/慢速度接近門禁機時，門禁機不發出聲響。
5. 影片中需分別呈現卡片以平行/垂直方向接近門禁機，門禁機不發聲。
6. 影片中悠遊卡需分別以卡面平行與垂直手機時，手機是否有收到訊號。
7. 影片中需找一張有NFC裸露線圈的照片。
8. 影片中需講解法拉第定律，並利用法拉第定律講解門禁機及NFC的運作原理。





111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



RFID(射頻標籤)與NFC

實驗名稱：

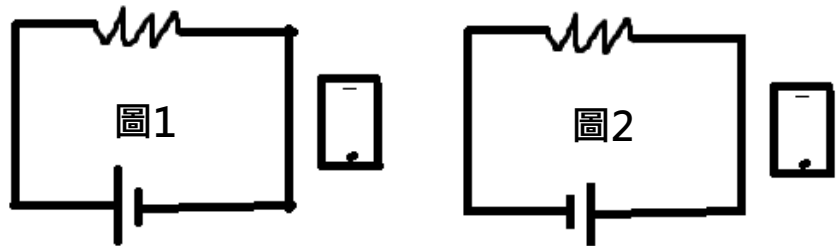
B.認識法拉第定律與安培定律、通電線圈觀察磁力(安培定律)

實驗內容：

1. 法拉第定律：隨時間改變的磁場會在周圍產生電動勢，這個電動勢會在電路中產生電流。
2. 安培定律：電流會產生磁場。環形電路的電流產生的磁場在環形電路中央區域。磁場方向在右手定則的方向。

實驗器材：

電線、30歐姆的電阻、
1.5伏特的電池、手機



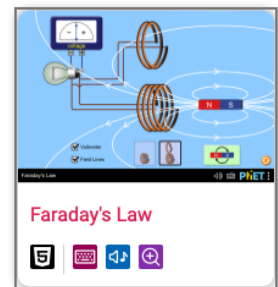
實驗步驟：

法拉第定律：

1. 操作 PhET 的法拉第定律模擬程式。解說法拉第的電磁感應，舉出生活中應用的例子。

安培定律：(盡量遠離電器多的地方)

1. 將電線、電池、電阻組成一個簡單的封閉線路。
2. 找出電流方向，手機開啟phyphox，將手機放在線圈附近(上下左右皆可)，例如圖1，並測量磁力變化，並錄影記錄數據。
3. 將電池反過來，使電流方向相反，重複步驟2。
4. 放其他地方量測，重複步驟2。
5. 解說安培的電流磁效應、解釋上述的實驗現象。



檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中舉例說明法拉第定律、電磁感應在生活運用的例子、並附圖。
5. 影片中需說明安培定律、呈現實驗過程，同時呈現phyphox數據。

生活中的電磁學

實驗名稱：

A. 口罩靜電實驗

實驗原理：

高斯定律

實驗器材：

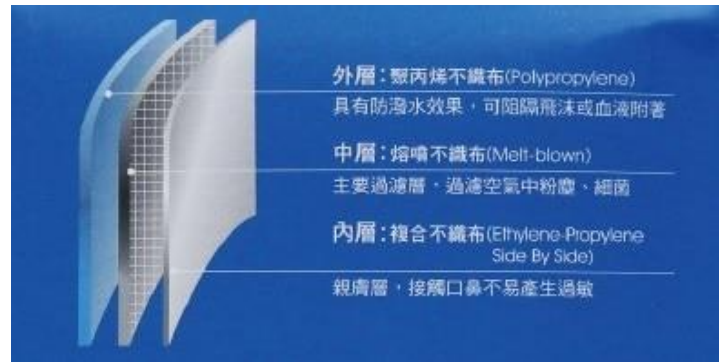
合格口罩(含熔噴布)、面紙、剪刀(非必要)、約20×10公分的鋁箔紙

實驗步驟：

1. 將一張面紙撕下一片大約2~3mm 大小的小紙屑
2. 將剩餘面紙與紙屑接觸查看是否有靜電吸引
3. 將口罩與紙屑接觸查看是否有靜電吸引
4. 重複步驟 2查看是否有靜電吸引
5. 口罩朝向紙屑的那面墊一張鋁箔紙查看紙屑吸附的情形
6. 拿開鋁箔的口罩再次吸附紙屑觀察結果
7. 討論以上實驗結果，告訴我們什麼？

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 特寫實驗過程及手版。
5. 影片中要講解高斯定律。



生活中的電磁學

實驗名稱：

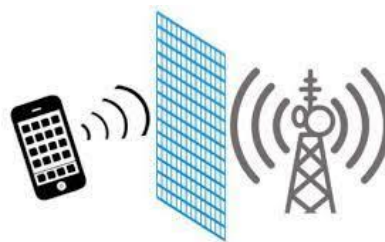
B. 手機電磁波

實驗原理：

金屬的電性，金屬屏蔽

實驗器材：

1. 手機x2 (A,B)
2. 鋁箔紙2至3張 (30mm x 30mm)
3. 磁鐵×2(A,B)
4. 電梯



實驗步驟：

1. 先用手機B打給手機A
2. 其後利用2至3張的鋁箔紙將手機A**完全包覆**
3. 利用手機B，嘗試致電手機A
4. 測試手機A能否接通
5. 將手機A從鋁箔紙中取出，再次利用手機B致電到手機A
結果有什麼不同？
6. 在生活中我們可以將電梯類比為鋁箔紙，利用手機B，嘗試致電手機A
7. 查看是否接通和信號狀態
8. 利用鋁箔紙將磁鐵A完全包覆
9. 測試磁鐵A(已被包覆)與磁鐵B能否相吸

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意或創新
4. 講解磁的實驗與電的實驗的區別。
5. 特寫實驗過程及手版。
6. 影片中講解高斯定律時一定要用封閉曲面去解釋。

耳溫槍：生活中的量子物理

實驗名稱：

A. 耳溫槍/額溫槍、黑體、量子論。

實驗原理：

黑體輻射的原理。

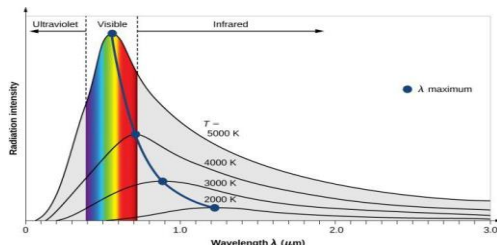
實驗器材：

耳溫槍、額溫槍、黑色貼紙、白色貼紙。

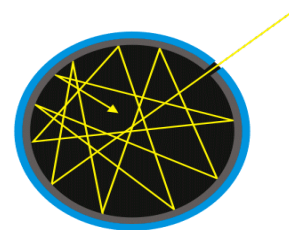
實驗步驟：

1. 將黑白貼紙貼至同一個人的額頭。
2. 以耳溫槍分別量測黑色貼紙處、白色貼紙處的溫度以及無貼紙之額溫，再量測耳洞的溫度，觀察差異並拍下實驗數據(需特寫)。
3. 測量五個人的各項溫度，整理成表格。

合成示意圖



黑體輻射光譜



黑體模擬圖

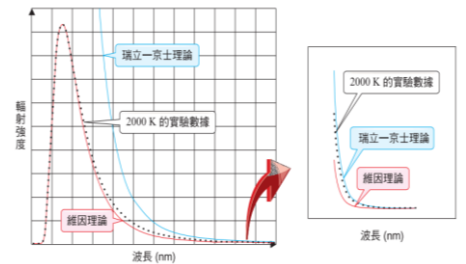
檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕，影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解黑體輻射的原理，並要呈現5個人的各項溫度並匯整實驗數據的表格。
5. 影片中要呈現做實驗的情形，實驗時鏡頭特寫到耳溫槍螢幕上，顯示溫度，並講解溫度差異的問題。
6. 影片中要呈現耳溫槍之實驗數據圖片，需合成同一張圖片(黑貼紙處溫度、白貼紙處溫度、無貼紙之額溫、耳洞的溫度)以此對比。
7. 計算體溫36度時，黑體輻射的尖峰波長，並且要在影片中呈現。

耳溫槍：生活中的量子物理

實驗名稱：

- B. 黑體輻射的四個諾貝爾和第五個諾貝爾獎、宇宙大爆炸、第五個諾貝爾和平獎。
- C. 詳細操作及解說PhET的Blackbody Spectrum模擬程式。

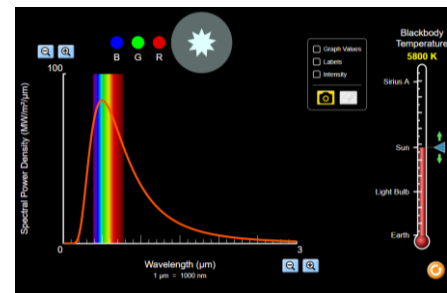


實驗原理：

維恩位移定律、宇宙微波背景輻射。

實驗器材：

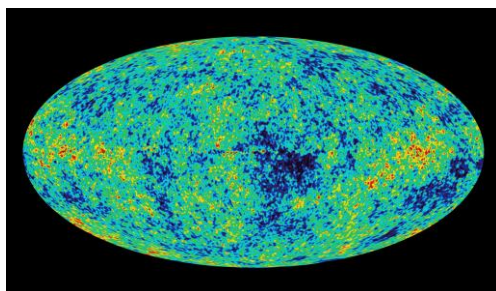
PhET的Blackbody Spectrum模擬程式。



實驗步驟：

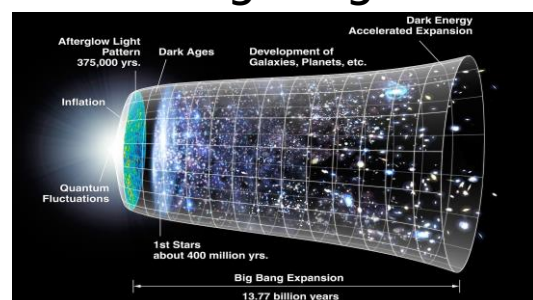
1. 講解黑體輻射研究得到的四個諾貝爾獎(1.1911維恩位移定律、2.1918普朗克量子論、3.1978宇宙微波背景輻射、4.2006宇宙年齡)。

宇宙微波背景輻射



須說明上圖中各個顏色的意義

Big Bang



檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕，影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解上述四項諾貝爾獎得獎的原因。
5. 影片中要講述關於宇宙微波背景輻射有可能得到第五個諾貝爾獎的理由。
6. 影片中諾貝爾獎的部分講解著重在大爆炸之後，宇宙狀態的演進。
7. 影片中要詳細操作及解說 PhET 的Blackbody Spectrum 模擬程式，並要呈現做實驗的情形以及實驗數據。

生活中的熱學

實驗名稱：

A. 寶特瓶引擎

實驗原理：

熱力學過程，史特林引擎

實驗器材：

寶特瓶、寶特瓶瓶蓋、水、可以承裝熱水的容器、使用慢動作紀錄

實驗步驟：

1. 至YOUTUBE觀

<https://www.youtube.com/watch?v=gQb2sN6UWkA>

史特引擎運作原理的影片

2. 將瓶蓋置於寶特瓶口。

3. 用手掌的輕輕地扶住於寶特瓶周圍。

4. 使用手機慢動作攝影記錄瓶蓋跳動的情形。

5. 在使用雙手加溫的狀況下要能夠使瓶蓋跳動至少5次。

6. 再將寶特瓶放置至於熱水容器中，並改置放硬幣於瓶口，且要使硬幣能夠跳動至少3次。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音

2. *影片中有自製《原理講解圖板》

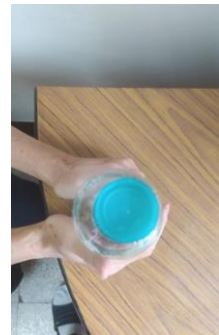
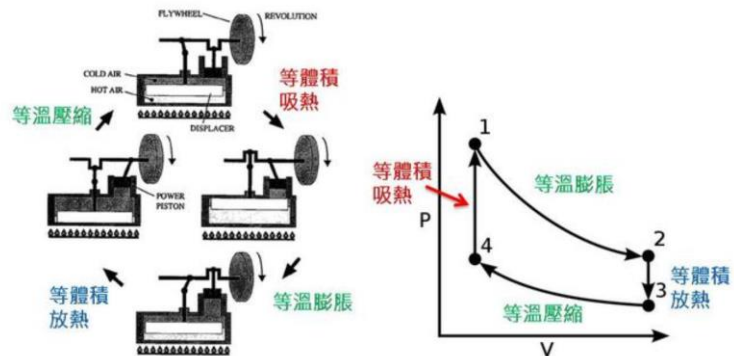
3. 影片中有說明這一組的創意或創新

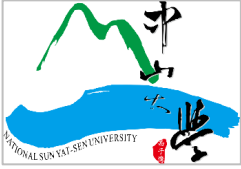
4. 影片中要講解史特林引擎運作的原理

5. 影片中要顯示雙手加溫的狀況下要能夠使瓶蓋跳動至少5次

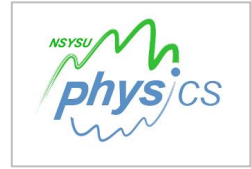
6. 影片中要顯示寶特瓶至於熱水容器中，要使硬幣能夠跳動至少3次

7. 影片中要講解寶特瓶引擎的原理





111年 生活物理 實驗演示 高中同學 實驗演示說明



生活中的熱學

實驗名稱：

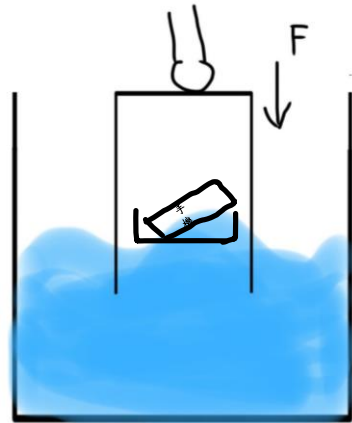
B. 用手機做的波義耳定律實驗 (量化實驗)

實驗原理：

波義耳定律

實驗器材：

能測量壓力的手機、類似右下的水桶、常溫的水、大碗、更大的容器、測量工具、phyphox



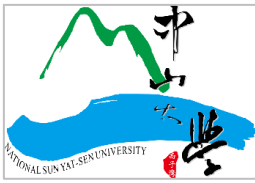
實驗步驟：

1. 至YOUTUBE觀看
https://www.youtube.com/watch?v=xcWRxC2_tWs
了解波義耳定律的影片
2. 將水桶前端圓弧型區域減掉
3. 將手機開啟phyphox，放入碗中
4. 把大容器內放入大量的水，使碗浮起且還有一定空間
5. 水桶到蓋於碗上。請小心操作過程中不要讓手機掉到水中。
6. 施予一定的力於水桶上，觀察桶內整體體積與手機所測量壓力
7. 重複不同的力，至少五次，並且計算整體變化

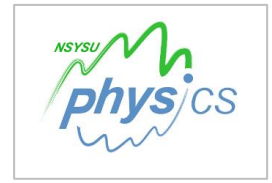
檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音
2. *影片中有自製《原理講解圖板》
3. *影片中有說明這一組的創意或創新
4. 影片中要講解波義耳定律的原理
5. 影片中要講解本實驗運作的原理
6. 影片中要顯示phyphox所測量的壓力，分析實驗結果
7. 影片中要顯示桶內壓力與體積的變化，分析實驗結果





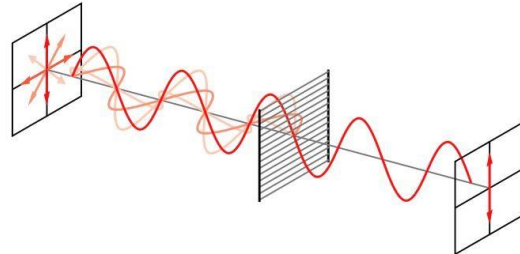
111年 線上 高中物理動手學 校園實驗演示說明



手機的物理

實驗名稱：

A. 手機Phyphox的偏振光實驗。



實驗原理：

電磁波和光的偏振性。

實驗器材：

手機 I (待測機)、手機 II (安卓量測機)、電腦、Phyphox app、兩片偏振片。



實驗步驟：

A 偏振光的測量

1. 開啟APP：phyphox，連接電腦即時觀察數據。
2. 關閉周圍光源，使用光感測器得原始數據。
3. 打開電腦螢幕、手機 I 螢幕使其呈現全白。
4. 在電腦和手機 II 螢幕間插入偏振片，緩慢旋轉偏振片，總共旋轉 180° 。觀察其變化。
5. 用手機 II 測量光強度變化。實驗時將螢幕錄影並匯入最終影片。
6. 打開手機 I 螢幕使其呈現全白。重複步驟4。
7. 討論電腦螢幕和手機 I 螢幕的實驗結果之差異。

B 應力的測量

1. 將兩片偏振片垂直擺放，中間放入一片軟塑膠(保鮮膜)。
2. 分別拍攝軟塑膠拉緊與未拉緊的情形。
3. 觀察實驗結果，說明原因。

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解偏振的原理。
5. 影片中要呈現做實驗的情形以及實驗結果。
6. 影片中要將phyphox之手機測量的動態數據與人員操作影片，同時擺放成子母畫面。

手機的物理

實驗名稱：

B.使用手機相機做物理實驗。

實驗原理：

像素、幀數。

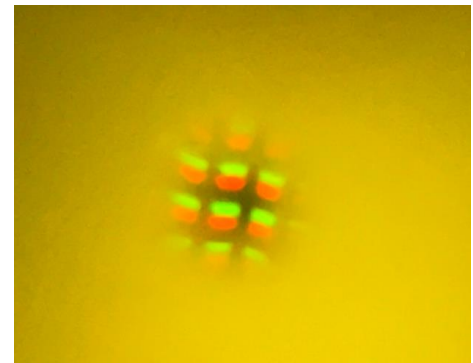
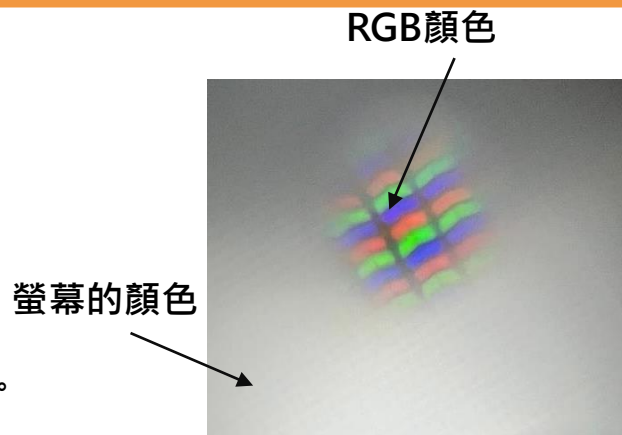
實驗器材：

手機 I、手機 II、咖啡、牛奶。

實驗步驟：

A: 用手機相機觀察螢幕像素

- 1.開啟手機 I 的相機並對著手機 II 螢幕。
- 2.將手機 II 螢幕逐次調成彩虹七色加上白色。
- 3.關閉周圍光害。
- 4.在手機 II 螢幕上滴上小水滴。
- 5.使用各式放大倍率，找尋最適合的倍率進行拍攝。需拍攝出如右圖圖片之畫素顏色。
- 6.完成八張照片，且每張照片須包含螢幕顏色與RGB顏色。



B: 用手機慢動作錄影功能

紀錄咖啡和牛奶互相滴落過程

- 1.開啟手機相機，由杯緣向杯子中心拍攝。
- 2.將咖啡由距離水面30公分處，滴入牛奶。
- 3.將牛奶由距離水面30公分處，滴入咖啡。
- 4.使用手機慢動作錄影功能拍攝。
- 5.完成水滴反彈整個過程的影片。
- 6.分析滴入的液體與反彈的液體差異。



檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中要說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要呈現做實驗的情形和如何拍攝像素最清晰。
5. 在「用手機相機觀察螢幕像素」實驗中，找出RGB三原色都發光，但非白色的新色，討論數位色彩的顏色組成。
6. 討論手機慢動作攝影的技術。