

# 教育部 106 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽 物理科決賽實驗試題

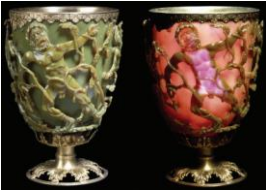
## 一、題目

1. 99 年學測-自然科第 59 題，大考中心公布的標準答案為(D)，全文如下：

大英博物館中收藏一只四世紀的羅馬酒杯，其獨特之處為：白天在光線照射下，酒杯的顏色是綠色的；晚上若燈光由內透射，則呈紅色。也就是說，它具有反射光與透射光為互補光的特徵。（兩道光為互補光的意義為此兩道光可合成為白色光。）分析這只酒杯的化學成分，發現和現代無色透明玻璃相近，主要成分均為二氧化矽。比較特別的是含有金、銀混合比例 3：7 的奈米顆粒，其粒徑約為 70 奈米。下列相關敘述，何者正確？ (A) 1 奈米等於  $10^{-9}$  公分 (B) 玻璃日夜顏色不同是二氧化矽的主要特徵 (C) 金屬奈米顆粒對紅光和綠光的反射能力約相同 (D) 羅馬酒杯中的金屬奈米顆粒對綠光的反射能力高於對紅光的反射能力 (E) 羅馬酒杯中的金屬奈米顆粒對綠光的吸收能力高於對紅光的吸收能力。

各位物理高手或許已發現，題目所說透射的”紅色”可能並非是指單純的紅色，否則就會與其”它具有反射光與透射光為互補光的特徵”的敘述不符。

此外，題目中所提到酒杯呈現的兩種顏色，如下左圖所示，但此圖的兩張照片(尤其是最左邊那張)，可能需在特殊採光下才能拍到這種效果。最右邊的圖則是在一般光線下所拍到的可能情況之一，從這張照片可發現題目中所提到的”白天在光線照射下，酒杯的顏色是綠色的”可能並不全然正確。



請注意，圖片僅供參考，其顏色可能因影印而略有失真。

Lycurgus Cup (British Museum; AD fourth century).

實驗器材中有一管奈米粒子溶液(請勿開啟瓶蓋)，與羅馬酒杯中的奈米粒子有類似的光學特性，

(1a) 請觀察奈米粒子溶液，並提出假設，說明其呈現目前你所看到顏色的可能原因。

(1b) 請利用相關實驗器材，設計實驗方法並驗證你所提出的想法。

(1c) 經過上述的親身實驗觀察，身為物理高手的你，對於上述學測試題的答案，是否有自己的一番見解，請用實驗結果詳述之。

2. 請利用相關實驗器材，量測光碟片之軌距。  
並利用所得軌距結果推估紅光雷射波長。

3. 請利用相關實驗器材，以光學方法量測細線線徑。  
並利用所得線徑結果推估紅光雷射波長。

4. 請利用相關實驗器材，分別量測壓克力材料對綠光雷射、紅光雷射及一般室內光線的折射率。

## 二、實驗器材

光碟片上有密集的同心圓凹槽軌道，凹槽間距(軌距)相同，請觀察並思考其照射光線後所呈現的效果及其可能機制，或許有些相關小題會需要用到這些現象及原理。

器材名稱	規格	數量
奈米粒子溶液	待測物(含比色管)	1 管
空比色管	4.5 mL	1 只
壓克力塊	待測物(求折射率)	1 塊
光碟片	待測物(求軌距)	2 片
紅光雷射	待測物(求波長)	1 支
綠光雷射	波長 533 nm	1 支
手電筒	白光，可調整聚光情況， 三種照明模式(強光，弱光，間歇模式)	1 支
平面鏡	一般用	1 塊
放大鏡	1.5 "	1 支
漆包銅線	待測物(求線徑)	1 條
縫衣針	一般用	10 支
絕緣膠帶	一般用，黑色	1 卷
紙尺	100 cm (最小刻度 1 mm)	1 條
鹼性電池	AAA	6 顆
偏振片	4.5 cm × 4.5 cm	2 片
無塵紙	11 cm × 21 cm	5 張
暖暖包	手握式，平均溫度 51°C 可持續 24 小時	1 包
雙面膠帶	一般用，含膠台	1 卷
隱形膠帶	一般用，含膠台	1 卷
剪刀	一般用	1 支
小刀	一般用	1 支
量角器	最小刻度為 1°，量測範圍 0° 至 180°	1 只
直尺	40 cm (最小刻度 1 mm)	1 支
切割墊	B5	1 片
方格紙	A4 大小，最小刻度 1 mm	2 張
紙張	白色，A4	5 張

珍珠板	白色，A4	3 片
珍珠板	黑色植絨，A4	4 片
水	600 ml	1 瓶
計算器	非記憶型科學用(參賽者自備)	1 台

#### 注意事項

1. 以上器材不一定會全部使用到。
2. 請勿直視雷射。
3. 小心暖暖包可能產生高溫而燙傷。
4. 裝有奈米粒子溶液之比色管請勿傾倒放置及開啟蓋子，避免溶液漏出，影響實驗結果。
5. 手電筒按鈕重壓：手電筒開關。
6. 手電筒按鈕輕壓：切換照明模式，強光，弱光，間歇模式。
7. 手電筒旋轉伸縮鏡頭：調整燈光聚集情況。

#### 三、說明

1. 請先核對試題及答案卷上之編號與您的編號是否相同，若不同請立即報告。
2. 請立即清點器材，如有短缺請立即告知。
3. 可使用非可程式工程用計算機。
4. 實驗報告請書寫於答案卷上，內容必須包含
  - (1) 實驗設計之理論基礎
  - (2) 實驗步驟
  - (3) 數據紀錄
  - (4) 數據分析(不必考慮誤差傳遞，要注意有效數字)
  - (5) 討論(例：可能的誤差來源)
5. 實驗操作過程之評審，主要依據實驗報告，所以務必在報告中詳細記載。
6. 實驗完畢後，請將所有器材還原，桌面收拾乾淨。
7. **試題、答案卷與所有實驗數據圖表**必須一併繳回。
8. 器材中含玻璃製品，務必小心使用，並注意安全。操作過程中，如有器材破損請立即報告。因操作疏失造成器材毀損，導致無法使用，必須自行負責。