

104 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽高雄區複賽

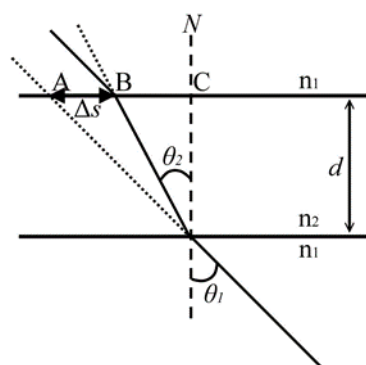
物理科實驗試題第一題參考解

一、實驗原理

司乃耳定律(Snell's law)

當光線從折射率較小(n_1)的第一介質入射至折射率較大(n_2)的第二介質，因光在折射率大的介質中行進較慢，所以光線會在第二介質折射偏向法線，代表入射角(θ_1)大於折射角(θ_2)。此光學現象可用司乃耳定律表示：

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$



圖一、光線射入透明介質時的示意圖

當光線入射至一厚度 d 的透明介質時，在最後出射透明介質至入射介質時，會有偏移的狀況發生，此光線偏移量為 Δs ，由圖一所示。由幾何光學可知：

假設入射介質為空氣(n_1 為 1)，

$$1 \times \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$n_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \quad \text{式(1)}$$

$$\Delta s = \overline{AB} = \overline{AC} - \overline{BC} = d(\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

$$d = \frac{\Delta s}{\tan \theta_1 - \tan \theta_2} \quad \text{式(2)}$$

阿基米德浮體原理

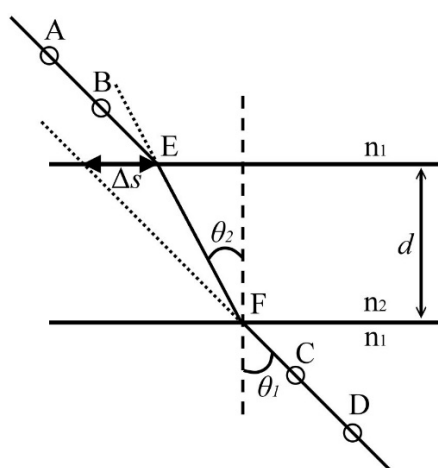
當重量為 $W_{\text{物}}$ 的物體放入密度 $\rho_{\text{液}}$ 的液體時，所受浮力 $F = W_{\text{物}} = \rho_{\text{液}} \times V_{\text{物}}$ ，

其中 $V_{\text{物}}$ 為物體浸入液體中的部分體積。

二、實驗步驟

求折射率及待測物厚度

1. 將白紙或方格紙貼黏固定至珍珠板上。
2. 待測物的透明面垂直於紙面上，並固定待測物位置。
3. 利用大頭針將 A、B 兩點確認固定，決定入射光線位置。
4. 在待測物另一側觀測 A、B 之大頭針的影像重疊，並在另一側插入大頭針與其影像重疊，此點為 C、D 兩點，可決定從待測物的出射光線位置。
5. 將 \overline{AB} 及 \overline{CD} 的延伸光線畫出，與待測物的邊緣交點為 E、F，得待測物內的折射光路 \overline{EF} 。
6. 量測其入射角 θ_1 及折射角 θ_2 ，利用式(1)求出待測物之折射率 n_2 。
7. 量測其光線偏移量 Δs ，利用式(2)得待測物厚度 d 。



圖二、插針法示意圖

求待測物密度

求質量

1. 將金屬墊片固定在杯子底部成一個杯子組。
2. 將待測物放入杯子組，再將含有待測物的杯子組放入燒杯內並用水將燒杯倒滿。
3. 將待測物從杯中取出，杯子組及水繼續留至燒杯內。
4. 燒杯杯口設置杯子，盛接滿水後的流水。
5. 利用 25ml 量筒及滴管將燒杯裝滿水。
6. 將外接之杯子盛接的水倒回量筒。
7. 讀取量筒內的剩餘水量，求出步驟 5.所需的水體積。
8. 所使用水體積(cm^3) $\times 1(\text{g}/\text{cm}^3)$ = 待測物質量(g)。

求體積

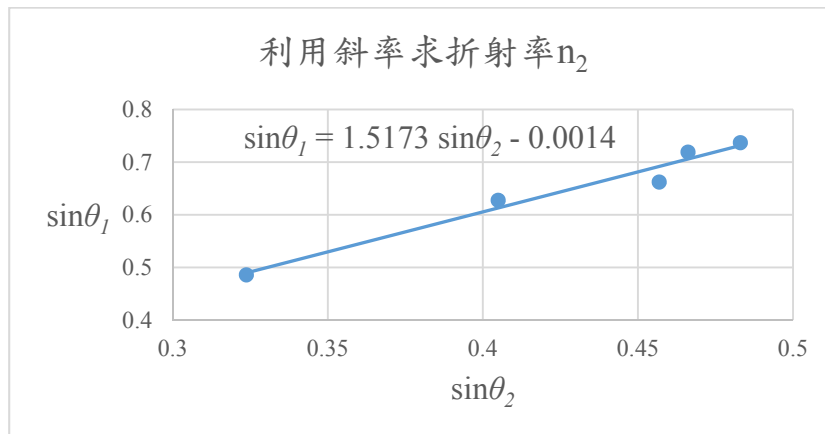
1. 將待測物放入燒杯內並將水倒滿。
2. 利用滴管將燒杯內的部分水另外存放，使水位降低並將待測物取出。
3. 另外存放的水倒回燒杯內。

4. 燒杯杯口設置杯子，盛接滿水後的流水。
5. 利用 25ml 量筒及滴管將燒杯裝滿水。
6. 將盛接用的杯子的水倒回量筒。
7. 讀取量筒內的剩餘水量，求出步驟 5.所使用水體積。
8. 所使用水體積(cm^3)= 待測物體積(cm^3)。

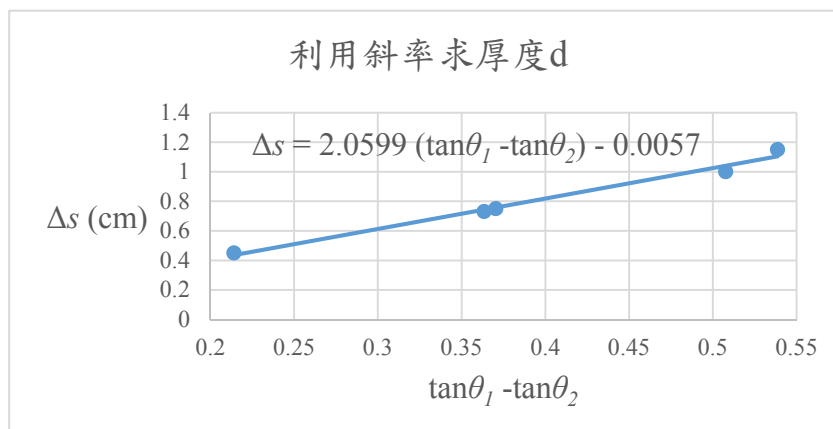
三、實驗數據與結果分析

求待測物之折射率 n_2 及厚度 d

標號	入射角 θ_1 ($^\circ$)	折射角 θ_2 ($^\circ$)	偏移量 Δs (cm)
1	46.0	27.8	1.00
2	47.5	28.9	1.15
3	41.5	27.2	0.75
4	38.9	23.9	0.73
5	29.1	18.9	0.45



由斜率可得 $n_2=1.5173$



由斜率可得 $d=2.0599 \text{ cm}$

求待測物質量

編號	所使用水量(cm^3)	平均(cm^3)
1	$25.00 \times 25.00 + (25.00 - 16.90) = 58.10$	58.22
2	$25.00 \times 25.00 + (25.00 - 16.60) = 58.40$	
3	$25.00 \times 25.00 + (25.00 - 16.80) = 58.20$	
4	$25.00 \times 25.00 + (25.00 - 16.70) = 58.30$	
5	$25.00 \times 25.00 + (25.00 - 16.90) = 58.10$	

求待測物體積

編號	所使用水量(cm^3)	平均(cm^3)
1	$25.00 + (25.00 - (20.80 - 20.0)) = 49.20$	49.00
2	$25.00 + (25.00 - (20.80 - 20.0)) = 49.20$	
3	$25.00 + (25.00 - (21.20 - 20.0)) = 48.80$	
4	$25.00 + (25.00 - (20.60 - 20.0)) = 49.40$	
5	$25.00 + (25.00 - (21.60 - 20.0)) = 48.40$	

求待測物密度

實驗量測待測物密度： $58.22/49.00=1.188 (\text{g}/\text{cm}^3)$

四、討論

1. 要確實固定放置紙、珍珠板及壓克力，以免插針時造成誤差。
2. 插針時要確實垂直插入紙及珍珠板上，減少作大頭針疊影的誤差。
3. 畫入射光或出射光路時，要統一通過各孔洞相同位置，例如：孔洞的中心點。
4. 幾何光學的光路是可逆的，故可先確定出射光路，再求入射光路。
5. 選擇適當的光路角度，可避免因量測角度的誤差造成更多的折射率誤差。
6. 利用浮力量測待測物質量時，可增加適量的金屬墊片使杯子組重心降低而不易搖晃，避免多餘的水量流失。
7. 當燒杯水量快添滿時，可利用滴管慢慢將水加入燒杯內，減緩水面搖晃所造成的多餘水量流失。
8. 在燒杯旁的外接水杯需要確實貼緊杯口，以免水沿著燒杯外壁流失而造成誤差。
9. 將待測物從水中拿起時，可能有些許水留置待測物表面而造成誤差。
10. 當最後剩餘水量小於量筒可量測的最小刻度時，請利用多餘的量筒來加入已知水量至原本的量筒內並讀取量測，求出真正的剩餘水量。