

108 學年度普通型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二題參考解

一、實驗原理

將待測液置入圓柱形塑膠瓶中，以美工刀將長竹籤分割成四支，裝液塑膠瓶傾倒放在鋪白紙之保麗龍上，以光路圖法藉由眼睛於液面附近水平觀察插於不同角度之竹籤經由待測液折射前後的位置，再配合作圖畫出光折射的路徑，找出 $\sin \theta_{\text{空氣}}$ 及 $\sin \theta_{\text{待測液}}$ ，運用司乃耳定律(Snell's Law)

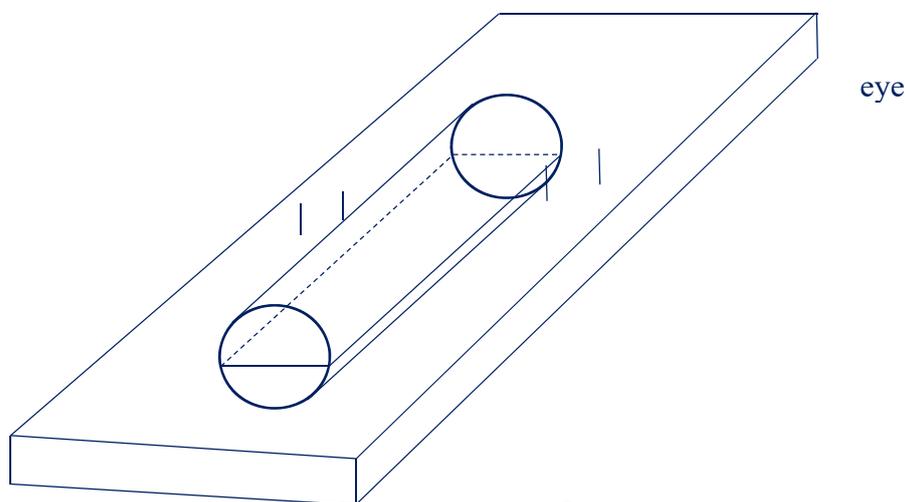
$$n_{\text{待測液}} \sin \theta_{\text{待測液}} = n_{\text{空氣}} \sin \theta_{\text{空氣}}$$

$$\text{可得到 } n_{\text{待測液}} = \frac{n_{\text{空氣}} \sin \theta_{\text{空氣}}}{\sin \theta_{\text{待測液}}} = \frac{\sin \theta_{\text{空氣}}}{\sin \theta_{\text{待測液}}}$$

因為器材中無量角器，就利用長度配合三角函數來找 $\sin \theta_{\text{空氣}}$ 及 $\sin \theta_{\text{待測液}}$ 值。

二、實驗裝置圖與步驟

1. 取適量待測液倒入圓柱形塑膠空瓶中，將長竹籤以美工刀切割成四支筆直且高度相等的竹籤，如圖一在保麗龍上鋪上白紙，然後將置入液之圓柱形塑膠瓶傾倒置於其上，並以膠帶固定其位置，眼睛就能很容易在略低於液面處看到待測液折射後的竹籤。



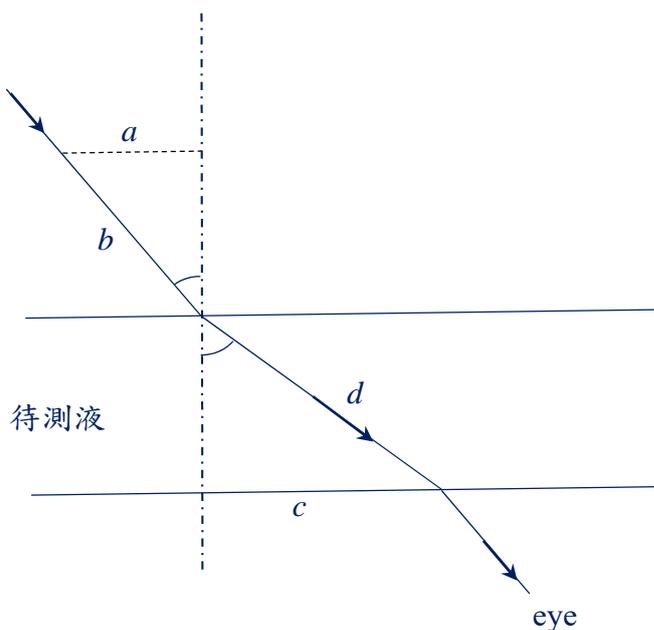
圖一

2. 利用光路圖法，讓眼睛在略低於液面處找出四根竹籤位於同一光路的位置，藉由竹籤在紙上留下的插孔做為此次光路的痕跡。
3. 改變不同的入射角，重複上一步驟，找出更多的光折射路徑。
4. 畫出圓柱形瓶側面的邊緣這兩條平行線，測量瓶底面液面之長度，從紙面移除瓶子後以此畫出待測液折射時實際的介質交界面位置。
5. 取下紙張後由插孔痕跡畫出這些光路的入射線及出射線，配合介質交界面畫

出折射线。

6. 畫出法線後，測量長度配合三角函數找出 $\sin \theta_{\text{空氣}}$ 及 $\sin \theta_{\text{待測液}}$ ，從司乃耳定律計算出待測液的折射率。

(如下頁圖二，測量 $\sin \theta_{\text{空氣}}$ 之對角邊長 a 、 $\sin \theta_{\text{空氣}}$ 之斜邊長 b 、 $\sin \theta_{\text{待測液}}$ 之對角邊長 c 、 $\sin \theta_{\text{待測液}}$ 之斜邊長 d 就可以從 ad/bc 算出待測液之 n 值。若考慮減少測量誤差時，也可在方格紙上作圖，取 bc 為橫軸 ad 為縱軸，找出所有點幾乎都在其上的那條直線方程式，則那條方程式的斜率值就是待測液之 n 值。)



圖二

三、數據記錄與分析

1. 實驗數據：

	入射角之對角邊長 $a(\text{cm})$	入射角之斜邊長 $b(\text{cm})$	折射角之對角邊長 $c(\text{cm})$	折射角之斜邊長 $d(\text{cm})$
光路 1	2.99	7.92	0.83	4.45
光路 2	3.92	8.30	1.30	4.60
光路 3	5.45	9.12	1.58	4.65
光路 4	6.92	10.10	2.15	4.90
光路 5	9.70	12.15	2.72	5.20

2. 在方格紙上作圖，取 bc 為橫軸 ad 為縱軸，找出所有點幾乎都在其上的那條直線方程式，由此式的斜率求待測液之 n 值：

	$bc(\text{cm}^2)$	$ad(\text{cm}^2)$
--	-------------------	-------------------

光路 1	6.57	13.31
光路 2	10.79	18.03
光路 3	14.41	25.34
光路 4	21.72	33.91
光路 5	33.05	50.44

配合作圖算出 $ad=1.41bc+3.85$

由此得到待測液的 n 值=1.41

四、結果與討論

1. 實驗結果：待測液的折射率=1.41
2. 利用竹籤在保麗龍上的白紙插孔留下光路痕跡時，竹籤務必隨時保持與液面及紙面垂直。
3. 考慮到待測液置入圓柱形塑膠瓶後，因為形狀問題可能產生折射成像移位，眼睛看折射前後竹籤來找光路位置時都只能在略低於液面處。
4. 由於置入待測液之塑膠瓶傾倒置於紙面時，液面不見得位於瓶底直徑處，務必配合此時液面在瓶底的長度來找出真正的介質交界面位置。
5. 圓柱形塑膠瓶裝入待測液後，一定要將瓶口鎖緊避免漏液，才能讓兩介質交界面保持固定寬度來進行本實驗。
6. 以光路圖法測量，觀察折射前後竹籤位置時，因為折射關係造成不同入射角時成像放大倍率有大有小，從竹籤像的中心點來判斷竹籤位置為宜。