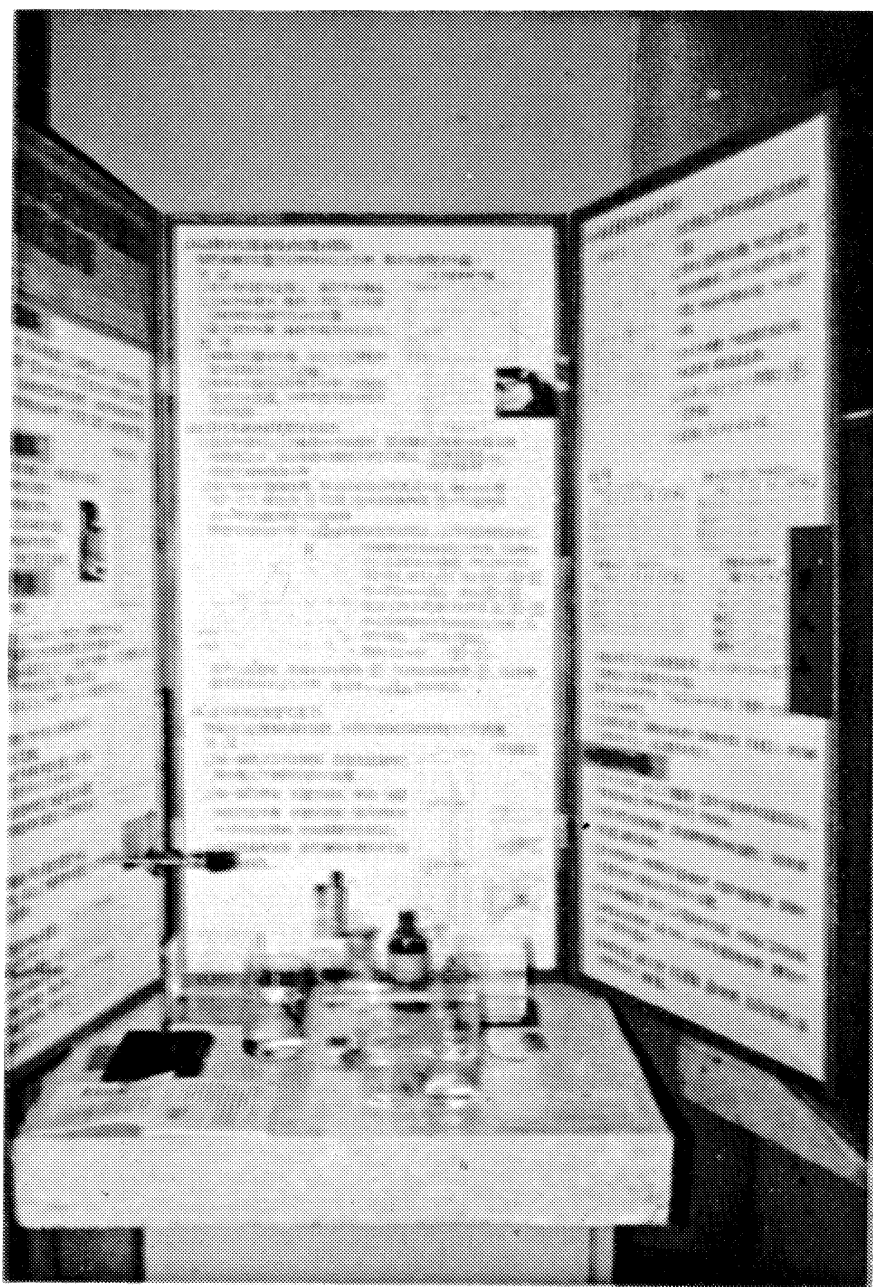


# 折射率測定裝置的製作及應用

國小教師組第三名

台北市西松國小

製作：鄭 瑞 春



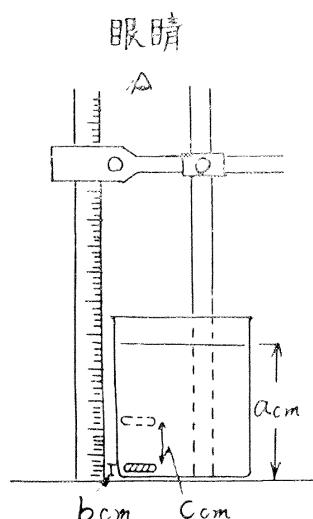
## 一、研究動機：

插尺入水，易呈彎曲現象；另以銅幣置於水中，亦有浮升之感，此皆因光由某一介質（水）進入另一介質（空氣）時，進行速度不同而改變其方向所致。

然此折射現象是否與水深有關？

如何可測知水中物體之折射率？

凡此種種疑問，不時縈繞心頭，乃決定作「折射率測定裝置」之研究。



## 二、研究問題：

(一)研究測量方法，測定物體在水中浮升的高度。

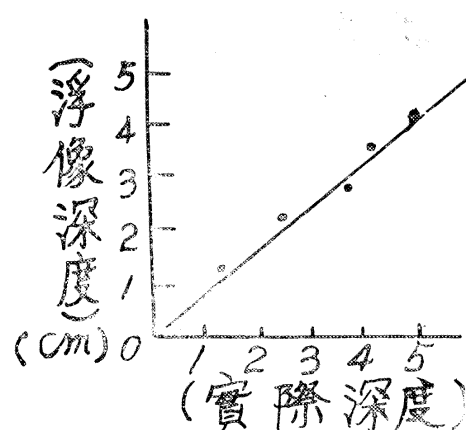
1. 浮升高度與水深的關係。
2. 浮升高度與角度的關係。
3. 各種溶液之浮升高度的比較。

(二)推論浮升率與折射率的關係。

(三)研究浮升率之測定裝置及其應用。

## 三、研究內容：

(一)浮升高度的測定。



方法：

1. 在玻璃杯裏注入3cm高的水，然後把一元銀幣沈於水底。
2. 測出水面的高度 ( $a$  cm) 及杯底至銀幣上面的距離 ( $b$  cm)。

3. 自離水面約 25cm 高處的正上方，一邊觀看水中銀幣，一面把銀幣浮升的高度在杯子外側做個記號，並讀出其高度。

4. 把水增高為 4、6、8、10cm 時， $a$ 、 $b$ 、 $c$  之值會有何變化？

結果：

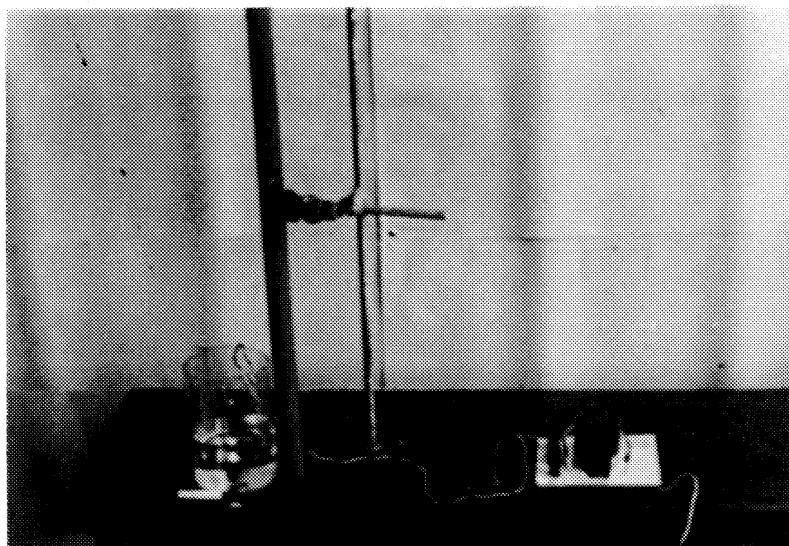
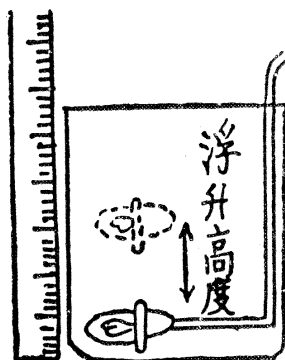
1. 隨水量之增加，物體浮升之高度與水深正好成正比之直線。
2. 此種測定法不易確定像的位置，且易產生誤差。故試想利用小燈泡來測定之。

(二) 利用小燈泡的反射映像，測定浮升高度。

利用小燈泡映射於器壁上的像，測定其浮升高度。

方法：

1. 將接有電線的小燈泡直接放置於水底。
2. 燈泡點亮後，由正上方觀看映在器壁上的燈泡的像，然後計量其高度。



結果：

1. 像果然很清楚的映在器壁上，在操作上的確方便多了。

水20°C (cm) 浮升率

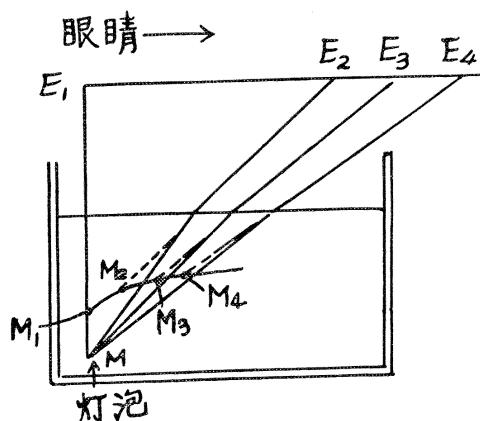
a	b	c	a-b	a-c	$a-c/a-b$
3	0.5	1	2.5	2	0.80
4	0.5	1.5	3.5	2.5	0.71
5	0.5	2.0	4.5	3.0	0.67
6	0.5	2.8	5.5	4.2	0.65

2. 雖選用最小的燈泡實驗，但須由上方觀看物像而讀出其高度，故仍難測出其精度，因此為力求測定數據的精確，便研究「測定裝置的製作」。

糖水5% (cm)

a	b	c	a-b	a-c	$a-c/a-b$
3	1	1.5	2	1.5	0.75
4	1	1.9	3	2.1	0.70
5	1	2.3	4	2.7	0.68
6	1	2.7	5	3.3	0.66

(三) 眼睛與像的位置之關係。



倘若眼睛的位置不在物體的正上方時，像的位置在何處？

方法：

1. 把小燈泡裝在鉛管上，固定於水槽底。
2. 注水於水槽內，點亮小燈泡，測定物體所浮升的位置。
3. 逐次增加水量，觀察物像浮升的變化。

結果：

1. 眼睛的位置如由  $E_1$  移向  $E_4$  時，如上圖像也跟着由  $M_1$  向  $M_4$  的位置移動。
2. 眼睛的位置愈斜對着物體時，物像即有愈浮升的感覺，同時也有愈向前浮升的現象。

(四) 浮升率與折射率關係的探討。

1. 當由水面的正上方觀看水中物像時，浮像的深度與水的真深度恰成正比。

因此假設  $\frac{\text{浮像的深度}}{\text{物體的真深度}} = K$ ，則可依此式求浮升率。

2. 依(一)和(二)的實驗測定結果，水(20°C)的浮升率為0.65—0.8，糖水是0.67—0.75，皆近於 $\frac{3}{4}$ 之值，而水的折射率是 $\frac{4}{3} = 1.33$ ，故物體浮升率的倒數便是水的折射率。因而物體的浮升率 $=\frac{1}{\text{折射率}}$ 的關係是否可成立，茲以下列說明證明之。

把眼睛移至物體的正上方時，OG便向OH, OQ即向OH'移近，因此OG $\doteq$ OH OQ $\doteq$ OH'。

因FE = OK' HG = OK  $\therefore \frac{FE}{HG} = \frac{OK'}{OK}$ 。

而 $\triangle OKQ \sim \triangle OK'G'$ ，所以 $\frac{OK'}{OK} = \frac{K'G'}{KQ}$ 。

並且OG'與OG是圓O的半徑，故 $\frac{OK'}{OK} = \frac{OG'}{OG}$ 。

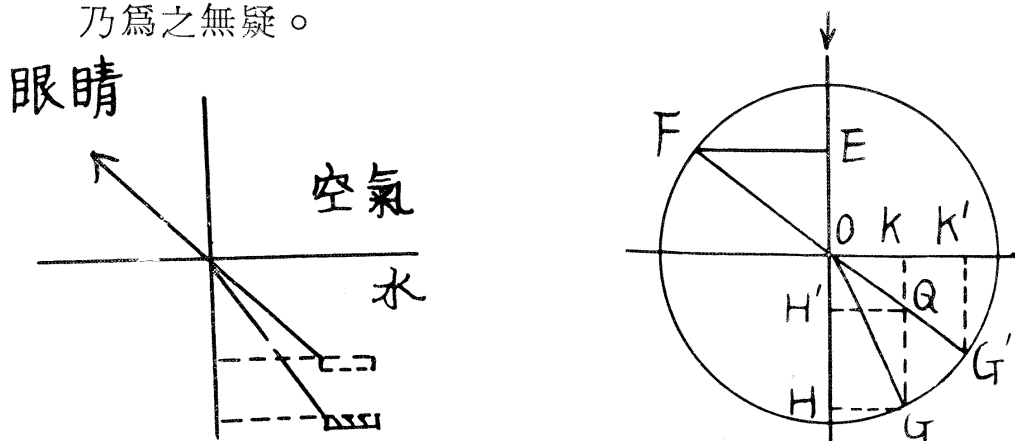
因此把眼睛移至物體的正上方時，G即向H移近，Q也向

H'移近。所以OQ $\doteq$ OH'， $\therefore \frac{OH}{OH'} = \frac{EF}{GH}$ 。

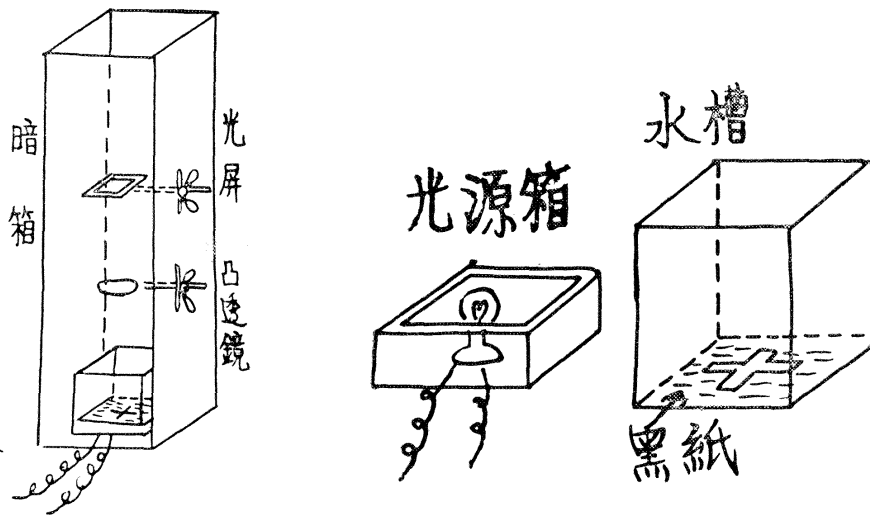
由於上述證明，物體的浮升率為 $\frac{OH'}{OH}$ ，而水的折射率為

$\frac{FE}{GH}$ ，故將眼睛移至物體的正上方時，浮升率 $=\frac{1}{\text{水的折射率}}$

乃為之無疑。

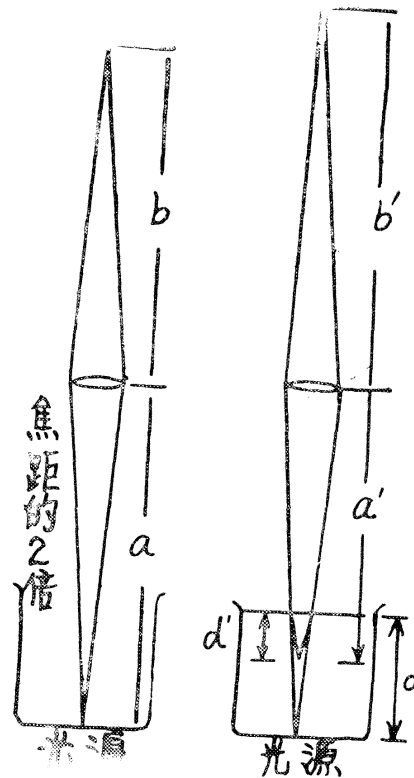


(五)浮升率測定裝置之製作。



為減少上述實驗時的誤差，利用凸透鏡成像原理製作下列裝置方法：

1. 做一高 2 公尺的暗箱，使透鏡與光屏能任意上下調節及固定之裝置。
2. 另做一光源箱，放置於箱底，再以一個透明的方型水槽，水槽外底貼一張中央割有十字形的黑紙，然後放置於光源箱上。
3. 凸透鏡與光屏，如右圖平行固定於暗箱上。



(六)測定裝置之測定方法及應用。

測定方法：

1. 將凸透鏡固定在離光源 2 倍焦距之處。
2. 使光屏和凸透鏡的距離與光源至凸透鏡的距離相等 ( $a=b$ )，這時光屏的成像，恰好與水槽底的像相等。
3. 注水於水槽裏，然後調節光屏的像使其清楚，並讀其長度。
4.  $a'$  的值：從  $\frac{1}{a'} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{f'}$  求得  $a' = \frac{b'f'}{b'-f'}$ 。  $f'$  是焦距。
5.  $d'$  的值： $d' = d - (a - a')$ 。

水22°

$f = 24.75$

	a, b	b'	a'	d	d'	d/d'
第一次	49.5	50.8	48.3	5.0	3.8	1.32
二	49.5	50.9	48.2	5.0	3.7	1.35
三	49.5	50.9	48.2	5.0	3.7	1.35
四	49.5	50.9	48.2	5.0	3.7	1.34

糖水21° C

5%

(cm)

	a, b	b'	a'	d	d'	d/d'
第一次	49.5	50.7	48.4	5.0	3.9	1.28
二	49.5	50.9	48.2	5.0	3.7	1.35
三	49.5	50.8	48.3	5.0	3.8	1.32
四	49.5	50.8	48.3	5.0	3.8	1.32

各種溶液的折射率

	溫度	d'/d	d/d'	焦距
水	20° C	0.74	1.35	24.5
水	30° C	0.73	1.34	24.5
糖水20%	21° C	0.71	1.41	24.5
糖水40%	21° C	0.73	1.42	24.5
橄欖油	19° C	0.70	1.45	24.5

1. 用數個焦距不同的凸透鏡實驗結果，以  $f' = 24 \sim 25 \text{cm}$ ，徑 75mm 的效果較好，因易調節光屏的成像。
2. 不必改變 d 的值，只要有一定的深度，即可求出折射率。

3.凸透鏡的位置，距離物體較遠時，像雖很清楚，但却變小，而  $b$  與  $b'$  值的差亦變小，倒是誤差變大了。

#### 四、研究心得：

- (一)在水中之物體，由正上方觀看時，其浮升深度與水的深度成正比。而其值約為  $\frac{3}{4}$ ，與水的折射率  $\frac{4}{3}$ ，恰成倒數。
- (二)移動眼睛的位置看水中之物體，浮像也隨着移動。眼睛的位置愈斜，浮像乃有愈浮升及愈向前之感。
- (三)利用小燈泡的反射測定，其浮像雖明顯的映在器壁上，但在刻度的計量上仍難求較精確之度數。
- (四)利用本裝置測定，可減少肉眼測定之誤差，而大大提高了物體浮像之精確度。
- (五)本裝置操作方便，測法簡單，器材經濟，深以為在教師自然科學及學生實驗應用上，均能提供莫大助益。