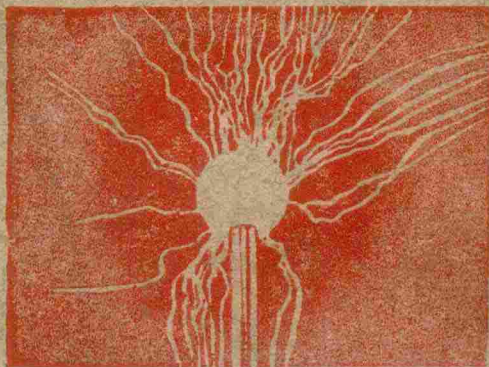


BLACK &
DAVIS

勃 台
物理實驗

蔣 憲 淞 編



世界書局發行

對於教師的提示

基本物理之有實驗，在泰西已有四十餘年之歷史，教師對此工作，雖極為熱心且存奢望，但欲灌輸青年以此科學實驗之知識，乃一甚難之問題，因須有昂貴之儀器及實驗教程，以引起學生對於物理現象之好奇心，俾得增加其興趣。

預備方法 最好之理想方法，由各教師自行預備教程，但須有數年之經驗，方可應付裕如，教程宜簡單而清晰，使普通學生，亦能不獨依照之而得其結果，且可因之具有科學上發明之精神。故在工作之前，教師必須多多發問，使對於今日之實驗，有深刻之概念，且明瞭與從前熟知事實之關係，然後略述如何在實驗中進行此實驗，若學生已得方法之大要，則着手之際，自能熟練而無困難。

如何記錄結果 基本物理之實驗，有時對於學生毫不發生影響，其理由因學生不知所作實驗之主要點，及目的，祇能依照教程方法，完成其機械工作，此可由學生之報告中知之，蓋其工作中，並不參加己意，不過填充空白而已。當開始之時，學生必不能將記錄排成有規則之次序，歷時較久，方可由其自行決定，報告中最大之危險，即為所記錄在為偽造的被動的，故須令彼用自己文字記錄之，如此，則在半年或一年之後，彼尚可回想其記錄並其結果。

精確之程度 最近之趨勢，將學生在實驗中大部份之工作，代以教

師在教室中指示之，學生在實驗室中之工作為求實驗中之精確測量，務使學生知其不為物理本身上之關係，而物理之應用于日常萬物上之問題，故百分差不必精確計算，工程師之應用，祇須百分差在5%之內已足，無須在實驗室中精確求之，但對於物理之應用，宜有正確之認識即得。

實驗室中之考察 實驗室中所備之儀器當甚簡單及為普通所應用者常常發問及測驗實驗之結果，甚有價值，故學校中有時將實驗之分數計入學期分數中，以視其對於物理學程之成就，此種考察，非專為已作實驗之復習，且須擴張之，以試驗學生將其應用於新問題之創造及能力。

實驗工作之改正 在中等學校之實驗報告中，甚多差誤者，因實驗工作對於教室中之討論，無密切之關係，對於學生之需要及興趣更為重要，教程中之問題必須與所作之實驗有直接之關係，有數則真正之物理問題，必須使學生在實驗室中求其解答，所作實驗對於日常之經驗，亦須有機械上的連繫。故實驗時最好能選擇儀器與普通所用者相同，總之實驗工作之改正，不為學生之自身問題，而其責任全在乎教師。

對於學生的提示

必須依照教程上之方法 在作實驗之前，必須詳讀教程中之方法，使對於所作之實驗，有明白之認識，然後依法再作實驗，且當避免不應有之差誤，教程中之每字亦均當注意之。

儀器之豫備 每一實驗之中，皆有應用儀器之表，在作實驗之時，務先照表豫備妥當，毋至臨用之際方憶及之。

觀察上之差誤 物理上之測量，常因觀察上之差誤而得到不正確之結果，故所作之觀察，必須十分留意，以避免不應有之差誤，觀察上之差誤，常可用數次結果之平均值校正之，但每一次之觀察，必應不為前一次所影響，而須單獨行之。

觀察之重要 雖實驗之結果，必須十分正確，但並非以為每一觀察均應大加注意，但此等觀察，對於結果之百分差上有甚大之影響者，則必須十分注意之，因若其中之因數不正確，則其結果自必不能十分正確之故。

實驗報告 不論用何種方式，但其中必須有 (a) 真正之結果，(b) 真正之觀察及 (c) 自身實驗所得結果之結論。

(1) 報告必須有次序 在開始之時，必須用紙之新一頁上記明日期，實驗數，名稱，及實驗之目的。

(2) 然後將測量及觀察之結果記下，測量之記錄必須在測量以後，

立即記出，不論當時，以爲對否，所記錄者，必須爲實在所得者，所記之記錄，其加減之結果不應在腦中作之，觀察之結果，不宜記錄在散紙上，如信封之背面等等。

(3) 由記錄計算其結果，計算之步驟，必須有秩序而清晰，使人觀察之時知汝計算之步驟，特別須注意者，不宜將此等計算，擁擠在一處，必須將其分離清晰，再作明白而相像之圖，每一結果之後，必須加以單位，並當知小數較分數之計算爲易，用對數或算尺 (Shclomler)，則可縮短計算之時間。

(4) 在儀器之裝置圖上，註出所用儀器之名稱，已可表示實驗之方法，若再以爲不足，則加簡單之敘述。

(5) 由汝之實驗敘述所得之結果，但注意非由實驗結果所承認之敘述，爲不須要者，在實驗中之問題，其答案當爲完全之字句，使以後對此不必再行研究其性質。

有效數字 物理之測量，其記錄必須爲測驗所得者，如在記錄中之 7.40 厘米不爲實在之 7.4 厘米，第一記錄，表示尚有百分之一之厘米，可以估計得之，但其長度較 7.41 厘米及 7.39 厘米爲近於 7.40 厘米，第二記錄 (即 7.4 厘米) 則表示百分之一之厘米不計算在內。

設直徑三次測量之結果爲 12.55cm, 12.58cm. 及 12.57cm. 在此情形下，則 12.5 三數必爲正確者，但第四數爲估計得者，故較爲可疑，欲求其平均值，則知三數之和爲 37.70cm. 然後以 3 除之，平均值爲 12.5666 厘米，但此數爲不正確者，因其正確之程度超過測量所得者

必所留者祇爲可疑數之一位，即第一個 6，消去其餘者。但因下數爲 5 或較大。用四捨五入法，故其平均值爲 12.57cm。

小數點對於有效數字，完全無關，例如，現在所知光之速度爲 186,400哩/秒，最先之三位 186 爲正確者。

而四則爲可疑之數，而二十則祇表示小數點在何處而已。再如鈉光之波長爲 0.00005893 厘米，最先之五個 0 祇指示小數點之位置，589 之數爲正確者，而 3 則可疑。

百分差誤 實驗在物理上測量之差誤可爲甚大者。如測量聲之速度，其差數可爲 4 或 5 呎，或甚小者，如在測量綫之直徑時，其差數可爲一吋之千分之一或二，實驗所得之結果與正實數（經多數有經驗在實驗結果得之），之差，爲真正之差誤，但更精確之計算，爲將其差與正數之分數（百分數）表示之，如，在某時聲之速度爲每秒 1127 呎，實驗之結果爲每秒 1132 呎，則實驗上之差爲 5 呎，粗視之其差誤甚大，但其百分差爲 $\frac{5}{1127} \times 100$ 或約爲 0.4% 故求百分差之法爲將實際之差，除以正確之數值，其商數乘以 100 即得

在此書中實驗之正確度，無普通之規則可述，惟視實驗時所用之儀器及情形而決定之，在此等實驗中不希望其百分差，皆爲約 1%，有數實驗其差或將爲 5%，故其目的在求最佳之結果及改進其正確之程度，但無論如何對於所得之結果，必須甚爲忠實而非偽造者。

用儀器之須留意 實驗之成功與否，恃乎二因素，第一儀器之形式，及第二實驗手續之正確與否，每一有刻度之儀器，其中皆有少許之

差誤，但欲知其精確之度，則可用汝之能力以達此目的，由經驗知學生所得差誤之結果，歸罪於所用之儀器，但其差誤則常為數學上計算或用儀器不正常所得之結果，故每用一儀器，必使其至精確之限度。

當實驗完了時，必須將儀器整理清潔。

目 次

實驗 1	π 之測定	1
實驗 2	求圓筒之體積	5
實驗 3	固體之密度	9
實驗 4	力矩之原理	13
實驗 5	槓桿之重量及其重心	17
實驗 6	功之原理及斜面效率	21
實驗 7	滑動摩擦	25
實驗 8	滑車之用途	29
實驗 9	液體浮力——阿基米得原理	33
實驗 10	固體之比重	35
實驗 11	液體之比重	39
實驗 12	肺壓力之測定	43
實驗 13	空氣之密度	45
實驗 14	空氣之壓縮性——波義耳定理	49
實驗 15	作用於一點之力——平行四邊形定律	53
實驗 16	虎克定律	57
實驗 17	擺之定律	59
實驗 18	查理定律	63
實驗 19	固體膨脹係數	67

實驗 20	金屬之比熱	71
實驗 21	冰之熔解熱	75
實驗 22	蒸氣之凝固熱	77
實驗 23	露點及相對濕度	81
實驗 24	磁力線	83
實驗 25	原電池之電動力	87
實驗 26	導體二點間之電壓	91
實驗 27	串聯及並聯之電阻	95
實驗 28	用 <u>威斯吞</u> 橋測量電阻	99
實驗 29	電流之磁效應	103
實驗 30	誘導電流	107
實驗 31	電抗及阻抗	111
實驗 32	聲在空氣中之速度	115
實驗 33	振弦定律	119
實驗 34	本生光度計	123
實驗 35	平面鏡成像	125
實驗 36	凹凸鏡成像	129
實驗 37	玻璃之折射	133
實驗 38	透鏡之焦距及其軛焦點	137
實驗 39	光譜分析	141
實驗 40	電子管	143
	附錄	1-16

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(1)

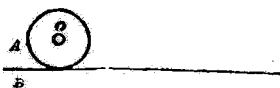
π 之 測 定

目的 練習測量，求 π 之值。

用具 米尺，圓筒片。

方法 I. 測量 (a) 圓周之測定 沿圓筒片之半徑刻一細線A.

將A適置於米尺上一點B(圖一)。以姆指及其他一指夾持之，沿直邊滾動之，使A復與米尺相接，然後，以釐米數記A之位置。即先記釐米之整數，繼在十分處記毫米數，最後再在百分處估計為毫米之十分之幾。此記錄與始點之差作為圓周之值。

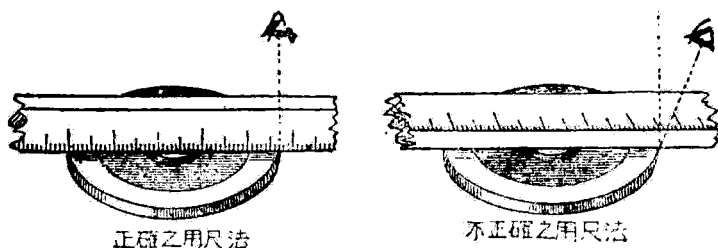


(圖一)

然後自米尺之他點復同樣測量四次，此五次之平均數即是圓周之值。

(b) 直徑之測定 將圓片平放桌上，以米尺之邊置於圓片邊上。(圖二)。使其刻釐米之面適沿直徑，且一刻釐米處適與圓片之邊相合，記其直徑，估計至十分之一釐米。

(1)



(圖二)

沿不同之直徑復量四次，取五次之平均數為直徑之值。

II. 計算 (a)各測量中之末一數字，係估計而得，故不甚可靠，

(b)平均數值中，宜較各測量所得之數值，多留一數字。

(c)各乘除中所得之積或商內所留之有效數字，須與各因數中有效數字最少者相等。

(d)然後由有效數字之意義，由所得之圓周及直徑之平均值以求 π 之值。

III. 百分差 百分差之計算如下。

$$\text{百分差} = \frac{\text{實驗結果與公認值之差}}{\text{公認值}} \times 100\%$$

問題 a. 在直徑之測量上有0.01厘米之差，則百分差為若干？

.....

.....

.....

.....

b. 在圓周測量上有 0.01 厘米之差, 則百分差為若干?

c. (a) 中之差何故較 (b) 中者為大?

d. 所得 π 之值之差數,或由此二差數之和所致。然則此結果究與精確測量所得之值,同一正確否?

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

次 數	直 徑(厘米)	圓 周(厘米)
1		
2		
3		
4		
5		
平均 值		

$$\pi = \frac{\text{圓周}}{\text{直徑}} = \dots\dots\dots$$

正確之值 = 3.1416.

差數 =

$$\text{百分差} = \frac{\text{差 數}}{1\% \text{之差數}} = \frac{\text{差 數}}{0.0314} = \dots\dots\dots \%$$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(2)

求圓筒之體積

目的 練習測量,求圓筒之體積。

儀器 圓筒,米尺,測微奇零尺 (Vernier caliper) 天平。

方法 I. 由直線測量計算之 (a)測量 以米尺測量圓筒三個不同處之深度,須記至十分之一毫米。

如實驗一(見實驗 1 圖 2)測內直徑 D 。

如有測微奇零尺*,亦可用之以測內直徑。

(b)計算 圓筒之體積 = 底面積 \times 高,或 $\text{體積} = \frac{\pi D^2}{4} \times L = \pi R^2 L$

R 為半徑, L 為深度。

問題 a. 設自測量所得一圓之直徑為 10.1 厘米,而其正確之直徑為 10 厘米,問其圓面積之百分差為若干?

.....

.....

.....

.....

* 測微奇零尺之應用見附錄

b. 設測量直徑時，有差數百分之 0.3 。問圓面之計算值，內有差數百分之幾？

.....

.....

.....

c. 設 D 及 L 之平均值中有 0.01 厘米之差，求其體積之百分差數？

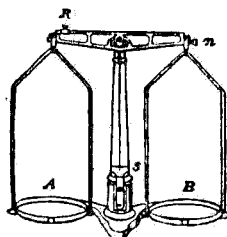
.....

.....

.....

II. 由圓筒內所貯水重計算之 (a)以替代法求圓筒之重。置空圓筒及毛玻璃蓋於天平之 B 盤上(圖3)。 A 盤上加以適宜之物體如鐵塊，彈丸，或紙片。使秤錘 R 在零點時，指針 S 則適在刻度之中點。

於是將砝碼代替圓筒及蓋，其法如下。先試將最大之砝碼(非過大者)加於 B 盤，次加入等重之砝碼，設此砝碼太重，則加次重者；次復加



(圖三)

等重或次重者，恆由過重之砝碼試起，如上法然，若開始之時即用許多

小砝碼，其重或尚不足。故用上法，可節省時間與煩勞。

當B盤所需之重量，以在10克之內者，然後沿刻度臂移動秤錘R，使指針適在S處之中點。於是物體之重即為砝碼之重，加以刻度臂上秤錘R所示之重。因刻度臂上所示之度數至十分之一克，而每一刻度可估計至十分之幾，故物體之重量可測至百分之一克。

此替代法為權物體重量最精確之方法。

(b)以尋常方法測定圓筒之重。取去B盤之砝碼及A盤之物體，移R至零度之處，旋轉螺絲帽n，使指針指在S處之中點(圖3)，於是置物體於A盤，B盤置砝碼，再移動秤錘R，使指針復指示S之中點。設二法所得之重量差為0.1克或0.2克，則以後即可用尋常法求之。

(c)測定圓筒貯滿水時之重。次將圓筒貯滿以水，筒上以毛玻璃蓋之，但筒內不可稍留氣泡，拭乾圓筒外部，然後權之。

筒內復貯以水，復權之以觀兩次所得之值，是否相符合，由二次重量之平均值，與空筒與毛玻璃蓋重之平均值以求水之重量。

因1立方厘米(cc.)之水重一克，故圓筒體積之立方厘米數，即等於其中所蓄水之克數。

問題 a. 設單純水之重有.2克之差數，求所得體積之百分差？

.....

.....

.....

b. 問 I 與 II 之百分差，較 I 中問題 c 與 II 中問題 a 之差數之和

大或小。

d. I 與 II 之結果相符合否?

實驗結果

I.	第一次 觀察	第二次 觀察	第三次 觀察	平均值
----	-----------	-----------	-----------	-----

圓筒之深.....厘米.....厘米.....厘米.....厘米

圓筒內直徑.....厘米.....厘米.....厘米.....厘米

體積 = $\frac{\pi D^2}{4} \times L = \pi R^2 L = \dots\dots\dots$ 立方厘米

II.	替代法	尋常法	平均
-----	-----	-----	----

空筒及蓋之重.....克.....克.....克

筒+水之重, 第一次.....克

筒+水之重, 第二次.....克.....克

單純水之重.....克

∴ 圓筒之體積.....立方厘米

I 及 II 者之百分差 = $\frac{\text{差數}^{\circ}}{\text{任一結果之}1\%} =$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(3)

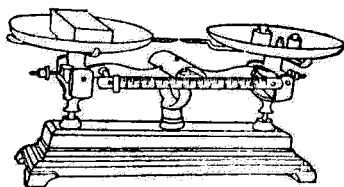
個體之密度

目的 求木塊及鋼球之密度。

儀器 長方形木塊，米尺，台秤，鋼球，量筒，測微螺旋。

方法 I. 求木塊之密度。

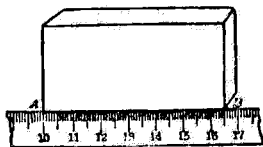
(a) 求木塊之重量 先將台秤(圖4)使之平衡，將秤錘放在零度之



(圖四)

處，在近零度處之盤內，放入木塊，另一盤中，放入砝碼再移動秤錘使之平衡，如實驗二之法，記至百分之一克。

(b) 求木塊之體積 如圖5 測量木塊之長闊高，當測量此三向度時，宜測量四平行邊而取其平均值，此三向度之乘積，即為木塊之體積。



(圖五)

(c) 計算 以木之體積除重量即得密度, 或密度 = $\frac{\text{木塊之克數}}{\text{木塊之體積}}$ 。

II. 鋼球之密度。

(a) 由球之重量及直徑計算之 1. 以測微螺旋 (Micrometer Caliper), 測數球之直徑, 或將球置於二木塊之間而測得其直徑, 如圖6所



(圖六)

示, 若用數球排列之, 測得其總直徑而除以球數, 則所得之值較為精確。

由下式可求得球之體積。

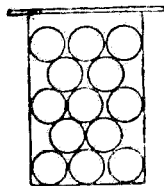
$$V = \frac{1}{6} \pi D^3 \quad V = \text{體積}, \quad D = \text{直徑}。$$

2. 球重用天平測得之。

3. 計算 密度 = $\frac{\text{球重}}{\text{體積}}$ 。

(b) 由球重及其所排去之水重計算之 將容量約 150 立方厘米之圓筒滿貯以水, 上蓋毛玻璃片 (如圖7) 使其中無稍許之氣泡存留, 拭乾筒之外邊, 置於天平中秤之, 在此盤中除圓筒及水外, 再加(a)所用之球 10 個, 得其全重。

將圓筒移於盤外, 開其蓋將球投入其中, 更加蓋, 拭乾筒之外面, 置



(圖七)

在天平上更權之，由此二次測得之重，求球排去之水重，因 1 立方厘米之水重 1 克，即可得球之體積，由 (c) 中所得之球重，即可求得球之密度，

問題 a. 何故木塊必須放在近零度處之盤中權之？

.....

.....

b. 求 II 中 a 與 b 二者所得結果之百分差？

.....

.....

c. 有物體在空氣中稱之，重六十二克；在水中稱之，重四十二克；求此物體之密度。

.....

.....

實驗結果

I. 木塊之重 = 克

木塊之體積

	長度	闊度	高度
第一次觀察.....	厘米.....	厘米.....	厘米.....
第二次觀察.....	厘米.....	厘米.....	厘米.....
第三次觀察.....	厘米.....	厘米.....	厘米.....
第四次觀察.....	厘米.....	厘米.....	厘米.....
平均	厘米	厘米	厘米

體積 = 長 × 闊 × 高 = 立方厘米

密度 = $\frac{\text{重量}}{\text{體積}} = \frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$

II. a

球	直徑(毫米)	球	直徑(毫米)
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

1 球之體積 = $\frac{1}{6} \pi D^3 = \dots\dots\dots$ 厘米³

10 球之重 = 克

∴ 1 球之重 = 克

∴ 鋼之密度 = $\frac{\text{球重}}{\text{體積}} = \dots\dots\dots$ 克 / 厘米³

平均直徑 毫米

..... 厘米

b. 10 球在筒外 + 水及筒之重 = 克

10 球在筒內連水之重 = 克

被球排去水之重 = 克

∴ 10 球之體積 = 立方厘米

自 (a) 所得 10 球之重 = 克

∴ 鋼之密度 = 克 / 厘米³

兩法所得密度之差數 = $\frac{\text{差數}}{\text{任一值之 } 1\%} = \dots\dots\dots\%$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

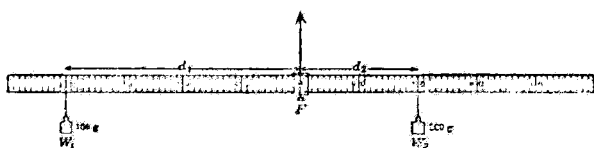
(4)

力矩之原理

目的 實驗單式槓桿力與力支二點距離之關係，以證助力矩之原理。

儀器 米尺，槓桿支點，槓桿架，線，砝碼。

方法 將米尺支在中點，或懸掛之。若不平衡則用一秤錘使之平衡（如圖 8），在距中點 40 厘米處， d_1 懸 W_1 100 克之砝碼。在另一端懸 200 克 W_2 之砝碼，使之平衡，與中點之距離為 d_2 。



(圖八)

不必須使米尺停止時，知其平衡與否，祇須二端移動時與水平面有相等之距離即得，二重量記錄其為 W_1 及 W_2 ，其與支點之距離為 d_1 及 d_2 。

再用不同之重量屢試而記錄之。

然後再用 W_2 及 W_3 二重量懸在一端，其與支點之距離為 l_2 及 d_3 。

使之與另一端之 W_1 平衡，其與支點之距離為 d_1 。

計算 由力矩之原理(principle of moments) 知上述二端之力矩必須相等。一重量之力矩即為此重量之轉動效應，全恃乎重量及其與支點之距離。或

$$\text{力矩} = \text{重量} \times \text{與支點之距離。}$$

在此實驗中，二端之力矩適相反而相等。故此二力矩應相等。

問題 a. 用剪刀剪金屬之線，在離支點 9 吋之處用力 20 磅，若金屬線與支點之距離為 1.5 吋，金屬絲上所受之力為若干？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 欲決定在一端不同處二重量之轉動效應，將重量相加或力矩相加。何故？

.....

.....

e. 一門高 14 呎，闊 5 呎，重 100 磅，在邊上以相距 4 呎之二鉸鏈支之，問上面鉸鏈內之拉力為幾磅？(假定門之重心位於門之中點)。

d. 一槓桿，長 4 尺，一端懸 2 斤重之物，於距此端 3 尺遠之處支持之。問須於他端懸重若干，方能平衡？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

	W_1	d_1	W_2	d_2	W_3	d_3
1						
2						
3						

計算其力矩。

$$W_1 \times d_1 = \quad W_2 \times d_2 = \quad W_3 \times d_3 =$$

$$1 \dots \times \dots = \dots, \dots \times \dots = \dots$$

$$2 \dots \times \dots = \dots, \dots \times \dots = \dots$$

$$3 \dots \times \dots = \dots, \dots \times \dots = \dots, \dots \times \dots = \dots$$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(5)

槓桿之重量及其重心

目的 槓桿本身之重量有何關係。

儀器 米尺一端加重量，三角柱之木塊，砝碼，線。



(圖九)

方法 上圖中之槓桿 AL 為不均勻槓桿中之一例，其重量不可忽略之。將一已知之重 W 放在槓桿上一定點 B，然後在三角柱木塊 F 上移動使之平衡。故 W 對於 F 之力矩為 $W \times BF$ 。

設槓桿之重心為 X，與支點之距離為 FX。其力距為槓桿之重 $\times FX$ 。此力距與另一端之力距 $W \times BF$ 相等。即

$$\text{槓桿之重} \times FX = W \times BF$$

若知槓桿之重，故計算得 FX，而得 X 在米尺上之位置。

先將此米尺秤之，記至十分之一克，然後用 100 克重之 W 用線在距 A 端 10 厘米之 B 點縛牢之，在 F 上使此米尺平衡。注意 AF 之距離。

再用各種不同已知之重量，懸在米尺不同之處，依上法使之平衡。

但每次記錄 AF 之距離。

計算 先求得 BF，然後與 W 求得力距 $W \times BF$ 。若求得槓桿之重量，即可求得 FX 之距離。即

$$FX = \frac{W \times BF}{\text{槓桿之重}}$$

由此可得 X 之位置，即重量之中心（重心），可在數次試驗中決定之。

然後取去 W_1 而使米尺在刀口上平衡之，此即爲此米尺之重心。

問題 a. 一均勻桿之重心在於何處？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 一重 60 磅之小孩與一 15 尺長之木板，重 70 磅，重心在其中點，為蹺板之戲。若此孩坐在距板端 1 呎之處，則支點須距此端若干，方能平衡？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c. 一均勻之木板長 10 尺，重 8 磅，一端懸 12 磅之物，與在另一端不知重之物，在離 12 磅一端 3 呎之處平衡，求此不知重之物應重若干？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

載重槓桿之重 = 克。

記 錄			計 算			
W	AB	AF	BF	BF × W	$FX = \frac{BF \times W}{\text{槓桿之重}}$	AX
100 g.	10.0 cm.					
200 g.	10.0 cm.					
200 g.	15.0 cm.					
500 g.						

重心(CG)距 A 厘米

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

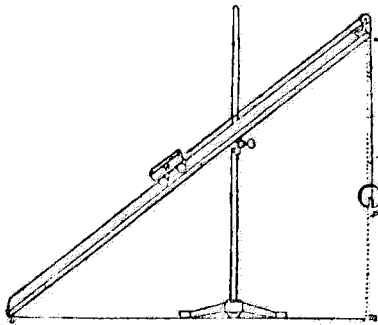
(6)

功之原理及斜面效率

目的 何謂作功，及斜面作功之效率。

儀器 100 厘米長之光滑平板，一端有一定滑輪三足鐵架，小車及弦，砝碼。

方法 I 功之原理 因一力所作之功，等於此力與其作用點所移動距離之相乘積，故一力 F (圖10) 在斜面 on 上將重物引上距離 l ($=on$)，



(圖十)

其所作之功等於 Fl ，但其對地心所作之功，等於其所移動之重物 W_1 與重物 W 升高沿垂直距離 h ($=mn$) 之相乘積，在此實驗中摩擦力不計。先權斜面上所用小車之重，定之為 G 。

然後將斜面裝置成約 45° 之角，而在 F 處懸若干 100 克之重物，使小車昇上斜面。

車中續加砝碼，同時輕擊斜面，直至此車以等速慢慢滑下而止，稱車中之砝碼為 W_1 。

後自車中取去砝碼，同時擊斜面，直至此車等速昇上而止，稱車中之砝碼為 W_2 。

以 $C+W_1$ 及 $C+W_2$ 之平均值作為重物 W 。此 W 即摩擦不計時，力 F 在斜面上所能支持之重。

以米尺測量斜面之高 (mm)，稱此高為 h ，同法測斜面之長 (cm) 稱此長為 L 。

將斜面裝置成約 30° 之角，復如前法實驗之。

試筆述此實驗所證明功之原理，又將斜面之功之原理加以代數的敘述，即用公式表之。

II. 斜面之效率 任何機械之效率，為完成之有效功，與作用力所作功之比；即效率 = $\frac{\text{輸出}}{\text{輸入}}$ 。此值恆小於 100%，因機械皆有摩擦，故其輸出恆小於輸入。

於是實驗之結果，可寫下列方程式求斜面之效率。

$$\text{效率} = \frac{(C+W_2)h}{FL}$$

計算各次實驗之效率，且記錄之。

問題 a. 試述應響斜面效率之二物。

b. 將斜面之斜度減小, 可得者為何, 所失者為何?

c. 由 1500 呎之礦底將一噸之煤舉起, 作功若干呎磅?

d. 一汽車重 2 噸, 用何力可使之在每一百呎升高 5 呎之斜坡上上升, 摩擦不計。

實驗結果

I. 功之原理

實驗次數	C	W_1	W_2	W	h	F	L	$F \times L$	$W \times h$	百分差
1										
2										

II. 斜面之效率

實驗次數	輸出 $(c + w_2)h$	輸入 $F \times L$	效 率
1			
2			

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

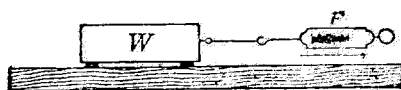
(7)

滑 動 摩 擦

目的 求皮對於木之滑動摩擦係數。

儀器 有光滑面之木板膠有牛皮底之木匣，砝碼，彈簧秤(2000 g.)
米尺，繩。

方法 I. 水平面上 用彈簧秤求得木匣之重，將木板放在桌面上，再將有牛皮底之木匣放在上面，用繩與彈簧秤相連如圖 11 所示，將彈簧秤向水平方向拉之，記其開始時之克數及以後使其慢慢移動時之克數，



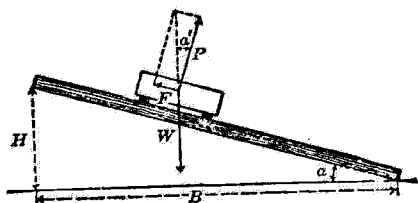
(圖十一)

照此實驗數次而取其平均值，若將木板在下面移動則讀數較為便利。

在匣上加以重量，可在二面之間得相當之壓力，開始時可用較小之壓力，使在彈簧秤上之讀數較為穩定。然後增加重量試驗五次，用各種不同之重量，至彈簧秤可秤得之量為止。計算每一次之滑動摩擦係數，

記至十分之一，然後取其平均值，為皮對於木之滑動摩擦係數。

II. 斜面上 將木板之一端升起，使其上之木匣，能慢慢有等速度



(圖十二)

之移動為止，然後將木板保持此地位，由木板之下面邊上量至距桌面之距離 H ，由此垂直線之底求其水平距離 B ，如圖 12 所示者。

改變匣內之重量，照上法再試驗數次，亦測量其距離。

問題 a. 在滑動摩擦實驗中，欲得一致之實驗結果，甚為困難。何故？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 何故係數為摩擦力與總垂直壓力比數之值?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c. 皮底與橡皮底之鞋，對於木板之摩擦係數，對汝有何平常之經驗?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d. 火車頭重 200 噸，有附着係數(Coefficient of adhesion) 0.235，牽引效率(tractive effort)為何?

.....

.....

勃台實用物理學實驗

實驗結果

I. 水平面上

實驗次數	I	II	III	IV	V
空匣之重					
負重(加入之重量)					
匣及負重之重					
開始時摩擦					
滑動摩擦					
滑動摩擦係數					

平均摩擦係數

II. 斜面上。

	垂直距離(H)	水平距離(B)	H/B
稍加重量之木匣	cm.	cm.	
加重量之木匣			
加大重量之木匣			

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(8)

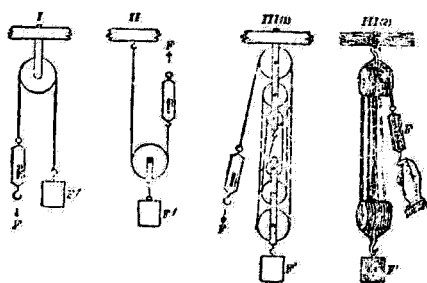
滑車之用途

目的 滑車之應用。

儀器 滑輪組，繩，重量，彈簧秤，米尺。

方法 I. 單定滑車取釣絲或線，一端懸約 1 或 2 仟克之重物 F' (抵抗力)，使之跨於滑車上。如圖 I 所示(圖 13)

a. 以等速度徐徐引下彈簧秤之鈎使重物上升，同時即讀秤上之示



(圖 13)

數，此示數上加秤之重，得 F' (向下) 與 F (向上) 及 F 與 F' 之平均值，即為摩擦不計時所需之力，此力以 F 表之。

b. 以重物 F' (抗力) 舉上 10 厘米，問作用力(主力)移動距離若干？此等距離各稱之謂 S 及 S' 。

(29)

c. 計算 $F \times S$ 及 $F' \times S'$; $F' \div F$ 及 $S \div S'$; 及其效率 或 $(F' \times S') \div [F(\text{向下}) \times S]$, 即輸出 \div 輸入。

d. 自 $F \times S$ 與 $F' \times S'$ 間之關係, 試述功之原理。

e. $F' \div F$ 之商, 即抗力與主力之比, 稱為機械利率, 試述求滑車組機械利率之其他二種方法。

II. 單動滑車 用圖 II. (圖 13), 所列之滑車, 如 Ia, 及 Ib 之方法, 作同樣之觀察, 惟在此觀察中, 計算 F (向上) 或 F' (向下) 時, 秤之示數上不加秤之重量, 而將滑車之重加於所舉物重上, 以得 F 。

III. 用一與圖 III(1) 或 III(2) 中所示之滑車組, 如 I 觀察而計算之。

IV. 於 III(1) 之線之自由一端 F 處 (圖 13), 懸一小重物, 如 100 克而於 F' 處以手引下之。問此時其機械利益等於動滑車處之繩頭數 n 抑為 $\frac{1}{n}$ 。

用此種排列, 倍加者為力抑為速?

問題 a. 問滑車或滑車組之效率, 何故遠低於一槓桿或槓桿組之效率?

.....

.....

.....

b. 試作一滑車組之圖，其機械利益為 4. 及又一為 $\frac{1}{5}$ 。

實驗結果

彈簧秤之重 = 克

單滑車之重 = 克

滑車組之重 = 克

	F(向下)	F'(向上)	F	S	F'	S'
I						10厘米
II						10厘米
III						10厘米

計算

	功 原 理		機 械 利 益			效 率
	$F \times S$	$F' \times S'$	$F' \div F$	$S \div S'$	繩 數	$F'S' \div F(向下) \times S$
I						*
II						
III						

* 在此例中，效率 = $F'S' \div F(向上) \times S$ ，因主力 F 向上作用，適以抵抗抗力 F' 。

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(9)

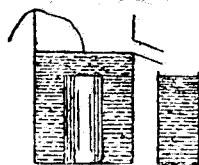
液體浮力——阿基米得原理

目的 解釋阿基米得原理(Archimedes' principle)。

儀器 較水為密之固體(150-250 g.) 如,石,煤,玻璃等。台秤及砝碼組,溢出筒,較水為輕之固體,如木塊等。

方法 1. 沉入之物體 先將物體在空氣中稱之,然後完全浸入水中稱之,計算其所失之重量。

欲計算其所排開之水重用溢出筒如圖 14 所示,筒內貯滿水至出口為止,然後用一已知重量之燒杯放在溢出口之下,徐徐將重物沉下,所

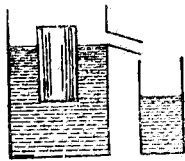


(圖十四)

排開之水流入燒杯,再行權之。

再用汽油作同樣之實驗。

11. 浮起之物體 若較水為輕之物體,放在水中失去其全重。故知所排開水之重等於其自身之重量,欲求此二重量,先將物體在空氣中稱之,然後如圖 15 所示之排列,而求所溢出水之重。



(圖十五)

亦用汽油以代水，再作同樣之實驗。

問題 a. 何故物體在空氣中較在水中為重？

.....

.....

b. 若已知物體侵入水中時所失之重量，可否即知此物體之體積？

.....

.....

實驗結果 I.

所用之液體	水	汽油
固體在空氣中之重量	g.	g.
固體在液體中之重量	g.	g.
在液體中所失之重量	g.	g.
空燒杯之重量	g.	g.
燒杯及排出液體之重量	g.	g.
所排出液體之重量	g.	g.

II.

	水	汽油
固體之重	g.	g.
空燒杯之重	g.	g.
所排出液體之重	g.	g.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(10)

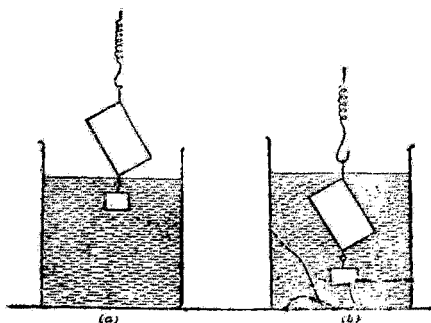
固體之比重

目的 求固體之密度。

儀器 重固體 (100—250 g.) 如大理石, 金屬等, 輕固體如軟木, 木塊等, 台秤或彈簧秤, 鉛重錘。

方法 I. 沉入水中之物體 先依常法權之, 然後將其浸入水中再行權之, 但物體不可與玻璃缸之四週相接觸, 尋常將重物浸入水中時, 物體上常附着水泡, 所得結果將不正確, 宜注意之。

II. 較水為輕之物體 先將物體在空氣中權之, 然後將物體在空氣中重錘在水中, 如圖 16 所示權之。(如用重錘在水中秤之, 以其重量



(圖十六)

加物體在空氣中之重量，較爲便利。)然後如圖 16 b. 將物體及重錘在水中秤之。第二次及第三次權衡之差，爲水對於該物之浮力，即等於物體排開水之重量。由此差及物體在空氣中之重量，即計算出物體之比重。

問題 a. 製造者對於比重表格，有何實際之應用?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 若一木塊浸入水中之部分厚 a 厘米，其頂面積爲 A 平方厘米，全厚爲 b 厘米，試證明其比重爲 a/b (應用阿基米得原理)

.....

.....

.....

.....

c. 10 磅重之鐵球在水中之重量應為若干? 設鐵之比重為 7.5,

d. 在空氣中重 50 克之軟木(比重 0.25), 連在空氣中重 204 g. 之重錘(比重 8.5)上, 若二者皆浸入水中, 其全重量應為若干?

實驗結果

I.

所用之物質	玻璃	大理石	硫
固體在空氣中之重量			
固體在水中之重量			
在水中所失之重量			
等積水之重量			
固體之比重			

- II.在空氣中之重量.....g.
 重錘在水中之重量.....g.
 重錘在水中.....在空氣中之重量.....g.
 二者皆在水中之重量.....g.
 水對於.....之上舉力.....g.
之比重.....g.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(11)

液體之比重

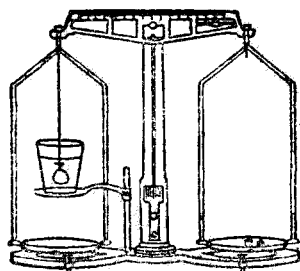
目的 求液體之比重

儀器 鹽水或其他之液體, 水, 有玻塞之瓶 (50 c.c.), 玻璃板, 綫, 台秤或彈簧秤, 2 比重計, 一為密度比水大者用之, 一為密度比水小者所用。

方法 I. 玻瓶法 先權乾燥而空之玻瓶, 然後裝滿所欲試驗之液體而權之, 最後再求裝滿清水後之重量, 但必須注意者, 瓶外必須拭乾而其中之液體及水必須裝至完全充滿。

由此之重量, 可計算同體積之液體及水重, 相除後即得比重。

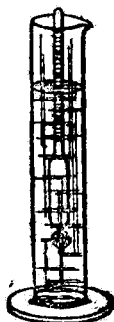
II. 替代法 先將物體如玻璃等在空氣中權之, 然後以同物在所欲試驗之液體及水中權之, 用如圖 17 之法所得之結果較為精確, 但秤



(圖十七)

時不能使物體與器具之邊接觸或物體之外面附有氣泡。由此之重量及阿基米得原理，計算在液體中所失之重量，即所排開液體之重量，同樣計算在水中所失之重量，即為同體積水之重，將在液體所失之重量與水中所失之重量相較，即得液體之比重。

III. 比重計法 如圖 18 所示，將量筒內充滿液體將比重計放入，由比重計之讀數上即可直接讀得液體之比重，但須注意者若液體之比



(圖十六)

重較水為大，則須用密度大之比重計，否則宜用密度小之比重計。

問題 a. 上述求比重之三法，何者最為可靠，試述其理由？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 用水作為比重之標準,有何利益?

c. 在 15 加侖 (1 加侖 = 231 立方吋) 之筒內,充滿汽油(比重0.75),
其重量應為若干?

d. 在倫敦 Kensington 博物院中,有一甘油之氣壓計,若汞氣壓計

上爲30吋,則甘油氣壓計上應高若干?(甘油比重=1.26,汞比重=13.6)。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

- I. 空瓶及瓶塞之重量.....g.
- 瓶中充滿液體之重量.....g.
- 瓶中充滿水之重量.....g.
- 液體之重量.....g.
- 水之重量.....g.
- 液體之比重.....g.
- II. 玻璃片在空氣中之重量.....g.
- 玻璃片在液體中之重量.....g.
- 玻璃片在水中之重量.....g.
- 在液體中所失之重量.....g.
- 在水中所失之重量.....g.
- 液體之比重

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

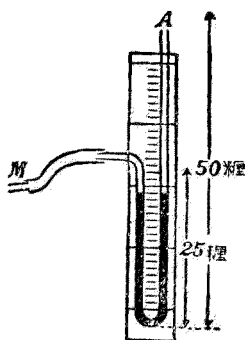
(12)

肺 壓 力 之 測 定

目的 測定肺壓力之大小

儀器 氣壓計(如圖 19 所示)

方法 肺壓力 (Lung pressure) 之測定。如圖 19 所示裝一氣壓計，記錄 A 臂內之水銀面。



(圖十九)

於吹口 M 徐徐用力吹之，約吹二三秒鐘，同時觀察 A 臂之水銀面而記錄之，當觀察之時，記錄水銀面之最高點。

但須注意者，吹時不可太急，因水銀之慣性，能使水銀面之高度較肺壓力所能支持者為高，是以所得之值，恐非肺壓力之真值。

問題 a. 設 A 管之直徑增數倍，問以同一之肺壓力，能使氣壓計

兩端生同一平面差否?

.....

.....

.....

b. 設壓力計內用水, 則 h 之值爲何? 問何故不用水?

.....

.....

.....

c. 汝之肺壓力爲全級平均肺壓力之百分之幾?

.....

.....

.....

實驗結果

第一次 A 管內之水銀面 = 厘米

第二次 A 管內之水銀面 = 厘米

差數 = 厘米 $\therefore h =$ 厘米

$p = h.d. =$ 克/平方厘米

= 克/平方吋

= 磅/平方吋

= 氣壓

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

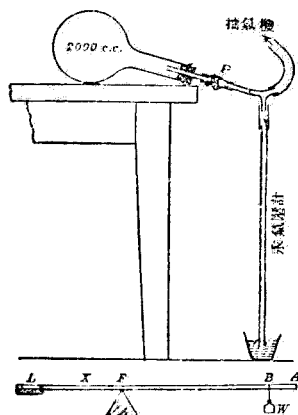
(13)

空氣之密度

目的 求空氣之密度。

儀器 2 升圓底燒瓶，上有一孔之橡皮塞，抽氣機，汞氣壓計，氣壓計，橡皮管夾，Y 形玻璃管，天平（感量為 0.05 g.）砝碼。

方法 先將燒瓶，以水充滿之，在量筒上求出水之體積，即為燒瓶之體積。然後使瓶內外乾燥而潔淨，充滿空氣權之，然後如圖 20 之排列，接上汞氣壓計及抽氣機，抽去稍許之空氣，將連至抽氣機之橡皮管



(圖二十)

用夾夾住，再觀汞氣壓計中之壓力有否變動，藉知其中有否漏氣之處，

(45)

然後用抽氣機抽去其中之空氣，約五分鐘後讀汞氣壓計之度數（即管內之汞面較管外者高若干厘米。）再將近燒瓶之橡皮管夾住，然後將燒瓶與汞氣壓計及抽氣機拆離，惟橡皮管及夾仍留在瓶上。放在天平上精確秤之。然後將夾開放，使空氣徐徐入內，再行秤之，所加之重量即加入燒瓶中空氣之重量。

計算 抽氣機不能將瓶中之空氣完全抽盡，所移去者祇為汞氣壓計之高度，除以氣壓計汞柱高度之分數。

由此等數可計算，進入燒瓶空氣之立方厘米及其重量，即可得知 1000 立方厘米空氣之重。

但因空氣之重量隨溫度及氣壓而改變，故宜記室溫及氣壓計度數，以與附錄中之空氣密度表校對之。

問題 a. 在此實驗中之橡皮管，何故必須甚長者？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 當抽氣機抽動時，何故汞氣壓計中之汞上升甚速？

c. 在 $40 \times 30 \times 12$ 呎之長方形室內之空氣，該重力若磅？設 1 立方呎之空氣重 0.076 磅。

d. 100 克銅砝碼，在真空中較在空氣中該較重若干？設在平常狀況

時，一升之空氣約重 1.2 克。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

室溫 = °C 氣壓 = mm.

燒瓶之容積 = cc.

抽空後燒瓶及其中空氣之重 = 克

加入空氣後及燒瓶之重 = 克

所加入空氣之重 = 克

汞氣壓計汞面之高 = mm.

抽出空氣之分數 = ——

加入燒瓶中空氣之體積 = cc.

每 1 cc. 空氣之重 = g/cc.

1000 cc. 空氣之重 = g.

附錄表中所查得之數 g.

百分差 =

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(14)

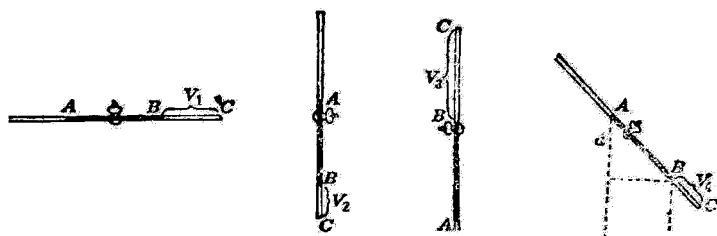
空氣之壓縮性——波義耳定理

目的 一定溫度時，定量氣體之壓力與體積之關係。

儀器 細玻璃管，汞。

方法 I. 波義耳定律之證明 將實驗用之空氣用汞柱 AB 封閉於細玻璃管之一端 BC 內，玻璃管之長約一米尺，其圓孔之直徑約為一毫米，以橫截面之面積相等，故封閉氣體之體積，與其長 BC 成比例。

將管垂直，密閉之一端 C 在下，故此氣體所受之壓力為大氣壓力與汞柱所生壓力之和，此二壓力皆以汞柱之厘米數表之，故二者可直接相加。



(圖二十一)

(a) 讀氣壓計上之厘米數。

量 AB 之厘米數，加於氣壓計之示值，得第一次壓力 P_1 。

量 BC 之厘米數，稱此長為第一次之體積 V_1 。

(b) 將玻管旋轉 45° 。此時汞柱 AB 所生之壓力，為 AB 之垂直高度，量 AB 二點距桌面之高度，二者相減，即得 AB 之垂直高度，將此加於氣壓計之示值，得 P_2 ，再量得 BC 之體積為 V_2 。

(c) 將管平放成水平位置，則密封閉氣體所受之壓力。僅為大氣壓力，量 BC 得 V_3 。

(d) 將管再旋轉 45° ，密封之端 C 在上，此時須自氣壓計之示值減去 AB 之垂直高度得 P_4 ，量 BC 得 V_4 。

(e) 將管垂直，密閉之端向上，壓力 P_5 為氣壓計示值減 AB 汞柱之厘米數，量 BC，得 V_5 。

II. 反比例之代數敘述，波義耳定律 (a)，任何 PV 與其均值之差，罕有大於 2% 者。設其差誤不計，則可推得

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 \text{ 等。或簡作 } PV = \text{常數。}$$

由此可知，設常數不變，當 P 減小 則 V 必增大，即 P 與 V 成反比例。故 $PV = \text{常數}$ ，即示知為反比例。

(b) 由所得實驗之結果，考知 V_2/V_1 及 P_1/P_2 等等間之關係？此示例為敘述反比例之又一法。

III. 用圖解表示反比例 (a) 用方程式 $PV = \text{常數}$ (常數為 PV 之平均值)。試計算當二倍，三倍或四倍時，此測得之最大體積，及與之相當之諸壓力。

(b) 將此六個壓力與其相當體積，及實驗所得之五個壓力及體積，作圖於方格紙上。其壓力以水平距離表之，體積則以垂直距離表之。經

此諸點，作得一光滑之曲線，此種曲線，稱之謂雙曲線(hyperbola)。

問題 a. 定量氣體在定溫度時，其壓力與體積之間有何關係？

.....

.....

.....

.....

b. 試以二方程式表示此關係？

.....

.....

.....

.....

c. 汽車內胎之直徑為 2.25 吋，長為 84 吋，若大氣壓力為每平方吋上 15 磅，若欲得每平方吋上有 60 磅之壓力，須打入空氣若干？假定開始之時胎中完全無氣。

.....

.....

.....

.....

d. 表示反比例之曲線之名爲何?

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

玻管位置	緊閉空氣之體積 BC	A 在桌上之高度	B 在桌上之高度	差數 (A 壓力計之 B 之垂直高度) 示值	壓力	壓力乘體積與 PV 均	值之差數
(a)							
(b)							
(c)							
(d)							
(e)							

計算下列各比, 用有效數字三位。

PV 之均值 = = 常數。

$V_2 V_1 = \dots\dots\dots V_3 V_1 = \dots\dots\dots V_4 V_1 = \dots\dots\dots V_5 V_1 = \dots\dots\dots$

$P_1 P_2 = \dots\dots\dots P_1 P_3 = \dots\dots\dots P_1 P_4 = \dots\dots\dots P_1 P_5 = \dots\dots\dots$

差數 = 差數 = 差數 = 差數 =

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

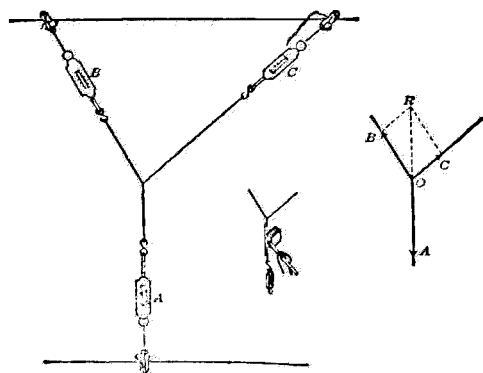
(15)

作用於一點之力——平行四邊形定律

目的 求作用於一點之諸力，其大小與方向如何。

儀器 三 3-2000 克之彈簧秤，三夾釘，30 厘米尺，木塊，圓規。

方法 取長約 40 厘米之線。再在其中間繫一其長約半之線。在三



(圖二十二)

端各連以彈簧秤，然後如圖 22 所示，將夾等排列之。用實驗紙放在線等之下，使三線之連結點在紙之中央，用長方形木塊，將各線之方向，畫在紙上，在每一線上紀錄其彈簧秤上之力。放開之，再記錄彈簧秤上之讀數，此數即為彈簧秤之零差，若較零為大加小，反之則相減。

圖解 將上法所得之圖，畫於實驗報告紙上，取線之長短以表示力之大小，但三線之單位必須相同，在每線之端作一矢頭以表力之方法。如圖 22 中旁邊所示者。

在任意二線上作一平行四邊形，用尺及圓規使其線為正確之平行。由中點上作此四邊形之對角線，測量其長短及方向，與第三線比較是否相等而方向相反？

問題 a. 何故用較大之平行四邊形，其所得之結果較為正確？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

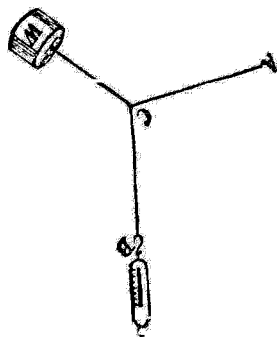
.....

.....

b. 設汽船之速度為每時 12 哩，其方向為向北，但有向東每時 5 哩之風，吹之向東，求船行之方向，及每小時實在所行之距離？

.....

c. 線 AB 之抗斷強度 (breaking strength) 爲 50 磅, 今於其中點懸 50 磅之重物, 而於 B 處增加其引力, 設角 ACB 增至大於 120° 時, 則線裂斷, 試證之。



(圖二十三)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

彈簧秤(1)示數 = 克, 零差 = 克, $F_1 =$ 克。

彈簧秤(2)示數 = 克, 零差 = 克, $F_2 =$ 克。

彈簧秤(3)示數 = 克, 零差 = 克, $F_3 =$ 克。

作圖比例: —— 1 厘米 = 克

$F()$ 代表線之長 = 厘米

$F()$ 代表線之長 = 厘米

對角線之長 = 厘米

合力 = 克

但 $F() =$ 克

$$\text{百分差誤} = \frac{\text{差}}{F()} \times 100 =$$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

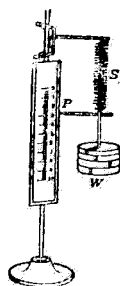
(16)

虎克定律 (Hook's law)

目的 彈簧之應變與所加力之關係。

儀器 彈簧秤, 砝碼, 鏡尺 (Mirror scale), 盤。

方法 將彈簧及鏡尺如圖 24 所示排列之。其下懸一盤以便放入重



(圖二十四)

量, 將指針繫在彈簧之下端使之與鏡尺相近而不接觸。記錄鏡尺上之度數, 但須注意者為指針必須與鏡尺上之反射像密合, 度數至毫米之十分之一, 記錄此讀數為零度。在盤中放入 100 克之砝碼, 再記錄其度數。

取出砝碼, 再記錄無重量時之度數, 再放入 200 克之砝碼, 再如前記錄之。

再漸漸加入重量至 500 克, 每次須取出重而讀其零度須與從前者相同, 雖不能完全密合, 但必須最近, 若不能回復至原來之處, 再此彈簧

已超過其彈性極限。

問題 a. 虎克定律所得之曲線爲何種曲線? 用方程式表示此定律。

.....

.....

b. 每一彈簧加入 100 克重量時, 所展長者是否相同?

.....

.....

c. 極靈敏之彈簧秤, 若在海面上較準者, 在高山頂上是否可得相同之讀數? 解釋之。

.....

.....

d. 此種彈簧秤, 在赤道及兩極上讀數有否不同? 解釋之?

.....

.....

實驗結果

重 量	零 度	加重後之讀數	彈簧之伸長
100 克			
200 克			
300 克			
400 克			
500 克			

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(17)

擺之定律

目的 用單擺決定 g 之值

儀器 鉛或鐵球 (直徑 0.75 吋), 兩米長之線或 28 號之銅絲, 停錶, 米尺, 測微奇零尺。

方法 將球繫在長約 180 厘米之線上, 如圖 25 懸掛之。可用火漆將線膠在金屬球上, 當擺靜止之時, 用有一鉛筆線之白紙, 襯在線後, 使



(圖二十五)

二者密合。以知擺靜止時之位置。

使擺略擺動, 當擺動均勻後, 在線經過白紙上鉛筆線時, 即將停錶

使之開始，再記錄擺經過靜止位置之次數。當擺經過靜位置五十次時，使錶停止，紀錄其鐘點及分，秒，（如無停錶，則亦可用普通有秒針之鐘或錶，惟須兩學生同時工作，其一記錄時間，其一記錄擺動之次數）。

再用上法取得擺動 50 次之全時間，若動作甚為留意，則所得結果必甚接近，如其差在一秒之內，由其平均值，計算每一擺動之週期，即時間， t 。

測量線之長短，由夾住之處至球之上面，（度至 0.1 厘米），則加用測微奇零尺所測得球直徑之二分之一，此即為擺之長度 L ，由此 t 及 L 及 π 三數由下列公式。

$$g = \frac{\pi^2 L}{t^2} \quad (\because \quad t = \pi \sqrt{\frac{L}{g}})$$

計算 g 之值。

用較短之線再作上述實驗，若有空餘之時間，則可再作更較為短之擺之實驗。

問題 a. 由擺之公式，擺之長度與週期，其中有何關係？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 何種力使擺能擺動? 擺何故停止?

c. 由實驗所得之 g 與理論之 g 如何比較? 其百分差為若干?

d. g 對於不同之各處, 有何不同否?

實驗結果

擺長 (l)	擺動 50 次之時間			週期 (t)	
	第一次	第二次	平均值		
				平均值	

姓名..... 組別..... 日期.....

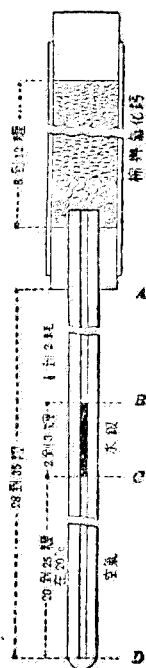
勃台實用物理學實驗

(18)

查理定律

目的 氣體之膨脹係數。

儀器 細玻璃管，(直徑1.5毫米，長約40厘米)，鐵架及夾子，乾燥器，冰筒，(銅製直徑8厘米，長30厘米)，汽鍋，酒精燈，攝氏溫度計，壓氣



(圖二十六)

脚筒。

方法 先將玻管用洗濯液 (clean solution, K_2CrO_7 加溫濃硫酸液中)。及蒸溜水洗濯潔淨，以壓氣唧筒鼓風使之乾燥，然後在酒精燈上封閉其一端，再用細漏斗注入約長三厘米之水銀柱，接於乾燥管上，如圖 26 所示。

先量水銀柱 BC 之長度，及玻管 AD 之總長，因孔之粗細不均勻之故，測量時宜加以斟酌使之精確，於是將管直立，封閉之一端在下，置入冰筒中水銀指標以下，充以潮雪，以鉛筆輕擊此管，待其指標位置一定後測量 A 至標頂 B 之距離。取出此管插入汽鍋中，當汽鍋上之蒸汽已噴出二三分鐘後，調整高在木栓內之高度，使水銀指標之上端適在木栓頂面同一水平面內，然後測量 A 至木栓頂面之距離，可將以上二次測度之差，作為 $V_{100} - V_0$ ，由首先三次之示數，求空氣柱在 $0^{\circ}C$ 時之長，稱之為 V_0 ，由下列方程。

$$C = \frac{V_{100} - V_0}{100 V_0}$$

求 C.

問題 a. 試討論此實驗中差誤之原因。

.....

.....

.....

b. 在測 $V_{100} - V_0$ 時，其差誤大於 0.5 毫米否？設發生如是之差誤則此管孔或不甚均勻，或密閉空氣未十分乾燥。

c. 將氣體在一定壓力下熱之，其體積與絕對溫度成正比例；即：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{t_1 + 273}{t_2 + 273} = \frac{T_1}{T_2}$$

試自實驗結果證明之。

d. 說明給呂薩克(Guy-Lussac)及查理(Charles)定律之區別?

實驗結果

水銀指標之長, BC..... = 厘米

管孔之長, AD..... = 厘米

在 0°C 時 A 至指標之距離, AB = 厘米

在 100°C 時 A 至指標之距離, AB₁₀₀..... = 厘米

$V_{100} - V_0 = AB_0 - AB_{100}$ = 厘米

$V_0 = AD - (AB_0 + BC)$ = 厘米

$$C = \frac{V_{100} - V_0}{100V_0} = \frac{1}{273}$$

認可數值 = 0.00367 = $\frac{1}{273}$ °

百分誤差 =

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

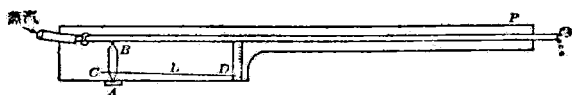
(19)

固體膨脹係數

目的 求黃銅之線膨係數。

儀器 線膨脹器具(如圖27), 汽鍋, 溫度計, 氣壓計, 米尺。

方法 因線膨脹之量甚小, 測量必須甚為注意, 故有甚多之儀器以測之, 如圖27所示者為霍兒氏所製者(其他如夸溫等), 金屬管用蒸汽熱



(圖二十七)

之, 管之一端固定在 P 點, 另一端則當管膨脹時, 轉動彎曲槓桿 BCD, 故管之膨脹量為之放大而可由 D 處觀察之。故將以彎曲槓桿放大倍數, 除 D 處所升之距離, 即得管之真實膨脹度, 用米尺測量 P 至 B 之距離, 至小數後三位有效數字, BC 之長可用測微奇零尺測量之, 若管在室中已有最多之時間, 則管之原來溫度即為定溫, 精細讀出 D 處之度數至十分之一之毫米。

然後用橡皮管將金屬管與汽鍋連接, 將蒸汽通入至指針不再移動為止。直線之測量, 皆宜用同一之單位, 如厘米。

蒸汽之溫度可由溫度計及氣壓計上得之。

計算其真實之膨脹量，及每一單位長(厘米)。每攝氏 1° 之膨脹數，即為所用，金屬之膨脹係數。

問題 a. 在此實驗中，何者之量最不正確？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b. 若已知攝氏每度之膨脹係數，將用何法以計算華氏每度之膨脹係數？

.....

c. 無線電台之天線, 爲在 -10°C 時長 125 呎之銅線, 若溫度爲 95°F , 其長應爲若干? (銅之線膨脹係數, 爲攝氏每度 0.000017)。

實驗結果

BP 之長 = 厘米。

BC 之長 = 厘米。

D 處指針所升之距離 = 厘米。

大氣壓力 = 毫米。

沸點之溫度 =

$$e = k l (t' - t)$$

e = 所伸長者。

l = 原來之長(BP)。

t' = 沸點時之溫度

t = 室溫

k = 攝氏每度之線膨脹係數。

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

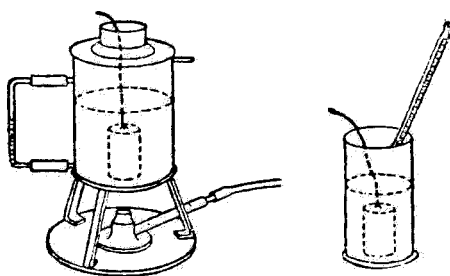
(20)

金屬之比熱

目的 某種金屬降低 1°C 時所放出之卡數。

儀器 金屬球, 汽鍋, 溫度計, 天秤, 砝碼, 量筒(200 cm^3), 量熱器,

方法 下列所用之方法為混合法, 即假定將熱物與冷物混合而不失去熱量, 同時亦假定熱物所放出之熱量等於冷物所吸收之熱量。此方法在實驗室中用量熱器行之, 如圖 28 所示。



(圖二十八)

將金屬球權之(至 0.1 克), 然後放入汽鍋中熱之。同時用量筒量 200 cc. 之水(溫度約為 $5^{\circ}-10^{\circ}\text{C}$)。紀錄所用水之重(1cc. 之水重1克), 同時權量熱器內杯之重。

當金屬球升至水沸點之溫度時(水之沸點由氣壓計計算之), 同

時，測量冷水之溫度，用線將金屬球，很快由汽鍋中取出放入冷水中，攪和之，俟溫度不變時，紀錄水之溫度。

計算 量熱器之水當量(0.1c)。

水重及量熱器之水當量($w + 0.1c$)

水及量熱器升高之溫度($t_{mix} - t_w$)

水及量熱器所吸收之熱量。

金屬所降低之溫度($t_m - t_{mix}$)

設 X 為金屬之比熱，則金屬冷卻時放出之卡數為

$$M(t_m - t_{mix})X.$$

放出之熱 = 吸收之熱。

$$M(t_m - t_{mix})X = (w + 0.1c)(t_{mix} - t_w)$$

$$\therefore X = \dots\dots\dots \text{cal.}$$

.....之比熱為.....卡。

附錄上.....之比熱為.....卡。

百分差 =

問題 a. 何故必須將金屬很快移入量熱器?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 若 2 夸特之熱水袋, 其中之水自 200° 降至 100°F 。放出之熱爲若干 B. t. u.?

(c) 若將 2 磅重之烙鐵由 65° 熱至 350°F 。須若干 B. t. u.?

(d) 已知量熱器之比熱及重量, 如何計算其水重量?

實驗結果

金屬之重(m)	g.
冷水之重(w)	g.
量熱器之重(c)	g.
金屬之溫度(t_m)	$^{\circ}\text{C}$.
水之溫度	$^{\circ}\text{C}$.
水及金屬之溫度(t_{mix})	$^{\circ}\text{C}$.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(21)

冰 之 熔 解 熱

目的 1 克之冰須若干卡熱使之溶解。

儀器 冰, 量熱器, 溫度計, 毛巾, 台秤及砝碼, 熱水。

方法 先秤量熱器內之空杯, 及放入約 300 克 45°C 之熱水之重量, 將量熱器內之水攪和之。測量其溫度至十分之一度, 然後將敲碎之冰(直徑宜小於二厘米)用乾毛巾擦乾, (何故?) 立即放入, 惟不宜使水濺出, 繼續將水攪和, 然後繼續將冰加入待溫度至 10°C 或 10°C 以下時停止之, 當最後一塊剛溶解時再測量水之溫度。

欲得所用之冰為若干? 權量熱器, 冷水及溶解冰之總重量。

計算 代入上實驗之熱量方程式內, 求 X 。

X 之數值即為溶解 1 克之冰由 0°C 熔解為 0°C 之水所須之卡數。

問題 (a) 何故在使固體變成液體不變溫度時之熱謂之潛熱?

.....
.....
.....

(b) 溶解冰時之熱能變換如何?

(c)若冰之溶解熱爲 80 卡,計算實驗所得結果之百分差。

實驗結果

量熱器之重(c)	g.
量熱器及水之重	g.
水重(w)	g.
水原來之溫度(t)	°c
終了時水之溫度(t')	°c
量熱器,水及冰之重	g.
冰重	g.

上實驗之熱量方程式,爲計算便利起見,可列成下式。

$$i X + i t' = (w + 0.1c)(t - t').$$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

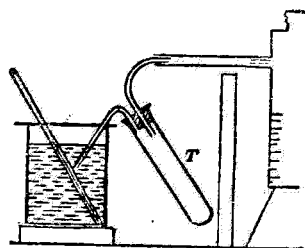
(22)

蒸 汽 之 凝 固 熱

目的 1克 100°C 之蒸汽凝固成 100°C 之水, 放出熱若干卡。

儀器 汽鍋, 量熱器, 溫度計, 台秤, 砝碼, 試管, 玻管。

方法 將汽鍋中裝入一半之水, 熱之, 然後加 $\frac{2}{3}$ 冷水至已知重之量熱器內, 權知其中之水重, 在量熱器及汽鍋之間放一木塊, 以隔絕輻射熱, 再用試管玻管如圖 29 所示裝置之, 在量熱器內放入一溫度計。



(圖二十九)

當汽鍋之水沸時, 如圖 29 連接之, T 管內可收集已凝固之蒸汽, 量熱器之水宜時時攪和之, 測量其溫度, 然後立即將玻管插入量熱器內管口約在水深 2 厘米之處, 繼續攪和之, 至水之熱較室溫為高時止。移開玻管, 測量量熱器中水之最高溫度。

立即權量熱器, 冷水及凝固蒸汽之重, 計算所用蒸汽之重, 蒸汽之

溫度可由氣壓計上計算之。

計算 (a)量熱器之水當量為若干? $(0.1c)$

(b)量熱器及水所吸收之熱量若干? $(w + 0.1c)(t' - t)$,

(c)蒸汽冷却時所放出之熱量。 $s(100 - t')$

(d)假設每克之蒸汽放出 X 卡,則 s 克之蒸汽放出 sX 卡之熱?

(e)用方程式表示所放出之熱及所吸收之熱,

$$sX + s(100 - t') = (w + 0.1c)(t' - t)$$

求 X ,即為1克蒸汽變成水時所放出之熱。

(f)蒸汽之凝固熱為每克 540 卡。

(g)計算百分差。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

問題 (a)蒸汽流入冷水內,何故發高而如破裂之聲?

.....

.....

.....

(b) 何故同一室中, 所用之蒸汽水汀可較小於熱水水汀?

(c) 1 仟克之水由 20°C 升至 100°C 而變成蒸汽 須熱若干卡?

(d) 將 212°F 10 磅之蒸汽凝固之且冷却至 68°F , 可放出若干 B. t. u.?
 u. 假定蒸汽之潛熱為每磅 972 B. t. u.

實驗結果

	I	II
量熱器之重(c)	g.	g.
量熱器及水之重	g.	g.
水重(w)	g.	G.
原來水之溫度(t)	$^{\circ}\text{c}$	$^{\circ}\text{c}$
終了時水之溫度(t')	$^{\circ}\text{c}$	$^{\circ}\text{c}$
量熱器, 冷水, 蒸汽之重	g.	G.
凝固蒸汽之重(S)	g.	g.
大氣壓力	cm.	cm.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

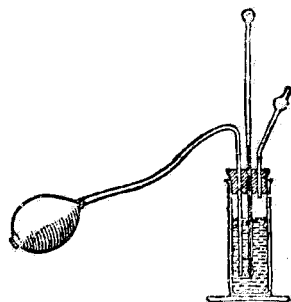
(23)

露點及相對濕度

目的 室中之空氣在何溫度時飽和，及其相對濕度如何。

儀器 露點器(圖 30)溫度計，食鹽及水，醚。

方法 I. 露點。先觀察露點器之外面是否乾燥，然後加入 $\frac{2}{3}$ 之醚，將皮球擠壓使空氣通過醚內，而使醚蒸發，溫度即可降低，至外部光滑之面上初現雲蔽時，其溫度即為所求之露點，再求此露點數次而求其平均值。



(圖三十)

II. 相對濕度。由溫度表上(附錄)求在此露點時一立方米飽和氣中蒸汽之重量，並在室溫時每立方米飽和空氣中蒸汽之重量，再計算其相對濕度之百分數。

問題 (a) 在極冷之天,呼吸之時口及鼻之間有白霧噴出何故?

.....

.....

.....

(b) 在住室中,用何法以增加濕度?

.....

.....

.....

(c) 何故在夏天有較大濕度時,即覺不適?

.....

.....

.....

實驗結果

	I.	II.	III.	平均值
發現雲蔽時之溫度	°c	°c	°c	°c
∴ 露點 = °c				
°c 時每立方米中蒸汽(飽和時)之重 =				g.
室溫 = °c.				
°c 時每立方米中蒸汽(飽和時)之重 =				g.
相對濕度 =			%	

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

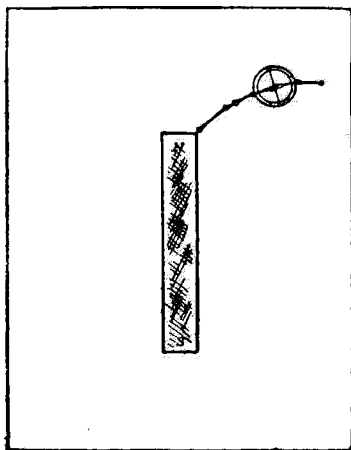
(24)

磁 力 綫

目的 在棒形磁鐵四周之磁力綫之方向如何? 有二個磁極時, 磁場之形狀若何?

儀器 棒形磁鐵二條, 小指南針, 鐵屑。

方法 I. 用一白紙放在一棒形磁鐵之下, 用小指南針求其磁力綫之方向, 如 31 圖所示, 在紙角之一端用小箭, 指示磁鐵之方向, (N 在上), 用針依指南針之方向作如圖所示之曲線, 其方法, 爲在指南針之南



(圖三十一)

極上在紙上作一點，然後將北極放在此點上再在南極之旁作一點，如此繼續不斷即得一曲綫，此等曲綫即為磁力綫，另從別點再得此等曲綫。

在磁鐵之另一極再作此等磁力綫。

再注意紙上之點，磁針在此等點之方向不一定者，此等點謂之中點 (Neutral Point) 共有若干點？如何計算之？在此等點處作一 X 之記號。

II. 有兩極之磁場。將不同之磁極放在相距六吋之處，上放一玻璃，在玻璃之上，灑以鐵屑一薄層，然後將玻璃輕輕敲動，則其上之鐵屑即能自行成有規則之排列成磁力綫，作圖以紀錄之。

然後用相同之兩極再照上法行之，則得同極間之磁力綫，亦作圖以紀錄之。

問題 (a) 玻璃是否為磁絕緣體？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 磁力綫, 互相交錯否?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) 距磁鐵之一端, 若干距離為磁極之位置?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(d) 棒形磁鐵中點之磁性如何?

實驗紀錄

I. 棒形磁鐵之磁力綫

II. 二極間之磁力綫。

(a) 同極。

(b) 異極。

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

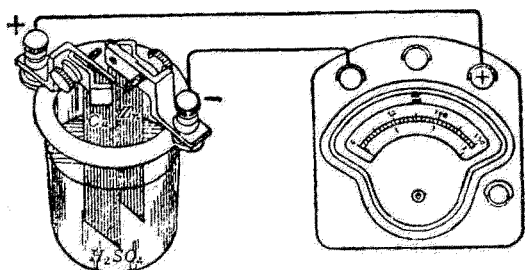
(25)

原電池之電動力

目的 電動力對於電池之大小，電液及電極之性質有何關係，電池聯接後對於電動力的關係。

儀器 伏特計(0-3-15, -150 伏特)，伏特電池，用鋅，銅，炭，及鉛等為電極，稀硫酸，稀鹽酸，食鹽標準溶液，接綫，乾電池二只

方法 I. 電池大小之關係。用原電池如圖 32 與伏特表相聯。注意針之偏向，將電極分離至最大可能距離，再注意其偏向，最後將電極移出電液，再視其偏向，電極之距離與面積之大小，對於電動力之大小，有何關係？



(圖三十一)

II. 各種電極之關係。注意用鋅及銅電池之電動力如何？移去銅

電極，代以碳片或碳棒視其結果如何？若偏向與上者相同，則知碳與鋅亦為正極，若方向相反則知為負極，若在此情形中則將接線互換而記錄其電動力，再如上法試驗，用鋅—鉛，鉛—銅，及鉛—碳為電極而觀察其電動力。

何兩種電極有最大之電動力？

III. 各種電液之關係。注意銅及鋅片在(a)稀硫酸(b)稀鹽酸(c)食鹽溶液中(d)在水中之電動力，在電極放入另一電液時須用水洗淨之。

所用各種電液對於電動力，發生何種關係？

IV. 串聯與並聯。測量乾電池之電動力，用二乾電池串聯即正極與負極相連，其餘一正極及一負極，即作為全部之正極及負極，測量其總電動力，然後用同電池並聯，即正極與正極相接，負極與負極相接，再測量其電動力。

串聯與電動力有何影響？

並聯對於電動力有何影響？

問題 (a)何故在乾電池中用碳及鋅為電極？

(b) 金屬電動力對於硫酸及鹽酸是否相同?

(c) 何故在此實驗中,須用高電阻之伏特計?

實驗結果

- | | | |
|------|-------------------|----|
| I. | 距離小時之電動力 = | 伏特 |
| | 距離大時之電動力 = | 伏特 |
| | 面積小時之電動力 = | 伏特 |
| | 面積大時之電動力 = | 伏特 |
| II. | 用銅—鋅爲電極時之電動力 = | 伏特 |
| | 用碳—鋅爲電極時之電動力 = | 伏特 |
| | 用鋅—鉛爲電極時之電動力 = | 伏特 |
| | 用鉛—銅爲電極時之電動力 = | 伏特 |
| | 用鉛—碳爲電極時之電動力 = | 伏特 |
| III. | 用稀硫酸爲電液時之電動力 = | 伏特 |
| | 用稀鹽酸爲電液時之電動力 = | 伏特 |
| | 用食鹽水爲電液時之電動力 = | 伏特 |
| | 用水爲電液時之電動力 = | 伏特 |
| IV. | A 乾電池之電動力 = | 伏特 |
| | B 乾電池之電動力 = | 伏特 |
| | a. A, B 串聯時之電動力 = | 伏特 |
| | b. A, B 並聯時之電動力 = | 伏特 |

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

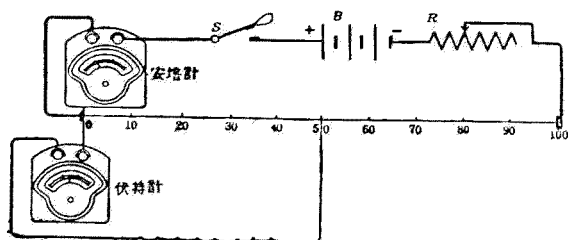
(26)

導體二點間之電壓

目的 導體二點間之電壓與電阻之關係若何?若電阻一定,電壓與電流之關係若何?

儀器 安培計(0-3 amp),伏特計(0-3 Volts),可變電阻器,蓄電池(3 電池)。

方法 I. 相等電阻間之電壓 連接長約一米之電阻甚大之導線及安培計(A),可變電阻(R)及蓄電池如圖33。使電流在0處進入,將電



(圖三十三)

阻調節之,使安培計上為一安培。將伏特計之指端連0端,另一端則連接至距0端10厘米之處,記錄其伏特計上之讀數。即為10厘米導線間之電壓或電位差,再同樣測量10-20 20-30 30-40 40-50等電阻間之電壓,

假設導線之橫截面處處相等者，每一等長導線間之電壓如何？同電流同電壓間之電壓如何？

II. 可變電阻間之電壓 連接伏特計之十端至 0 處，其他一端連續連接至 10, 20, 30 等處，每一次記錄其電壓，當電流一定時電壓與電阻之間發生何種關係？

III. 電流不同對於電壓之關係 測量 50 厘米長導線間之電壓，用 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 及 3.0 安培之電流，電流改變對於電壓發生何種關係？導線間之電壓因何二種因素而改變？計算所用導線 10 厘米間之電阻(歐姆)？

問題 (a) 可變電阻在此實驗中有何效用？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 有 3.5 安培之電流，流過長 5 呎之導線，其電壓為 7 伏特，在 30 呎長之此導線間，其電壓為何？

(e) 在上題中, 若電流為 10.5 安培, 則30呎導線間之電壓為何?

實驗結果

I	0—10厘米 =	伏特
	10—20厘米 =	伏特
	20—30厘米 =	伏特
	30—40厘米 =	伏特
	40—50厘米 =	伏特

	50— 60厘米 =	伏特
	60— 70厘米 =	伏特
	70— 80厘米 =	伏特
	80— 90厘米 =	伏特
	90—100厘米 =	伏特
II.	0— 10厘米 =	伏特
	0— 20厘米 =	伏特
	0— 30厘米 =	伏特
	0— 40厘米 =	伏特
	0— 50厘米 =	伏特
	0— 60厘米 =	伏特
	0— 70厘米 =	伏特
	0— 80厘米 =	伏特
	0— 90厘米 =	伏特
	0—100厘米 =	伏特
III.	當 0.5 安培時之電壓 =	伏特
	當 1.0 安培時之電壓 =	伏特
	當 1.5 安培時之電壓 =	伏特
	當 2.0 安培時之電壓 =	伏特
	當 2.5 安培時之電壓 =	伏特
	當 3.0 安培時之電壓 =	伏特

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(27)

串聯及並聯之電阻

目的 串聯及並聯之電阻如何用安培計測量其電流，如何用伏特計測量其電壓，及如何計算每一線圈，串聯及並聯時之電阻。

儀器 110 伏特直流電源或蓄電池，二錳線之線圈，保險絲，伏特計(0-150)，安培計(0-15)。

方法 I. 測量電流 (a) 串聯 將二線圈串聯連接至110v. 直流電源或蓄電池上，將安培計(1)連在電源及第一電阻之間，(2)放在第一及第二電阻之間，(3)接在第二電阻及電源之間，每一地位記錄其安培之平均值，串聯電阻間之電流如何？在串聯組合時，安培計應連接在何處？

(b) 並聯 將二線圈並聯用安培計測量(1)電源與線圈間(2)第一線圈之電路中，(3)第二線圈之電路中之電流，計算(2)，(3)中電流之和與(1)比較之，並聯電路中之安培計應連接在何處？在何處測量每一電路中之電流？

II. 測量電壓 (a) 串聯 線圈串聯，測量(1)二線圈間，(2)每一線圈間之電壓，將(2)中之和與(1)比較之，若每一單位之電阻減少時，對於總電阻有何影響？

(b) 並聯 將其並聯，再測量二端間之電阻，設所用之電阻為一定

者,當其中之一之電阻減少時,總電阻有何改變?在此電路之電壓如何?另一電路中之電壓如何?總線上之電壓如何?

III 電阻之計算 在 I 及 II 之記錄中,用歐姆定律($R = \frac{E}{I}$)計算(a)每一線圈之電阻,(b)串聯時二線圈之電阻(c)並聯時之電阻,(e)結果與二者聯合之電阻有何關係($\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$)。在記錄中作圖以示其聯接法。

問題 (a) 用安培計及伏特計決定電阻時,為何必須同時紀錄其讀數?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 一電燈之電阻為 55 歐姆,另一電燈為 30 歐姆,並聯在 120 V,

之線上, (a) 每一燈之電流為何? (b) 在總線上之電流為何?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) 若將上題之二燈串聯(a)電流如何?(b)每一燈間之電壓如何?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

- | | | |
|--------------------|-----|----|
| I. (a) 串聯 | (1) | 安培 |
| | (2) | 安培 |
| | (3) | 安培 |
| (b) 並聯 | (1) | 安培 |
| | (2) | 安培 |
| | (3) | 安培 |
| II. (a) 串聯 | (1) | 伏特 |
| | (2) | 伏特 |
| (b) 並聯 | (1) | 伏特 |
| | (2) | 伏特 |
| III. (a) 第一線圈之電阻 = | | 歐姆 |
| 第二線圈之電阻 = | | 歐姆 |
| (b) 串聯時二線圈之電阻 = | | 歐姆 |
| (c) 並聯時二線圈之電阻 = | | 歐姆 |

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

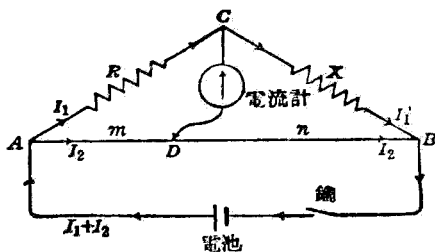
(28)

用威斯吞橋測量電阻

目的 用威斯吞橋(Wheatstone bridge)以比較不知電阻之物與已知電阻之物。

儀器 威斯吞橋, 乾電池二只, 達松發爾電流計。

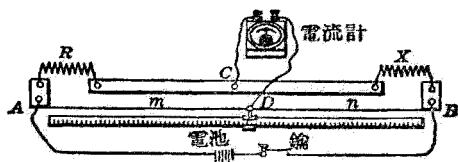
方法 如十五圖之器具中,將不知電阻之物連接在 X 記號之處。當電流流通時,電流流至 A 處,分成二路,一路沿導線而至已知電阻之 R, 經過不知電阻 X 而至 B, 另一路經過高電阻 ADB 而至 B, 若已知電阻為一電阻箱 (Resistance box), (如圖 36), 可將 10 歐姆之插頭



(圖三十四)

(10 ohm plug) 拔出, 將 D 與電流計連接, D 放在線之中點處, 此連接之時間祇須甚短 若電流計之指針移動, 則知 C 與 D 二點之間電壓不等, 則試用另一 R 之值, 如 1 歐姆, 若指針之方向為另一方面, 即示知

X 之值在 1 與 10 歐姆之間，如權衡之法 經多次之試驗，使 R 與 X 平衡，當將平衡之時，再移動 D 使其 D 連接之時電流計之指針不移動為止。



(圖三十五)

由下列方程式 $\frac{R}{X} = \frac{AD \text{ 距離}}{DB \text{ 距離}}$

計算 X 之電阻。

再試驗二次，用稍微不同之 R 再求此三次試驗結果之平均值。



(圖三十六)

問題 (a) 在上實驗中，何故 D 放在中點，較為正確？

(b) 何故此法不用以測量熱電阻,如電燈等?

(c) 何故電流計之感應量必須甚為靈敏者?

(d) 設 $R = 10.0$ ohms, $AB = 100$ cm. $m = 37.5$ cm. 試求 X 之數值?

(參看圖34).

實驗結果

試驗	R	AD	DB	X
第一次	ohm.	Cm.	Cm.	ohm.
第二次	ohm.	Cm.	Cm.	ohms.
第三次	ohm.	Cm.	Cm.	ohms.
			平均值	ohms.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(29)

電流之磁效應

目的 電流流過導線時所發生之磁效應。

儀器 乾電池, 換向器(Commutator), 磁針, 熱鐵心, U形鐵心。

方法 I. 在導線四周之磁場 (a) 將乾電池連接至換向器, 將此導線如圖 37 所示置於磁針之上, 使電流由南至北通過而記錄其偏向。

(b) 將電流方向改變, 即使其由北而南, 紀錄其方向。



(圖三十七)

將此二方向與姆指定律(thumb rule) 相較。

(c) 將導線置於磁針之下, 不將電流之方向改變, 觀察磁針轉動之方向。

(d) 將電流在磁針之上由南至北經過, 而由磁針之下流回電池, 使成一圈, 其偏向較(a)中為大或小? 何故?

II. 線圈四周之磁場 (a) 將 I(d) 中所用之導線在磁針上繞數圈, 使線圈之平面為南北向, 圈數加多, 對於偏向發生何種關係。



(圖三十八)

(b) 將導線在鉛筆上繞 50 圈成螺旋線，如 I 中連接至換向器。觀察此螺旋線能如一磁鐵否？將電流換向，觀察其二極之變化如何？

將其結果與線圈姆指定律 (thumb rule for coil) 相較。

III. 電磁鐵 (a) 用一鐵釘或軟鐵棒放在螺旋線中使成一電磁鐵，比磁極較螺旋線之極為強否？如何知之？

(b) 用線繞在 U 形鐵棒上 使其一端為 N 極，另一端為 S 極。

用磁針試驗其極性。

在記錄時，宜用清晰而簡單之圖表示其極性及其電流之方向。

問題 (a) 如何決定導線中有否電流？可決定其方向否？

(b) 電磁鐵較永久磁鐵有何優點？

(c) 電流方向相反時,對於電鈴之作用有何影響?

實驗結果

I. (a)

(b)

(c)

(d)

II. (a)

(b)

III. (a)

(b)

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

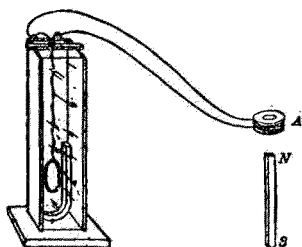
(30)

誘導電流

目的 電流如何可用磁鐵及電磁誘導而得之，線圈在磁場內移動，如何能產生電流？

儀器 達松發爾電流計，乾電池二只，No. 28 銅線約 800 圈之線圈二個，棒磁鐵，軟鐵心，換向器。

方法 I. 由磁鐵所生之誘導電流，(a) 裝一達松發爾電流計(圖39) 圈中細銅線之指針，用線圈接於電流計及電池，電池上用銅線使成短路，以觀其線圈之偏向，用箭頭指示其方向，則以後之偏向即可知其電流之方向。



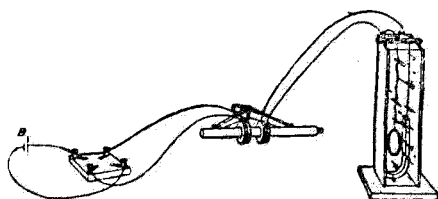
(圖三十九)

將線圈驟然套在磁鐵之北極上注意其偏向之方向及其大小，由其偏向可知電流之方向。

(b) 立即將線圈由磁鐵中提出，觀察其偏向及大小，與 (a) 之方向及大小比較之。

(c) 再用 S 極作 (a) 及 (b) 之試驗，每次觀察其偏向及大小。其誘導電池之方向是否與之相反。

II. 用電磁鐵誘導電流，(a) 將 I 中之線圈在鐵棒上，將此圈連接於換向器而連至電池 B，棒上再套一相似之線圈，此圈與電流計相連，使電流連接，記錄指針之偏向，求與電流計連通圈內鐵心流動之方向，問誘導電流之方向與一次圈內自電池而環繞於鐵心之電流方向，相同抑相反？

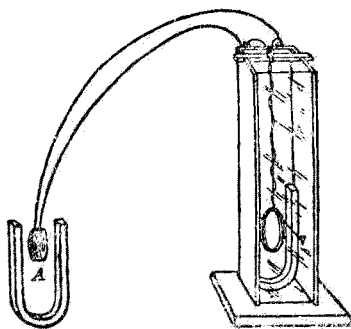


(圖四十)

(b) 移動換向器之連結桿，觀察指針之偏向及大小，且與初通電流時之方向及大小相比。試比較二次圈內誘導電流之方向及一次圈內之方向，問二次電路內之電流，為磁鐵性之磁性所生，抑為電磁鐵磁性之變化所生？

III. 在磁場內移動線圈所發生之電流，(a) 將 A 線圈放在蹄形磁鐵內，如圖 41) 使其平面與兩極之連接線成垂直，迅速旋轉 90° 即使之與磁力線成平行，觀察電流計指針之偏向。

(b) 當指針靜止後，更將圈轉過 90° ，觀察其偏向之方向。



(圖四十一)

(c) 再同樣轉過其他二象限。

(d) 若如此繼續轉動，則何部成一向之電流，何部生他向之電流，圈在何處時，誘導電流之方向相反？

問題 (a) 對於誘導電流之實驗，如何用能力不減定律解釋之。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 一次圈斷路時，二次圈中之電流較強，何故？

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

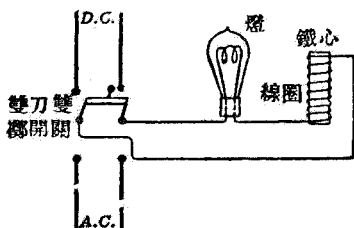
(31)

電 抗 及 阻 抗

目的 如何測量抗流線圈之阻抗, 阻抗與電阻之區別, 如何由阻抗及電阻以求電抗。

儀器 可移動鐵心之線圈, 電燈 (50瓦) 4只, A-C 伏特計 (0-150), A-C 安培計 (0-30), 交流電源 (110-V), 直流電源 (110-V), 雙刀雙擲開關。

方法 將 110V 直流電流接至開關之一端, 交流 110-V 之電流接至另一端, 將電燈與線圈串聯而接至開關之中間柱上。(圖42)。



(圖四十二)

(a) 將電流與直流電源相接, 觀察鐵心在線圈外及在線圈中時電燈光度。線圈磁場由直流電之改變對於電流有何影響?

(b) 將電流與交流電相接, 再如(a)中觀察之。交流電改變線圈磁場

後對於電流之影響若何？

(c) 將安培計接入以計算其安培，伏特計則與線圈並聯，以測量其二極間之電壓，將電流接通於直流電源上，加入適量之電燈，使其度數測量較為便利者，將鐵心放在，紀錄二計上之讀數，取出鐵心再紀錄其讀數。計算線圈之電阻。

(d) 再與交流電源接通，在鐵心放入及取出時，如(c)紀錄其二計上之讀數，計算鐵心在線圈中時之阻抗，其公式如下

$$\text{阻抗} = \sqrt{\text{電阻}^2 + \text{電抗}^2}$$

由阻抗及電阻計算電抗

問題 (a) 調節電流時抗流線圈 (close coil) 較可變電阻 (Rheostat) 有何優點？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 交流電路中有電感者，則歐姆定律如何？

(c) 線圈之電抗 X , 可由下述公式計算之。

$$X = 2\pi fL.$$

f = 週率, L = 電感(亨利), 若某線圈之週率自 60 改變至 25 週率/每秒, 則電抗之變化如何?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(d) 設一電路之電阻為 10 歐姆，與 0.1 亨利之電感串聯，交流電流之週率為每秒 60 周，若電路中之電壓為 100-V. 其電流若何？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

(a) 鐵心放入時，(直流)

鐵心取出後，(直流)

(b) 鐵心放入時，(交流)

鐵心取出後，(交流)

(c) 鐵心取出時，..... 安培，..... 伏特(直流)

鐵心放入時，..... 安培，..... 伏特(直流)

(d) 鐵心取出時，..... 安培，..... 伏特(交流)

鐵心放入時，..... 安培，..... 伏特(交流)

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

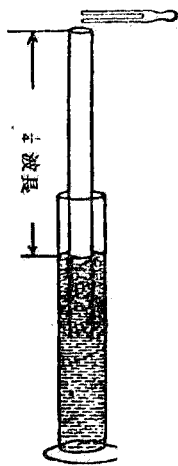
(32)

聲在空氣中之速度

目的 在室內空氣中聲之速度。

儀器 2 音叉(已知其週率,但音調不同, 256, 512), 共鳴管, 米尺
橡皮帶。

方法 將共鳴管放在水槽中, 槽中加水使之近滿, 將一音叉裝在橡皮塞上敲之, 將振動之叉放在管上如圖43 所示, 將管向上提之, 使其中之空氣柱方能加強音叉之音, 將管在水面之點用橡皮帶記錄之, 再將管



(圖四十三)

移上移下，再留意聽之，使得聲音最強之處，測其空氣柱之長度。

此實驗所得之結果，若為一次必不十分正確，故須試驗多次，由經驗知欲得正確之結果，可將共鳴管急速在最高點之處，上下移動，再將移動之距離漸漸減少，即可得較為正確之結果。

空氣柱之長(在管直徑約為 0.25 吋加 0.25)為音叉在空氣中波長之四分之一，計算音叉在空氣中之波長為若干？

已知音叉之週率，即每秒之振動數，計算在穿 時聲之速度，用上述所決定波長計算。

若時間有餘，用不同週率之 音叉再作上述之實驗。

在管底部再可得一加強音調之處，二者之差為波長之半。

聲在空氣中之速度當 0°C 時約為每秒 331 米。每升高 1°C 時，其速度之增加約為 0.6 米，與計算所得之結果比較，計算其百分差。

問題 (a) 若有適當長之共鳴管，可得第二加強之點，證明較長之空氣為波長之四分之三。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 風琴閉管長 62 厘米, 溫度為 20°C , 其音調若何?

(c) 若在上題中, 溫度降至 0°C , 其音調若何?

(d) 在風琴中,何種之管有最高之音符?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

I. II. III. IV. V.

音叉 1

音叉 2

音叉之波長 =

 室溫 =

音之速度 =

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(33)

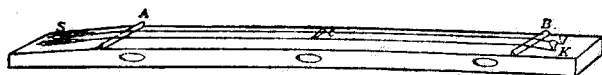
振弦定律

目的 長度與振動數之關係，張力與振動數之關係。

儀器 有二或二以上之弦音計，音叉 3 只(c, G, and c') 彈簧秤二只，滑輪二只，砝碼，米尺。

方法 I. 長度之影響 將弦放在弦音計上如圖 44 所示，將 B 移動使其與固定之 A 之距離為 60 厘米，將弦調節之使在中點彈時與最低之音叉(中 c)同音。

同音可用有否拍音決定之，即二音有時加強，有時相反而減低，若無拍音，則此二音為同音，若有拍音，則須將弦之長度漸漸改變，而止於無。



(圖四十四)

- 精確測量 A 至 B 之距離，記錄音叉之音調，(數目為文字)。
- 使張力不變，而將 B 移動而使之與高八音之音叉 c' 同音，測量 A 至 B 之距離，同時記錄音叉之音調。
- 再將長度改變而使之與音叉 G 同音，測量 A B 之長及記錄其音

調。

將長度與音叉上之振動數相較，張力不變時，長度與振數關係之定律。

II 張力之關係 在弦音計上張二同粗細及質料之弦，將 B 放在距 A 60 厘米之處，(二弦之長度應相等)，調節其張力使其音與 c 相同，然後再精確調節二弦之張力使之同音，記錄弦之張力，記其彈簧秤上之力或所用之砝碼。

(a) 將第二弦之 B 移動至中點，使其振動部分為先前之二分之一，然後增加第一弦之張力，長度不變，使之與改短之弦同音，記錄加高張力之張力。

求加高張力後與原來張力之比數，二次振動之比數若何？欲使振動數加倍，張力應加大若干倍？

(b) 張力不變，而將第二弦之長度再行減至原長之三分之二，再調節第一弦之張力而使其與第二弦同音，記錄其張力。

比較二次之張力？由(a)中之定律，計算(b)所得之結果，將計算之結果，與實驗所得者相較。

問題 (a) 升音梵啞令之音調，最快之法若何？

.....

.....

.....

(b) 修理鋼琴者如何調整某鍵之音調?

(c) 何故鋼琴低音之弦，外包以線？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

I. (a) AB = 厘米

音叉之音調 =

(b) AB = 厘米

音叉之音調

(c) AB = 厘米

音叉之音調

II (a) 張力 = 克

(b) 張力 = 克

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

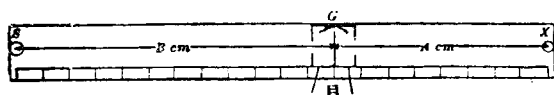
(34)

本 生 光 度 計

目的 測量電燈與標準燈之燭光之比較，電燈之商業利益如何？

儀器 本生光度計，二白熱燈（其一已知其燭光數），伏特計（0—150V），安培計（0—3 amp）。

方法 將本生計放在暗室中，如圖 45 排列之，用標準燈 S 為比較之標準在電路中，接入一可變電阻將電阻調節至標準燈所需之電壓，



(圖四十五)

在另一端，裝另一電燈 X，在二者之間放一光度計匣或油點紙屏 G。紙屏可前後移動，至二邊之照度相等，即屏之二邊光亮之程度相等，因二面之光度一時不易得到正確之觀察，故宜試驗數次而取其距離之平均值。

由電路中之伏特計及安培計，計算每一燭光之瓦數，（商業利益），計算此燈每一小時所費之值，及計算每一燭光鐘點之值。

問題 (a) 何故在商店或工廠中，照度甚為重要？

(b) 用煤氣及電燃燈其價值將如何比較之?

(c) 現代鎢絲燈之效率,何故較優於舊式之碳絲燈?

(d) 若一 25-瓦之鎢絲燈,其效率為每燭光 1.15 瓦,(a)其燭光為若干?(b)若燃點 1000 小時所值若干?(設每一仟瓦時須費二角六分)。

實驗結果

試驗	I.	II.	III.	IV.	V.	平均值
A.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
B.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

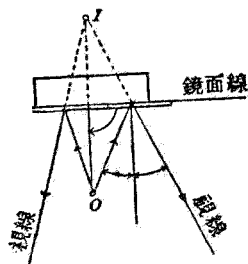
(35)

平面鏡成像

目的 入射角與反射角之比較，平面鏡所成之像與實物之大小，形狀及與鏡面距離之比較？

儀器 平面鏡，白紙，分角器，木尺，有垂直黑線之小木塊。

方法 I. 平面鏡之反射 在白紙上畫一直線，將平面鏡放在此線上，使反射面與之密合，在距 10—15 厘米之處畫一點 O。用一小木塊上有垂直之黑線者，放在此點之上，欲知其所成像之處，用一木尺放在紙上，使紙上之點與鏡中所成之像在此直線上，用鉛筆畫此直線，但必須注意，作此直線之時，用一眼視之，且為直而細者，然後將木尺移去，再觀察此線是否直指所成之像，否則應措去而再作之，(如圖 46 (a) 所作之視線)。



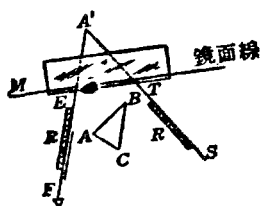
(圖四十六 a)

再如上法作視線數條，移去木塊及鏡面，將所作之視線引長至鏡面線，再用虛線引長之，視虛線所交之點為 I。即為 O 點之像，此等線即為反射線，O 點與視線與鏡面線之交點聯線，由 O 如此所作之線為入射線，作 OI 聯線，如圖用箭頭表示光線之方向。

在反射點之一作法線，即在此點作與鏡面成垂直之線，入射線與法線所成之角為入射角，反射線與法線所成之角為反射角。

由實驗結果，計算實物與鏡面之距離及像與鏡面距離之比較，並入射角與反射角之關係。

II. 平面鏡成像 在另一紙上中間畫一線為鏡面線，將鏡如 1 放置之，作一三角形(每邊約為 5 厘米)，註出 ABC，如圖 46(b) 所示，如 I 之方法，作二視線以求每一點(A, B, 及 C)之像，註其為 A', B' 及 C', 用虛線作出 ABC 之像 A'B'C'。測量 A, B', B'C' A'C' 之長，與 AB, BC, AC 比較之，如在鏡面線處摺之，向陽光一照，若所作之線無錯誤之處，則二形必可重合，若不十分正確，重作之。



(圖四十六 b)

比較平面鏡所成像與實物之大小，距離與形狀。

問題 (a) 一人用某速度，行近鏡面，但覺與其所成之像移近之速

度爲其速度之二倍,何故?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 一女孩高 5 呎,能在 2.5 呎高之鏡中,視見全身之像,平面鏡應放在何處?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) 普通說像在鏡,其真實之意義如何?

實驗結果

I. 實物與鏡面之距離	cm.
像與鏡面之距離	cm.
鏡面線與 OI 線所成之角	0
入射角	0
反射角	0
II. AB	cm.
BC	cm.
AC	cm.
A'B'	cm.
B'C'	cm.
A'C'	cm.

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

(36)

凹 凸 鏡 成 像

目的 凹凸鏡所成之像之位置，大小及形狀。

儀器 凹凸鏡，白紙，尺，釘。

方法 I. 凸鏡 在紙上放一凸鏡，使在面成垂直，在白紙上作其凸面，于距鏡 5 厘米之處，作一實物，為長 6 厘之箭頭，註出三點 A, B, C, (如圖47所示) 在 A 處插一釘，如實驗三十五之法，在釘之二邊作二視線以求其所成之像，在此等線上註之為 A', 再同樣用二視線求 B, 及 C 之像。



(圖四十七)

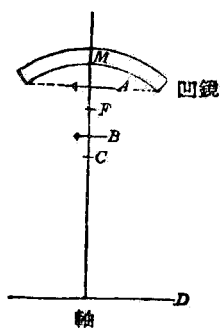
移去鏡及釘，將每一對視線延長之使其相交，如此可得 A, B 及 C 之像為 A'B' 及 C'。在 A' 及 B' 之間作一直線，及 B' 及 C' 之間亦作一直線，在 A' 處作箭頭，註其為像。在 AA', BB' 及 CC' 之間聯接虛線，延長之使其相交於一點。

比較實物與像之位置，大小及形狀？

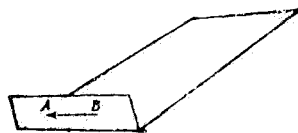
II. 凹鏡 如上法作一凹鏡之面於白紙之上，在兩端之間連一虛線，在此弦之中點作一垂直線註其為軸 假設曲度之半徑為 5 厘米，其曲率中心為 C ，鏡面中點與 C 聯線之中點為焦點 F ，如圖 48 所示，所求之像，可在軸上各地位，如在 F 及 M 之間，(A)， F 及 C 之間，(B)， C 之外 (D)，如圖所示者。

如實驗三十五所示者，可用針以求得清晰之像。

所成之像如在鏡後則為虛像，則鏡面之前則為真像，欲得清晰之像可將箭頭 AB 畫在紙上摺之如圖 49 所示。放在鏡面之前，則所得之像，必較為清晰及易求得之。



(圖四十八)



(圖四十九)

問題 (a) 曲面鏡之曲率中心，如何用幾何方法求之？

(b)何種曲面鏡,爲剃鬚時最適用,何故?

(c)何故在汽車前,燈上所用之反射鏡不爲球面而爲拋物線者?

實驗結果

I. 凸鏡

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

II. 凹鏡

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

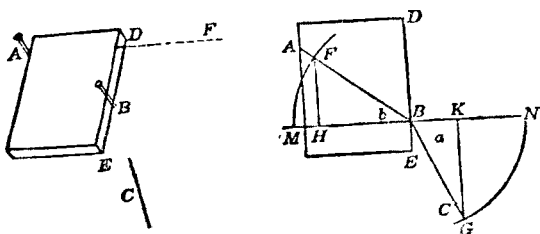
(37)

玻璃之折射

目的 光線由空氣進入玻璃其曲折如何？光線在玻璃及空氣中之速度如何？

儀器 長方形玻璃板，紙，尺，分角器，釘。

方法 將長方形之玻璃放在紙上，如圖50所示，玻璃之二邊用鉛筆畫線，在玻璃之邊上 A 處釘一釘。



(圖 五 十)

若在 DF 視之，可見 A 釘在玻璃下之一部分(惟眼必須與紙平面及 DF 與 DE 邊垂直)，在 DE 邊上另釘一 B 釘如圖所示，將眼向左移動至 B 釘，遮蔽 A 釘之影為止，再作眼與 B 釘間之視線 C。將玻璃移去，聯接 AB 間之直線，此線表示光線在玻璃中之方向，將 C 線連至 B。此線表示光線離玻璃後之方向，作法線 MN。在 B 點垂直於 DE，求圖中

$\angle a$ 及 $\angle b$ 之大小，

折射率 光線在玻璃中之折射，與光之速度有關。在教科書中（勃台實用物理 §463）已證明之，即光在空氣中之速度與光在玻璃中速度之比，等於空氣中所成之正弦與玻璃中所成角正弦之比，三角中正弦之值為對邊與弦之比，故 $\angle a$ 之正弦為 GK/BG ，欲求二角正弦之比，可使 $BF = BG$ （愈長愈好），再作 FH 及 GH ，與法線 MN 垂直， $\sin a = GK/BG$ ，及 $\sin b = FH/BF$ ，因 $BF = BG$ $\frac{\sin a}{\sin b} = \frac{GK}{FH}$

總之，如欲得玻璃之折射率，即求得 GK 與 FH 之比，將 A 之位置移動至另一處，再作如上之實驗。

問題 (a) 在何種情形下，折射角大於入射角？

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) 光線斜穿過玻璃窗時，有何影響？

玻 璃 之 折 射

(c) 空氣與水之折射率爲 1.33 。此數是否表示水較玻璃折光較大? 解釋之。

(d) 折射率爲物理常數,何意?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

實驗結果

BF = 厘米

BG = 厘米

FH = 厘米

KG = 厘米

$\angle a = 0$

$\angle b = 0$

$$\frac{\sin a}{\sin b} = \frac{GK/BG}{HF/FB} = \frac{GK}{HF} = \text{折射率。}$$

姓名..... 組別..... 日期.....

勃台實用物理學實驗

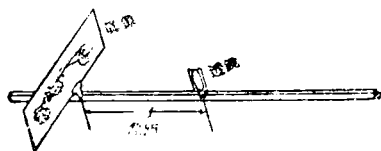
(38)

透鏡之焦點及共軛焦點

目的 實物如何用凸透鏡使之成像，實物近透鏡時 物距與像距之關係如何？

儀器 米尺，放在有鉛絲網匣中之燈，白紙屏，透鏡及屏之支架，雙凸透鏡 ($f. 10-15 \text{ cm.}$)。

方法 I. 焦距 將雙凸透鏡及紙屏裝在米尺上如圖51 所示，將此器移至房間內之暗處，對準窗外之物，將透鏡放在米尺之分線處（如10，20厘米等處），將屏移動使窗外之物能在屏上得清晰之像，記錄透鏡及紙屏之距離，求透鏡之焦距。

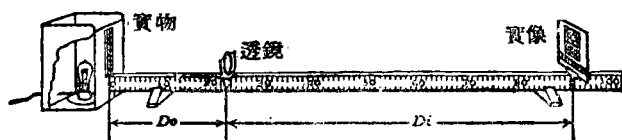


(圖五十一)

將透鏡移在米尺之新處，再移動紙屏以求清晰之像，再作三次之試驗，再取三次焦距之平均數為此透鏡之焦距。

II. 實物及像之關係 如同 52 之裝置，實物即鐵絲網之匣放於遠窗之一邊。紙屏在透鏡之他一端，將室中遮暗，將透鏡在實物及紙屏之

間移動，使在紙屏上之影為最清晰，像比實物為大或小？



(圖五十二)

遮蔽實物之一部分，觀察像為直立或倒立者？

不移動實物及紙屏，將透鏡移動以求另一位置，可得清晰之像，其像較實物為大或小，直立或倒立？

像較小於實物之時，實物或像何者較近於透鏡？

像較大於實物之時，實物或像何者較近於透鏡？

記錄物距及像距，將物距之倒數 $\left(\frac{1}{D_o}\right)$ 及像距之倒數 $\left(\frac{1}{D_i}\right)$ 和及焦距之倒數 $\left(\frac{1}{f}\right)$ 記錄之為有效三位小數，可用附錄中之表。

將紙屏移近實物，再求可得二清晰像之處。

再將紙屏移近實物，使祇能得一清晰之像，在何處最短之距離，透鏡可得一清晰之像？實物與像最小之距離為焦距之若干倍？

比較物距及像距倒數之和及焦距之倒數？

問題 (a) 何故小方匣鏡箱，無須對光 (Focusing).

(b) 透鏡有若干共軛焦點?

(c) 當實物距透鏡 10 厘米處, 像在另一端 40 厘米處, 求此透鏡之焦距?

實驗結果

I. 試驗

鏡與屏之距離

- | | | |
|----|----|--------------|
| 1. | 厘米 | |
| 2. | 厘米 | |
| 3. | 厘米 | 焦距(平均值) = 厘米 |

II.

位 置			物距	像距	$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_i}$	$\frac{1}{f}$
實物	透鏡	像				

