

中等科學教育叢書

高級中學

物理學實驗教程

下冊

金陵大學理學院科學教育委員會編印

學生姓名 _____ 學號 _____

學校名稱 _____

實 驗 一 覽

第 二 學 期

凡有*號者可利用日常應用之器具及材料

實 驗	題 目	目 的	儀 器 及 材 料
21.	音 叉 之 頻 率	用共振法測定音叉所發音調之波長以計算其頻率	G調音叉，C調音叉，橡皮錘，*橡皮圈，玻璃缸，長玻筒附單孔橡皮塞，短玻管，橡皮管，玻筒支架。
22.	絃 之 振 動	求絃之振動頻率與其長度張力及直線密度之關係	絃二(27號與21號鋼絲各一)，弦音計附絃柱及滑車，仟克砝碼14，砝碼一組，砝碼盤二，天平，CGC'調音叉各一，螺旋測徑器。
23.	磁 場	研究條形磁鐵之磁場	條形磁鐵二，短條形磁鐵一，羅盤，*木板兩塊，*玻璃板，米尺，鐵屑，*盛鐵屑之盒附篩孔蓋。
24.	磁 性 理 論	製造磁鐵並研究其分子之特性	*繞針三，蹄形磁鐵，條形磁鐵，羅盤，*酒精燈，*錘，*鋸，鐵屑。
25.	電 流 之 磁 效 應	研究電流與其所生磁場之關係	乾電池，羅盤，電鑰，*導線(外包絕緣體長約50厘米)，德銀絲，螺旋線圈，軟鐵棒，*木板二，蹄形磁鐵，線圈(32號鋼絲約200圈)，木塞。
26.	原 電 池	研究幾種原電池之構造及其特性	*玻璃杯，無袖瓷筒，銅片，鋅片，碳棒，電極夾，驗電流器，羅盤，*稀硫酸，*硫酸銅溶液，*硫酸鋅溶液，*二氧化錳(可用舊乾電池中之去極劑代之)，*氯化銨溶液，*水銀，*短銅片，*酒精燈，德銀絲。
27.	歐 姆 定 律	研究伏特計與安培計之原理；應用歐姆定律以測定導線之電阻並證明導線之電阻與其長度截面質料之關係	伏特計，安培計，電流計，電池三，*高電阻(約2000歐姆)，30號德銀絲一米，*導線板附金屬絲四根，電鑰，螺旋測徑器。
28.	電 動 勢	研究電池質料構造及結法與其電動勢之關係	伏特計(0-5伏特)，*玻璃杯，電極夾，銅片，鋅片，鉛片，鋁片，鐵片，碳棒，*稀硫酸，*食鹽溶液，*碳酸鈉溶液，*硫化銨溶液，乾電池二。
29.	惠 斯 登 電 橋	用惠斯登電橋測定未知量之電阻並測定數導線串聯時及並聯時之總電阻	惠斯登電橋，30號德銀絲，*30號鐵絲，*30號銅絲，電流計，乾電池；電阻箱或電阻圈，米尺。
30.	應 電 流	研究應電流及其產生方法	電流計，乾電池，線圈二(27號紗包線約100圈)，條形磁鐵，鐵棒，電鑰，*24號鋼絲。

實驗	題 目	目 的	儀 器 及 材 料
31.	簡 單 電 機	研究發電機及電動機之基本原理	雛形電動機及其附件，電流計，羅盤，電鑰，電池，德銀絲。
32.	電 之 化 學 效 應	研究電解及蓄電池之原理	安培計(0-5安培)，伏特計(0-5伏特)，*稀硫酸，*硫酸銅溶液，乾電池二，鉛片二，*鐵釘二，*24號銅絲，30號德銀絲，碳棒，銅片，*玻璃杯。
33.	光 之 折 射	證明光之折射定律並測定玻璃之折射率	厚玻璃片，*分度規，*圓規，*短尺，稜鏡，*針。
34.	凹 鏡	測定凹鏡之焦距並研究其成像之定律	凹鏡，支鏡架及夾，*燭，米尺，*針，*架針木塊，*毛玻璃片。
35.	凸 透 鏡	求凸透鏡之焦距並研究其成像之定律	凸透鏡，支鏡架及夾，鐵絲網，*燭，*木板，紙尺，米尺，平面鏡，*針，*架針木塊，*圓釘。
36.	顯 微 鏡	研究顯微鏡之構造並求其放大率	凸透鏡附銅框，米尺，木塊附紙尺，簡單顯微鏡，鐵架及夾，游標尺，平面鏡，*針，*架針木塊。
37.	望 遠 鏡	研究簡單望遠鏡之原理及其放大率	凸透鏡二，(焦距約15厘米者一，焦距約5厘米者一)，凹透鏡(焦距約10厘米)，光具座，米尺，平面鏡，*針，*架針木塊。
38.	光 度 計	證明照度之平方反比定律並測定數種光源之強度	本生光度計，光具座，燭座，*燭五支，*手電燈，*煤油燈，*電燈。
39.	電 燈	研究電燈之裝置及其接法	*26號保險絲，保險絲匣，乾電池，*釘式電燈泡二(220伏特)，*螺旋式電燈泡一，*釘式燈座二，*螺旋式燈座一，交流安培計，交流伏特計，德銀絲，電鑰二，電鍵，安培計。
40.	三 極 管 收 音 機	裝置並研究三極管再生收音機	膠木板一塊(14"×8")，木板一塊(14"×8"×½")，三極管UX 201或CX301兩只，三極管座二，調諧電容器(0-350uuf)，耳機分路電容器(1000uuf)，變阻器二(0-6歐姆)，線圈三，旁路電容器(0-500uuf)，耳機，音頻變壓器(1與3之比)，漏漏阻(二百萬歐姆)，固定電容器(250uuf)，A電池組(德電插圖)，B電池組(90伏特)，雲母，天線，地線。

儀器及材料

第二學期用

數量	名稱	說明
1	G調音叉	
1	C調音叉	
1	橡皮錘	
1	玻璃缸	
1	長玻筒附單孔橡皮塞	
1	短玻管	
1	橡皮管	
1	玻筒支架	
2	絃	27號與21號鋼絲各一
1	弦計附絃柱及滑車	
14	仟克砝碼	
1套	天平及砝碼	
2	砝碼盤	
1	C'調音叉	
1	螺旋測徑器	
2	條形磁鐵	
1	短條形磁鐵	
1	羅盤	
1	米尺	
	鐵屑	
1	蹄形磁鐵	
3	乾電池	

儀 器 及 材 料

數 量	名 稱	說 明
2	電 鎗	
	德 銀 絲	30 號
1	螺 旋 線 圈	
1	槓 鐵 棒	
1	線 圈	32 號 銅 絲 約 200 圈
1	木 塞	
1	無 釉 瓷 筒	
1	銅 片	
1	鋅 片	
1	碳 棒	
1	電 極 夾	
1	驗 電 流 器	
1	伏 特 計	0 - 5 伏 特
1	安 培 計	0 - 5 安 培
1	電 流 計	
1	* 高 電 阻	約 2000 歐 姆
1	* 導 線 板	附 金 屬 絲 四 根
2	鉛 片	
1	鋁 片	
1	鐵 片	
1	惠 斯 登 電 橋	
1	電 阻 箱	或 電 阻 圈
1	達 松 發 爾 電 流 計	

物理學實驗教程

數量	名稱	說明
2	線圈	27號紗包線約100圈
1	雛形電動機及其附件	
1	厚玻璃片	
1	*短尺	長30 cm.
1	稜鏡	
1	凹鏡	
1	支鏡架及夾	
1	*毛玻璃片	
1	凸透鏡	焦距約15厘米
1	鐵絲網	
1	紙尺	
1	平面鏡	
1	凸透鏡附銅框	
1	簡單顯微鏡	
1	鐵架及夾	
1	游標尺	
1	凸透鏡	焦距約5厘米
1	凹透鏡	焦距約10厘米
1	光具座	
1	本生光度計	
1	*燭座	
1	*保險絲	26號

物理學實驗教程

數 量	名 稱	說 明
1	*保險絲匣	
1	交流安培計	或熱線安培計(0-500毫安培)
1	交流伏特計	0-300伏特
1	電 鍵	
1	安培計	0-10安培
1	膠木板	14"×8"
1	木板	14"×8"×1/2"
2	三極管	UX201 或 CX301
2	三極管座	
4	容電器	(0-350uuf), (1000uuf.) (250uuf) (0-500uuf.)
2	變阻器	0-6 歐姆
3	線圈	
1	耳 機	
1	變壓器	1 與 3 之比
1	柵漏阻	二百萬歐姆
	A 電池組	乾電池四
	B 電池組	90 伏特

高級中學
物理學實驗教程

金陵大學理學院科學教育委員會編印

學生姓名..... 發回改正日期.....
同組學生姓名..... 教員認可日期.....
實驗日期..... 教員簽字.....

實驗二十一 音叉之頻率

目的：用共振法測定音叉所發音調之波長以計算其頻率。

儀器及材料：G調音叉 C調音叉 橡皮錘 橡皮圈 玻璃缸
長玻筒附單孔橡皮塞 短玻管 橡皮管 玻筒支架

注意：切勿將音叉在堅硬物體上敲擊。

導言：

(一) 音波之頻率

音之速度在 0°C 時，為每秒331米，如溫度增高攝氏一度，則其速度增加0.6米，故音在 t 度時之速度 V 可以下列公式計之：

$$V = 331 + 0.6 \times t \quad (1)$$

若音叉所發音調之波長已經測出，則其頻率 N 可以下列公式求之：

$$N = \frac{V}{\lambda} \quad (2)$$

公式中 λ 為波長。

(二) 共振

音波由一介質傳至另一介質而不為所吸收時，則反射而成回音。若同音波之疏部密部與原音波之疏部密部完全磨合，則音加強而成共振。

(三) 波長之求法

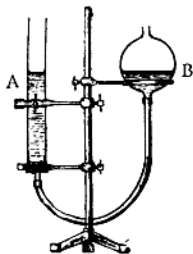
音叉在閉筒口上振動時，若筒內空氣柱之長度為音叉波長之 $\frac{1}{4}$ ，則起共振，何故？(1) 又筒內空氣柱之長度為音叉波長之 $\frac{3}{4}$ 亦起共振，何故？(2) 設 l_1 為第一次共振時閉筒內空氣柱之長度， l_2 為第二次共振時閉筒內空氣柱之長度，則音叉之波長可以下列公式計算之：

$$\lambda = 2(l_2 - l_1) \quad (3)$$

實驗程序：

(一) 1. 裝置儀器如圖 21.1 所示，A 為長玻筒，B 為玻璃缸。一人持

G 調音叉輕擊其端於橡皮錘上，使之發音，然後置音叉於筒口。另一人徐徐上下移動玻璃缸，使筒內之水升降，迨音叉之音驟然變高，此時由水面反射之同音與音叉所發之音同向相遇。再移動玻璃缸至聽得最強之聲時，即以橡皮圈記準筒內水面所在之處。量橡皮圈至筒口之距



(圖 21.1)

離 l_1 ，此為第一次共振時空氣柱之長。依前法再作兩次。

2. 將玻璃缸向下移動，使自筒口至水面之距離約為 l_1 之三倍。再使音叉在筒口振動。升降玻璃缸，至聽得最強之聲時，以橡皮圈記準水面之位置。量橡皮圈至筒口之距離 l_2 ，此為第二次共振時空氣柱之長。如是再作兩次。

3. l_1 與 l_2 之差，即為音叉所發音調之波長之半。記錄實驗時

之室內溫度 t ，以公式 (1) 計算音之速度。再由公式 (2) 求 G 調音叉之頻率，並計算音叉上所標明之頻率與本實驗所得之頻率之百分差。

(二) 取一 C 調音叉代替 G 調音叉，仍如前法求其波長及頻率。

實驗記錄：

音 叉	G 調			C 調		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
l_1						
l_2						
$\frac{1}{2}$ 波長						
波 長						
平均波長						
用波長計算之頻率						
音叉上標明之頻率						
百分差						

室內溫度 =

實驗時音之速度 =

問題：

1. 在第一次共振時，筒內空氣柱之長度為音叉波長之 $\frac{1}{4}$ 。何故？
2. 在第二次共振時，筒內空氣柱之長度為音叉波長之 $\frac{3}{4}$ 。何故？
3. C調音叉之頻率為C調音叉之二倍，試比較二者在第一次共振時氣柱之長。
4. 音在二氧化碳(CO₂)中傳播之速度為空氣中之0.813倍，設本實驗所用之水筒上面為CO₂，問在第一次共振時氣柱之長應為若干？

高級中學

物理學實驗教程

金陵大學理學院科學教育委員會編印

學生姓名.....	發回改正日期.....
同組學生姓名.....	教員認可日期.....
實驗日期.....	教員簽字.....

實驗二十二 絃之振動

目的： 求絃之振動頻率與其長度，張力，及直線密度之關係。

儀器及材料： 絃二（27號與21號鋼絲各一） 弦音計附絃柱及滑車 仟克砝碼14 砝碼一組 砝碼盤二 天平 C, G, C' 調音叉各一 螺旋測徑器

導言：

(一) 絃之振動

絃之振動頻率，須視其長度，張力及直線密度三者而定其關係如下：

1. 張力不變時，絃之振動頻率與其長度成反比。設頻率為 N ，絃長為 L ，則 NL 為一常數。
2. 長度不變時，絃之振動頻率與其張力之平方根成正比。設張力為 T ，則 \sqrt{T}/N 為一常數。
3. 張力及長度二者均不變時，絃之振動頻率與其直線密度之平方根成反比。

以上三者之關係可以下列公式表之，即：

$$N = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

公式中 m 代表絃之直線密度，即絃之每厘米長度之質量。

設兩絃之質料相同，張力相等，則二者同音時，其長度與直徑成反比例，即

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

(二) 絃與音叉同音之辨別法

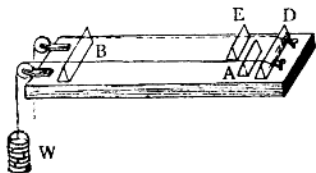
如絃之振動頻率與音叉頻率相等，則絃所發之音與音叉同音。辨別同音之法有二：

1. 使絃與音叉同時發音並細聽二音之拍音。然後逐漸改變絃之長度或張力，令拍音之數減少，迨拍音不可辨別，則絃與音叉同音，即絃之振動頻率與音叉頻率相等。
2. 將薄紙小片摺成「人」字形，置於絃之振動一段之中央，當音叉發音而絃不發音時，使音叉之柄與弦音計面接觸，如絃與音叉將近同音，則紙片在絃上振動，調節絃之長度或張力，至音叉一觸弦音計面，紙片即有最大之振動，此時絃則與音叉同音。

實驗程序：

(一) 絃之振動頻率與其長度之關係

1. 在弦音計上張絃（27號鋼絲）如圖 22.1， B D 為二絃柱，其間之距離約為 80 厘米。加砝碼約 12 仟克於砝碼盤上，撥絃之中部，聽絃所發之音與 C 調音叉之音是否相同。如不同音，則稍



(圖 22.1)

移動絃柱 A ，務使絃音與 C 調音叉之音完全相同為止

(同音辨別法可參看導言中(二)節)。量BA間絃之長度，並記錄C調音叉之頻率。

2. 不改絃之張力，移動絃柱A，使絃所發之音與G調音叉之音相同，量BA間絃之長度，並記錄G調音叉之頻率。
3. 依同法使絃所發之音與C'調音叉之音相同，再量BA間絃之長度，並記錄C'調音叉之頻率。
4. 由以上各次所量長度L及各音叉所標明之頻率N，計算N與L之積，求三積之平均數並每積與其平均數之百分差。

(二) 絃之振動頻率與其張力之關係

1. 求砝碼盤之重量並記錄之。
2. 再依圖22.1張絃如前，加砝碼約3仟克於砝碼盤上，移動絃柱A，使絃所發之音與C調音叉之音相同，記砝碼與砝碼盤之總量，命之為 T_1 。
3. 不變絃柱BA間長度，再加砝碼於砝碼盤上，使絃所發之音與G調音叉之音相同，記此時砝碼與砝碼盤之總量，命之為 T_2 。
4. 依同法增加盤上之砝碼，使絃所發之音與C'調音叉之音相同，記砝碼與砝碼盤之總量，命之為 T_3 。
5. 由以上各次所得張力及各音叉所標明之頻率，計算 $\frac{\sqrt{T}}{N}$ 之值，求三值之平均數並每值與平均數之百分差。

(三) 絃之振動頻率與其直線密度之關係

1. 弦音計上所張之絃(27號鋼絲)仍行不動，以之為第一絃，加砝碼於砝碼盤上，使其總量等於(二)節中 T_1 。然後移動絃柱A，務使此絃所發之音與C調音叉之音相同，量BA間絃之長度，命此長度為 L_1 。
2. 求另一砝碼盤之重量並記錄之。

3. 在弦音計上另張一絃 (21 號鋼絲), 以之爲第二絃, 加砝碼於砝碼盤上, 使其總量等於 T_1 。然後移動絃柱 E, 務使此絃所發之音與第一絃同音。量 B E 間絃之長度, 命此長度爲 L_2 。
4. 用螺旋測徑器量第一絃之直徑 d_1 與第二絃之直徑 d_2 。
5. 求 L_1 與 L_2 之比, 並求 d_2 與 d_1 之比, 計算兩比值之百分差。

實驗記錄:

(一)

音 叉	頻率 N	長度 L	NL	各 NL 與其平均值之百分差
C 調				
G 調				
C' 調				
平均 值				

(二)

砝碼盤重量 =

音 叉	張力 T	頻率 N	$\frac{\sqrt{T}}{N}$	各 $\frac{\sqrt{T}}{N}$ 與其平均值之百分差
C 調				
G 調				
C' 調				
平均 值				

(三)

砝碼盤重量 =

	頻 率	張 力	長 度	直 徑
第一絃				
第二絃				

$$\frac{\text{第一絃長}(L_1)}{\text{第二絃長}(L_2)} = \frac{\quad}{\quad} =$$

百分差 =

$$\frac{\text{第二絃直徑}(d_2)}{\text{第一絃直徑}(d_1)} = \frac{\quad}{\quad} =$$

問題：

1. 設兩絃之質料相同，張力相等，則二者同音時，其長度與直

徑成反比例，即 $\frac{L_1}{L_2} = \frac{d_2}{d_1}$ ，試證明之。

高級中學

物理學實驗教程

金陵大學理學院科學教育委員會編印

學生姓名.....	發回改正日期.....
同組學生姓名.....	教員認可日期.....
實驗日期.....	教員簽字.....

實驗二十三 磁 場

目的： 研究條形磁鐵之磁場。

儀器及材料： 條形磁鐵二 短條形磁鐵一 羅盤 木板兩塊
玻璃板 米尺 鐵屑 盛鐵屑之盒附篩孔蓋

導言：

(一) 磁場強度

兩磁極如為同極則相推斥，如為異極則相吸引，其吸引力或推斥力之大小，係與兩極相乘之積成正比，而與兩極間距離之平方成反比。磁極發生吸引或推斥等效應所在之處，名曰磁場。場內某點對一個單位極推斥之力為該點之磁場強度。

(二) 條形磁鐵之磁場強度

今有條形磁鐵於此，則其附近發生磁場，場內強度，各點不同，求法亦頗不易。但有兩種特殊位置其磁場強度可以簡單方法求得，茲分述如後：

(1) 在磁鐵縱軸延長綫上之磁場強度。