

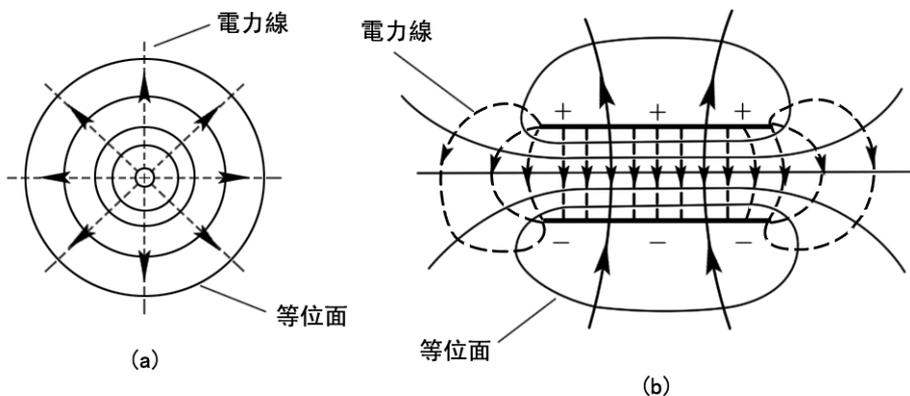
【實驗 16----等位線與電場】

一、實驗目的：

先描出電場的等位線，再垂直等位線畫出電力線。

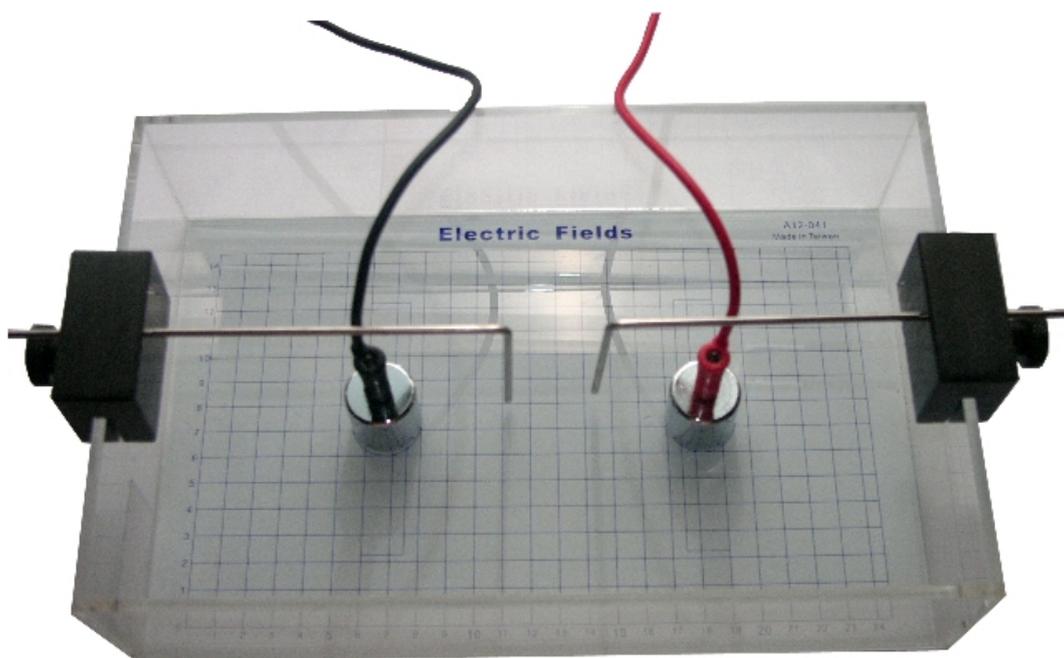
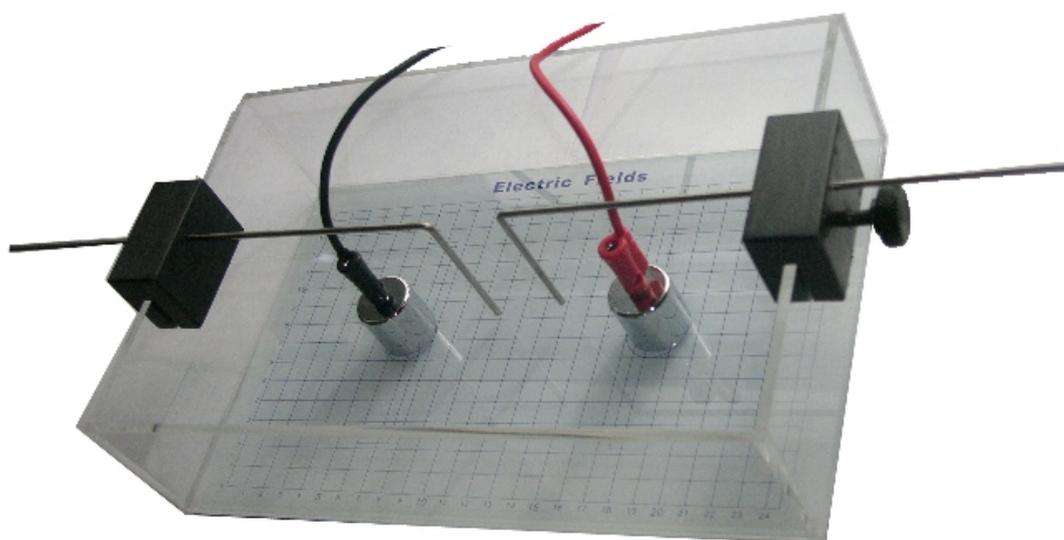
二、實驗原理：

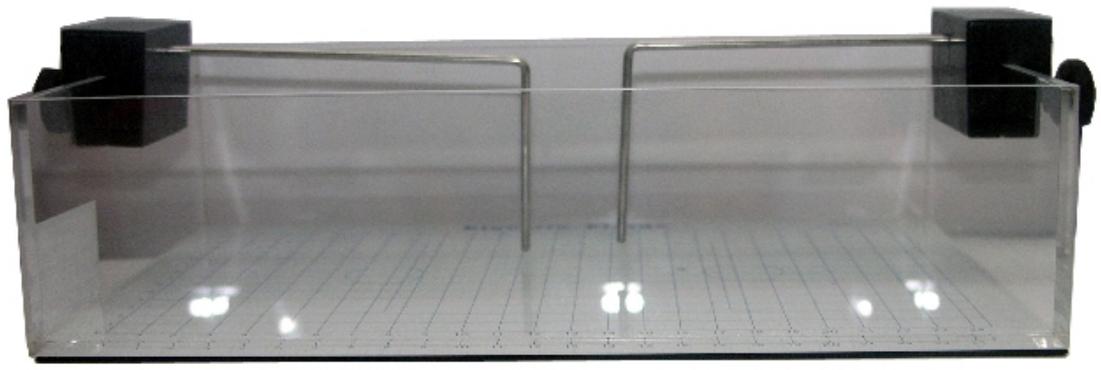
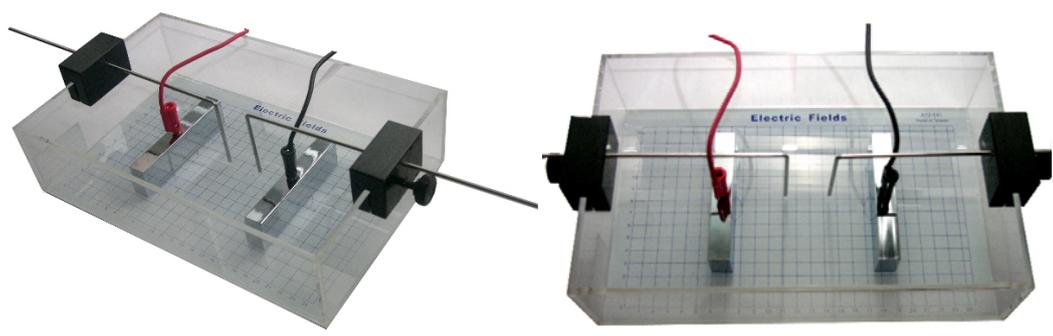
- 1.等位面：電位為一固定值的假想面。cf 地理的等高線、氣象的等壓線
- 2.等位面必與電力線垂直。
 - ➡ 沿電力線移動，需作功。垂直電力線運動不作功，能量為一定值，才能維持等電位。
- 3.等位面不相交。
 - ➡ 同一點只有一種位能值。
- 4.金屬電力線與表面垂直，因此等位面與表面重合。
- 5.雖然我們先講電力線，但課本的實驗則是先描繪等位面。再利
用等位面與電力線垂直的特性，畫出電力線。



三、實驗儀器：

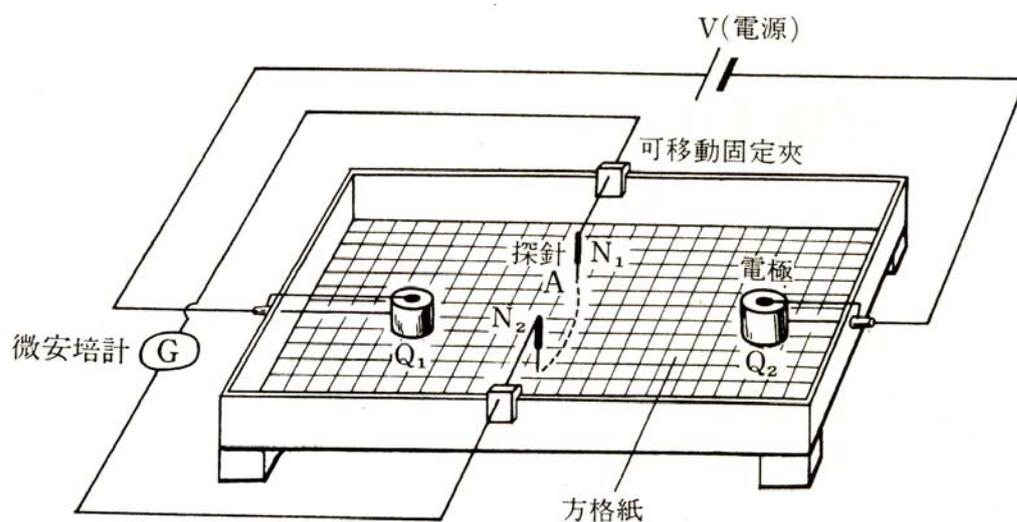
- 1.電場形成盤(盤由壓克力或玻璃製成，可盛裝水，玻璃下面墊一張細目方格紙)
- 2.圓金屬電極組(高度約 1cm 以上)。
- 3.探針(一支可在盤上移動，一支可固定)
- 4.微安培計
- 5.直流電源供應器或 1.5V 之乾電池
- 6.方格紙及鉛筆







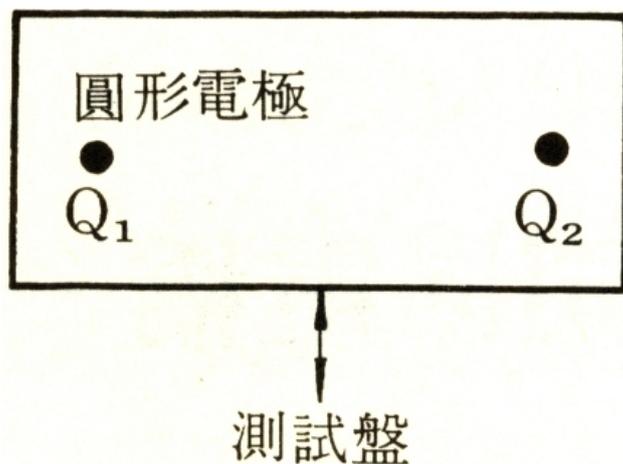
四、實驗步驟：



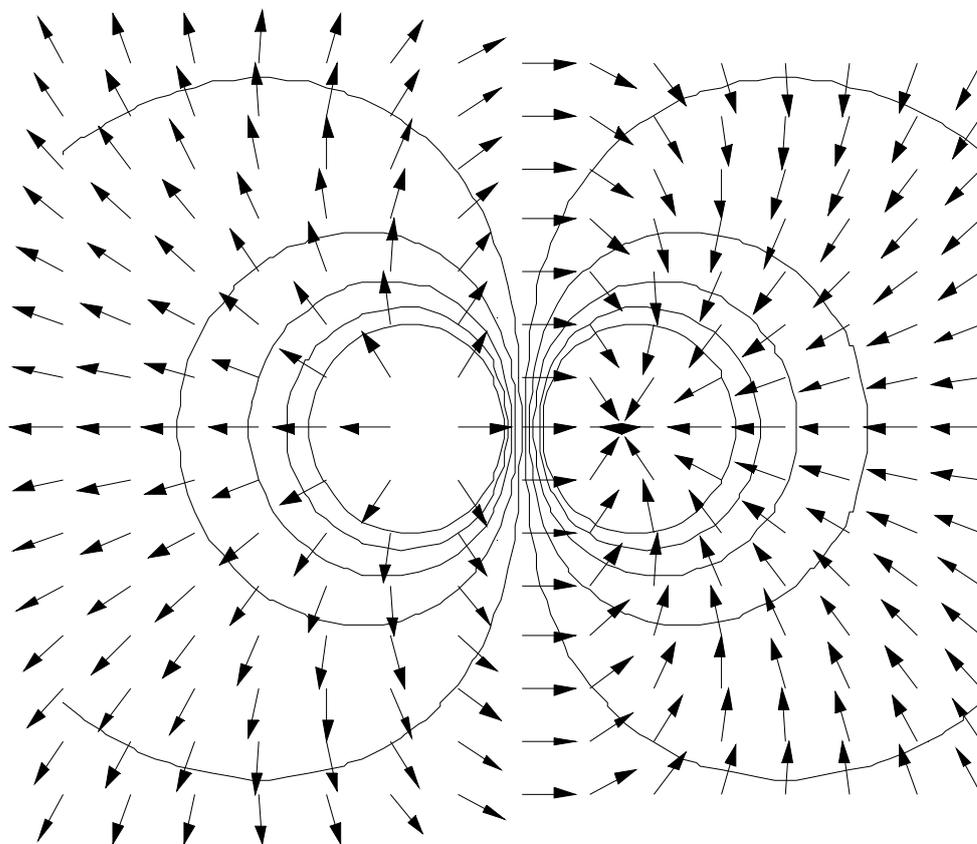
1.如

圖所示，接上直流電源或電池、微安培計G，將探針 N_1 固定於可移動的固定夾上。先將探針 N_2 放於電場形成盤外。

2.選出兩個電極 Q_1 及 Q_2 ，將其置於盤上，如圖所示，在盤內注入食鹽水，水深以不超過金屬電極之高度為宜，再接上電線。



3. 在一張備用方格紙上畫出電極的位置。
4. 將探針 N_1 移到A處予以固定，再用探針 N_2 探測，觀察微安培計是否偏轉，若有偏轉再移動 N_2 ，使微安培計達到不偏轉時，利用步驟3之方格紙標示 N_2 的位置。如此繼續移動 N_2 ，則可以得到許多不同的點，將這些點用鉛筆予以連接。即得一等位線。
5. 如步驟4，將探針 N_1 移到另一位置。再找出不同的等位線。
6. 將畫有等位線的方格紙，以虛線畫出各等位線的電力線。



五、問題與討論：

1. 兩不同的等位線或電力線，在金屬極上是否會相交？

【答】：電力線由正電荷出發，終止於負電荷或無窮遠處。空間中的電力線與等位線都不會相交。

2. 在靜電場中封閉金屬體上的電位是否相同？

【答】：是。帶靜電導體，必為等電位體。否則電荷會由高電位能移至低電位能。

六、牛刀小試：

1-2 為題組

筱雯使用的電路接法如圖3 所示，其中a、b、c 為電極。筱雯以三用電表來測量電位，先將負極探針固定插在a 電極上，再以正極探針插入淺水盤中，尋找相同電位差的點，將這些點連成線便可得到一條等電位線，依此方法她繪出數條等電位線，如圖4 中之細實線所示。

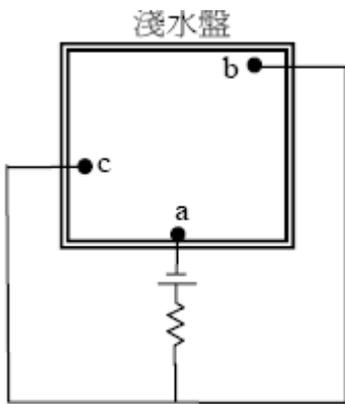


圖 3

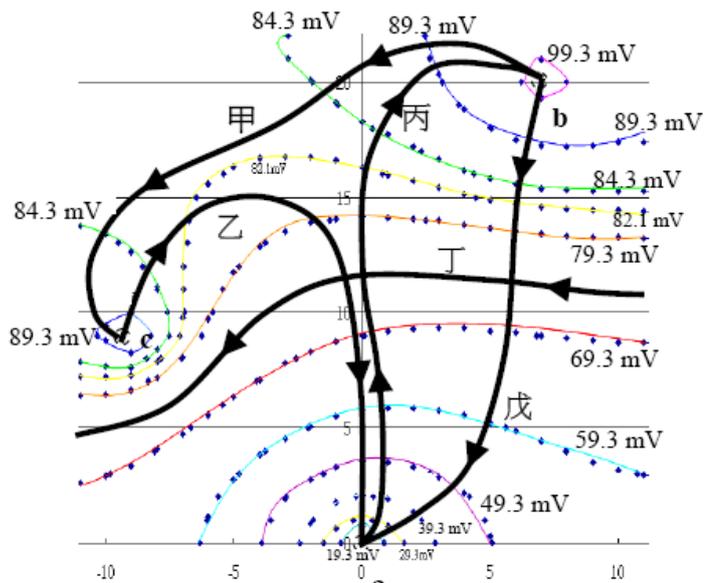
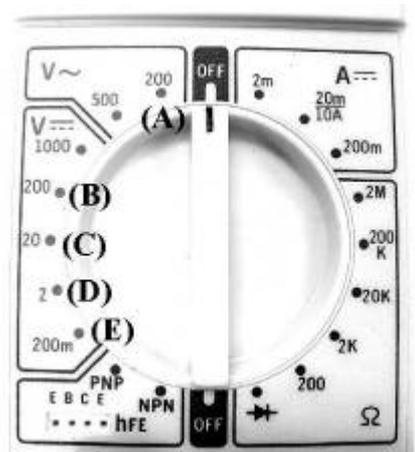


圖 4

1(97參考). 圖4 中，甲~戊五條粗黑實線，哪一條描繪出最接近正確的電力線？

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

2(97參考). 此實驗中，筱雯應該把三用電表的功能選擇鈕旋轉到哪一位置，能測得較精確的測量結果？



3.(80 日大)欲以「電場形成盤」來尋找兩個圓形電極所造成的等位線，則實驗所需的裝置為何?畫簡圖表明之。

4.下列有關於「等位線與電場」實驗的敘述中，正確的是

- (A)若兩圓柱形電極完全相同，則繪出的等電位線（或電力線）形狀和電池正負極的選擇無關
- (B)愈靠近正電極的等位線，電位愈高；愈接近負電極的，電位愈低
- (C)正負兩圓型電極連線垂直平分線，電位最低，其值等於零
- (D)依照電學理論，本實驗所得之等電位線，應全部為閉合曲線
- (E)兩探針間的微安培計改成靈敏的伏特計，同樣可以作成實驗

5.下列有關“等位線與電場”之實驗，何者正確？

- (A)兩條電力線不能相交，但等位線可能相交
- (B)在電場形成盤內注入食鹽水時，水深以不低於金屬電極之高度為宜
- (C)帶電體在等位線上移動，其電位能必不變化
- (D)在等位線上某一點的切線方向，代表該點的電場方向
- (E)等位線必為直線

6.「等位線與電場」實驗下述何者正確？

- (A)先作等位線，再作電力線
- (B)先作電力線，再作等位線
- (C)等位線與電力線何者先作皆可
- (D)可同時作出等位線與電力線
- (E)同一等位線上各點之電場必相等或為零

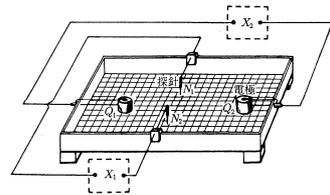
7. (88 日大)在「等位線與電場」實驗中，以實驗方法畫出兩電極間的等位線及電力線。

(a)附圖為不完整的實驗裝置圖，其中虛線方塊內未畫出的儀器 X_1 及 X_2 各是什麼？(2 分)

(b)在電場形成盤內要注入食鹽水，說明為什麼不能用純水。(2 分)

(c)說明如何測得等位線。(3 分)

(d)說明如何由等位線畫出電力線，又如何畫出在電極表面的電力線。(3 分)



【解答】：

1.E 2.E

3.【答】：直流電源 V、微安培計 G、將探針 N_1 固定於可移動的夾座上，將 N_2 放於電場形成盤外圍，在盤內注入食鹽水，但不能淹沒電極。實驗裝置請參考實驗儀器。

4.(A)(B)(E)

【解析】：(C)負極的電位最低 (D)如正中央的等位線即不封閉

5.(C)

【解析】：(A)不可以相交 (B)不高於 (D)電力線

6. (A)

【解析】：電力線與等位線垂直

7.【解析】：

(a) X_1 ：微安培計， X_2 ：電源

(b)食鹽水可導電，純水不易導電

(c)將探針 N_1 固定，移動探針 N_2 ，觀察安培計，直到微安培計指針不偏轉(讀數=0)，可得一等位點，如此連續移動 N_2 ，可得許多等位點，將這些等位點用鉛筆連接，即得一等位線

(d)將探針 N_1 移至另一位置，再找出不同之等位線，最後以虛線繪出垂直各等位線的電力線，電極表面處的電力線垂直電極表面

【三用電表使用法】

三用電表，顧名思義就是測量歐姆定律 $V=IR$ 中的三個物理量：電壓、電流、電阻。

一般分成指針式與數字式兩種。

又可再細分成單一量程與多量程。

電壓、電流又可分成直流與交流兩種，故可再分成 DCV、ACV、DCA、ACA。(DC=Direct Current，AC=Alternative Current)。交流電流應該用示波器才能看到電流之波型，故一般三用電表無法測交流電流。

再加上電阻測量。一般三用電表測量四種：DCV、ACV、DCA、Ohm。以下分別討論：





一、直流電壓(DCV)測試

- 1 紅色測試棒插入“V/Ω”插孔，黑色測試棒插入“COM”插孔。
- 2 旋轉開關指示轉至 DCV 區域的適當檔位。(若不知道待測電壓的大概值，則轉至最高檔，再依實際測量值逐漸降低)
- 3 將測試棒與待測線路並聯。
- 4 讀取測量電壓值。

二、交流電壓(ACV)測試

1.3.4.基本步驟同上

2. 旋轉開關指示轉至 ACV 區域的適當檔位

三、直流電流(DCA)測試

1.紅色測試棒插入“mA”插孔（大於 200mA，則改插入 10A 插座），黑色測試棒插入“COM”插座。

2.旋轉開關指示轉至 DCA 區域的適當檔位（若不知道待測電流的大概值，則轉至最高檔，再依實際測量值逐漸降低）

3.將測試棒與待測線路串聯。

4.讀取測量之電流值。

四、電阻測試

1.紅色測試棒插入“V/ Ω ”插孔，黑色測試棒插入“COM”插孔。

2.旋轉開關至 OHM (Ω) 區域。（若不知道待測電阻的大概值，則轉至最高檔，再依實際測量值逐漸降低）

3. 將測試棒與電阻並聯。

4.讀取測量之電阻值。

【備註】：

1. 指針式的 Ohm 計有分幾個檔位 $\times 1/\times 10/\times 100/\times 1K/\times 10K$ 。表示指針指的刻度，必須乘上該倍數，才是正確的電阻值。例如：讀數是 20，檔位是 $\times 10K$ ，待測電阻值為 200K。

2.指針式的 DCA、DCV、ACV，檔位為最大可測量值(滿刻度/滿檔位)，測量值要對應到錶面上「適當」的刻度去看。電壓、電流的刻度都是「等比例」。例如：轉到 ACV/10 這個檔位，等於滿刻度是 10V，錶面的刻度要看 0-2-4-6-8-10 那一行。又例如轉到 DCV/250 這個檔位，等於滿刻度是 250V，錶面的刻度要看 0-50-100-150-200-250 那一行。其實看哪一個刻度都可以，因為電流、電壓的測量都是等比例。所以，如果轉到轉到 DCV/500 這個檔位，錶面上並沒有到 500 這種刻度，所以可以看 0-10-20-30-40-50 那一行，再乘以 10 倍，當然要看 0-50-100-150-200-250 那一行再乘以 2 倍亦可。

3.數位式的 DCA、DCV、ACV，檔位為最大可測量值。如果檔位在 20K，螢幕顯示 17.6，即表示 17.6K。若待測值為 25K，用 20K 檔位則不會顯示出數字，必須換到 200K 的檔位。

4. 指針式電表的歸零校正：

(1) 電壓的歸零校正：可以轉到電壓檔中最靈敏的刻度，將兩根探針碰在一起，理論上電壓應等於 0，要轉正中央白色旋鈕，使指針指到零。

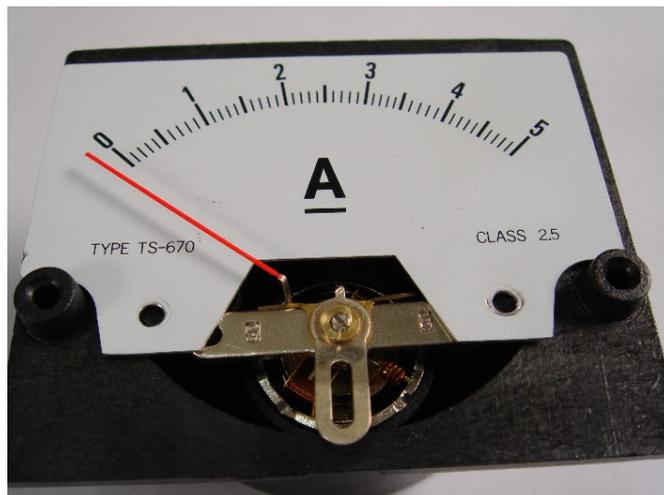
(2) 電流的歸零校正：可以轉到電流檔中最靈敏的刻度，將兩根探針碰在一起，理論上電流應等於 0，要轉正中央白色旋鈕，使指針指到零。

(3) 電阻的歸零校正：可以轉到電阻檔中最靈敏的刻度，將兩根探針碰在一起，理論上電阻應等於 0，要轉正中央白色旋鈕，使指針指到零。

5. 指針式三用電表測量電流或電壓時，係利用待測端點本身的電流或電壓造成電流通過檢流計的線圈，故三用電表的 + 測試棒(一般常以紅測試棒代表)須連接待測兩端點間較為正電位的接腳，- 或 com 測試棒(一般常以黑測試棒代表)須連接待測兩端點間較為負電位的接腳，方可使檢流計指針正確的偏轉。

6. 指針式三用電表測量電阻時，係利用電表內已安裝的電池電壓，即將電池正電位接於黑測試棒、電池負電位接於紅測試棒上(有些三用電表已修正為紅為正，黑為負)，而加諸於待測的電阻器上，使可產生固定的電流方向並通過檢流計的線圈而造成指針偏轉。電阻器兩端沒有極性之分，因此可任意以兩測試棒分別連接待測電阻器的兩端點，檢測其電阻值。

7. 檢流計(電流計)的偏轉方向為電子流的方向。如果實驗中不知道電流的流向，可以利用檢流計，它的指針在中央，可以測定電流的流向。但是一般檢流計的內電阻不大，所以能夠承載的電流有限。如果已確定電流的流向，一般會使用安培計，它的測量範圍較大，但正負的接法必須正確。





可以上www.e-physics.net或上網搜尋
免費下載 2D、3D 動畫到你的電腦或手機
無名也可以直接觀看 500 題聯考題/學測題
詳解的影片解說
目前課程共 190 小時 1300 題範例解說

【準備考試的身心平衡】

準備考試是一門大學問，身體、心理狀態都必須達到頂峰，才能拿到高分。每件事都比別人多付出一點點，讀書要靠日積月累，一分耕耘，一分收穫，十分耕耘，十分收穫。有人說成績不代表一切，我想那是輸家自我安慰的說法。事實上，成績代表很多事。別人總分贏你五十分，就代表別人比你多五十分的努力。

一.運動

在台灣，很少學生有運動的習慣。我也不例外，所以以前讀書真的是靠很大的毅力。不過當了老師以後，我開始強迫自己運動，開始體驗到運動的優點。花時間運動看起來好像是浪費時間，但是運動完後的精神變好，體力變好，換取更高的讀書效率絕對是值得的。

很多學生的作息不正常，睡眠不充足，身體不舒服的狀態，一次感冒要休養七天，這一切所浪費掉的時間更多。讀書要有效也要有效率，與其花八個小時的時間昏昏沉沉的讀書，倒不如精神飽滿，注意力集中的讀四個小時。

運動可以概分成有氧運動與無氧運動。打籃球是一種無氧運動，當然也可以舒解學生讀書考試的壓力。但是，增強心肺功能，增加體力的有氧運動(如：慢跑、游泳三十分鐘以上)應該更重要。

每周視情況而定，例如利用體育課時間慢跑，或是每週選定兩天放學後到操場上慢跑三十分鐘。對體力精神會有很大的幫助。像我每週也會選定時間去爬山兩個小時，真的對體力精神幫助很大。平常上下樓走樓梯也是一個好習慣。在補習班，如果不趕時間，十樓樓梯我都會爬。

二、睡眠

對於讀理組的學生而言，睡眠真的很重要。從以前讀書到現在教書，我覺得睡眠對身體健康，對體力精神真的很重要。我不會熬夜讀書準備考試，精神不好，根本讀不好書。以前大學準備考試，如果讀不完，我會先去睡個五六個小時，再早起讀書。如果晚上沒睡好，我中午會午睡，晚上吃完晚餐也會睡一下。我以前常會頭痛，後來發現原因就是睡眠不足，休息不夠。所以要建立適合自己的作息睡眠習慣。

要睡個好覺，還真是不簡單。每個人的身體狀況不一樣。我是那種不容易入眠，也睡的不深的可憐人。所以，多年來我都不喝咖啡，以免影響睡眠。下午可能會喝綠茶、烏龍茶之類的飲料。但是晚餐後也是不喝。中午會吃維他命 B，但是晚餐後也是不吃。

如果真的有睡眠障礙，還是得要看醫生。我自己也吃過一年半西醫的安眠藥，但是副作用真的很多(包括：記憶力減退、夢遊…)。所以我會建議大家看中

醫，酸棗仁湯、天王補心丹對於增加睡眠品質真的有幫助。但是，如果是急性的失眠(就是連續兩天或三天都沒睡)，可能還是得看西醫。

三、提神增強體力的食品

(1)雞精有很多價位、廠牌與口味，可以選擇自己可以接受與喜歡的雞精。冬蟲夏草口味，比較沒有雞精的腥味。

(2)這幾年也很流行蜆精，也可以試試看。

(3)人蔘對提神也是很有幫助，但是如果喝了會頭暈，就不建議喝。每個人體質不同。

(4)紅景天對精神也是很有幫助。但是價格不便宜，要父母贊助一下經費。

(5)每天一顆綜合維他命，也是有幫助。有一位學生告訴我，他每天都吃一顆，加上運動習慣，好幾年都沒有感冒過。

(6)我每天也會吃高劑量維他命 B。一般綜合維他命的 B1 劑量大約是 1.5mg，克補是 15mg，高劑量維他命 B 一般是 50mg，甚至有到 100mg。我自己在教課時就有明顯的感受，沒有吃，有時候思緒比較遲頓容易講錯話。即使前一天沒睡好，吃了維他命 B，教課時就不容易出錯。東方人普遍缺乏維他命 B，它是水溶性的，多餘的藉由尿液排除，尿液的顏色會變黃色。吃維他命 B 的另一個好處就是嘴巴舌頭不容易破。

(7)目前市面上較少販售魚肝油，不是魚油喔！兩者效用不一樣。魚肝油主要提供維他命 A，另為有一種特殊的成份鮫鯊烯 (SQUALENE, C₃₀H₅₀) 能增強免疫力，講白話一點，就是不容易感冒。這也是我的秘密武器之一。我周一到周日七天幾乎天天都要上課，我一感冒請假影響很大，所以我都固定會吃。問問我教過的學生，雖然我身體不是很好，我幾乎都不會請病假，靠的就是魚肝油。有兩位學生，跟我同病相憐，他們吃了魚肝油後，也是具有神奇的效果。

(8)深海魚油有 DHA、EPA 具有降低膽固醇與三酸甘油脂的功效。不過最重要的是增強大腦思考。所以，每天乖乖吃喔。

(9)維他命 C 也建議每天補充，或者多吃點新鮮的水果或者少喝可樂奶茶等飲料，改喝果汁。

(10)如果有時間，可以看中醫調理一下身體。中藥裡的十全大補丸或是十全雞精對體力精神有幫助，但是因為含有人蔘，會提高血壓，如果喝完會頭暈，那你的血壓可能偏高而不自知。如果血壓偏高，只能吃不含人蔘成份的補中益氣湯。

【每天讓自己歸零】

王建民最近(2009年球季初)連三場被打爆，原因目前眾說紛紜。不過可以確定的一件事，就是不要沉緬於過去自己的成就，過去如何不代表未來如何。你國小第一名畢業，不代表國中也會第一名。國中第一名畢業，也不代表高中也會第一名。就算真的都第一名畢業，也不代表你將來就一定有所成就。

以前記得開學新生訓練，系主任告訴我們，考上台大電機系不用太驕傲。因為這整棟系館的學生都是考上台大電機系。這句話給我的震撼真的很大。或許就如臥虎藏龍中李慕白一直講的「虛名」。考上台大電機這種榮耀，真的只能在系外炫耀，就連系上的教授，很多也是台大電機系畢業。考上台大電機系，不一定是榮耀。考上台大電機系，又回到台大電機系教書，豈不是更大的榮耀。

所以在大學階段，我一直很低調。我沒有買過系服，因為我不想穿一件衣服或是外套，上面寫台大電機，走在校園裡或馬路上讓大家看。人家問我哪個學校畢業，我也是低調說北部的學校啦，不要問。如果我說了電機系，也不會講台大。

社會上的競爭是很現實的，你的學歷愈高，人家對你的期待也愈高，等著看你出糗，看你笑話的期待也愈高。

每天讓自己歸零，另一種意義也是不要懊惱於昨日的失敗。過去的失敗，也不代表未來會失敗。

認識自己，真的是一個困難的哲學問題。現在的學生，真的是比較多自己的想法，但往往停留在想法的層次。夢想與幻想，真的有時只是一線之隔。很多學生都想要考上好學校，但是講完之後，就去打電動、看電視。想法，不等於是做法。重要的，不應該是你怎麼想，重要的是你怎麼做。套句商業週刊裡常見的話，你愈是想要賺錢，就愈賺不到錢。把你本份的工作做到完美，錢自然會來。我以前沒有「肖想」過考上台大電機，我只是盡我的本份與能力讀書，結果卻出乎我的意料之外。我其實是做法多於想法。一般人則是反之，想法多於做法，講的都是頭頭是道，但是一點也不會去做。真的是打嘴砲。

每天讓自己歸零，不論過去是成功還是失敗。套句廣告詞，Just do it!

費因曼 Learning Map

高中物理實驗總整理

作者 邱博文

出版發行 費因曼科技有限公司
地址 台北縣新店市環河路 4 號 1 樓
電話 02-89123841
傳真 02-89123842
版次 2009 年版
郵政劃撥帳號 1991-6556 號 費因曼科技有限公司
電子郵件 service@e-physics.net

定價 200

<http://www.e-physics.net>

版權所有 翻印必究

※ 本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本公司更換。