第六章 電與磁

6-1 電的認識

一、原子結構

I.電的種類：富蘭克林命名。

(1)正電：玻璃棒用絲綢摩擦後，玻璃棒所帶的電荷命名為「正電荷」

(2)負電：把塑膠棒用毛皮摩擦後，塑膠棒所帶的電荷稱為「負電荷」。

2.物質的原子模型：

(1)原子由帶正電、質量重、不易移動的原子核，與核外帶負電、質量輕、繞原子核運動的電子所組成。

(2)原子核的總正電量與核外電子的總負電量大小相等。

(3)物體帶電是因為最外層電子的轉移。

例 1.重要觀念：

①原子的中心是原子核，原子核含有帶正電的_____和不帶電的_____，外圍有帶電的電子圍繞。答：質子，中子，負

②一個電子或一個質子所帶的電量_____庫侖。答：1.6×10^{-19}

③一庫侖是_____個電子所帶的電量。答：6.25×10^{18}

④一個質子所帶的電量為_____庫侖，_____於一個電子的電量。答：1.6×10^{-19}，等

⑤普通原子，其核外全部電子的總負電量_____於核的正電量。答：等

⑥原子中最容易移去的電子是在_____層的電子雲中。答：最外

類 1.一個鋰離子 Li^{+}所帶的電量為 (A)1 庫侖 (B)1.6×10^{18} 庫侖 (C)1.6×10^{-18} 庫侖 (D)1.6×10^{-19} 庫侖。答：D

類 2.一庫侖的電量為多少個電子所帶的電荷？ (A)6.25×10^{18} (B)1.6×10^{19} (C)6.25×10^{9} (D)1.6×10^{8}。答：A

二、摩擦起電與感應起電

1.導體與絕緣體

(1)導體：若原子核最外圍的電子，所受的束縛力很微弱，則電子容易脫離原子核的束縛而自由地運動，稱為自由電子，這一類的物體容易導電，稱為導體，例如銅、鋁、.....等。

(2)絕緣體：原子核和核外的電子彼此間的吸引力強，則電子不易脫離原子核的束縛，因此不易導電，稱為絕緣體，例如玻璃、毛皮.....等。

(3)半導體：電荷移動能力介於導體與絕緣體之間，如鍺、矽。在低溫時為絕緣體，高溫時為導體，且導電性隨溫度升高或加雜質而升高。

2.摩擦起電

(1)摩擦起電：當兩個不同的物體互相摩擦時，一些電子從一個物體轉移到另一個物體，使兩物體皆帶電，此種方式稱為摩擦起電。

(2)結果：較易失去電子的物體帶正電，另一物體獲得電子則帶負電。

(3)摩擦起電的性質：

①正負電的順序：毛皮、玻璃、絲娟、橡膠，任取兩種摩擦，則前者帶正電。

②兩物體所帶電的電性不同、但電量大小相等。

③摩擦起電的方式僅適用於絕緣體，不適用於導體。

3.靜電感應

(1)靜電感應：由於帶電體的接近**(**未互相接觸**)**而使一個物體內部正、負電荷分離的現象，稱為靜電感應。

(2)感應電荷：聚集於物體不同部分的局部正負電荷，稱為感應電荷。

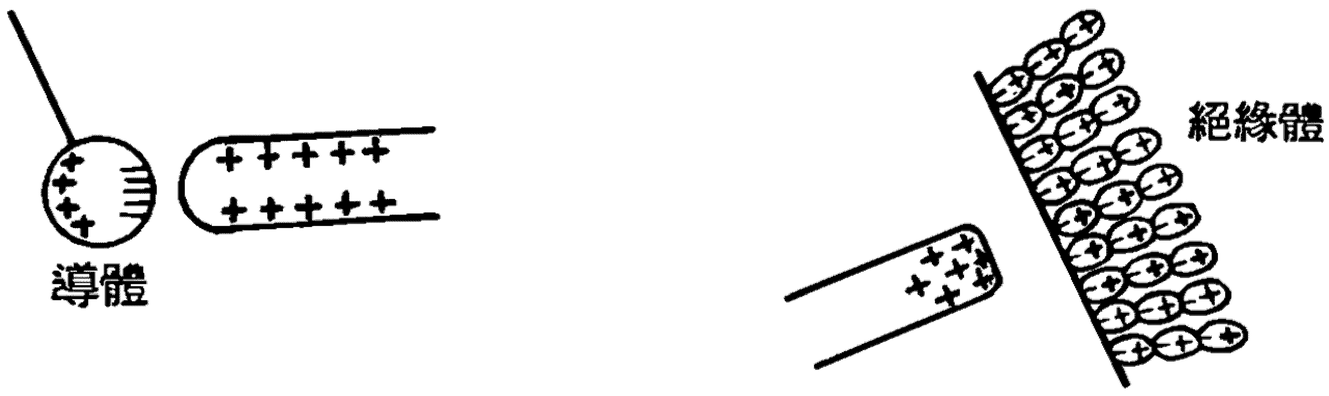
①接近帶電體的一端帶異性電，較遠一端帶同性電。

②正負電荷同時產生、電量相等。

③原帶電體的電量不因靜電感應而改變；且移去後，物體上電荷會恢復原狀。

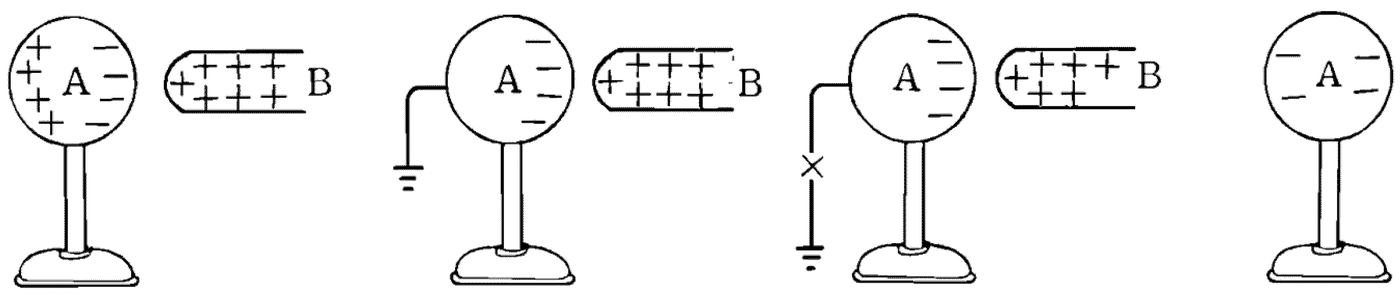
(3)導體與絕緣體的靜電感應：

(a)帶電體靠近中性導體　　**(b)**帶電體靠近中性絕緣體



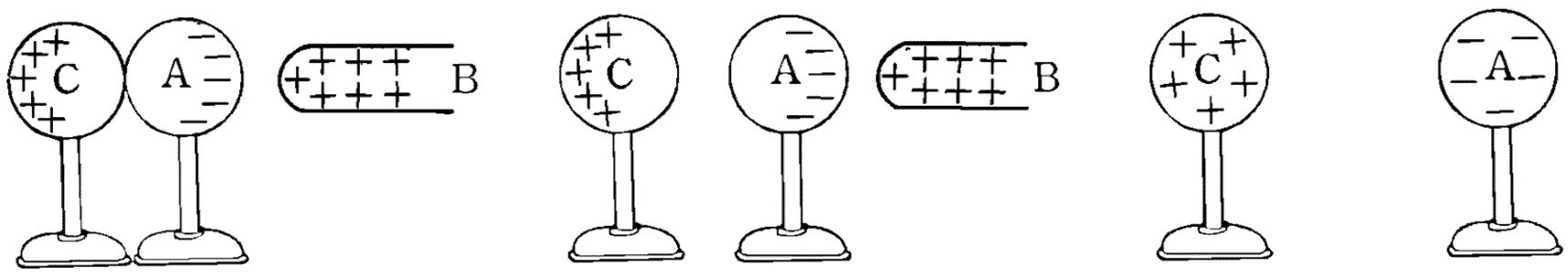
4.導體的成應起電：利用靜電感應原理，使物體帶電的現象。

(1)使一電中性導體帶異性電。**(**接地可以人體代替**)**



圖：感應起電：使導體帶電

(2)使二電中性導體同時帶電，且帶異性電。



圖：靜電感應：使兩電中性導體同時帶電

例 2.關於絕緣體與導體下列敘述何者是錯的？ (A)絕緣體可帶電但不可導電 (B)絕緣體帶正電時，是因為有正電荷移到絕緣體上 (C)在導體物質中，有大量自由電子 (D)絕緣體也會有靜電感應。答：B

類 1.下面哪一種物質屬於絕緣體 (A)人體 (B)水 (C)潮濕空氣 (D)玻璃。答：(D)

類 2.導體與絕緣體區別，在於前者含有那個粒子？ (A)原子 (B)電子 (C)質子 (D)自由電子。答：(D)

例 3.下列敘述何項正確？ (A)絕緣體可帶電，不可導電 (B)絕緣體帶有正電時係有正電荷移至此絕緣體上 (C)一點電荷距同大小帶等電量之絕緣體與導體等遠之一點，此點所受之靜電力相同 (D)絕緣體接近帶電體時很難產生感應電荷 (E)絕緣體接近帶電體時，可被吸引。答：(A)(D)(E)

【解說】絕緣體離導電之原因是沒有自由電子。在(C)因導體近端異名電之吸力大於遠端同名電之斥力

類 1.使物體上之電荷分離時 (A)靜電感應法適用於絕緣體 (B)摩擦起電法適用於導體 (C)靜電感應法適用於導體，摩擦起電法適用於絕緣體 (D)利用感應與摩擦起電法皆無法使電荷分離 (E)以上皆非。答：(C)【解說】導體用靜電感應，絕緣體用摩擦起電。

類 2.下列關於靜電的實驗之敘述中，那個是對的？ (A)空氣濕度大時，效果較佳 (B)摩擦起電只適用於質料相異之二絕緣體 (C)以靜電感應使 A 物帶電，則 A 物宜爲絕緣體 (D)實體中各導體以具有尖端者較不漏電。答：(B)【大學聯考題】【解說】空氣愈潮濕，則靜電會隨潮濕空氣逸散。靜電感應適合於導體，而導體之尖端容易放電。

例 4.用絲絹摩擦玻璃棒後，玻璃棒帶正電，則 (A)絲絹帶同量的負電 (B)帶正電的質點由絲絹移至玻璃棒 (C)負電荷由玻璃棒移至絲絹 (D)系統正、負電荷總數不相等 (E)俟摩擦產生的熱量都已散盡的時候，帶電的玻璃棒與絲絹的整個系統總能量大於摩擦以前整個系統的總能量。答：(A)(C)(E)【解說】在(E)摩擦所做之功除部分散熱外有部分將正負電分離而使電能增加。

類 1.絹布摩擦玻璃棒後，絹布帶負電的原因是 (A)帶正電質子由絹布移向玻璃棒 (B)正電質子由玻璃棒移向絹布 (C)帶負電電子由玻璃棒移向絹布 (D)摩擦後兩者皆失掉正電質子 (E)帶負電電子由絹布移向玻璃棒。答：(C)

類 2.絲綢與玻璃棒摩擦後，可使玻璃棒帶正電，這是因爲 (A)摩擦的過程中，絲綢與玻璃棒一起產生了更多的正電荷 (B)摩擦的過程，有一些正電由絲綢移到玻璃棒上 (C)摩擦的過程，玻璃棒上有一些負電被中和了 (D)摩擦的過程中，玻璃棒上的一些負電轉移到絲綢上 (E)摩擦過程中，外界所做的功(或能量)轉化爲正電荷。答：(D)

類 3.絲絹摩擦後的玻璃棒帶正電，下列敘述何者正確？ (A)玻璃棒所帶正電，是由摩擦生熱轉換而來 (B)玻璃棒所帶正電，是由絲絹轉移而來 (C)摩擦造成正電荷積聚移至玻璃棒 (D)摩擦造成玻璃棒原子中的電子移至絲絹。答：(D)

例 5.欲使一物體帶正電時，須將 (A)質子移至物體上 (B)電子移至物體上 (C)物體內之電子全部移去 (D 物體內之一少部分電子移去即可 (E)物體內之一部分質子移去。答：(D)
【解說】帶正電表示此物質失去電子。

類 1.下列敘述何者正確？ (A)金屬導體導電時，只有自由電子移動 (B)電解液導電時，正、負電荷皆可移動 (C)摩擦起電時，一物體失去負電荷，另一物體失去正電荷 (D)使一物體帶正電，須由此物體移去電子 (E)摩擦起電時，各物體中的質子數不變。答：(A)(B)(D)(E)
【解說】金屬導體內容易被脫離之電子稱自由電子，液體中帶電之粒子稱離子，能導電之原因是因有帶電之粒子。

類 2.物體摩擦起電帶正電時，須將 (A)質子移至物體上 (B)電子移至物體上 (C)物體內質子全部移去 (D)物體內一少部分電子移去即可。答：(D)

類 3.與毛皮摩擦後的膠棒帶負電，其原因是因爲 (A)帶正電質點由膠棒移向毛皮 (B)帶負電質點由毛皮移向膠棒 (C)摩擦後，兩者皆失去正電質點 (D)以上皆有可能。答：(B)

例 6.有三個小球 A、B、C，當 A、B 靠近時互相吸引，而 B、C 靠近時互相排斥，則下列敘述何項正確？ (A)A 球所帶之電必與 B 球所帶之異號 (B)B 球與 C 球皆必帶電 (C)A 球可能帶電亦可能不帶電 (D)A、B、C 三球必皆帶電 (E)B 球與 C 球必帶同性電。答：(B)(C)(E)
【解說】相吸有二種情況①異名電相吸，②因帶電體對不帶電體之靜電感應而相吸。

類 1.有 A、B、C 三個塑膠小球，A 和 B，B 和 C，C 和 A 間都是互相吸引的，如果 A 帶正電，則： (A)B、C 球都帶負電 (B)B 球帶負電、C 球帶正電 (C)B、C 球中必有一個帶負電，而另一個不帶電 (D)B、C 球都不帶電。答：(C)

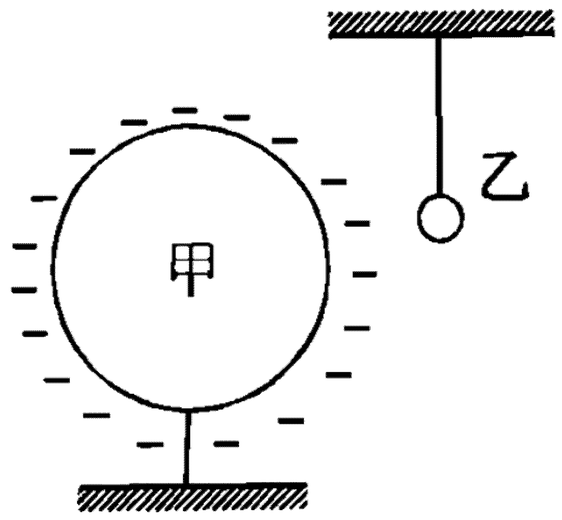
類 2.有四個塑膠小球，A 和 B 互相排斥，B 和 C 互相吸引，C 和 D 互相排斥，如果 D 帶正電，則 A 球帶： (A)正電 (B)負電 (C)不帶電 (D)可能帶負電，亦可能不帶電。答：(B)

類 3.一帶正電的玻璃棒，吸引一極輕的金屬小球，據此可測該小球 (A)帶正電 (B)負電 (C)帶負電或不帶電 (D)帶正電或不帶電。答：(C)
【解說】相吸表示①帶物體帶異名電。②一個帶電，另一個不帶電，但因靜電感應而相吸。

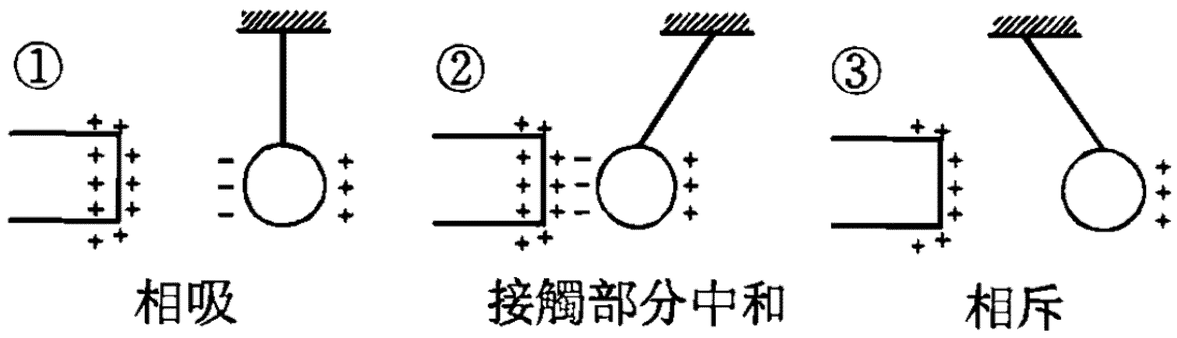
類 4.將一把塑膠尺接近小紙片時，發現小紙片被尺吸引，則下列何者<u>不可能</u>？ (A)小紙片不帶電，尺帶電 (B)小紙片帶電，尺不帶電 (C)小紙片、尺均帶電 (D)小紙片、尺均不帶電。答：(D)

類 5.將一根帶正電的玻璃棒置於水龍頭的水柱旁，則水柱會 (A)背離玻璃棒而彎曲 (B)向著玻璃棒而彎曲 (C)水會分裂成輻射狀 (D)水柱會斷裂 (E)不受影響。答：(B)

例 7.一個輕而未帶電的金屬小球乙，用一絕緣線懸掛著，如圖所示。若將一帶電的金屬球甲靠近乙，則下列敘述何者正確？ (A)乙先被甲排斥，然後被甲吸引與甲接觸 (B)乙被甲吸引，然後一直保持與甲接觸 (C)乙先被甲吸引接觸甲，然後被甲排斥離開甲 (D)乙被甲排斥，不可能碰觸甲 (E)乙不受影響，保持不動。【89 年學科能力】答：(C)【解說】小球乙先被靜電感應而相吸，當接觸時，甲球上之負電會部分分布在乙球上，因相斥而分開。

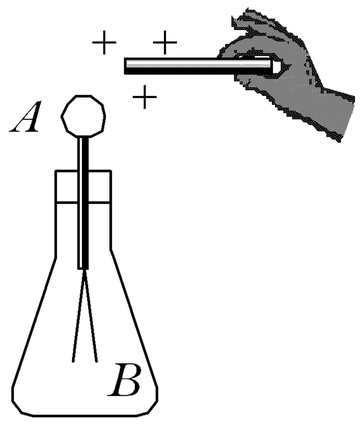


類 1.將帶電體置於不帶電輕球附近，會有靜電感應作用，因此當帶電體接近可自由移動的不帶電輕球而接觸時，此球會怎樣？ (A)被吸引 (B)被排斥 (C)先吸引後排斥 (D)先排斥後吸引。答：(C)



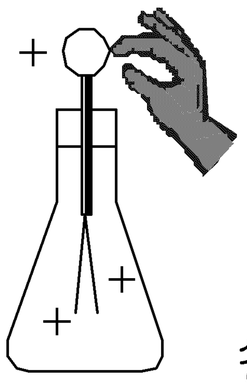
類 2.將一乒乓球鍍上石墨使成導體，而以尼龍線（非導體）掛在空中，先以手指觸球，使球上不帶淨電荷，再取一帶負電之棒子接近小球，但不相碰觸，此時以手指輕觸小球一下，然後移開棒子，則此時小球是帶 (A)正電 (B)負電 (C)不一定 (D)無法判斷。答：(A)

例 8.將帶正電的玻璃棒逐漸接近驗電器上方的金屬球時，如右圖所示，則 (A)驗電器會帶正電 (B)驗電器不會有任何變化 (C)驗電器的 A 堆積正電 (D)驗電器的 B 端堆積負電 (E)驗電器 B 端處金箔片會張開。



答：(E)

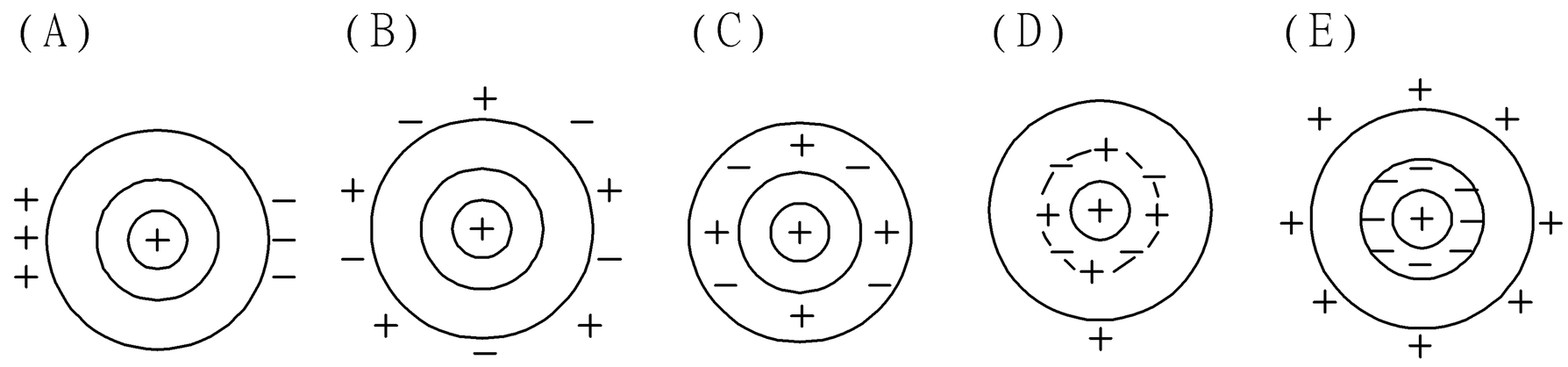
類 1.一具原本帶有若干正電的驗電器，如以手觸摸後，則驗電器 (A)帶正電，但電量減少 (B)不受影響 (C)帶負電，且電量大小與原來的正電一樣多 (D)不帶電 (E)帶正電，且電量會增加。



答：(D)

類 2.驗電器可以檢驗下列哪一項？ (A)電阻大小 (B)靜電之電性 (C)電場強度 (D)電流強弱。
答：(B)

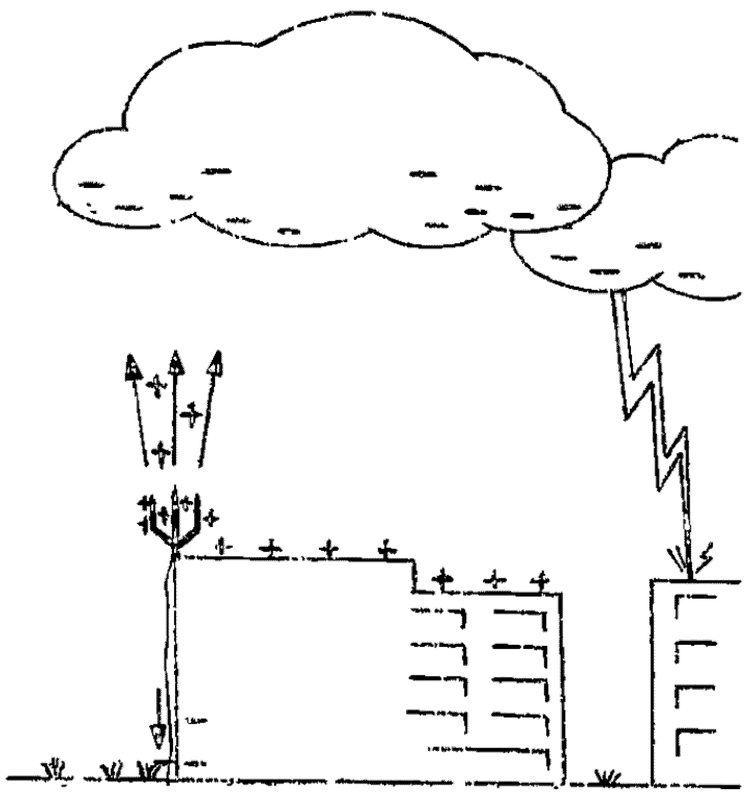
例 9.將正電荷放在金屬球殼的球心處，則金屬球上的電荷分布情況為



答：(E)

【解析】金屬的靜電感應現象：球殼的內於緣受到內部正電荷的靜電感應而出現負電荷，球殼的外緣，則感應出等量的正電，而金屬球殼內部，並不會存在靜電荷，(內部電場為零)

三、日常生活中的靜電感應



圖：避雷針的原理

1.雷電現象：

(1)雲層的摩擦起電：雲層間由於空氣對流作用產生摩擦使雲層帶電。通常在下方的雲層常帶負電，而在上方的雲層則帶正電。

(2)地面的靜電感應：當帶負電的雲往下移動接近地面時，地面成應正電荷。

(3)尖端放電：地面的正電荷容易經由高聳突出物的頂端表面，例如：山巔、大樹、高塔等，被釋放至空氣中，這種現象稱為尖端放電。

(4)閃電：雲層的負電荷與地面感應的正電荷在空中急劇地中和形成閃電。

(5)雷聲：正負電中和同時產生巨大的熱能，使空氣急速加熱膨脹，造成雷聲。閃電與雷聲同時發生，但因光速大於聲速，所以先看到閃電，再聽見雷聲。

(6)避雷針：避雷針是一根頂端尖銳的金屬桿，裝置在高樓的最高點，桿身有一條導線連接到地下。當帶電的雲層接近時，金屬桿的尖端感應異性電荷，並持續地放電，使雲層上的電荷逐漸被中和，可免除高樓遭受雷擊的危險。

3.其他日常生活中的靜電戚應現象：

(1)用毛衣或乾布摩擦過後的塑膠墊板可以吸引小紙片。

(2)寒冷乾燥的冬天常穿著毛衣禦寒。由於走動產生摩擦會使毛衣帶電。

(3)載送易燃油品的油罐車，車尾處繫有一鐵鍊拖在地上，是為了避免因靜電而造成的危害。

(4)靜電除塵：燒煤工廠的煙囪，排出的濃密灰燼若不設法淨化，將使空氣嚴重污染，最進步的淨化方式是採用靜電方式使灰燼顆粒沉積，除塵器沉積出之灰燼還可加以利用。

(5)影印機利用影印紙受強光照射會導電的性質，使碳粉因靜電引力吸附在紙上，經熱處理而固定下來。

例 10.避雷針 (A)是利用尖端放電 (B)必須以導線與建物相接觸 (C)必須接地 (D)目的在保護建築物。答：(A)(B)(C)(D)

類 1.避雷針是利用那一種作用所造成？ (A)屏蔽作用 (B)導電作用 (C)尖端放電 (D)避邪作用 (E)增加樓高。答：(C)

類 2.避雷針能夠避雷是因爲 (A)避雷針對閃電能造成排斥作用 (B)避雷針的絕緣效果良好 (C)避雷針能中和建築物或雨雲上的部分電荷(或感應電荷)，避免雷擊發生 (D)避雷針的導電能力極佳，可使雨雲上的電荷接地，避免雷擊發生。答：(C)

類 3.避雷針的形狀都爲尖狀，其原因何者錯誤？ (A)不易被吹斷 (B)尖端堆積的電荷密度最大 (C)尖端處的電場較強 (D)易生尖端放電。答：(A)

類 4.電雨天在空曠區作戶外活動的危險主要原因爲： (A)空曠區易形成正電區 (B)空曠區易形成負電區 (C)空曠區電荷容易中和 (D)人體易形成尖端放電，而導致受電擊。答：(D)

例 11.下列生活中常見的現象，那一個最足以說明摩擦起電？ (A)影印機工作原理 (B)電視機螢幕上總是很快就會蒙上一層灰塵 (C)蛀牙時，牙醫利用金屬粉填塞蝕洞。當吃東西不小心以不鏽鋼的湯匙碰到它，會有酸麻的感覺 (D)烘衣機烘完衣服後，衣服常常會黏在一起。答：(D)

類 1.下列何者屬於靜電之利用 (A)油罐車後拖鐵鏈接地 (B)捕蚊拍 (C)靜電集塵器 (D)靜電植絨機(E)影印機。答：(A)(B)(C)(D)(E)

類 2.公路上的油罐車行駛途中常有鐵鏈自車上垂擺下來與地連接，是因 (A)鐵鏈鬆落 (B)製造聲勢通知車輛到達 (C)使車上的電荷導失於地球中 (D)避免車輛漏電 (E)將鐵鏈之銹去掉。答：(C)

【解說】使車上產生之電荷排入地下，以避免火花放電，造成燃燒。

類 3.火花放電 (A)是劇烈的中和 (B)如雷電之發生 (C)落雷現象 (D)必有大量能量以聲光熱釋出。答：(A)(B)(C)(D)

四、庫倫定律

庫命定律：1785 年法國科學家庫命所發現。

(1)庫命定律：兩球狀帶電體之間的作用力與兩物體所帶的電量 Q、q 乘積成正比，與兩球心之間距離 r 的平方成反比。這關係被稱為庫命定律：

$$\vec{F} = \frac{kQq}{r^2}$$

(2)單位：電量 Q、q 為庫命(C)；距離 r 為公尺(m)；比例常數 k。

(3)性質：

①庫命定律僅適用於點電荷間的作用力，或兩帶電體距離相當遠。

②電荷之間的作用力，不需靠彼此間的接觸而產生，屬於超距力的類別。

③電量 Q、q 同號則 F 為排斥力，電量 Q、q 異號則 F 為吸引力。

④一庫命相當於 6.25×10^{18} 個電子的電量，一個電子電量為 -1.6×10^{-19} 庫命。

例 12.兩個點電荷間的斥力原為 F。若其中一個點電荷的電量，增加為原來的兩倍，且兩個點電荷間的距離，也增加為原來的兩倍，則其斥力為何？ (A)4F (B)2F (C)F (D)F/2 (E)F/4 。【90 學科能力】答：(D)

類 1.甲、乙兩帶電體相距 R 時，其間的靜電力為 F，則當兩帶電體的電量皆增為原來的 2 倍，且距離也增為 $2R$ 時，其間的靜電力變成多少？ (A)$\frac{1}{4}F$ (B)$\frac{1}{2}F$ (C)F (D)$2F$。答：(C)

類 2.兩個點電荷之帶電量分別為 $Q_1=q$，$Q_2=2q$，相距 R，兩電荷間靜電力為 F。若將 Q_1 改為 $4q$，且將間距拉大為 $3R$，則兩電荷間的靜電力大小為多少？ (A)$12F$ (B)$\frac{4}{9}F$ (C)$\frac{16}{9}F$ (D)$\frac{4}{3}F$。答：(B)

類 3.有 A、B 兩個帶電的質點，當兩質點的距離為 L 時，兩者間的電力為 F，則當兩質點的距離增為 $2L$ 時，兩者間的電力為 (A)$\frac{1}{2}$ (B)$\frac{1}{4}$ (C)2 (D)$4F$。答：(B)

類 4.庫侖的靜電平方反比定律中，所謂平方反比是指 (A)電力與電量乘積的平方成反比 (B)電力與電量乘積的平方根成反比 (C)電力與電荷距離的平方成反比 (D)電力與電荷距離的平方根成反比。答：(C)

例 13.二電荷相距 0.5 米時，其間吸引力為 2.7×10^{-5} 牛頓；若距離增為 1.5 米，則吸引力為若干牛頓？(A)0 (B)2.7×10^{-5} (C)3×10^{-6} (D)9×10^{-6} 牛頓。答：(C)

類 1.相距 5cm 之兩帶電體間互斥力欲保持為 10N，則其中之一電量增為 4 倍時，兩者之距離應改為 (A)2.5cm (B)7.5cm (C)10cm (D)20cm。答：(C)

類 2.兩小球帶同性電但不相等之電量，當其相距 5cm 時互斥之力為 0.9N，若各小球上之電量均加倍，則距離變為 3 倍時兩者互斥之力變為 (A)0.3N (B)0.4N (C)0.9N (D)1.2N。答：(B)

例 14.三個完全相同的導電球 A、B 及 C，其中 A、B 兩球各帶相等電荷，且位置固定，但 C 球不帶電。若 A、B 兩球之距離 d 遠大於球的半徑，其間的靜電斥力為 F。今將 C 球先與 A 球接觸，移開後再與 B 球接觸，然後移到遠處。則最後 A、B 兩球間之作用力為_____。

【大學聯考題】答：$\frac{3}{8}F$

類 1.兩相同之金屬球，僅其中一個帶有電量，其電量爲 Q。若將這兩球接觸而後分開一距離 R(此處 R 遠比小球半徑爲大)，則兩球間靜電的作用力爲 (A)0 (B)$\frac{KQ}{R^2}$(相斥) (C)$\frac{KQ}{R^2}$(相吸) (D)$\frac{KQ^2}{R^2}$(相吸) (E)$\frac{KQ^2}{4R^2}$(相斥)。答：(E)

例 15.A、B 兩相同金屬小球各帶同性電荷，當兩者相距 6.0 米時，每球所受斥力為1×10^{-1}牛頓，若將兩金屬球相碰後，相距 2m 時，其電力變為 1.2 牛頓，則兩球原來之電量比若干？答：1:3 或 3:1

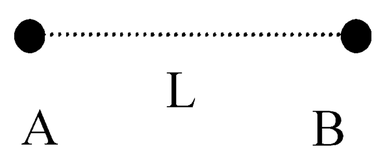
類 1.兩帶等電量同名電之物體相距R，其間斥力爲F，今相碰後再相距R則其間斥力 (A)F (B)$\frac{F}{2}$ (C)$\frac{F}{4}$ (D)0 (E)不一定。答：(E)【解說】因兩帶電體不見得等大之球形導體，故電荷之分佈不見得因相碰而均分。

類 2.兩個等大的金屬球，其中一個帶電量爲$+p$，另一個帶電量爲$-q$，則將兩球以細導線聯結後，達成平衡時，兩球上的電量分別爲 (A)$+p$、$-q$ (B)0、0 (C)$\frac{p-q}{2}$、$\frac{p-q}{2}$ (D)$+\frac{p}{2}$、$-\frac{q}{2}$。答：(C)

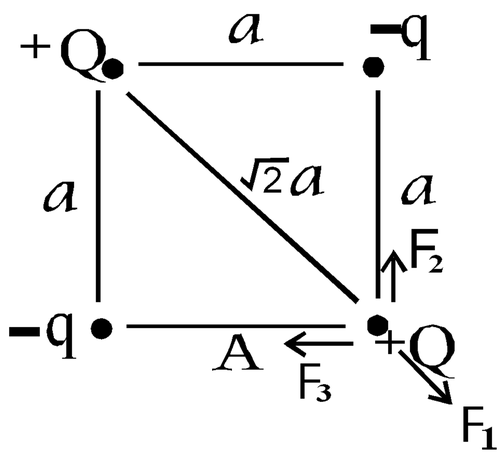
例 16.三個點電荷 ABC 依序以等間隔排成一直線，電量比為$+2:-4:1$，則三電荷所受的電力大小的比為： (A)2：4：1 (B)2：1：4 (C)7：8：15 (D)15：8：7。答：(D)

類 1.三相同金屬球帶同性且等量的電荷，若各球間隔 10cm 排在一直線上時，左側之球受10^{-5}nt 之力，若兩球合併且距第三球 10cm，則第三球所受之電力大小爲 (A) 1.6×10^{-5} nt (B)1.6×10^{-9} nt (C)8×10^{-2} nt (D)3.2×10^{-4} nt (E)1.9×10^{-10} nt。答：(A)

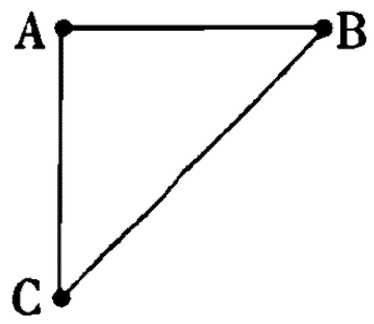
類 2.A、B 兩球帶同量正電荷，兩球心相距 L，兩者間電力爲 F，今球 C 大小一樣也帶同量負電荷，置於 A、B 球中央處，則此時球 A 所受電.力大小 (A)$2F$ (B)$3F$ (C)$4F$ (D)$5F$。答：(B)



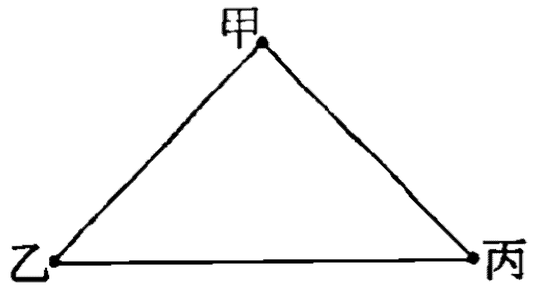
例 17.在正方形的兩個對角上各放一個點電荷＋Q，其他兩個對角上各放一個點電荷－q，當作用在＋Q 上的庫侖力的合力為零時，電量 Q 和 q 之比值為： (A)$2\sqrt{2}$ (B)$\sqrt{2}/2$ (C)$\sqrt{2}$ (D)1＋$2\sqrt{2}$。 答：(A)



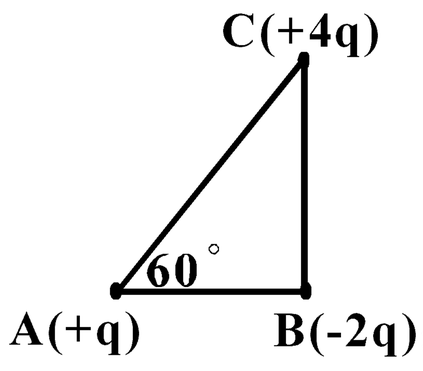
類 1.如右圖帶同樣電量+q 的小球，放置在等腰直角三角形之三個頂點上，AB 間的距離爲 a，庫侖定律中比例常數爲 k，則 A 球所受淨力的大小爲 (A)$\frac{\sqrt{2}kq^2}{a^2}$ (B)$\frac{2kq^2}{a^2}$ (C)$\frac{kq^2}{a^2}$ (D)$\frac{\sqrt{3}kq^2}{a^2}$ (E)0 。答：(A)



類 2.帶等量正電的甲、乙、丙三個小球，置於等腰三角形的頂點，如右圖所示。甲球所受淨力是 F。若將甲球改爲帶等量負電，則甲球所受淨力的量值爲？ (A)$\frac{F}{2}$ (B)F (C)$\sqrt{2}F$ (D)$2F$。答：(B)【推甄】



類 3. 三個固定的電荷 A、B、C 排列如附圖所示，其帶電量及電性分爲＋q、－$2q$、＋$4q$,，若 A、B 之間的靜電力爲 F，則 A、C 之間的靜電力爲若干 F？ (A)$2F$ (B)$\frac{1}{2}F$ (C)$4F$ (D)$\frac{1}{4}F$ (E)F。答：(B)



6-2 直流電與交流電

一、電流

1.定義：凡是電荷移動，即形成電流。**(**固體導體中能移動的是自由電子；液體導體中移動(導電)的是正、負離子。氣體導電則有游子(也稱游離的離子)**)**

2.方向：電流的方向定為正電荷流動的方向。

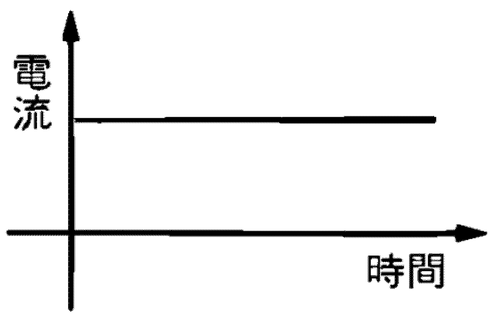
(1)正電荷的流向正好和帶負電的電子流方向相反。

(2)金屬導線的封閉迴路中，電流由電池**(**電源**)**正極經外線路流到負極，再由負極經電池**(**電源**)**內部回到正極，構成一迴路。

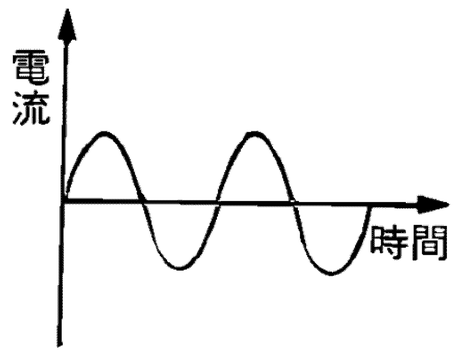
3.分類：依照電流的變化分為兩類

(1)直流電**(D.C.)**：向固定方向流動的電流，如圖**(**一**)**所示，稱為直流電。

(2)交流電**(A.C.)**：電流大小和流動的方向隨時間作有規律的變化，如圖**(**二**)**所示，稱為交流電。台電所供給的交流電其頻率為 **60** 赫。



圖㈠：直流電源



圖㈡：交流電源的電流方向和大小隨時間作週期性的變化

4.電流大小：指每秒內通過導線某一截面的淨電量。

(1)公式：$I=\dfrac{\Delta Q}{\Delta t}$

(2)單位：電流單位稱為安培**(ampere**，簡寫為 **A)**。

1 安培定義為取一截面每秒鐘通過 **1** 庫侖的電量，即 $安培(A)=\dfrac{庫侖(coul)}{秒(\sec)}$ 。

例 18.電線的電流是因_____流動而產生的，電解槽中的電流是因_____在溶液中移動而產生的。答：自由電子；正負離子

類 1.下列何者是電流： (A)有原子在流動 (B)有質子在流動 (C)有中子在流動 (D)有電子在流動。答：(B)(D)【解說】原子不帶電，中子不帶電。

類 2.金屬能夠導電是因爲含有： (A)帶負電的軌道電子 (B)正負帶電離子 (C)帶正電的原子核 (D)帶負電的自由電子。【評量試題】答：(D)【解說】金屬能導電是因含有自由電子。

類 3.金屬導線中的電流是下列何者的流動？ (A)所有質子 (B)所有電子 (C)自由電子 (D)質子和電子交互流過 (E)中子流過。答：(C)

類 4.金屬導體內有電流時，在導體內流動的是 (A)質子 (B)離子 (C)電子 (D)原子。答：(C)

類 5.表中有關電流、電壓、電量的單位，何者正確？【大學甄選試題】答：(A)(H)(K)

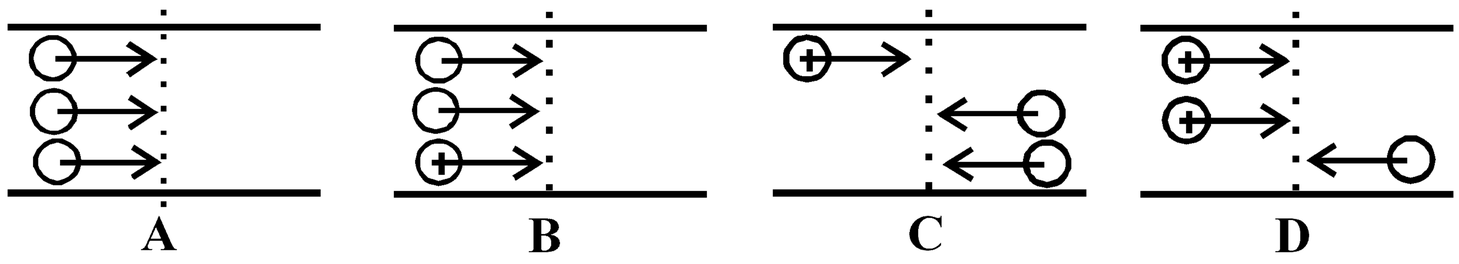
電池	(A)安培	(B)瓦特	(C)庫侖	(D)伏特
電壓	(E)安培	(F)瓦特	(G)庫侖	(H)伏特
電量	(I)安培	(J)瓦特	(K)庫侖	(L)伏特
(每行各選一項，共應選三項)				

【解說】電流用安培，電壓用伏特，電量用庫侖。

類 6.在有電流的導線上 (A)各點之電位均相同 (B)電流是由高電位流向低電位 (C)電流是由低電位流向高電位 (D)必有正電荷在流動。答：(B)

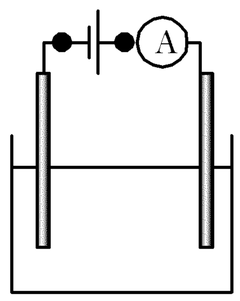
例 19.有一溶液，在一分鐘內有 4×10^{10} 個 Ca^{2+} 向右，2×10^{10} 個 Na^{+} 向左，7×10^{10} 個 Cl^{-} 向左，求平均電流？

類 1.圖中每一粒子所帶電荷均為一個基本電荷，它們均在 1 秒內先後通過虛線所表示導線之截面，今以電流計測得的電流最小者為 (A)A (B)B (C)C (D)D。



答：(B)

類 2.在右圖的電解槽中，已知安培計的讀數為 1 安培，則 (A)正、負離子能產生同向的電流，因此電流會大於 1 安培 (B)正、負離子產生相反的電流，因此電解槽內任一截面通過的電流小於 1 安培 (C)由於正、負離子皆能產生電流，且其總和為 1 安培 (D)只有負離能產生電流，且其電流等於 1 安培 (E)只有正離子能產生電流，其電流等於 1 安培。



答：(C)

類 3.金屬導線某截面在 3 秒內向右通過 18 庫侖電量的自由電子，則其平均電流若干？方向如何？答：6A；向左

類 4.有一個乾電池，每秒鐘通過的電量為 0.5 庫侖，則通過的電流為？ (A)0.25 (B)0.5 (C)1 (D)1.5 安培。答：(B)

類 5.一個電子的電量為 1.6×10^{-19} 庫侖，若每分鐘有 3×10^{20} 個電子通過電路的任一截面，則此電

路的電流爲多少安培？ (A)0.5 (B)0.8 (C)1.2 (D)3.0。答：(B)

例 20.導線上通過的電流強度，於半分鐘內由 0.2 安培穩定增加至 0.6 安培，則這段時間內所通過導線某截面的電荷若干庫侖？ (A)6 (B)12 (C)18 (D)24。【評量試題】答：(B)

類 1.有一電路上的電流爲 10 安培，則在 10 分鐘裡有多少電量流過電路上的任一截面？ (A)100 (B)600 (C)6000 (D)60000 庫侖。答：(C)

類 2.一條導線上有 10 安培之電流，則 1 秒鐘內流過某截面的電子數爲 (A)1.6×10^{-18} (B)1.6×10^{18} (C)6.25×10^{18} (D)6.25×10^{19} 個。答：(D)

類 3.氫原子內的電子繞原子核作等速率圓周運動時，產生的電流爲 I。若電子移動的速率爲 v，圓運動的半徑爲 r，則電子的電量爲 (A)$\frac{\pi rI}{v}$ (B)$\frac{2\pi rI}{v}$ (C)$\frac{4\pi rI}{v}$ (D)$\frac{2\pi^2 rI}{v}$ (E)$\frac{\pi rI}{2v}$。答：(B)

類 4.一導線有穩定電流在導線截面積 A_1 處電流爲 I_1，而在截面積 A_2 處電流 I_2，可知 I_2 之大小爲 (A)I_1 (B)$\frac{A_2}{A_1}I_1$ (C)$\frac{A_1}{A_2}I_1$ (D)$\sqrt{\frac{A_1}{A_2}}I_1$ (E)$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}I_1$ 。答：(A)【解說】穩定電流流過任一截面電流相同。

類 5.導體帶電時，電荷分布於 (A)表面 (B)裡面 (C)內外皆有 (D)內外皆無。答：(A)

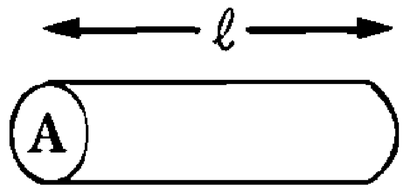
例 21.利用三用電表來檢測標示 $110V$、$100W$ 的燈泡的好壞，下列敘述何者正確？ (A)用電阻檔，測燈泡的電阻 (B)用電流檔，測燈泡的電流 (C)用直流電壓檔，測燈泡的電壓 (D)用交流電壓檔，測燈泡的電壓。答：(A)

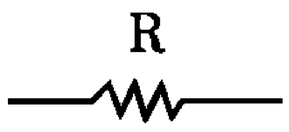
類 1.用三用電表測量到的交流電電壓，是指交流電電壓的：(A)平均值 (B)最大值 (C)平方值 (D)方均根量值。答：(D)

類 2.以三用電表測量家中牆壁的插座是否有電源，應將三用電表調至何檔位 (A)Ω 檔 (B)$DCmA$ 檔 (C)DCV 檔 (D)ACV 檔。答：(D)

二、電阻定律

1.電阻定律是指金屬導線之電阻與截面積成反比而與長度成正比，稱此為電阻定團律。電阻以符號 **R** 表示。即　$R=\rho\dfrac{l}{A}$





上式中之ρ稱電阻率，受溫度與材料之不同而不同。

2.影響電阻大小的因素：

(1)導線性質：導線的電阻和其長度成正比，和其截面積成反比。

(2)導線溫度：金屬導體的電阻也和溫度有關，溫度增加時，電阻隨之增大。如普通 **60W** 燈泡內的燈絲在室溫時的電阻約為 **15Ω**，當燈絲白熾發光時，其電阻增加至 **200Ω** 左右。

例 22.電阻為 R 的均勻導線拉長為原來的 n 倍，則電阻變為原來的若干倍？(A)n (B)n^2 (C)$\dfrac{1}{n}$ (D)$\dfrac{1}{n^2}$【評量試題】答：(B)

【解說】因長度變為 n 倍時，截面積變為$\dfrac{1}{n}$倍，而電阻$R=\rho\dfrac{l}{A}$，可見 R 變為n^2倍。

類 1.將一電阻線拉長爲原長的 n 倍，則其電阻變爲原來若干倍？答：n^2倍

類 2.電阻爲R的均勻導線拉長爲原來的 4 倍，則電阻變爲原來的若干倍？ (A)不變 (B)4 倍 (C)16 倍 (D)1/16 倍 (E)1/4 倍。答：(C)

類 3.將一根電阻絲拉長兩倍時，其電阻爲原來的幾倍？ (A)1 (B)2 (C)4 (D)8。答：(C)

例 23.若導線的電阻可由$R=\rho\dfrac{l}{A}$計算，則等長、等質量的二導線，其密度分別為d_1及d_2，電阻係數分別為ρ_1及ρ_2時，其電阻之比為何？ (A)$\rho_1 d_1:\rho_2 d_2$ (B)$\rho_1 d_2:\rho_2 d_1$ (C)$\rho_1:\rho_2$ (D)$d_1:d_2$。【評量試題】答：(A)

【解說】由密度$d=\dfrac{m}{V}=\dfrac{m}{Al}$，今$m$相同，$l$相同，可見$d\propto\dfrac{1}{A}$

再由$R=\rho\dfrac{l}{A}$，可得$R\propto\rho d$，故$R_1:R_2=\rho_1 d_1:\rho_2 d_2$

類 4.有 A、B 兩同質圓柱形電阻，半徑比 2：1，柱長比 2：1。則兩電阻比為 (A)1：2 (B)1：1 (C)2：1 (D)4：1。答：(A)

例 24.將一電阻線三等分後，再並聯後總電阻為原電阻線的幾倍？ (A)9 (B)$\frac{1}{3}$ (C)1 (D)$\frac{1}{9}$。答：(D)【解析】一電阻三等份後再並聯可視為長度為原來$\frac{1}{3}$而截面積變原來 3 倍，由 $R=\rho\frac{L}{A}$ 可知電阻為原來$\frac{1}{9}$倍

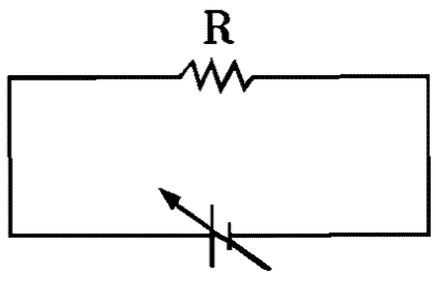
類 1.將一根導線的長度先拉長一倍後，再對裁成兩半，則任一部分的電阻變成原先的幾倍？(A)1/2 (B)1 (C)2 (D)4。答：(B)

類 2.金屬導線的電阻與何者無關？ (A)金屬種類 (B)導線粗細 (C)導線長度 (D)二端電壓。【評量試題】答：(D)【解說】因 $R=\rho\frac{l}{A}$，與電壓無關。

三、歐姆定律

1.電阻形成的原因：電子在流動過程中會和原子產生碰撞，好像水流遇到障礙物一樣，所以稱導線具有電阻。

2.歐姆定律：在溫度一定的條件下，導體兩端的電壓和流經其中的電流成正比，這個關係稱為歐姆定律。



改變電阻兩端之電壓,發現電流與電壓成正比。

(1)電阻定義：電壓 **V** 和電流 **I** 的比值定義為電阻，$R=\frac{V}{I}$。

(2)電阻單位：稱為歐姆**(ohm**，符號為 **Ω)**，$1\text{歐姆}(\Omega)=\frac{1\text{伏特}(V)}{1\text{安培}(A)}$。

(3)電阻符號：以 ─⁄⁄─ 表示。

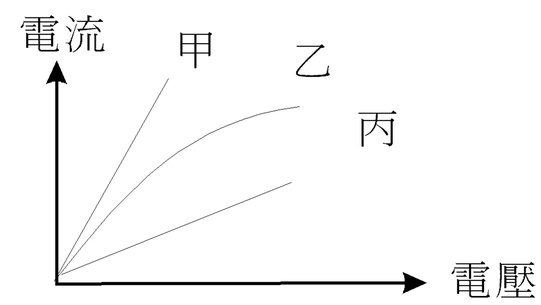
例 25.兩同質料之導線長度比為 3：1，直徑比 2：1，導線兩端電位差比為 1：2，則流過電流比為 (A)1：2 (B)1：3 (C)2：3 (D)3：4 。答：(C)

類 1.一理想電池，輸出電壓為 9 伏特，接一個 3Ω 電阻，則 (1)輸出電流？ (2)若將電阻線拉長

一倍再接上，則電流若干？答：(1)3A；(2)0.75A

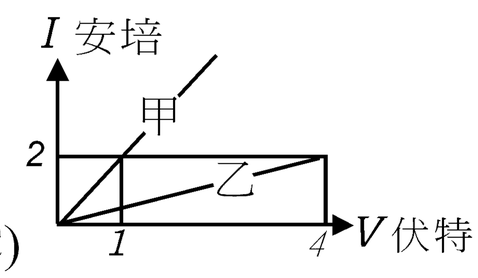
類 2.在歐姆定律中，導線上之電流與下列那因素無關？ (A)導線上的電阻 (B)導線兩端電壓 (C)導線中是否有原子 (D)導線中是否有電子 (E)導線之形狀。答：(C)(D)(E)【解說】$I=\dfrac{V}{R}$

例 26.某生取三種不同材料測量其電流與電位差的關係，關係圖如右。則當各材料兩端的電壓均爲 V 時



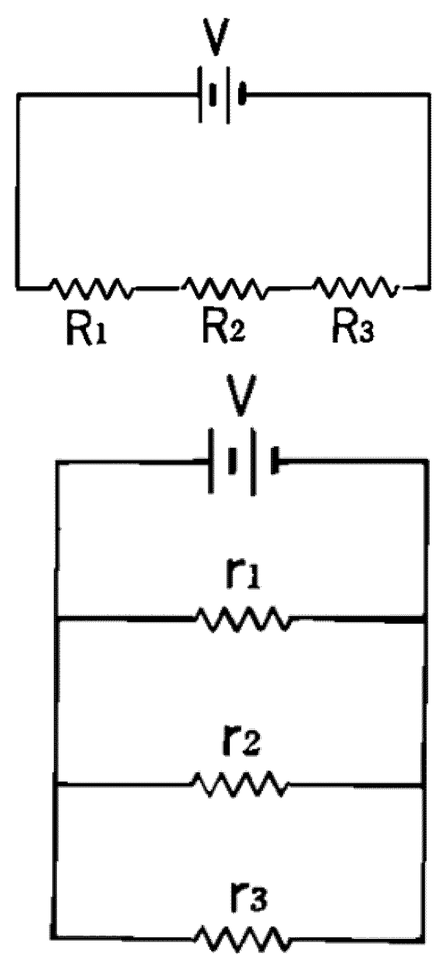
那一種材料上通過的電流最大？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)一樣大。 答：(A)

類 1.右圖爲甲、乙兩個不同電阻的 I-V 圖,今若將兩電阻串聯時,其總電阻爲 (A)0.4 (B)0.8 (C)2.5 (D)5.0 (E)7.5。 答：(C)



類 2.下面那一個單位可以代表電阻？ (A)伏特-安培 (B)庫侖／秒 (C)焦耳／秒 (D)伏特-秒／庫侖。答：(D)

四、電阻的串聯&並聯



1.基本觀念

(1)串聯：電流相等，電壓相加

(2)並聯：電壓相等，電流相加

2.電阻的串聯：總電阻變大

圖中 R_1、R_2、R_3 的組合，稱為串聯。

$\because$ 流經 R_1、R_2、R_3 的電流 $I=I_1=I_2=I_3$

而 R_1、R_2、R_3 的電壓 $V=V_1+V_2+V_3$

$\Rightarrow IR=I_1R_1+I_2R_2+I_3R_3$

$\therefore$ 總電阻 $R = R_1 + R_2 + R_3$

3. 電阻的並聯：總電阻變小

$\because R_1$、R_2、R_3 的電壓 $V = V_1 = V_2 = V_3$

而流經 R_1、R_2、R_3 的電流 $I = I_1 + I_2 + I_3$

$$\Rightarrow \frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

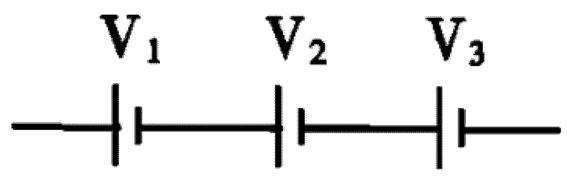
$$\Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

4. 電池的串聯：總電壓變大。

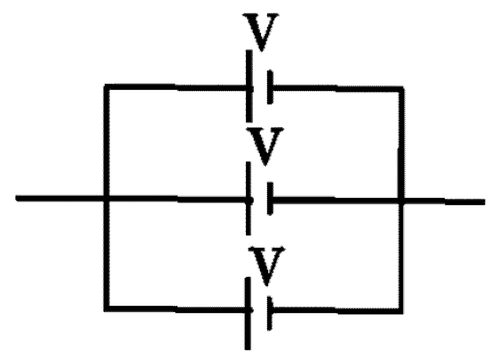
$V = V_1 + V_2 + V_3$

5. 電池的並聯：總電壓與一個電池電壓相同。

$V = V_1 = V_2 = V_3$



(b)電池串聯



(b)電池並聯

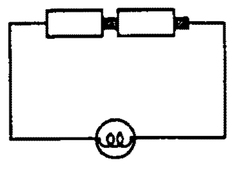
6. 家用電器：

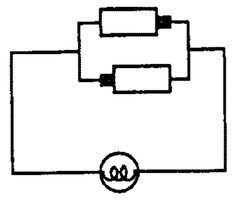
(1) 我們家中之電器均為並聯。

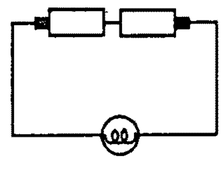
(2) 電器之保險絲必須與被保護之電器串聯。

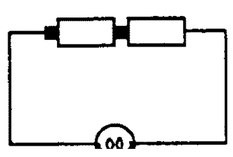
＊電池的串聯**&**並聯

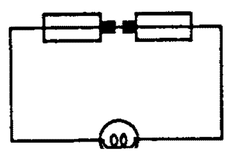
例 27.地震後停電，小馬利用兩個 1.5V 的乾電池及標示 3V、5W 的小燈泡自製簡易手電筒，下列的電路何者正確？(應選二項)【89 學科能力】答：(A)(D)

(A)


(B)


(C)


(D)


(E)


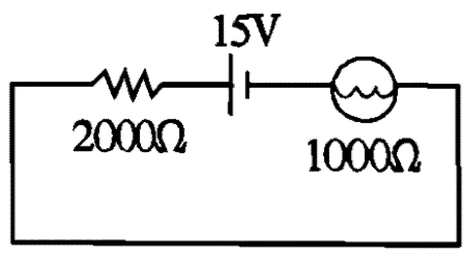
類 1.三個同樣之電池串聯使用時，總電壓為 4.8 伏特，則每個電池之電壓為 (A)4.8 伏特 (B)1.6 伏特(C)14.4 伏特 (D)以上皆非。答：(B)

【解說】每個電壓 v，則 3 個串聯總電壓 3V=4.8，則 V=1.6

類 2.並聯 10 個電壓為 2 伏特的電池，如不計內電阻，則兩端電壓為 (A)20 伏特 (B)2 伏特 (C)0.2 伏特 (D)10 伏特。答：(B)

【解說】10 個並聯電池其兩端電壓與 1 個電池時相同。

類 3.如右圖，電路中的電流為_____mA，電燈兩端的電壓為_____V。答：(1)5；(2)5



＊電阻的串聯**&**並聯

例 28.將 3 歐姆、3 歐姆及 6 歐姆三個電阻全部聯結使用時，那種為不可能的等效電阻？ (A)1.2 歐姆 (B)3 歐姆 (C)4 歐姆 (D)12 歐姆。【評量試題】答：(C)

類 1.三根都是 6Ω 的電阻線全部使用，可組合成幾種電阻？多大？答：4 種；2Ω，4Ω，9Ω，18Ω

類 2.將 3 個大小均不相同的電阻予以聯結時，有多少種不同電阻的聯結方法？ (A)1 (B)2 (C)3 (D)8。【評量試題】答：(D)

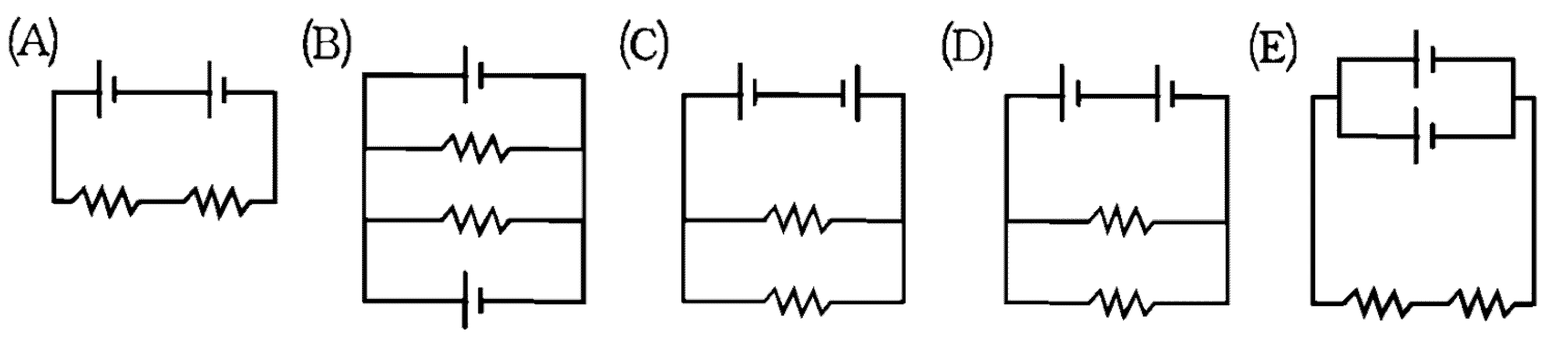
例 29.有電阻相同的電阻器 n 個連接後接於無內電阻之相同電池，則下述何者正確？ (A)串聯時總電阻為並聯時的 n^2 倍 (B)串聯時通過電池之總電流為並聯時的 $\frac{1}{n^2}$ 倍 (C)串聯時通過每一電阻器之電流為並聯時通過每一電阻器之 $\frac{1}{n}$ 倍 (D)組合電阻兩端之電位差，串聯時為並聯時的 n 倍 (E)每一電阻器兩端之電位差，串聯時為並聯時的 $\frac{1}{n}$ 倍。答：(A)(B)(C)(E)

類 1.n 個相同的電阻於串聯時的總電阻爲並聯時的若干倍？ (A) n^2 (B) n (C) $\frac{1}{n}$ (D) $\frac{1}{n^2}$。【評量試題】答：(A)【解說】串起來爲 nR，並聯起來爲 $\frac{R}{n}$，故串聯爲並聯的 n^2 倍。

例 30.下列各電池、電阻均相同，則

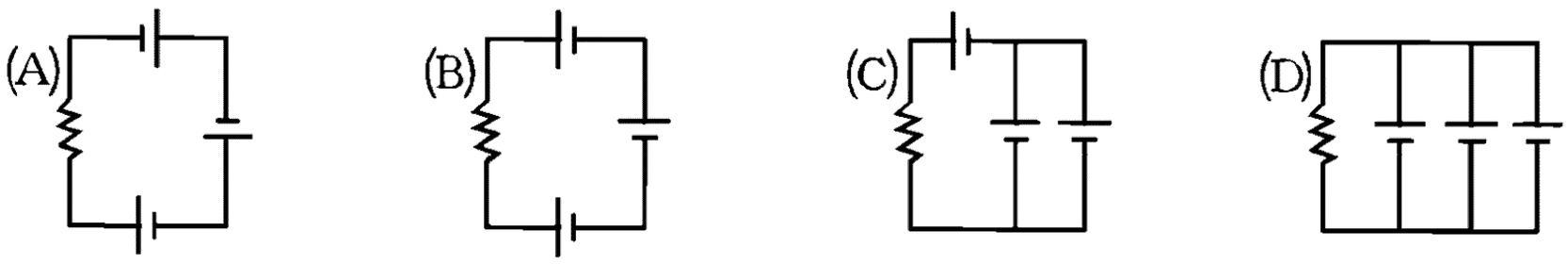
(1)何圖總電流最大？答：(D)

(2) 上題何圖之電流最小？答：(C)



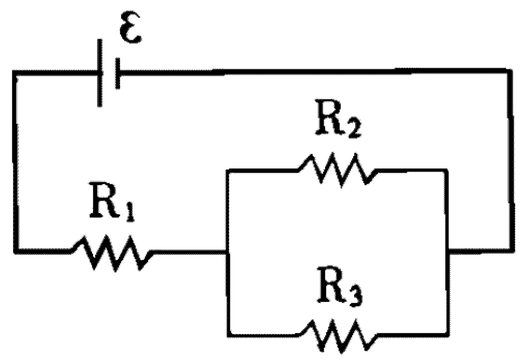
【解說】(C)圖電池互相抵消；(D)圖電壓最大，電阻最小，則電流最大。

類 1.於下列各種電路中，線路中的電阻均相同，而每個電池亦同，則何者可得較大的電流？【評量試題】答：(A)

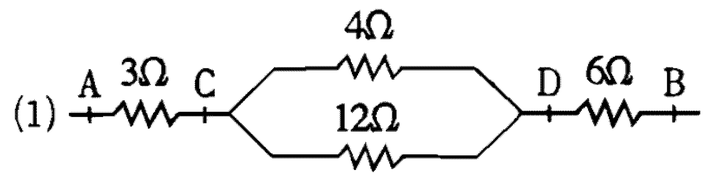


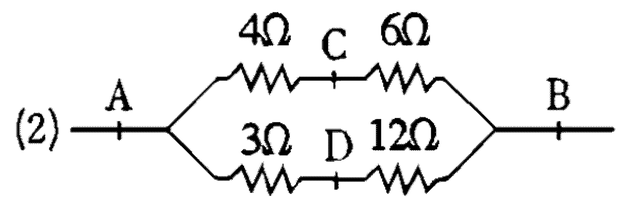
【解說】在(B)中有二個電池互相抵消。(A)是三個電池串聯電壓最大，則電流最大。

例 31. R_1=4Ω，R_2=6Ω，R_3=3Ω，ε=6V，如右圖所示，求通過各電阻的電流若干？答：$I_1=1A$；$I_2=\frac{1}{3}A$；$I_3=\frac{2}{3}A$

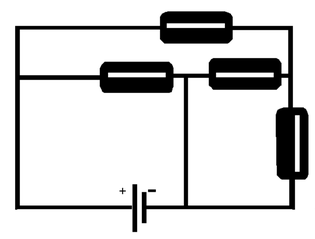


類 1.求下列各圖中 A、B 間的總電阻：答：(1)12Ω；(2)6Ω





類 2. 右圖中，每個電阻的電阻值均為 2Ω，則總電阻為？ (A)0.4Ω (B)0.6Ω (C)0.8Ω (D)1.0Ω (E)1.2Ω。

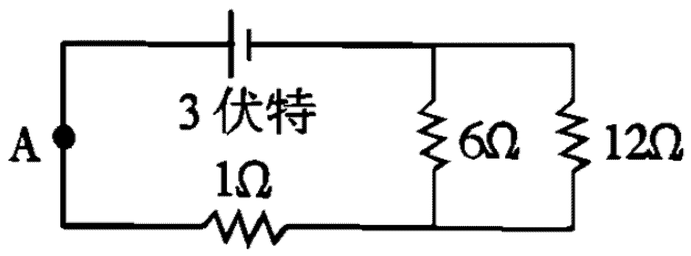


答：(E)

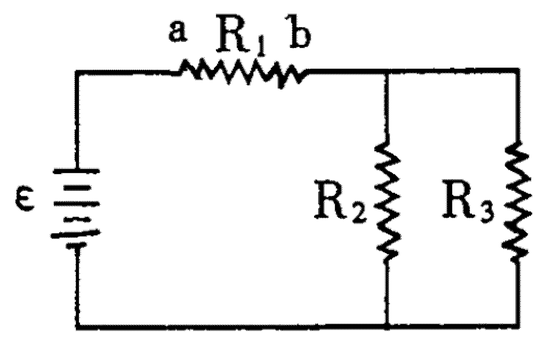
類 3.在右圖電路中，求

(1)整個電路之總電阻？答：5Ω

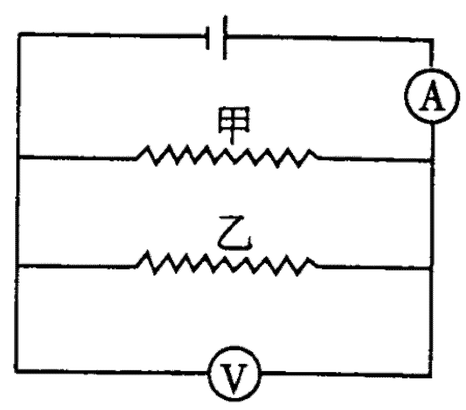
(2)流經 A 點之電流？0.6A



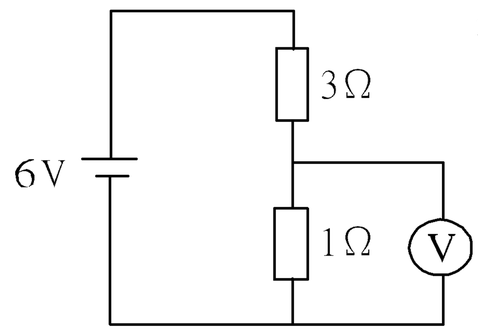
例 32.如圖所示的電路，電池的內電阻可忽略，電動勢固定為 ε。最初當三個電阻器的電阻均不為零時，電路上 a、b 兩點間的電位差 V，與通過 R_1 的電流 I 均大於零。如果 R_3 的電阻變為零，則 I 和 V 會如何變化？(A)I 變大，V 變大 (B)I 變大，V 變小 (C)I 變小，V 變大 (D)I 變小，V 變小 (E)I 不變，V 變大。【90 年學科能力】答：(A)【解說】當 R_3 變為零，表示通路 R_2 相當於不用，則由於整個迴路之電阻變小，則 I 變大，而 R_1 兩端之電壓 IR_1 也變大。



類 1.右圖的電路，V、A 分別代表伏特計與安培計，如將電路中的甲電阻拆掉，則伏特計與安培計的讀數有何變化？ (A)V 與 A 的讀數均不變 (B)V 的讀數不變，A 的讀數增大 (C)V 的讀數不變，A 的讀數減小 (D)V 的讀數增大，A 的讀數不變 (E)V 的讀數減小，A 的讀數不變。答：(C)【解說】當拆去甲電阻後，乙電阻兩端之電壓不變，即 V 的讀數不變。但總、電阻變大，則總電流變小，即 A 讀數變小。



類 2.如右圖所示，不考慮電池、伏特計的內電阻，則圖中伏特計的讀數爲若干？ (A)1V (B)2V (C)3V (D)1.5V (E)2.5V。 答：(D)



6-4 電流的熱效應

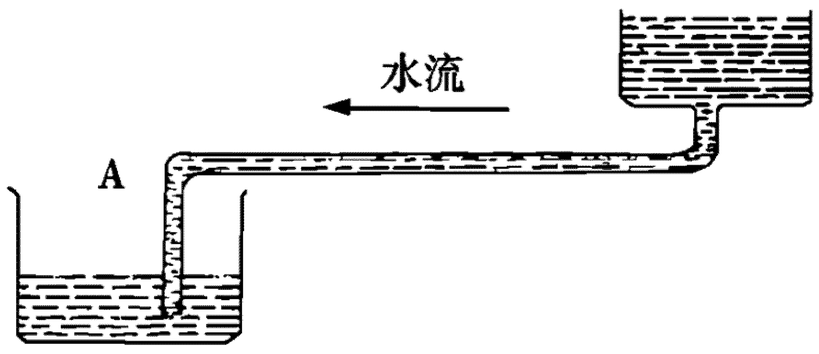
一、電壓與電能

1.水壓與電壓：電流與水流甚相似，水由水位高處往低處流，電流也是由高電位往低電位流，(注意導線中是電子流，其為負電荷，故其方向是由低電位往高電位流)。

(1)水壓：水管兩端的水位高低不同，水位差產生水壓，使管中的水流動。

(2)電壓：導線兩端的電位高低不同時，電位差即為電壓，使電流由高電位移向低電位。

(3)電壓與水壓之不同：



(a)質量以之水經落差 h 損失(放出)能量 m(gh)

2.電位差(電壓)：

(1)電池的電位差：電池正極的電位高，而負極的電位低，使導線兩端產生電位差，其內部因化學作用使化學能轉變為電能。

(2)公式：$電位差V = \dfrac{電能U}{電量Q}$

當 **1** 庫侖的電量通過電池後，獲得 **1** 焦耳的能量，稱此電池兩端提供的電壓為 **1** 伏特。

(3)電壓單位：$伏特(volt,簡寫爲V) = \dfrac{焦耳(Joul)}{庫侖(Coul)}$

＊電池

例 33.同手電筒內之乾電池使用下列三種電池：普通乾電池、鹼性電池、充電電池，比較手電筒的光度，以使用鹼性電池最強，充電電池最弱，其主要原因為 (A)三者端電壓不同 (B)三者之電池內電阻不同 (C)鹼性金頂電池電解質為鹼性 (D)可放電的時間長。答：(A)【解說】三者之電壓不同，電壓大者較亮

類 1.有關電池的功用，下列何者正確？ (A)將化學能轉變成電能 (B)將熱能轉變成電能 (C)將動能轉變成電能 (D)將電能轉變成熱能。答：(A)【解說】電池是將化學能轉變爲電能。

類 2.在普通乾電池的正極爲 (A)二氧化錳 (B)氯化銨 (C)鋅筒 (D)中心碳棒。答：(D)【解說】是

以碳棒爲正極。

類 3.通常乾電池中填充的物質是： (A)石墨粉、碳酸銅、氯化鈉、澱粉 (B)二氧化錳、氯化銨、石墨粉、澱粉 (C)二氧化硫、氯化鉀、氫氧化鈉、澱粉 (D)氯化銨、氯化鈉、澱粉　等加少量的水混合而成的糊狀物。答：(B)

類 4.乾電池的中心碳棒是_____極，而鋅壁是_____極。答：正；負

例 34.2 庫侖之正電荷由 A 點沿直線自由移至 B 點時需作功 6 焦耳，則 A 點之電位較 B 點高或低多少伏特？答：低 3 伏特

類 1.將電量 4×10^{-8} 庫侖的正電荷自 A 點移至 B 點，需作功 6×10^{-7} 焦耳，若 A 點電位爲 30 伏特，則 B 點電位爲多少伏特？答：45 伏特

類 2.(A)質量 1Kg 之物落下高度差 1 公尺則損失重力位能若干？

(B)正電量 1 庫侖由高電位放手到低電位，電位差 1 伏特，釋放電能若干？答：(1)9.8J；(2)1J

二、電功率

1.電功率：電源在每秒內所提供的電能，或電路中電器**(**或導線**)**在每秒內所消耗的電能，稱為電功率。

2 公式：$P=\dfrac{\Delta W}{\Delta t}=\dfrac{Q\cdot V}{\Delta t}=I\cdot V=I^2\cdot R=\dfrac{V^2}{R}$

(1)單位：**P** 代表電功率，其單位為瓦特**(watt**，簡寫為 **W)**，簡稱瓦。

(2)意義：**1** 安培的電流通過 **1** 伏特的電位差，則每秒內所獲得或消耗的能量為 **1** 焦耳，或者說電功率為 **1** 瓦特。

三、電流熱效應

1.熱效應產生的原因：金屬導線中之原子其排列成結晶格子**(**隨不同金屬有不同形狀**)**。每個原子受到鄰近原子之牽制，而在固定位置附近做往復振動。每個原子最外層電子易受外力而脫離原子之束縛而形成自由電子。故當接以電源**(**即導線中有電場時**)**，自由電子便逆電場方向受力而形成電子流**(**其反方向即順電場方向的電流**)**，原有原子便形成陽離子。當電子流碰撞陽離子時，行程受阻便是電阻。在電源電壓驅使下，電子流克服這些阻力而做功便以熱能的形式放出，此便為電流的熱效應。如電熨斗、電爐等是熱效應的利用裝置，其電阻大的電阻絲**(**一般用鎳鉻線**)**熱效應較好。一般導線或電器也會有熱效應，但常以電阻小的導體來減少熱效應以減少能源消耗，線路毀損。故家中輸電線常用粗銅線。

2.能量守恆：電流流經導體時所產生的熱能，實際上就是由電源所提供的電能。

3.電功 **W**：電流 **I** 流過電壓 **V** 時，歷時 **t** 對，外做功 **W** 為 $W = Q \cdot V = I \cdot t \cdot V$

3.電功率 **P**：導體因電流通過每秒鐘所消耗的電能。

(1)公式：$P = \dfrac{W}{t} = I \cdot V = I^2 \cdot R = \dfrac{V^2}{R}$

(2)單位：電功率的單位為瓦特**(W)**。

4.生活中的例子：

(1)電鍋、烤麵包機、電湯匙、電熨斗等內部都裝設有電阻甚大的導線**(**鎳鉻絲**)**以供發熱之用。鎳鉻絲為 **67.5%**鎳、**l5%**鉻、**16%**鐵、**1.5%**錳所組成的合金，優點是受熱不易氧化與變脆。

(2)照明用的白熾燈泡是利用電流通過鎢絲時，產生高熱而發光。

(3)養雞人家在寒冷的冬夜，常常點電燈給小雞取暖。

(3)連接電器的導線是由銅線所組成，因其電阻小，所以在通電時，只有稍為溫熱而已，大部分的電能均提供給電器用品。

(4)當電器使用時，有時會因電流一時過大而造成損害，常串聯一保險線。它主要成分是伍德氏合金**(**由鉛、錫、鎘、鉍合金**)**，其電阻略大，但熔點低，當電流過大時生熱多，溫度升高而熔斷成斷路，使電路中斷以保護電器。

例 35.家用電鍋使用電壓 110 伏特，若通過電流為 5A，則每秒生熱若干？答：550J

類 1.若電燈泡接在 110 伏特插座，通過的電流爲 0.50 安培，則此燈泡的電功率爲 (A)110 (B)55 (C)220 (D)$\dfrac{55}{2}$ W。答：(B)

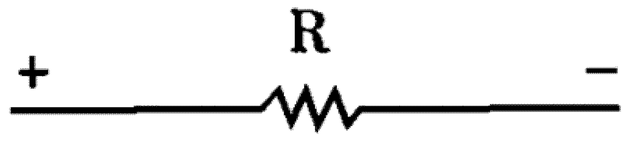
類 2.一個乾電池電壓 1.5 伏特接手電筒，若電流 0.2A，可使用 10 小時，則消耗能量若干？答：10800 J

例 36.某乾電池的收音機，必須使用 6 個乾電池，每個電池電壓 1.5V，但每組 3 個串聯後 2 組再並聯，負荷量(即外接之相當)電阻為 10Ω。求 (1)每組電池之電壓？ (2)此收音機須要之電壓？ (3)使用 10 分鐘須耗電能若干？答：(1)4.5V；(2)4.5V；(3)1215J

類 1.電阻爲 10 歐姆之電爐，接電壓 110V 之電源，其 (A)電流 (B)每秒生熱若干卡？ (C)若將電阻線剪去一半後，接同一電源，則生熱功率變爲原來幾倍？答：(A)11A；(B)290.4cal；(C)2

類 2.一電阻不變的電阻器，兩端加以 20 伏特的電壓，則每秒產生 100 卡的熱量，若電壓變成 10 伏特，則每秒產生的熱量爲 (A)100 卡 (B)400 卡 (C)200 卡 (D)30 卡 (E)25 卡。【解說】$P=\frac{V^2}{R}$ 因 R 不變，當 V 減半，則 P 變爲 $\frac{1}{4}$。答：(E)

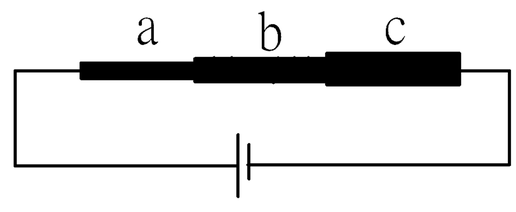
例 37.右圖某電阻線有 3A 電流通過歷時 10 秒，放出熱量 960 焦耳則此導線兩端之電壓若干？答：32V



類 1.以一安培的電流通過電阻一歐姆的導線，每分鐘產生的熱量爲 (A)0.24 卡 (B)4.2 卡 (C)1.44 卡(D)14.4 卡 (E)56 卡。【解說】$W=I^2R\cdot t=1^2\cdot 1\cdot 60=60Joul=60\times 0.24cal=14.4cal$ 答：(D)

例 38.一電阻通以電流可產生 3 卡熱量，若將其拉長為原來的 3 倍，在同樣時間內通入 2 倍的電流，可發熱_____卡。【解說】$W=I^2R\cdot t$，當電阻線拉長為 3 倍，其電阻變為 9 倍，則 $W'=(2I)^2\cdot 9R\cdot t=36I^2Rt=36W$，W 變為原來 36 倍，即 36×3=108 卡。答：108 卡

類 1.三條長度與質料相同的電阻棒串聯（粗細比爲 1：2：3），則 (A)*ABC* 的電阻比爲 1：2：3 (B)*ABC* 的電阻比爲 3：2：1 (C)*ABC* 通過的功率比爲 1：1：1 (D)*ABC* 通過的電流比爲 1：1：1 (E)*ABC* 的電壓比爲 1：1：1。



答：(D)

類 2.一電阻器接在一定電壓間，若其電阻減少一半，則在等時間內，其所生熱量應 (A)增加 1 倍 (B)增加 2 倍 (C)減少 1 倍 (D)減少 2 倍 (E)增加 4 倍。【解說】因 V 一定，t 一定，則 $W=\frac{V^2}{R}\cdot t$，當 R 減半，則 W 變爲 2 倍。答：(A)

類 3.將電爐的鎳鉻絲剪短後，仍接於相同電源，則單位時間所產生的熱 (A)增多 (B)減少 (C)不變 (D)先增再減 (E)先減再增。【解說】$P=\frac{V^2}{R}$，相同電源即 V 相同。鎳鉻絲減短表示 R 減少，則 P 變大。答：(A)

類 4.在公式 $P=I^2R$ 中是否可說電阻愈大的導體生熱愈多。【解說】否，此必須是在相同電流之情況下，若是家用電，電壓一定，$P=\dfrac{V^2}{R}$，其電阻愈大者生熱功率反而愈小。

例 39.通電流於電阻為 200 歐姆的電熱器，若電流為 2 安培，試問通電多久，才能將 100 公克 5.4℃的水完全變為 100℃的水蒸汽？(水汽化熱為 539 卡/克)答：330 秒

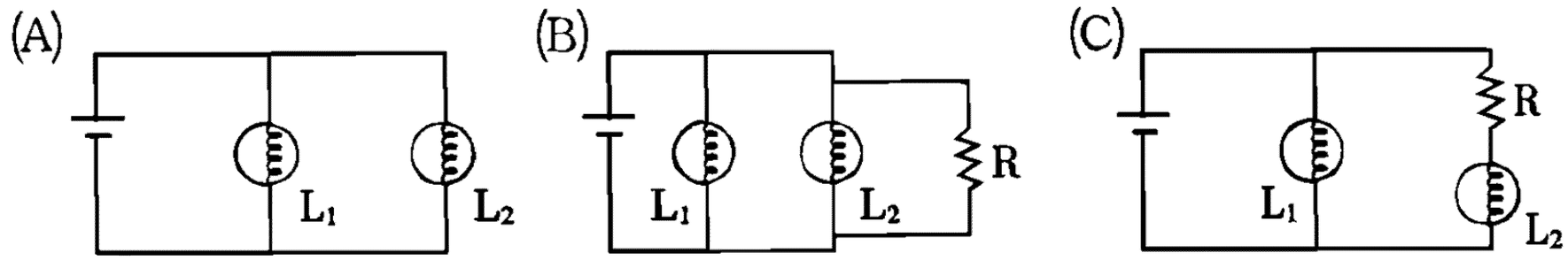
類 1.有一電熱水爐，所消耗的電功率爲 4200 瓦。若熱水流量爲每秒 $50\,cm^3$，則熱水的溫度比所供給自來水的溫度高若干？【大學聯考題】答：20℃

類 2.30 克，0℃的冰塊浮於 120 克水的水面，如將電壓爲 100 伏特的電阻線，投入冰水中，通以 2.5 安培的電流 2 分鐘，則水溫變爲幾度？答：32℃

類 3.一塊冰 0℃以電阻線通穩定電流加熱，經 10 分鐘完全熔解爲 0℃水，則①再經多久會沸騰？②沸騰後多久會完全汽化？答：①12.5 分；②67.5 分

類 4.容器內盛 200 克 10℃的水及 50 克 0℃的冰，若以電阻爲 50 歐姆，電壓爲 100 伏特的電熱器加熱半分鐘，問 (1)電阻絲內的電流強度是多少安培？ (2)尚未溶解的冰塊有多少克？答：(1)2A；(2)7 克

例 40.欲使下圖(A)中的 L_2 燈光變暗而不影響 L_1 燈光，則(B)圖與(C)圖，那一種聯結法正確？_____，圖中的 R 代表_____，在(B)圖中的 R 與 L_2 是_____聯；在(C)圖中的 R 與 L_2 是_____聯。答：(C)；電阻；並；串

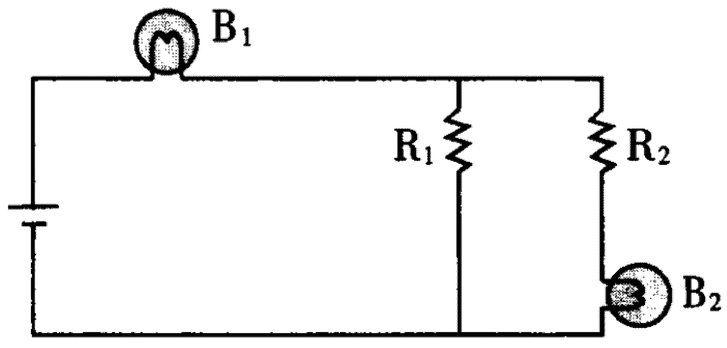


類 1.在電源及電壓一定的情況下，將兩個相同的燈泡以並聯使用及串聯使用，則哪一種接法的電源的輸出功率較小？ (A)串聯使用 (B)並聯使用 (C)一樣大 (D)以上皆非。答：(A)

解析：兩相同燈泡在串聯時電阻比並聯大，若外接電壓相同，由 $P=\dfrac{V^2}{R}$ 可知電阻大輸出功

率較小

類 2.如右圖所示之電路，如果我們加大 R_1 的電阻，則通過燈泡 B_1 的電流，通過 R_1 的電流，燈泡 B_2 的亮度會發生怎樣的變化？【85.年大學甄選】答：(C)(F)(H)



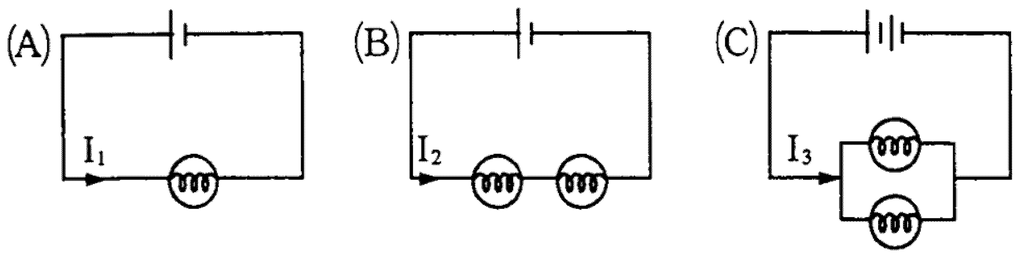
B_1 之電流	R_1 之電流	B_2 之亮度
(A)不變 (B)變得較大 (C)變得較小	(D)不變 (E)變得較大 (F)變得較小	(G)不變 (H)變得較大 (I)變得較小
(每行各選一項，共應選三項)		

【解說】因 R_1 增大，總電阻變大，則總電流變小。即 B_1 之電流變小。但 B_1 兩端電壓變小，即 R_1 兩端電壓變大(因 B_1 電壓+ R_1 電壓=電池端電壓)。則 B_2 所分配電壓變大，B_2 變亮。關於 R_1 之電流是，因總電流變小，流分路 R_1 (因變大)所分配比例更小。

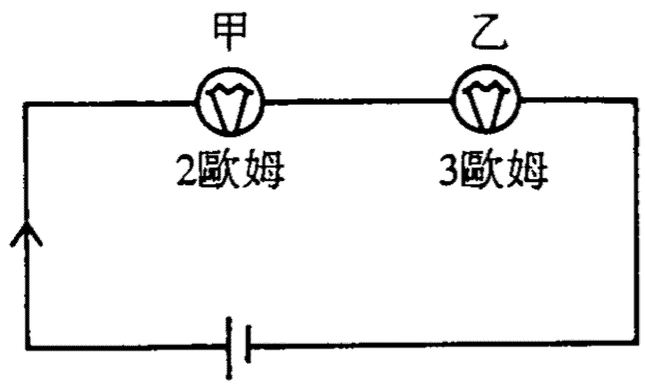
類 3.右邊三圖的電路中，各個電池與燈泡均完全相同，試問

(1)那一圖的燈泡，亮度最大？

(2)若 I_1 表 1 安培的電流，則 I_3 應爲多少安培的電流？答：(1)(C)；(2)4 安培



類 4.圖中的電路，係由一個電池與兩個燈泡組成，其中甲燈泡的電阻是 2 歐姆，乙燈泡的電阻是 3 歐姆，則下列敘述何者正確？(應選二項) (A)通過甲燈泡的電流等於通過乙燈泡的電流 (B)通過甲燈泡的電流大於通過乙燈泡的電流 (C)跨過甲燈泡的電位差等於跨過乙燈泡的電位差 (D)跨過甲燈泡的電位差大於跨過乙燈泡的電位差 (E)跨過甲燈泡的電位差小於跨過乙燈泡的電位差。【88 大學甄選】答：(A)(E)



【解說】串聯電流相同，由 $V = IR$ ，則電阻大者電位差大。

例 41.電路或電器中裝的保險絲，使用的材料要求符合 (A)電阻小但熔點低 (B)電阻小但熔點高 (C)電阻稍大，但熔點高 (D)電阻稍大，但熔點低。【解說】保險絲之電阻稍大，但熔點低。故當大電流時，生熱多，會熔斷，形成斷路。答：(D)

類 1.家庭用電時，若保險絲經常熔斷，正確的處理法是 (A)換接更粗的保險絲 (B)換接銅線 (C)換一個開關 (D)檢查用電是否超過電線負荷或有否短路。【解說】須注意先檢查線路中是否短路或超過負荷。答：(D)

類 2.下列敘述何者正確？ (A)保險絲是鎳鉻絲的合金 (B)保險絲的材料熔點要高 (C)電熱器之發熱部份所用之材料，熔點要高 (D)每一種電器能負荷的電流都沒有限額 (E)保險絲熔點高不易熔化。【解說】每一種電器的負荷量都有一定的電流限制。答：(C)

6-3 磁鐵與地球磁場

一、磁性、磁極與磁化

1.磁性：一物體具有能吸引鐵質物體的性質叫做磁性。

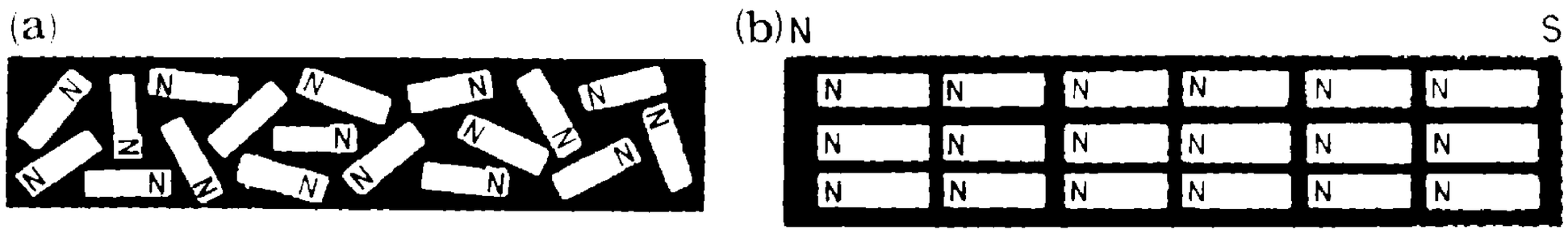
2.磁鐵：具有磁性的物體。如鐵、鈷、鎳等金屬和其合金。

(1)天然磁鐵：Fe_3O_4

(2)暫時磁鐵：一磁鐵當磁化的原因消失，其磁性會慢慢消失，亦稱為軟磁鐵。

(3)永久磁鐵：鋼釘或鋼棒等材料經磁化後，其磁性可以長期保有，亦稱為硬磁鐵。

3.磁化：以人工方法使物體具有磁性的作用，如磁鐵使鐵質材料具有磁性。



圖(a)：尚未磁化前的磁鐵，其內部原子磁鐵群的分布情形。每一個分割的區域代表一個原子磁鐵群，可用一個小磁棒代表。

圖(b)：完全磁化後的磁鐵，所有的原子磁鐵群皆朝同一方向排列得非常整齊。

4.磁感應：鐵性物體在磁場中會被磁化成具有磁性的現象，稱為磁感應。

5.磁極：為磁鐵之磁性最強處。

(1)N 極：磁棒指向北方之磁極，稱為指北極，簡稱北**(N)**極。

(2)S 極：磁棒指向南力之磁極，稱為指南極，簡稱南**(S)**極。

(3)兩極必同時存在，且同極相吸、異極相斥。

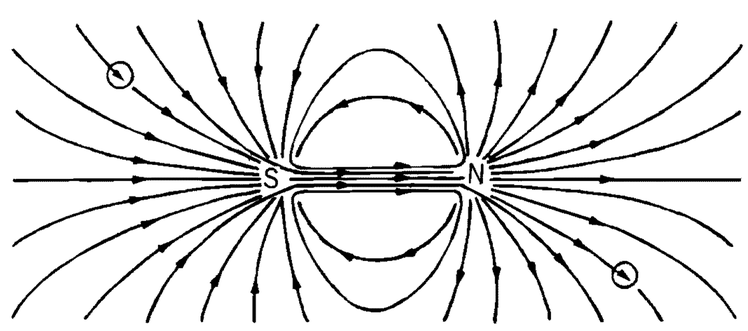
二、磁場

1.磁場：磁力所能作用到的區域稱為磁場，磁鐵在空間中建立了磁場，凡是位於磁場中的鐵性物質都會受到磁力的作用。

2.磁場強度定義：將單位磁極置於磁場中某一點，其所受的磁力稱為該點的磁場強度。

3.磁力線：N 極所受磁力的作用線(法拉第所提出之想像概念)。

(1)在磁場中，移動磁針至各個不同的點，循序描繪各點磁場的方向，使成磁力線。或在磁鐵周圍灑上鐵屑，輕敲後，鐵屑所排成之曲線。



圖：長磁鐵棒的磁力線

(2)磁力線的特性：

①磁力線從 N 極出發經磁鐵外部到 S 極，再從 S 極經磁鐵內部回到 N 極，形成一封閉曲線。

②磁力線不相交。

③磁力線上任一點之切線方向即為該點的磁場方向及外加小磁針 N 極所指的方向。

④磁力線愈密處，磁場強度愈大。

三、地磁學說

英國吉爾伯所提出地球本身也是一塊大磁石。

1.地理南北極：地球的自轉軸和地球表面的兩個交點。

2.地磁南北極：假想磁棒的磁軸延線，和地球表面相交於兩個地點，其一在地理北極附近，稱為地磁南極**(S)**；另一在地理南極附近，稱為地磁北極**(N)**。地球自轉軸與地磁磁軸之間的夾角約**11°**，其在地表的差距有 **1200** 公里之遠。

3.磁偏角與磁傾角：

(1)磁偏角：地表上磁針 **N** 極與真正北方之夾角，稱為磁偏角。在臺灣北部海面上**(**基隆港附近**)**的磁偏角約為偏西3°

(2)磁傾角：地表上磁針靜止時與水平面間的夾角，稱為磁傾角。在南北極地區，磁針接近垂直地面**;**但在赤道地區，則磁針約略成水平。

4.生物受地磁的影響：鴿子與蜜蜂的頭內有磁性物質，其作用有如磁針，可藉著地球的磁場來辨

例 42.兩根帶電的磁鐵棒間相互作用力為 (A)僅有靜電力與靜磁力 (B)僅有靜磁力 (C)僅有萬有引力(D)靜電力、靜磁力與萬有引力皆有。【大學聯考題】【解說】帶電體間有靜電力，磁棒間有磁力，物體間有萬有引力。答：(D)

類 1.磁感應時磁鐵和鐵釘 (A)一定要接觸 (B)不必接觸 (C)要接觸還要加外力摩擦。答：(B)

類 2.將鐵釘置於磁鐵的近旁爲而磁化的現象，稱爲 (A)磁感應 (B)電磁感應 (C)磁效應 (D)靜電感應。【解說】此現象稱磁感應。答：(A)

類 3.甲、乙兩不帶電的鐵棒，不論那兩端靠近均互相吸引，則下列情況何者正確？ (A)兩棒均其有磁性 (B)兩棒皆不具磁性 (C)一棒其有磁性，另一棒則無磁性 (D)甲棒只有 N 極，而乙棒只有 S 極。【解說】若是兩根磁鐵則必有相斥之兩極。答：(C)

例 43.一個磁鐵被分割成兩段時 (A)變為兩個磁鐵 (B)只剩一個磁鐵，另一段失去磁性 (C)磁性全部消失 (D)因分割的方式來決定是否變為兩個磁鐵 (E)不能判斷。【大學聯考題】【解說】磁極成對出現。答：(A)

類 4.將一磁鐵切成 5 塊後，共有： (A)2 個磁極 (B)5 個磁極 (C)10 個磁極 (D)2 種磁極 (E)10 種磁極。【解說】變成 5 塊磁鐵，10 個磁極，但只有 N，S 兩種。答：(C)(D)

類 5.將磁鐵鍛燒或槌擊，可使磁性 (A)增強 (B)消失 (C)不變 (D)不一定。【解說】磁鐵常用鍛燒或敲擊而使其磁性消失。答：(B)

類 6.磁鐵除能吸鐵外，尚能吸引 (A)鈷，錳 (B)鈷，銅 (C)銅，銀 (D)金，銀 (E)銅，錫。【解說】磁鐵可吸引鐵鈷錳。答：(A)

例 44.下列何者錯誤？ (A)磁力線愈長磁場愈強 (B)磁力線愈密磁場愈強 (C)離磁極愈近磁場愈強 (D)靠近磁極的磁力線比離磁極較遠處的磁力線為密。答：(A)

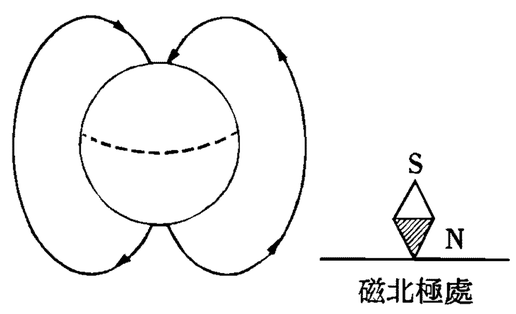
類 1.磁力線在磁鐵外部其方向 (A)由 S 極至 S 極 (B)由 N 極至 N 極 (C)由 N 極至 S 極 (D)由 S 極至 N 極。【解說】磁鐵外部，磁力線是 N→S，在磁鐵內部，磁力線是 S→N。答：(C)

類 2.下列有關磁力線的敘述何項正確？ (A)磁力線在任何地方都是由 N 極到 S 極 (B)一磁鐵的磁場的方向和磁力線方向相反 (C)磁力線是一種處在被拉緊的橡皮一樣，是具有彈性的 (D)如果你現在站在地球的北極點(附近)，則地磁的磁力線是由你的腳底的地面發出，而進入南極附近。【解說】磁鐵內部磁力線是由 S 極到 N 極。地球北極的磁力線是射入。答：(C)

類 3.磁場之方向爲 (A)磁針靜止時 N 極所指之方向 (B)正電荷受力之方向 (C)負電荷受力之方向 (D)鐵屑受力之方向。【解說】鐵屑可受 S 極吸引，但磁場是指向 S 極。答：(A)

例 45.下列何者正確 (A)地磁北極是磁力線射出處 (B)地磁北極與地理北極並不重合 (C)磁針北方與地理北方間夾角稱磁傾角 (D)磁傾角愈向北極走愈大 (E)磁傾角之角度與緯度相同。【解說】在(A)應為射入。在(C)應為磁偏角。在(E)有些差異。答：(B)(D)

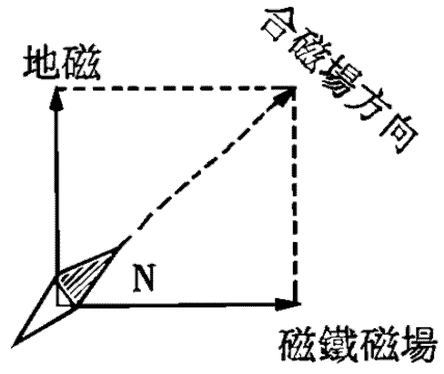
類 1.下列何者正確？ (A)在北半球磁針的 N 極指向地表 (B)加熱一磁鐵，磁力減弱 (C)當一磁鐵之北極帶到一鐵釘頭附近，鐵釘頭變成南極 (D)在臺灣，鐵欄杆的頂端能吸引一羅盤針之南極 (E)一馬蹄形磁鐵之兩極愈形接近，則磁場愈強。【解說】北半球之磁場方向是向北極，在磁北極處之磁傾角是 N 極向下的 90°，如右圖。在(D)應是吸引磁針的 N 極。答：(A)(B)(C)(E)



類 2.①磁鐵棒折成兩段後，北極的一段的斷口會生_____極。答：南

②地球是一個巨大的磁鐵，地磁 N 極在地理上的_____極附近，地磁 S 極在地理上的極附近。答：北；南

例 46.設某磁鐵在附近一點 P 所造成的磁場，其方向指向正東，其大小與地球在 P 點的水平磁場大小相同。如果將一小羅盤放在 P 點，則羅盤之小針 N 極指向何方？【解說】磁針 N 極所指之方向為當地合磁場之方向(即地球磁場與外在磁場之向量合方向)，如右圖，故磁針 N 極應指向東北方。



類 1.設某磁鐵在附近一點 P 所造成的磁場，其方向指向正東，其大小與地球在 P 點的水平磁場大小相同。如果將一小羅盤放在 P 點，則羅盤之小針 N 極指向何方？如何測定磁鐵在其一點所造成的磁場與該處地球水平磁場之比例？

6-5 電流的磁效應

一、電流磁效應

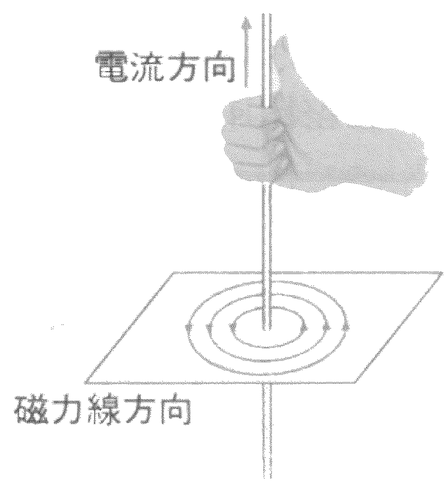
1820 年，丹麥物理教授厄司特發現一條通有電流的導線會使磁針偏轉。

1.長直載流導線所產生的磁場：

(1)現象：

①南北向的導線下置一與導線平行的磁針，當電流通過導線時，磁針會發生偏轉。

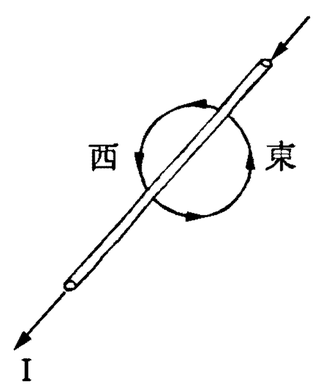
②在載流長直導線附近的鐵粉，做同心圓的規則排列，顯示有磁場的存在。



(2)磁場方向**:**以右手握住導線，拇指為電流的方向、四指指示磁場的方向。此法稱為安培右手定則。

(3)磁場強度**:**靠近導線的周圍，磁力線較密集，顯示磁場強度較強；反之，離導線愈遠，則磁場強度隨距離的增加而遞減。

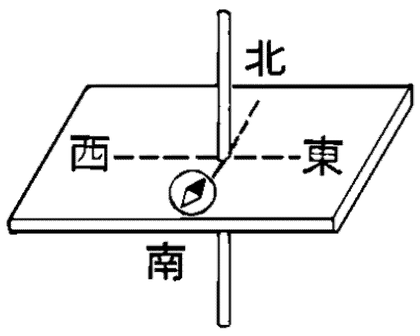
例 47.長直導線上的電流由北向南流，則下列敘述中何者錯誤？ (A)在導線東方的磁場方向為向上 (B)在導線上方的磁場方向為向西 (C)在導線西方的磁場方向為向上 (D)在導線下方的磁場方向為向東。【評量試題】【解說】選錯誤，其磁場方向如右圖。故在(C)應磁場向下。答：(C)



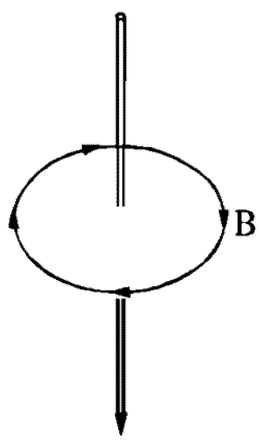
類 1.將一磁針置於導線的右方和導線在同一水平面上。若導線中的電流由南向北流動，則磁針的 N 極向 (A)東 (B)西 (C)上 (D)下 偏轉。【解說】因導線所產生之磁場向下，則磁針之 N 極應向下偏。答：(D)

類 2.下列敘述何者爲真？有一南北向之長直導線，通以由北向南流之電流，則 (A)若磁針置於導線上方，則磁針 N 極向西偏 (B)若磁針置於導線下方，則磁針 N 極向東偏 (C)磁針越靠近導線，則磁針偏向愈大 (D)導線中電流愈大，則磁針偏向愈大。答：(A)(B)(C)(D)

例 48.一長直導線垂直放置，通以由下而上的電流，在導線的正南方，水平放置一羅盤如右圖，則羅盤磁針的 N 極將向何方偏轉 (A)東 (B)西 (C)南 (D)北。答：(A)

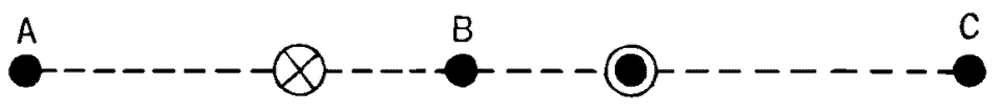


類 3.電流方向由上向下時，則 (A)導線南方的磁針 N 極向東偏轉 (B)導線西方的磁針 N 極方向不變(C)導線東方的磁針 N 極方向不變 (D)導線北方的磁針 N 極指向東方。【評量試題】【解說】如圖，(A)應向西偏，(C)會反轉。答：(B)(D)



類 4.安培右手定則是用以確定 (A)導線電流的速度 (B)導線上電流方向與所生磁場方向的關係 (C)導線上電流強度與磁力強度的關係 (D)導線電子流的方向。【解說】它是在確定電流與新生磁場方向之判定。答：(B)

例 49.兩條直導線垂直於紙面，一條電流流出紙面，另一條流入紙面，如圖。假定兩條導線的電流強度相同，試畫出紙面上 A、B、C 三點處的磁場方向？(已知 B 點位於兩導線的中點處)



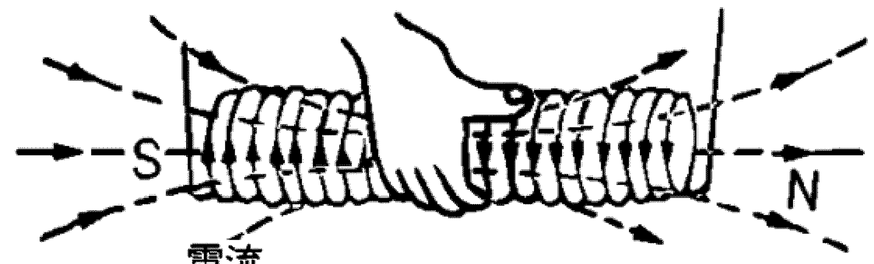
類 5.一條長直導線，其電流方向爲向你迎面而來，則導線周圍的磁場方向是 (A)反時針方向 (B)順時針方向 (C)向左 (D)向右。【解說】按右手定則，應爲逆時針方向。答：(A)

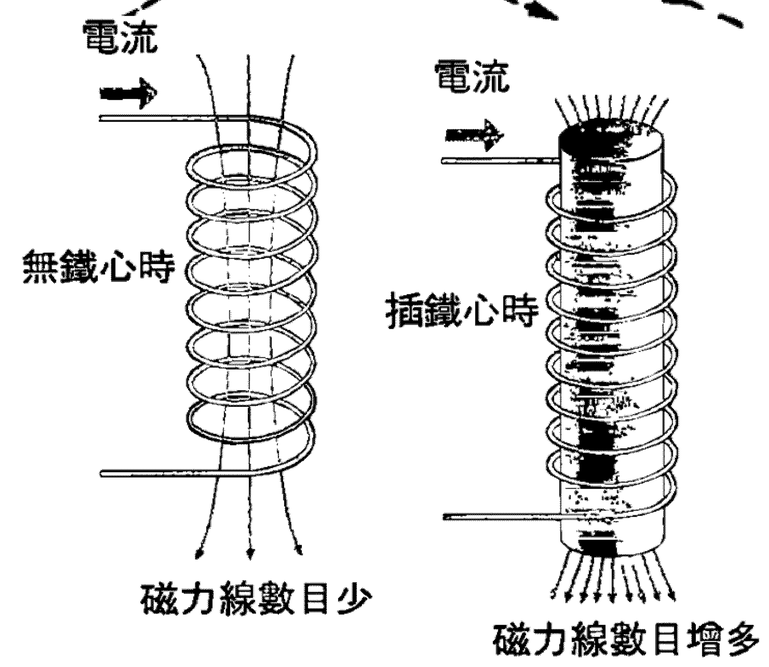
2.螺線管：

(1)現象：螺線管通以電流，在其內部及周圍會產生磁場。

(2)螺線管內磁場的方向：用安培右手定則，右手四指彎曲順著電流方向握住導線，拇指指向 **N** 極(磁場方向)。

(3)強度：螺線管的線圈匝數愈密集，或流經線圈的電流愈大，則在管內產生的磁場就愈強。



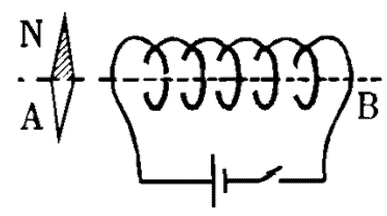


3.電磁鐵：在螺線管內插入軟鐵蕊，可使磁場大為增強，稱為電磁鐵。

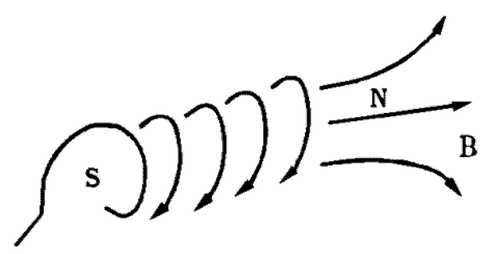
(1)通電流時，軟鐵磁化成磁鐵，斷電峙，磁性慢慢消失，此屬於暫時磁鐵。

(2)可應用於電磁門鎖、電鈴、電磁鐵起重機。

例 50.如圖所示，A、B 為通過線圈的軸線，其方向為由西向東，通電流後，將磁針置於線圈的東面，其方向指向東方。若將磁針置於 A 處時，該磁針的 N 極指向為向_____，若將電流反向時，該磁針的 N 極指向_____。【解說】因電流接通時，B 端為 N 極，A 端為 S 極，磁場方向是 A→B，則磁針之 N 極向東偏。若電流反方向則，磁場反向，N 極向西偏。答：東；西

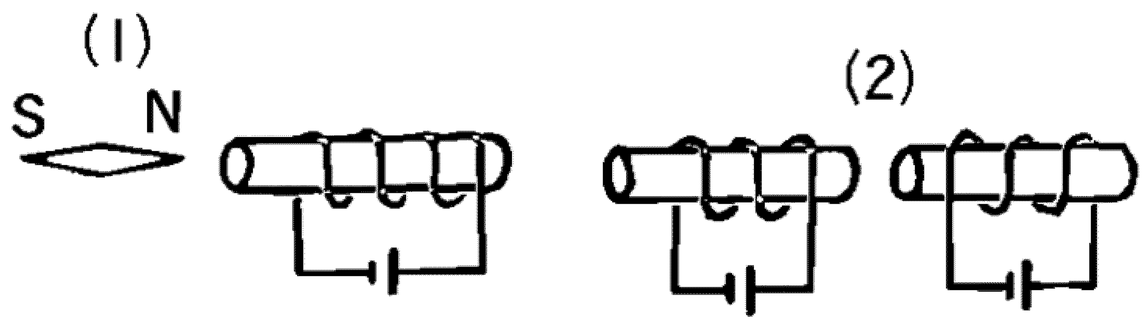


類 1.電流由螺線管，面對之一端，依順時針方向流入，則螺線管之另一端為 (A)N 極 (B)S 極 (C)何極不一定。

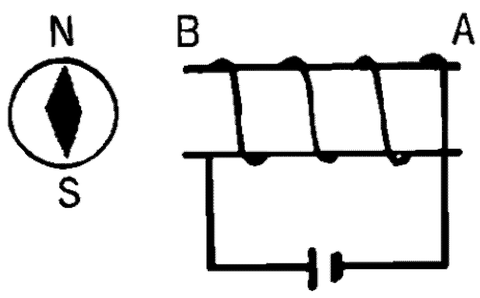


類 2.以右手握線圈，彎曲四指指電流的方向，則大姆指所指的方向為 (A)線圈的 N 極 (B)線圈的 S 極 (C)運動方向 (D)磁場的反方向。【解說】由安培右手定則。則為磁場方向或 N 極。答：(A)

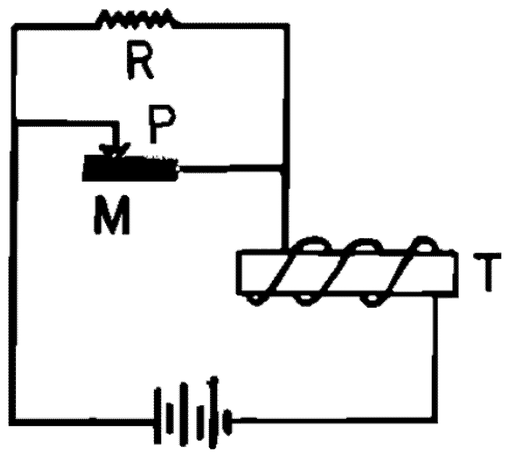
例 51.下列兩組圖中的物質是互相吸引或排斥？答：(1)鄉斥；(2)相斥



類 3.如圖，當開關關上時，則： (1)線圈的哪一端是 N 極？(2)如果線圈產生的磁場和地球磁場一樣大，請畫出指南針 N 極的偏轉方向。



例 52.如右圖所示，T 為螺線管，M 為均勻的金屬電阻線，p 是可滑動的接頭。如欲使電路之總電阻下降，應將接頭 P 向_____(填左、右)移動，前述 P 的移動，會使螺線管中的磁場強度_____(填減弱、不變或增強)。答：右；增強



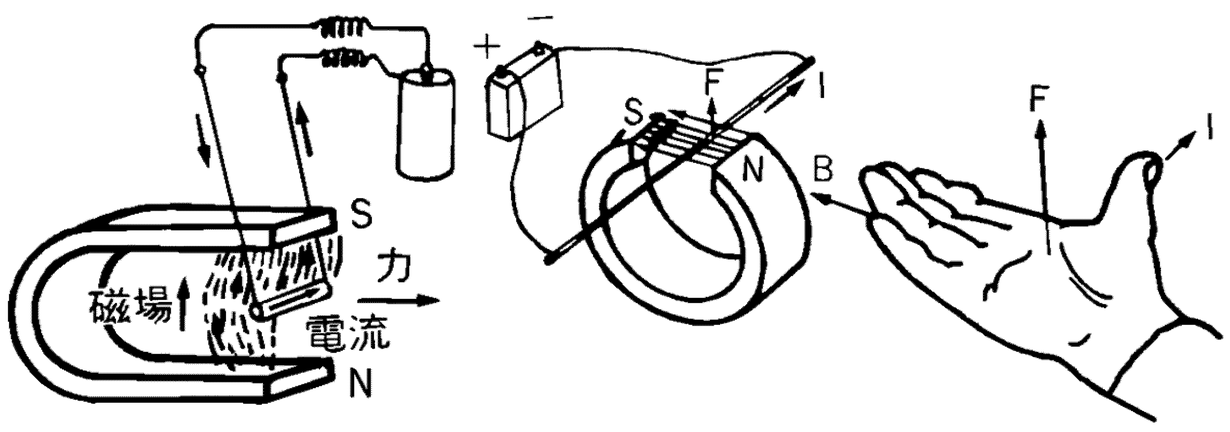
類 4.比較厄司特與法拉第在電磁學上所現之不同。【解說】厄司特發現載流導線附近有磁場產生。即電流之磁效應。法拉第發現迴線在磁場中運動會產生感應電流的電磁感應。

二、磁場作用於載流導線上的磁力及力矩

1.載流導線在磁場中受力的原因

(1)現象：放置在磁場中的載流導線，會受到橫向的磁力作用。

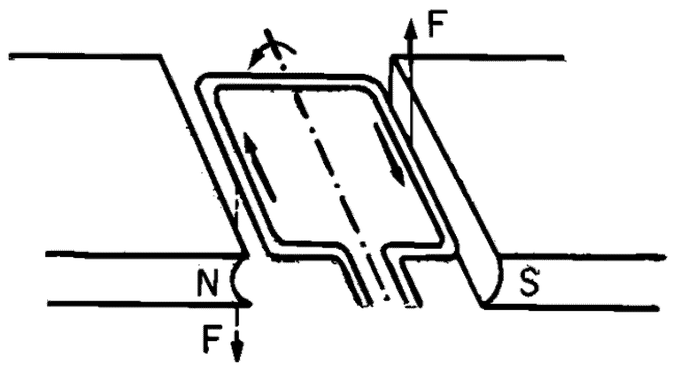
(2)磁力方向的判斷：以右手開掌定則來決定：右手拇指指向電流的方向，其餘四指併攏伸直指向磁場的方向，則手掌心推出的方向即為導線的受力方向。



(3)磁力的大小：當磁場方向和電流方向垂直時，所受的磁力最大；當兩者間的夾角偏離直角時，則磁力隨之減小；當兩者平行時，則磁力為零。

三、載流導線在均勻磁場中所受的力矩

1.原理：根據右手開掌定則，可知線圈的左股受一向下的磁力(垂直於圖面)，右股則受一向上的磁力(也是垂直於圖面)，這兩個力產生力矩，使線圈沿順時鐘方向轉動。



2.電動機(習稱馬達)：利用載流線圈在磁場中所受的力矩，產生轉動。

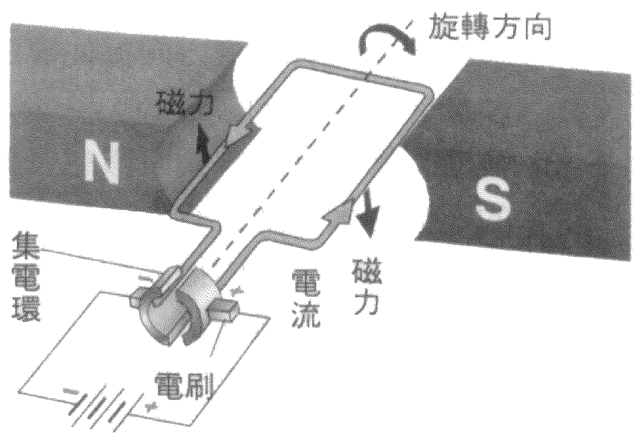
(1)構造：

①場磁鐵(**N**、**S**)：產生磁場的裝置。

②電樞：可轉動的線圈。

③電刷：固定不動，與電源接觸。

④集電環(半圓環)：固定在線圈上的兩半圓環，隨線圈轉動，與電刷輕觸。



(2)線圈在磁場中受到力矩而轉動。

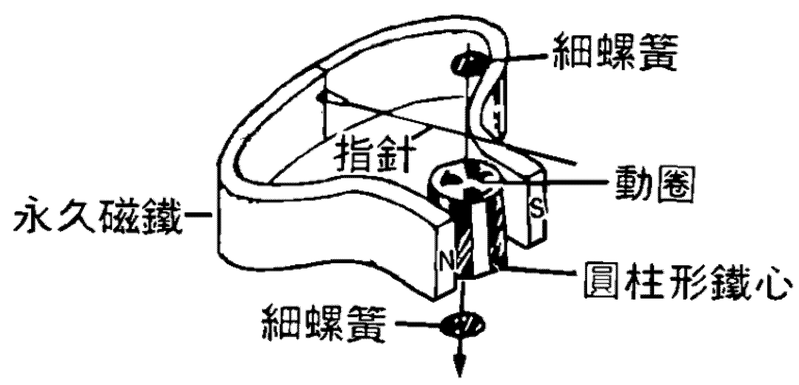
3.電流計：

(1)電流計：是用以檢測電流的電表，或稱檢流計。為安培計與伏特計內部的主要元件。

(2)結構：

①可轉動的線圈位於永久磁鐵兩極之間。

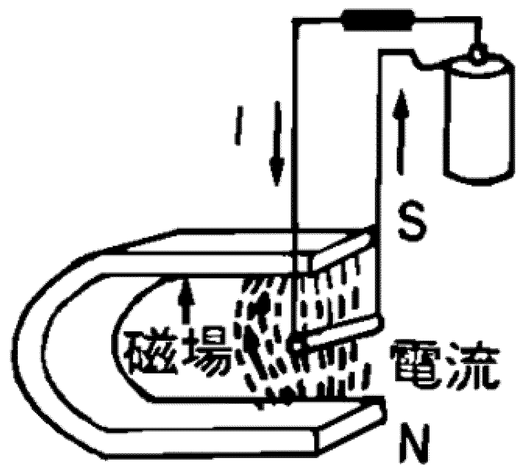
②線圈之軸線方向要裝一指針。



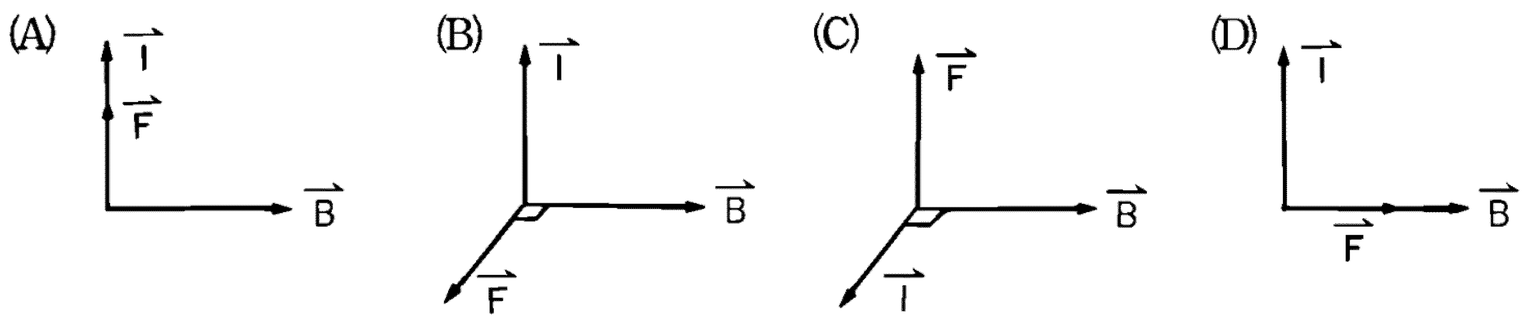
③在軸上固定一軟鐵蕊，用於增強磁場。

(3)基本原理：載有電流的導線在磁場中受到力矩，帶動指針偏轉，偏轉角度大小與圈上的電流大小成正比。

例 53.將一段銅線懸掛在連接電池的電線下方如圖，這段懸掛的銅線可自由擺動，將一個強磁鐵的 N 極放在銅線下方，則銅線會如何移動？(A)向左移動 (B)向右移動 (C)向上移動 (D)向下移動 (E)不會移動。答：(C)

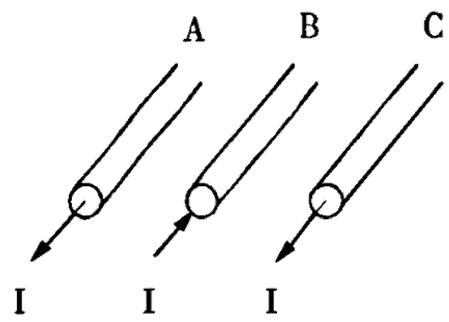


類 1.通有電流的導線在磁場中會受到力的作用。設電流為 I、磁場為 B、作用力為 F，I 與 B 互相垂直，則下頁各圖所表示的情形，何種最可能發生？【86.甄試】答：(C)

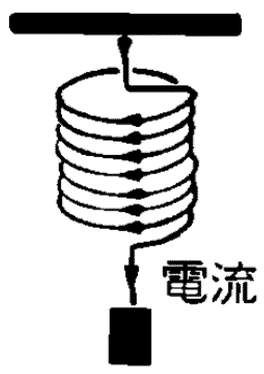


類 2.有一由南向北之磁場 B 牛頓/(安培-米)，與其垂直置一導線，導線上之電流由西向東。導線所受之磁力為 (A)向上 (B)向下 (C)向南 (D)向北 (E)以上皆非。【解說】由右手掌定則受磁力向上。答：(A)

例 54.根據實驗兩平行載流導線間之作用力與距離成反比，已知兩同電流 I 的同方向載流導線相距 1cm 時其間吸力為 2×10^{-5} nt，則右圖 A 導線受力若干？(其間隔均為 1 公分)



類 3.如右圖，在金屬彈簧下掛重物，使得每圈彈簧間距為 0.1 公分。假設有電流自彈簧上端流向彈簧下端，則下列有關每圈彈簧間距變化的敘述，何者正確？ (A)電流不影響每圈彈簧間距 (B)由於電流中的電荷相斥，使得每圈彈簧間距伸長 (C)由於電流中的電荷相吸，使得每圈彈簧間距縮短 (D)由於電流的磁效應，使得每圈彈簧間距伸長 (E)由於電流的磁效應，使得每圈彈簧間距縮短。答：(E)【87 甄試】

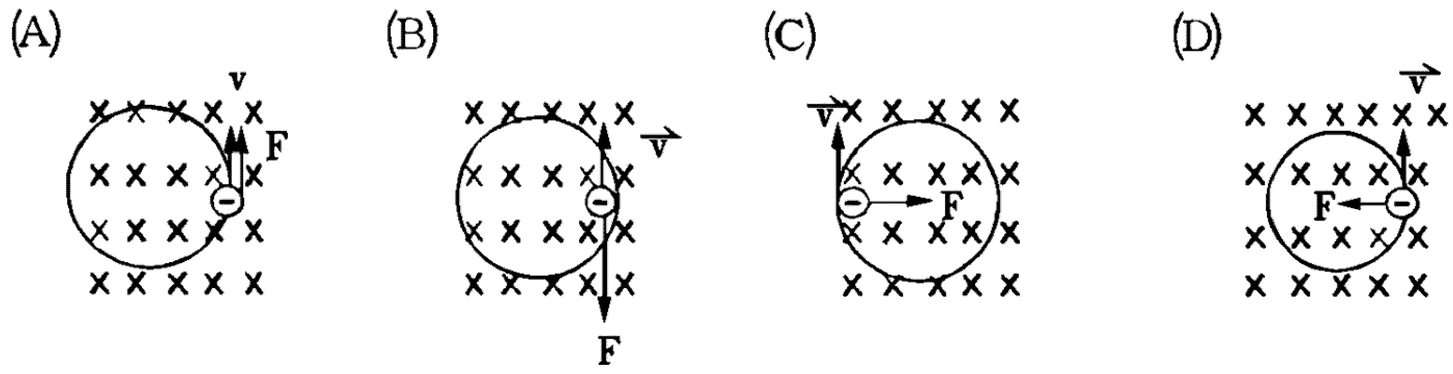


類 4.若兩條平行導線通有同方向的電流，則下列何者正確？ (A)兩導線因各帶負電荷，故有相互排斥的作用力 (B)兩導線均未帶電，故無任何作用力 (C)兩導線具有相互吸引的磁力 (D)兩導線具有相互排斥的磁力。【83 年大學甄選】【解說】平行同方向的載流導線，會有相吸

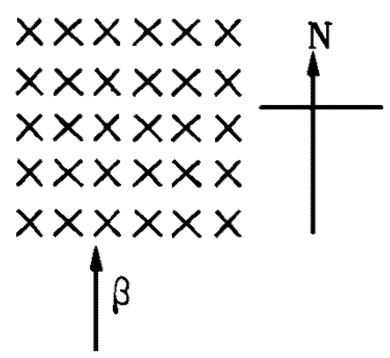
之磁力。答：(C)

類 5.家庭用電，兩條電線間作用力為： (A)穩定之電引力作用 (B)間斷之磁引力作用 (C)間斷之電斥力作用 (D)間斷之磁斥力作用 (E)穩定之磁斥力作用。【大學聯考題】【解說】家中用電為交流電，兩條電線為一進一出。故應互相排斥之磁力。答：(D)

例 55.如圖所示，一磁場均勻且方向垂直紙面向下。則帶電質點在此磁場中等速率圓周運動時，其速度 V 與所受磁力 F 之關係為何？【87.年大學甄選】【解說】按右手掌定則。負電荷之反方向為電流方向。則受力向右。答：(C)



類 6.β 粒子由南朝北沿水平方向等速前進，射入一垂直向下的均勻磁場(如右圖所示)。則進入磁場後，β 粒子將向何方偏轉？ (A)東 (B)西 (C)隨磁場方向垂直向下 (D)均不受影響，繼續依原來方向前進。【83 年大學甄選】【解說】β 為帶負電，如右圖。可見電流向南，磁場向內。由右手掌定則受力向東。答：(A)



類 7.若帶電粒子垂直射入磁場 B，其轉彎半徑 r、電量 q、質重 m、動能 E_k 間之關係為 $r=\dfrac{\sqrt{2mE_k}}{qB}$。

若兩粒子的電荷相等，但質量相差一倍，較輕的粒子動能為 5000 電子伏特，另一粒子動能為 400 電子伏特，今兩粒子分別在相同的均勻磁場中做圓周運動，較輕粒子的軌道半徑與較重粒子的軌道半徑之比值約為 (A)2.5 (B)3.5 (C)5.0 (D)6.3 (E)12.5。【86 年大學】答：(A)

類 8.地面磁場的方向為由南向北，若質子垂直於地面，由上空向地面飛行，則所受磁力的方向為何方？ (A)東 (B)南 (C)西 (D)北。【解說】質子帶正電，其方向即相當電流方向。故磁力向東。答：(A)

例 56.在均勻磁場中，一帶電粒子在下列何種情形不受磁力作用？ (A)運動方向與磁場垂直時 (B)運動方向與磁場同向時 (C)運動方向與磁場反向時 (D)作圓周運動時 (E)靜止時。【解說】當粒子靜止時不受磁力，或速度方向與磁場平行時不受磁力。答：(B)(C)(E)

類 9.若一電子通過某區域而不偏，則此區域 (A)一定有磁場 (B)一定沒有磁場 (C)可能有磁場 (D)一定有電場 (E)一定沒有電場存在。【解說】可能有平行方向的磁場。或平行運動方向的電場。答：(C)

類 10.帶電質點在磁場中運動所受的磁力： (A)磁力方向必與運動方向垂直 (B)磁力方向必與磁場方向垂直 (C)磁力僅能改變質點的運動方向 (D)磁力對質點不作功。【解說】磁力恆垂直於速度方向與磁場方向，故磁力對帶電質點不做功。答：(A)(B)(C)(D)

例 57.電動機(如電扇)之動能是利用那一種效應？ (A)電流熱效應 (B)電流磁效應 (C)電流化學效應 (D)電磁感應。【解說】電動機是利用電流的磁效應。答：(B)

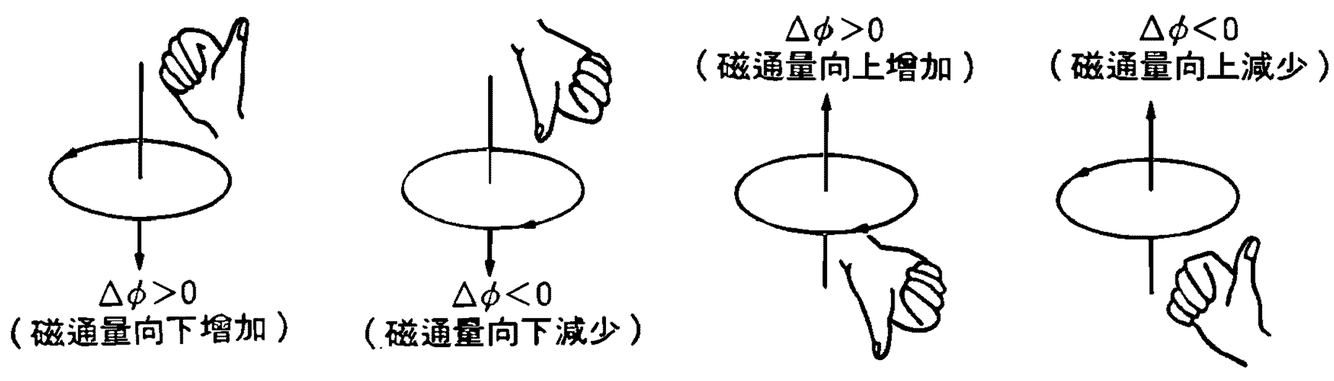
類 11.下列何者為電流磁效應之應用 (A)電爐 (B)電鈴 (C)電磁鐵 (D)電扇 (E)馬達。【解說】電爐為電流的熱效應。答：(B)(C)(D)(E)

6-6 電磁感應

一、電磁感應

由英國法拉第於 **1831** 年發現。

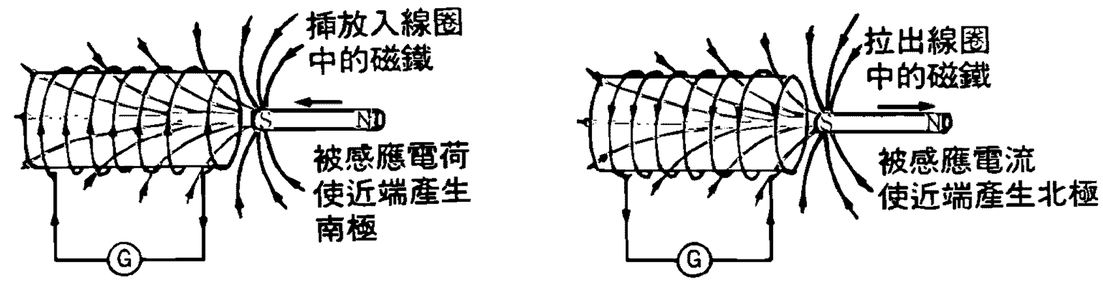
1.電磁感應：若一封閉線圈中的磁力線數目(磁通量 $\phi_B = \vec{B}\cdot\vec{A} = BA\cos\theta$)有變化時，導線上就會產生電流，這稱為電磁感應。所生的電流稱為感應電流。



圖：右手定則：感應電流阻止線圈內磁力線數的改變

2.感應電流的方向：

(1)冷次定律：感應電流的方向在產生一新磁場以阻止原有之磁場產生變化；一導線圈在磁場中運動或磁場產生變化時，導線圈內所產生的感應電流能夠阻止通過線圈內磁力線數的改變。



圖：線圈因磁鐵的移動，所產生感應電流的方向

(2)右手定則：拇指為抵抗磁力線數變化的方向，四指彎曲方向為感應電流的方向。

二、應用

發電機：

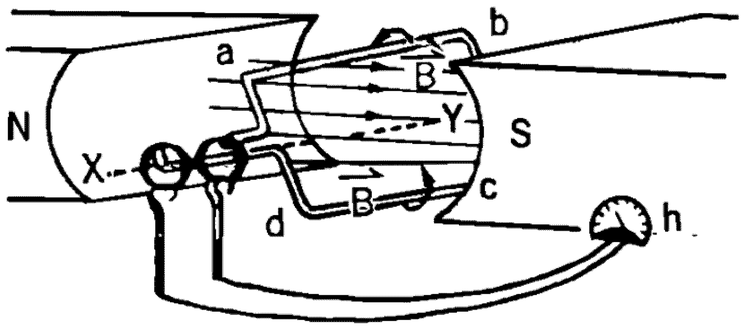
1.發電機的基本原理：與馬達相反，它是基於法拉第定律亦即一個導線圈內的磁力線數發生改變，線圈即生一感應電流。發電機是將線圈轉動的力學能轉變成為電能。

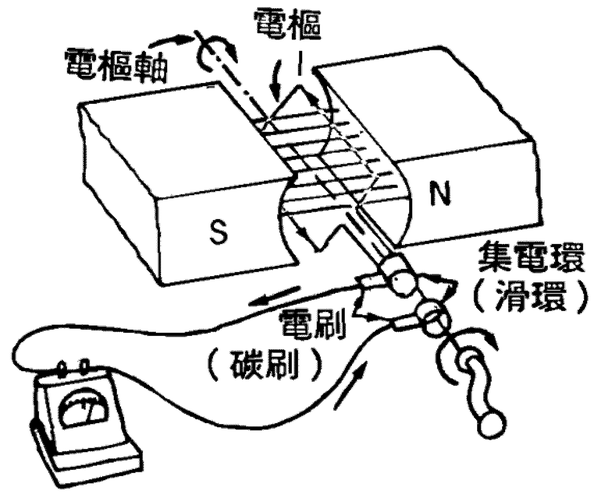
2.交流發電機

(1)場磁鐵**:**產生磁場的電磁鐵。

(2)電樞：可以轉動的線圈。

(3)集電環：兩個圓形金屬環附在線圈上，隨線圈旋轉，能導出電流。





(4)電刷**:**與集電環接觸，輸送電流至外線路。

2.輸出的電流方向作週期性改變，此種電流稱為交流電，這種發電機稱交流發電機。

3.發電機與電動機的比較：

	發電機	電動機
構造	場磁鐵、電樞、集電環	與發電機類似
能量形式	機械能轉換為電能	電能轉換為機械能
原理	電磁感應(法拉第定律)	電流磁效應(安培定律)
	由磁場變化產生感應電流	電流產生磁場

例 58.下列敘述何者有誤？ (A)有電流時必有磁場 (B)線圈周圍有磁場時必有應電流 (C)應電流的大小視磁場變化的速率而定 (D)磁場不生變化，應電流隨即消失 (E)迴線周圍有磁場的變化才有應電流產生。答：(B)

類 1.一封閉線圈上能夠產生感應電動勢的原因是因爲： (A)線圈內有磁力線 (B)線圈內有電力線 (C)線圈內的磁力線密度發生變化 (D)線圈內的磁力線密度保持定值。【評量試題】答：(C)

類 2.感應電流的發生是由於導線周圍 (A)磁場強弱的變化 (B)磁場方向的變化 (C)磁力線數目的變化 (D)以上都正確。答：(A)(B)(C)(D)

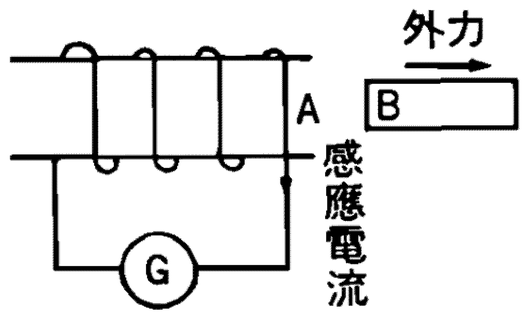
類 3.電磁感應是 (A)只要有磁場存在就有電流 (B)必須磁場的變化才會產生電流 (C)電流的變化才會產生磁場 (D)穩定的電流才會產生磁場。答：(B)

類 4.一環形線路，在均勻磁場內，何時可產生電動勢 (A)環路與磁場均靜止不動時 (B)環路與磁場均以相同速度移轉時 (C)通過環路之磁場發生變化時 (D)環路面與磁場方向垂直而環路移動時(E)因未接電池，根本不可能產生感應電動勢。答：(C)

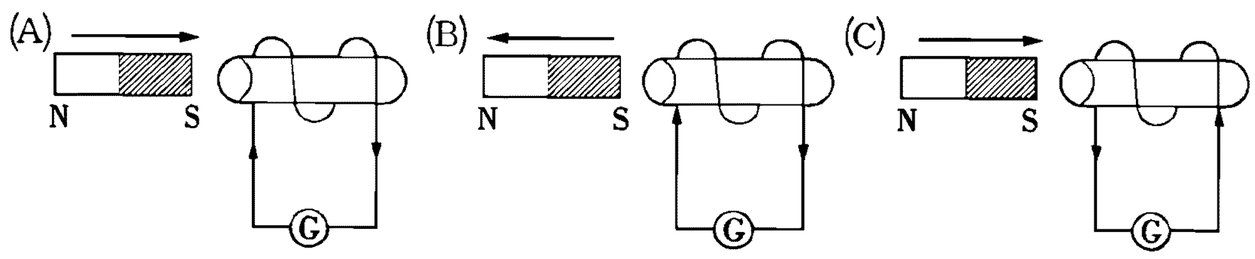
例 59.磁場和導線作相對運動時，導線所生的_____電流，總另生一磁場以_____此運動，這種關係叫做冷次定律。答：感應；阻止

類 5.下列有關幾位科學家重要研究發現的敘述，何者錯誤？ (A)發現一連串銅片與鋅片夾潮濕硬紙板，可以產生長時間穩定電流的是伏打 (B)發現直導線通電流時會使附近磁針偏轉的是庫侖 (C)發現一般金屬導線兩端電壓與通過電流成正比關係的是歐姆 (D)發現磁場的變動會產生電流的是法拉第。【84 甄選】答：(B)

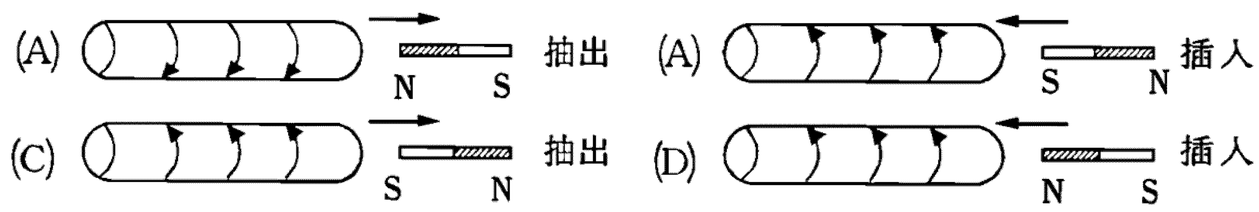
例 60.如右圖，施以外力使磁鐵棒離開螺線圈，產生成應電流(由右向左通過 G)，則成應磁場右端(即 A 端)及磁鐵棒左端(即 B 端)各為何極？(A)A 為 N 極，B 為 S 極 (B)A 為 N 極，B 為 N 極 (C)A 為 S 極，B 為 N 極 (D)A 為 S 極，B 為 S 極。答：(A)



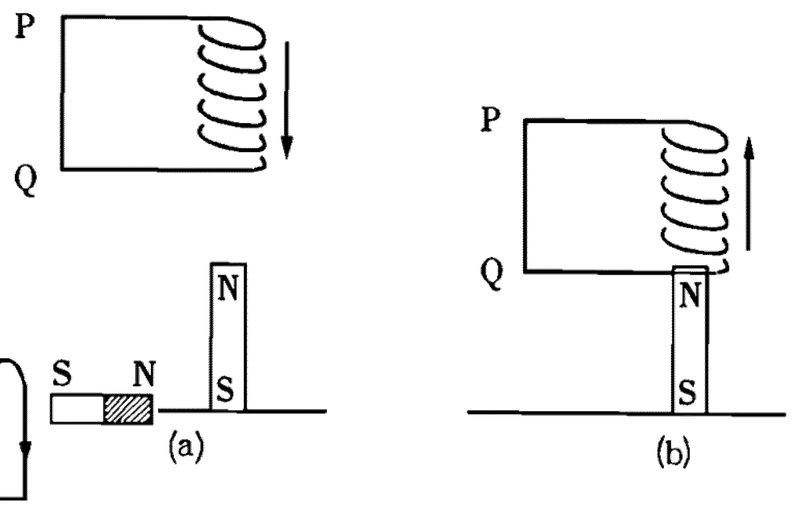
類 6.利用法拉第定律，(A)(B)(C)三圖中感應電流方向以_____圖所示才對。答：(A)



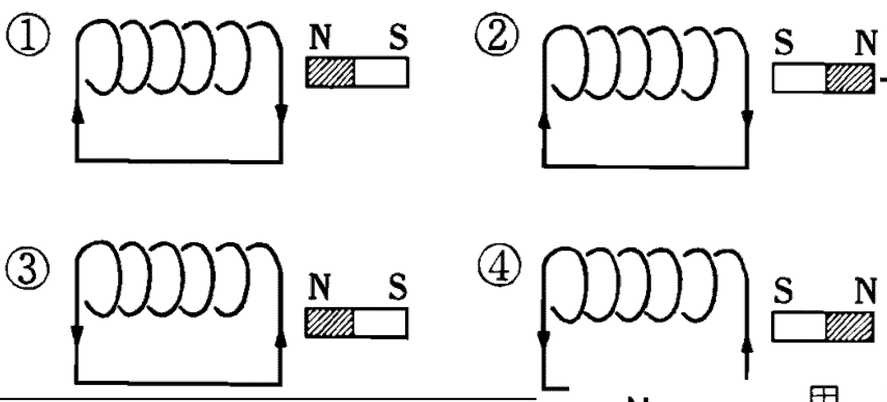
類 7.下列圖中何者正確？(箭頭表線圈上應電流的方向)答：(B)



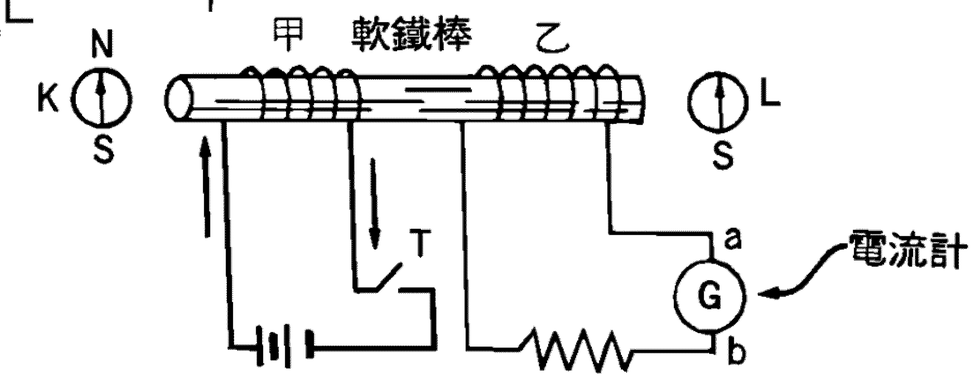
類 8.右圖(a)線圈落入磁棒與(b)線圈抽出，則線圈之感應電流，在 PQ 線上是 (A)(a)↑(b)↑ (B)(a)↑(b)↓ (C)(a)↓(b)↓ (D)(a)↓(b)↑。答：(B)



類 9.如右圖，若線圈之感應方向已知，則磁棒之運動方向為何？答：①←②→③→④←



例 61.有一電磁感應裝置，開始時，甲電路上的開關 T 是打開的，甲、乙兩電路上均無電流。

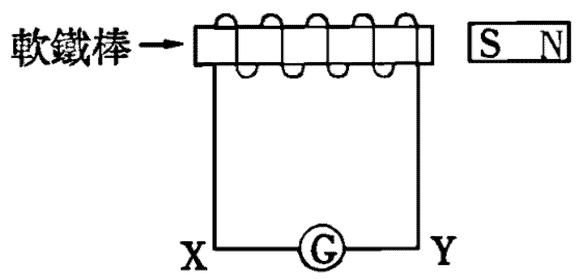


(1)按下開關 T，將電路接通。當甲電路上的電流穩定後，若在軟鐵棒的兩端，電流產生的磁場遠大於地球磁場，則磁針 K 與 L 的 N 極會指向何方？ (A)K 向左，L 向左 (B)K 向右，L 向右 (C)K 向左，L 向右 (D)K 向右，L 向左 (E)K 向上，L 向上。答：(B)

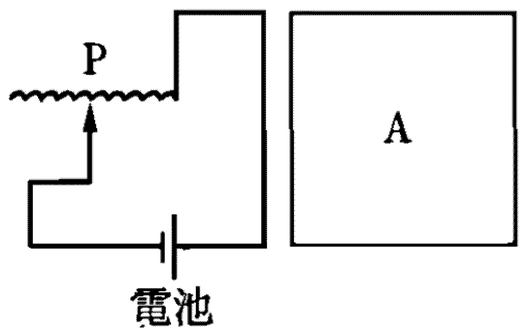
(2)在甲電路中的電流穩定後，將開關 T 打開使甲電路成為斷路，則乙電路會出現下列哪一種情形？ (A)電流一直維持為零 (B)一直有穩定的電流，方向由 a 到 b (C)一直有穩定的電流，

方向由 b 到 a　(D)出現瞬間電流，方向由 a 到 b (E)出現瞬間電流，方向由 b 到 a。【88.甄試】答：(D)

類 10.漆包線所製成的螺線圈與磁鐵的位置如圖所示，電路中 G 為電流計。下列的何種情況螺線圈會有感應電流流過？電流的方向為何？(應選二項) (A)磁鐵快速靠近螺線圈時，電流由 Y 經 G 流向 X (B)磁鐵快速靠近螺線圈時，電流由 X 經 G 流向 Y (C)螺線圈快速靠近磁鐵時，電流由 Y 經 G 流向 X (D)螺線圈快速靠近磁鐵時，電流由 X 經 G 流向 Y (E)螺線圈與磁鐵一起以相同的速度向右移動時，電流由 X 經 G 流向 Y (F)螺線圈與磁鐵一起以相同的速度向右移動時，電流由 Y 經 G 流向 X。【89 學科能力】答：(B)(D)



例 62.如右圖，當 P 滑頭往左滑動，A 迴線中之感電流是 (A)順時針 (B)逆時針 (C)無電流 (D)在 A 迴線內之磁場增大 (E)在 A 迴線內之磁場減少。答：(A)(E)

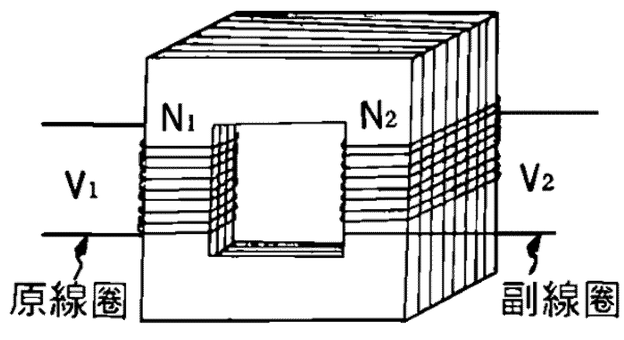


6-7 變壓器與電力輸送

一、變壓器

1.功用：變壓器是一種能將交流電的電壓升高或降低，為了效率，或為了安全的裝置。

2.結構：一封閉的矩形軟鐵蕊的左右兩邊，各纏繞著不同匝數的線圈，其中連接交流電源的線圈，稱為原線圈；在另一邊的線圈為輸出部分，稱為副線圈。



圖：變壓器簡單構造

3.原理：當原線圈接上交流電源時，此電流產生週期性的磁場，磁力線數會改變，此週期性變化的磁場，按法拉第定律，會使副線圈生感應電流。

4.公式：

(1)意義：原線圈上每一匝的磁力線數的改變量(電壓)與副線圈相等。

(2)由法拉第定律：$\dfrac{V_1}{N_1}=\dfrac{V_2}{N_2}$ 因此變壓器兩端的電壓與其匝數成正比。

(3)假定原線圈所連接的是直流電源而非交流電源，則因直流電壓穩定不變，原線圈內的磁場不會改變，磁力線數沒有變化，因此副線圈不會產生感應電流。

5.電流：因能量守恆，輸入原線圈之功率 $P_1=i_1V_1$ 等於副線圈輸出功率 $P_2=i_2V_2$，即

$$i_1V_1 = i_2V_2 \Rightarrow \frac{i_2}{i_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

6.變壓器的種類：

(1)升壓變壓器：指副線圈的匝數較原線圈多，即副線圈的輸出電壓較高。

(2)降壓變壓器：指副線圈的匝數較原線圈少，即副線圈的輸出電壓較低。

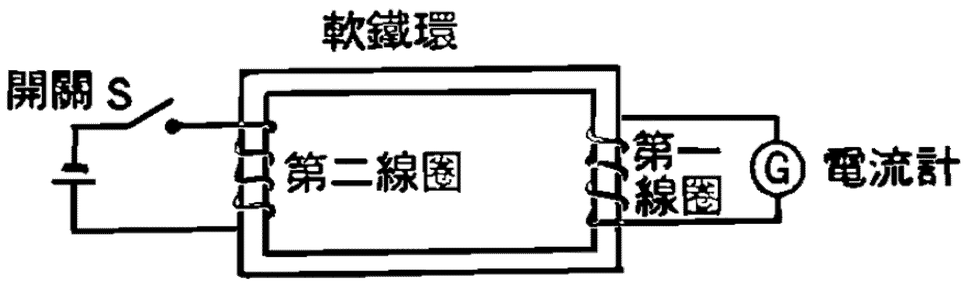
例 63.下列有關一個理想變壓器的敘述何者正確？ (A)原線圈的匝數多於副線圈的匝數時，則此種變壓器稱為升壓變壓器 (B)原線圈與副線圈的電功率應相等 (C)任一瞬間通過副線圈的磁通量，皆應與原線圈中的相同 (D)原線圈的匝數大於副線圈匝數時，則副線圈內所感應的電流大於原線圈內的電流。【聯考題】答：(B)(C)(D)

類 1.交流電變壓器原線圈與副線圈(當圈數不等時) (A)功率不等 (B)電壓不等 (C)電流不等 (D)每圈之磁通量不等 (E)每圈電動勢不等。答：(B)(C)

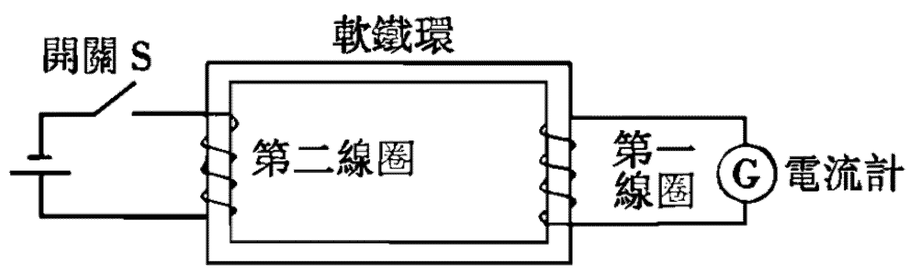
類 2.下列何者正確 (A)交流電可變壓 (B)變壓器只適用交流電 (C)變壓器之原電流與副線圈電流變化頻率相同 (D)當有變電流通過變壓器時，原線圈與副線圈均有磁場變化 (E)若用直流電通入原線圈，則原線圈與副線圈也有磁場。答：(A)(B)(C)(D)(E)

例 64.有一電磁感應實驗裝置，假設開關 S 原來是關上的，第二線圈中有穩定的電流，第一線圈中沒有電流。現在假設突然打開 S，使電流停止，隔一段時間再關上 S，恢復穩定電流，則電流計所顯示的電流情形為何？【85.甄試】答：(A)(D)(E)

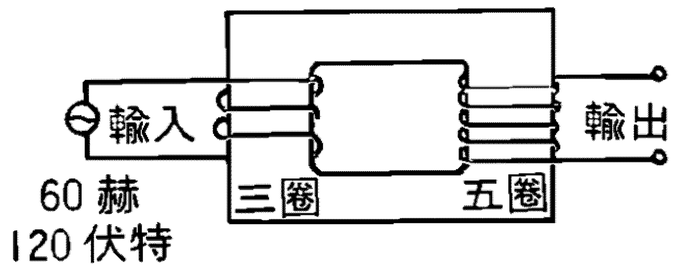
S 打開瞬間	S 打開一段時間	S 再關上瞬間
(A)有電流	(C)有電流	(E)有電流
(B)沒電流	(D)沒電流	(F)沒電流



類 3.如圖中所用的電流計指針歸零時在正中央，可以向左或向右偏，當閉關 S 關閉(即接成通路)，電流計指針開始向左偏，最多 5 格後很快就轉回，最後靜止於中央。若線圈之電阻可以忽略，則怎樣可以使電流計指針偏轉的最大刻度變小？ (A)將第一線圈匝數變少 (B)將第二線圈匝數變少 (C)將電源改為並聯兩個電池 (D)將電源改為串聯兩個電池。【大學甄選試題改】答：(B)



例 65.圖中的變壓器於使用時，若輸入的交流電為 60 赫、120 伏特，則輸出的交流電為何？ (A)100 赫、120 伏特 (B)36 赫、120 伏特 (C)60 赫、200 伏特 (D)60 赫、72 伏特 (E)60 赫、120 伏特。答：(C) 【87 甄試】



類 4.變壓器原線圈與副線圈匝數分別為 100 匝及 400 匝，則輸入原線圈 AC100 伏特的電流時，將自副線圈輸出何種電流？(A)DC40 伏特 (B)AC400 伏特 (C)DC25 伏特 (D)AC25 伏特。【評量試題】答：(B)

類 5.要將 220V 電源變成家中 110V 則原線圈與副線圈之線圈比為 (A)1:2 (B)2:1 (C)1:4 (D)4:1 (E)1:1。答：(B)

類 6.一變壓器原線圈有 100 匝，副線圈為 1000 匝，若將原線圈連接於電動勢為 20 伏特之電池組的二極上，則副線圈的感應電動勢為_____伏特。答：0

例 66.一變壓器的原線圈有 100 匝，副線圈有 200 匝，原線圈輸入的交流電電壓為 120 伏特、電流 4A、頻率 60Hz，則副線圈輸出的是直流電還是交流電?電壓？電流？頻率？答：交流電；240 伏特；2A；60Hz

類 7.一變壓器原線圈與副線圈之匝數比為 200：1，已知原線圈之電壓為 2200 伏特，電流為 2 安培，求副線圈中之電壓及電流強度？答：11V；400A

類 8.將一升壓變壓器接到 120V 之電路上，供應 18000V 之電壓。若在原線圈接上最大容量 10mA 之保險絲，則副線圈之最大電流為_____mA。答：$\frac{1}{15}$

變壓器原線圈匝數 10000，副線圈 100 匝，若原電壓為 11000 伏特，電流為 2A，求 (1)副線圈之電壓？ (2)副線圈之電流？答：(1)110V；(2)200A

例 67.利用一降壓器將 2400 伏特之電壓降為 120 伏特，設該降壓器之效率為 92%，輸出之功率為 9.0 仟瓦，原線圈為 4000 匝。試求：(a)副線圈之匝數？ (b)輸入之功率？ (c)兩線圈上之電流？答：(a)200 匝；(b)9782W；(c)4.1A；75A

類 9.一變壓器原線圈之電壓為 100 伏特，電流為 200 安培，副線圈上之電壓為 9000 伏特，電流為 2 安培。試求：(a)其效率 (b)設損失之電功均生為熱，則每小時可生熱若干卡？答：(a)90%；(b)1.73×10^{6} 卡

類 10.變壓器線圈數比 3：1(副線圈比原線圈)，則輸入 2A、100V 的交流電可在副線圈上得到電流____A，電壓_____V，功率_____W 的交流電。答：$\frac{2}{3}$；300；200

二、電力輸送

1.電線熱損耗：電流的熱效應會使電線本身發熱，造成部分電能的損失。通過的電流愈大，損失的能量就愈多。

2.電力的輸送：電力通常用交流電輸送，途中可變為極高的電壓作長距離輸送，使輸電線的電流很小，進一步使熱損耗降低。

例 68.電力公司在長距離的電力輸送中，何以皆用高壓電？答：因發電廠輸出的功率 P 一定，如以高壓輸送，則由 $P=IV$，得 $I=\frac{P}{V}$，知輸出電流 I 必小，又由公式 $H=I^2R\cdot t$，可知高壓輸送必可減小輸送途中的熱能消耗。

類 1.電廠所送的電，先用變壓器把電壓昇高，輸送到遠方；送到用戶附近時，再用變壓器把電壓降低，然後才送給各用戶。有關變壓器調節電壓的原理，下列敘述何項錯誤？ (A)為便於改變電壓，輸出及輸入的電流為交流電 (B)電流有磁效應 (C)磁通量的變化產生感應電動勢 (D)變壓器將電壓降低時，因電壓下降會損失許多電能。【大學甄選】答：(D)

類 2.下列敘述何者正確？ (A)穩定的直流電，亦能以變壓器來提升或降低電壓 (B)交流電在變壓時，可利用原線圈與副線圈的匝數不同之關係，來改變其交流頻率 (C)理想的變壓器，其原、副線圈中的電壓與圈數成正比 (D)長途輸電的導線中，為了避免熱能的損失，都採用高壓電輸送。答：(C)(D)

類 3.電力公司為減少長途輸送電能之損失，通常都是用變壓器，將電壓昇高，再輸送到遠方，其輸送_____一定時，電流很小，可減少電能變成熱能之損失。答：電功率

類 4.有關於電廠將電能輸送到各用戶的敘述，何者正確？ (A)電壓愈高時，電廠輸送的電功率愈大(B)電流強度愈大時，電廠輸出的電功率愈大 (C)電壓愈高時，電廠所消耗的電能愈多 (D)電輸送時，電流強度愈大時消耗的電能愈多。答：(D)

6-8 家庭用電與安全

一、接地

1.地球電位：地球體積龐大，其電位因電荷累積的改變量很小，故以地球電位為零。

2.地線：地球為良導體，與地球接通的導線稱為地線，通常須埋入地底數公尺。

3.接地：任何導體與地球接觸，則導體電位為零。符號為 。

例 69.使用家庭電器時，其外殼需接地，理由為何？ (A)保證電器正、負兩極維持恆定電壓 (B)若不接地，不能構成迴路，電流無法流通 (C)萬一漏電時，可將外漏的電流傳至地面，以免人體觸電 (D)電器過熱時，可將多餘的熱量導入地面，以策安全。答：(C)【83 甄選】【解說】因人常會觸摸電器外殼。若有漏電，可使之導入地面，使外殼之電位與地面同。而人立於地面，電位也與地面同。故人與外殼均同電位，彼此間沒有電流，這也是外殼接地的好處。

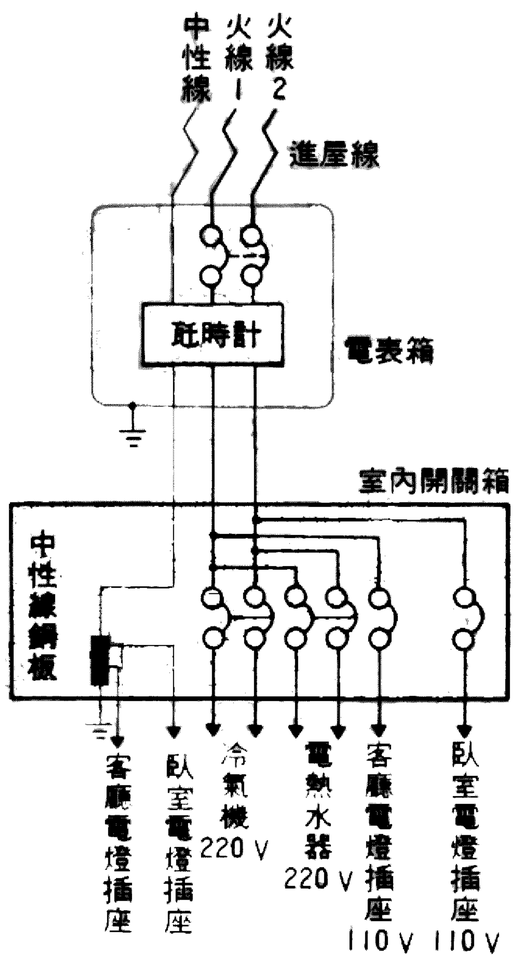
類 1.接地目的是 (A)省電 (B)降壓 (C)避免漏電引起接觸有電流 (D)使電器減少電阻。答：(C)【解說】電器若有漏電時，導入地面，避免人之誤觸引起觸電。

二、家庭用電

從戶外變壓器接到家庭用戶的導線，共有兩條非接地線和一條接地線。

1.非接地線：對地有電壓，俗稱火線，又稱為活線。

2.接地線：在電力的輸配電路系統中，以大地作為電流的回流導線。又稱為中性線。



3.家庭用電：

(1)電源插座連接一條火線和中性線，則可提供 **110** 伏特的電壓，適合家庭的一般電器。

(2)電源插座連接兩條火線，則提供 **220** 伏特的電壓，適合冷氣機或其他電器製品。

4.電器使用：

(1)為避免誤用，**220V** 電壓插座的指槽通常設計成 **T** 字型，使 **110V** 電器的插頭無法插入。

(2)錯接不符合使用規格的電源電壓，將會使電器損壞、使用壽命減短、或不能正常工作。

(3)家用電器的使用均為並聯，使電器正常工作。

5.電費的計算：

(1)收費原則：電力公司收取電費是以消耗的電能來計算。

(2)收費單位：電費的收取是以「度」為計算單位，**1** 度就是 **1** 千瓦特的電功率使用 **1** 小時所消耗的電能，所以 **1** 度**=1** 千瓦小時$=3.6\times10^6$ 焦耳。

(3)台電電價表：

分類		夏日(6/1~9/30)	非夏日
家庭用	110 度以下	2.2 元/度	2 元/度
	111~330 度	2.7 元/度	2.3 元/度
	330 度以上	3.3 元/度	2.6 元/度
營業用		3.3 元/度	2.6 元/度

例 70.廚房裡有電鍋(110V，1000W)、電燈(110V，100W)、電視(110V，200W)。如果把三個電器並聯，而且同時使用，則下列敘述何者錯誤？ (A)需要電源電壓為(110+110+110)伏特 (B)總消耗功率為(1000+100+200)瓦特 (C)總供應電流為(1000/110)+(100/110)+(200/110)安培 (D)三個電器同時使用的總電阻，比任何單獨使用時的電阻要小。【84 甄選】【解說】並聯電壓相同，等於電源電壓，總電流為各分路電流的總和，並聯後總電阻變小。答：(A)

類 1.標示 110V、60W 的燈泡按規格使用，若連續使用 10 小時，總共消耗的電能爲多少？(A)1.1 度(B)0.6 度 (C)1100 度 (D)600 度。【83.甄試】答：(B)

類 2.電熱器用電一度可生熱若干仟卡？ (A) 3.6×10^6 (B) 3.6×10^3 (C) 10^3 (D) 8.64×10^5 (E) 8.64×10^2 。答：(E)
【解說】1 度電=$3.6\times10^6 J = 3.6\times10^6\times0.24cal = 8.64\times10^5 cal = 8.64\times10^2 Kcal$

類 3.標示 120V，60W 的燈泡，則通過此燈泡的電流爲 (A)2 安培 (B)4 安培 (C)0.5 安培 (D)0.25 安培。【解說】由 P=IV 可知電流 0.5A。答：(C)

類 4.若電燈泡按在 110 伏特插座，通過的電流爲 0.5 安培，則使用 3 小時所消耗的電能約爲多少焦耳？(A) 3.0×10^5 (B) 6.0×10^5 (C) 1.2×10^6 (D) 2.4×10^6 。答：(B)
【解說】$W = Pt = IVt = 0.5\times110\times(3\times60\times60) = 5.94\times10^5 J$

類 5.家用 1 噸的冷氣機 (A)表示總重 1 噸 (B)表示每小時使 1 噸水汽化或液化的熱量 (C)它是一種每小時排熱約 2000 仟卡的能力 (D)它的排熱量每小時使 1 噸水降低 1℃。【解說】冷氣機 1 噸表示每小時可處理 8000BTU 的熱量，相當 2000 仟卡。答：(C)

例 71.某宅裝有 110 伏特、50 瓦特之電燈 10 盞，平均每日各用 3 小時；又裝有 110 伏特、100 瓦特之電扇 2 架，平均每日各用 4 小時，設電費為每度 0.5 元，則每月(以 30 天計)應付電費若干？又設總電路中所接之保險絲為 5 安培，問電燈、電扇全部使用時，此保險絲是否能支持不斷？答：34.5 元；保險絲會燒毀

類 1.將 110 伏特、40 瓦特的燈泡與 110 伏特 1200 瓦特的電鍋，均接於 110 伏特的電源上使用，則：

(1)兩者的電阻比為若干？答：30：1

(2)燈泡使用 3 小時所耗的電能為幾「度」？答：0.12 度

(3)燈泡使用 3 小時消耗的電能為電鍋使用 20 分鐘所耗電能的幾倍？答：3/10

類 2.某生家中電表相隔兩個月的讀數分別為 27572 與 28462。若 1 度電費的平均單價為 2.5 元，則：(a)兩個月需付的電費為若干？ (b)兩個月所用掉的能量有多少焦耳？ (c)如果將上述使用度數全數用於 80 瓦特的電燈上，可連續使用多少小時？答：(a)2225 元；(b) 3.2×10^{9} Joul；(c)11125 小時

類 3.教室裡共裝有 20 盞 80 瓦特的日光燈，為了節約用電，平均每天每盞少開半小時，則一個月(以 30 天計)可以節約多少度電？答：可節約 24 度電。

類 4.下列何者不是能量(或功的單位) (A)焦耳 (B)度(電學上一度) (C)瓦特 (D)卡 (E)瓦特-秒。答：(C)【解說】瓦特是功率的單位。

三、用電安全

用電安全上必須注意的事項

1.觸電：

(1)人體觸電：人體觸電造成的傷害與通過人體的電流大小有關。

電流大小(安培)	觸電程度
0.001	感覺麻痺
0.005	感覺疼痛
0.010	肌肉本能收縮(痙攣)
0.015	肌肉失去控制
0.030	非常危險
0.070	只要持續一秒鐘，就有致命的危險

(2)電器的漏電現象：一般電器的外殼均為金屬，若有電外漏，就必須將電器的金屬外殼以一條導線連接到大地，稱為接地。

2.過電流(或稱超載)：

(1)電流安全容量：

①流經導線上的電流都有其最大的安全容量，如果導線上的電流超過此安全容量，會導致導線發熱，甚至使電線的絕緣膠皮燃燒，引起火災。

②若一延長線的規格標示為「**125v**、**15A**」，表示可接用的電源電壓最高為 **125** 伏特，在同一時間所有插座使用電流的總和不得超過 **15** 安培。

(2)電路保護裝置：

①保險絲：保險絲其特點為熔點低、與中性線串聯。當電流過大時，保險絲發熱熔斷，達成保護電路的功效。

②無熔絲開關：當電流超過安全容量時，因磁力而自動跳開，兼具開關與保險絲功能。

3.短路：

(1)短路：接至電源插座兩端的導線若未經負載而直接接通，或電路上的電阻接近零，會產生很大的電流，稱為短路。

(2)短路的原因：電源本身絕緣不良、插頭內的導線漸開、電器內部的導線接頭鬆動。

(3)避免短路的影響：裝設保險絲或無熔絲開關。

例 72.電視綜藝節目曾有使參與演出者觸電的遊戲，其製作單位聲稱「所使用的電力只有 20 伏特，沒有危險。」，請指出該單位說明中的錯誤。答：伏特是電壓單位，而非電力的單位。即使製作單位採用俗稱的「電力」表示電功率，其單位亦非伏特，而是瓦特。其次，危險程度決定於人體電阻及原電壓，亦即大致由電流決定，低電壓一樣有危險。

類 1.下列那種情況有觸電的感覺 (A)輕微電流經過人體 (B)手腳間有電壓 (C)整個人處於高電壓時(D)人體帶電時。答：(A)(B)【解說】觸電的感覺最重要要有電流。有電壓之導體有電流。在(D)處於同電位，能帶電，無電流。

例 73.居家使用規格為「110 伏特，1200 瓦特」的電鍋時，需要配合多大規格電流的保險絲較安全？ (A)3 安培 (B)8 安培 (C)12 安培 (D)20 安培。答：(C)

類 1.小新說：「為了安全起見，家裡的保險絲所能承受的電流量要愈大愈好，這樣保險絲才不會容易燒斷。」你覺得他的說法正確嗎？請提出你的看法。答：雖然保險絲所能承受的電流愈大愈不容易燒斷，但並不一定是好的，有時反而是潛在的危機。因為若在導線中的電流已超過導線的安全負荷時，而保險絲卻還沒有燒斷，則保險絲就失去了它的功能，甚至會導致電線走火，故不可不慎。

類 2.使用家庭電器時，下面那種事實是對的？ (A)保險絲可用銅絲代替 (B)家庭電器一般均使用直流電 (C)使用電線愈細愈安全 (D)所有電器通常並聯使用。【評量試題】答：(D)
【解說】在(A)應檢查線路是否有短路，再更新保險絲。

類 3.使用「家庭電器」時，下面那一種事實是對的？ (A)保險絲可用銅絲代替 (B)家庭電器一般使用直流電 (C)使用電線愈細愈安全 (D)把兩個電爐並聯使用，比串聯使用時電力用得少 (E)把電爐並聯使用，若把電爐數繼續增加，則保險絲終於會燒斷。答：(E)【解說】並聯電器愈

多，總電阻變小，總電流變大，會使保險絲因過大電流溫度升高而熔斷。

類 4.電路或電器中裝的保險絲，使用的材料要求符合 (A)電阻小但熔點低 (B)電阻小，但溶點高 (C)電阻稍大，但熔點高 (D)電阻稍大，但熔點低。答：(D)

【解說】保險絲之電阻稍大，熔點低。

類 5.家庭用電時，若保險絲經常熔斷，正確的處理法是 (A)換接更粗的保險絲 (B)換接銅線 (C)換一個闖關 (D)檢查用電是否超過電線負荷或有否短路。答：(D)

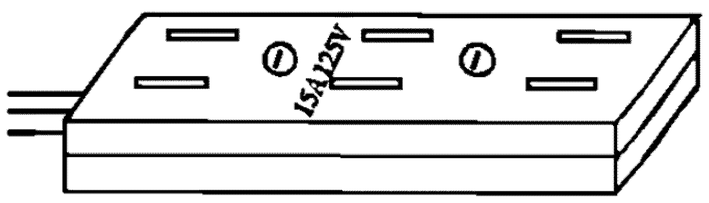
【解說】正確處理法是(D)，然後再更換新的保險絲。

例 74.利用三用電表來檢測標示 110V，100W 電燈泡的好壞，下列敘述何者正確？ (A)用電阻檔，測燈泡的電阻 (B)用電流檔，測燈泡的電流 (C)用直流電壓檔，測燈泡的電壓 (D)用交流電壓檔，測燈泡的電壓。【82 甄選】【解說】燈泡之好壞看燈絲是否斷路，故以電阻檔測之，若電阻無限大則為斷路，壞了。適當電阻是好的。答：(A)

類 1.在一乾電池，燈泡聯結的電路中，常因連接部分不夠緊密，而致燈泡不夠明亮，這種現象稱爲：(A)斷路 (B)通路 (C)短路 (D)接觸不良。【解說】題意爲燈泡不夠明亮，表示電流變小(即電阻變大)。答：(D)

類 2.自己由國外買回之電器，若規格電壓比我們小，則在我國 (A)使用時功率變小 (B)使用壽命會較長 (C)需將我們電壓降到符合規格使用才安全 (D)須將我們電壓昇高後再接入該電器才安全。答：(C)【解說】應將我們電壓經變壓器降到該電器規格電壓，才可使用。

類 3.有一延長線插座，有三個插座，如右圖，上面有規格標示 15A125V 表示何意義？【解說】每個插座之最大電壓爲 125V，三個插座之總和電流不可超過 15A。

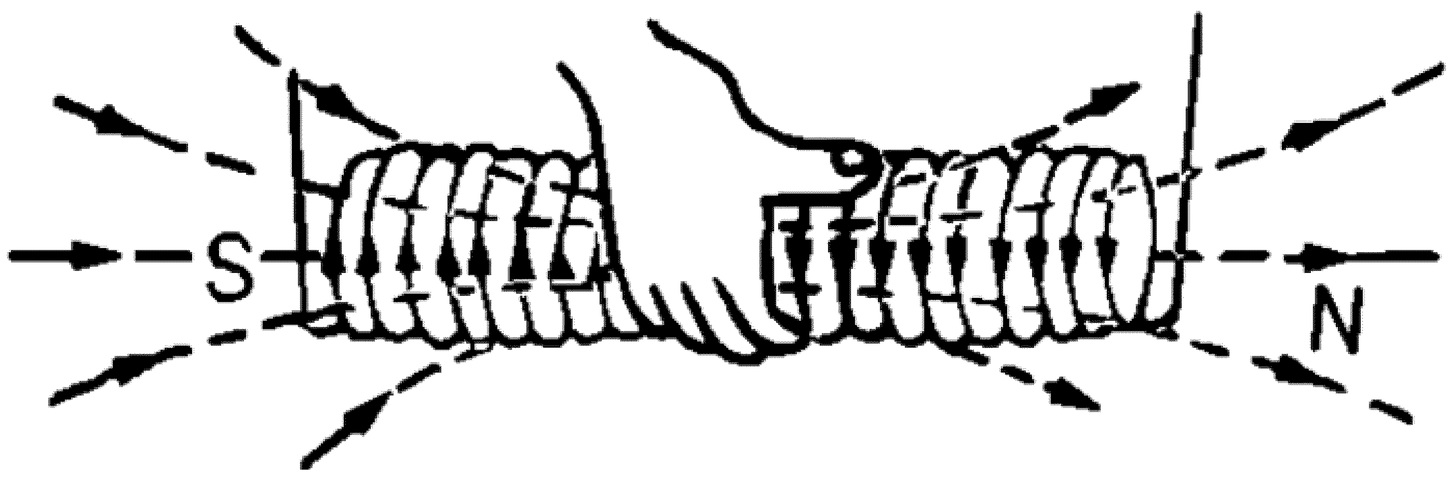


類 4.將電池之正負兩極以銅線相接 (A)稱爲短路 (B)溫度昇高甚快 (C)電池使用之壽命很短 (D)稱斷路。答：(A)(B)(C)【解說】此現象爲短路。

基礎物理講義

第六章

電與磁



_____年 _____班 _____號

姓名：_____

吳錫玠老師 編授