

第一章 電與磁

第一節 磁鐵

一、認識磁鐵

- 1.磁鐵：一般把可以吸引含鐵或磁性材料的物體稱為_____。
- 2.磁性材料：可被磁鐵吸引的物體，大都由_____、_____、_____或其合金所構成，稱為_____。
- 3.磁極：磁鐵的兩端，稱為_____。
 (1) 以細線懸吊棒形磁鐵轉動後會慢慢停止，此時磁鐵兩端會指在_____、_____方向上。
 (2) 指向北方的一端叫做磁鐵的_____極或_____極；
 指向南方的一端叫做磁鐵的_____極或_____極。
- 4.磁力：不同磁鐵兩端磁極相互間的作用力，稱為_____，有吸引力或排斥力兩種。
 (1) 不同磁鐵的 N 極（或 S 極）互相靠近時，會互相排斥，即同名磁極會互相排斥。
 (2) 一磁鐵的 N 極靠近另一磁鐵的 S 極時，會互相吸引，即異名磁極會互相吸引。
 (3) 磁力為非接觸力，又稱為_____。
- 5.磁性：將磁性材料置於磁鐵周圍，受到磁力作用的性質，稱為_____。
- 6.磁化：磁性材料受到磁鐵磁性感應而具有磁性的現象，稱為_____。
 近磁極一端，感應產生_____名極，另一端則生成_____名極。

二、磁鐵的性質

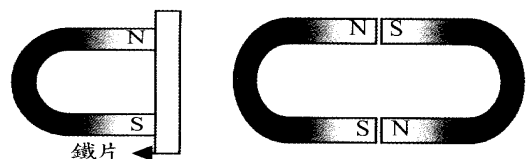
- 1.正電荷或負電荷可以單獨存在；而磁鐵的 N 極和 S 極總是成對存在，不可能單獨存在。
- 2.任何磁鐵一定有_____個磁極。
- 3.磁鐵兩個磁極的磁力最_____，中間部分則磁力較弱。
- 4.受到_____或_____時，磁鐵的磁性會減弱，甚至消失。

三、磁鐵的種類

- 1.暫時磁鐵：當磁鐵移除後即無法保有磁性的物質，稱為_____磁鐵或_____磁鐵。
 例如：鐵釘、迴紋針等，此種材料較易被磁化。
- 2.永久磁鐵：磁化後可長期保有磁性者，稱為_____磁鐵或_____磁鐵。
 例如：鋼釘，此種材料較不易被磁化。

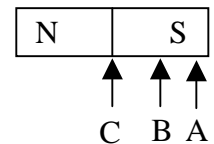
四、如何保存磁鐵，使其磁性較不易消失？

答：將磁鐵的異名極並排或相吸，磁性較不易消失。



* 自我評量 *

- 1.右圖中，以_____點磁性最強，_____點磁性最弱。（填：A、B、C）
- 2.磁鐵的兩磁極性質不同，同名極會互相_____，異名極會互相_____，這種力量稱為磁力。
- 3.當磁針靜止時，指向南方的一端稱為_____極，以英文字母_____極表示；
 指向北方的一端則以英文字母_____極表示。
- 4.將一支暫時磁鐵移近磁鐵的 N 極時，靠近 N 極的一端生成_____極，遠端生成_____極，這種現象稱為_____。
- 5.將一長條磁鐵敲成 3 段後，有_____種磁極，有_____個磁極。
- 6.鋼棒比軟鐵棒_____（容易、難）被磁化；難被磁化的磁性_____（容易、難）消失。



7.若有兩磁棒的甲、乙兩端相對，彼此相斥；若甲為N極，則乙為_____極。

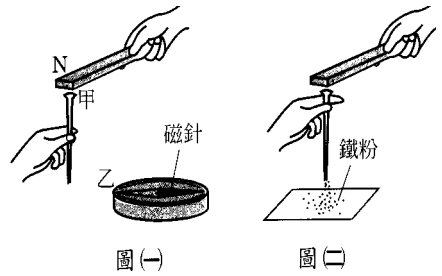
8.下列哪一種金屬無法被磁鐵吸引？(A)鈷 (B)鐵 (C)銅 (D)鎳。

9.某生取磁鐵、鐵釘、磁針、鐵粉分別作下列二個實驗：

(1)右圖(一)中的鐵釘移近磁鐵的N極，但未接觸，此時二者間 (A)沒有作用力 (B)二者相吸 (C)二者相斥。

(2)承(1)，鐵釘的甲端會被磁化而生_____極，下方磁針的乙端為_____極。

(3)右圖(二)中的鐵釘是否會吸引鐵粉？_____；若將磁鐵移走，則鐵釘是否會吸引鐵粉？_____。



10.將磁棒平放進鐵釘堆中再拿起，下列哪一個結果可能性比較高？

(A) (B) (C) (D)



11.如右圖，甲、乙兩長條形金屬棒，無論用哪一端接近，僅能互相吸引，不會互相排斥。

由此可知：甲、乙兩金屬棒

(A)有一條是磁棒，一條是軟鐵棒 (B)皆為軟鐵棒 (C)皆為磁棒 (D)皆不是磁性物質。

12.承上題，若將兩金屬棒排成如右圖時，則不能相吸而脫落，由此實驗可知

(A)甲為軟鐵棒，乙為磁棒 (B)乙為軟鐵棒，甲為磁棒
(C)甲、乙皆為磁棒 (D)甲、乙皆為軟鐵棒。

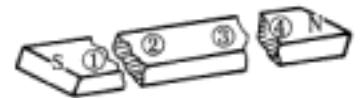


13.如右圖，將一長磁棒折成三段後，四個阿拉伯號碼標示處，由左而右依序為何種磁極？

(A)SNNS (B)NSSN (C)SNSN (D)NSNS。

14.拿磁鐵吸引小鐵釘時，何處可吸引最多的小鐵釘？

(A)N極 (B)S極 (C)中央 (D)兩磁極。



15.當磁化原因消失後，不再保有磁性的物質稱為：

(A)軟磁鐵或暫時磁鐵 (B)軟磁鐵或永久磁鐵 (C)硬磁鐵或暫時磁鐵 (D)硬磁鐵或永久磁鐵。

16.有關磁力的敘述何者錯誤？

(A)磁力是一種不須接觸的超距力 (B)磁力有吸引力也有排斥力
(C)兩個磁鐵的同名極相互吸引 (D)兩個物體利用磁力相互吸引，則至少有一個必須為磁鐵。

17.有關磁力與靜電力的比較，何者正確？

(A)兩者皆必須接觸物體，才有力的作用 (B)正、負電荷可單獨存在，N、S極必須成對存在
(C)靜電力只有吸引力，而磁力則有吸引力與排斥力 (D)物體間若有磁力，則必有靜電力存在。

18.如果將兩磁鐵的距離拉遠，則兩磁鐵間互相吸引或排斥的力量將會

(A)增加 (B)先增再減 (C)不變 (D)減少。

19.如右圖，磁鐵S極靠近一根鐵釘的釘帽，則鐵釘的

(A)釘帽形成N極 (B)尖端形成N極
(C)兩者皆為N極 (D)兩者皆為S極。



20.進行磁鐵相吸相斥實驗時，需準備幾支圓鉛筆放在桌上的磁棒下方，才開始實驗。為什麼？

(A)墊高桌面磁棒，避免地磁影響 (B)圓鉛筆可被感應為磁棒
(C)增加磁棒間的作用力 (D)減少磁棒與桌面的最大靜摩擦力。

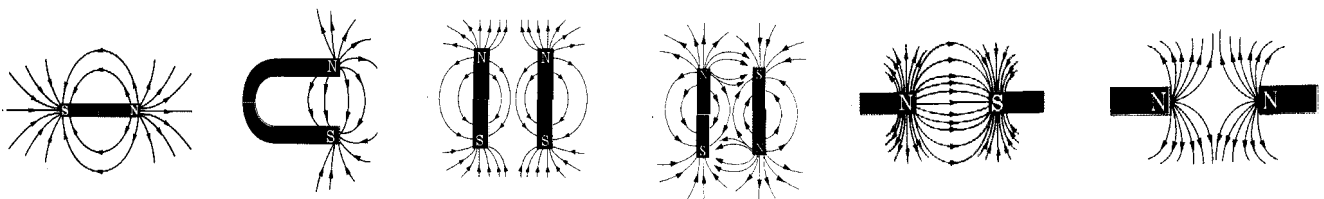
第二節 磁場

一、磁場

- 1.磁場：磁鐵附近磁力作用的空間，稱為_____。
- 2.磁場的影響：
 - (1) 磁性物質進入磁場中，會被磁化而具有磁性。
 - (2) 將羅盤放進磁場中，磁針就會受到磁力作用而發生偏轉。
- 3.磁場的觀察：將鐵粉撒在壓克力板上（下方置磁鐵）觀察。
 - (1) 在磁鐵兩磁極處，鐵粉最密集；離兩磁極愈遠，鐵粉愈疏鬆。
表示在磁鐵的兩磁極處，磁場最_____；離磁極愈遠，磁場就愈_____。
 - (2) 僅能顯示磁場_____及_____，無法顯示磁場_____。
- 4.磁場的強弱：
 - (1) 愈近磁極，磁場愈_____。
 - (2) 愈遠離磁極，磁場愈_____。
- 5.磁場的方向：磁針_____極所指的方向，就是磁場的方向。

二、磁力線

- 1.磁力線：將羅盤置於磁鐵四周不同位置，可得到不同的曲線，這些曲線表示羅盤磁針在磁鐵周圍所受磁力的方向，稱為_____。
- 2.磁力線的方向：在磁力線上任一點的切線方向，即該點所受磁力的方向。
在磁鐵外部，是從_____極指向_____極；
在磁鐵內部，則從_____極指向_____極。
- 3.磁力線的性質：
 - (1) 每一條磁力線都是封閉的平滑曲線。
 - (2) 磁力線之間彼此不相交。
 - (3) 在磁鐵兩磁極處，磁力線最密集；離兩磁極愈遠，磁力線愈疏鬆，
表示磁力線的疏密程度代表磁場的_____。
在磁鐵的兩磁極處，磁場最強；離磁極愈遠，磁場就愈弱。
 - (4) 常見之磁力線圖形



三、地球磁場

- 1.英國人吉爾伯特。
- 2.地磁：地球周圍附近的空間存在著一個磁場，稱為_____。
- 3.磁針受到地磁影響，使得 N 極指向_____方，S 極指向_____方。

* 自我評量 *

- 1.有磁力作用的空間，稱為_____。
- 2.磁場是有方向性的，磁針_____極所指的方向就是磁場的方向。

3.在磁極的附近，通過的磁力線較_____，磁場較_____。

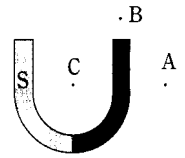
4.將某一磁針放在磁場中，結果如右圖，則此磁針所受磁力的方向為_____。



5.磁場方向與所受磁力方向 (A)垂直 (B)一致 (C)無關 (D)視磁力大小而定。

6.右圖馬蹄形磁鐵的周圍磁場中，A 點的磁場方向應為_____；

B 點的磁場方向為_____；C 點所受磁力的方向為_____。



7.地球上的磁力線方向大致上為

(A)由東向西 (B)由西向東 (C)由北向南 (D)由南向北。

8.有關磁力線的敘述，下列何者錯誤？

(A)磁力線的疏密程度代表磁場的強弱

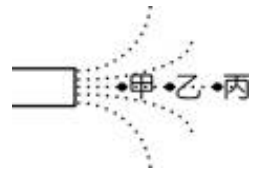
(B)磁力線愈靠近兩極，磁場愈弱

(C)磁力線上任一點的切線方向即為磁場的方向

(D)磁力線在磁鐵外部是由 N 極指向 S 極。

9.磁力線在磁鐵外部的方向是由_____極至_____極，

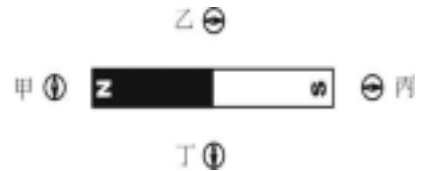
在磁鐵內部是由_____極至_____極。



10.右圖代表某處的磁力線分布情形。請問其中哪個點的磁場最強？

(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)三點同樣強。

11.右圖中的棒形磁鐵周圍置有甲、乙、丙、丁四個羅盤(其中黑色部分表示 N 極、白色部分表示 S 極)，在受到棒形磁鐵的磁力線作用下，哪個羅盤的指針偏向是正確的？

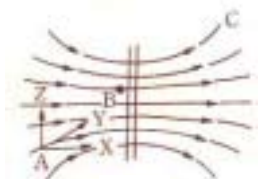


(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁

12.有一磁鐵，其中某部分的磁力線圖形如右圖，回答下列問題：

(1) A、B、C 三處，以_____處的磁場最強。

(2) AX、AY、AZ，何者為 A 處的磁場方向？_____。

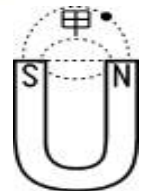
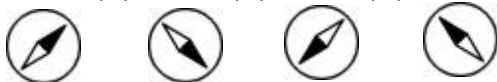


13.磁針靜止時，其指向南方的一端，稱_____極，用_____字表示；

指北的一端稱_____極，用_____表示。

14.右圖中在甲處放置一個磁針，其方向應該為下列何者？(黑色端為 N 極)

(A) (B) (C) (D)



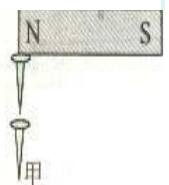
15.參考右圖中磁力線圖形，判斷各磁鐵的磁極？

A 端為_____極，B 端為_____極，C 端為_____極，

D 端為_____極，E 端為_____極。



16.右圖中的鐵釘，甲端為_____極，鐵釘內的磁力線方向為向上或向下？_____。



17.兩根平行並排的磁棒，形成的磁力線如右圖，若 A 為 N 極，則 D 為_____極

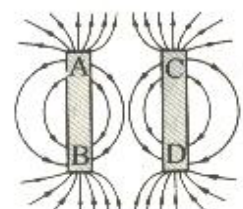
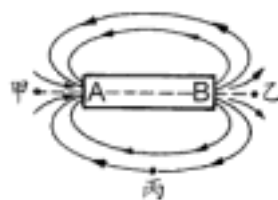
18.根據右圖所示磁力線的簡圖，下列敘述何者正確？

(A)A 端是磁鐵的 N 極，B 端是磁鐵的 S 極

(B)丙點的磁場強度較甲點大

(C)甲、乙二點的磁場方向相反

(D)丙點的磁場方向向左。



第三節 電流的磁效應

一、電流的磁效應

1.丹麥科學家厄司特。

2.電流的磁效應：通有電流的導線，都可以在其周圍產生磁場的現象，稱為電流的_____效應，其效果與磁鐵建立的磁場相同。

二、載流長直導線所產生的磁場

1.通電流的長直導線周圍，會有磁場產生。

2.以鐵屑觀察，其磁力線的形狀為一封閉的同心圓。

3.以磁針觀察，磁場的方向與電流的方向互相_____。

三、安培定律

1.實驗觀察：

(1)流經直導線電流愈大，距導線愈近，磁針偏轉角度愈_____。

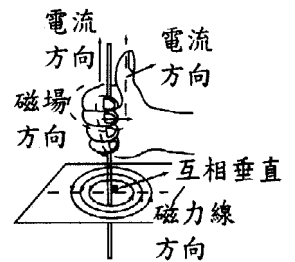
(2)流經直導線電流愈小，距導線愈遠，磁針偏轉角度愈_____。

2.安培定律：通有電流的長直導線周圍所建立的磁場強弱，和導線上的電流大小成____比，和導線間的距離成_____比。

3.磁場(或磁力線)的方向：可由_____來決定，如右圖。

(1)電流方向：右手握住導線，大姆指指向_____的方向。

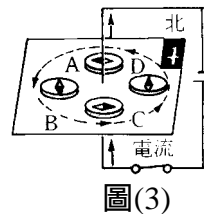
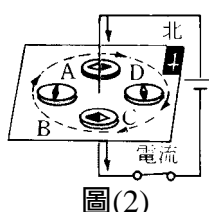
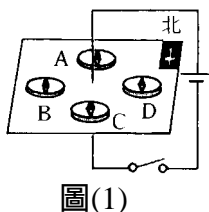
(2)磁場(或磁力線)方向：四指所指的方向。



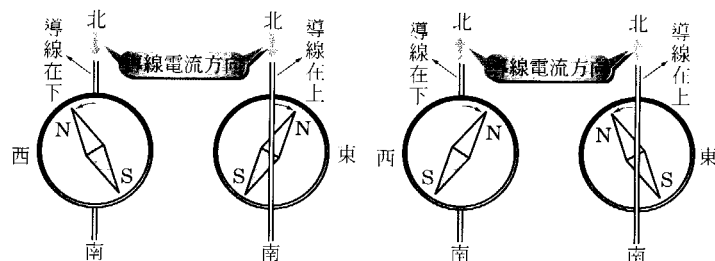
例 1.下圖(1)中未通入電流，磁針 N 極皆指向北方；

下圖(2)中電流由上而下，磁針 N 極的指向沿順時鐘方向；

下圖(3)中電流由下而上，磁針 N 極的指向沿逆時鐘方向。



例 2.一固定南北向之長直導線，通以電流時，導線附近的磁針發生偏轉的情形，如下圖所示。



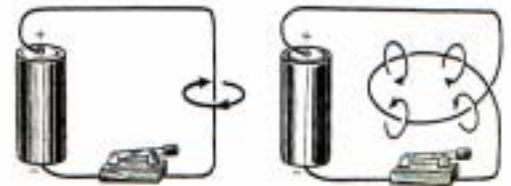
四、螺線管(螺線形線圈)產生的磁場

1.將一條長直導線繞成螺線管，通以電流，造成的磁場強度較直導線所產生的磁場更_____。

2.單匝圓形線圈的磁場：一條長直導線彎成圓形，從磁力線的分布看來，很像一個圓盤形的

薄磁鐵所造成的磁場。

3.螺線形線圈的磁場：螺線形線圈相當於數十個圓盤形薄磁鐵之 N 極與 S 極頭尾相連所形成的磁場,就好像一個長圓柱形磁鐵所造成的磁場,如右圖。

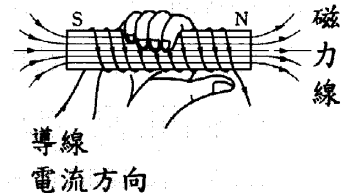


4.影響螺線管磁場強度：

- (1) 電流愈大,磁場愈_____。
- (2) 線圈愈密,磁場愈_____。
- (3) 所繞的圓直徑愈小,磁場愈_____。

5.螺線形線圈磁場方向的判定：安培右手定則變化。

- (1) 以右手握住線圈,四指彎曲指向電流方向,大拇指所指的方向即為線圈_____極的一端,也就是線圈內磁力線的方向。
- (2) 在線圈內部,磁力線的方向是由_____極指向_____極,離開線圈後,磁力線的方向是由_____極指向_____極。



五、電磁鐵

1.電磁鐵：將容易磁化的鐵釘(或軟鐵棒)放入一螺線形線圈內部,當線圈通入電流時,線圈內部的磁場將使鐵釘磁化,鐵釘磁化後所生成的磁場,加上原有線圈內的磁場,使得總磁場強度大為增強;當電流切斷時,線圈及鐵釘的磁性隨即消失,利用這種方式得到的磁鐵,稱為_____。

2.如何增強電磁鐵的磁力：

- (1) 增加電流。
- (2) 增加單位長度所繞的線圈數。
繞得愈密,也就是說單位長度內的匝數愈多,則軸心處的磁場愈_____。
- (3) 所繞的圓直徑愈_____,其中心磁場愈大。
- (4) 增加螺線管內軟鐵棒數目。

3.電磁鐵極性判別

- (1) 四指彎曲：代表_____方向。
- (2) 大拇指指向：代表_____方向,即為電磁鐵的_____極。

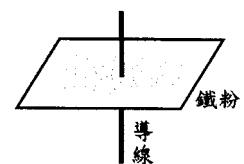
4.電磁鐵的應用

- (1) 商業用的強力電磁鐵起重機,通入大量電流時,可以吊運巨大的鋼板或廢棄汽車。
- (2) 電動機(_____)、電鈴、電話、安培計、伏特計、打點計時器中也有電磁鐵。

自我評量

1.最早發現電流磁效應是：(A)厄司特 (B)法拉第 (C)安培 (D)貝爾。

2.將導線垂直穿過水平玻璃板,在板面上均勻地散布鐵屑,如右圖所示,則：



- (1)若導線內有電流通過,則鐵屑會排列成_____形。
- (2)在實驗中,若鐵屑形狀不明顯,可以輕敲玻璃板,以減少鐵屑與玻璃板的_____,即可比較明顯的看出鐵屑的形狀。
- (3)若取一小磁針,檢驗導線周圍磁場的方向,可以發現當電流由上往下流時,俯視觀察磁力線是_____時鐘方向。

3. 電流產生磁場強度大小和導線上電流成正比，和導線間距離成反比，稱為：

- (A) 歐姆定律 (B) 安培定律 (C) 牛頓定律 (D) 虎克定律。

4. 在電流的磁效應實驗中，電流通過直導線所產生的磁場方向與電流方向成

- (A) 0° (B) 45° (C) 60° (D) 90° 角。

5. 一條長直導線水平放置，通以由南向北的電流，將磁針置於導線正上方，則磁針的 N 極將向何方偏轉？ (A) 東 (B) 西 (C) 南 (D) 北。

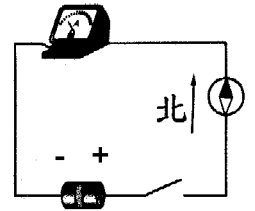
6. 將一南北方向的長直導線通以電流，發現置於導線下方的磁針 N 極向東偏轉，則導線上的電流方向為 (A) 由南向北 (B) 由北向南 (C) 由東向西 (D) 由上向下。

7. 眼睛順著一條長直導線望去，若電流方向為離你而去，則導線周圍的磁場是

- (A) 逆時針方向 (B) 順時針方向 (C) 向右方 (D) 向左方。

8. 將導線、羅盤、安培計、電池裝置如右圖，磁針在水平導線的上方，則：

- (1) 按下開關時，磁針 N 極向_____方偏轉；若電池反接，則磁針 N 極向_____方偏轉。

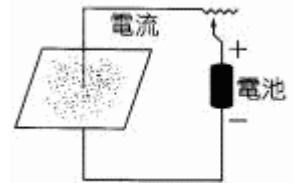


- (2) 若將磁針鉛直提離導線，則磁針的偏轉角度將變_____ (填大或小)。

- (3) 將電池數由一個變為兩個串聯，則磁針的偏轉角度將變_____ (填大或小)。

- (4) 承(1)將導線由原來的一圈換成五圈，通電後磁針偏轉角度比(1)偏轉之角度_____ (大或小)。

9. 如右圖，導線垂直穿過紙板，在紙板上撒下少許鐵粉，發現愈近中心處，鐵粉愈清晰的以同心圓排列。若導線的電流增大，則排列得更規則。由以上鐵粉圖樣的觀察，不能推知下列哪一項結論？



- (A) 愈接近中心處，磁場強度愈強 (B) 磁力線呈封閉的同心圓

- (C) 磁場方向是順時針方向 (D) 電流愈大，產生的磁場強度愈強。

10. 一磁針上方平行放置一導線，若導線中的電子由北向南流動，則磁針的 N 極

- (A) 向南偏 (B) 向北偏 (C) 向東偏 (D) 向西偏。

11. 下列各圖的導線都垂直穿過紙板，二磁針分別位於導線左、右兩側，下列敘述何者正確？

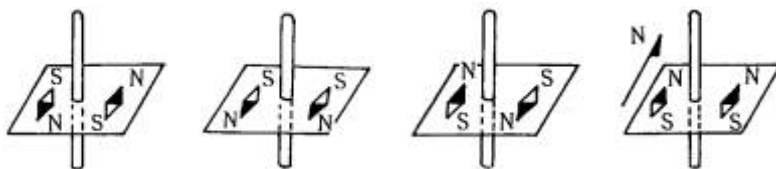
- (A) 導線中未通入電流時，二磁針方向應如甲圖

- (B) 導線中未通入電流時，四圖中磁針方向皆正確

- (C) 導線中電流由下而上時，二磁針方向應如乙圖

- (D) 導線中電流由上而下時，二磁針方向應如丙圖

- (甲) (乙) (丙) (丁)



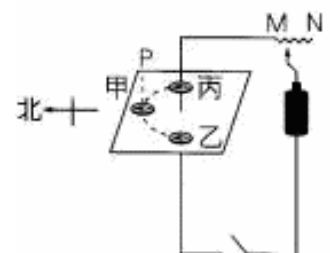
12. 如右圖，導線垂直穿過一水平紙板，在紙板上放置甲、乙、丙三磁針，當電路接通後，則

- (A) 磁針偏轉角度最大的為甲

- (B) 磁針偏轉角度最小的為乙

- (C) 若將甲磁針垂直往上提至 P 點，磁針偏轉角將變小

- (D) 乙磁針不偏轉，因為在該處，電流所生的磁場恰巧為零。



13. 下列哪一項不是利用電磁鐵而做成的工具？

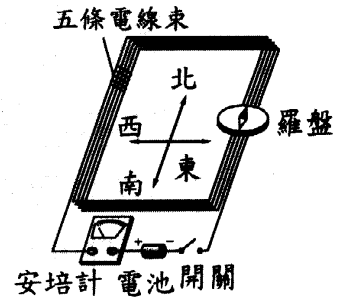
- (A) 電話卡 (B) 安培計 (C) 伏特計 (D) 電鈴。

14.下列各線圈中通以相同的電流，何者的磁力最弱？

- (A)長度 10 公分，20 匝
- (B)長度 5 公分，20 匝
- (C)長度 10 公分，10 匝
- (D)長度 5 公分，10 匝。

15.在右圖中，將羅盤置於右邊導線束的正上方，電路未接通時磁針呈南北方向，接通後下列何者是**錯誤**的敘述？

- (A)整束導線上的總電流是安培計上讀數的 5 倍
- (B)5 匝導線束所造成的磁針之偏轉角度是單匝時的 5 倍
- (C)磁針 N 極向西偏轉
- (D)線束周圍產生環形的磁力線。

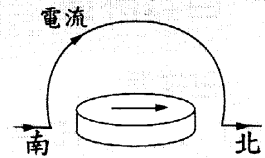


16.右圖的線圈位於鉛直面上，則磁針的 N 極在導線通電後偏向

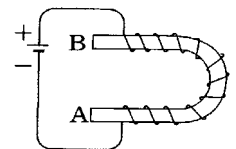
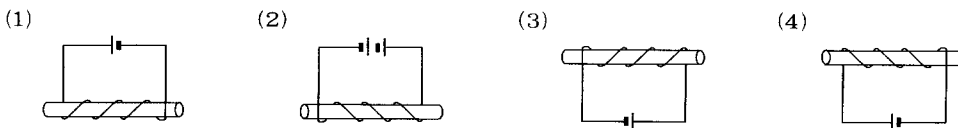
- (A)東
- (B)西
- (C)南
- (D)北。

17.在一載流螺線形線圈內部插入一支原本不具磁性的鐵釘，則磁場會有何變化？

- (A)螺線形線圈磁場變小
- (B)鐵釘會由軟鐵變成硬鐵
- (C)總磁場會比只有螺旋線圈磁場大
- (D)沒有任何改變。

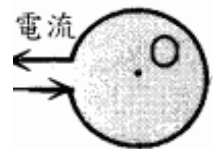


18.寫出下列各圖軟鐵棒右端的極名(N 或 S)分別為 (1)_____ (2)_____ (3)_____ (4)_____



19.如右圖，U 形軟鐵棒繞上線圈，通電後，A 端為磁棒的_____極。

20.如右圖，將導線圍成一圓環放在紙面上，則中心處 O 點的磁場方向為 (A)向右 (B)向左 (C)垂直紙面向上 (D)垂直紙面向下。



21.貨櫃場常需要強力的電磁鐵吊貨櫃，下列何種方法**無法**增加電磁鐵的磁力？

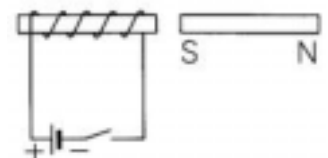
- (A)增加通過電磁鐵線圈的電流
- (B)增加電磁鐵線圈單位長度的匝數
- (C)增加電磁鐵線圈兩端的電壓
- (D)增加電磁鐵線圈的電阻。

22.關於電磁鐵和天然磁鐵的比較，下列敘述何者正確？

- (A)電磁鐵必須通入電流，天然磁鐵必須經過加熱
- (B)電磁鐵和天然磁鐵同樣都有 N、S 兩極
- (C)天然磁鐵的磁性一定比電磁鐵的磁性大
- (D)電磁鐵的磁性一定大於天然磁鐵的磁性。

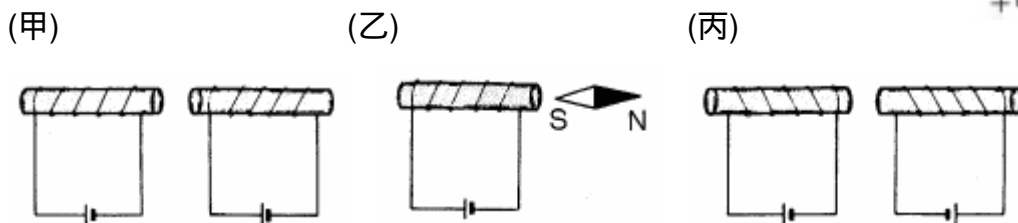
23.如右圖，線圈內有軟鐵棒，當電路接通時，置於線圈右側之磁棒將：

- (A)不受影響
- (B)被排斥
- (C)被吸引
- (D)先吸引再排斥。

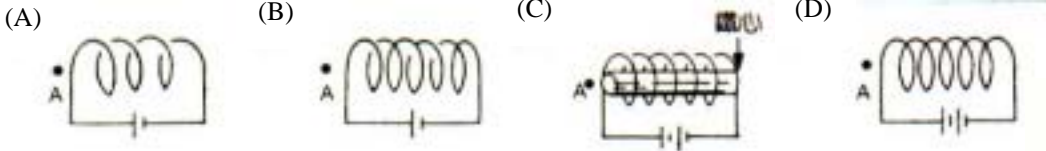


24.下列甲、乙、丙三圖中，何者有吸引力？

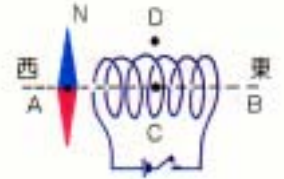
- (A)甲
- (B)乙
- (C)丙
- (D)三者都有。



25. 下列線圈所產生的磁場何者最大？

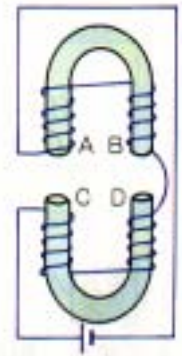


26. 如右圖所示，A、B 為通過線圈的軸線，其方向為由西向東。通電後



- (1) 將磁針置於線圈東面 B 處，其 N 極指向_____方。
- (2) 若將磁針置於 A 處，該磁針 N 極指向_____方。
- (3) 若將磁針放入線圈內 C 點，則磁針 N 極指向_____方。
- (4) 若將磁針置於 D 點上，則磁針 N 極指向_____方。
- (5) 若將電流反向，磁針置於 A 處，該磁針 N 極指向_____方。

27. 如右圖馬蹄形軟鐵，以漆包線纏繞之，通以直流電，則：



- (1) 圖中 A 端感應成_____極。
- (2) 圖中 C 端感應成_____極。
- (3) 通電後，兩馬蹄形軟鐵互相_____。
- (4) 若將電池反向連接，兩者互相_____。

28. 線圈的右邊吊一個單擺，單擺的擺錘使用哪一種材料才可以被線圈吸引？

- (A) 保力綸球 (B) 小鐵球 (C) 小玻璃球 (D) 小銅球。

29. (承上題)，如果要增加線圈的磁場強度，下列那個方法是無效的？

- (A) 增加電源的電壓 (B) 把電阻 R 換成更小的電阻
(C) 增加繞在軟鐵棒上線圈的匝數 (D) 將軟鐵棒換成導電性更好的銀棒。



1600	1800	1900
吉伯 (William Gilbert) 1504-1603	厄司特 (Hans Christian Oersted) 1777-1851	安培 (Andre Marie Ampere) 1775-1836
安培 (Andre Marie Ampere) 1775-1836	法拉第 (Michael Faraday) 1791-1867	馬克士威 (James Clerk Maxwell) 1831-1879
馬克士威 (James Clerk Maxwell) 1831-1879	赫茲 (Heinrich Rudolf Hertz) 1857-1894	馬可尼 (Guglielmo Marconi) 1874-1937

吉伯 (1504-1603)	發現地球本身具有磁性
厄司特 (1777-1851)	發現通有電流導線，可使放置在其周圍磁針發生偏轉
安培 (1775-1836)	提出電流磁效應理論
法拉第 (1791-1867)	發現電磁感應原理 製造第一部發電機
馬克士威 (1831-1879)	預測電磁波存在
赫茲 (1857-1894)	證明電磁波存在
馬可尼 (1874-1937)	奠定無線電通訊基礎

第四節 電磁鐵的應用

一、電動機（又稱馬達）：是將_____能轉變為_____能的裝置，直流馬達構造如下圖。

1.原理：馬達是利用電流的磁效應製成。

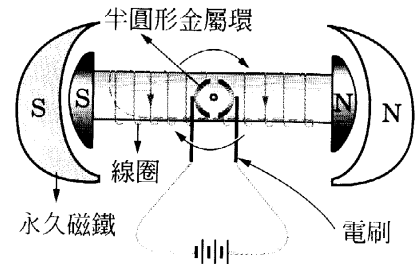
2.構造：

(1) 場磁鐵：永久磁鐵，置於線圈外圍。

(2) 線圈（電樞）和鐵芯：以細漆包線在鐵芯外部纏繞成線圈，以線圈連接轉軸可以自由轉動，此為電磁鐵。

(3) 集電環（半圓形金屬環）：漆包線兩端引線各連接在兩個緊貼轉軸的半圓形金屬環上。

(4) 電刷：與集電環微微接觸，電源提供的電流由電刷輸入或自線圈輸出。



3.工作原理：

(1) 直流電源流入電磁鐵的線圈中，電磁鐵產生磁場，並與場磁鐵的磁場產生_____。

(2) 每轉_____度，必須改變電流方向，線圈極性亦隨之改變，使電磁鐵與外圍磁場始終保持排斥狀態，才能讓線圈持續轉動。

(3) 電源提供的電流經由電刷進入線圈，電刷與集電環只有微微接觸，並不隨集電環、轉軸及線圈纏繞的鐵芯旋轉。

二、電鈴

1.構造：電鈴內部電磁鐵和彈簧片構成一個時斷時續的電路。

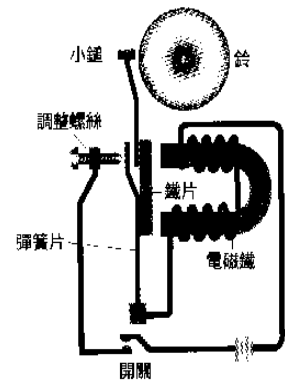
2.工作原理：

(1) 按上開關，電流經調整螺絲 彈簧片 電磁鐵構成通路。

(2) 電磁鐵因電流通過具磁性，吸引鐵片，小錘擊鈴發出聲音。

(3) 此時相連的彈簧片和調整螺絲分離，形成斷路。

(4) 因電流中斷使電磁鐵磁性消失，彈簧片因彈力回到原位再與調整螺絲接觸，電路復通。



三、電話

1.西元 1876 年，由美國科學家貝爾所發明。

2.構造：如右圖。

(1) _____筒：由金屬薄片和內裝碳（石墨）粉的盒子構成。

(2) _____筒：由_____和金屬薄片所構成。

3.工作原理：

(1) 說話時： 話筒內金屬薄片振動

盒內碳粉被壓縮

a. 壓縮較緊密時，電阻較_____，通過電流較_____。

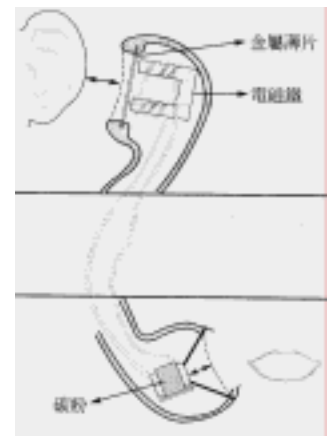
b. 壓縮較疏鬆時，電阻較_____，通過電流較_____。

產生的電流大小會隨著聲音的_____和_____作不同的改變。

電流的訊號經電纜線傳送到另一電話的聽筒。

(2) 收話者：聽筒接收電流 流經聽筒內電磁鐵 電磁鐵磁力受電流大小而改變

聽筒內金屬薄片隨電磁鐵磁力強產生振動幅度大小及頻率高低不同的振動 聽到聲音。



4.電纜線：可以銅線或光學纖維（光纖）為材料。

光學纖維（光纖）纜線：隨著科技不斷的進步，細小的光纖纜線現已逐漸取代傳統的銅纜線；利用_____發射訊號，沿著光纖纜線，可以傳遞訊號到很遠的地方而不必使用訊號放大器，使得人們傳遞訊息的數量更為龐大與快速。

*** 自我評量 ***

- 1.馬達是應用何種原理製成的？
(A)電流的熱效應 (B)電流的化學效應 (C)電流的磁效應 (D)電磁感應。
- 2.下列哪一個不是直流馬達所包含的構造？
(A)半圓形金屬環 (B)碳粉盒 (C)磁鐵 (D)電刷。
- 3.直流馬達其集電環為 (A)一個圓形 (B)兩個圓形 (C)一個半圓形 (D)兩個半圓形。
- 4.若直流馬達線圈上的電流的方向不變，則線圈只能轉動
(A)1 4 圈 (B)1 2 圈 (C)1 圈 (D)2 圈。
- 5.直流馬達線圈上的電流方向
(A)保持一定不變 (B)每轉 90°改變一次 (C)每轉 180°改變一次 (D)每轉 360°改變一次。
- 6.馬達的運轉主要是靠下列哪兩者間的斥力？（電樞包括鐵芯及漆包線）
(A)電樞與電刷 (B)電樞與集電環 (C)電刷與集電環 (D)電樞與場磁鐵。
- 7.馬達能量的轉換是屬於
(A)電能轉換成動能 (B)化學能轉換成動能 (C)光能轉換成動能 (D)熱能轉換成動能。
- 8.當直流馬達的線圈電流方向改變時，鐵芯兩端的極性，將會
(A)兩極互換 (B)保持不變 (C)只有 N 極變 S 極 (D)只有 S 極變 N 極。
- 9.甲、電扇 乙、吹風機 丙、洗衣機 丁、日光燈
上述家庭用具中，裝有電動機的是 (A)甲乙 (B)甲丙丁 (C)甲乙丙 (D)甲乙丙丁。
- 10.馬達轉動的快慢，決定於下列哪些因素？ (A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)甲乙丙。
甲、線圈圈數 乙、通入電流的強度 丙、磁場的強度。
- 11.馬達的結構中，何者是改變輸入線圈電流方向的裝置？
(A)電話 (B)磁鐵 (C)半圓形金屬環 (D)鐵芯。
- 12.以下哪一項馬達裝置並不會隨著馬達轉動？
(A)電刷 (B)半圓形金屬環 (C)電磁鐵 (D)轉軸。
- 13.馬達轉動時，每轉_____圈，輸入線圈的電流方向就改變一次。
- 14.電話的話筒由金屬板和_____構成；聽筒中由_____和金屬薄片所構成。
- 15.電話話筒中裝碳粉的盒子受金屬薄板振動的影響，當盒內碳粉壓縮較緊密時，電阻變_____，致電流變_____；碳粉盒被壓縮較疏鬆時，電阻較_____，致電流變_____，因此電流會隨聲音的_____和_____（填：響度、音調或音色）而做不同的改變。
- 16.科技不斷進步，體積_____（填大或小）利用_____傳遞訊息的_____纜線已逐漸取代傳統的銅纜線。
- 17.下列何者不是傳統電話機內的東西？ (A)電磁鐵 (B)磁針 (C)金屬薄片 (D)碳粉。

18. 電話聽筒內金屬薄片的振動是受

- (A) 電流的直接振動
- (B) 聽話筒內的電話小精靈來振動
- (C) 聲音直接振動
- (D) 電磁鐵的吸引來振動。

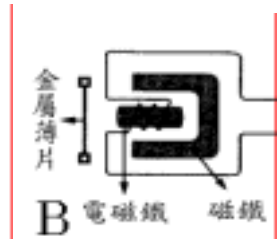
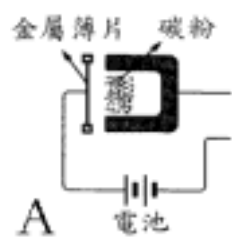


19. 右圖為電話的局部結構，下列敘述何者錯誤？

- (A) 這是話筒
- (B) 當訊號強弱不同時，線圈的磁力會改變
- (C) 甲是電磁鐵
- (D) 藉著薄金屬片的振動，把說話者的原音重現。

20. 傳統的電話，當一個人對著話筒說話時，在銅線電纜中傳遞的是什麼？

- (A) 聲音
- (B) 光
- (C) 電流
- (D) 紅外線。



21. 右圖為電話的主要結構，下列敘述何者正確？

- (A) A 圖表示聽筒中使用直流電
- (B) 當 B 圖的金屬薄片振動時，A 圖的碳粉會被壓縮
- (C) 話筒電磁鐵的磁力強弱改變時，傳送到對方聽筒的電流將改變
- (D) 話筒的金屬薄片振動頻率，與電流傳送到對方聽筒時，造成金屬薄片的振動頻率相同。

22. 下列有關電話的敘述，何者錯誤？

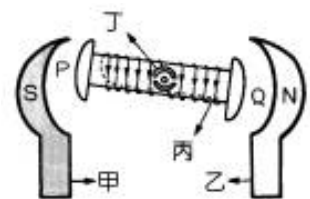
- (A) 如果以光纖傳訊，必須配合雷射光的使用
- (B) 碳粉的功用是藉由壓縮、疏鬆而控制電流的大小
- (C) 電話通過電流的變化，只決定於響度的大小
- (D) 電話可將聲音轉成電流，傳至對方後再轉成聲音。

23. 對著話筒發出的音量大時，話筒內碳粉如何作用？

- (A) 壓得較緊，電阻較大，電流較小
- (B) 壓得較緊，電阻較小，電流較大
- (C) 壓得較鬆，電阻較大，電流較小
- (D) 壓得較鬆，電阻較小，電流較大。

24. 右為馬達的示意圖，下列敘述何者正確？

- (A) 甲、乙是電刷
- (B) 馬達轉動主要是靠 Q 和 N 相吸
- (C) 目前 P 是 N 極
- (D) 丁繞軸轉了半圈之後，丙的電流應該反向。



25. 下列何項裝置是利用電流的磁效應原理而設計的？

- (A) 電燈泡
- (B) 電鍍
- (C) 電鈴
- (D) 電解。

26. 以下的馬達裝置中，何者的旋轉方向是正確的？

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)

第五節 電磁感應

一、法拉第的發現：

西元 1831 年英國科學家法拉第經實驗發現：利用磁場的變化可產生電流，甚至因此製造了人類史上的第一部_____。

二、電磁感應

1.因磁場的變化而產生電流的現象稱為_____，感應產生的電流稱為_____。

2.感應電流的實驗：

(1) 當磁鐵靠近或遠離螺線管時，螺線管內的磁場就發生變化，此時螺線管內會有電流產生，因此檢流計的指針會發生偏轉（偏轉方向為_____流的方向）。

(2) 若改以螺線管靠近或遠離磁鐵，螺線管內的磁場也會發生變化，螺線管產生的電流，也能使檢流計的指針發生偏轉。

(3) 增加螺線管的圈數或使螺線管內磁場的變化速率加快，可使螺線管產生的電流_____。

3.法拉第定律：感應電流的大小和線圈內磁場的變化速率成_____比。

三、冷次定律

1.西元 1834 年俄國科學家冷次提出判斷感應電流方向的方法，稱為_____。

2.冷次定律

(1) 螺線管因電磁感應而產生感應電流。

(2) 感應電流產生新的感應磁場。

(3) 新的感應磁場方向與原來磁場變化的方向相反。

⇒ 利用原來磁場變化的方向與新的感應磁場的方向相反，可以判斷感應電流的方向。

四、發電機：是將_____能轉變為_____能的裝置，交流發電機構造如下圖所示。

1.原理：發電機是利用_____定律，即_____原理。

2.構造：

(1) 場磁鐵：永久磁鐵，產生磁場的裝置。

(2) 電樞：置於磁鐵中間，能自由轉動的多匝線圈。

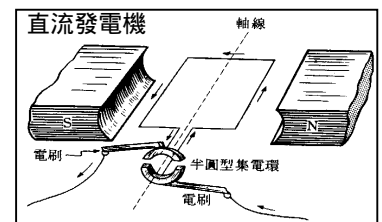
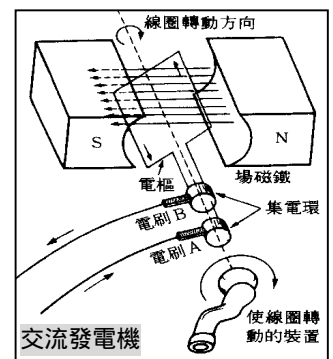
(3) 集電環：隨電樞轉動的兩個金屬環，可控制電流輸出方向。

a. _____發電機有兩個圓環形集電環。

b. _____發電機有兩個半圓環形集電環。

(4) 電刷：與集電環微微接觸，當感應電流產生，此電流可經電刷導出，通常以金屬或石墨製成。

3.工作原理：以動能使線圈在場磁鐵的兩極間快速轉動時，通過線圈的磁場大小就不斷的改變，此時線圈就有感應電流產生。



五、電動機與發電機比較

	利用原理	使用定律	方向判別	能量轉換	其他
電動機（馬達）	電流磁效應	_____定律	_____定則	___能 ___能	電生磁
發電機	電磁感應	_____定律	_____定律	___能 ___能	磁生電

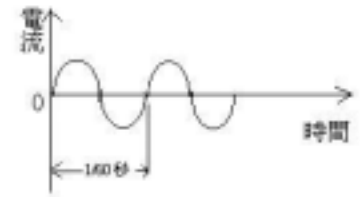
六、直流電與交流電

1. 直流電 (DC)

- (1) 電流方向固定不變：由電池的正極，經導線、負載，回到電池的負極。
- (2) 直流電源：乾電池、鉛蓄電池等。
- (3) 電解、電鍍時，使用直流電源。

2. 交流電 (AC)

- (1) 電流方向和大小呈週期性變換。
- (2) 交流電源：家庭電源插座。
- (3) 台灣地區家庭用電以 60Hz 來回變換電流方向和大小。
- (4) 雖然直流電比交流電更早發明，但因交流電易改變電壓，可減少傳送過程電能損失，目前商業用電均使用交流電源。

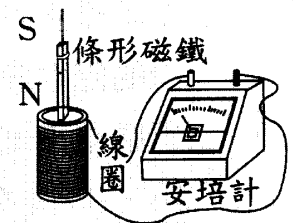


* 自我評量 *

1. 因磁場發生變化而產生電流的現象稱為_____，而產生的電流就是_____。
2. 發電機主要是應用_____原理，使線圈在磁場中轉動而產生_____電流。
3. 感應電流的大小和線圈內磁場的變化速率成_____比，稱為_____定律。
4. 增大感應電流的方法：(1)增加線圈的_____；(2)使線圈內磁場變化速率_____。

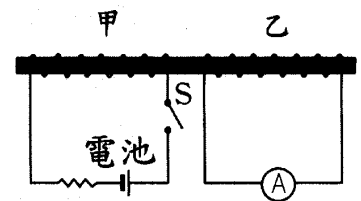
5. 發電機是將_____能轉變為_____能的裝置。

6. 如右圖所示，將線圈的兩端接於安培計上，試回答下列問題：



- (1) 取條形磁鐵的一端迅速插入線圈內，則此安培計的指針將
(A)靜止不動 (B)會偏轉 (C)偏轉後歸零。
- (2) 條形磁鐵插入線圈內的速率愈快，安培計的指針偏轉角度愈_____。
- (3) 當條形磁鐵插入線圈內停止不動，安培計的指針會指向_____。
- (4) 當條形磁鐵由線圈內迅速抽出，安培計的指針會(A)靜止不動 (B)會偏轉 (C)偏轉後歸零。

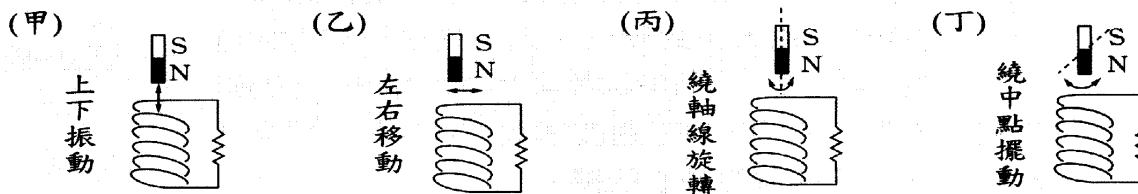
7. 兩組繞在同一根軟鐵棒的線圈，如右圖，當甲電路 S 接上成通路時，乙電路有何現象發生？



- (A) 乙電路上也會有電流產生
- (B) 只要甲電路開關 S 一直維持在接通狀態，乙的電流也會一直維持
- (C) 乙電路不會有電流產生
- (D) 必須軟鐵棒在乙線圈內做相對運動才会有感應電流產生。

8. 空心螺線形線圈上方懸吊一條形磁鐵，磁鐵以各種方式運動，如下

圖，則哪些方式會產生感應電流？(A)甲乙 (B)甲丙 (C)甲乙丙丁 (D)甲乙丁



9. 磁鐵和線圈發生相對運動時，若速率加快時，則產生的感應電流

- (A) 變大 (B) 變小 (C) 不變 (D) 無法判定。

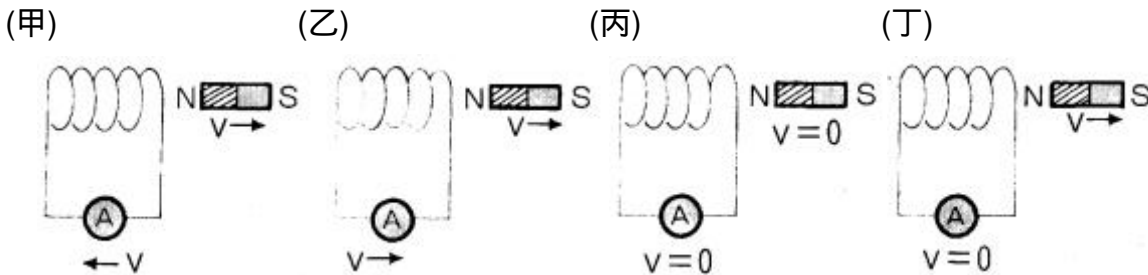
10. 第一部發電機的發明者為 (A) 法拉第 (B) 愛迪生 (C) 安培 (D) 愛因斯坦。

11. 發電機的主要原理是 (A) 靜電感應 (B) 電流磁效應 (C) 電磁感應 (D) 磁感應。

12.有關感應電流大小的敘述，下列何者最恰當？

- (A)線圈直徑愈粗，感應電流愈大 (B)線圈內磁場變化速率愈快，感應電流愈大
 (C)磁鐵的磁場強度愈強，感應電流愈大 (D)磁鐵停留在線圈的時間愈長，感應電流愈大。

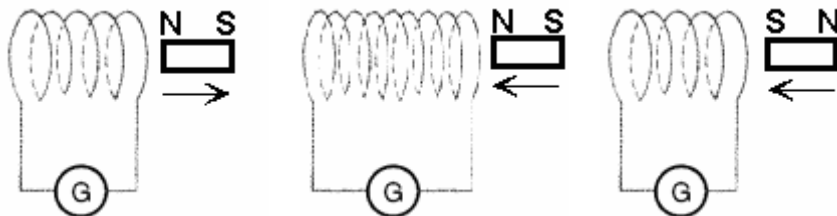
13.下列哪些圖形中，沒有感應電流的形成？ (A)甲乙 (B)甲丙 (C)乙丙 (D)丙丁。



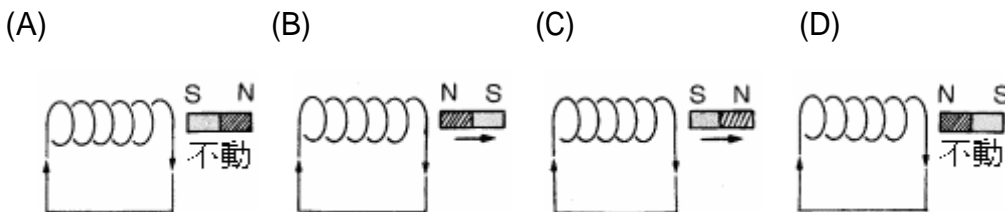
14.承上題，哪一個圖形中產生的電流最大？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

15.下列何者檢流計指針偏轉角度最大？(磁棒、檢流計、開始距離和移動速率均相同)

- (A) (B) (C) (D)都相等。

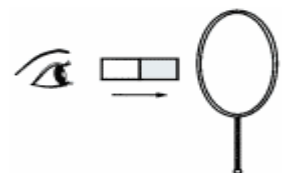


16.下列各圖描述磁場與感應電流的關係，圖中線圈上的箭頭表示電流的方向，那一個圖是正確的？



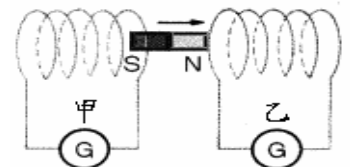
17.如右圖，將一磁棒插入一線圈中，下列敘述何者正確？

- (A)若插入 S 極，則感應電流看起來是順時針方向
 (B)若插入 N 極，則感應電流看起來是順時針方向
 (C)不論是何情況，任何感應電流必為順時針方向
 (D)不論是何情況，任何感應電流必為逆時針方向。



18.如右圖，一磁棒從甲線圈內向右拉出，並使插入乙線圈內，則甲、乙的電流如何流過檢流計？

- (A)甲的電流向左，乙的電流向左 (B)甲的電流向左，乙的電流向右
 (C)甲的電流向右，乙的電流向左 (D)甲的電流向右，乙的電流向右。

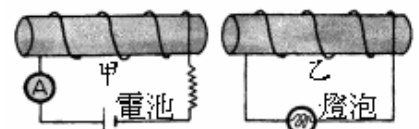


19.如右下圖，有甲、乙兩個螺線形線圈，並排在一起，下列何種情況乙燈泡不亮？【北聯】

- (A)甲之電流維持不變 (B)甲之電流逐漸增加
 (C)甲之電流維持不變，且快速靠近乙之線圈 (D)甲之電流逐漸減小。

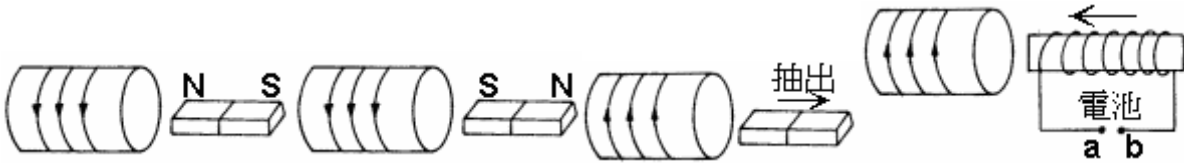
20.電動機和發電機：

- (A)構造相似，作用不同 (B)構造不同，作用相同
 (C)構造相似，作用相同 (D)構造不同，作用不同。



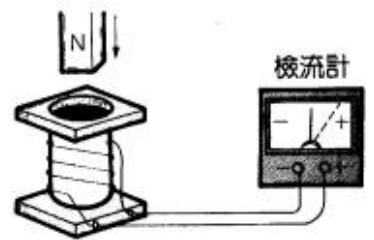
21. 如下圖表示磁鐵與線圈做相對運動時，產生感應電流的實驗，線圈上的箭頭代表感應電流的方向，下列敘述何者正確？

- (A) 甲圖的磁鐵向右運動 (B) 乙圖的磁鐵向左運動
 (C) 丙圖磁鐵靠近線圈那一端必為 S 極 (D) 丁圖左線圈的右端感應生成 S 極，且 b 點為正極。
- 甲 乙 丙 丁



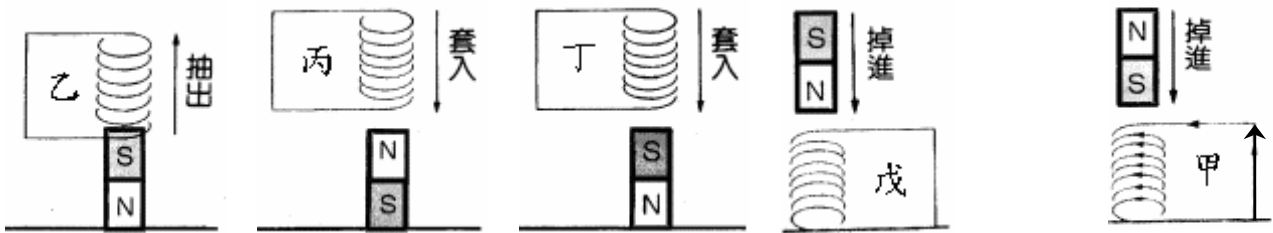
22. 如右圖。檢流計的指針在中央時，電流為零；指針向右偏時，電流由 + 端進入檢流計。把磁鐵棒向下放入線圈的瞬間，指針向右偏。下列敘述何者錯誤？

- (A) 由上往下看，線圈電流為逆時鐘方向
 (B) 若磁鐵棒下移速度加快，檢流計的指針偏角加大
 (C) 若磁鐵棒放入後靜止不動，則電流變成反向
 (D) 把磁鐵棒 N 極抽出，則指針向左偏。



23. 右圖中，甲的感應電流以繞著線圈的箭頭標記，則下列那些圖形線圈內的電流與甲的電流同向？

- (A) 乙丙 (B) 乙丁 (C) 丙丁 (D) 丁戊。

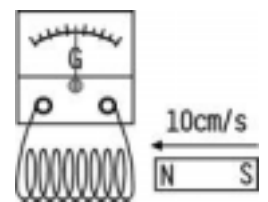


24. 關於科學家的重要事蹟，下列敘述何者正確？

- (A) 貝爾發明利用光纖傳訊 (B) 法拉第提出電磁感應現象
 (C) 厄斯特創立右手定則 (D) 安培首先發現通電導線引起磁針偏轉。

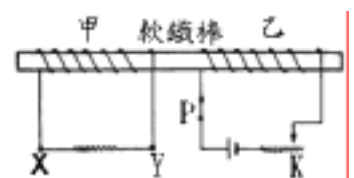
25. 如右上圖所示，將磁棒的 N 極套入連接檢流計的線圈中。如果把套入的速度增加到 20cm/s，對檢流計指針的偏轉角度有何影響？

- (A) 沒有影響 (B) 變為 0 (C) 變大 (D) 變小。



26. 右圖所示的電路中，在什麼情況下，甲線圈中會有電流？

- (A) K 向右移動時 (B) K 向左移動時
 (C) 把開關 P 打開的瞬間 (D) 以上情形都有。



27. 做電磁感應的實驗，將磁棒以 V 的速率平移向左插入線圈內，檢流計的瞬間偏轉情形如下圖所示。下列方法中，何者不能產生更大的感應電流？

- (A) 在磁棒速率不變下，將線圈單位長度的圈數增加
 (B) 在線圈不改下，磁棒平移向左的速率增加為 2V
 (C) 磁棒不動，將線圈以 V 的速率平移向右近靠磁棒
 (D) 線圈向右，磁棒向左，二者皆以 V 的速率平移互相靠近。

