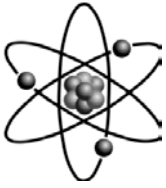


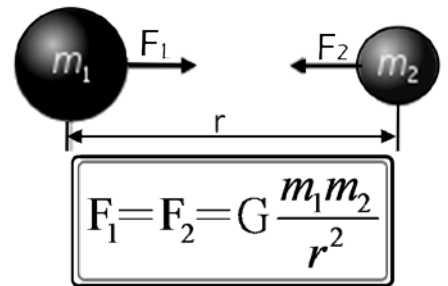
4-1 萬有引力 (重力)



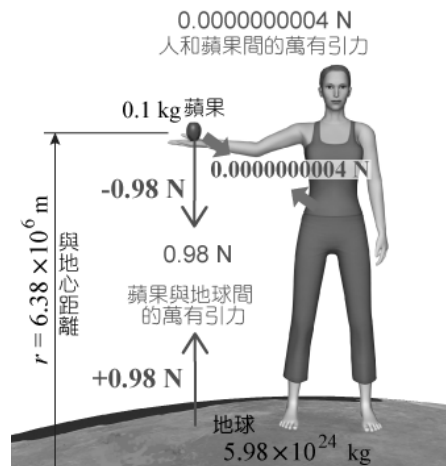
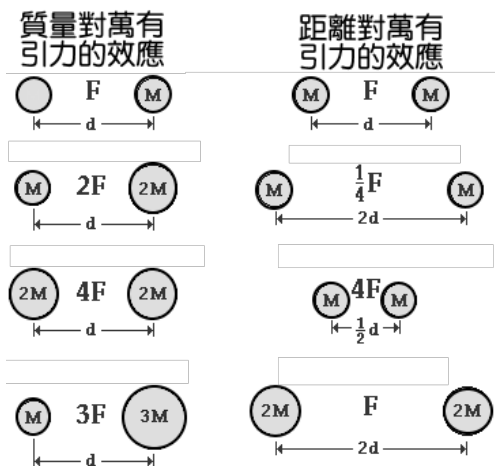
(一) 萬有引力：

A、定義：

- (1) 牛頓發現：地球對任何一物體，均有一股吸引的力量，稱為重力，此力的方向恆指向地心，又稱為地心引力或地球引力。
- (2) 宇宙間任意兩個質點，都會產生相互吸引的力，吸引力的大小與兩質點質量(m_1 、 m_2)的乘積成正比，而和它們之間的距離(r)成平方反比的關係。



B、關係式：



C、單位：

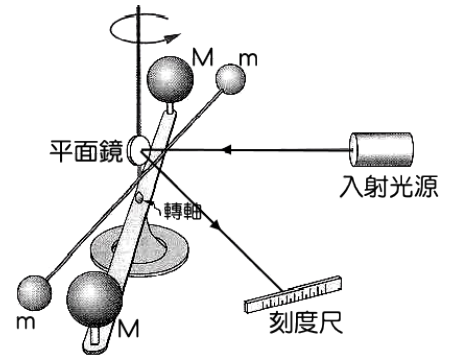
符號	F	r	M、m	G
意義	萬有引力	兩物體間距離	物體質量	引力常數
單位	牛頓	公尺	公斤	
符號	N	m	kg	$N \cdot m^2 / kg^2$
討論				

D、性質：

- (1) 萬有引力遵守牛頓第_____定律(作用力與反作用力定律)；

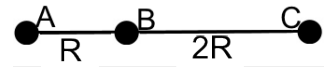
即兩力大小相等，方向相反，作用在同一直線上。

- (2) 地球繞太陽作圓周運動所需的向心力，
是地球受到太陽的『萬有引力』。
- (3) 月球繞地球是由於月球受到地球的萬有引力。
- (4) 萬有引力只有引力，沒有斥力，屬於超距力；
此吸引力的方向是指向各質點的質心(幾何中心)。
- (5) 長程力：作用力的範圍較大。
例如：太陽吸引冥王星而繞太陽運行。
- (6) 超距力：不需要與物體接觸，就可產生作用。
例如：地球吸引人造衛星繞其運行，便不需接觸。
- (7) 牛頓死後約 150 年，英國物理學家 卡文迪西 以『扭秤實驗』計算出來引力常數 G 。



範例

1. 【題組】有 A、B、C 三質點，質量分別為 $2m$ 、 m 、 $3m$ ，而 $R_{AB}=R$ ， $R_{BC}=2R$ ，則：
 - (1) 若 F_{AB} 為 A 吸引 B 的作用力， F_{BA} 為 B 吸引 A 的作用力，則 $F_{AB} : F_{BA} = ?$
(A) 2 : 1 (B) 1 : 2 (C) 4 : 1 (D) 1 : 4 (E) 1 : 1。
 - (2) $F_{AB} : F_{BC} : F_{AC} = ?$
(A) 12 : 3 : 4 (B) 12 : 9 : 4 (C) 12 : 9 : 8
(D) 24 : 9 : 8 (E) 24 : 9 : 4。
 - (3) 若 A 所受的合力為 F_A ，B 所受的合力為 F_B ，C 所受的合力為 F_C ，則
 $F_A : F_B : F_C = ?$
(A) 16 : 15 : 17 (B) 16 : 17 : 15 (C) 32 : 15 : 17 (D) 32 : 33 : 17 (E) 32 : 17 : 15。
 - (4) B 受到 A 與 C 的合力為若干?
(A) $\frac{Gm^2}{2R^2}$ (B) $\frac{3Gm^2}{2R^2}$ (C) $\frac{3Gm^2}{4R^2}$ (D) $\frac{Gm^2}{4R^2}$ (E) $\frac{5Gm^2}{4R^2}$ 。

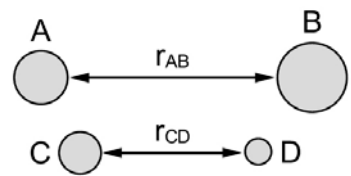


範例

2. 實驗室內有兩個銅球，質量皆為 2.0 公斤，球心相距 2.0 公尺，若已知地球質量約為 6.0×10^{24} 公斤，而且地球半徑約為 6000 公里，則銅球間的萬有引力和銅球與地球間的萬有引力之比的數量級為若干？
 (A) 10^{-10} (B) 10^{-12} (C) 10^{-14} (D) 10^{-16} (E) 10^{-18} 。

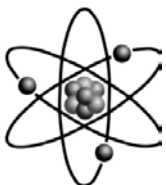
範例

3. 如圖，A、B、C、D 為四個大小可忽略的小鋼珠，其質量比為 $A:C=3:2$ ， $B:D=5:1$ ，距離比 $r_{AB}:r_{CD}=3:2$ ，則 A、B 間與 C、D 間的萬有引力比 $F_{AB}:F_{CD}$ 應為
 (A) 5:1 (B) 6:5 (C) 10:9 (D) 16:9 (E) 10:3。



範例

4. 如右圖，兩物體相距 L ，質量分別為 $4m$ 、 $9m$ ，則在兩物體間所受萬有引力合力為零時，該處距離 $4m$ 物體
 (A) $\frac{1}{2}L$ (B) $\frac{1}{3}L$ (C) $\frac{2}{3}L$ (D) $\frac{2}{5}L$ (E) $\frac{3}{5}L$ 。



(二)重力(w)與重力加速度(g)：

A、物體受到地球的萬有引力，形成了物體的重量，關係式為：

$$F = \frac{GMm}{r^2} = mg \qquad g = \frac{GM}{r^2}$$

B、由於地球的形狀略呈橢圓，赤道半徑較長，南北極半徑較短，依萬有引力定律：

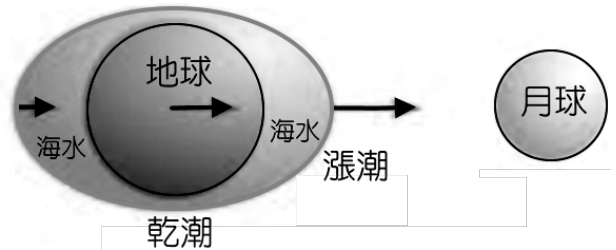
距離地心愈近，引力將愈大，因此 $F_{\text{南北極}} > F_{\text{赤道}}$ ，而同一物體雖然位於不同的位置，但是質量不變，因此重量比 = 重力加速度比。

$w = mg$ m 相等時， $w_1 : w_2 = g_1 : g_2$ 。

C、規定：北緯 45 度的海平面，測得重力加速度 $= 9.8 \text{ m/s}^2$ ，定為重力加速度的標準值。

D、應用：

- (1) 克卜勒定律只描述了星球運動的現象，但未說明導致運動的原因；萬有引力定律證實了克卜勒行星運動定律的數學形式，並解釋了行星運動的現象。
- (2) 藉由「攝動現象」，預測並發現天王星、海王星等。
- (3) 解釋地球潮汐的高度與週期等；
如月球對地球的萬有引力，為影響地球潮汐的主因。



E、質量與重量的比較：

項目	代號	單位	定義	測量位置	測量工具
質量	M	公斤(Kg) 公克(g)	物體內部所含 物質的總量	不隨測量 位置改變	天平測量質量
重量	w	公斤重(kgw) 公克重(gw) 牛頓(N)	物體受重力場 的作用力	不同位置，測得 的重量不同	彈簧秤測量重量

範例

5. 一個密度均勻的星球，分裂為 64 個密度不變、質量相等的星球，已知球體的體積和半徑的三次方成正比，則每個星球表面的重力加速度量值變為原來的多少倍？
(A) $1/2$ (B) $1/3$ (C) $1/4$ (D) 4 (E) 2 倍。

範例

6. 質量原為 m 的火箭從地面向上發射，當其重量減為地表時的 $1/16$ 時，此時火箭距離地表 $R/3$ ，已知 R 為地球半徑，則此時火箭剩餘的質量為若干？
(A) $m/3$ (B) $m/4$ (C) $m/6$ (D) $m/8$ (E) $m/9$ 。

範例

7. 【題組】美國國家航空暨太空總署發射的「好奇號」火星探測車，於 2012 年 8 月成功降落在火星的隕石坑。火星一直是人類太空探測的重點目標，期望「好奇號」的火星之旅能憑藉先進科學儀器的探索，獲得解答生命疑問的線索。
- (1)(102 學測) 下列關於探測火星的敘述，何者正確？
(A)火星與月球一樣是地球的衛星，是目前看來最適合人類移居的星體 (B)火星是太陽系中最鄰近地球且較地球靠近太陽的行星，因此較可能存在生命 (C)火星與地球一樣具有相同的繞日週期，因此有相似的季節變化 (D)火星與地球一樣具有衛星，因此有相似的晝夜變化 (E)火星繞日軌跡為橢圓，公轉一圈時間大於地球上的一年。
- (2)(102 學測改編) 已知地球的平均半徑約為火星的 2 倍，地球的質量約為火星的 10 倍。若忽略空氣阻力，而將同一小球以相同的初速度分別於火星表面與地球表面鉛直上拋，則小球在空中運動的時間，在火星上約為地球上的多少倍？
(A)0.4 (B)2.0 (C)2.5 (D)4.0 (E)5.0 倍。
- (3)承上題，民間組織計畫招募火星志願者於 2023 年登陸火星，並在火星上生活，請問 60kg 的登陸者在火星上的重量為多少公斤重？
(A)12 (B)24 (C)36 (D)48 (E)72 公斤重。

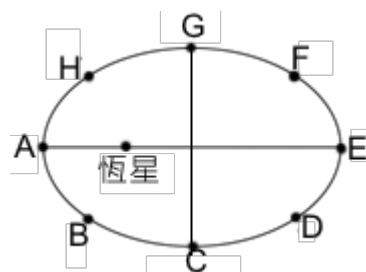


基礎題

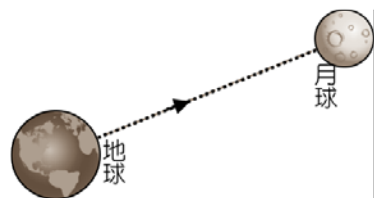
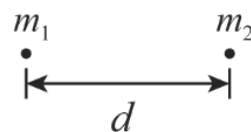
- ____ 1. 在質量比為 4 : 9 的兩遠距離星球連線上，重力加速度為零處，到兩星球的距離比為
 (A) 2 : 3 (B) 3 : 2 (C) 4 : 9 (D) 9 : 4 (E) 1 : 1。
- ____ 2. A 與 B 兩星球的半徑比為 2 : 1，密度比為 1 : 3，則兩者表面之重力加速度比為若干？
 (A) 3 : 2 (B) 2 : 3 (C) 4 : 9 (D) 9 : 4 (E) 3 : 8。
- ____ 3. 已知地球半徑為 R，一火箭由地面發射升空，當其剩餘質量為原質量的 $1/3$ 時，重量為在地表時地 $1/12$ ，此時火箭距離地面高度為若干？
 (A) $R/3$ (B) $R/2$ (C) R (D) $3R/2$ (E) $2R$ 。
- ____ 4. 某星球的質量為地球質量的 80 倍，半徑則為地球的 10 倍，今在地球上體重 50 公斤重的人，到某星球上體重變為若干公斤重？
 (A) 500 (B) 400 (C) 40 (F) 50 (E) 60 公斤重。

【題組】一行星環繞一恆星的橢圓軌道如右圖，請回答下列問題：

- ____ 5. 行星公轉至何處，所受的萬有引力最小？
 (A) A (B) C (C) E (D) F (E) H。
- ____ 6. 行星公轉至哪兩點時所受的萬有引力大小相同？
 (A) F、C (B) B、E (C) D、F (D) A、D (E) B、C。
- ____ 7. 行星公轉至何處，運動的加速度最大？
 (A) A (B) C (C) E (D) F (E) H。
- ____ 8. 行星公轉至何處，運動的切線速率最大？
 (A) A (B) C (C) E (D) F (E) H。
- ____ 9. 有一密度均勻的星球，已知其半徑為地球的 2 倍，而密度是地球的 $3/2$ 倍，則此星球表面的重力加速度為地表重力加速度 g 的多少倍？
 (A) $\frac{3}{4}$ (B) $\frac{3}{2}$ (C) $\frac{2}{3}$ (D) $\frac{4}{3}$ (E) 3 倍。
- ____ 10. 有一顆與地球類似的行星，其質量是地球的 8 倍，半徑則為地球的 4 倍，在地球表面 48 kgw 的物體，置於該星球表面時，則重量變為若干 kgw？
 (A) 12 (B) 16 (C) 24 (D) 32 (E) 48。
- ____ 11. 有甲、乙兩顆均勻的星球，已知甲星球質量為乙星球的 3 倍，半徑為乙星球的 2 倍，則甲、乙兩星球表面的重力加速度量值比為若干？
 (A) 1 : 1 (B) 2 : 3 (C) 3 : 2 (D) 3 : 4 (E) 4 : 3。
- ____ 12. 地球質量為月球的 81 倍，地球吸引月球的力 F_1 與月球吸引地球的力 F_2 ，二者比為
 (A) 81 : 1 (B) 1 : 81 (C) 1 : 1 (D) 9 : 1。



- ____ 13. 兩球的質量均為 m ，相距 1 公尺時，萬有引力量值為 F ；今有另外兩個球質量均為 $3m$ ，相距 2 公尺時，萬有引力量值為何？
 (A) $9F$ (B) $3F$ (C) $\frac{3}{2}F$ (D) $\frac{9}{4}F$ (E) F 。
- ____ 14. 若地球因自轉而成為一扁球體，即赤道至地心的距離，大於南、北極至地心的距離。關於地球表面各地之重力加速度 g 之值，以下敘述何者正確？
 (A) 赤道附近海平面上的 g 值較其他地方來的大 (B) 地表各地 g 值永遠為 9.8 m/s^2
 (C) 緯度愈高， g 值愈小 (D) 赤道附近的海平面， g 值正好為 9.8 公尺/秒^2 (E) 緯度相同，愈接近海平面， g 值愈大。
- ____ 15. 某衛星繞地球運行的軌道半徑為地球半徑的 10 倍，已知地球表面的重力場強度為 g ，則此衛星繞地球運行的向心加速度為：
 (A) $\frac{g}{10}$ (B) $\frac{g}{100}$ (C) $\frac{g}{1000}$ (D) $10g$ (E) $100g$ 。
- ____ 16. 下列有關繞地球作圓周運動的「人造衛星」敘述，何者正確？
 (A) 人造衛星作等速度運動 (B) 人造衛星作等加速運動 (C) 人造衛星的高度愈高，因需將人造衛星拉住，所需的向心力愈大 (D) 人造衛星的高度愈高，因地球引力變小，所以繞行地球的速率就愈小 (E) 如果地球引力突然失去，則人造衛星將沿著半徑方向向外飛出。
- ____ 17. 兩球相距 d 時，彼此間萬有引力為 F ，若將其分開至相距 $3d$ ，則萬有引力變為多少？
 (A) $9F$ (B) $3F$ (C) $\frac{F}{3}$ (D) $\frac{F}{4}$ (E) $\frac{F}{9}$ 。
- ____ 18. 如右圖，質量 m_1 、 m_2 的質點相距 d 時，彼此的引力為 F ，則質量 $2m_1$ 、 $2m_2$ 的質點距離 $2d$ 時， $2m_1$ 的質點所受的引力多大？
 (A) $\frac{F}{4}$ (B) $\frac{F}{2}$ (C) F (D) $2F$ (E) $4F$ 。
- ____ 19. 嵐嵐發現一新行星，並將之命名為愛爾普藍星，若一質量為 5 公斤的岩石靜置於愛爾普藍星表面，發現重量變為 55 牛頓，則愛爾普藍星表面的重力加速度為何？
 (A) 10 公尺/秒^2 (B) 11 公尺/秒^2 (C) 60 公尺/秒^2 (D) 275 公尺/秒^2 。
- ____ 20. 超人在距地表 $\frac{3}{2}$ 倍地球半徑處繞著地球作等速率圓周運動，則其向心加速度為地表重力加速度的幾倍？
 (A) $25/9$ (B) $16/9$ (C) $4/25$ (D) $9/4$ (E) $25/16$ 。
- ____ 21. 美國太空總署欲發射一火箭至月球上，若火箭從地表發射，沿直線路徑到達月球，則火箭從發射至登陸月球期間，所受萬有引力大小應如何變化？
 (A) 先增後減 (B) 先減後增 (C) 一直增加 (D) 一直減少 (E) 維持不變。



22. 已知 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。地球半徑為 6400 km ，重力常數 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 。試估算地球質量約為多少 kg ？
(A) 10^{10} (B) 10^{15} (C) 10^{20} (D) 10^{25} (E) 10^{30} 。
23. 當成熟的蘋果由樹上落下時，根據牛頓的萬有引力定律，下列哪一敘述是正確的？
(A) 地球對蘋果有吸引力，但是蘋果對地球沒有吸引力 (B) 蘋果對地球有吸引力，但是地球對蘋果沒有吸引力 (C) 僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力大於蘋果對地球的吸引力 (D) 僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力小於蘋果對地球的吸引力 (E) 僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力等於蘋果對地球的吸引力。
24. 地球表面的重力加速度大小為 9.8 m/s^2 ，火星表面的重力加速度大小為 3.92 m/s^2 ，月球表面重力加速度大小為 1.6 m/s^2 。甲在地球舉重成績為 250 公斤 ，乙在火星舉重成績為 400 公斤 ，丙在月球舉重成績為 1200 公斤 ，則三人的力氣關係為
(A) 丙 > 乙 > 甲 (B) 甲 > 丙 > 乙 (C) 乙 > 甲 > 丙 (D) 甲 > 乙 > 丙 (E) 丙 > 甲 > 乙。
25. 太空中有質量為 m_1 與 m_2 且相距 d 的兩物體，若 $m_1 > m_2$ 。於靜止狀態中，受萬有引力作用相互吸引而相向運動，則下列敘述何者正確？
(A) 兩者受引力吸引所產生的加速度相同 (B) 兩者的速度相同 (C) 兩者同時抵達中點 (D) 兩物體所受的萬有引力互為作用力與反作用力。
26. 已知 A、B 兩物體間的萬有引力為 F ，若將 A 的質量減少為一半，其餘條件不變，則 A、B 間的引力將變為
(A) F (B) $2F$ (C) $4F$ (D) $F/2$ (E) $F/4$ 。
27. 已知 A、B 兩物體間的萬有引力為 F ，若將 A、B 的質量增加為 3 倍，但距離保持不變，則 A、B 間的引力將變為
(A) F (B) $3F$ (C) $9F$ (D) $F/3$ (E) $F/9$ 。
28. 下列有關萬有引力的敘述，何者錯誤？
(A) 萬有引力和二物體間的距離平方成正比 (B) 萬有引力必為吸引力 (C) 萬有引力遵守牛頓第三運動定律 (D) 萬有引力提供人造衛星繞地球運轉所需的向心力。
29. 根據萬有引力定律，物體之間的萬有引力與兩者距離平方成反比，與兩者的質量乘積成正比，那麼為何我們說地表附近的重力為固定值？
(A) 地表附近的重力並不是所謂的萬有引力 (B) 地球是顆奇妙的星球，地球對周圍的物體所產生的引力與距離無關而為固定值 (C) 因為地球半徑很大，故只要離地表不要太遠，所受到的萬有引力是差不多大的，為了方便起見，我們當地表附近重力為定值 (D) 物體所受的重力還包括了地表上的物體間的萬有引力，諸力所成的合力使得重力約為定值。
30. 下列有關人造衛星之敘述何者正確？
(A) 在軌道上運轉的人造衛星內仍可用磅秤測量體重，其體重指數即地球對它之萬有引力 (B) 地球的人造衛星其軌道平面不一定要通過地心 (C) 在同一軌道上的兩個人造衛星可以有不同的運轉速率 (D) 軌道半徑越大之衛星，其運轉週期越大 (E) 質量大的人造衛星，受到地球引力大，運行的加速度也大。

31. 地球半徑為 R ，若某人在距地表高 $R/4$ 處，其重量為在地表處之幾倍？
 (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{5}{4}$ (C) $\frac{25}{16}$ (D) $\frac{16}{25}$ (E) 1。
32. 在與外界完全隔絕之某處太空區域中有二質量不相等之物體 m_1 、 m_2 ，互相以吸引力 $F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$ 作用，則 m_1 之加速度值為：
 (A) $\frac{G(m_1+m_2)}{R^2}$ (B) $\frac{Gm_1m_2}{R^2}$ (C) $\frac{Gm_2}{R^2}$ (D) $\frac{Gm_1m_2}{R}$ (E) $\frac{Gm_1}{R^2}$ 。
33. 若地球為半徑 R 的正圓球、質量為 M ，且地表的重力加速度為 g 時，則萬有引力常數為
 (A) $\frac{gM}{R^2}$ (B) $\frac{2gM}{R^2}$ (C) $\frac{gR^2}{M}$ (D) $\frac{2gR^2}{M}$ (E) $\frac{R^2}{gM}$ 。
34. 一火箭自地表垂直升空，引擎燃料作為推進的動力，則火箭發射前往太空的航行過程中，質量與重量的變化，何者正確？
 (A) 質量增加、重量增加 (B) 質量不變、重量增加 (C) 質量不變、重量減小
 (D) 質量不變、重量不變 (E) 質量減少、重量減少。
35. 某星球與地球之質量比為 18:1，半徑比為 3:1，若一太空人在地上之重量為 100 公斤重，則在該星球上之重量為多少公斤重？
 (A) 400 (B) 200 (C) 150 (D) 100 (E) 50。
36. 在大氣中飛行的民航機，與在太空中沿圓形軌道運行的人造衛星，都受到地球重力的作用。下列有關民航機與人造衛星的敘述，何者正確？
 (A) 飛機在空中飛行時，機上乘客受到的地球重力為零 (B) 人造衛星內的裝備受到的地球重力為零，因此是處於無重量的狀態 (C) 人造衛星在圓形軌道上等速率前進時，可以不須耗用燃料提供前行的動力 (D) 飛機在空中等速率飛行時，若飛行高度不變，則不須耗用燃料提供飛行的動力。
37. 卡文迪西利用巧妙的實驗裝置測出萬有引力常數 G ，其 SI 單位為何？
 (A) 牛頓-公尺²/公斤² (B) 牛頓-公斤²/公尺² (C) 牛頓²-公斤²/公尺
 (D) 牛頓²-公尺/公斤² (E) 牛頓-公尺/公斤²。
38. 設某星球之質量為地球之 5 倍，其半徑為地球之一半，且密度均勻。則在此星球表面的重力加速度為地球表面重力加速度之
 (A) $\frac{5}{4}$ 倍 (B) $\frac{5}{2}$ 倍 (C) 5 倍 (D) 1 倍 (E) 20 倍。
39. 在找尋適合地球移民的行星中，也要找其 g 值與地球相當者。已知金星之半徑為地球的 0.8 倍，質量與地球相同。若人類到金星後，其重量變為多少倍？
 (A) 0.8 (B) 1.25 (C) 0.64 (D) 1.56 (E) 1.95。



進階題

- ___ 1.(100 學測) 兩質點間的萬有引力與其質量的乘積成正比，而與其距離平方成反比。琪琪想從萬有引力常數 G 、地球表面的重力加速度 g ，和地球半徑 R ，去估算地球質量 M ，她寫出的正確計算式應為下列何者？
- (A) $M = \frac{gR^2}{G}$ (B) $M = \frac{GR^2}{g}$ (C) $M = \frac{gG}{R^2}$ (D) $M = \frac{R^2}{Gg}$ (E) $M = gGR^2$ 。
- ___ 2. 兩球相距 d 時，彼此間的萬有引力為 F ，若將其分開至相距 $3d$ ，則萬有引力變為多少？
- (A) $9F$ (B) $3F$ (C) $\frac{1}{3}F$ (D) $\frac{1}{6}F$ (E) $\frac{1}{9}F$ 。
- ___ 3. 有甲、乙兩星球皆為均勻的球體，甲星球的質量為乙星球的 3 倍，半徑為乙星球的 2 倍，則在甲、乙兩星球的表面，其重力加速度的量值比為若干？
- (A) 3 : 4 (B) 4 : 3 (C) 9 : 16 (D) 16 : 9 (E) 8 : 9。
- ___ 4. 婷婷在地表體重 w ，搭乘火箭上升至離地表 $R/2$ 的高空， R 為地球半徑，則此人的體重變為多少公斤重？
- (A) $\frac{1}{3}W$ (B) $\frac{2}{3}W$ (C) $\frac{2}{9}W$ (D) $\frac{4}{9}W$ (E) $\frac{8}{9}W$ 。
- ___ 5. 某星球因內部發生核融合，導致體積膨脹為原來的 8 倍，而質量則維持不變，此時星球表面的重力加速度量值變為原來的多少倍？(球體體積公式 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$)
- (A) $1/2$ (B) $1/4$ (C) $1/16$ (D) 16 (E) 4 倍。
- ___ 6. 發射人造衛星，是將衛星以一定的速率送入預定軌道中，而衛星發射場一般是選擇在較靠近赤道附近的位置。選擇此處發射衛星最大的優點，是因為在赤道附近有何特性？
- (A) 地球自轉的角速度較大 (B) 地球自轉的角速度較小 (C) 地球的引力較大 (D) 地球自轉時的切線速度較大 (E) 地表附近的重力加速度較大。
- ___ 7. 某星球半徑是地球的 2 倍，密度是地球的 0.5 倍，關於地球與某星球的敘述何者正確？
- (A) 某星球表面重力加速度為地球的 2 倍 (B) 質量為 5 kg 的物體在某星球表面重量為 10 kgw (C) 某星球的質量是地球的 8 倍 (D) 某星球的體積是地球的 4 倍 (E) 只考慮萬有引力的作用，物體在某星球表面做自由落體的加速度與地球相同。
- ___ 8. 關於地表附近的重力加速度的相關性質，下列各項敘述何者正確？
- (A) 地表各處的重力加速度值都相同 (B) 位於赤道地面附近的重力加速度大於北極地面的重力加速度 (C) 由南極向北極前進時，重力加速度量值逐漸增加 (D) 由地面垂直向天空移動，質量始終不變，重量則漸減 (E) 我們定北緯 60 度的海平面上重力加速度值為標準值。

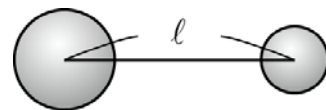
9. 物體受到地球的萬有引力，形成了物體的重量，下列各項相關的敘述，何者正確？
 (A) 同一物體，山上的重量比山下重最大 (B) 不同的物體，質量愈大，重量亦愈大 (C) 我們定北緯 45 度的海平面之重力加速度為標準值 (D) 萬有引力的大小和物體至地表距離的平方成反比 (E) 無論物體質量多少，引力常數 G 恆為定值。

10. 若僅考慮萬有引力的作用，有關於赤道面上人造衛星的敘述，下列何者正確？
 (A) 同步衛星之公轉週期與地球公轉週期相同 (B) 同步衛星所受的月球引力恰等於地球對它的引力 (C) 人造衛星的軌道半徑愈大時，週期愈小 (D) 在同一軌道上的兩個人造衛星，即使質量不同也不會相撞 (E) 在相同的軌道半徑下，人造衛星的質量愈大，在軌道上的切線速率愈大。

11. 已知甲衛星以距離地表的 600km 繞地球做圓周運動，乙衛星以距離地表 1200km 繞地球做圓周運動，則有關於甲、乙兩衛星的敘述，下列何者正確？
 (A) 甲衛星的向心力為乙衛星的兩倍 (B) 甲衛星繞地球一周的週期大於乙衛星繞地球一周的週期 (C) 甲衛星與地球間的萬有引力為乙衛星與地球間的萬有引力的 4 倍 (D) 甲、乙衛星上的太空人，若腳下置一個磅秤，則磅秤的讀數為零 (E) 甲衛星處的重力加速度為乙衛星處的重力加速度的兩倍。

12. 如圖，相距 ℓ 的兩星球、質量比為 4 : 1，在兩星球連線間放置一物體，則在距質量較大的星球多遠處物體所受的重力為零？

(A) $\frac{4}{7}\ell$ (B) $\frac{3}{4}\ell$ (C) $\frac{16}{25}\ell$ (D) $\frac{2}{3}\ell$ (E) $\frac{7}{4}\ell$ 。

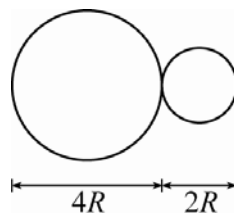


13. 婷婷在地表體重 w ，搭乘火箭上升至離地表 $R/3$ 的高空， R 為地球半徑，則此人的體重變為多少公斤重？

(A) $\frac{1}{3}W$ (B) $\frac{1}{4}W$ (C) $\frac{3}{8}W$ (D) $\frac{1}{2}W$ (E) $\frac{9}{16}W$ 。

14. 有甲、乙兩星球皆為均勻的球體，甲星球的質量為乙星球的 2 倍，半徑為乙星球的 3 倍，則在甲、乙兩星球的表面，其重力加速度的量值比為若干？

(A) 1 : 3 (B) 2 : 3 (C) 1 : 9 (D) 2 : 9 (E) 4 : 9。



15. 將密度相同的大、小實心球靠在一起，如圖。已知小球的質量為 m ，則大、小兩球間的萬有引力為

(A) $\frac{Gm^2}{R^2}$ (B) $\frac{2Gm^2}{3R^2}$ (C) $\frac{2Gm^2}{9R^2}$ (D) $\frac{4Gm^2}{9R^2}$ (E) $\frac{8Gm^2}{9R^2}$ 。

16. (103 學測) 一般認為銀河系中心有一個超大質量的黑洞。有些天文學家估計這黑洞的質量大約是太陽的四百萬倍，太陽離此超大質量黑洞的距離約為 28,000 光年。如果太陽、該超大質量黑洞與地球排成一直線，且二者對地球的主要影響只有萬有引力，則這個超大質量黑洞和地球之間的萬有引力，大約是地球和太陽之間萬有引力的多少倍？(28,000 光年大約是 1.8×10^9 天文單位)

(A) 1.2×10^{-12} (B) 2.5×10^{-7} (C) 2.2×10^{-3} (D) 4×10^6 (E) 8.1×10^{11} 。

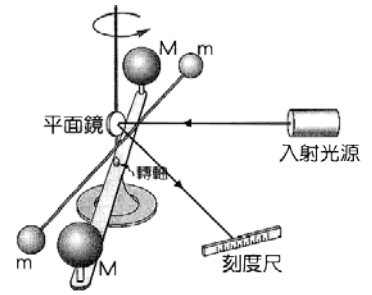


多重選擇題

- ___1. 有關地球的同步衛星，下列性質哪些正確？(應選三項)
 (A) 在赤道上空自西向東繞地球 (B) 其高度固定且與質量無關 (C) 因同步，其運行速率等於地球自轉速率 (D) 地球之各同步衛星速率與週期完全相同 (E) 依地球同步衛星概念，月球因自轉週期等於其繞地球公轉週期，故地球可視為月球的同步衛星。
- ___2. 具有相同體積且質料均勻的實心鐵球與鋁球，從離地面等高處由靜止自由落下，重力加速度的量值為 g 。在落下的時間均為 t 時(尚未到達地面)，忽略空氣阻力及風速的影響，下列哪幾項敘述正確？(應選三項)
 (A) 兩球所受的重力相同 (B) 兩球下落的距離相同 (C) 兩球有相同的速度 (D) 兩球有相同的加速度 (E) 兩球有相同的質量。
- ___3. 物體受到地球的萬有引力，形成了物體的重量，下列各項敘述，何者正確？(應選三項)
 (A) 同一物體，山下的重量比山上重量大 (B) 同一物體，在赤道的重量比在北極重量大 (C) 我們定北緯 45 度的海平面之重力加速度為標準值 (D) 萬有引力的和物體至地表距離的平方成反比 (E) 無論物體質量多少，引力常數 G 恆為定值。
- ___4. 已知地球半徑為 R ，某物體在地表的重量為 W ，則下列敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 該物體在離地表 $2R$ 處的重量為 $\frac{W}{4}$ (B) 該物體在離地表 $2R$ 處的重量為 $\frac{W}{2}$ (C) 該物體在離地心 $2R$ 處的重量為 $\frac{W}{4}$ (D) 該物體在距地表 R 處與地表 $2R$ 處的重量比為 4 : 1 (E) 物體距地表無窮遠處的重量為 0。
- ___5. 下列有關「重力」的敘述，何者正確？(應選兩項)
 (A) 物體的重量與質量成正比，與地球的距離無關 (B) 質量 1 公斤的物體，在地表所受的引力為 1 公斤重，即 9.8 牛頓 (C) 在太空中繞地球作圓周運動的太空梭內，太空人受到地球的引力為 0，處於失重狀態 (D) 在圓軌道上運動的太空梭，其向心力即是其受到地球的引力 (E) 甲在平地上的重量與乙在高山上的重量相等，則甲的質量較大。
- ___6. 下列有關「重力」的敘述，何者正確？(應選兩項)
 (A) 物體的重量來自於地球引力的作用，所以地球引力又稱為重力，但重力沒有方向性 (B) 不考慮空氣阻力，2 公斤與 1 公斤的物體在地表處自由落下時所受的力，2 公斤是 1 公斤物體的 2 倍 (C) 所謂「失重狀態」是指「沒有受到地球引力的作用」 (D) 繞地球作等速圓周運動的人造衛星，雖作等速運動，但仍受地球引力作用 (E) 物體在地球受重力所產生的加速度量值與本身的質量和地球質量的乘積值有關。
- ___7. 有關地球「重力加速度 g 」的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 方向恆指向地心 (B) g 值不會隨地點而變 (C) 北極處的 g 值小於赤道處的 g 值 (D) 質量 m 的物體所受的重力為 mg (E) 一般所謂 $g=9.8$ 公尺/秒² 僅適用於地表附近。

8. 右圖為卡文迪西測定 G 值的實驗示意圖，下列各項敘述何者正確？(應選三項)

- (A) 此裝置稱為扭秤 (B) 圖中四個球的質量愈小愈好 (C) 平面鏡將光線反射是為了量出轉動的角度 (D) 圖中尺標擺放的位置愈近愈好 (E) 此實驗可驗證萬有引力定律的正確性。



9. 關於兩物體間「萬有引力」的性質，下列各項敘述何者正確？(應選兩項)

- (A) 其大小與兩物體的質量之和成正比 (B) 其大小與兩物體之間的距離成反比 (C) 其方向在兩物體的連心線方向，並指向對方 (D) 此力可解釋蘋果從樹上掉下來的現象 (E) 此力無法說明為何月球繞地球旋轉而沒有墜落。

10. 若地球密度增為 4 倍，而地球半徑減半，則下列何者正確？(應選三項)

- (A) 地球質量變為 $\frac{1}{2}$ 倍 (B) 人的質量變為 $\frac{1}{2}$ 倍 (C) 地表重力加速度變為 2 倍 (D) 人的體重變為 2 倍 (E) 人的跳高高度變為 2 倍。

11. 下列有關重力的敘述，何者正確？(應選兩項)

- (A) 重力量值和兩物體質量乘積成正比，與兩物體質心距離平方成反比 (B) 重力僅有吸引作用，屬超距力 (C) 物體在地面上所受的重力方向彼此均互相平行 (D) 物體的重量就是它所受的重力大小，和質量成反比 (E) 分別對兩物體而言，彼此間的重力為一組作用力與反作用力。

12. 下列有關繞地球作圓周運動的「人造衛星」敘述，何者正確？(應選兩項)

- (A) 人造衛星作變速度運動 (B) 人造衛星作等加速運動 (C) 人造衛星的高度愈高，因需將人造衛星拉住，故所需的向心力就愈大 (D) 人造衛星的高度愈高，因地球引力變小，所以繞行地球的速率就愈慢 (E) 如果地球引力突然失去，則人造衛星將沿徑向方向飛出去。

4-1 標準答案：

一、基礎題：

1.A 2.B 3.C 4.C 5.C 6.C 7.A 8.A 9.E 10.C
 11.D 12.C 13.D 14.E 15.B 16.D 17.E 18.C 19.B 20.C
 21.B 22.D 23.E 24.B 25.D 26.D 27.C 28.A 29.C 30.D
 31.D 32.C 33.C 34.E 35.B 36.C 37.A 38.E 39.D

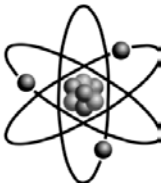
二、進階題：

1.A 2.E 3.A 4.D 5.B 6.D 7.E 8.D 9.C 10.D
 11.D 12.D 13.E 14.D 15.E 16.A

三、多重選擇題：

1.ABD 2.BCD 3.ACE 4.CE 5.BD 6.BD 7.ADE 8.ACE 9.CD 10.ACD
 11.BE 12. AD

4-2 靜電力



(一) 靜電

A、靜電：

(1) 日常生活中的靜電現象：

- 甲、撕開免洗筷的塑膠套時，塑膠套會吸附在手上。
- 乙、衣服從烘乾機取出時，有時會產生霹靂啪啦的聲音。
- 丙、迅速撕開保鮮膜時，保鮮膜容易沾黏在手上。
- 丁、切割保麗綸時，保麗綸碎屑容易黏著在身上。
- 戊、摩擦過的氣球帶靜電，能吸引毛髮。
- 己、冬天用塑膠梳子梳頭髮時，頭髮容易打結。
- 庚、將塑膠墊板在衣服上摩擦，容易將頭髮吸起來。
- 辛、高速行駛的汽車因與空氣摩擦而帶靜電，故汽車的拖地鐵鍊目的是使產生的靜電可導入地下避免危險。



(2) 靜電形成的原因：

- 甲、所有物質都由原子組成，原子內有帶正電的質子，和帶負電的電子。
- 乙、原子因為質子數 = 電子數，因此原子呈電中性。
- 丙、物質相互摩擦時，原子外圍的電子發生轉移，使得容易失去電子的物體帶正電，容易得到電子的物體帶有負電。
- 丁、兩物體相摩擦，由於電子互相轉移，因此兩帶電物體的電荷電性相反，電量相等，不能創造出額外的電荷。
- 戊、電中性的物體經由摩擦起電(適用於絕緣體)或感應起電(適用於金屬導體)的方式，可使其帶有靜電。



B、靜電的種類

(1) 靜電有二種：正電荷和負電荷。

(2) 規定：

- 甲、絲絹和玻棒摩擦後，玻棒所帶的電荷為正電荷。
- 乙、毛皮和塑膠摩擦後，塑膠所帶的電荷為負電荷。
- 丙、任取兩者，則前者帶正電，後者代負電：毛皮 → 玻璃 → 絲絹 → 塑膠。

(3) 性質：

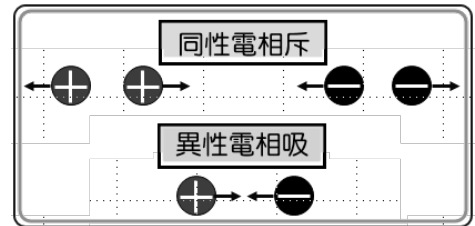
甲、同性電相斥；異性電相吸。

乙、若物體不帶電，則皆能被帶正電或帶負電的物體吸引。

丙、正電和正電相斥，正電和負電相吸，正電和不帶電的物體相吸。

負電和負電相斥，負電和正電相吸，負電和不帶電的物體相吸。

不帶電和正電相吸，不帶電和負電相吸，不帶電和不帶電不發生作用。



(4)電量：

甲、帶電體所帶電荷的多寡稱為電量。

乙、物體帶正電：質子總數 > 電子總數。

丙、物體帶負電：質子總數 < 電子總數。

丁、物體不帶電：質子總數 = 電子總數。

註：物體不帶電(電中性)，是指正電荷與負電荷電量相等，並不是沒有電子。

(5)單位：

甲、自然單位：基本電荷

1 個電子： $-1e$

1 個質子： $+1e$

電荷的最小自然單位為一個電子的電量約 -1.6×10^{-19} 庫侖。

因質子與電子電量相等，但電性相反，故 1 個質子電量為 $+1.6 \times 10^{-19}$ 庫侖。

乙、實用單位：庫侖 (C)。

1 庫侖的電量約為 6.25×10^{18} 個電子或質子所帶的總電量。

(6)性質：

甲、任何帶電體所帶的電量為電子或質子所帶電量的整數倍。

乙、電子不能再分割，所以不能有分數，不能有小數。

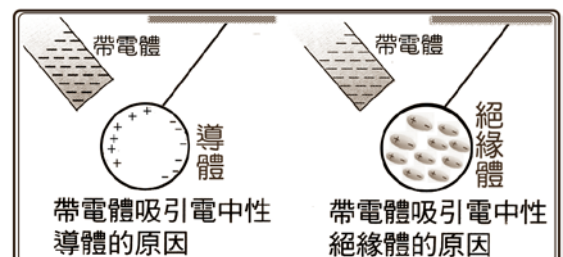
丙、1 莫耳電子所帶的總電量約為 96500 庫侖。

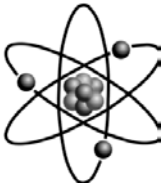
C、導體、絕緣體(尚有半導體、不良導體)

(1)導體：能導電物體，含自由電子的物體
(金屬、石墨)

(2)絕緣體：不能導電物體，不含自由電子的物體(塑膠、玻璃)

(3)自由電子：能在「原子間」自由移動的電子。





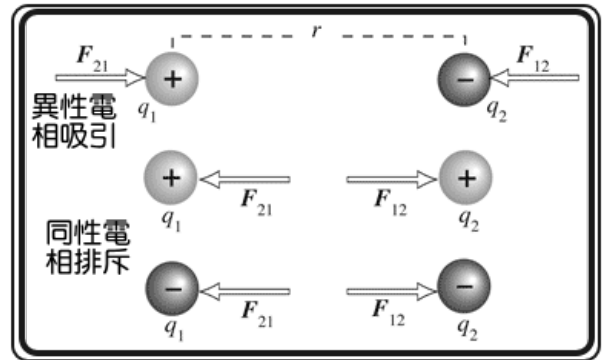
(二)庫倫靜電力：

A、靜電力：

- (1)任何兩個帶電體間互相作用的一種超距力。
- (2)同性電互相排斥，異性電互相吸引。

B、庫倫定律：

- (1)兩帶電體間的靜電力大小與兩帶電體電量乘積成正比，與距離平方成反比。



(2)公式：_____

F：靜電力(牛頓)

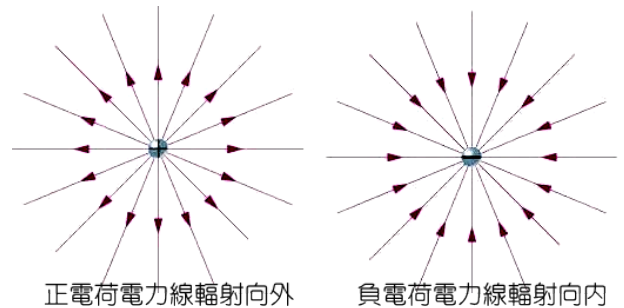
K：庫倫常數(9×10^9 牛頓·公尺²/庫侖²)

Q₁、Q₂：兩物體的帶電量(庫侖)

r：兩帶電體之間的距離(公尺)

C、電場與電力線：

- (1)定義：單位正電荷受到的靜電力的作用，可以電力線來描述。
- (2)電力線為法拉第創立，為描述電荷的電場分布情形的假想曲線。
- (3)電力線的性質：



甲、電力線的方向由正電荷指向負電荷的平滑曲線；

正電荷的電力線輻射向外，發散至無窮遠處。

負電荷的電力線由無窮遠處輻射向內，指向負電荷。

乙、電力線的疏密表示電場的強弱，電力線愈密的地方，表示該處的電場愈強。

丙、電力線各位置的切線方向，為該處的電場方向，亦為正電荷受靜電力的方向。

丁、導體靜電平衡時，電力線與導體表面必定垂直。

戊、電力線不一定與帶電質點在電場中釋放後運動的軌跡線相同。

己、電力線永不相交。



範例

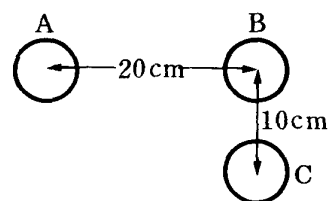
1. 【題組】A、B、C 為 3 個相同的金屬球，C 不帶電。已知 A 與 B 間相距 20 公分，且靜電力為 1.2×10^{-6} 牛頓，試回答下列問題：

(1) 若 A 帶電量增為 2 倍，A、B 間作用力為_____牛頓。

(2) 若 A 電量增為 2 倍，B 電量增為 3 倍，則 A、B 間作用力為_____牛頓。

(3) 若 A、B 電量不變，將 B 再向右移動 10 公分，A、B 間作用力為_____牛頓。

(4) 將 C 與 A 接觸後移去 C，A、B 維持 20 公分，則此時 A、B 間作用力為_____牛頓。



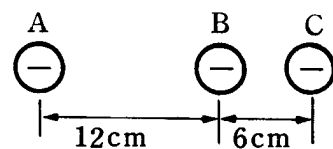
範例

2. 【題組】圖中，A、B、C 三個電荷位於一直線上，且均帶等量的負電，試回答下列問題：

(1) 三電荷所受靜電力比 $F_{AB} : F_{BC} : F_{AC} =$ _____。

(2) 若 F_{AB} 間的靜電力為 F ，則 B 所受的靜電力合力為_____ F 。

(3) 承上題，C 所受的合力為_____ F 。

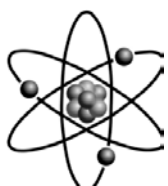


範例

3. 大小相同的二金屬球，分別帶 $4Q$ 單位正電與 $2Q$ 單位正電，彼此相距 R ，此時所受的靜電力為 F ，今將兩金屬球互相接觸後再分開為原距離的 2 倍 ($2R$)，則二者間的靜電力為_____ F 。

範例

4. 大小相同的二金屬球，分別帶 $8Q$ 單位正電與 $2Q$ 單位負電，最初所受的靜電力為 F ，今將兩金屬球互相接觸後再移回原來位置，則二者間的靜電力為_____ F 。

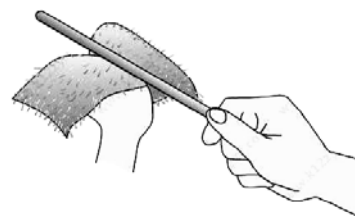


(二) 物體的帶電方法

A、摩擦起電：

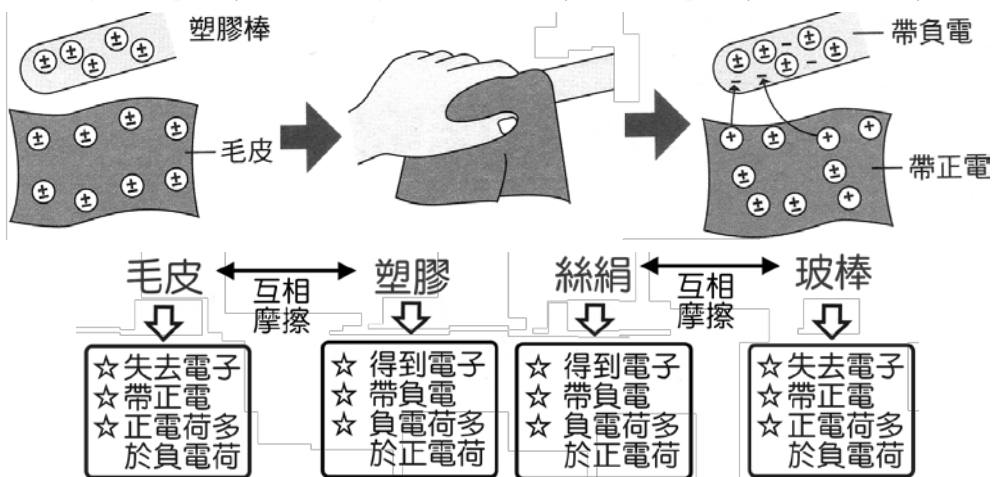
(1) 成因：

將不帶電的兩個物體互相摩擦後，微量的電子由一物體轉移到另一物體上，而使兩物體均帶電的方法，稱為摩擦起電。



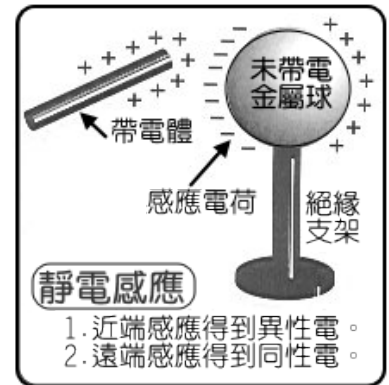
(2) 性質：

- 甲、絕緣體適用摩擦起電，導體因電荷易移動，因此容易中和而恢復電中性。
- 乙、摩擦過程中，容易失去電子的物質帶正電，容易得到電子的物質帶負電，且兩者所帶電量相等，電性相反。
- 丙、摩擦起電是電荷轉移的結果，且只有電子能移動，因此
- 丁、兩物體所具有的總店量不便，因此無法創造額外的電荷。
- 戊、毛皮與塑膠尺摩擦：毛皮失去電子帶正電，塑膠尺獲得電子帶負電。
- 己、絲絹與玻璃棒摩擦：絲絹獲得電子帶負電，玻璃棒失去電子帶正電。



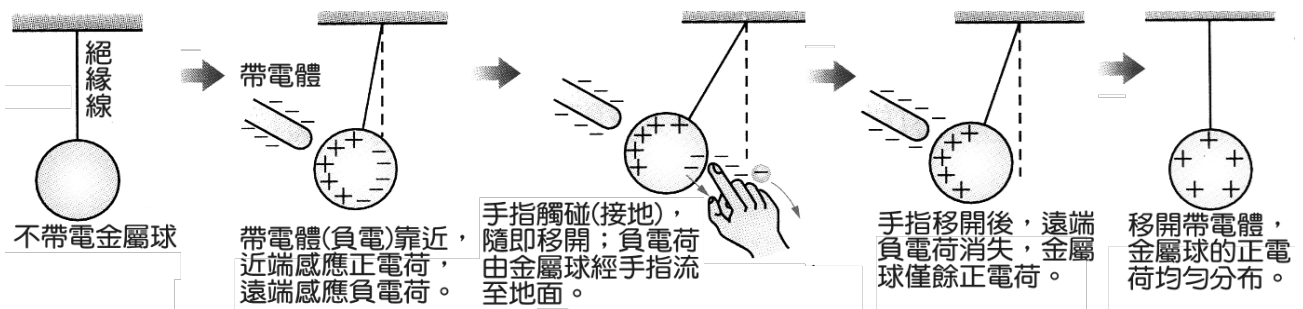
B、靜電感應

- (1)當帶電體靠近導體時，導體靠近帶電體的一端感應出_____電，遠端感應出_____電，這種暫時電荷分離的現象，稱為靜電感應。
- (2)絕緣體內的電子不能像金屬內的電子可以自由移動，其原子內的電荷不會真正分離，但會稍微錯開，因此也會有靜電感應現象。

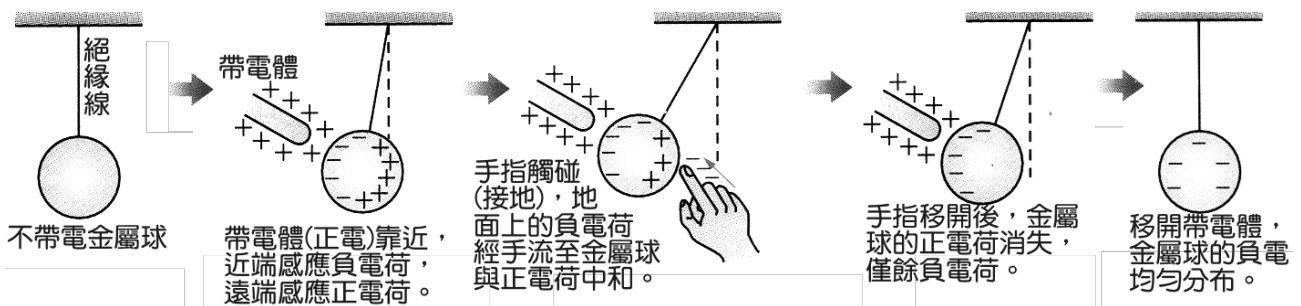


C、感應起電

- (1)以靜電感應原理，使導體內正、負電荷分離，再使導體帶電的方法，稱為感應起電。
- (2)導體利用感應起電，所帶的電性與帶電體電性相反。
- (3)使金屬導體帶正電：

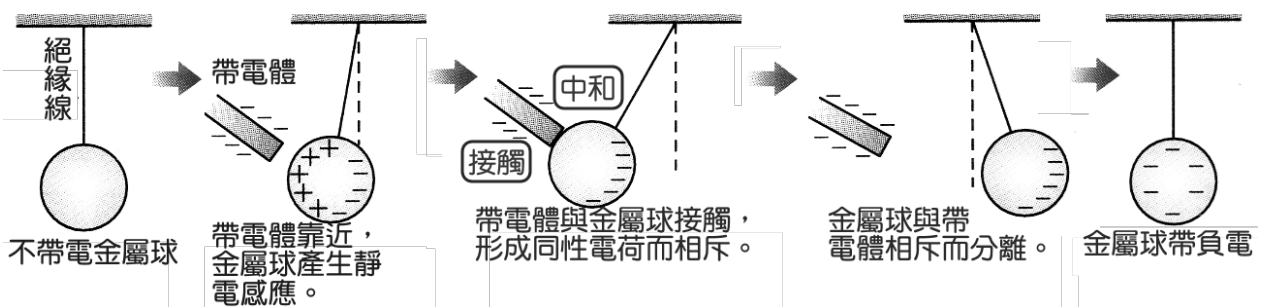


- (4)使金屬導體帶負電：



D、接觸起電

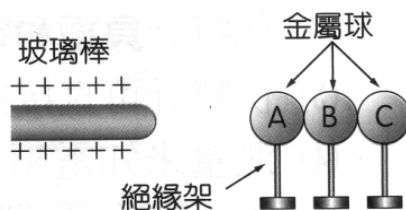
- (1)將帶電體與另一不帶電之金屬球接觸，電荷由帶電體傳至金屬球，稱為接觸起電。
- (2)正電的帶電體接觸不帶電的金屬球，部分電子由金屬球移到帶電體，金屬球帶正電。
- (3)負電的帶電體接觸不帶電的金屬球，部分電子由帶電體移到金屬球，金屬球帶負電。



範例

5. 【題組】如圖，使三個在絕緣架上的大小相同金屬球 A、B、C 互相接觸，試回答下列問題：

(1) 若將一帶正電的玻璃棒接近 A 金屬球，接著移開 C 金屬球，然後移開玻璃棒，再將 A、B 兩金屬球分開，則 A 金屬球帶_____電，B 金屬球帶_____電，C 金屬球帶_____電；且 C 金屬球所帶的電量_____於 A 金屬球所帶的電量。



(2) 若帶電體移近 A 金屬球，接著移出 B 金屬球，再移開帶電體，則 A 金屬球帶_____電，B 金屬球帶_____電，C 金屬球帶_____電；且 A 金屬球所帶的電量_____於 C 金屬球所帶的電量。

範例

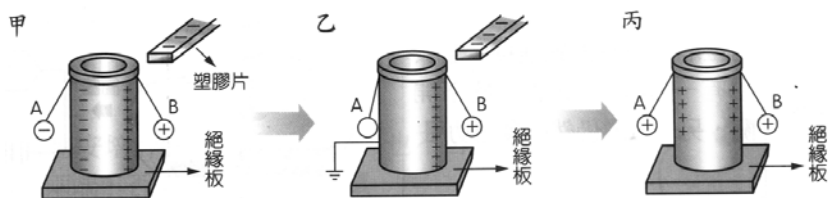
6. 有甲、乙、丙、丁、戊五個金屬小球，其中有些金屬小球可能帶電，由實驗得知甲乙相吸、甲丙相吸、乙丁相斥、乙丙相吸、丙戊相斥、丙丁相吸、丁戊相吸，則：

- (1) _____帶電而且與乙的電性相同。
- (2) _____帶電而且與丙的電性相同。
- (3) _____不帶電。

範例

7. 【題組】在金屬罐的兩外側各貼住尼龍線懸著的一小空心金屬球如圖，把金屬罐放在玻璃板或塑膠板上，使它和周圍物體絕緣，試回答下列問題：

(1) 把帶負電的塑膠片移近金屬罐的一側，但不接觸，則 A、B 兩空心金屬球_____。(填張開或下垂)



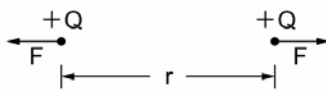
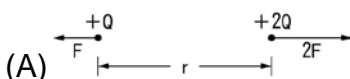
(2) 把塑膠片停留在金屬罐一側，另用手接觸金屬罐的另一側(懸有 A 空心金屬球之一側)，則見 A 空心金屬球_____；B 空心金屬球_____。

(3) 再把塑膠片拿開，見 A、B 兩空心金屬球均全_____，此時金屬罐帶有_____電。

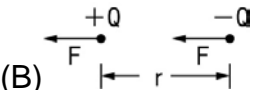
(4) 此種可使導體帶單一種電的方法，稱為_____。



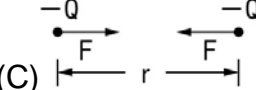
基礎題

- ____ 1. 有關毛皮摩擦塑膠尺的過程，下列何者錯誤？
 (A) 摩擦可幫助電子脫離 (B) 塑膠尺獲得電子而毛皮失去電子 (C) 摩擦過後的塑膠尺可吸引帶負電的物體 (D) 無論毛皮或塑膠棒，互相摩擦後皆可吸引小紙片。
- ____ 2. 兩個相同大小的金屬球分別帶電 $+6Q$ ， $-2Q$ ，此時作用力為 3kgw ，兩物接觸後再分開放回原處則彼此間作用力為何？
 (A) 相吸力 3kgw (B) 相吸力 6kgw (C) 排斥力 1kgw (D) 排斥力 3kgw 。
- ____ 3. 把經毛皮摩擦過的塑膠棒，移近金屬片的右端，則金屬片中的電荷分布情形為何？
 (A) 所有的電荷移向左邊 (B) 所有的電荷移向右邊 (C) 正電荷不動，負電荷移到右端 (D) 正電荷不動，負電荷移到左端。
- ____ 4. 如右圖，當兩帶電量相等的正電荷距離為 r 時，其相互作用力大小為 F 。若距離不變，但改變其電性或電量，則下列選項中哪一靜電力圖是正確的？
- 
- 

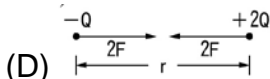
(A)



(B)



(C)



(D)
- ____ 5. 下列關於兩個不同電中性物體互相摩擦後而帶電的現象，何者正確？
 (A) 帶正電的物體，其原子內質子數多於電子數 (B) 帶正電的物體是失去電子、得到質子 (C) 帶正電的物體，其原子內電子數多於質子數 (D) 帶正電的物體電量大於帶負電的物體。
- ____ 6. 兩個點電荷間的排斥力原為 F ，若其中一個點電荷的電量增加為原來的四倍，兩個點電荷間的距離增為原來的兩倍，則其排斥力為何？
 (A) $F/2$ (B) F (C) $2F$ (D) $4F$ 。
- ____ 7. 以絕緣線分別懸掛 A、B 兩金屬球。已知 A 球帶電荷，B 球不帶電；兩球開始相距甚遠，今移動懸線，使 B 球接近 A 球。此過程中有關兩球間電力作用的敘述，何者正確？
 (A) 在未接觸前，兩球間無電力作用；接觸後，互相排斥而分開 (B) 在未接觸前，兩球互相吸引；接觸後，互相排斥而分開 (C) 兩球始終互相排斥 (D) 在未接觸前，兩球互相吸引；接觸後亦不分開。
- ____ 8. 高大建築物為了避免遭受雷擊，會安裝避雷針，有關避雷針的敘述，何者錯誤？
 (A) 避雷針的材質多為鋼鐵 (B) 避雷針多架設在建築物的地下室 (C) 建築物的感應電荷可經由避雷針尖端釋放出去 (D) 雷擊時，強大的電流可順著避雷針的導線傳入地底。
- ____ 9. 相同的兩銅球甲和乙，甲帶 18 庫倫的正電荷，乙帶 36 庫倫的負電荷，接觸後再分開，若接觸前後兩球距離相同，則接觸前甲、乙間的靜電力大小是接觸後的若干倍？
 (A) 2 (B) 4 (C) 8 (D) 16。

10. 毛皮摩擦塑膠棒後，下列敘述何者正確？

- 甲.毛皮失去電子；乙.塑膠棒失去電子；丙.毛皮自外獲得質子；
丁.塑膠棒獲得電子；戊.此系統總電量不變。
(A)甲丙 (B)乙戊 (C)甲丁戊 (D)乙丙丁。

11. 下列現象何者與靜電無關？

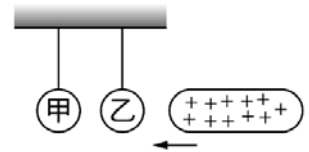
- (A)毛皮摩擦塑膠棒，塑膠棒帶負電 (B)天空有閃電發生 (C)快速撕開保鮮膜時，保鮮膜會黏在手上 (D)電器工人用螺絲起子吸引螺絲釘。

12. 若有兩個相同的帶電體，甲帶有20單位的正電荷，乙帶有50單位的負電荷，當兩帶電體相互靠近但不接觸時，下列敘述何者錯誤？

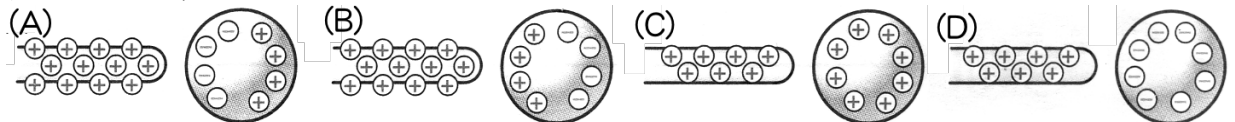
- (A)兩帶電體越靠近，所形成的靜電力越大 (B)兩帶電體間的靜電力為吸引力
(C)甲所受到的靜電力較乙大 (D)兩帶電體所帶的淨電荷不會改變。

13. 如右圖，兩個金屬球以絕緣線並排懸掛，取一支帶正電的塑膠棒由右方靠近(但不接觸)金屬球，下列何者正確？

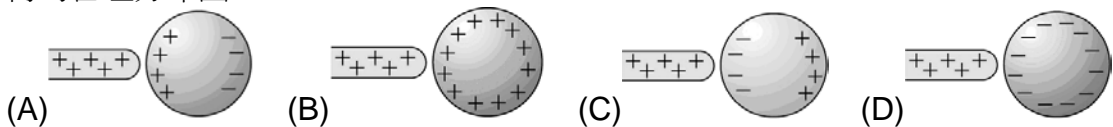
- (A)甲、乙兩球都不帶淨電荷，但可相吸 (B)甲、乙兩球都不帶淨電荷，但相斥
(C)甲、乙兩球都帶淨的負電荷，兩球相斥 (D)甲帶淨的正電荷、乙帶淨的負電荷，兩球相吸。



14. 帶正電的物體接近不帶電的金屬球時，會發生靜電感應，下列何者為金屬球上感應電荷的合理分布圖？



15. 帶正電的物體接近不帶電的金屬球時，會發生靜電感應。下列何者為金屬球上感應電荷的合理分布圖？



16. 下列的圖形中哪一個具有最大的排斥力？



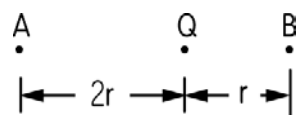
17. 帶負電的塑膠尺靠近原來不帶電的金屬圓球，他們的電荷的分布，如右圖，則下列何者正確？

- (A)金屬球上的正電荷量比負電荷量多 (B)金屬球上的正電荷量比負電荷量少
(C)金屬球上的正、負電荷分開的現象稱為電流的磁效應 (D)金屬球上的正、負電荷分開的現象是電子移動的結果。

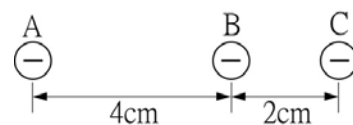


18. 三個電荷排列如圖，A電量為B的2倍，則A、Q作用力為B、Q作用力的幾倍？

- (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{1}{2}$ (C) 2 (D) 4。



19. 右圖中，三個帶電小球位於同一直線上，且均帶有等電量的負電荷，若B球受到來自A球的靜電力大小為F，則B球受到來自A球和C球靜電力的合力為何？



(A) 0 (B) 2F (C) 3F (D) 5F。

20. 若空間中只有兩個帶電體，甲帶有 20 庫倫的正電荷，乙帶有 50 庫倫的負電荷，當兩帶電體相互靠近，但不接觸時，下列敘述何者錯誤？

(A) 帶電體愈靠近，所形成的靜電力愈大 (B) 兩帶電體間的靜電力為吸引力 (C) 甲所受到的靜電力較乙大 (D) 拿掉甲帶電體，乙帶電體所受的靜電力會立刻消失。

21. 兩個相同大小的銅球A和B，A帶8庫倫正電荷，B帶16庫倫負電荷，接觸後再分開，若接觸後兩球距離為接觸前的 $1/2$ 倍，則接觸後A、B間的靜電力是接觸前的若干倍？

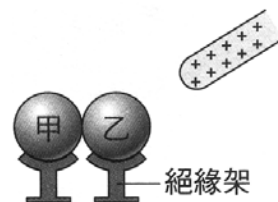
(A) 2倍 (B) $1/2$ 倍 (C) $1/4$ 倍 (D) $1/8$ 倍。

22. 將絲綢摩擦過的玻璃棒靠近金屬球，再以導線連接金屬球與地面，則下列何者正確？

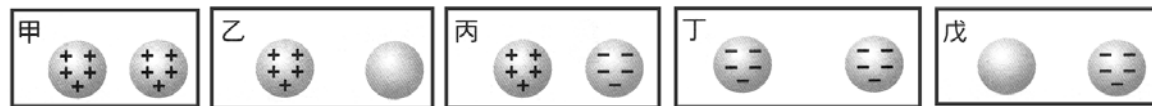
(A) 電子由地面經導線流向金屬球 (B) 質子由地面經導線流向金屬球 (C) 電子由金屬球經導線流向地面 (D) 質子由金屬球流入地面。

23. 右圖中，甲、乙兩金屬球相接觸，當帶正電的玻璃棒靠近乙金屬球時，經靜電感應後，下列敘述何者錯誤？

(A) 甲金屬球左端帶正電 (B) 乙金屬球右端帶負電 (C) 甲金屬球右端帶負電 (D) 甲、乙金屬球交接處不帶電。



24. 下列哪幾組的兩個物體間具有吸引力？



(A) 甲乙丙 (B) 乙丙丁 (C) 乙丙戊 (D) 甲丙戊 (E) 乙丁戊。

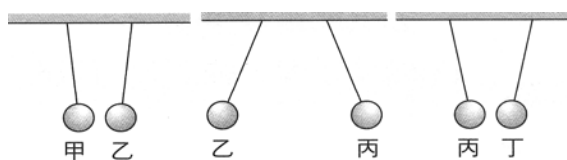
25. 有關感應起電的敘述，下列何者正確？

(A) 帶電體和導體所帶電性相反 (B) 帶電體和導體帶電量相等 (C) 帶電體越靠近導體，則感應起電的電量愈小 (D) 感應起電前金屬導體的質子數比感應起電後多。

26. 有關雷電與避雷針的敘述，下列何者錯誤？

(A) 雷電形成前的帶電雲層是先經過摩擦起電而帶電 (B) 雷電是中和放電所導致 (C) 避雷針通常都是一支頂端尖銳的銅棒 (D) 避雷針可防止雷電擊中避雷針，藉此保護建築物也不會被雷電擊中 (E) 避雷針可使空中所帶的電荷減少。

27. 有甲、乙、丙、丁四個帶電的導體小球，若將其中兩個分別以絕緣線懸掛，則甲、乙互相吸引，乙、丙互相排斥，丙、丁互相吸引，如右圖；如果被毛皮摩擦後的塑膠棒排斥甲，則甲、乙、丙、丁帶電的情形依序可能為何？

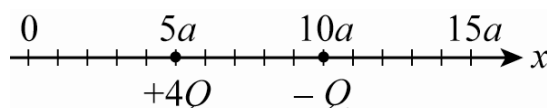


(A) +、-、-、+ (B) -、+、+、- (C) +、-、+、- (D) -、+、-、+。

28. 下列哪一個現象是因為靜電力所造成的結果？
 (A) 古希臘人用布摩擦琥珀，琥珀更容易沾上灰塵 (B) 蘋果成熟後，從樹下掉下來 (C) 指北針放在磁鐵旁產生偏轉 (D) 車子煞車後速度逐漸變慢而停止。

29. 氦原子核的電荷是質子電荷的2倍，而其質量則是質子質量的4倍。假設一質子和一氦原子核，彼此只受到來自對方的靜電力作用，則當質子所受靜電力的量值為F時，氦原子核所受靜電力的量值為何？
 (A) $F/4$ (B) $F/2$ (C) F (D) $2F$ (E) $4F$ 。

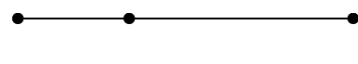
30. 如右圖，在一直線上有兩個點電荷。電量為 $+4Q$ 的點電荷固定於 $x = 5a$ ，電量為 $-Q$ 的點電荷固定於 $x = 10a$ 。將一點電荷 $+Q$ 置於直線上何處時，此 $+Q$ 電荷所受的靜電力為零？
 (A) $3a$ (B) $7a$ (C) $10a$ (D) $13a$ (E) $15a$ 。



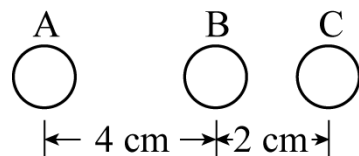
31. A、B兩個帶等量同性電的點電荷，相距 $2L$ ，兩者間電力大小為F，今將一帶等量異性電的點電荷C置於A、B中點處，則點電荷B所受總靜電力大小為多少？
 (A) F (B) $2F$ (C) $3F$ (D) $4F$ (E) $5F$ 。

32. 兩個點電荷之帶電量分別為 $Q_1 = q$ ， $Q_2 = q$ ，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) $\frac{4}{3}F$ (E) $\frac{16}{3}F$ 。

33. 如圖，三個點電荷 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 固定在一直線上，且 Q_3 和 Q_2 距離為 Q_1 和 Q_2 的二倍。若 Q_1 帶正電且所受靜電力合力為零，則 $\frac{Q_2}{Q_3}$ 為
 (A) $-\frac{1}{3}$ (B) $-\frac{1}{9}$ (C) 1 (D) $\frac{1}{3}$ (E) $\frac{1}{9}$ 。

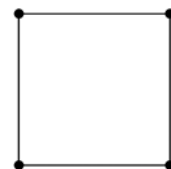


34. 如右圖，A、B、C三個帶電質點位於同一直線上，且均帶有等電量的負電荷，若B受到來自A的靜電力大小為F，則B受到來自A和C靜電力的合力大小為何？
 (A) 0 (B) F (C) $2F$ (D) $3F$ (E) $6F$ 。



35. 三個大小相同金屬球，一個帶電量 $+q$ 、一個帶電量為 $+2q$ 、另一個帶電量為 $-2q$ ，用導線將三個球串起來，當達成平衡時，三個球上所帶的電量均為
 (A) q (B) $-\frac{1}{3}q$ (C) $\frac{1}{3}q$ (D) 0 (E) $\frac{5}{3}q$ 。

36. 四個點電荷 $+Q$ 擺在正方形的四個角上，已知電荷的電量大小相同，則
 (A) 右下角電荷受力方向 \rightarrow (B) 左下角電荷受力方向 \nearrow (C) 左上角電荷受力方向 \leftarrow (D) 右上角電荷受力方向 \nearrow (E) 若將四個點電荷改為 $-Q$ ，則點電荷受力方向會與原受力方向相反。



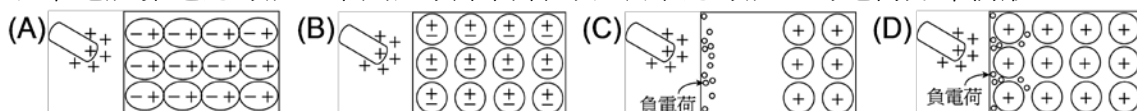
37. 氦原子核的電荷是質子電荷的2倍，而其質量則是質子質量的4倍。假設一質子和一氦原子核，彼此只受到來自對方的靜電力作用，則當質子所受靜電力的量值為F時，氦原子核所受靜電力的量值為何？

- (A) $\frac{1}{4}F$ (B) $\frac{1}{2}F$ (C) F (D) 2F (E) 4F。

38. 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，則其斥力大小為何？

- (A) 4F (B) 2F (C) F (D) F/2 (E) F/4。

39. 以帶電體靠近絕緣體，下列選項中何者可以表示絕緣體上的電荷分布情形？



40. 真空中兩個很小的相同帶電小球，帶電荷分別為+20庫侖與-10庫侖，在P、Q兩點時作用力為2牛頓，當將兩者接觸後再移向P、Q兩點，此時作用力量值為若干牛頓？

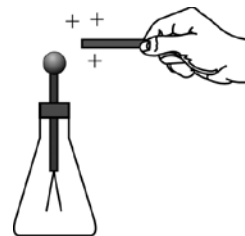
- (A) 2 (B) 1.5 (C) 1 (D) 0.5 (E) 0.25。

41. 將帶正電玻棒逐漸接近驗電器上方的金屬球時，如右圖，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堆積正電荷 (D) 驗電器的B端堆積負電荷 (E) 驗電器B端處金箔片會張開。

42. 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 (E) 電力與電量和電荷距離的乘積成反比。

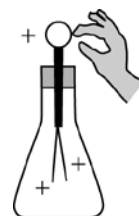


43. 避雷針能夠避免雷擊是因為

- (A) 避雷針的絕緣效果良好 (B) 避雷針的導電能力極佳，可使雲雨上的電荷接地，避免雷擊 (C) 避雷針可中和雲雨上部分電荷，避免雷擊 (D) 避雷針具有金屬屏蔽作用，可保護建築物，避免雷擊 (E) 避雷針對閃雷造成排斥作用。

44. 如右圖，原本帶有若干正電荷的驗電器，以手觸摸後，則驗電器的帶電情形會變成如何？

- (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荷一樣多 (D) 不帶電 (E) 帶正電，且電量會增加。



45. 帶正電導體和帶等量負電絕緣體相互接觸，則下列敘述何者正確？

- (A) 導體和絕緣體皆呈電中性 (B) 絕緣體變成電中性，導體帶正電 (C) 絕緣體正負電均帶，但不中和 (D) 導體電中性，絕緣體帶負電 (E) 導體仍帶正電，絕緣體仍帶負電。

46. 兩個半徑相同且帶同性電荷的金屬小球(電量大小不相等)，當它們互相接觸後分開，再放在原來的位置上時，它們之間的靜電力將如何變化？(兩小球的半徑遠小於它們之間的距離)

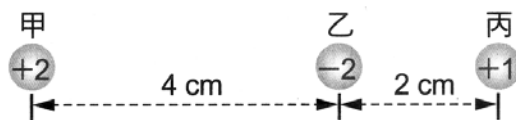
- (A) 仍為斥力，量值變小 (B) 仍為斥力，量值不變 (C) 仍為斥力，量值變大 (D) 變為引力，量值變小 (E) 變為引力，量值變大。



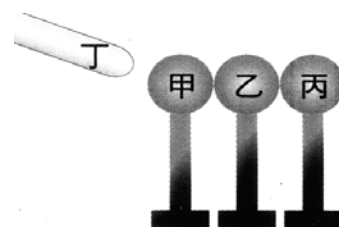
進階題

【題組】請在閱讀下列敘述後，試回答下列問題：

甲、乙、丙為不帶電大小相同的金屬球，底部皆為絕緣底座，丁為帶正電的導體。

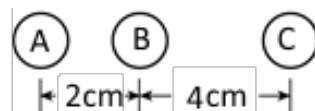


1. 試問丁靠近甲金屬球，甲、乙、丙三球的電荷分布為下列何者較適當？
 (A) 甲帶正電，乙不帶電，丙帶負電 (B) 甲帶負電，乙不帶電，丙帶正電 (C) 甲不帶電，乙帶正電，丙帶負電 (D) 甲不帶電，乙帶負電，丙帶正電。
2. 承上題，若先移開丙金屬球，再移開乙金屬球，再移開丁，試問三金屬球所帶電性和電量有可能為下列何者？
 (A) 甲： $+2$ ，乙：不帶電，丙： -3 (B) 甲： $+2$ ，乙：不帶電，丙： -2 (C) 甲： -2 ，乙：不帶電，丙： $+2$ (D) 甲： -2 ，乙：不帶電，丙： $+2$ 。
3. 承上題，若先移開丙金屬球，再移開丁，最後再把甲、乙兩金屬分離，試問三金屬球所帶電性和電量有可能為下列何者？
 (A) 甲： $+1$ ，乙： $+1$ ，丙： -2 (B) 甲： $+2$ ，乙：不帶電，丙： -2 (C) 甲： -2 ，乙： $+1$ ，丙： $+1$ (D) 甲： -1 ，乙： -1 ，丙： $+2$ 。
4. 承上題，若先於丙金屬球接地線，再分別移開丙、乙金屬球，再移開丁，試問三金屬球所帶電性和電量有可能為下列何者？
 (A) 甲： -2 ，乙、丙不帶電 (B) 甲： $+2$ ，乙、丙不帶電 (C) 甲、乙不帶電，丙： -2 (D) 甲、乙不帶電，丙： $+2$ 。
5. 若丁帶 $+5$ 電量，直接接觸甲金屬球再移開後，分別移開丙、乙、甲，試問三球所帶電性和電量有可能為下列何者？
 (A) 甲、乙、丙： $+1$ (B) 甲、乙： $+1$ ，丙： $+2$
 (C) 甲、乙、丙： -1 (D) 甲、乙： -1 ，丙： -2 。
6. 右圖為在一直線上的A、B、C三個點電荷，帶電量分別為 $+q$ 、 $-2q$ 、 $+3q$ ，若A、B相距 d ，B、C相距 $d/2$ 時，A、B互相作用的靜電力大小為 18 牛頓，則此時A所受的總靜電力大小為若干牛頓？
 (A) 6 (B) 12 (C) 18 (D) 30 (E) 36 牛頓。
7. A、B為2個完全相同的金屬小球(體積甚小，不考慮靜電感應)，其電量分別為 $+16Q$ 及 $-2Q$ ，當兩球相距 R 時，彼此間之作用力為 F ，今將兩球接觸後，再分開 $7R$ 的距離，則兩球間的作用力變為何？
 (A) $\frac{F}{8}$ (B) $\frac{F}{16}$ (C) $\frac{F}{24}$ (D) $\frac{F}{32}$ (E) $\frac{F}{64}$ 。



- ____ 8. 兩個等大的金屬球，其中一個帶 $-p$ 的電量，另一個帶 $+q$ 的電量，將兩球以導線聯結後，達成平衡後，兩球上的電量分別為
 (A) 0 、 0 (B) p 、 $-q$ (C) $\frac{q-p}{2}$ 、 $\frac{q-p}{2}$ (D) $\frac{p-q}{2}$ 、 $\frac{pq}{2}$ (E) $\frac{pq}{2}$ 、 $\frac{pq}{2}$ 。
- ____ 9. 在A、B兩點各放電量為 $+q$ 、 $+16q$ 兩個固定的點電荷，若在A、B兩點連線間的C點放第三個點電荷，該電荷所受之庫侖力恰能平衡，則 \overline{BC} 與 \overline{AC} 的比值為何？
 (A) $1/16$ (B) $1/4$ (C) 1 (D) 4 (E) 16 。
- ____ 10. 兩個等大的金屬球，其中一個帶 $-p$ 的電量，另一個帶 $+q$ 的電量，將兩球以導線聯結後，達成平衡後，兩球上的電量分別為
 (A) 0 、 0 (B) p 、 $-q$ (C) $\frac{q-p}{2}$ 、 $\frac{q-p}{2}$ (D) $\frac{p-q}{2}$ 、 $\frac{pq}{2}$ (E) $\frac{pq}{2}$ 、 $\frac{pq}{2}$ 。
- ____ 11. A、B兩個帶等量同性電的點電荷，相距 $2L$ ，兩者間電力大小為 F ，今將一帶等量異性電的點電荷C置於A、B中點處，則點電荷B所受總靜電力大小為多少？
 (A) F (B) $2F$ (C) $3F$ (D) $4F$ (E) $5F$ 。
- ____ 12. 下列有關絕緣體與導體的敘述，何者是正確的？
 (A) 導體內部含有自由移動的正電荷，故可以導電 (B) 絕緣體內部完全不含有任何電荷，故不可導電 (C) 自然界中可導電的物質只有金屬物質 (D) 導體內部因含有自由電子而可以導電 (E) 絕緣體內部因為沒有電子而不可導電。
- ____ 13. 絲綢與玻璃棒摩擦後，可使玻璃棒帶正電，這是因為
 (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，有一些正電荷由絲綢移到玻璃棒上 (C) 摩擦的過程，玻璃棒上有一些負電荷被中和了 (D) 摩擦的過程中，玻璃棒上的一些負電荷轉移到絲綢上 (E) 摩擦過程中，外界所作的功(或能量)轉化為正電荷。
- ____ 14. 三個帶電體甲、乙、丙，如右圖，若甲、乙間靜電力大小為 F ，則丙受甲、乙帶電體作用合力的大小為多少 F ？
 (A) $\frac{4}{9}F$ (B) $\frac{8}{9}F$ (C) $\frac{12}{9}F$ (D) $\frac{16}{9}F$ 。
- ____ 15. 兩個點電荷之帶電量分別為 $Q_1=2q$ ， $Q_2=q$ ，彼此相距 R ，此時兩電荷間的靜電力量值為 F 。若將 Q_1 的電量改為 $6q$ ， Q_2 的電量為 q ，且將彼此的距離拉大為 $2R$ ，則兩電荷間的靜電力大小為多少？
 (A) $F/3$ (B) $2F/3$ (C) $4F/3$ (D) $3F/4$ (E) $F/4$ 。
- ____ 16. 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、距離如何改變時，其間靜電力可保持不變？
 (A) 甲、乙兩帶電體電量皆增為原來的3倍，距離變為 $3R$ 時 (B) 甲帶電體電量增為原來的2倍，二者距離也增為 $2R$ 時 (C) 甲、乙兩帶電體電量皆增為原來的2倍，二者距離也增為 $4R$ 時 (D) 甲、乙兩帶電體電量皆增為原來的2倍，距離也變為 $R/2$ 時 (E) 甲帶電體電量增為原來的2倍，二者距離也變為 $R/4$ 。

17. 如右圖，A、B、C三個帶電質點位於同一直線上，且三者的電量比為6：4：9，則AB間的靜電力為 F_{AB} ，BC間的靜電力為 F_{BC} ，AC間的靜電力為 F_{AC} ，則 $F_{AB} : F_{BC} : F_{AC} = ?$



(A) 8 : 3 : 1 (B) 8 : 3 : 2 (C) 4 : 3 : 2 (D) 4 : 3 : 1 (E) 16 : 3 : 2。

18. 兩個相同大小的金屬球，其中一個帶+8C的電量，另一個帶+4C的電量，將兩球接觸再分開後，放回原處，則兩球上的電量分別為

(A) +12C、+12C (B) +6C、+6C (C) +4C、+4C
(D) +8C、+8C (E) +32C、+32C。

19. 承上題，若兩金屬球最初的靜電力為F，今將兩金屬球接觸再分開後，靜電力的量值為原來的若干倍？

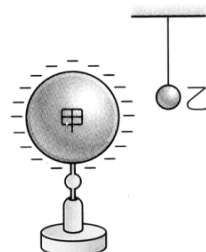
(A) 2/3倍 (B) 3/2倍 (C) 9/4倍 (D) 9/8倍 (E) 9/8倍。

20. 避雷針能夠避免雷擊是因為

(A) 避雷針可中和雲雨上部分電荷，使雲層的電荷減少，因此能避免雷擊 (B) 避雷針的絕緣能力十分良好 (C) 避雷針的導電能力強，將雲雨上的電荷直接接地，因此能避免雷擊 (D) 避雷針具有金屬屏蔽作用，可保護建築物，避免雷擊 (E) 避雷針對閃電產生排斥作用，使得雲雨的電荷遠離地面。

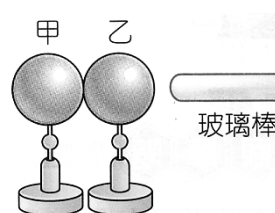
21. (90學測) 一個輕而未帶電的金屬小球乙，用一絕緣線懸掛著，如右圖；今將一帶電的金屬球甲靠近乙，則下列敘述何者正確？

(A) 乙先被甲排斥，然後被甲吸引與甲接觸 (B) 乙先被甲吸引，然後一直與甲接觸 (C) 乙先被甲吸引接觸甲，然後被甲排斥離開甲 (D) 先被甲排斥，不可能碰觸甲。



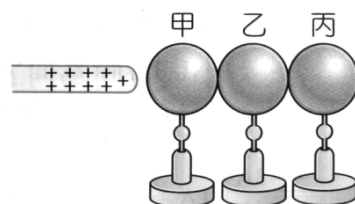
22. 如右圖，甲、乙二金屬球彼此互相接觸放在絕緣架上，今在乙球附近置一由絲綢摩擦過的玻璃棒，使甲球與乙球分離，再移去玻璃棒，此時甲、乙帶何種電荷？

(A) 甲帶正電，乙帶負電 (B) 乙帶正電、甲帶負電
(C) 二者均帶負電 (D) 二者均帶正電 (E) 兩球均不帶電。



23. 甲、乙、丙大小相同的金屬球，下端以絕緣架支撐且三球互相接觸，今用正電棒靠近甲球如右圖，隨後手握絕緣架先將丙球移開，再將帶電棒移去，最後再移開乙球，則三顆金屬球帶電情形為何？

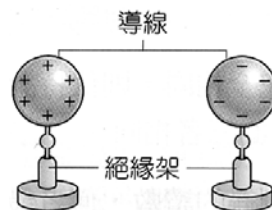
(A) 甲負，乙電中性，丙正 (B) 甲負，乙負，丙正
(C) 甲正，乙電中性，丙負 (D) 甲正，乙負，丙負。



24. 小明以絲巾將一橡膠棒摩擦後，使之靠近一正緩緩流出細小水柱的水龍頭，結果發現水柱接近橡膠棒而彎曲，試問該現象的原理與下列何者最為相近？

(A) 摩擦後的玻璃棒靠近小片鋁箔紙 (B) 被絲巾摩擦後的兩個保利綸球互相靠近
(C) 磁鐵棒靠近大頭針 (D) 人造衛星繞地球運行。

25. 右圖是兩個分別帶正、負電的絕緣金屬球，今以導線連接二球，接通的瞬間，導線中帶電粒子的運動，下列何者正確？
 (A) 正電向右運動，負電不動 (B) 負電向左運動，正電不動
 (C) 正電向右運動，負電向左運動 (D) 正電向左運動，負電向右運動。



26. 與毛皮摩擦後的塑膠棒帶負電，其原因是
 (A) 正電荷由塑膠棒移向毛皮 (B) 負電荷由毛皮移向塑膠棒 (C) 毛皮使塑膠棒靜電感應帶負電 (D) 摩擦後，兩者皆失去正電荷 (E) 摩擦後，兩者皆獲得負電荷。
27. 設點電荷 Q_1 及 Q_2 距離為 R 時，兩者之間靜電力大小為 F ，若距離縮短為 $0.5R$ 時，其靜電力大小為多少？
 (A) $0.5F$ (B) F (C) $2F$ (D) $4F$ (E) $5F$ 。



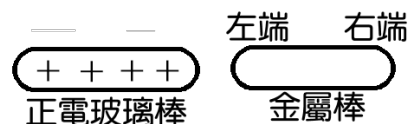
多重選擇題

1. 下列敘述哪些正確？(應選兩項)
 (A) 絕緣體可帶電但不能導電 (B) 用摩擦的方法使絕緣體帶正電是有正電荷質點移至絕緣體上 (C) 手握導體且用毛皮摩擦，可使導體帶電 (D) 用感應起電的方法，可使導體帶電 (E) 用感應起電的方法使之帶電導體，其電性與原帶電體相反，電量相等。
2. 關靜電的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 兩物體互相摩擦起電，所得電量相等而電性相反 (B) 以帶電棒感應起電，所得電性必和帶電棒相同 (C) 以帶電棒接觸起電，所得電性必和帶電棒相同 (D) 絕緣體適用摩擦起電 (E) 導體不適用感應起電。
3. 關於閃電打雷的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 雲層與地面帶有大量異性電，急速中和造成大電流 (B) 閃電的大電流使空氣產生高熱而快速膨脹，故常伴隨有雷聲 (C) 因為聲速較快，常是先聽到雷聲才看到閃電 (D) 雷聲常隆隆不絕，是由於聲波的反射作用所致 (E) 雷擊時常擊中建築物的避雷針，確保建築物安全。
4. 有A、B、C、D四個小物體，不計萬有引力，發現四者互相作用之電力為A、B互相排斥，C、A互相吸引，B、D互相吸引，C、D互相吸引，則A、B、C、D帶電情形為何？(應選三項)
 (A) A、B必帶同性電 (B) C、D必帶異性電 (C) C、D必定有一個不帶電 (D) A、B必定有一個不帶電 (E) B、C、D中必定有兩個帶異性電，一個不帶電。
5. 毛皮摩擦塑膠棒後，下列敘述哪些正確？(應選三項)
 (A) 毛皮失去電子 (B) 塑膠棒失去電子 (C) 毛皮自外獲得質子 (D) 塑膠棒獲得電子 (E) 此系統總電荷量不變。

___6.有A、B、C、D四個小物體，不計重力，也不具有磁性。發現四者互相作用之情形為：A、B互相排斥，A、C互相吸引，B、D互相吸引，C、D互相吸引，則A、B、C、D帶電的情形為 (應選三項)

- (A)A、B必帶同性電 (B)C、D必帶異性電 (C)C、D必定有一個不帶電 (D)A、B必定有一個不帶電 (E)B、C、D中必定有兩個帶異性電，一個不帶電。

___7.取一帶正電的玻璃棒接近電中性的金屬棒，如右圖，則下列敘述何者正確？(應選兩項)



- (A)玻璃棒接近時，金屬棒內的負電荷受玻璃棒的正電荷吸引，向左移動，故左端帶負電 (B)金屬棒內的正電荷受玻璃棒的正電荷排斥而向右移動，故右端帶正電 (C)金屬棒可視為帶負電 (D)移去玻璃棒後，金屬棒左端仍帶負電，右端仍帶正電 (E)移去玻璃棒後，金屬棒回到原來的電中性。

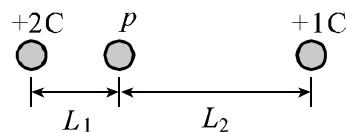
___8.下列各項，哪些是庫侖定律所敘述的？(應選兩項)

- (A)任意形狀的帶電體間的電力作用恆正比於電量的乘積 (B)任意帶電體間的電力恆反比於兩者的距離平方 (C)點電荷間的電力方向恆在點電荷的連心線上 (D)點電荷間的電力與其距離的平方成反比 (E)同性電相吸、異性電相斥。

___9.將電中性的絲絹和玻璃棒相互摩擦，進行「摩擦起電」的實驗，下列相關敘述何者正確？(應選三項)

- (A)摩擦後玻璃棒負電荷減少 (B)摩擦後絲絹上負電荷電量大於正電荷 (C)摩擦後絲絹和玻璃棒會互相排斥 (D)摩擦後絲絹和玻璃棒的正電總量等於負電總量 (E)將絲絹改為毛皮來摩擦玻璃棒，玻璃棒帶電情形相同。

___10.空間中有兩個固定不動的電荷，其電荷分別為 +2庫侖與 +1庫侖，如右圖，今在兩電荷間擺入第三個電荷p時，若電荷p可保持靜止，則下列敘述何者正確？(應選兩項)



- (A)p的電性必為正電荷 (B)p的電性必為負電荷 (C)p點所受的合力為零 (D) $\frac{L_1}{L_2} = 2$
(E) $\frac{L_1}{L_2}$ 之值與p的電量大小及電性無關。

___11.絲絹摩擦玻璃棒後，下列敘述哪些正確？(應選三項)

- (A)絲絹失去電子 (B)玻璃棒失去電子 (C)絲絹獲得電子 (D)玻璃棒獲得電子 (E)此系統總電荷量不變。

___12.(96學測) 科學博覽會實驗者站在塑膠凳子上，以手指接觸高達上萬伏特高電壓的金屬球，但見他頭髮直豎，人卻安然無恙。下列的物理解釋何者正確？(應選兩項)

- (A)手指接觸高電壓金屬球後，頭髮帶同性電荷，所以頭髮直豎 (B)手指接觸高電壓金屬球後，頭髮與高電壓相斥，所以頭髮直豎 (C)手指接觸高電壓金屬球後，塑膠凳將身體電荷導入地面，故不被電擊 (D)身體雖與高電壓金屬球等電位，但因塑膠凳將身體與地面隔絕，故不會被電擊 (E)人體為電的不良導體，故不會被電擊。

- ___ 13.有關靜電現象的敘述，下列哪些正確？(應選三項)
 (A)摩擦起電可使絕緣體帶電 (B)絲絹摩擦玻璃棒，絲絹會失去電子 (C)絲絹摩擦玻璃棒，玻璃棒會失去電子 (D)絲絹摩擦玻璃棒後，兩者所帶電量大小相等 (E)絲絹摩擦玻璃棒後，絲絹和玻璃棒彼此排斥。
- ___ 14.下列生活中常見的現象，哪一個最足以說明摩擦起電？(應選兩項)
 (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 (E)油罐車內部易產生火花。
- ___ 15.有甲、乙、丙3顆金屬球，已知丙與乙、甲兩球均會相吸，而乙、甲兩球會相斥，則下列敘述哪些正確？(應選兩項)
 (A)甲球可能不帶電 (B)乙球一定帶電 (C)丙球一定帶電 (D)甲球與乙球電性相同 (E)乙球與丙球電性相同。
- ___ 16.下列有關「電」的敘述，何者正確？(應選兩項)
 (A)單獨的電荷可以存在於自然界中 (B)正電荷在電場中必沿電力線運動 (C)電力線的切線方向為電荷運動的方向 (D)電子在電場中受力方向即為電場方向 (E)靜止點電荷間的靜電力與距離平方成反比。

4-2 標準答案：

一、基礎題：

1.C 2.C 3.D 4.D 5.A 6.B 7.B 8.B 9.C 10.C
 11.D 12.C 13.A 14.A 15.C 16.A 17.D 18.C 19.C 20.C
 21.B 22.A 23.C 24.C 25.A 26.D 27.B 28.A 29.C 30.E
 31.C 32.B 33.B 34.D 35.C 36.D 37.C 38.D 39.A 40.E
 41.E 42.C 43.C 44.D 45.E 46.C

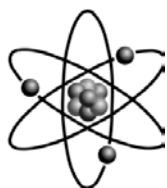
二、進階題：

1.B 2.D 3.D 4.A 5.A 6.C 7.D 8.C 9.D 10.C
 11.C 12.D 13.D 14.A 15.D 16.A 17.A 18.B 19.E 20.A
 21.C 22.A 23.B 24.A 25.B 26.B 27.D

三、多重選擇題：

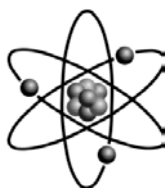
1.AD 2.ACD 3.ABD 4.ACE 5.ADE 6.ACE 7.AE 8.CD 9.ABD 10.CE
 11.BCE 12.AD 13.ACD 14.DE 15.BD 16.AE

4-3 磁力



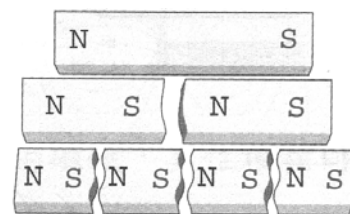
(一)磁鐵和磁極：

- A、磁性：物體能吸引磁鐵的性質，稱為磁性。
- B、磁鐵：具有磁性的物質，皆可稱為磁鐵。
- C、磁性物質與非磁性物質：
 - (1)磁性物質：能被磁鐵吸引的物質，即稱為磁性物質。
《例》鐵、鈷、鎳及其合金等。
 - (2)非磁性物質：不被磁鐵吸引的物質；
《例》銅、鋁、玻璃、橡皮...



(二)磁鐵的構造：

- A、磁鐵的兩極：
 - (1)將磁棒(或磁針)以細線懸吊棒的中央，使其在水平面上自由轉動，當磁棒靜止時，必停在固定方向(南北方)，
 - (2)我們規定：
 - 甲、N 極：磁針指向北方的一極為指北極，簡稱 N 極。
 - 乙、S 極：磁針指向南方的一極為指南極，簡稱 S 極。
 - (3)注意事項：
 - 甲、不論磁鐵如何切割，N 極和 S 極必定不能分割，
 - 乙、任何形狀的磁鐵，N 極和 S 極必定同時成對存在。
 - 丙、磁鐵折斷時，斷口處會產生新磁極，成為兩塊新的磁鐵。
 - 丁、磁鐵的兩端不論 N 極或 S 極，是磁性最強的區域，稱為磁極，在中央部份的磁性最弱，稱為中性區。
 - 戊、沿著 NS 連線切割，不會有新的磁極，垂直 NS 連線切割，會產生新的磁極。

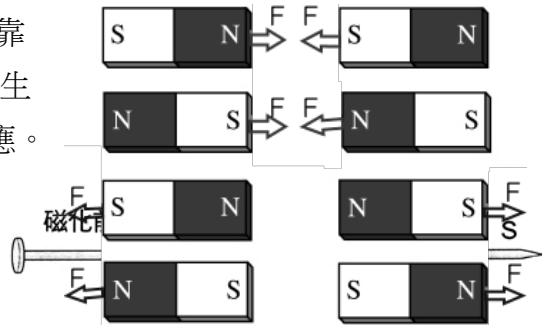


B、磁力

- (1)兩磁極間作用力，稱為磁力；其作用力分為引力及斥力兩類：
- (2)斥力：同名極相斥；N 極和 N 極互相排斥，S 極和 S 極互相排斥。
- (3)引力：異名極相吸；N 極和 S 極互相吸引。

C、磁化(磁感應)：

- (1)將磁性物質靠近或接觸磁鐵，此磁性物質在靠近的一端會產生異名極極，遠離的一端會產生同名極極，這種現象稱為磁化，或稱為磁感應。
- (2)磁性物質被磁化後變成一塊磁鐵，依照磁鐵保存磁性的難易程度，我們將磁鐵分為：



甲、暫時磁鐵：

(a)材質容易磁化，但是也容易消失，當磁化原因消除後，便不再保有磁性，稱為暫時磁鐵，也稱為_____磁鐵。

(b)熟鐵、鐵釘等材質屬於暫時磁鐵。

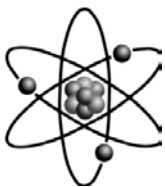
乙、永久磁鐵：

(a)材質不易磁化，但是磁化後，則可保存較長久的時間；因此磁性較不易消失，稱為永久磁鐵，也稱為_____磁鐵。

(b)鋼釘。

D、磁力和靜電力的比較：

項目	磁力	靜電力
來源	N 極、S 極成對存在，無單磁極	正、負電荷可單獨存在
方向	同名極相斥，異名極相吸	同性電相斥，異性電相吸
大小	磁極愈強，磁力愈強 距離愈遠，磁性愈弱	電量愈大，靜電力愈強 距離愈遠，靜電力愈弱
作用力	超距力	超距力
感應	磁鐵透過磁化吸引磁性物質	帶電體經由靜電感應吸引不帶電物體

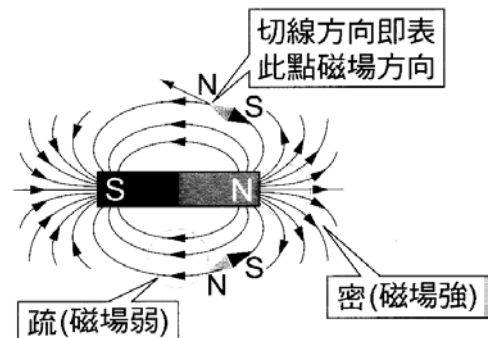


(三)磁場：

A、場的概念：

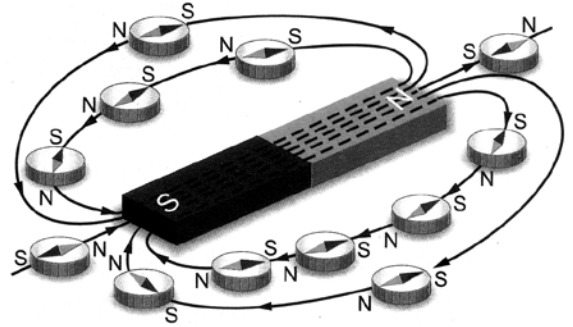
- (1)作用力所能達到的空間，即稱為場。
- (2)重力能達到的範圍，稱為_____場，
靜電力能達到的範圍，稱為_____場。
磁力能達到的範圍，稱為_____場。
- (3)重力、靜電力、磁力不需與物體接觸，即可產生力，稱為超距力。

《註》場是有大小，有方向的物理量。



B、磁場的基本性質

- (1)磁鐵附近磁力作用的範圍，形成磁場。
- (2)磁鐵會在周圍附近的空間建立磁場，並藉由磁場，對其他的磁性物質產生磁感應。
- (3)磁針進入磁場後，受磁力作用，產生磁化的現象。
- (4)不同位置的磁針偏轉的角度不一定相同；表示磁針在不同位置，所受磁力的大小和方向不一定相同。

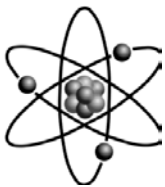


(5)磁場的方向：

科學上規定：磁針 N 極所指的方向，即為磁場的方向，或是磁針 S 極的反方向。

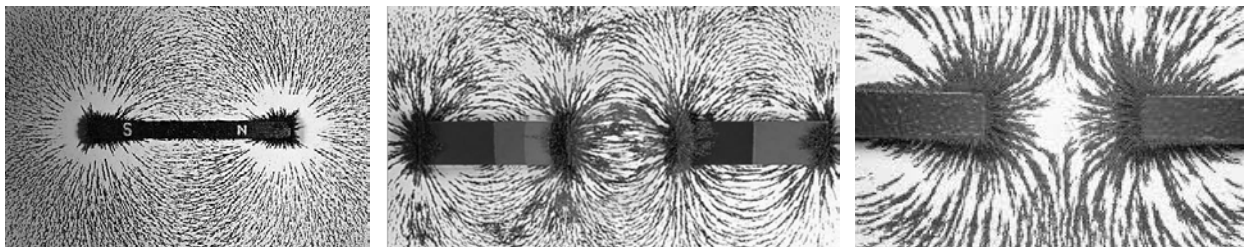
(6)磁場的大小(磁場強度)：

- 甲、磁力愈大的地方，磁場強度愈大。
- 乙、磁鐵的兩極磁場強度最大；中性區的磁場強度最小。
- 丙、磁場只能對磁性物質發生作用，對於非磁性物質則沒有磁力的產生。



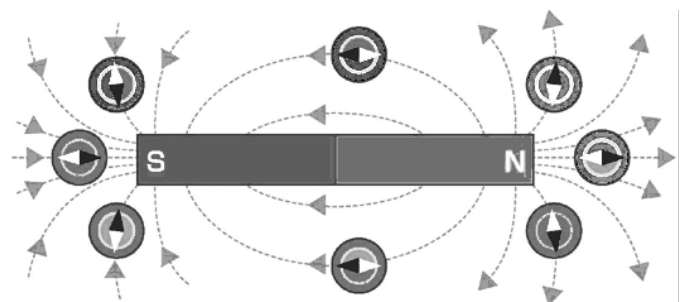
(四)磁力線(_____提出)

- A、磁鐵四周撒上鐵粉，發現鐵粉呈規則排列的曲線，將此曲線描繪出，即為磁力線。
- B、磁力線為假想的曲線，可用來表示小磁針 N 極在磁場中受磁力的方向。
- C、功用：磁力線可以描繪磁場的範圍，及磁場強度的大小及方向。

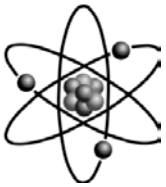


D、性質：

- (1)磁力線是_____的平滑曲線：
 - 磁鐵外部：磁力線由 N 極到 S 極，
 - 磁鐵內部：磁力線由 S 極到 N 極。
- (2)磁力線的切線方向代表磁場方向，也是磁針 N 極在磁場中所受磁力的方向。



- (3) 磁力線若有交點，則磁力線在交點處會同時有兩個不同的方向，因此任意兩條磁力線永不相交，磁力線沒有交點。
- (4) 磁力線密度代表磁場強度；磁場強度愈大，磁力線愈大，磁鐵兩極處磁力線最密，離兩極愈遠，磁力線愈稀疏，表示兩極處磁場最強，離兩極愈遠，磁力線則愈弱。
- (5) 磁力線佈滿整個空間，而非僅在一平面上。



(五) 地球的磁場

A、地理名詞的介紹：

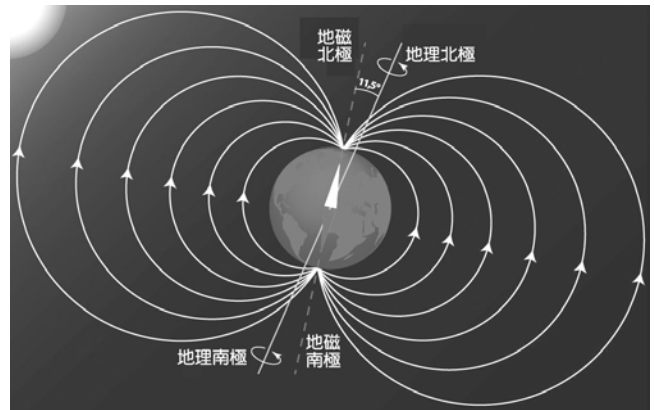
- (1) 地理北極：地球自轉軸和北半球地面的交點。
- (2) 地理南極：地球自轉軸和南半球地面的交點。
- (3) 地磁南極：地球磁軸和南半球地面的交點。
- (4) 地磁北極：地球磁軸和北半球地面的交點。

註：(1) 地理北極和地理南極的連線稱為_____軸；
地磁北極和地磁南極的連線稱為_____軸。

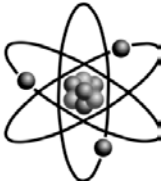
- (2) 地磁北極和地理北極不是
同一點，約相差 1300 公里。

B、地磁理論：

- (1) 磁針吊起靜止後會指向南北方向：
N 極指向北方，是由於北半球的內部地磁 S 極的影響。
S 極指向南方，是由於南半球的內部地磁 N 極的影響。



- (2) 地球磁場的方向是_____。
- (3) 地磁南極的磁場方向為垂直向_____；地磁北極的磁場方向為垂直向_____。
赤道附近的磁場方向為水平南向北。
- (4) 磁鐵的特性：
甲、怕受到敲擊；
乙、怕受到高溫；超過 700°C 時，磁鐵便失去了磁性。
丙、通電於磁鐵，會破壞磁性。
- (5) 地磁理論又稱為地球磁場分佈的模型，可方便解釋地球的磁場分佈的現象，實際上地球內部的溫度超過 3000°C，因此地球內部的大磁鐵並非真的存在。



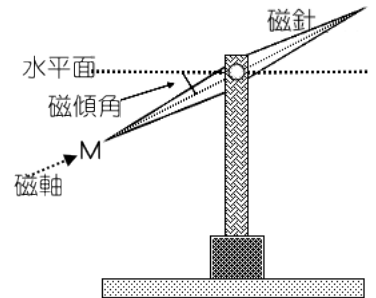
(六)磁傾角：

A、現象：

(1)懸吊的磁針指向南北方，但不一定是保持水平方向。

(2)實驗發現：

懸掛的磁針在北半球處， 極會向下傾斜，
在南半球處， 極會向下傾斜；
在赤道附近處，則磁針接近 。



B、定義：懸吊的磁針和水平面的夾角，稱為磁傾角。

C、角度：

(1)地磁北極處： 極垂直指向地面；磁傾角為 度。

(2)地磁南極處： 極垂直指向天空；磁傾角為 度。

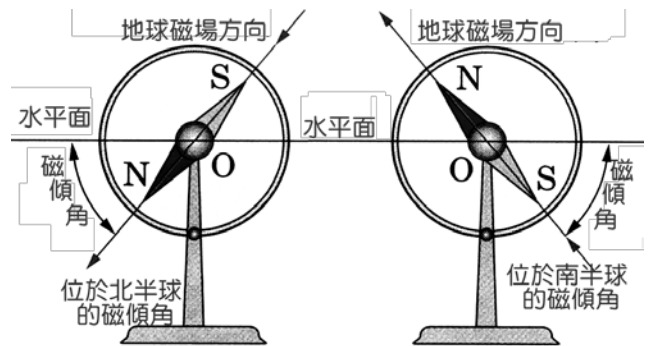
(3)赤道附近處：N極水平指向北方；
磁傾角為 度。

(4)北半球：

N極向下傾，磁傾角為0~90度；愈向北移，磁傾角愈大。

(5)南半球：

S極向下傾，磁傾角為0~90度；愈向南移，磁傾角愈大。



範例

1.【題組】將一磁鐵的N極置於一鐵釘上方附近，如右圖：

(1)鐵釘的上端感應生成 極，下端感應生成 極。

磁針(甲)置於鐵釘的下方附近，磁針的一個磁極指向鐵釘下方，

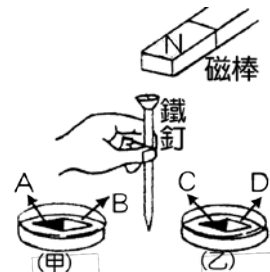
如圖，磁針(甲)的A端為 極，B端為 極。

(2)另取小磁針(乙)置於鐵釘下，如圖，則

C端為 極，D端為 極。

(3)小鐵釘像磁針般保有磁性，此種磁鐵稱為 磁鐵或 磁鐵。

(4)將鐵釘上的磁鐵移開之後，甲、乙兩磁針有何變化？ 。



範例

2.【題組】將右圖中，將(A)、(B)兩個圓形磁鐵沿著虛線切成二片，則斷口處產生何種磁極？

(1)在 (A)圖中，

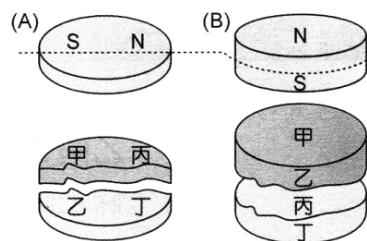
甲為_____極，乙為_____極，

丙為_____極，丁為_____極。

(2)在 (B)圖中，

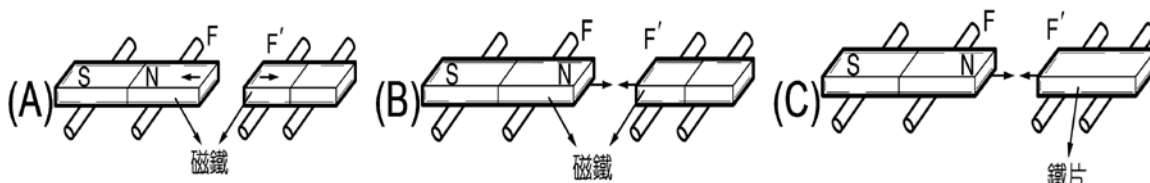
甲為_____極，乙為_____極，

丙為_____極，丁為_____極。



範例

3.【題組】如下圖，數塊磁鐵棒置於圓滾木上；試回答下列問題：



(1)圖(A)中兩磁鐵塊發生排斥現象，則右邊小磁鐵的左端一定是_____極。

(2)圖(B)中兩磁鐵塊互相吸引，則右邊小磁鐵的右端一定是_____極。

(3)圖(C)中右邊是一原為不帶磁性之小鐵片，今受磁鐵之磁化而互相吸引，則小鐵片之左端生成_____極。

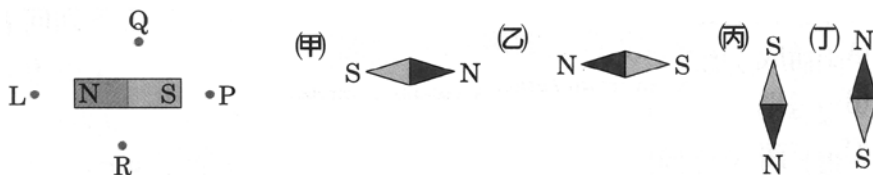
範例

4.【題組】右圖為純純將一磁鐵棒建立的磁場，分為L、P、Q、R四個不同的位置，假設地球磁場不計，試回答下列問題：

(1)磁鐵的N極所受磁力方向為向_____。

(2)L、P、Q、R四點磁針方向為何？(以下圖配對)

L：_____；P：_____；Q：_____；R：_____。

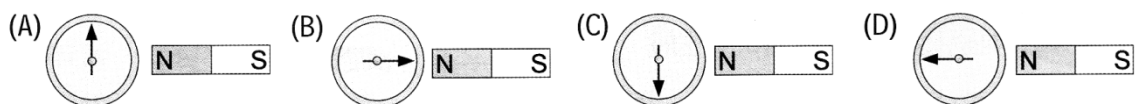




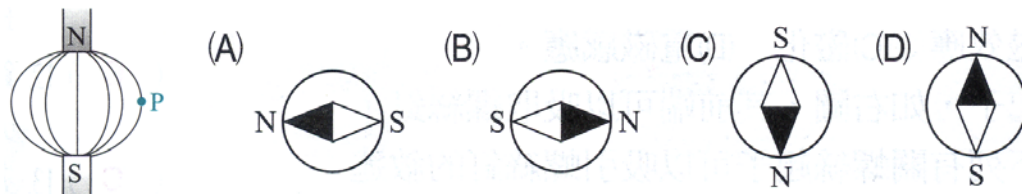
基礎題

- ___ 1. 磁力線之切線方向係
 (A) N 極在磁場中所受磁力之方向 (B) N 極在磁場中運動之方向
 (C) S 極在磁場中運動之方向 (D) S 極在磁場中所受磁力之方向。
- ___ 2. 鐵釘被磁化有關敘述共有幾項正確？
 (甲) 一定要與磁鐵接觸 (乙) 靠近或接觸磁鐵均可
 (丙) 不可接觸磁鐵 (丁) 鐵釘靠近磁鐵的一端產生異名極 (戊) 加熱鐵釘也可磁化之。
 (A) 二項 (B) 三項 (C) 四項 (D) 五項
- ___ 3. 下列有關磁鐵的敘述何者正確？
 (A) 溫度升高，磁鐵的磁性增強 (B) 長磁鐵棒被切為數段，每一小段仍然是磁鐵
 (C) 磁鐵受到敲打，其磁性增強 (D) 將磁棒自其中點折斷，則折斷處將不具磁性
- ___ 4. 磁鐵的性質，下列何者正確？
 (A) 磁力是接觸力 (B) 軟鐵易磁化，可做永久磁鐵 (C) 鋼無法製成磁鐵
 (D) 鐵、鈷、鎳及其合金能被磁鐵吸引。
- ___ 5. 右圖中條形磁鐵吸引迴紋針，圖中何處吸引的迴紋針數最少？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。
-
- ___ 6. 依照磁力的性質，下列何種方法是撿拾散落於桌面的鐵砂的較佳方式？
 (A) 將磁鐵用布包住然後吸引鐵砂 (B) 直接以磁鐵吸引鐵砂
 (C) 不能用磁鐵吸引，因為會排斥鐵砂 (D) 等媽媽來處理
- ___ 7. 有關磁鐵棒保存的方法，下列選項何者最佳？
-
- ___ 8. 右圖中的二磁鐵棒互相接近時，鐵釘所受磁力如何變化？
 (A) 變大 (B) 變小 (C) 不變 (D) 無法判定。
-
- ___ 9. 下列圖中甲、乙、丙三種磁鐵組合，何者吸住的鐵釘最多？
-
- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 以上皆相同。
- ___ 10. 鐵釘放在一根磁鐵附近時能被吸引，下列敘述何者正確？
 (A) 靠近磁鐵 N 極的一端生成 N 極 (B) 靠近磁鐵 N 極的一端生成 S 極
 (C) 遠、近兩端皆生成 N 極 (D) 遠、近兩端皆生成 S 極。

___ 11. 磁鐵的 N 極附近有一磁針，磁針的箭矢尖端代表磁針之 N 極，則下列圖形何者正確？

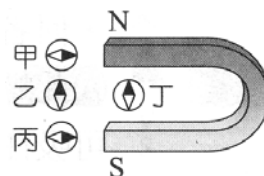


___ 12. 下圖兩磁極間實線表示磁力線，若將一磁針置於 P 點，則磁針指向下列何者正確？

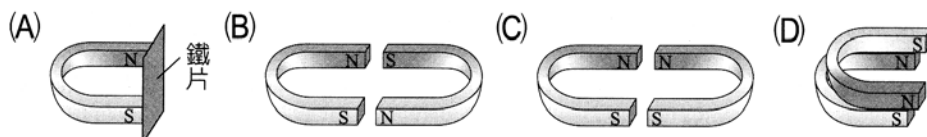


___ 13. 如右圖，將甲、乙、丙、丁四個磁針置於馬蹄型磁鐵的四個位置，磁針黑色部分為 N 極，則哪一個磁針的指向是正確的？

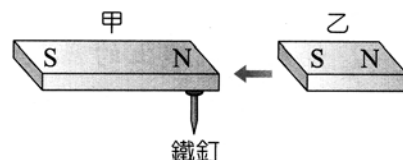
(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。



___ 14. 下列何圖磁鐵的放置不適合永久保持磁性？



___ 15. 兩磁性相當的條形磁鐵，若乙磁鐵依箭頭方向向左接近甲磁鐵，則甲的鐵釘
(A) 仍被吸住，因磁場增強 (B) 可能會掉下，因甲磁棒的磁性會減弱
(C) 鐵釘不會掉下，因乙的移動不影響甲的磁性 (D) 仍被吸住，因兩磁鐵的磁性是固定的，不會因另一磁鐵的靠近而改變。

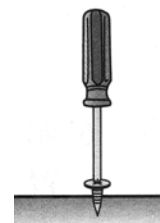


___ 16. 下列何者能單獨存在？

(A) N、S 磁極 (B) 正、負電 (C) 正、負離子 (D) 以上三者均可單獨存在。

___ 17. 五金行所販賣的螺絲起子，如右圖，其前端可以吸取螺絲釘，以方便鎖緊螺絲，則下列有關螺絲起子可以吸引螺絲釘的敘述，何者正確？

(A) 此螺絲起子的前端是靠靜電力來吸取螺絲釘 (B) 此螺絲起子可吸住螺絲釘，所以螺絲起子是屬於暫時磁鐵 (C) 此螺絲起子可吸住螺絲釘，所以螺絲起子是屬於永久磁鐵 (D) 螺絲起子本身不具磁性，所以是靠螺絲釘本身的磁性來吸取。



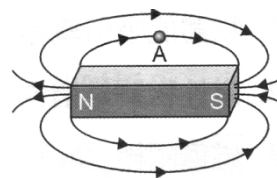
___ 18. 有關磁場的敘述，何者錯誤？

(A) 在磁場中磁性物質會磁化 (B) 愈靠近磁極，磁場愈強 (C) N 極在磁場中受磁力的方向，定義為磁場的方向 (D) 在磁場中同一地點，N 極和 S 極所受磁力的方向相同。

___ 19. 有關磁力線的性質，下列敘述何者正確？

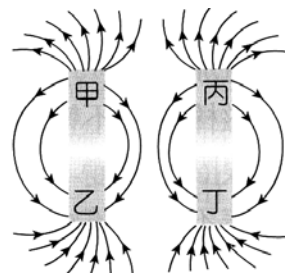
(A) 通電流的長直導線所建立的磁力線形狀不是封閉的曲線 (B) 兩條磁力線有時會相交 (C) 在磁鐵外部，磁力線的方向是從 S 極指向 N 極 (D) 磁力線可表示一小磁針的 N 極在磁場中所受磁力的方向。

20. 右圖為一條形磁鐵的磁力線分布情形，若將一羅盤置於 A 點，則其磁針的 N 極所指之方向為何？
(A)↑ (B)↓ (C)← (D)→。



21. 有關「磁力線」，下列何者正確？
(A)磁力線是表示小磁針的 N 極在磁場中所受的磁力方向 (B)磁力線是由安培在電流的磁效應時所提出的觀念 (C)磁力線是從磁鐵的 N 極到 S 極，所以磁力線是非封閉的平滑曲線 (D)任何兩條磁力線可能會相交。

22. 兩棒狀磁鐵並列時，磁力線如右圖，則以下敘述何者有誤？
(A)甲、丙為 N 極 (B)乙、丁為 S 極 (C)兩磁鐵相互吸引 (D)兩磁鐵磁性強弱相近。

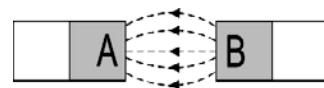


23. 下列各圖中條形磁鐵的磁力線何者正確？

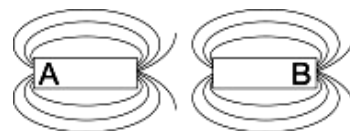


24. 「在一支大試管內裝入約九分滿的鐵粉，並將鐵粉磁化，它可吸住迴紋針；再將試管大力搖晃後，則無法再吸住迴紋針。」有關此實驗的敘述，下列何者錯誤？
(A)鐵粉屬於軟磁鐵 (B)鐵粉容易磁化，也容易消去磁性 (C)搖晃或敲擊試管容易使鐵粉磁性消失 (D)以鐵粉製成的磁鐵四周無磁力線存在。

25. 兩根條形磁鐵排成一直線時所形成的磁力線之分布圖如右圖，則 A、B 的磁極各為何？
(A)A 為 N 極，B 為 S 極 (B)A 為 S 極，B 為 N 極
(C)A、B 均為 N 極 (D)A、B 均為 S 極

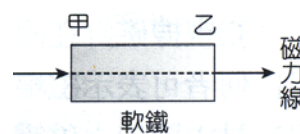


26. 兩根條形磁鐵排成一直線時所形成的磁力線圖如右圖，若 A 為 N 極，則 B 應為何極？
(A)N 極 (B)S 極 (C)N、S 極皆對 (D)無法決定。



27. 關於磁力線的敘述，下列何者錯誤？
(A)磁力線是封閉的平滑曲線，任何兩磁力線絕不相交 (B)磁力線在磁鐵內部的方向是從 S 極指向 N 極 (C)磁力線的疏密程度代表磁場強度的強弱；磁力線愈密，磁場強度愈強 (D)磁力線上任一點的切線方向是電荷在該點所受磁力的方向。

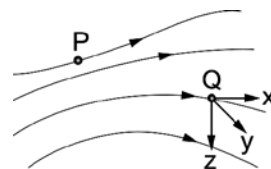
28. 如右圖，有一軟鐵棒被外加磁場磁化後，發現軟鐵棒內部的磁力線方向為甲→乙，則軟鐵棒的哪一端被磁化成 N 極？
(a)甲 (B)乙 (c)甲或乙均有可能 (d)甲、乙均不可能。



29. 有關南北極的敘述，下列那些正確？
(甲)地磁北極在地理北極附近 (乙)地磁南極在地理南極附近
(丙)地磁北極在地理南極附近 (丁)地磁南極在地理北極附近
(A)乙丙 (B)丙丁 (C)甲乙 (D)甲乙丙丁。

30. 如右圖為某磁鐵的磁場圖像，圖中 P、Q 兩點以何點磁場較強？

- (A) P (B) Q (C) P、Q 一樣強 (D) 無法決定。



31. 磁傾角愈大是表磁針愈

- (A) 靠近地理南、北極 (B) 靠近地磁南、北極 (C) 靠近地心 (D) 靠近地球表面。

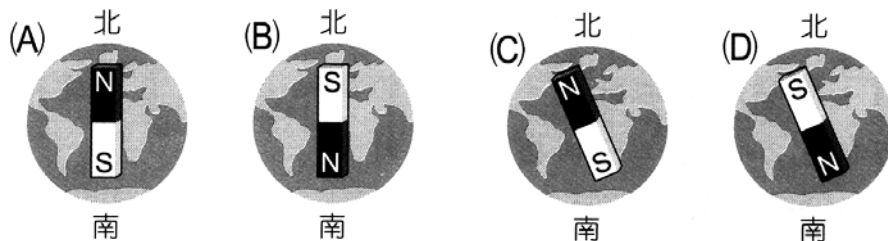
32. 地球內部假設有一棒形磁鐵，則該棒形磁鐵的 N 極最接近下列何處？

- (A) 地理北極 (B) 地理南極 (C) 地磁北極 (D) 地磁南極。

33. 有關地球磁場之敘述，下列何者正確？

- (A) 南半球、北半球地磁方向相反，前者：北→南，後者：南→北 (B) 在赤道附近，磁力線與地平面幾乎平行 (C) 在地球表面各處的地球磁場，強度皆相同 (D) 因為地球磁場極大，故空中飛機易受地球磁場之磁化，而形成有磁性的物體。

34. 下列何圖可大略描述地球內部假想之磁棒？(圖中南、北各為地理南極、北極)



35. 有關磁傾角的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 赤道的磁傾角最小 (B) 地理南極上磁傾角為 90° (C) 在赤道上往北走，磁傾角漸大 (D) 在赤道上往南走，磁傾角漸大。

36. 有關磁傾角的敘述，下列何者不正確？

- (A) 地磁北極時，磁傾角等於 90° (B) 地磁南極時，磁傾角為 90° (C) 地理北極時，磁傾角小於 90° (D) 地球上各地的磁傾角都相同。

37. 磁力線之切線方向，表示

- (A) N 極在磁場中運動的方向 (B) S 極在磁場中運動的方向 (C) N 極在磁場中所受磁力的方向 (D) S 極在磁場中所受磁力的方向。

38. 對一條形磁鐵而言，磁力線的方向是由磁鐵的

- (A) N 極出發，經內部至 S 極，再經外部回至 N 極 (B) N 極出發，經外部至 S 極，再經內部回至 N 極 (C) N 極出發，經外部至 S 極 (D) N 極出發，經內部至 S 極。

39. 在地球上某處能使一在垂直面上自由轉動的磁針靜止時，其 N 極正好垂直向下，則此處為何？

- (A) 地理北極 (B) 地磁北極 (C) 赤道 (D) 地理南極 (E) 地磁南極。

40. 如果把磁鐵的 N 極移近一普通的鐵釘，鐵釘會

- (A) 被吸引，而磁鐵磁性增強 (B) 被吸引，而磁鐵吸住的一端形成異名極 (C) 被吸引，而磁鐵磁性減弱 (D) 被吸引，而磁鐵吸住的一端形成同名極。



進階題

- 1.(99 學測) 宋朝學者 沈括 在他所著的《夢溪筆談》中，記載著一段話：「以磁石磨針鋒，則能指南，然常微偏東，不全南也。」關於這段話所提供的訊息，下列敘述何者錯誤？
 (A)地球磁極具有微小的偏角是因為地磁有緩慢自轉的現象 (B)中國人早就知道應用天然磁石製作成指南針，並藉它來辨別方向 (C)指南針之所以能指向南方，是因為地球表面有方向相當穩定的磁力線 (D)「微偏東，不全南」指出地球磁極相對於地理南北極具有微小的偏角 (E)根據地表的磁場可以想像地球為一個磁極與地理南北極很接近的磁性球體。
- 2.關於磁力線的敘述，下列何者正確？
 (A)在磁鐵內部也有磁力線 (B)磁力線是封閉的平滑曲線，磁力線只分布在水平面上 (C)磁力線上任一點的切線方向是電荷在該點所受磁力的方向 (D)通電流的長直導線所建立的磁力線形狀是弧形的曲線，越接近導線弧形的曲線越密。
- 3.右圖中，磁針受條型磁鐵的磁場作用向逆時鐘方向轉動，則下列何者錯誤？
 (A)E 為磁針的 S 極，F 為 N 極 (B)B 點的磁場方向為 ↖
 (C)A、B 兩點中，B 磁場強度較大 (D)磁針的所在位置的磁場方向向右。
- 
- 4.有關磁力與電力比較何者正確？
 (A)兩者皆需接觸物體才有力的存在 (B)正負電荷可單獨存在，NS 極需成對存在 (C)電力只有吸引力，而磁力有吸引力及排斥力 (D)物體間有磁力存在，同時必有電力存在。
- 5.下列有關磁場與磁力線的敘述，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)離磁極愈遠，磁場愈弱 (D)靠近磁極的磁力線比離磁極較遠的磁力線為密
- 6.有關磁的敘述，下列何者錯誤？
 (A)磁乃電荷運動而產生的，故磁鐵內部必有帶電粒子在運動 (B)將一磁性物拆成不規則兩半，則因磁力作用必可重新接合成原來的樣子 (C)用線將一磁鐵棒水平靜止懸吊在空中時，磁棒所受之合力與合力矩均為零 (D)一塊磁鐵經過猛烈搥擊或高溫燒過之後，其磁性必減弱 (E)磁力線必為一封閉曲線，在磁鐵外部由 N 指向 S。
- 7.有關利用鐵粉顯示周圍磁場實驗的敘述，下列何者正確？
 (A)磁力線只分布在水平面上 (B)磁力線愈密表示磁力愈弱 (C)由鐵粉可以判斷磁力線的方向 (D)實驗中輕敲壓克力板，是為了減少摩擦力，使鐵粉僅受磁力影響。
- 8.關於磁力線的性質，下列敘述何者錯誤？
 (A)磁力線是封閉的平滑曲線，任何兩磁力線絕不相交 (B)磁力線在磁鐵內部的方向是從 S 極指向 N 極 (C)磁力線的疏密程度代表磁場強度的強弱；磁力線若愈密，則表示磁場強度愈強 (D)磁力線表示小磁針的 N 極在磁場中受磁力的方向 (E)空間中各處的磁力線方向，始終為平行線。



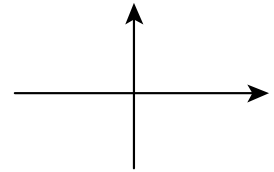
多重選擇題

- ____ 1. 下列有關地磁的敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 地球假想磁鐵的 S 極，在地理北極附近 (B) 磁針在地理北極附近，不會偏轉 (C) 磁棒內部磁力線是從 N 到 S 極 (D) 赤道地區的磁傾角約為 0° (E) 地表各處的磁偏角不盡相同。
- ____ 2. 下列有關地磁的敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 地球假想磁鐵的 S 極，在地理北極附近 (B) 磁針在地理北極附近，不會偏轉 (C) 磁棒內部磁力線是從 N 到 S 極 (D) 地球的磁力線由南半球穿出地面，由北半球穿入地面 (E) 地表各處的磁場強度相同。
- ____ 3. 下列有關磁場的敘述哪些正確？(應選三項)
 (A) 地球假想磁鐵的 S 極，在地理的南極附近 (B) 磁力線是由磁棒 N 極發出經外部回到 S 極 (C) 磁棒內部磁力線也是從 N 到 S 極 (D) 磁力線為一封閉曲線 (E) 磁力線切線方向表示磁場的方向，亦是磁針 N 極所指方向。
- ____ 4. 有關磁力線敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 磁力線的方向即為磁場的方向 (B) 磁力線由磁鐵的 N 極出發經磁鐵外部進入 S 極 (C) 磁力線愈密的地方磁場愈強 (D) 磁力線可能相交 (E) 磁鐵內部無磁場。
- ____ 5. 下列哪一項與磁力是無關的？(應選兩項)
 (A) 螺絲起子能吸引螺絲，方便將螺絲鎖緊，避免掉落 (B) 經常使用的電扇，總是蒙上一層厚厚的灰塵 (C) 電冰箱門上的封條，能自動將門緊閉關上 (D) 動物造型的冰箱貼，能吸住小紙片或是留言的備忘錄 (E) 大型火力發電廠的煙囪，裝設能吸收粉塵的除塵器。
- ____ 6. 關於「電力線」與「磁力線」之敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 電力線和磁力線都是封閉曲線 (B) 電力線不一定是封閉曲線 (C) 電力線的切線方向代表正電荷的運動方向 (D) 在磁鐵內部，磁力線由 S 極指向 N 極 (E) 電力線的方向必與導體表面垂直。
- ____ 7. 有關磁力線的特性，哪些敘述正確？(應選三項)
 (A) 封閉 (B) 平滑 (C) 平行 (D) 不相交 (E) 均勻分布。
- ____ 8. 有關磁力線敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 磁力線的方向即為磁場的方向 (B) 磁力線由磁鐵的 N 極出發經磁鐵外部進入 S 極 (C) 磁力線數目多的地方磁場一定愈強 (D) 磁力線不可能相交 (E) 磁力線是實際存在的，用紅光照射磁鐵可使磁力線現形。
- ____ 9. 空間中某區域的磁力線如右圖，則下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A) a 處磁場最弱 (B) b 處磁場最強 (C) c 處磁場最強 (D) a、b、c 三處磁場大小一樣 (E) 小磁針放在 a 處，其 N 極將指向 ↗。

____ 10. 下列關於「電力線」與「磁力線」之特性，下列敘述何者 錯誤？

- (A) 電力線與磁力線都是封閉曲線 (B) 電力線恆由正電荷指向負電荷，磁力線恆由 N 極指向 S 極 (C) 電力線的切線方向代表正電荷的受力方向 (D) 電力線的切線方向代表正電荷的運動方向 (E) 磁力線的疏密程度，代表磁場在該處的強度大小。

____ 11. (100 學測) 如圖為一根磁棒置於 x 軸上，它的兩個磁極分別位於 y 軸的左右兩邊並且和原點等距，而 $x-y$ 平面則由坐標軸劃分為 I、II、III、IV 四個區域。下列有關這磁棒所產生之磁力線分布與方向的敘述，哪些是正確的？



- (A) 若在 y 軸上直立一無限大的平面鏡，則區域 I 之磁力線所成的像，與區域 II 上的磁力線分布與方向完全相同 (B) 若在 x 軸上直立一無限大的平面鏡，則區域 II 之磁力線所成的像，與區域 III 上的磁力線分布與方向完全相同 (C) 若在 y 軸上直立一無限大的平面鏡，則區域 IV 之磁力線所成的像，與區域 III 上的磁力線分布與方向完全相同 (D) 若在 x 軸上直立一無限大的平面鏡，則區域 I 之磁力線所成的像，與區域 IV 上的磁力線分布與方向完全相同 (E) 若在 x 軸上直立一無限大的平面鏡，則區域 I 之磁力線所成的像，與區域 III 上的磁力線分布與方向完全相同。

4-3 標準答案：

二、基礎題：

- 1.A 2.A 3.B 4.D 5.C 6.A 7.D 8.B 9.B 10.B
 11.D 12.C 13.C 14.C 15.B 16.B 17.C 18.D 19.D 20.C
 21.A 22.C 23.C 24.D 25.B 26.A 27.D 28.B 29.C 30.A
 31.B 32.D 33.B 34.D 35.B 36.D 37.C 38.B 39.B 40.B

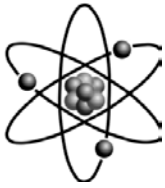
二、進階題：

- 1.A 2.A 3.C 4.B 5.A 6.B 7.D 8.E

三、多重選擇題：

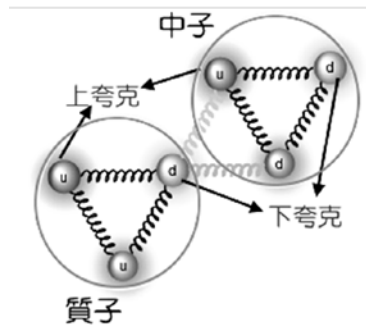
- 1.ADE 2.AD 3.BDE 4.BC 5.BE 6.BDE 7.ABD 8.ABD 9.ACE 10.ABD
 11.BD

4-4 強作用力與弱作用力

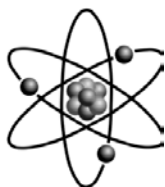


(一) 強作用力：

- A、1917年，拉塞福發現質子；1932年，查兌克發現中子，當時無法解釋原子核內質子間有龐大的靜電排斥力，但原子核仍可穩定存在。
- B、1935年日本人湯川秀樹提出，導致原子核內部能穩定存在的主要因為原子核內部存在著能與電磁力相抗衡的吸引力，稱為強作用力。



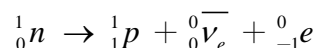
- C、強作用力簡稱強力，為原子核內部質子與質子間、中子與中子間、質子與中子間互相吸引的作用力；甚至構成質子、中子內部的夸克間的作用力，皆為強作用力。
- D、強作用力為自然界中最大的作用力，在原子核內的強度約為電磁力的 100 倍；然而強作用力的範圍極小，僅存在於原子核內，其距離小於_____公尺，因此強作用力屬於短程力。
- E、若距離超過 10^{-15} 公尺，則強力便迅速衰減，因此強作用力在日常生活中不易察覺。
- F、兩相鄰原子間的作用力，只能察覺到_____力，強力則已超出了作用的範圍。



(二) 弱作用力：

- A、氫原子內只含有一個質子，表示質子可以單獨存在，但是自然界中中子則無法單獨存在。
- B、科學家發現原子核內穩定的中子若單獨存在時，則平均約 16 分鐘，中子很容易地轉變為質子，並釋放出電子及反微中子，其反應式為：

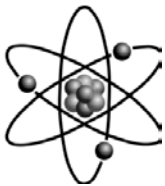
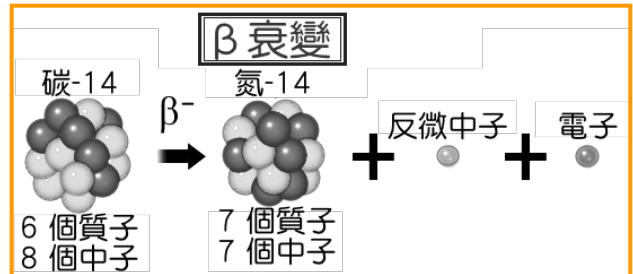
中子 \rightarrow 質子 + 反微中子 + 電子



此過程稱為中子的衰變。

- C、反微中子是質量極小，不帶電的基本粒子，不易與其他物質產生交互作用，因此不易察覺它的存在。

- D、1937年美國物理學家費米認為，中子衰變的過程也是一種作用力，此作用力不同於萬有引力、電磁力與強力，由於此作用力較強力弱，因此稱為弱力。
- E、放射性原子核衰變的過程，放射出電子出來，放射出的電子稱為 β 射線，由於 β 射線具有的能量遠大於原子核外電子的能量，可推測 β 射線的電子不同於原子核外的電子。
- F、 β 衰變屬於弱作用力，弱作用力除了改變運動狀態外，會改變力子的本質。
- G、弱力的作用範圍僅限於核子內部，約為 10^{-18} 公尺因此和強力同屬於短程力。
- H、弱力的強度只有電磁力的 10^{-4} 倍，在自然界的作用力中，只比萬有引力大。
- I、弱力能解釋導致恆星發光發熱的核融合反應，地熱的發生是由於弱作用力導致的結果。



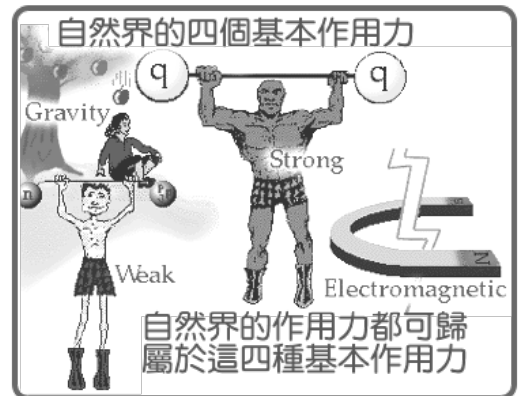
(三)自然界的四種基本作用力

A、種類：

- (1)自然界的四中基本交互作用力，分別為萬有引力、電磁力、強力及弱力。
- (2)物質間由於彼此交互影響所產生的作用力，都可以這四種交互作用力來解釋。

B、性質：

- (1)萬有引力與電磁力的距離無限制，即使在極大的距離仍可發生作用，而其作用力的量值皆與距離平方成反比，因此屬於遠程力。
- (2)強力與弱力的距離有限制，強力僅限於原子核的範圍內，需小於 10^{-15}m 的距離；弱力僅限於核子(矽子或中子)的內部，距離需小於 10^{-18}m ，因此屬於短程力。
- (3)四種作用力的強度以強力最大，而萬有引力最小，其順序依次為：
_____力 > 電磁力 > 弱力 > _____力。
- (4)兩物質只要具有質量，便會產生萬有引力；
兩物質只要帶有電荷，比次便會受到電磁力的作用；
在原子核內部強作用力才存在；
在質子或中子的內部弱力才存在。
- (5)自然界存在的接觸力，其實都是_____力的作用，例如：



甲、推力、拉力、正向力、摩擦力、空氣阻力等，都是_____力造成的結果。

乙、物體置於水中的浮力，是由於水與物體間發生電磁力的作用所造成。

丙、物理變化、化學反應的形成、都是由於_____力作用的結果。

丁、物質間存在的化學鍵結，是由於_____力的作用所造成。

(6) 容器內的氣體壓力是由於氣體分子碰撞器壁，這是_____力的作用所造成；
大氣壓力是由於地球與氣體間的_____所造成。

(7) 宇宙間星球的形成和萬有引力有關，天體軌道的運行是_____力產生的結果；
恆星的發光發熱是由於核熔合反應，這是_____力所產生的結果。

範例

1. 【題組】關於自然界的四種基本作用力，包含：(A)重力 (B)電磁力 (C)強力 (D)弱力；
則下列作用力的產生分別為何種作用力的影響？

- (1) 彈簧的彈力作用：_____。
- (2) 地球表面有大氣層存在：_____。
- (3) 原子核不會崩解：_____。
- (4) 太陽系中的星球運行：_____。
- (5) 原子核衰變放出 β 射線：_____。
- (6) 物體間的摩擦力：_____。
- (7) 拳擊比賽一拳擊倒對手之力：_____。
- (8) 桌面施予物體之正向力：_____。
- (9) 在游泳池游泳的浮力：_____。
- (10) 電子繞原子核運轉之力：_____。

範例

2. (101 參考試題) 已知強作用與弱作用只能在原子核尺度的範圍內作用，而組成氫分子的兩個氫原子核之間的距離大約為氫原子核大小的 10000 倍。下列有關氫分子的敘述，何者正確？

- (A) 兩個氫原子核之間雖然有靜電排斥力，但強作用使它們仍能吸引在一起 (B) 兩個氫原子核之間的重力作用大約為靜電作用的十分之一 (C) 氫分子和氧分子燃燒產生水的反應是靠弱作用完成 (D) 氫原子與氫原子之間的鍵結最主要是靠靜電作用。

範例

3. (103 學測) 太陽內部核熔合的反應速率相當穩定，足以持續提供地球 100 億年的能源需求。根據研究，影響核熔合反應速率的主要作用力，與中子衰變成質子、電子和另一個稱為反微中子的電中性粒子的過程，屬於同一種基本交互作用。由此可知下列何者為影響核熔合速率的主要作用力？
 (A)靜電力 (B)強力 (C)弱力 (D)重力(萬有引力) (E)電力與磁力。

範例

4. (102 學測) 質子和中子能組成穩定的原子核結構，下列哪些選項是主要原因？(應選三項)
 (A)質子和質子間的電磁力 (B)質子和中子間的電磁力 (C)質子和質子間的強作用力
 (D)質子和中子間的強作用力 (E)中子和中子間的強作用力 (F)中子和中子間的弱作用力。

範例

- 5.(模考) 自然界中除了重力、電磁力、強力之外，還存在一種強度較強力與電磁力微弱的交互作用力，我們稱它為弱交互作用或弱力；下列何種現象與弱力有關？
 (A)甲烷燃燒產生二氧化碳與水 (B)中子衰變產生質子、電子與反微中子 (C)夸克與夸克結合產生質子 (D)原子外圍的電子由高能階躍遷至低能階，產生光子 (E)水分子與水分子相互吸引，凝結成小水滴。

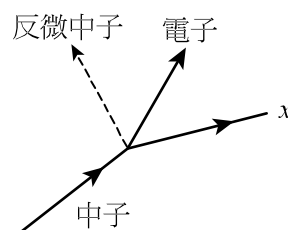
範例

- 6.(模考) 下列有關自然界的基本交互作用力之敘述，何者正確？(應選三項)
 (A)強力是一種吸引力，其作用範圍比電磁力的作用範圍還小 (B)弱力是四種基本交互作用力當中，作用範圍最小的 (C)質子與中子可以形成一穩定的原子核，主要是因為電磁力的作用 (D)兩個帶電質點之間的靜電力與重力，其量值都是與兩質點之間的距離平方成反比 (E)一穩定原子核內的質子與質子間有強力、弱力、電磁力三種同時作用。



基礎題

- _____ 1. 促使太陽表面產生核融合反應而發光發熱的力是？
(A) 萬有引力 (B) 電磁力 (C) 強力 (D) 弱力 (E) 聚合力。
- _____ 2. 右圖為 β 衰變示意圖，其中 x 為何？
(A) 質子 (B) α 粒子 (C) 正子 (D) 夸克 (E) γ 射線。
- _____ 3. 在四種基本作用力中，有幾種會改變物體的本質？
(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4。
- _____ 4. 兒童樂園入口處常見許多販賣充填氦氣的氣球，若考慮同一氣球內的兩個氦原子甲與乙，則甲原子內的中子與乙原子內的中子，兩者間存在那些基本作用力？
(A) 重力 (B) 重力、電磁力 (C) 重力、電磁力、強力
(D) 強力 (E) 重力、電磁力、強力、弱力。
- _____ 5. 下列幾項生活中常見的力，有幾項與電磁力無關？
(甲) 彈簧伸長的作用力、(乙) 提起重物的施力、(丙) 懸掛吊燈的張力、(丁) 汽車急煞的阻力、(戊) 自由落體落下的施力、(己) 電子繞原子核運轉的施力。
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。
- _____ 6. 下列有關強力和弱力比較的敘述，何者正確？
(A) 強力作用範圍較弱力更小 (B) 弱力作用過程發生的時間較強力長很多 (C) 弱力作用現象較強力更容易發生 (D) 強力作用強度較弱力更小 (E) 不論是強力或弱力作用，皆可改變粒子的本質。
- _____ 7. 原子核發生 β 衰變時，其反應式如下：中子 \rightarrow 質子 + 電子 + 反微中子，則電子、質子、中子三者的質量由大到小的順序為
(A) 中子、質子、電子 (B) 質子、中子、電子 (C) 質子、電子、中子 (D) 中子、電子、質子 (E) 電子、中子、質子。
- _____ 8. 有關原子核內的作用力，下列敘述何者正確？
(A) 核子之間距離大於 10^{-15} 公尺時，強力作用非常明顯 (B) 核子之間的強作用力遵守距離平方反比之關係 (C) 當核子之間的距離小於 10^{-15} 公尺時，強作用力幾乎可以忽略 (D) 弱交互作用存在於天然放射性元素的 β 衰變中 (E) 原子核內可以穩定是因為核內有弱力作用。
- _____ 9. 在原子核的領域中，四種基本作用力：(甲) 重力、(乙) 電磁力、(丙) 強力、(丁) 弱力。此四種交互作用力的相對強度大小順序為何？
(A) 乙 $>$ 丙 $>$ 丁 $>$ 甲 (B) 乙 $>$ 丙 $>$ 甲 $>$ 丁 (C) 丙 $>$ 乙 $>$ 甲 $>$ 丁
(D) 丙 $>$ 乙 $>$ 丁 $>$ 甲 (E) 丙 $>$ 丁 $>$ 乙 $>$ 甲。



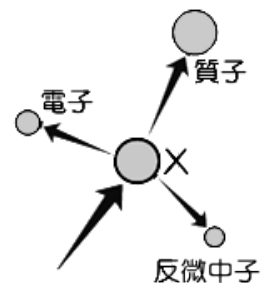
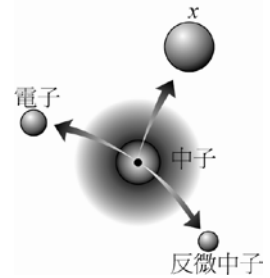
- ____ 10. 已知下列核反應：甲原子核 \rightarrow 乙原子核 $+\beta$ 射線，我們稱之為 β 衰變，則 β 衰變前後的甲原子核與乙原子核具有相同的
(A)原子序 (B)質子數 (C)質量數 (D)電子數 (E)原子量。
- ____ 11. 太陽內部核熔合的反應速率相當穩定，足以持續提供地球 100 億年的能源需求。根據研究，影響核熔合反應速率的主要作用力，與中子衰變成質子、電子和另一個稱為反微中子的電中性粒子的過程，屬於同一種基本交互作用。由此可知下列何者為影響核熔合反應速率的主要作用力？
(A)靜電力 (B)強力 (C)弱力 (D)重力（萬有引力） (E)電力與磁力。
- ____ 12. 四種基本作用力中，作用距離極短的為
(A)強力、電磁力 (B)強力、重力 (C)強力、弱力 (D)重力與電磁力 (E)強力、重力、電磁力。
- ____ 13. 在四種基本作用力中，有幾種會改變物體的本質？
(A)0 (B)1 (C)2 (D)3 (E)4。
- ____ 14. 強交互作用力的假設是下面哪一位科學家的貢獻？
(A)拉塞福 (B)湯川秀樹 (C)費曼 (D)丁肇中 (E)愛因斯坦。
- ____ 15. 自然界物質間的作用力可簡化為四種基本交互作用力，則『用手推車前進的力』應屬於何種基本交互作用？
(A)重力 (B)電磁力 (C)強力 (D)弱力 (E)正向力。
- ____ 16. 單獨存在的中子很不安定，平均經過約 16 分鐘就會衰變成質子，同時還會射出其他粒子，促成中子衰變的作用是哪一種？
(A)強力 (B)電磁力 (C)弱力 (D)重力 (E)衰變力。
- ____ 17. 下列各選項中，何者屬於弱力？
(A)地球上使物體加速往下落的力 (B)物體作等速圓周運動所需的力 (C)使太陽表面產生核融合的力 (D)導線內產生電流時，推動電荷移動的力 (E)空氣阻力。
- ____ 18. 人造衛星繞地球運行的向心力、車子在路上行走所受的摩擦力、小明的體重 80kgw、加速座標系中的假想力、浮力。上述的五個力量中，有幾項屬於萬有引力？
(A)1 (B)2 (C)3 (D)4 (E)5。
- ____ 19. 關於自然界的四種基本作用力，下列敘述何者**錯誤**？
(A)萬有引力與電磁力為長程力，而強力與弱力為短程力 (B)在原子核內，強力可克服質子間的庫侖排斥力，因此能將質子、中子等核子束縛在一起形成穩定原子核 (C)日常生活中所經驗到的各種力量，例如手推物體的力、正向力、彈力，其來源都是電磁力的作用 (D)宇宙中天體運轉之作用力主要為弱力 (E)單獨存在的中子很不安定，易衰變成質子，促成中子衰變的作用是弱力。



進階題

- ____ 1. 有關「重力」和「電磁力」兩者性質的比較，下列敘述何者正確？
 (A) 兩者的作用距離都極小 (B) 兩者強度大小的數量級很接近 (C) 重力強度大小的數量級遠大於電磁力 (D) 兩者皆存在距離平方反比的數學形式 (E) 自然界的所有力之作用都可簡化為兩者的綜合結果。
- ____ 2. 下列力量：(甲)使地球繞太陽公轉之力 (乙)重物置於桌面，桌面施予物體之正向力 (丙)緊急煞車時使汽車停止之摩擦力 (丁)電子繞原子核運轉之力 (戊)原子核中使核子聚集之力。本質上可歸類為基本作用力中電磁力的作用共有幾種？
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。
- ____ 3. 美國物理學家 貝特 在 1938 年首先提出恆星能夠長時間向外釋放大量能量的物理機制，因而在 1967 年獲得諾貝爾物理獎。根據 貝特 的研究，兩個質子與質子間高速碰撞，產生一個氦原子核(由一個質子與一個中子組成)是一個核反應，在此過程中，有正電子與微中子被發射出來。請問過程中有幾項基本作用力與這個核反應有關？
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 與自然界的基本作用力皆無關。
- ____ 4. 自然界中物體與物體間的交互作用力，依其本質可區分為四種基本交互作用力，即：①強力、②電磁作用、③弱力、④重力作用，就下列五種物理現象中，所對應的交互作用力依序為何？
 (1)皮箱在粗糙地面的摩擦力；(2)人造衛星繞地球的軌道作用力；(3)元素的 β 衰變；(4)夸克緊密結合成為質子；(5)筷子夾滷蛋
 (A) ④②③①② (B) ②④③②① (C) ②④①③② (D) ②④③①② (E) ②③④①②。
- ____ 5. 下列力量中，根據自然界的四種基本作用力分類，何者不屬於電磁力的作用？
 (A) 磅秤中彈簧所受的張力 (B) 重物置於桌面上，桌面支撐物體的正向力 (C) 氫原子中，電子繞原子核運轉之作用力 (D) 棒球比賽中，用力揮出全壘打的作用力 (E) 原子核內，質子與質子間的吸引力。
- ____ 6. 關於自然界的四種作用力，下列敘述何者正確？
 (A) 將質子和中子緊密束縛在原子核內的是電磁力 (B) 人與人之間雖有重力存在，但因人的質量太小，幾乎感受不到，故重力是短程力 (C) 哈雷彗星是受到太陽對其的重力，使彗星繞太陽運行 (D) 各種接觸力是弱力 (E) 電子和原子核之間有強力作用，使得電子繞原子核運動。
- ____ 7. 有關『弱力』的性質描述，下列何者錯誤？
 (A) 由於有弱力的存在，原子核才會產生 β 衰變 (B) 中子衰變是屬於弱力作用的結果 (C) 弱作用力強度比萬有引力大許多 (D) 微中子不帶電，和物質間交互作用非常微弱，是 β 衰變中弱力存在的證明 (E) 弱力作用的範圍比強力作用的範圍大許多。

8. 有關於弱作用力性質的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 費米提出弱作用理論 (B) 弱作用使中子衰變成質子 (C) 弱作用的強度比重力小
 (D) 弱作用的強度比強作用力小 (E) β 衰變是弱作用的結果。
9. 核能發電廠利用核衰變過程中產生能源，主要為哪一種基本作用力作用的結果？
 (A) 強力 (B) 弱力 (C) 電磁力 (D) 萬有引力 (E) 大氣壓力。
10. 有關「強力」和「弱力」性質的比較，下列敘述何者正確？
 (A) 弱力能束縛原子核內的粒子，強力能束縛原子和原子 (B) 弱力的作用範圍局限於原子核內，強力可擴及原子外 (C) 強力的作用範圍小於弱力 (D) 弱交互作用過程中可以產生新粒子 (E) 弱力無法使物質的本質發生改變。
11. 如右圖，為中子的衰變示意圖，其中 x 為
 (A) 質子 (B) α 粒子 (C) 正子 (D) 夸克 (E) γ 射線。
12. 在原子核中將夸克結合形成質子和中子，亦是將質子和中子結合形成原子的主要作用力為
 (A) 強力 (B) 電磁力 (C) 重力 (D) 弱力 (E) 庫侖力。
13. 下列哪一項不屬於弱交互作用力的特性？
 (A) 弱交互作用的範圍比強力更短 (B) 弱交互作用過程中可產生新粒子 (C) 弱交互作用現象比強力更不容易發生 (D) 弱交互作用即為作用力很小的電磁力。
14. 原子核發生 β 衰變時，必須以哪一種交互作用來解釋？
 (A) 重力 (B) 電力 (C) 磁力 (D) 強力 (E) 弱力。
15. 強力與電力不同之處在於
 (A) 強力比電力強，但有效作用距離很短 (B) 強力比電力弱，因其不能影響到核外的空間 (C) 強力比電力強，且其作用範圍可達另一個原子核 (D) 強力比電力弱，但其作用範圍較廣 (E) 強力比電力弱，且其作用範圍最多達另一個原子核。
16. 下列有關強力和弱力比較的敘述，何者正確？
 (A) 強力作用範圍較弱力更小 (B) 弱力作用過程發生的時間較強力長很多 (C) 弱力作用現象較強力更容易發生 (D) 強力作用強度較弱力更小 (E) 不論是強力或弱力作用，皆可改變粒子的本質。
17. 「強作用」的作用距離與「弱作用」的作用距離相比較，前者是後者的多少倍？
 (A) 10^{-3} 倍 (B) 10^{-2} 倍 (C) 10^2 倍 (D) 10^3 倍 (E) 10^4 倍。
18. 物理老師在課堂上用右圖說明弱力作用。根據此圖，下列敘述何者正確？
 (A) 圖中的 X 為氫原子 (B) 圖中的 X 為微中子 (C) 電子原本存在於 X 粒子中 (D) 反微中子原本存在於 X 粒子中 (E) X 粒子的質量比質子大。



- ____ 19. 下列有關強力的敘述何者正確？
 (A) 強力又稱電力 (B) 強力是一種斥力 (C) 強力是原子核吸引電子的力 (D) 強力是原子核維持穩定所需的力 (E) 強力是原子間的作用力。
- ____ 20. 關於強力與弱力，下列敘述何者正確？
 (A) 強力與弱力皆為超距力，作用距離沒有限制 (B) 原子核內將質子與中子束縛在一起的是弱力 (C) 輕微而緩慢的物理變化，例如水蒸氣凝結為弱力作用 (D) 激烈而快速的化學變化，例如瓦斯燃燒為強力作用 (E) 強力與弱力不僅作用強度不同，作用距離也不同。



多重選擇題

- ____ 1. 有關「強力」的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 兩物體緊密結合（例如牆壁中的鐵釘）時，其作用力即為強力 (B) 強力的作用範圍很大 (C) 又稱「強交互作用」 (D) 原子核內質子之間的束縛須依靠強力 (E) 為湯川秀樹首先提出。
- ____ 2. 有關四種基本交互作用的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 當距離很遠時，重力和電磁力變得很小，此時的力稱為弱力 (B) 強力發生在原子核內 (C) 目前所知物質間的力，皆可簡化為這四種基本交互作用的綜合結果 (D) 四種交互作用中強度最大者為強力 (E) 四種交互作用中強度最小者為弱力。
- ____ 3. 下列敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 弱力的作用範圍約為 10^{-18} 公尺 (B) 中子在 β 衰變後變成質子、夸克、反微中子 (C) 原子核內一個中子 β 衰變後，原子核的質量數不變、質子數加 1 (D) β 衰變會放射出高速氦原子核 (E) 太陽表面發生核融合反應，反應過程受到強力的作用。
- ____ 4. 有關萬有引力的敘述，哪些是正確的？(應選三項)
 (A) 為自然界中四個基本作用力之一 (B) 與物體間距離成反比 (C) 與電磁力一樣，有引力也有斥力 (D) 人造衛星繞地球運轉要靠萬有引力來提供向心力 (E) 為自然界基本作用力中相對強度最弱的。
- ____ 5. 有關於「弱力」的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A) 原子核發生 β 衰變時，必須以弱力作用來解釋 (B) 弱力作用的範圍小於原子核的直徑 (C) 弱力發生的機率比強力高 (D) 弱力可以解釋原子核內中子相互束縛的現象 (E) 弱力發生時，會改變物質的本質。
- ____ 6. ${}^4_2\text{He}$ 原子核包含兩個質子和兩個中子，下列敘述何者正確？(應選兩項)
 (A) 質子和質子間的距離短，庫侖靜電力大，此力足以將兩質子束縛 (B) 質子和中子間的距離短，庫侖靜電力大，此力足以將兩粒子束縛 (C) 質子和質子間的距離短，萬有引力大，此力足以將兩粒子束縛在原子核內 (D) 質子和質子間具有強作用力，可束縛兩者 (E) 質子和中子間具有強作用力，可束縛兩者。

- ___7.有關於強作用力的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A)強力的作用範圍為整個原子 (B)強作用的強度比電磁力大 (C)將強力的作用距離增加，及減弱成為弱力 (D)使原子核維持穩定的主要作用力 (E)夸克間有強作用力的存在。
- ___8.有關強作用的敘述，下列何者正確？(應選三項)
 (A)作用範圍為整個原子 (B)強作用的強度比重力大 (c)強作用的強度比電磁力小 (D)核子間有強作用 (E)夸克間有強作用力。
- ___9.下列敘述中，請選出錯誤的敘述？(應選兩項)
 (A)中子會衰變是因為強力的作用 (B)摩擦力在微觀的角度上是屬於電磁力 (C)原子核中質子數目愈多，則核愈穩定，中子數目很少也沒關係 (D)原子核中的質子間有強大的庫侖斥力，因為強力的作用才使得它們可以緊緊的結合在一起 (E)重力屬於超距力的一種。

4-4 標準答案：

三、基礎題：

1.D 2.A 3.B 4.A 5.A 6.B 7.A 8.D 9.D 10.C
 11.C 12.C 13.B 14.B 15.B 16.C 17.C 18.B 19.D

二、進階題：

1.D 2.C 3.B 4.D 5.E 6.C 7.E 8.C 9.A 10.D
 11.A 12.A 13.D 14.E 15.A 16.B 17.D 18.E 19.D 20.E

三、多重選擇題：

1.CDE 2.BCD 3.AC 4.ADE 5.ABE 6.DE 7.BDE 8.BDE 9.AC