

□概要及複習要訣

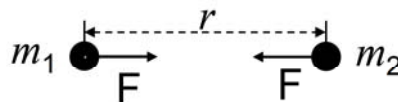
重要性(出題率)：★★☆☆☆

1. 高一基礎物理第四章-四大基礎作用力：四大作用力是形成宇宙的根源。

2. 複習

- 課本快速瀏覽一遍，再將課本相關範圍的習題親自寫過一遍
- 萬有引力與庫倫靜電力需記得兩者的差異與相同處。
- 強作用力與弱作用力並無公式可言(在高中階段)→只能考「定性」的描述。
- 需要補充課外科學知識-建議閱讀科學人雜誌、或國科會

□重點觀念及公式整理

1. 萬有引力： $F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ $G = 6.67 \times 10^{-11} [N \cdot m^2 / kg^2]$ r ：兩物體質心之間的距離

2. 萬有引力的應用：

- 證實克卜勒行星運動定律，給予理論的基礎
- 解釋天文學的星體/星系公轉、自轉及雙星運動，解釋潮汐現象：海水主要受月球的萬有引力，而有漲落潮之現象。
- 重力具有疊加性-地球不只受太陽吸引，同時其他行星吸引→宇宙是一個複雜組合。
- 人造衛星進入軌道作勻速圓周運動時，由於萬有引力完全提供向心力，人造衛星裡面的物體都處於完全失重狀態。
- 地球地表附近的重力加速度可視為定值 $g=9.8 \text{ m/s}^2$

□電磁作用力

1. 1785 年庫倫仿照卡文迪西扭秤實驗之方法確定電荷間的力與距離的關係，稱為庫倫定律

- 庫倫力 $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ k 稱為庫倫常數，在真空中的值約為 $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ (SI 單位

制及真空中)， q_1 、 q_2 單位為庫倫(C)

- 異性電，為 吸引力。同性電，為 排斥力

2. 生活中的特殊現象-靜電感應：帶電體接近導體時，使導體內部的正負電荷，暫時分離。

- 近端感應生 異性 電荷，遠端感應生 同性 電荷。
- 產生的電荷，不論同性或是異性，均稱為 感應電荷
- 正、負電荷同時 產生，且電量 相等。
- 帶電體移去後，導體上電荷立即恢復原狀。(此段複習國中教材)

3. 磁的庫倫定律：在 1785 年，庫倫也同時證實兩極之間的靜磁作用力亦有與距離平方成反比的關係

- 磁極分 N 極(指向北方的磁鐵)/S 極(指向南方的磁鐵)：
- 同性 相斥、異性 相吸，不會單獨存在→無 磁單級
- 磁化：磁鐵可以使一些鐵質的材料具有磁性，此種過程稱為磁化。如 鐵、鈷、鎳 等金屬及其合金，可被磁化。

4. 電磁作用力的應用：微觀下，分子鍵結/摩擦力的成因或原子內電子與原子核的作用力都可以視為電磁作用力導致的結果。

□強相互作用力 (又稱核力)

1.將原子核中的質子與中子，束縛在極小空間內的作用力，也是將夸克結合形成質子或中子的主要作用力。

2.性質：

- 短程作用力，作用範圍小於原子核直徑，**超過作用範圍核力迅速縮小**
- 在作用範圍內時候，強作用力比電磁作用力大，可維持原子核穩定
- 相鄰核子的核力大小均相同 (參閱102年學測考)

□弱作用力

1. β 衰變(Beta decay)：放射性元素原子核放出 β 射線，稱為進行 β 衰變。

- 第一模式：稱 β^- 衰變：中子轉變成質子，生成一個電子和一個反微中子
- 第二模式：稱 β^+ 衰變：質子轉變成中子，生成一個正子和一個微中子
- 費米提出 β 衰變的理論：自然界中尚有另一種交互作用力(弱作用力)，主導 β 衰變

2.弱作用力：涉及微中子的放射性衰變反應或都是弱交互作用過程

- 短程作用力：侷限在中子或質子之內
- 弱作用力小於電磁作用力
- 是基本粒子演化成不同原子的重要過程

補充說明：正子、微中子、反微中子不屬於課綱範圍，因此各版本課本僅有名詞介紹，而無實質內容。

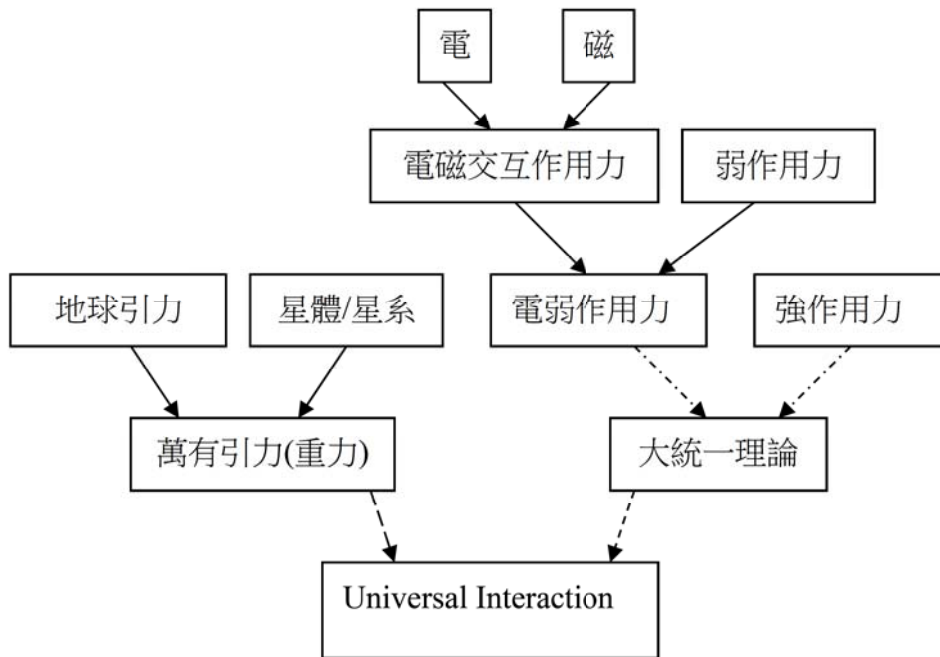
□自然界中存在的四種物質間的基本交互作用

1. 四種基本交互作用力的比較表

交互作用	相對強度	作用力範圍
核力(或強作用力)	1	原子核內
電磁作用力	10^{-2}	∞
弱作用力	10^{-5}	核子內(質子或中子內)
萬有引力	10^{-39}	∞

2. 物理學家們一直努力嘗試把所有的交互作用統一成一種交互作用(補充課外知識)

- 1960年代及1970年代之間，弱作用力與電磁作用力被統合為電弱作用力
- 以下是科學家的希望整合的路徑，但目前僅確認「電弱作用力」是存在、大統一理論還無法確定



補充資料，供參考



學測 範例

例題1：萬有引力的基本概念

若當人造衛星、地球地心的距離為 r 時，二者的萬有引力為 F 。若使二者移近至相距 $\frac{r}{2}$ 時，其萬有引力為_____。

解題概念：需熟記萬有引力定律

解：

答： $4F$

例題2：庫侖靜電力的基本概念

兩個點電荷間的斥力原為 F 。若其中一個點電荷的電量，增加為原來的兩倍，且兩個點電荷間的距離，也增加為原來的兩倍，則其斥力為何？(A) $4F$ (B) $2F$ (C) F (D) $F/2$ (E) $F/4$

【90 學測】

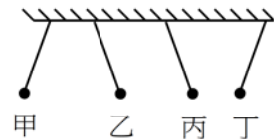
解題概念：需熟記庫侖定律



課後 練習題

- 一個密度均勻的星球，分裂為 8 個密度不變，質量相等的星球。則每個星球表面的重力加速度變為原來的多少倍？(A)1/8 (B)1/2 (C)2 (D)8「86 年學測」
- 我國在 2004 年 5 月發射的福(華)衛二號人造衛星，屬低軌道衛星，每日繞地球運行十多圈，兩次經過台灣海峽上空。下列有關該衛星在軌道運行的敘述，何者錯誤？(A)該衛星繞地球轉速比地球自轉快 (B)該衛星利用太陽能繞地球運行，與地心引力無關 (C)由於低軌道運行，該衛星可能受有空氣阻力的作用 (D)運行多年後，該衛星的軌道有可能愈來愈接近地面【94 學測】
- 保利龍球很容易因摩擦起電而帶靜電。右圖所示為四個以絕緣細線懸吊的保利龍球，其相互間因靜電作用而呈現的排列情形。如果甲球帶正電，則丙球及丁球所帶的電性符合下列哪一選項？【93 學測】

選項	(A)	(B)	(C)	(D)
丙球	正電	正電	負電	負電
丁球	正電	負電	正電	負電



- 如圖 14 所示，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 $x = 9a$ 。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？

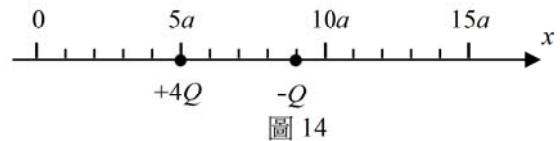


圖 14

- (A) $3a$ (B) $7a$ (C) $11a$ (D) $13a$ (E) $15a$ 【95 學測】
- 假設電子繞著原子核作圓周運動，如右圖所示。則下列有關此原子模型的敘述哪一項正確？(A)圖中電子運動產生的電流為順時針方向 (B)原子核與電子帶同性電荷，提供電子運動所需之力 (C)圖中電子運動產生磁場的 N 極方向為射出紙面 (D)原子核與電子之間的作用力，類似於彈簧，相距愈遠，作用力愈強。【97 學測】



題組

富蘭克林為研究雷電現象，設計了如圖 3 所示的裝置。他將避雷針線路與接地線分開，並在分開處裝上帽形的金屬鐘 A 與 B，兩鐘之間另以絲線懸吊一個金屬小球 C，A 鐘下方另以導線連接兩個很輕的金屬小球，形成驗電器 D。當避雷針上空附近的雲不帶電時，三個小球均靜止下垂。依據以上所述，並假設驗電器周圍的空氣不導電，試回答 8-9 題。【98 學測】

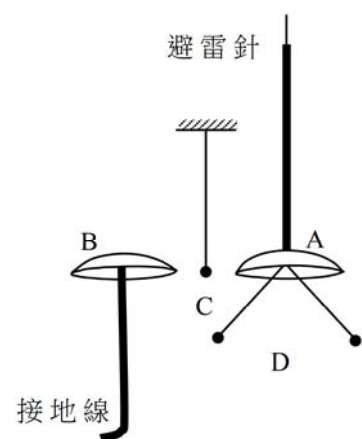


圖 3

- 當低空帶電的雲接近避雷針頂端時，下列有關小球 C 的敘述，何者正確？(A)小球會保持靜止下垂，不會擺動 (B)小球會在 A 與 B 間擺動，來回撞擊 A 與 B (C)小球

會先擺向 A，撞到 A 後被 A 吸住，不再分離 (D) 小球會先擺向 B，撞到 B 後被 B 吸住，不再分離

7. 驗電器 D 的兩個小球原本靜止下垂，互相接觸。當避雷針因為帶有負電的雲接近，而出現尖端放電時，下列有關驗電器上兩個小球的敘述，何者正確？ (A) 兩個小球會帶負電而分離，並保持張開，不相接觸 (B) 兩個小球會帶正電而分離，並保持張開，不相接觸 (C) 兩個小球會帶負電而分離，在張開後會再次下垂，並互相接觸 (D) 兩個小球會帶正電而分離，在張開後會再次下垂，並互相接觸
8. 經過科學探索可知夸克是目前最小粒子，並具備帶電特性且無法單獨存在-需三個或兩個夸克，可組合一個粒子，比方說三種不同型態的夸克可組成質子。請推測組成質子的三個夸克之間的作用力為何？
(A) 萬有引力 (B) 電磁作用力 (C) 強作用力 (D) 弱作用力
9. 強作用力與電磁力之不同在於： (A) 強作用力比電磁力強，但有效作用距離很短，僅限於原子核內 (B) 強作用力比電磁力強，作用範圍無限大 (C) 強作用力比電磁力弱，作用範圍無限大 (D) 強作用力比電磁力弱，作用範圍僅於原子核內
10. 關自然界的的基本力，下列敘述何者正確？ (A) 僅三種，分別是萬有引力、強作用力、弱作用力。 (B) 強作用力與弱作用力均屬於長程力(作用範圍無限大)。 (C) 目前已知共四種基本作用力，已經被整合成大統一論。 (D) 質子與中子可以聚於原子核中，主要是因為彼此間具有強作用力
11. 下述有關弱作用力何者正確？ (A) 弱作用力和原子核的 α -衰變有關； (B) 弱作用力和原子核的 β -衰變有關； (C) 弱作用力和原子核的 γ -衰變有關； (D) 中子的衰變是屬於弱作用力的一種交互作用。

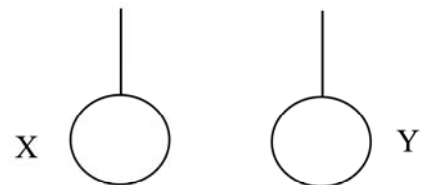
多選題

12. 如右圖 所示，X 和 Y 為兩金屬球，X 球不帶電，Y 球上帶有正電荷，懸掛之細線為絕緣體。今以下列兩種方式分別進行靜電實驗【90 學測】：

甲、兩金屬球靠近碰觸，再分開後，X 球上電荷的性質為何？(A-C 選一項)

乙、兩金屬球靠近，但不碰觸，再分開後，X 球上電荷的性質為何？(D-F 選一項)

(A) 正電荷 (B) 負電荷 (C) 不帶電 (D) 正電荷 (E) 負電荷 (F) 不帶電



13. 月球表面上的重力加速度為地球表面上重力加速度的 $1/6$ 。下列有關在地球和月球表面上各種物理現象的敘述，哪些正確？ (A) 繩長相同的單擺在月球上做小幅度擺動時，其週期為地球上的 6 倍 (B) 一物體用相同的彈簧垂直懸掛，該物體在月球上作簡諧振動的週期與地球表面相同。 (C) 同一個物體完全沒入水中所受的浮力相同 (D) 太空人在月球表面上用與地球表面相同速度鉛直跳躍，在月球上跳躍的高度比地球低 (E) 鈾 235 原子分裂後的產生的能量相同
14. 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【96 學測】

15. 質子和中子能組成穩定的原子核結構，下列哪些選項是其主要原因？(應選 3 項)【102 學測】

- (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



1.B 2.B 3.D 4.D 5.C 6.B 7.A 8.C 9.A 10.D 11.B 12.AF 13.BE
 14.AD 15.CDE