

4-1 電荷與靜電現象

科學 tell me why

媽媽吩咐阿翰幫忙收拾餐桌，將沒吃完的青菜用保鮮膜蓋住後，放入冰箱保存，阿翰發現剛撕下的保鮮膜會像被吸引一般向手靠近，相相為什麼會這樣呢？

解答

撕保鮮膜時，保鮮膜會摩擦，使表面產生靜電，靜電會使保鮮膜吸引皮膚，黏在皮膚上。



4-1 電荷與靜電現象

- 撕開免洗筷的包裝時，包裝常吸附在手上。



貓毛摩擦後
吸引氣球

影片

【生活裡的科學】靜電



4-1 電荷與靜電現象

- 梳子梳長頭髮時，頭髮常隨梳子飄浮起來。
- 這些現象都是因為物體相互摩擦後所造成的。

▼ 圖4-1 頭髮的尾端會被梳子吸引



靜電現象與成因

❖ 靜電：

(1) 意義：物體因互相 摩擦，使受摩擦表面累積不易流動的電荷

(2) 靜電現象：

① 冬天脫毛衣

② 乾燥的天氣，下車摸手把時

③ 撕開免洗竹筷的膠套時

④ 撕開保鮮膜時

⑤ 摩擦墊板可吸紙或頭髮

⑥ 電視螢幕常有許多灰塵

⑦ 雷電現象

⑧ 頭髮太乾燥，梳頭髮易打結

(3) 靜電產生條件：

① 摩擦：常發生於絕緣體 ⇨ 導體摩擦，電荷易流失

② 乾燥環境：冬天比夏天乾燥，容易發生靜電



1 摩擦起電

▶ 電與磁的發現：御前科學對決(07:41)

- 長頭髮摩擦後的氣球與頭髮**相互吸引**。
- 以毛料分別摩擦兩氣球後，兩氣球**互相排斥**。

▼ 圖4-2 摩擦過的氣球可以吸起頭髮



▲ 圖4-3 摩擦過的氣球會互相排斥

1 摩擦起電

- 早在西元前六百年，希臘人就發現與**毛皮**摩擦後的**琥珀**可吸引極輕的物體。
- 近代研究發現物體經過摩擦後，**表面**的電子會**脫離****原子**束縛，**轉移**到另一物體上，使物體不再維持電中性，這種狀態稱為帶電。

物體內正電的質子數目與帶負電的電子數目相等時，稱該物體**不帶電**或**電中性**。

1 摩擦起電

動畫

摩擦起電

91

- 摩擦起電：物體互相摩擦而帶電。

摩擦起電



+ 正電荷 - 負電荷

▲ 圖4-4 毛布料與氣球摩擦後，電子會轉移到氣球上



1 摩擦起電

▶ 兩種電性：相吸相斥誰知道？(07:07)

➤ 摩擦後的物體有 吸引 和 排斥 情形，推論電荷有 正電荷 與 負電荷 兩種。

摩擦起電



▲ 圖4-4 毛布料與氣球摩擦後，電子會轉移到氣球上



正電荷與負電荷

- 美國科學家富蘭克林根據毛皮與琥珀棒（目前皆以塑膠棒代替琥珀棒）相互摩擦後，各帶異性電荷的情形：
- 將毛皮所帶的電荷命名為正電荷。
- 琥珀棒所帶的電荷命名為負電荷。

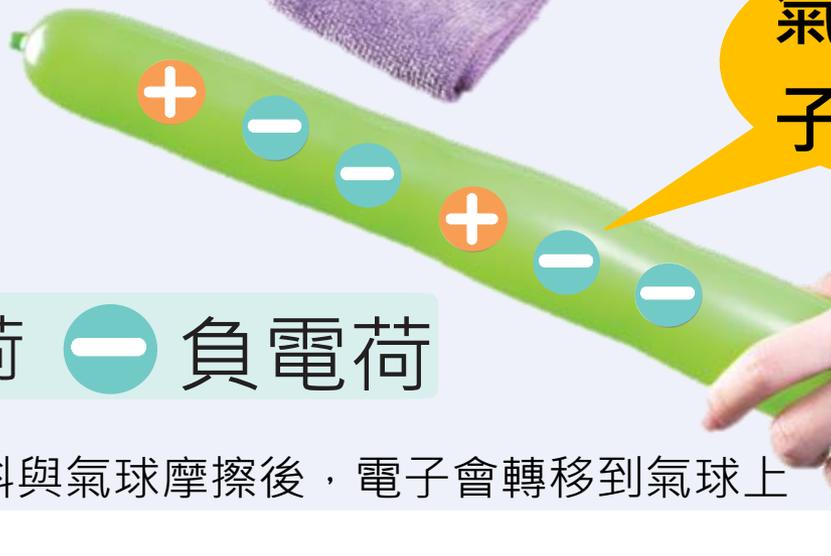
1 摩擦起電

- 失去 電子的物體因正電荷多於負電荷而帶正電，獲得 電子的物體帶負電。

毛布料失去電子，帶正電



氣球獲得電子，帶負電



+ 正電荷 - 負電荷

▲ 圖4-4 毛布料與氣球摩擦後，電子會轉移到氣球上



1 摩擦起電

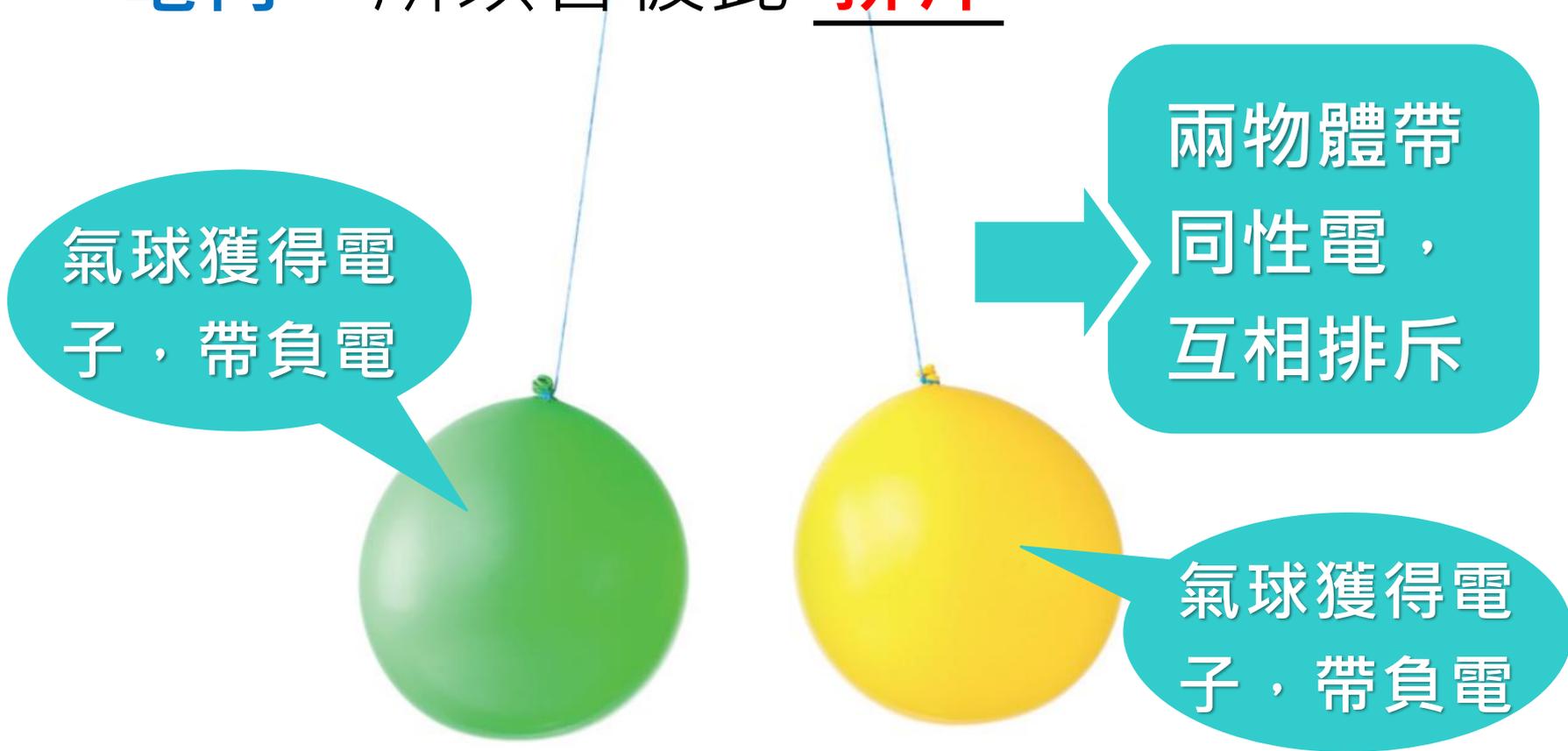
- 氣球與頭髮互相摩擦後，兩者帶**異性電荷**，因此會互相**吸引**。



▲ 圖4-2 摩擦過的氣球可以吸起頭髮

1 摩擦起電

- 毛布料摩擦後的兩氣球，兩者帶有**同性電荷**，所以會彼此 **排斥**。



▲ 圖4-3 摩擦過的氣球會互相排斥

1 摩擦起電

▶ 靜電的科學(03:38)

- 摩擦後的物體可以**持續帶電**，且電荷幾乎**靜止**於**物體表面**，稱為**靜電**。
- 因靜電所引起的現象稱為**靜電現象**。



▲ 圖4-3 摩擦過的氣球會互相排斥

摩擦起電原理

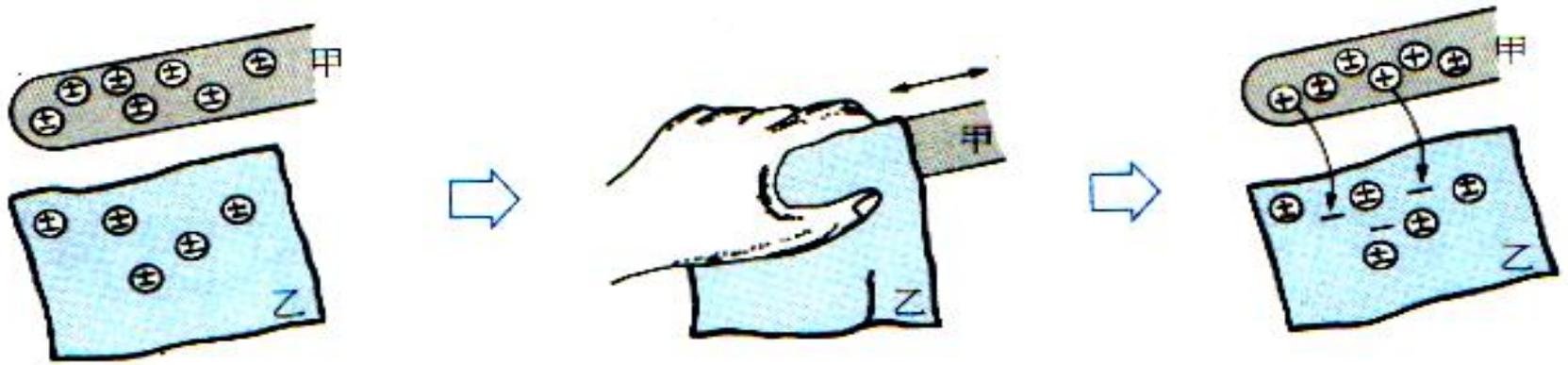
❖ 摩擦起電原理：

1.發生：二不同物體因摩擦，在摩擦位置產生靜電。

⇒ 未經摩擦的位置不產生靜電。

2.原理：在摩擦中，發生電子的轉移，而使物體發生局部帶電的現象。

⇒ 多發生於絕緣體。（金屬摩擦電荷易流失）

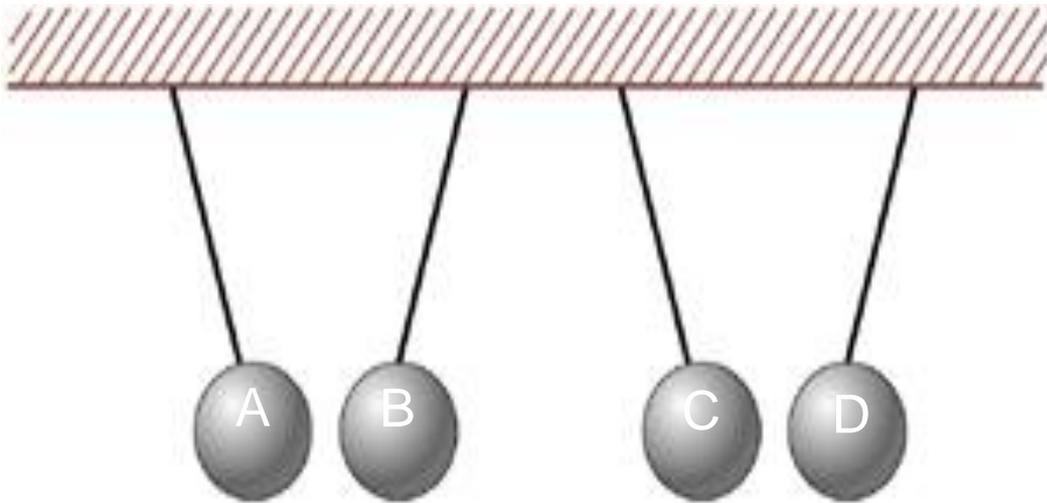


⇒ 甲物體失去電子，帶正電；乙物體得到電子，帶負電

⇒ 相互摩擦的兩物體所帶的電，電性相反，電量相等。

範例

有A、B、C、D四個帶電小導體球，若將它們分別以絕緣線懸掛，則A、B互相吸引，B、C互相排斥，C、D互相吸引如圖。如果被毛皮摩擦後的塑膠棒排斥A，則A、B、C、D帶電情形為何？



A	⊖
B	⊕
C	⊕
D	⊖

導體球相吸、相斥的現象

- 物質內帶**正電**的**原子核(質子)**，**無法任意移動**，基本上處於**靜止**。
- **導體**：在**原子外圍**具有不受原子約束的**自由電子**，可以在**原子間**任意移動傳遞**負電荷**，此類物質容易**導電**。

2 導體與絕緣體

➤ 如：金、銀、銅、石墨。

電線常以銅線為內部導體



2 導體與絕緣體

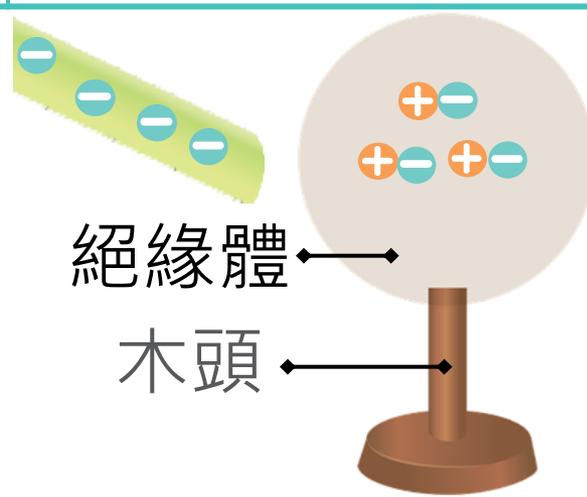
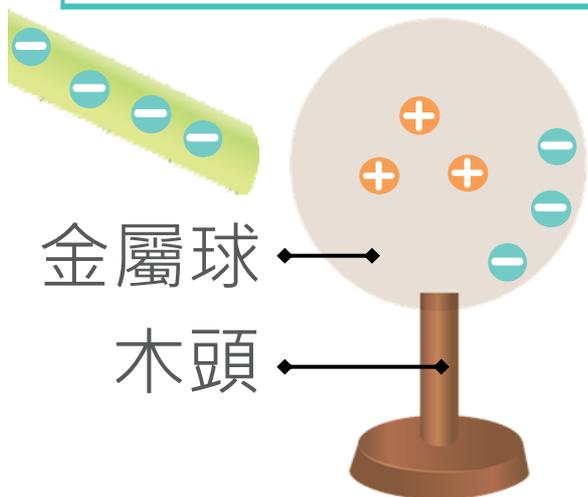
- 絕緣體：物質可經由**摩擦**而**帶電**，但內部**沒有**可以在原子間移動的**自由電子**，此類物質**不易導電**。
➤ 如：**玻璃**、**塑膠**、**木頭**。



補充資料

導體與絕緣體

導體	絕緣體
具不受原子約束的自由電子	沒有自由電子
易導電	不易導電
不可經摩擦帶靜電	可經摩擦帶靜電

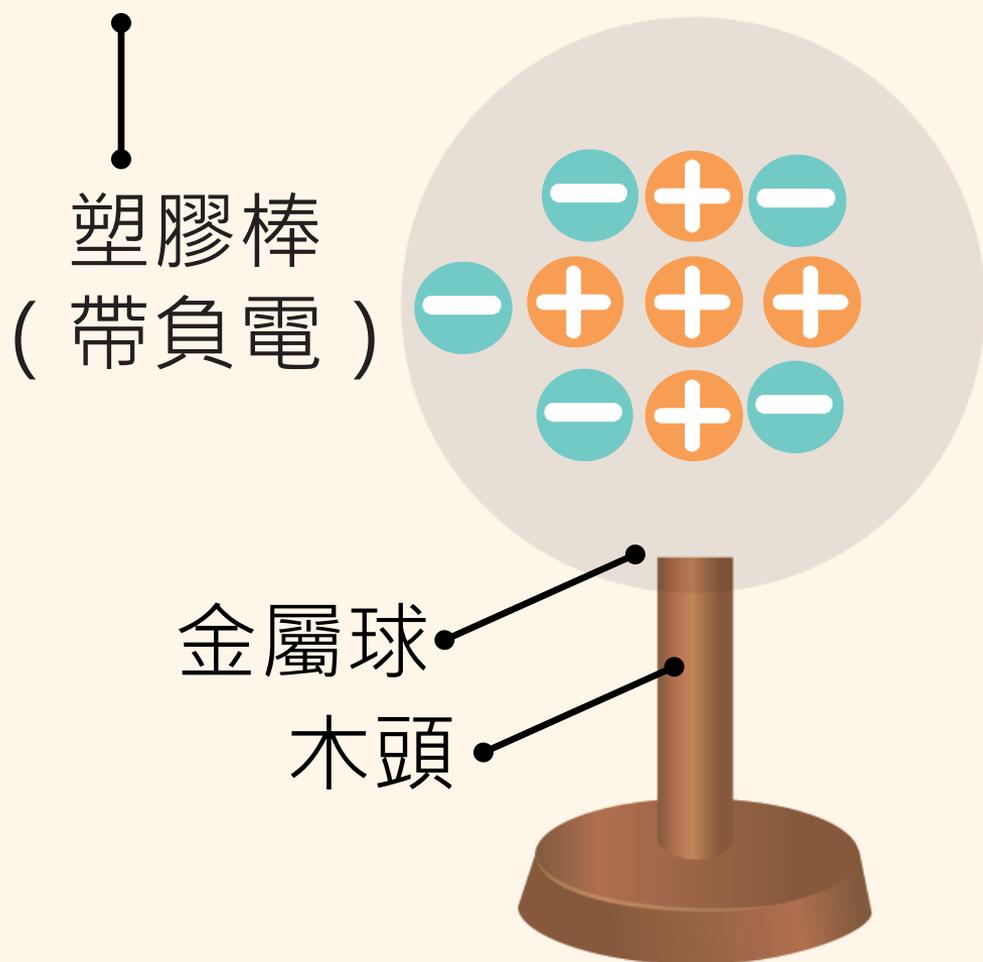


絕緣體與導體

- 導體與絕緣體的差別在於有無可在原子間自由移動的「自由電子」。
- 自由電子為原子最外層電子脫離原子束縛自由移動，而非所有電子均可自由移動。
- 導體導電能力好，摩擦起電時電荷容易導走，所以不易進行摩擦起電。

3 靜電感應

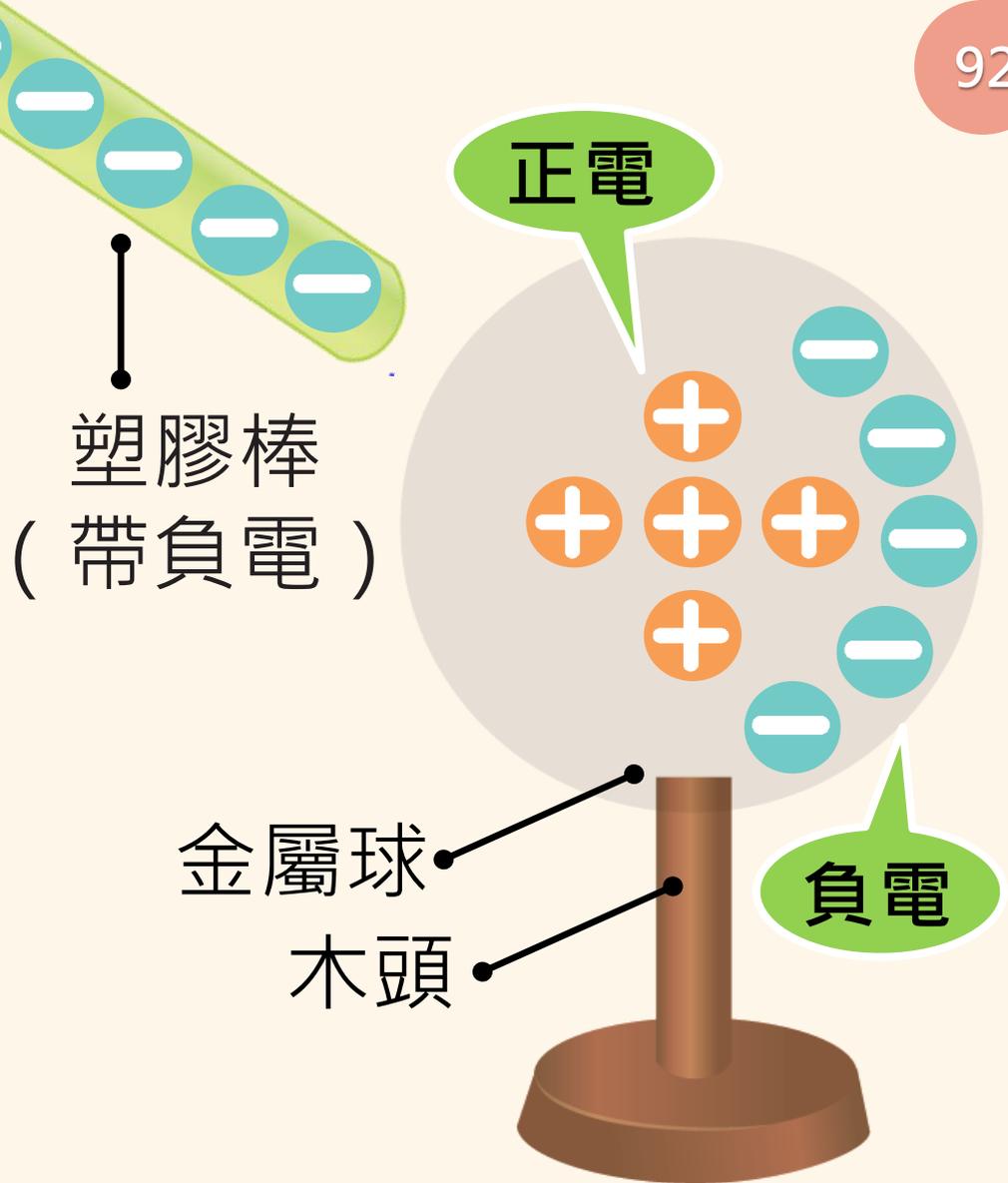
- ① 金屬導體內有**部分電子可自由移動**。
- ② 將**不帶電金屬球**置於絕緣架上。
- ③ 以帶**負電塑膠棒**靠近而**不接觸**金屬球的左端。



▲ 圖4-5 靜電感應示意圖，帶電體靠近使導體電荷分布不均（**+** 正電荷，**-** 負電荷）

3 靜電感應

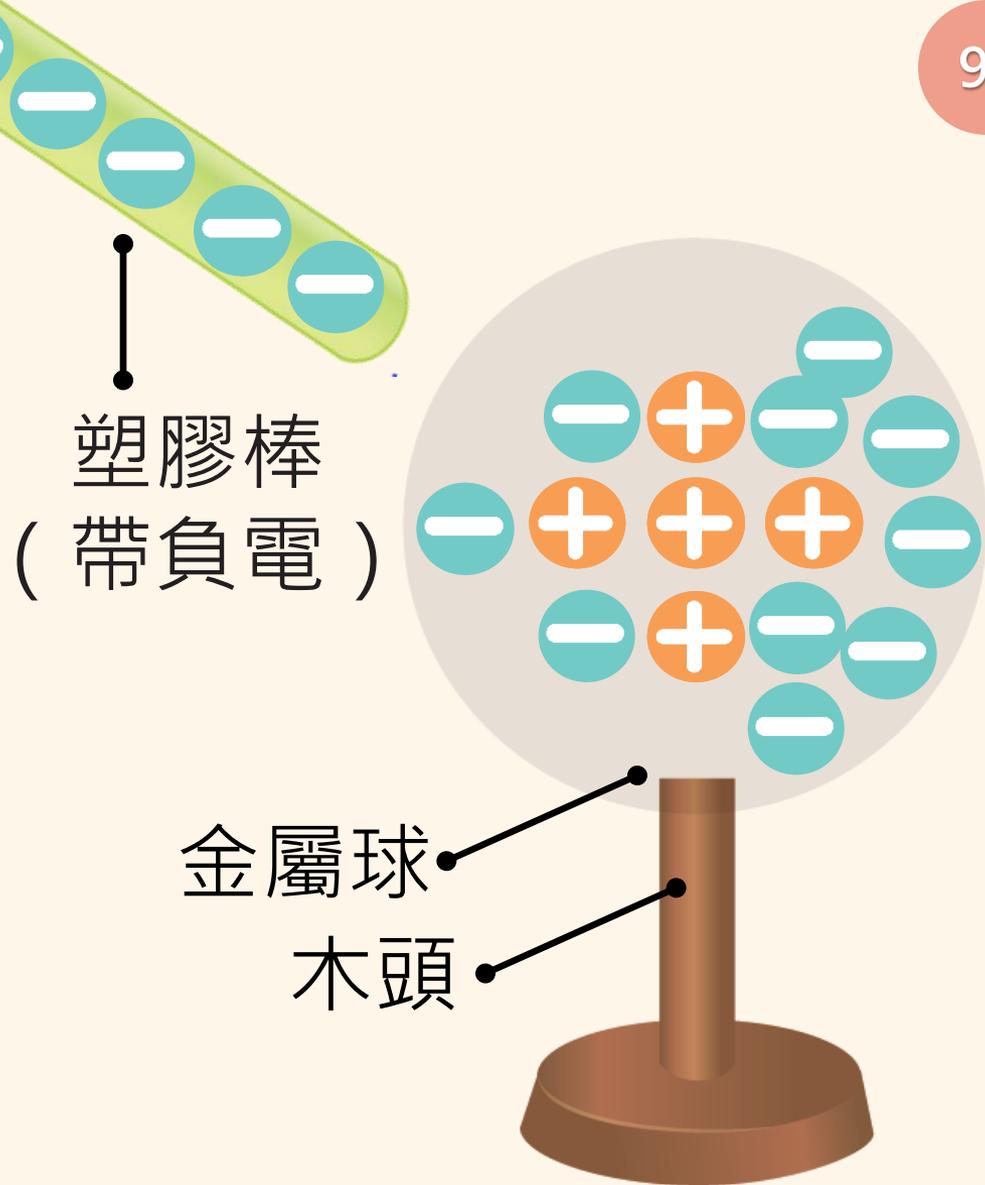
- ④ 塑膠棒上的**負電**會排斥金屬球左端的電子，使**電子移動至右端**。
- ⑤ 左端**電子數量減少**而帶**正電**。
- ⑥ 右端因**電子數量增加**而帶**負電**。



▲ 圖4-5 靜電感應示意圖，帶電體靠近使導體電荷分布不均（**+** 正電荷，**-** 負電荷）

3 靜電感應

- **靜電感應**：因外界電荷靠近，使物體內部**電荷分布**發生**改變**。
- 若將**塑膠棒**移開，金屬球的**電荷**又會**均勻分布**。



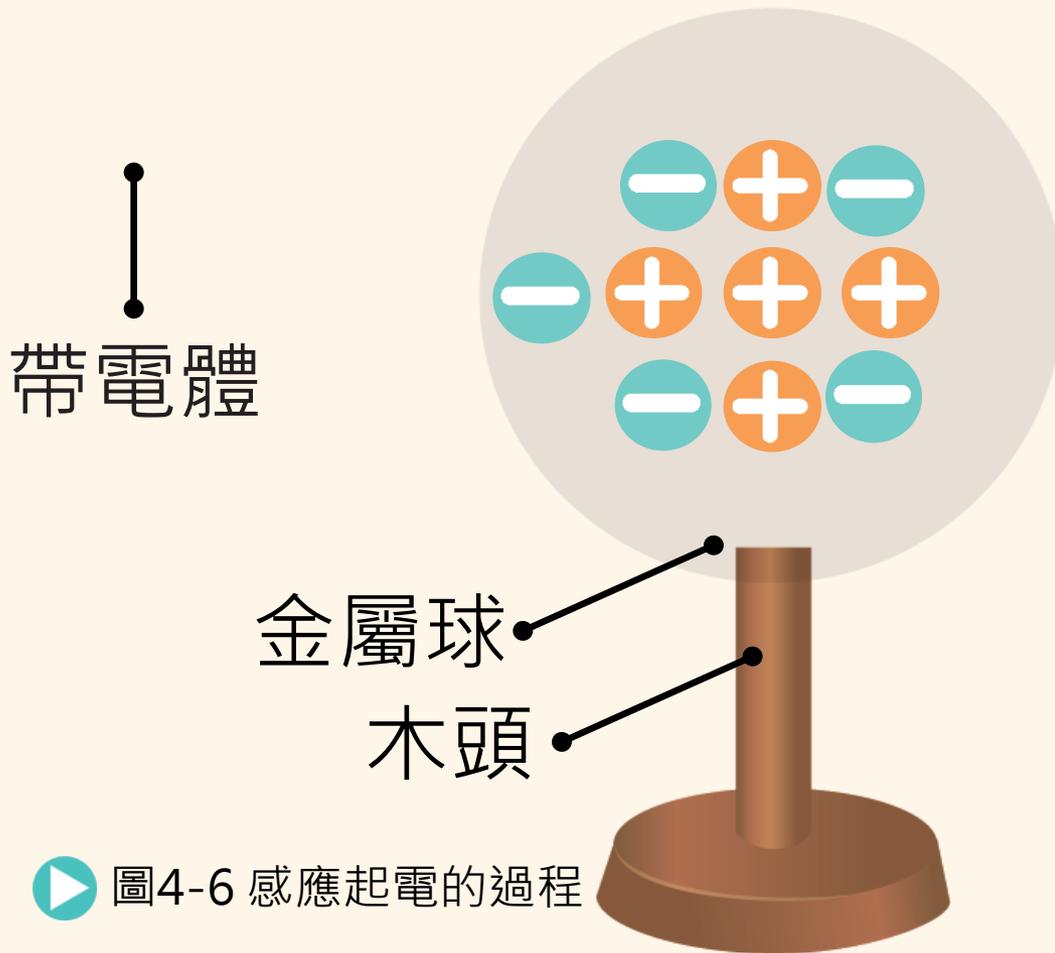
▲ 圖4-5 靜電感應示意圖，帶電體靠近使導體電荷分布不均（**+** 正電荷，**-** 負電荷）

感應起電

- 利用**靜電感應**讓導體正、負電荷暫時分離，再以不帶電的手或導體**接觸**，將**電子**移出或移入，便能使導體帶**靜電**。
- 此方法稱為**感應起電**。
- 最後**導體帶電**的電性會與帶電體的電性相反。

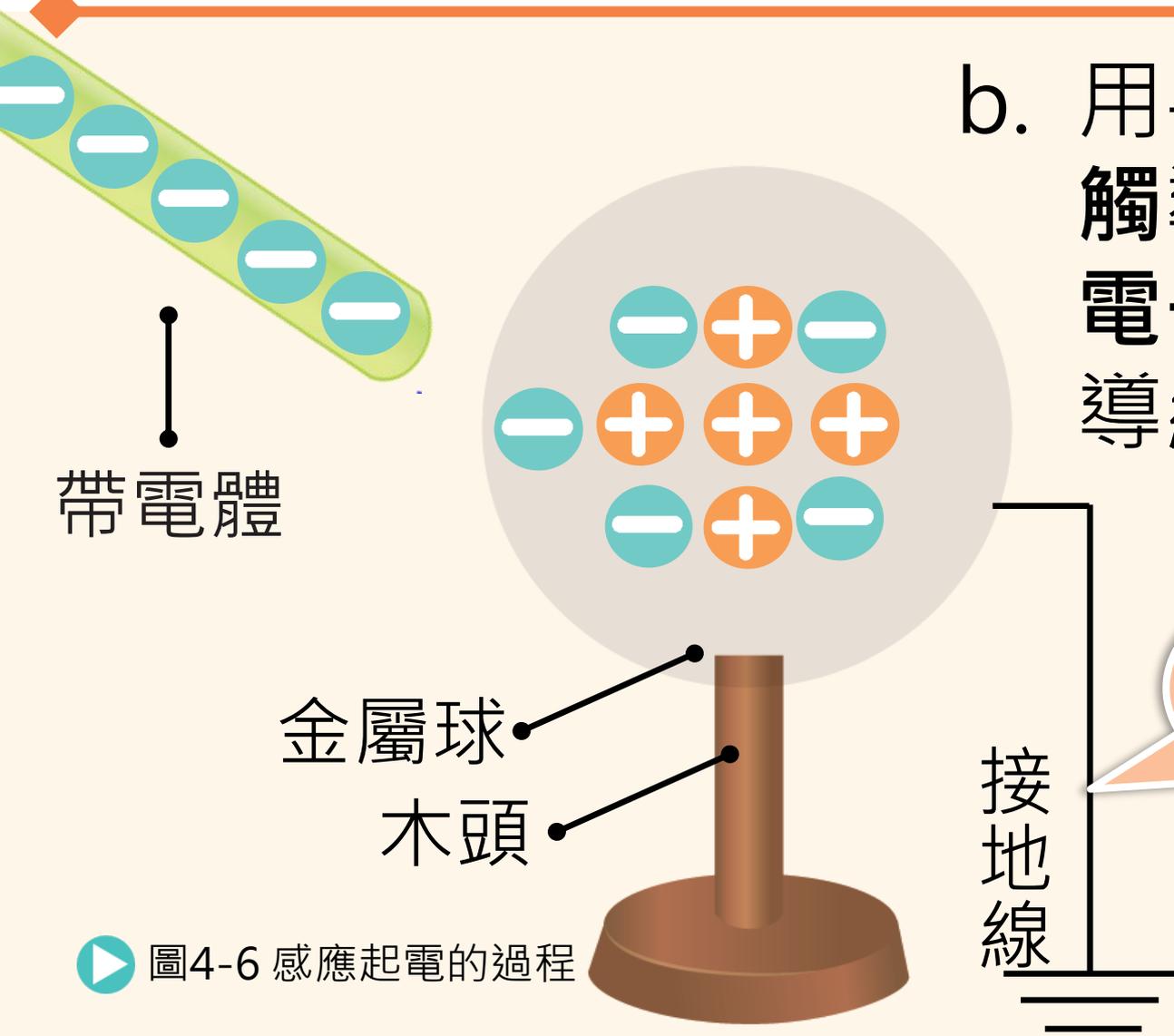
感應起電過程~a.靜電感應

a. 受靜電感應影響，金屬球的電子被排斥至右端。



▶ 圖4-6 感應起電的過程

感應起電過程~b.接地

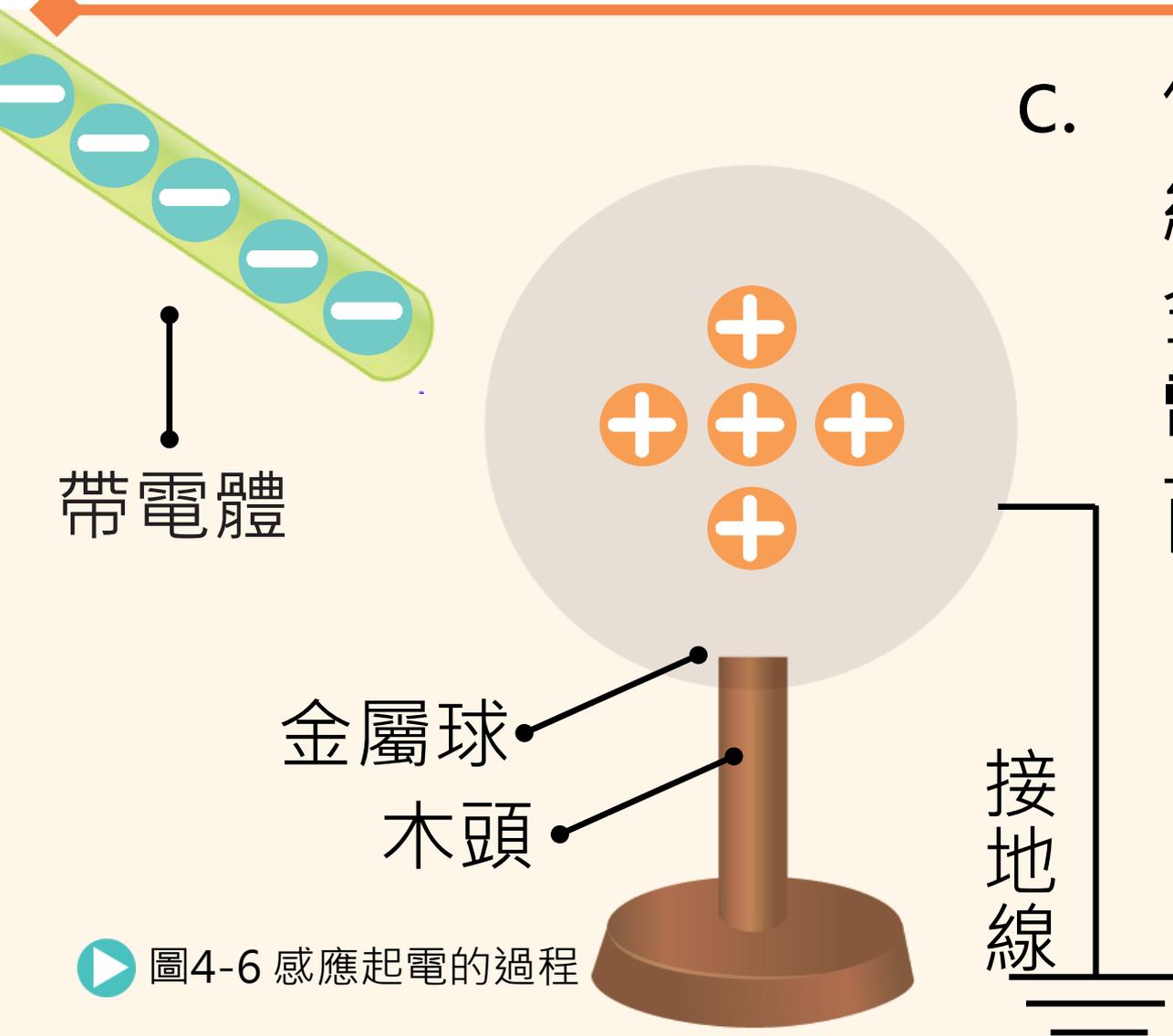


b. 用手或導線輕觸導體右端，電子經人體或導線移至地面。

中和電荷的步驟稱為「接地」

▶ 圖4-6 感應起電的過程

感應起電過程 ~ c. 移開接地與帶電體



c. 依序**移開**接地線與帶電體，金屬球所帶**負電荷減少**，因而帶**正電**。

▶ 圖4-6 感應起電的過程

感應起電結果

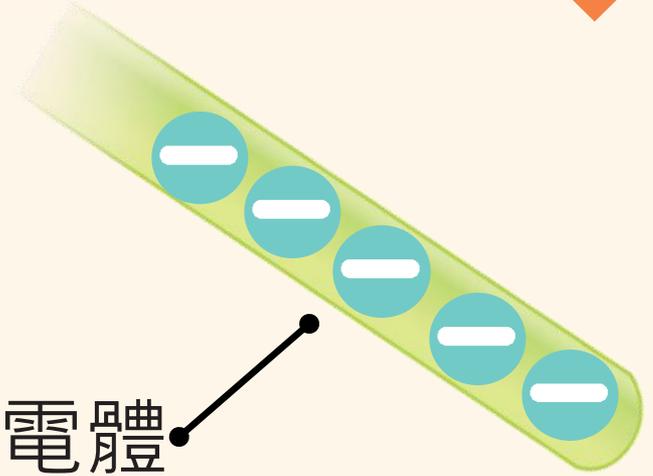
金屬球
帶正電



金屬球

木頭

帶電體

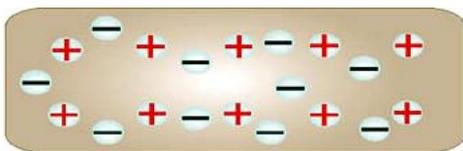


導體帶電的電性 \oplus
會與原帶電體 \ominus
的電性相反

利用靜電感應的原理使導體帶電的方法稱為**感應起電**。

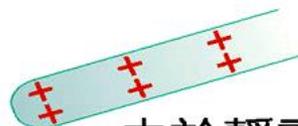
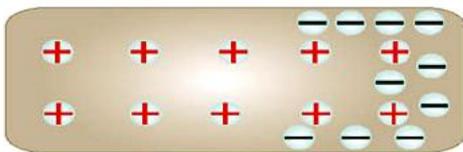
感應起電

A



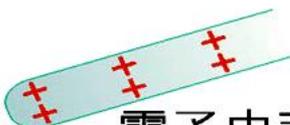
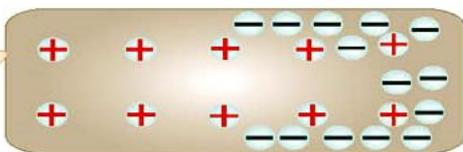
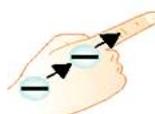
+ 表示原子核，- 表示電子，
金屬塊呈電中性

B



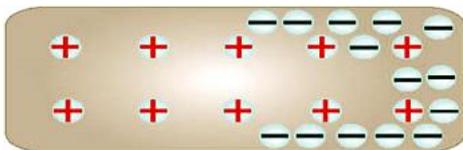
由於靜電感應，正負電荷分離，
金屬塊左端帶正電，而右端帶負電

C



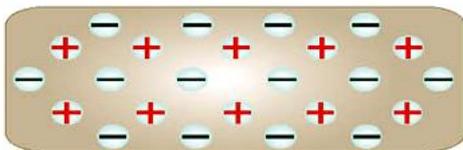
電子由手進入金屬塊

D



先將手移開

E



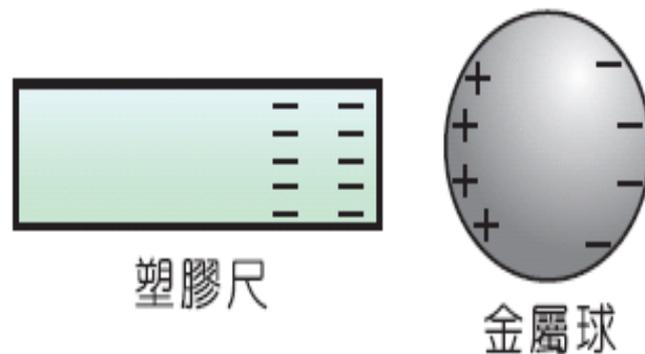
再移開帶電物體，金屬塊因電子數
增加而帶負電

避雷針

- 當帶電雲層較低時，地表因感應而帶異性電，當電量累積相當程度後，就會穿透空氣發生中和。
- 避雷針是一上端尖銳的銅棒，感應的電荷可經尖端釋放進入大氣，避免過分累積。
- 而在發生雷擊時，電流可順著連接避雷針的粗導線流入地底，達成保護建築或設備的目的。

95 基測題

帶負電的塑膠尺靠近原來不帶電的金屬圓球，它們電荷的分布，如圖所示，則下列敘述何者正確？



- 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. 金屬球上正、負電荷分開的現象稱為電流的磁效應
- D. 金屬球上正、負電荷分開的現象是電子移動的結果

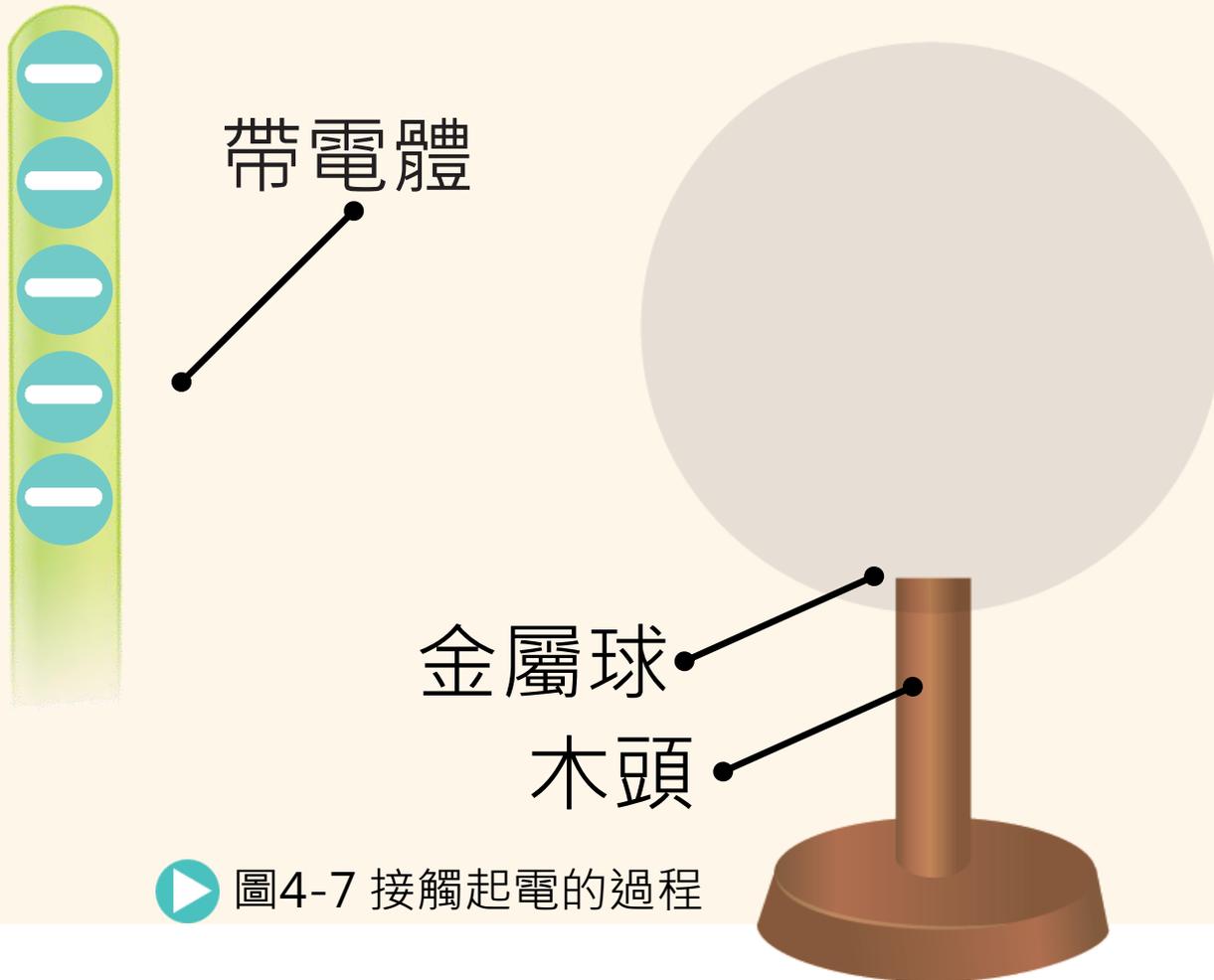
5 接觸起電

接觸起電

- 感應起電外，以**帶電的物體接觸**不帶電的導體，可使導體帶電，所帶電荷將**均勻分布**於整個導體表面。
- 稱為**接觸起電**。
- 此時**導體**所帶的**電性會與帶電體相同**。

接觸起電過程~a.取帶電體

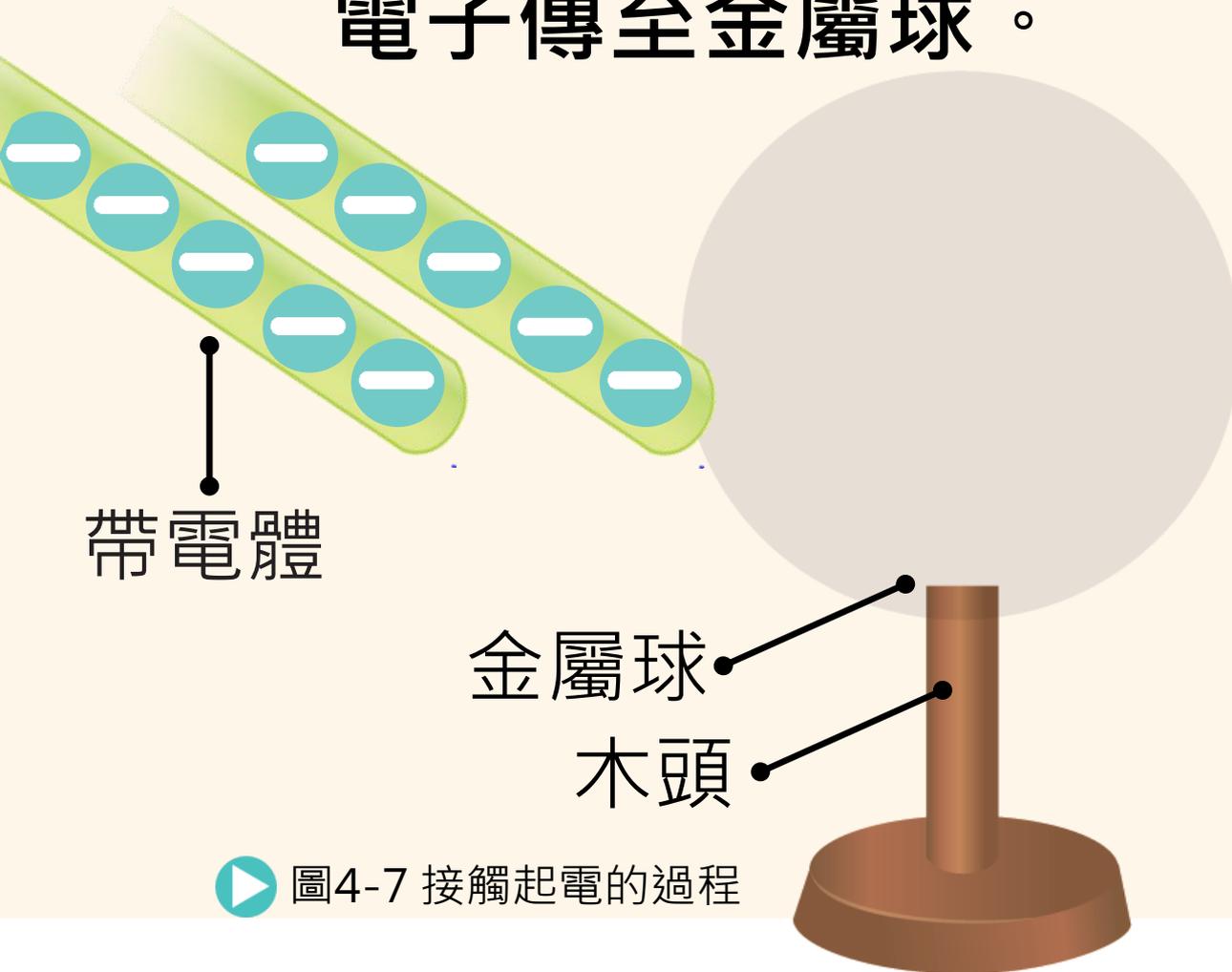
a. 取一帶靜電的物體(金屬球不帶電)。



▶ 圖4-7 接觸起電的過程

接觸起電過程~b.帶電體接觸

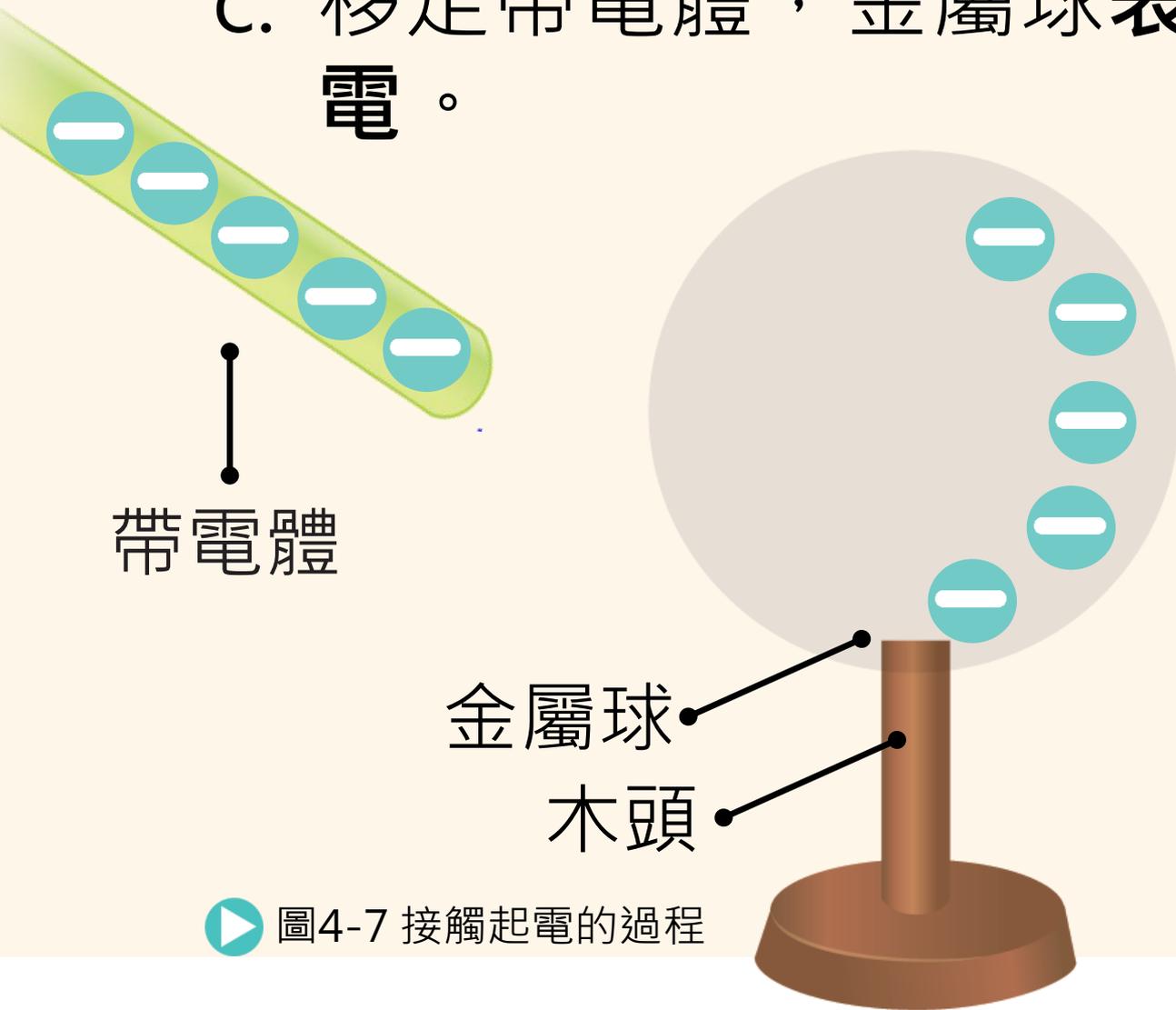
b. 帶負電的帶電體接觸金屬球後，將電子傳至金屬球。



▶ 圖4-7 接觸起電的過程

接觸起電過程~C.帶電體移開

c. 移走帶電體，金屬球表面均勻帶負電。



▶ 圖4-7 接觸起電的過程

探究提問

若改用帶正電的帶電體操作感應起電與接觸起電，金屬球分別會帶什麼電性？

解答

以帶正電的帶電體操作感應起電與接觸起電，最後金屬球分別會帶負電與帶正電。

隨堂筆記

了解感應起電與接觸起電後，試著整理完成以下表格。

導體（金屬球） 的情形	感應起電	接觸起電
移動的電荷為 正電荷或負電荷	負電荷	負電荷
帶電體是否與 導體接觸	否	是
導體與帶電體 電性是否相同	否	是

靜電現象

絕緣體帶電

摩擦起電

互相摩擦使絕緣體帶電
得電子帶負電；失電子帶正電

導體帶電

感應起電

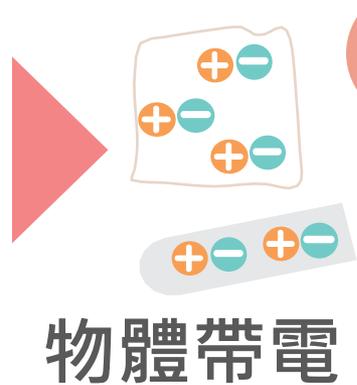
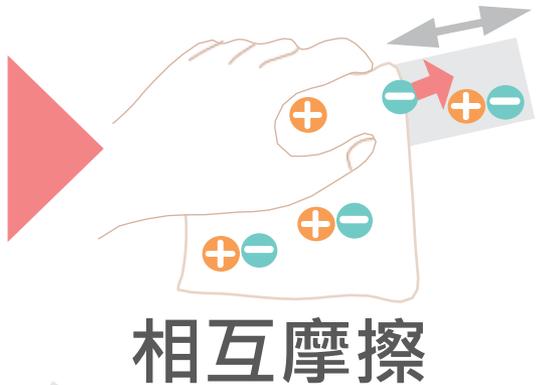
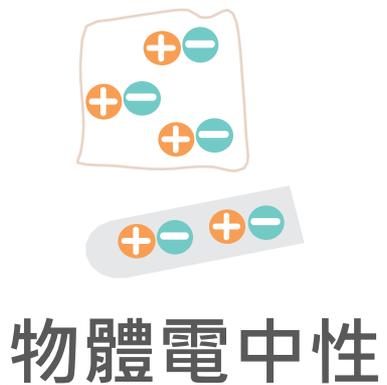
利用靜電感應使導體內正、負電荷分離，將電子移出或移入，使導體帶電

導體電性與帶電體相反

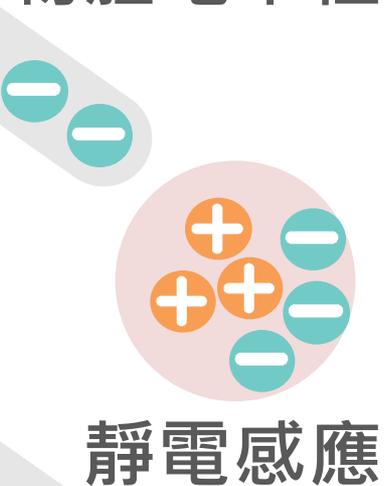
接觸起電

帶電物體接觸不帶電導體，使電荷均勻分布
導體表面
導體電性與帶電體相同

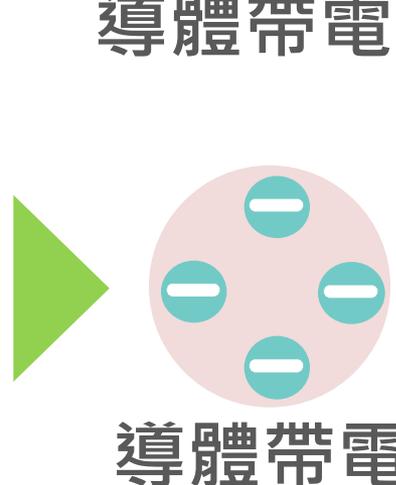
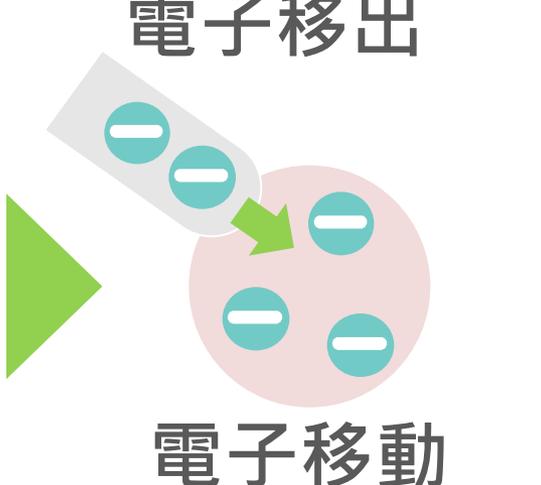
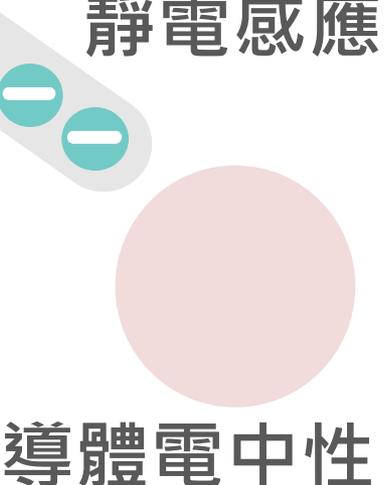
摩擦起電



感應起電



接觸起電

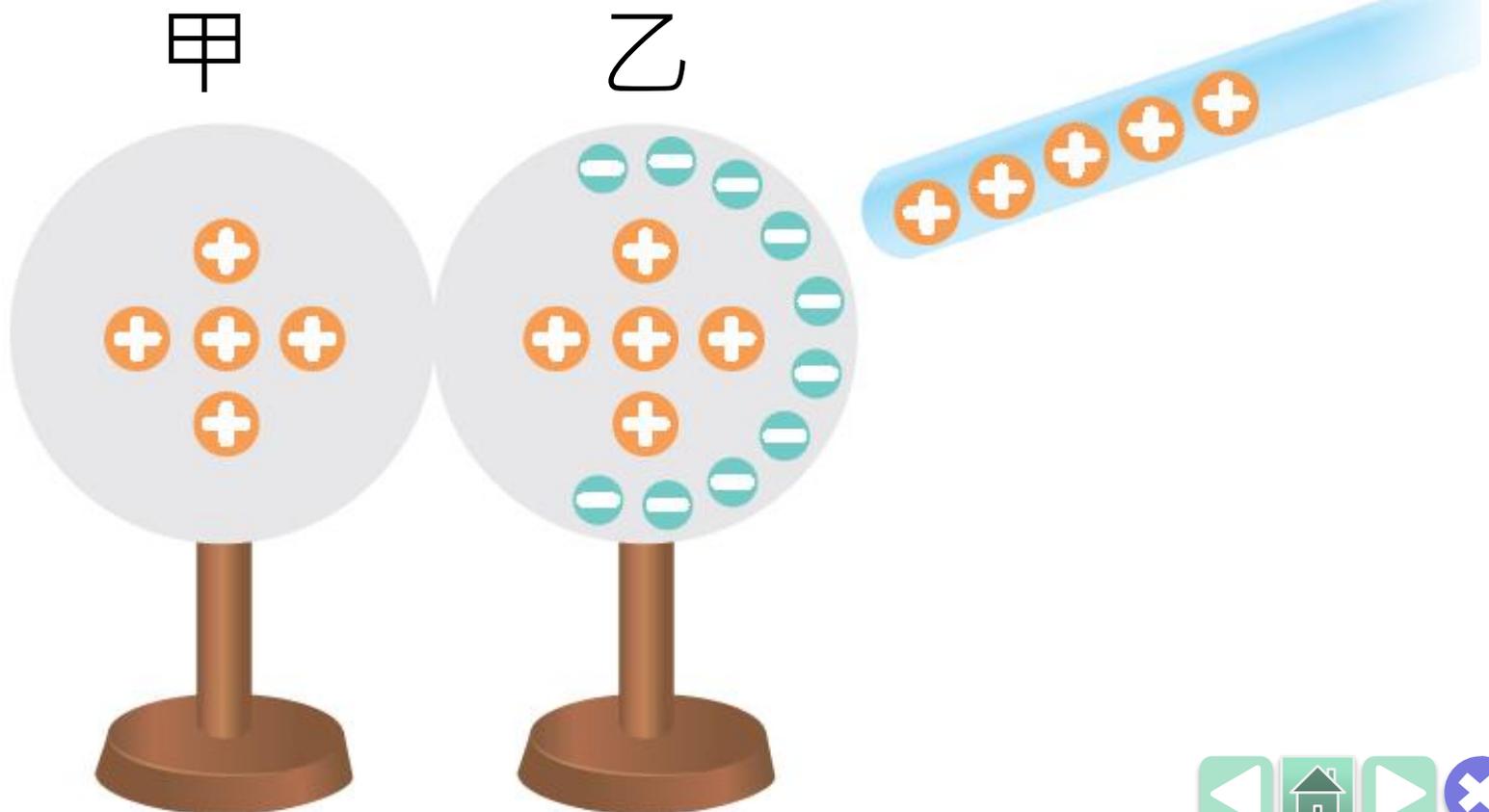


起電方法比較

起電方式	對象	原理	起電結果
摩擦起電	絕緣體	電子轉移	二絕緣體電量相等、電性相反
感應起電	導體	靜電感應	與帶電棒異性電
接觸起電	導體	電荷分佈	與帶電棒同性電

例題 4-1

將帶正電的物體靠近甲、乙兩相接觸的不帶電金屬球，如下圖所示，關於兩金屬球上正負電分布情形，下列敘述何者正確？



例題 4-1

(A) 甲金屬球左端帶正電是正電荷受排斥移動造成

(B) 此時若移走帶電體，兩金屬球均會恢

解答

(C) (A) 甲金屬球左端帶正電，是因電子被右端帶電體吸引。(C) 此時若以手觸碰甲金屬球左端，負電荷會沿著手移入金屬球。

(D) 此時若將金屬球分開，甲球會帶正電，乙球會帶負電。故答案選(B)。

例題

有關導體與絕緣體的敘述，何者正確？

- (A) 導體通常適合用摩擦起電方式來帶電
- (B) 絕緣體適合用靜電感應方式帶電
- (C) 導體能讓自由電子在原子間移動
- (D) 絕緣體內部都不含電子

解答

(A)(B) 絕緣體適合用摩擦起電方式來帶電，導體適合用靜電感應方式帶電(D) 絕緣體是由原子組成，而原子一定含有電子。故答案為(C)。

例題

有甲、乙、丙三顆小金屬球，已知乙、丙兩球分別會和甲球相吸，但乙、丙兩球會相斥，則下列敘述何者正確？

(A)乙球可能不帶電

(B)丙球一定帶正電

(C)

(D) 乙、丙相斥，則乙、丙帶同性電。甲分別和乙、丙相吸，甲可能不帶電，也可能和乙、丙帶異性電。故答案為(D)。

解答



2 物體如果帶電，因此嚴禁在加油站除靜電的設備。下列地方有配備類

解答

加油站中的加油機，並有標示在加油機上的動作是為了避免靜電產生



生火花
備有消
哪些地

金屬板，
反，此
口，以

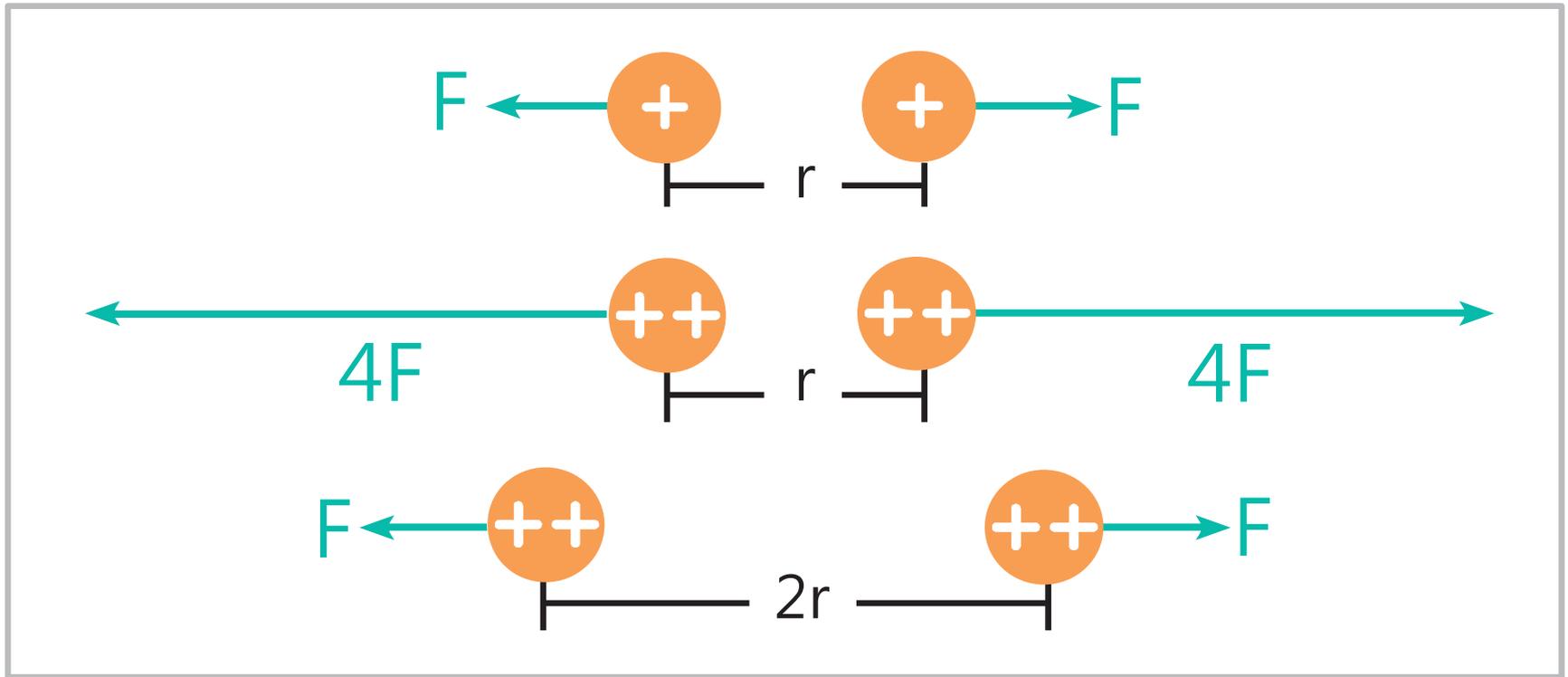


- 法國科學家庫倫由實驗發現：
- 兩帶電體間具有**吸引力**或**排斥力**，這種力稱為 靜電力 或 庫倫作用力。



6 庫侖定律

- 此作用力與**兩帶電體**所帶**電荷量的乘積**
成正比，與彼此間**距離的平方****成反比**。



▲ 圖4-8 靜電力與兩帶電體所帶電量的乘積成正比，而與兩帶電體間距離的平方成反比

6 庫侖定律

- 若是以代號來表示，可寫成：

$$F \text{ 正比於 } \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

- 帶電體所帶**電荷**的量稱為電量（Q）。
- 單位為庫侖（Coulomb，簡寫為C）。

- 物體摩擦後所移轉的電荷，都是電子所帶電量的 整數倍。
- 一個電子的電量稱為 基本電荷，一個基本電荷的電量為 1.6×10^{-19} 庫侖。

1庫侖約為 6.24×10^{18} 個電子的總電量。

1莫耳電子所帶電量約等於96500庫侖。

基本電荷-帶電體所帶電量最小單位，以e表示。

例題 4-2

甲、乙、丙、丁攜帶的電量與位置如圖所示，則甲與丙帶電體所受靜電力大小比為何？

甲

乙

丙

丁

解答

甲帶電體所受靜電力為 $\frac{Q^2}{r^2}$

丙帶電體所受靜電力為 $\frac{2Q^2}{(2r)^2} = \frac{Q^2}{2r^2}$

可知甲與丙受力比為 2 : 1。

例題

某物體帶電，下列何者的電量表示不合理？

(A) 0.1 庫侖

(B) 0.5 個電子電量

(C) 1.6×10^{-13} 庫侖

(D) 20 個電子電量

解答

基本電荷的電量 e 是最小電量，不能再分割，所以 0.5 個電子電量不合理。故答案為 (B)。

例題

將一塊玻璃用絲絹摩擦後，放置於絕緣板上，已知玻璃失去 10^5 個電子，此時若取一帶有正電的塑膠棒靠近玻璃，而玻璃並不會移動，則下列敘述何者正確？

(A)玻璃

(B)玻璃

(C)塑膠
引力

(D)玻璃

解答

(A)靜摩擦力(B)等於(D)由玻璃失去電子，可知質子數會大於電子數，但無法確定電子數與中子數的關係。故答案為(C)。

一吸

例題

相同的兩銅球A和B，A帶18庫侖的正電荷，B帶36庫侖的負電荷，接觸後再分開，若接觸前後兩球距離不變，則接觸前A、B間的靜電力是接觸後的幾倍？

- (A)2
- (B)4
- (C)8
- (D)16

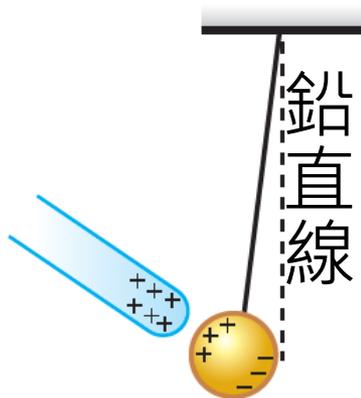
解答

接觸後再分開，各帶9庫侖的負電荷。靜電力與兩帶電體所帶電量的乘積成正比， $F_{\text{接觸前}} : F_{\text{接觸後}} = (18)(36) : (9)(9) = 8 : 1$

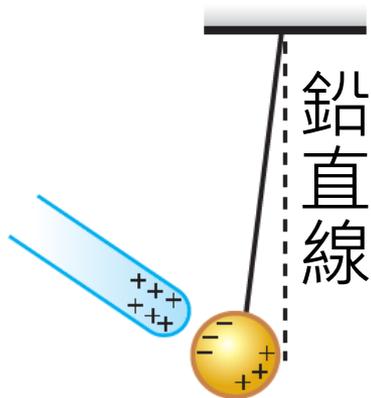
108 會考題

將一根帶正電的玻璃棒靠近一顆以絕緣細線懸掛的不帶電金屬球，但玻璃棒與金屬球不互相接觸。關於金屬球兩側所帶電性與受力達平衡狀態的示意圖，下列何者最合理？

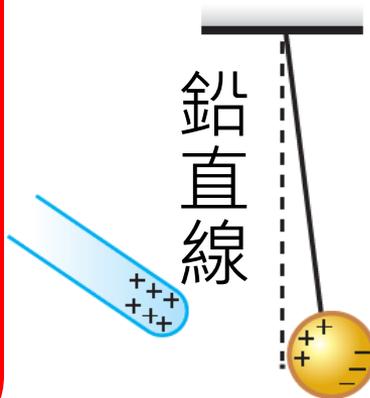
(A)



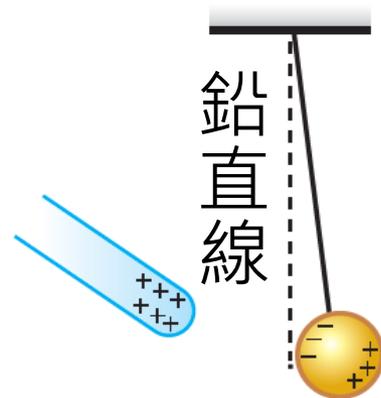
(B)



(C)

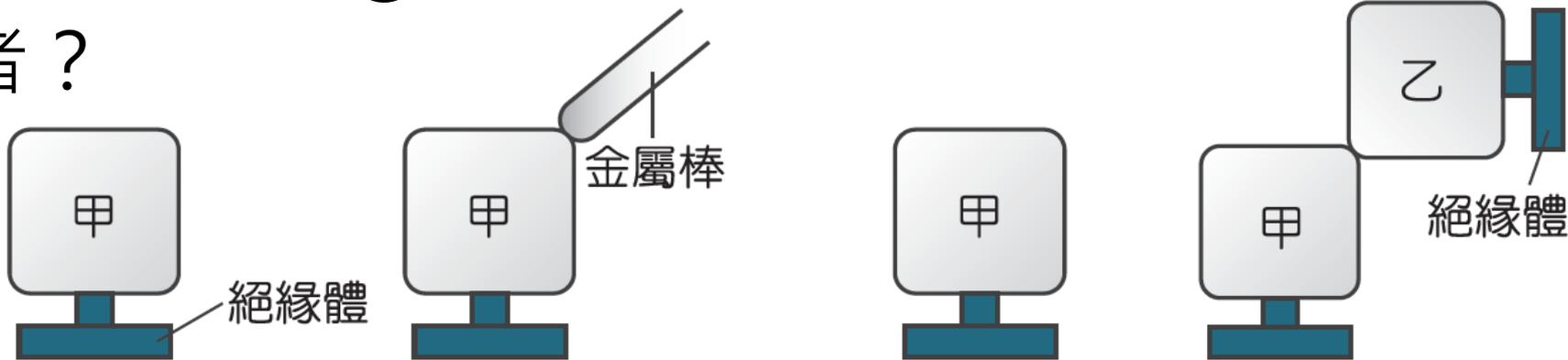


(D)



110 會考題

將甲、乙兩不帶電金屬塊進行圖中的實驗步驟，關於步驟⑤中兩金屬塊的電性，應為下列何者？



- ①取一不帶電的金屬塊甲
②將帶負電的金屬棒接觸金屬塊甲
③移走金屬棒
④將兩金屬塊接觸

- (A)甲：帶正電，乙：帶正電
(B)甲：帶正電，乙：帶負電
(C)甲：帶負電，乙：帶正電
(D)甲：帶負電，乙：帶負電

