

看電影學物理

靜電學

一、觀念剖析

1. 摩擦起電：

(1) 將兩個絕緣互相摩擦時，因為摩擦產生的熱能使得一些電子會由 A 物體轉移到另一個 B 物體上，因此原本電中性 A 物體因為失去電子而帶正電，而 B 物體則因多了一個電子而帶負電。利用這樣的方式是物體帶電稱為摩擦起電。



(2) 如圖中用絲絹摩擦玻璃棒，可看到絲絹帶負電，而玻璃棒帶正電；而用毛皮摩擦塑膠則是毛皮帶正電，塑膠帶負電。
 (記憶口訣：正皮，玻字也有皮)

(3) 摩擦起電只適用於絕緣體，因為導體可以導電，所以很容易會因接觸而使多出來的正、負電荷中和而快速消失。

2. 靜電感應：

(1) 庫倫靜電力公式： $F = \frac{kQq}{r^2}$

其中 Q、q 為帶電體的電量

r 為帶電體的距離

k 為常數

此公式適用於點電荷，若為實際物體則較為複雜

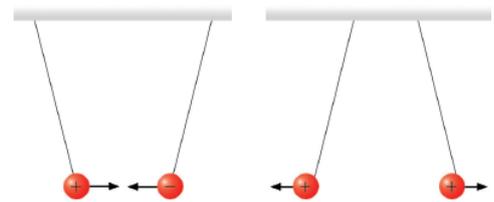
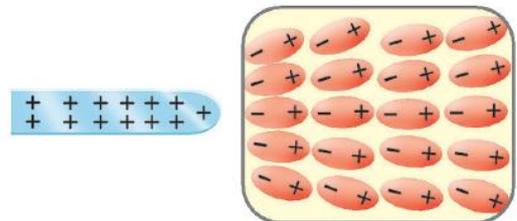


圖 6-2 異性電相吸引，同性電相排斥。

(2) 同性電—>相斥；異性電—>相吸，其力量大小和距離平方成反比。

(3) 帶電體靠近導體時，由於導體中電子因靜電力的關係，因而靠近(相吸)或遠離(相斥)帶電體，導致導體內部的正負電荷分離的現象，稱為靜電感應。

(4) 靜電感應適用於導體與絕緣體，但因為絕緣體的電荷被束縛住，所以分離的範圍不大，故感應的效果較不明顯。



3. 尖端放電：

(1) 導體表面電荷的分佈，在尖端處曲率半徑愈小，所以單位面積的電荷數目較鈍端多，因為同性電相斥的關係，所以電荷彼此都想互相遠離，一有機會就會脫離表面。

(2) 避雷針都喜歡做成尖尖的，故較容易和雲層中累積的電荷中和，



因此電流(即閃電)不會直接流向大地或是建築物，對人類有保護的作用。

(3)雷雨時千萬不能躲在大樹、旗竿下或是高山之涼亭，更不可以在空曠地一支獨秀(你最尖不電你電誰呢?)，這些地區容易遭受雷擊。

二、物理來找碴：

1.捕快徐百九(金城武 飾)精通人體穴位與針灸之術，影片中提到「人迎穴」主管口腹之慾、「壇中穴」主管人的同情心及「天突穴」可抑制中毒等等.....。事實上，暫且不論針灸對人的性格上是否真的能有所影響，許多醫學的理論的確都提出針灸對人體疾病及經絡治療上有一定的助益。想想看針灸的針一定要用金屬嗎？針灸運用到的物理原理可能和什麼有關呢？



2.夏季常會有午後雷陣雨，而在下雨前，天空常常就會有閃電產生。影片最後一段驚心動魄的打鬥，我們不但可以看見閃電，更可以聽見轟隆作響的雷聲，想想看閃電是怎麼形成的？

3.現場明明就有三個人，為什麼偏偏就只擊中七十二地煞教主(王羽 飾)呢？我們發現教主除了用刀砍不死之外(金鐘罩、鐵布衫)，和其他兩人的差別在於腳底和脖子上有針，而且沒穿鞋子，你覺得什麼是主要原因呢？



4.仔細看，你有沒有注意到閃電的顏色呢？每一次的閃電顏色都一樣嗎？如果今天來到月球是否會有閃電呢？

三、導演我最大

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 1-2 題。 [98 學測]

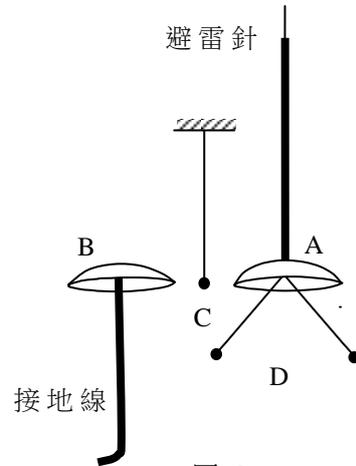


圖 3

- 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
- 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，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
- 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？(應選二項)

 - (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]
- 某次閃電的過程中，雲的底部和地面之間，電壓高達 1 千萬伏特，並在約 0.02 秒內輸送 20 庫倫的電量至地面。下列與閃電有關的敘述，哪幾項正確？(應選二項)

 - (A) 該次閃電所產生的電功率約為 10^7 瓦特
 - (B) 雲和地面間高電壓的產生與摩擦起電有關
 - (C) 飛機在空中飛行時不可能遭雷擊，因此不須裝置避雷針
 - (D) 閃電時的大電流，使空氣產生高熱而快速膨脹，故常伴隨有雷聲
 - (E) 當閃電擊中住家電路的屋外電線時，屋內電視若未拔掉插頭，則可能會受損

[95 學測]

※物理來找碴：參考答案

1.根據研究，中醫所謂的經絡或穴位，目前認為是人體中電阻較小的部位，利用金屬針的尖端放電可以刺激生物電位形成改變，故會有酸、麻、漲、熱等反應而達成不同的療效。

教育部 健康醫學學習網：<http://health.edu.tw/health/portal/learning/info00/s5.jsp>

科學月刊：<http://campus2.chgsh.chc.edu.tw/science/content/1974/00090057/0009.htm>

2.當雲層因空氣的旺盛對流而使其中的粒子摩擦起電，通常在下方的雲層帶負電，而在上方的雲層則帶正電。當雲層累積的電荷夠大，且接近地面時，地表會被感應出正電荷，而與雲層間形成電壓。當電壓極大時，空氣中的水氣或其他分子被游離而形成通路將導致大量的正、負電荷急劇地中和而形成閃電，同時其產生的熱能會使加熱空氣而急速膨脹，造成雷聲。

3.(1)刀槍不入的人體，以物理的角度來說不太可能存在，因為刀峰面積小而銳利，所以皮膚在受力時，所感受到的壓力很大，故理因會受損。

(2)由於他脖子上的針產生尖端放電的效應，就像是避雷針一樣容易吸引閃電，而且赤腳踩在濕地上故電阻小，加上腳上還多了根針接地，雲層和地表間的異性電有了極佳通道，所以當然是閃電路線的最佳選擇。

4.會因為閃電時會因為不同的高度、雲層厚度而看到不同的顏色。其主要的差異在於不同的放電溫度所釋放的能量可激發不同的氣體分子發光，就像電漿球內部填裝不同的氣體一樣，氦—淡黃到橙；氖—暗紅到橙；氬—白或粉紅或橙；氫—紫；氮—白或灰，低壓時綠；氙—藍白或藍灰。

中興大學物理系 <http://experiment.phys.nchu.edu.tw/device/exp20.htm>

※導演我最大詳解

1.答案： B

解析：當帶負電的雲層接近避雷針頂端時，金屬鐘A和驗電器D會因靜電感應而帶負電，因此金屬球C也會因靜電感應被A吸引向右擺動。撞到A後會和A分享負電，故C球接著因帶負電受A的排斥力向左擺而撞上接地的金屬鐘B。最後C球又因和B接觸後失去電荷，因重力而往右擺動再次撞到A呈現來回敲擊的現象，就可知道快要發生閃電了。

2.答案： A

解析：當帶負電的雲層接近避雷針上端時，避雷針內的自由電子受到雲層同性電的庫倫排斥力而往下移動至驗電器D，故D上的兩小球會因帶同性電而保持張開而不相接觸。

3.答案： AD

解析：高壓電會對人體充電而使人體帶電，故頭髮帶同性電互斥而「怒髮衝冠」；因為人的腳未觸地，所以充的電荷不會導至地面，故不會有持續的電流經過人體。當人體電位逐漸提升到和金屬球一樣高時，金屬球與人沒有電位差，故不形成電流，所以人不致觸電。

4.答案： DE

解析：(A) 電流 $I = \frac{Q}{t} = \frac{20}{0.02} = 1000$ (安培)； $P=IV=1000 \times 10^7 = 10^{10}$ (瓦特)

(B) 雲層帶電為摩擦起電，帶電雲層以靜電感應的方式使地表感應出異性電形成高電壓

(C) 雲層間因有異電荷，故仍有電位差，所以飛機在空中，亦有遭雷擊的可能。