

生活與物理

第三冊

第二版

教師用書

杜秉祺

生活與物理

第三冊

第二版

杜秉祺

教師用書

OXFORD
UNIVERSITY PRESS

牛津大學出版社

OXFORD
UNIVERSITY PRESS

牛津大學出版社隸屬牛津大學，出版業務遍佈全球，致力弘揚牛津大學推動優質研究、學術和教育的宗旨。

牛津 紐約

雅典 奧克蘭 曼谷 波哥大 布宜諾斯艾利斯 開普敦
馬德拉斯 達累斯薩拉姆 德里 弗羅倫薩 香港 伊斯坦布爾
卡拉奇 加爾各答 吉隆坡 馬德里 墨爾本 墨西哥城 孟買
奈羅比 巴黎 聖保羅 上海 新加坡 台北 東京 多倫多 華沙

聯營公司：柏林 伊巴丹

OXFORD 為牛津大學出版社之註冊商標

© 牛津大學出版社 1996, 2000

第一次印刷 2000

印次（即最小之數字）

3 5 7 9 10 8 6 4 2

本書版權為牛津大學出版社所有。若非獲得本社書面允許，或能援引清晰的法律條文為據，或取得適當的複印版權機構認可，不得用任何方式抄襲及翻印本書任何部分的文字和圖片。如需翻印本書作其他用途，須事先致函下址向牛津大學出版社版權部查詢。本書不得以異於本書原樣的裝訂方式或裝幀設計發行。凡使用本書者均受本條款和本書一切有關版權的條款約束。

ISBN 0 19 590765 5

教師用書

印次（即最小之數字）

3 5 7 9 10 8 6 4 2

ISBN 0 19 590927 5

中文版翻譯：盛宏至、盛嵐、高軍

封面照片

稱為極光的發光現象，在高緯度地區的空中出現，由電磁輻射所引致。

出版：牛津大學出版社（中國）有限公司

香港鰂魚涌英皇道979號太古坊和域大廈東翼十八樓

印刷：香港

序 言

生活與物理（第二版）為香港中學物理課程而編寫，內容根據第一版作了大幅度修訂，不但配合香港考試局最新公佈的「中學會考物理科課程」，更能針對學生的學習需要。

本教材共三冊，第一冊的內容為光學和熱，第二冊為力學和波，而第三冊為電磁現象與電子學和原子物理。每冊包括課本、實驗手冊和多媒體光碟，另外更附有教師用書及多種教具以供教師使用。

課 本

課本能誘導學生逐步掌握課程大綱內的物理學概念及定律，並採用探究式的教學手法，來提高學生的自發性。課本經精心編排，使學生從實驗中領會物理定律的精髓。

課本的新特色：

- 在適當位置加入**實驗**的節錄，以供學生參考，並從而揭示相關的概念和定律。
- **生活中的物理**所介紹的，都是應用物理學的例子，大都與我們生活息息相關，學生閱讀時必對物理學興趣大增。
- **歷史點滴**記載某些物理概念和定律的演變經過。
- **中國物理學**講述古代中國物理學的思想及發明，使學生更了解中國在科學上的貢獻，欣賞她源遠流長的文化。
- **補充資料**把有趣的課外知識灌輸給學生。
- **常見錯誤概念**把學生常犯的錯誤一一揭示，並講解糾正它們的方法。
- 課文中有充足的**例題**，示範遇到不同深淺、形式的題目時的解題方法。
- **多項選擇題**能即堂考核學生對物理學的基本概念的理解。
- **問題與思考、練習題及公開試題目**能鞏固學生的物理概念。
- **複習題**附在每部分的結尾，目的是使學生在各個章節中學到的知識得以融匯貫通。
- **總結**總括了整章課文的重點。
- **詞彙**列有所有常用及重要的物理學用字。
- 部分物理學用語附有英文翻譯，以作為課外知識之餘，更為某些升讀英語教學的預科班學生作預備。

實驗手冊

實驗手冊根據學生課本編排，其中的活動及實驗能引導學生思考，從而理解相關的物理概念和原理。手冊採用作業紙的格式，預留空位讓學生填寫答案、運算、記錄實驗結果、作圖及繪畫圖線。每項實驗的程序都清楚列明，更附有題目來刺激學生的思維，加深他們對實驗的理解。

多媒體光碟

多媒體光碟是電腦輔助學習的軟件，它能開闢一個以電腦為教授／學習的媒介，借助它不同的功能，幫助學生理解和掌握課本中的概念和定律。光碟內容會以文字、圖畫、聲效、動畫、錄像片段等形式表達，使學習過程變得獨特而有趣味。

多媒體光碟可分為四部分：

模擬程式所模擬的物理學現象、過程或實驗大都難於在實驗室或課室示範。使用程式時，學生只須改變程式中的變數，便可即時看到轉變的影響，從而了解當中的物理概念和定律。學生可跟隨程式的指示探究程式的精髓，也可用自己的方式去領悟。

錄像片段錄影了一些難於在實驗室進行的實驗或見到的現象。每段片段都放有一些問題，把片段觀賞完畢後，學生可嘗試回答問題，然後再和光碟提議的答案比一比。

詞語表列出了學生課本內的物理詞彙，並附以詳細解釋和英文翻譯的正確發音。

多項選擇題共分為三部分：課後練習、複習測驗和模擬考試（收錄在光碟三中）。學生從熒光幕選擇答案後，電腦會按他們的答案即時作回應，並統計他們在練習、測驗和考試中的得分，從而評核他們的表現。如答案錯誤，學生可要求提示，來引導他們找出正確的答案。

模擬程式、錄像片段和多項選擇題都與學生課本的內容密切聯繫，故課本的相關部分印有以下圖案作為標記：

模擬程式 

錄像片段 

多項選擇題 

圖片及資料鳴謝

本社已盡力追溯版權，如偶一不慎侵犯版權，合法之持有版權者請與本社接洽。本書蒙下列各機構提供圖片和資料，謹此致謝：

AIWA Hong Kong Ltd.

p. 62 Fig 22.1a left

Apple Computer International Ltd.

p. 185 bottom right

British Nuclear Fuels plc.

p. 252 Fig 27.4d

Camera Press London

p. 251 top left; p. 256 Fig 27.4j

Canon Marketing (HK) Co. Ltd.

p. 20 Fig 22.4h

China Features

p. 87

Central Plaza Management Co. Ltd.

p. 16 left

CLP Power Hong Kong Ltd.

p.133 Fig 24.2b; p. 138 Fig 24.2m, n;

p. 148 Fig 24.4a; p. 255 bottom left

Gamma Laboratory

p. 248 Fig 27.3e

HK Automobile Association

p. 138 Fig 24.2l

Imperial War Museum

p. 251 bottom left

Intel Semiconductor Ltd.

p. 185 bottom left

IAEA

Vadim Mouchkin p. 256 bottom

Lord Blacket's Estate

p. 217 Fig 26.2h

MTRC

p. 106 Fig 23.4a right

National

p. 70, Fig 22.2e

Naval Photographic Center

p. 251 bottom

ORBIS

p. 18 Fig 20.4c

PhotoDisc, Inc.

p. 27; p. 61; p. 125; p. 159; p. 172 bottom right

Prince of Wales Hospital, Department of Clinical Oncology

p. 246 Fig 27.3a

Princeton Plasma Physics Laboratory

p. 254 Fig 27.4g

SAFLEC

p. 145 bottom

Science Photo Library

cover; p. viii; p. ix; p. 202; p. 205; p. 251 top right

Sony Hong Kong Marketing Company (A division of Sony Corporation of Hong Kong Ltd.)

p. 62 Fig 22.1a right; p. 130 Fig 24.1e

The Hong Kong Special Administrative Region Government

p. 77 Fig 22.3g

The Hongkong Electric Co., Ltd.

p. 19 Fig 20.4d; p.64 Fig 22.1c; p. 66 Fig 22.1e;

p. 151 bottom; p. 153 left

The Science Museum, London

p. 207 top left

Topham Picturepoint

p. 97 Fig 23.2h

U.K. Atomic Energy Authority

p. 247 Fig 27.3c, d; p. 249 Fig 27.3h; p. 253 Fig 27.4e

Wallace Harper & Company, Ltd.

p. 44 left

蒙下列各機構提供試題，謹此致謝。

Hong Kong Examinations Authority (HKCEE)

London Examinations, A division of Edexcel Foundation (London)

Oxford Cambridge and RSA Examinations (O & C, MEG)

Scottish Qualifications Authority (SCE O-Grade)



第五部分

電磁現象 與電子學

20

靜電學

21

電 路

22

家居用電

23

電磁學

24

電磁感應

25

電子學

複習題

這是一個頗長的部分，內容包括靜電學、電路、家居用電、電磁學、電磁感應及電子學。為了帶出這些課題與我們日常生活的關係，課文因此載有多篇「生活中的物理」。此外，課文更介紹多項新穎的實驗，以闡述物理學的概念及定理。

光 碟

下面列出與本部分有關的模擬程式和錄像片段，在課本相關的部分也印有以下圖案作為標記。

模擬程式



錄像片段



20.1 利用感應及分離方法起電

20.2 利用感應及接地方法起電

21.1 簡單電路模型

21.2 電路中的能量轉化（「山形圖」）

21.3 讀取安培計和伏特計讀數

21.4 歐姆定律

21.5 金屬線的電阻

21.6 並聯和串聯電路組合

22.1 交流電

23.1 線圈的轉動效應

23.2 簡單直流電動機

24.1 旋轉線圈所感生的電流

24.2 簡單交流發電機

24.3 簡單直流發電機

24.4 互感現象

24.5 簡單變壓器

25.1 陰極射線示波器

25.2 分壓器

25.3 「非」門

25.4 「與」門

25.5 「或」門

25.6 「與非」門

25.7 「或非」門

20.1 利用超高壓電源起電

20.2 范德格拉夫起電機——電力

20.3 范德格拉夫起電機——頭髮直豎實驗

20.4 范德格拉夫起電機——火花

20.5 電場圖案

20.6 尖端作用

20.7 靜電沉澱器

21.1 電池的內電阻

22.1 在 200 V 和 220 V 的交流電下亮起燈泡

22.2 提升 200 V 市電電壓至 220 V

22.3 試電筆

23.1 弓形磁場

24.1 簡單變壓器

24.2 電磁爐

24.3 輸電線模型

24.4 香港島的發電、輸電及配電情況

25.1 利用陰極射線示波器顯示波形

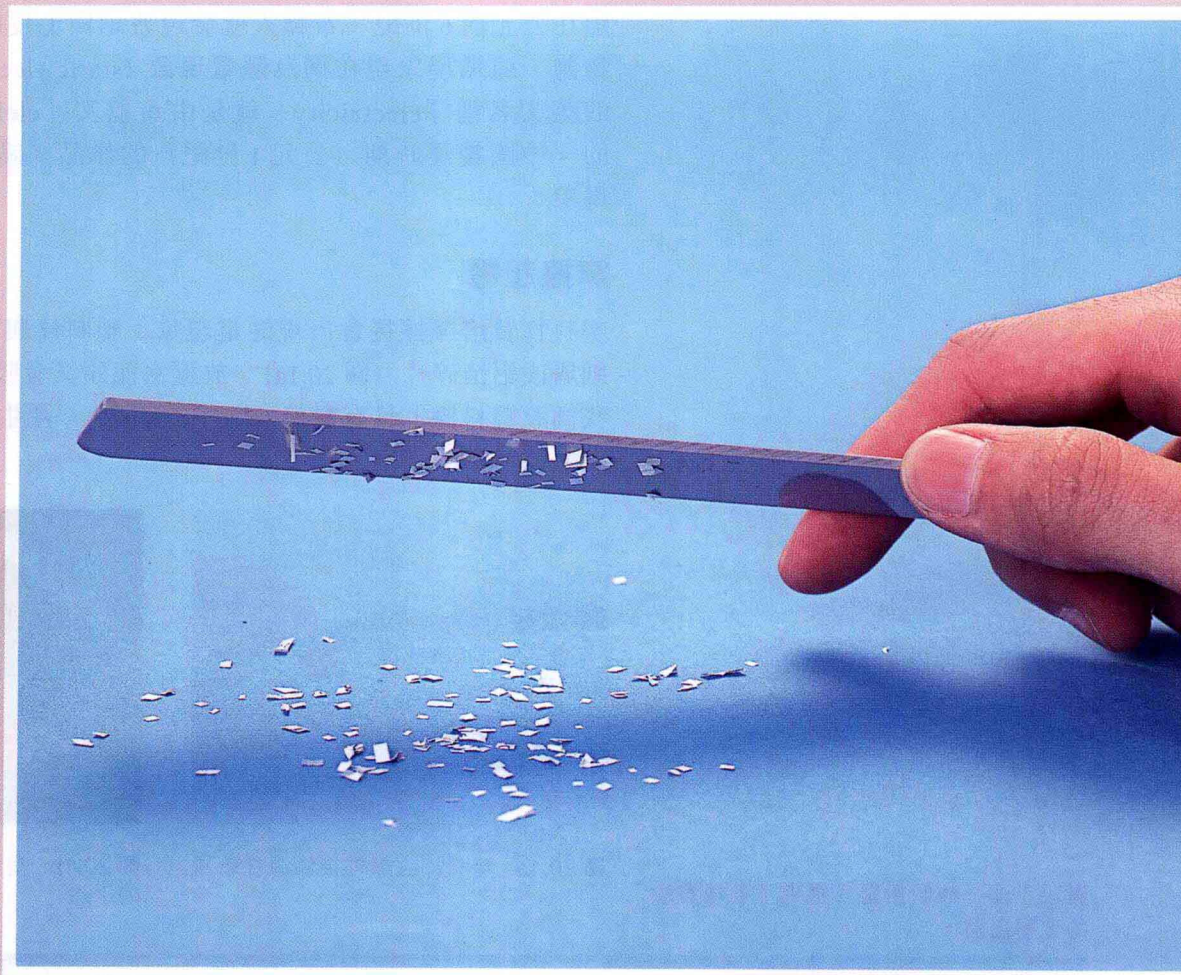
25.2 人體電波訊號

目 錄

第五部分 電磁現象與電子學

第二十章	靜電學	建議習題詳解
	20.1 電荷	2 (295)
	20.2 起電的方法	8 (295)
	20.3 電場	14 (295)
	20.4 靜電：潛在的危險與用途	18 (295)
	總結及詞彙	23 —
	練習題	24 (295)
第二十一章	電 路	
	21.1 電流	28 (296)
	21.2 電動勢與電勢差	32 (296)
	21.3 電阻	38 (296)
	21.4 電阻器的串聯與並聯組合	45 (297)
	總結及詞彙	57 —
	練習題	58 (298)
第二十二章	家居用電	
	22.1 電功率	62 (299)
	22.2 家居用電	68 (299)
	22.3 家庭電路	74 (300)
	總結及詞彙	81 —
	練習題	82 (300)
第二十三章	電磁學	
	23.1 磁鐵	88 (302)
	23.2 電流產生的磁場	94 (302)
	23.3 磁場對電流的作用力	102 (303)
	23.4 電動機	106 (304)
	23.5 動圈式電錶	112 (304)
	總結及詞彙	119 —
	練習題	121 (304)
第二十四章	電磁感應	
	24.1 電磁感應現象	126 (306)
	24.2 發電機	133 (306)
	24.3 互感現象與變壓器	140 (307)
	24.4 生產和輸送市電	148 (307)
	總結及詞彙	154 —
	練習題	155 (308)

第二十五章	電子學	
	25.1 陰極射線示波器	160 (309)
	25.2 常用電子器件	166 (309)
	25.3 開關組成的邏輯門	176 (310)
	25.4 集成電路邏輯門	180 (310)
	總結及詞彙	189 —
	練習題	191 (310)
	複習題——電磁現象與電子學	197 (312)
第六部分	原子物理	
第二十六章	放射現象 I	
	26.1 放射現象的發現和探測方法	206 (314)
	26.2 核輻射的種類	212 (314)
	26.3 輻射的危險性	221 (314)
	總結及詞彙	226 —
	練習題	227 (314)
第二十七章	放射現象 II	
	27.1 原子核	232 (315)
	27.2 放射衰變	238 (316)
	27.3 放射性同位素的應用	246 (316)
	27.4 核能	250 (316)
	總結及詞彙	260 —
	練習題	262 (317)
	複習題——原子物理	266 (318)



● 塑料棒摩擦後能吸住紙屑，為甚麼金屬棒卻不能呢？

20.1

電 荷

請學生多舉幾個在日常生活中遇見的靜電力例子。

在乾燥的日子裏，窗子剛用乾布擦淨，馬上又會沾上灰塵；我們打開超級市場的塑料袋，袋老是黏着手毛。許多日常生活的例子都表明，好些物體摩擦後都會吸起細小的東西。

遠在公元前6世紀，希臘人就發現琥珀與毛皮摩擦後會吸起細小的物體。這種現象現在稱為**靜電現象** (static electricity)。「電」一字的英文名稱「electricity」就是由希臘文「elektron」（琥珀）而來的。中國後漢時期（公元1世紀）的作品《論衡》，也有記載靜電現象。

摩擦起電

塑料物質經摩擦後會出現靜電現象：塑料棒與羊毛布摩擦後能吸起紙屑或鋁箔碎片（圖 20.1a），放近水龍頭又會吸引水流（圖 20.1b）。我們說塑料棒上具有**電荷** (electric charge)，產生**電力** (electric force)。



圖 20.1a 塑料棒經摩擦後能吸往紙屑

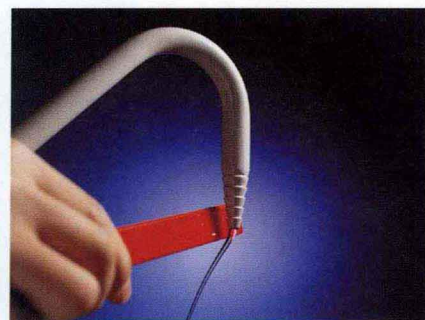
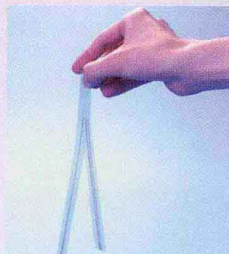


圖 20.1b 塑料棒經摩擦後能吸引細長的水流

實驗手冊（教師用書）提供了各項實驗的教學重點。

實驗 20A 摩擦起電

- 1 用粉擦摩擦兩條醋酸酯薄片（照相膠卷的材料），然後把薄片靠在一起，觀察有甚麼現象發生。再取兩條聚乙烯薄片，重複這些步驟。
- 2 取醋酸酯和聚乙烯薄片各一條，摩擦後把它們靠在一起，觀察有甚麼現象發生。



摩擦後的醋酸酯薄片



摩擦後的醋酸酯和聚乙烯薄片

研究過帶電物體之間的力後，就可以確定有兩種不同的電荷存在。
指出靜電力是一種非接觸力。

電荷間的相互作用

兩條摩擦過的醋酸酯薄片靠在一起時會互相排斥，兩條聚乙烯薄片摩擦後亦然。我們說兩對薄片上各帶有相同性質的電荷。

相反，醋酸酯薄片和聚乙烯薄片摩擦後靠在一起時卻互相吸引（圖 20.1c）。我們說兩條薄片上所帶電荷的性質相異。

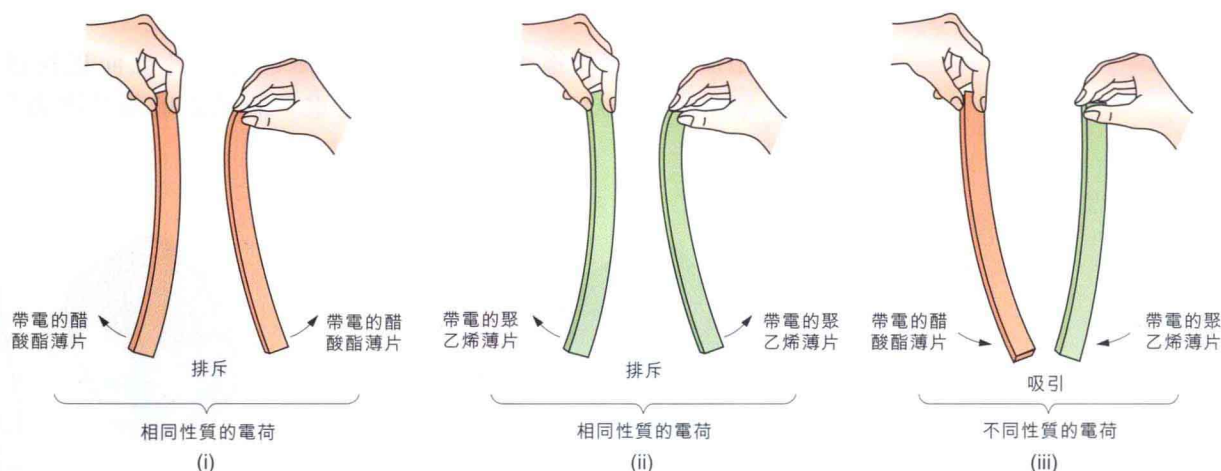


圖 20.1c (i) 和 (ii) 薄片互相排斥；(iii) 薄片互相吸引



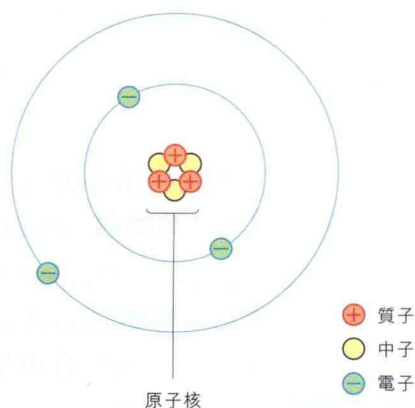
上述實驗表明了電荷之間相互作用的規則：

電荷同性相斥，異性相吸。

這兩種電荷分別稱為正電荷 (+) 和負電荷 (-)。醋酸酯和有機玻璃與羊毛巾摩擦後均帶正電荷；聚乙烯和聚氯乙烯 (PVC) 與羊毛巾摩擦後則帶負電荷。

圖 20.1d 展示電荷作用的另一個例子：由於每根頭髮都帶同性電荷，所以互相排斥而直豎起來。

圖 20.1d 頭髮帶有同性電荷而互相排斥



電荷從哪裏來？

物質由細小的原子組成，原子中心有一顆原子核 (nucleus) (圖 20.1e)。原子核由質子 (proton) 和中子 (neutron) 組成，周圍有比它們更小的電子 (electron)，環繞原子核運轉。質子帶正電荷 (+)，電子則帶負電荷 (-)；兩者所帶的電荷正、負相反，但大小相等。中子顧名思義是中性 (neutral) 的，不帶電荷。

圖 20.1e 原子模型

這部分會簡介原子的結構，以解釋摩擦生電的原理——兩個物體互相摩擦時，電子會從一個物體轉移到另一個去。第二十七章會更詳細的討論原子模型。

在正常情況下，原子內的質子、電子數目相同，正、負電荷互相抵消，因而是中性的。但當物體互相摩擦時，有時候電子會從一種物體轉移到另一種去，導致物體內的正、負電荷不能互相抵消。結果多得電子的物體帶負電 (-)，失去電子的就帶正電 (+)。

粉擦摩擦醋酸酯薄片時，把薄片原子的電子拉到粉擦去 (圖 20.1f)。結果粉擦的電子增加而薄片的電子減少。因此粉擦帶負電，而醋酸酯薄片則帶正電。

相反，粉擦摩擦聚乙烯薄片時，聚乙烯薄片反而把粉擦的電子拉過去 (圖 20.1g)。因此粉擦帶正電，而聚乙烯薄片則帶負電。

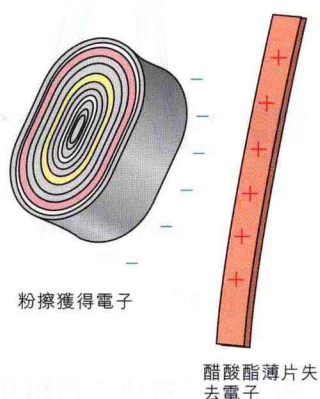


圖 20.1f 摩擦使電子從醋酸酯薄片轉移到粉擦去

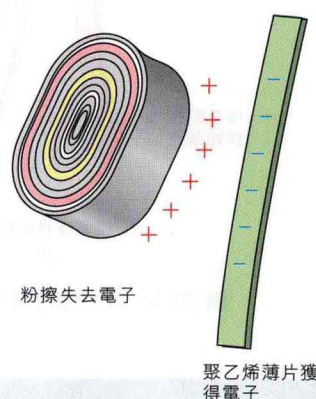


圖 20.1g 摩擦使電子從粉擦轉移到聚乙烯薄片去

注意：電荷是不能創造或消滅的。摩擦只把原有電荷分離出來，使它從一種物體轉移到另一種去。

電 量

電荷的數量稱為電量，以庫倫 (coulomb) 為單位，符號為 C。1 C 約等於 600 億億 (6×10^{18}) 顆電子所帶的電荷。

絕緣體與導體

課文指出有些物質會容許電子自由流過，有些則不會，從而解釋絕緣體和導體是甚麼。

塑料物體之所以能藉摩擦起電，全因它們獲得的多餘電子不會輕易流失。這些不許電子輕易通過的物體稱為絕緣體 (insulator)。

相反，金屬物體並不容易藉摩擦起電，因為它們所得的多餘電子很容易流失。這些容許電子通過的物體稱為導體 (conductor)。在導體中，原子最外層的電子受到的約束很小，可以自由地由一粒原子走到另一粒去，故稱為自由電子 (free electron)。

帶電物體之所以吸引不帶電物體，是因為兩者靠近後，後者會產生感生電荷。教師應指出文中的帶電棒會吸引感生負電荷、排斥感生正電荷；但由於正電荷與帶電棒較接近，所以排斥的力就較小。

帶電物體吸引中性物體

帶正電的棒放在原不帶電的鋁箔碎片上方（圖 20.1h），會吸引鋁箔中的自由電子湧向上端。如此一來，鋁箔上端會因電子聚集而帶負電，下端則因缺少電子而帶正電。

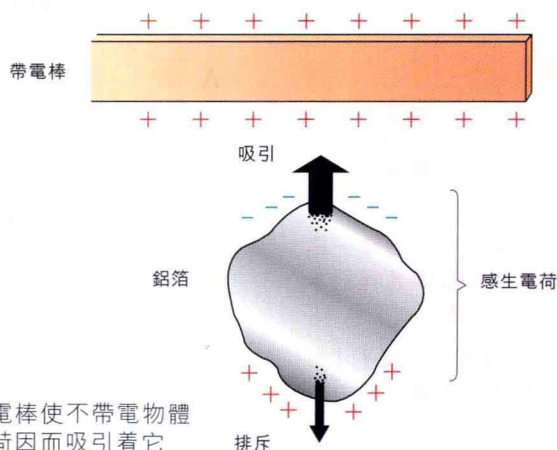
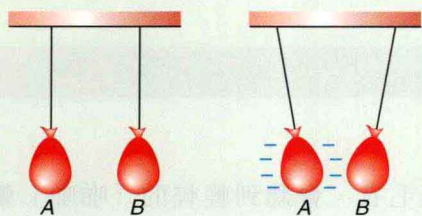


圖 20.1h 帶電棒使不帶電物體產生感生電荷因而吸引着它

於是帶電棒一面吸引鋁箔帶負電的上端，一面排斥帶正電的下端；而電力的大小隨距離遞減，由於上端比較近，所以吸力大於斥力，鋁箔就被吸起來了。這是帶電物體吸引不帶電物體的例子，鋁箔上出現的電荷稱為**感生電荷** (induced charge) —— 物體感應到外來帶電物而產生電荷。與摩擦起電不同，物體受感應後的總電量與受感應前沒有分別。

例題 1

兩個完全一樣的氣球 A 和 B 用尼龍繩懸在天花板上。



題解

- (a) 氣球 B 向着氣球 A 的一側受感應而起正電，另一側卻起負電。

氣球 A 吸引氣球 B 的正電荷，排斥它的負電荷。可是由於正電荷比較接近氣球 A，所以吸力比斥力大，把氣球 B 引向氣球 A。

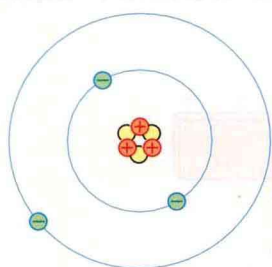
只要不碰上氣球 A，氣球 B 的總電荷一直為零（中性），與原來相同。

- (b) 現在兩個氣球所帶的都是負電荷，因此互相排斥。

- (a) 當氣球 A 摩擦而帶負電時，兩個氣球互相吸引但沒有接觸。試扼要說明兩個氣球互相吸引的原因，並指出當時氣球 B 所帶的總電荷是正、是負、還是零。
- (b) 如果氣球 B 也經摩擦，那麼兩個氣球會有甚麼事情發生？試扼要解釋。



多項選擇題

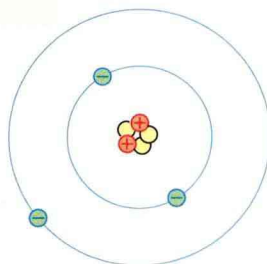


● 質子
● 中子
● 電子

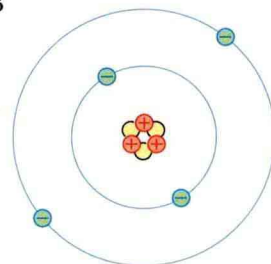
1 左圖為一種中性物質的原子結構。

如果該物質經摩擦後變成帶負電，它的原子結構可能變成：

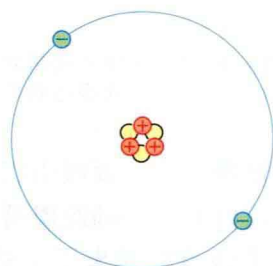
A



B



C



B

A：學生或許不知道取去核心的粒子是需要很多能量的，但摩擦過程根本不能提供這麼多的能量。

C：學生或許誤以為摩擦就是把電子「磨掉」的過程，而沒有考慮題目中的原子最後應帶負電荷。

A：學生可能忽略了感生電荷可以在中性物體中產生。

B：學生可能忘記了電荷之間的力的規則：同性相斥，異性相吸。

2 如果圖 20.1a 中的塑料棒帶正電荷，那麼，紙屑則

A 帶負電荷。

B 帶正電荷。

C 帶負電荷或屬中性。

C



問題與思考

1 試解釋下列現象：

- 在乾燥的日子裏脫毛衣，會聽到輕輕的「啪啪」聲。
- 電視機的屏幕很容易沾滿灰塵。
- 摩擦過的氣球會黏在牆上一段時間。

2 試指出原子中的 (a) 質子、(b) 中子、(c) 電子分別帶甚麼電荷 (正、負、還是中性)。

3 試分別舉出一種與羊毛布摩擦後會變成 (a) 帶正電、(b) 帶負電的物質，並說明在這兩種情況下所發生的電子轉移過程。

4 試解釋為甚麼摩擦過的聚乙烯薄片會吸住頭髮。