

97406 71443

原著第五版

大學物理

(下 册)

西	曼	爾	著
柴	斯	基	
楊		格	
張	桐	生	譯

臺灣中華書局印行

大學物理

張桐生譯

(下冊)

UNIVERSITY PHYSICS

Fifth Edition

By

F. W. Sears and H. D. Young

M. W. Zemansky

臺灣中華書局印行

中華民國十六年二月初版

原著
五版

大學物理(下冊)

下冊基本定價五元伍角正
(郵運滙費另加)



譯者
發行人
本書局登
記證字號
印刷者
發行處

張桐生
熊鈍生
臺灣中華書局股份有限公司代表
臺北市重慶南路一段九十四號
行政院新聞局出版
臺業字第捌叁伍號
臺灣中華書局印刷廠
臺中市華書局
臺北市重慶南路一段九十四號
郵政劃撥帳戶：三九四二號
Chung Hwa Book Company, Ltd.
94, Chungking South Road, Section 1,
Taipei, Taiwan, Republic of China

(臺總)乙書

目 錄

(下 册)

電磁學·光學·原子物理學

第二十四章 庫侖定律	1
24- 1 電 荷	1
24- 2 原子構造	2
24- 3 金箔驗電器與靜電計	4
24- 4 導體與絕緣體	5
24- 5 感應起電法	6
24- 6 庫侖定律	7
24- 7 電交互作用	11
習 題	13
第二十五章 電場。高斯定律	15
25- 1 電 場	15
25- 2 電場強度的計算	19
25- 3 力 線	25
25- 4 高斯定律	27
25- 5 高斯定律的應用	32
習 題	42
第二十六章 電 位	45
26- 1 電位能	45
26- 2 電場的線積分	48
26- 3 電 位	49

2 大學物理 (下冊)

26- 4	電位差的計算	52
26- 5	等位面	56
26- 6	電位梯度	56
26- 7	密立坎油滴實驗	58
26- 8	電子伏特	60
26- 9	陰極射線示波器	61
26-10	導體電荷的分配	65
26-11	凡得格拉夫發電機	67
	習 題	69
第二十七章 電容, 電介質的性質		73
27- 1	電容器	73
27- 2	平行板電容器	73
27- 3	電容器的串聯與並聯	76
27- 4	一個充電電容器的能量	78
27- 5	電介質的效應	80
27- 6	在電介質上感應電荷的分子學說	86
27- 7	電極化強度與電位移	89
	習 題	92
第二十八章 電流, 電阻, 與電動勢		95
28- 1	電 流	95
28- 2	電阻率	98
28- 3	金屬導電論	101
28- 4	電 阻	103
28- 5	電動勢	105
28- 6	電流-電壓關係式	113
28- 7	在一電路中的功與功率	115
28- 8	熱電學	119
28- 9	地球的電場	124
28-10	電流的生理效應	125
	習 題	127

第二十九章 直流電路與儀器	131
29- 1 電阻器的串聯與並聯	131
29- 2 克希何夫規則	134
29- 3 安培計與伏特計	136
29- 4 惠士同電橋	140
29- 5 歐姆計	141
29- 6 電位計	141
29- 7 $R-C$ 串聯電路	142
29- 8 位移電流	145
習 題	148
第三十章 磁 場	154
30- 1 磁	154
30- 2 磁場	155
30- 3 磁感應線。磁通量	158
30- 4 帶電質點在磁場中的運動	160
30- 5 湯木生的 e/m 量度	162
30- 6 同位素	165
30- 7 質譜儀	168
30- 8 迴旋加速器	170
習 題	174
第三十一章 帶電流導體上的磁力	177
31- 1 作用於一導體上的力	177
31- 2 哈耳效應	178
31- 3 作用於一完全電路上的力與轉矩	180
31- 4 電流計	183
31- 5 支圈電流計	184
31- 6 衝擊電流計	185
31- 7 直流電動機	186
31- 8 電磁抽機	187
習 題	189

第三十二章 一電流的磁場	192
32- 1 一運動電荷的磁場	192
32- 2 一電流基素的磁場。必歐定律	194
32- 3 長直線導體的磁場	195
32- 4 平行導體間的力。安培與庫侖	197
32- 5 一圓圈的磁場	199
32- 6 安培定律	201
32- 7 安培定律的應用	204
32- 8 磁場與位移電流	208
習 題	211
第三十三章 應電動勢	214
33- 1 動生電動勢	214
33- 2 法拉第定律	218
33- 3 探察線圈	222
33- 4 電流計阻尼	223
33- 5 應電場	224
33- 6 冷次定律	226
33- 7 貝他加速器	227
33- 8 渦電流	230
習 題	232
第三十四章 電 感	237
34- 1 互 感	237
34- 2 自 感	238
34- 3 附隨於一感應器的能量	240
34- 4 電阻-電感電路	241
34- 5 電感-電容電路	244
34- 6 電阻-電感-電容電路	246
習 題	249
第三十五章 物質的磁性	252
35- 1 磁性材料	252

35- 2	磁導率.....	253
35- 3	磁的分子學說.....	255
35- 4	磁化強度與磁強度.....	256
35- 5	磁化率與磁導率.....	259
35- 6	鐵磁性.....	261
35- 7	磁域.....	263
35- 8	滯後現象.....	266
35- 9	自 感.....	269
35-10	永久磁鐵.....	269
35-11	地球的磁場.....	272
35-12	磁 路.....	273
	習 題.....	278
第三十六章 交流電		280
36- 1	引 言.....	280
36- 2	包含有電阻、電感、或電容的電路.....	280
36- 3	$R-L-C$ 串聯電路	285
36- 4	平均與方均根值, AC 儀器.....	288
36- 5	在 AC 電路中的功率.....	291
36- 6	串聯共振.....	294
36- 7	並聯電路.....	296
36- 8	變壓器.....	297
	習 題.....	300
第三十七章 電磁波		303
37- 1	引 言.....	303
37- 2	電磁波的速率.....	304
37- 3	在電磁波中的能量.....	307
37- 4	在物質中的電磁波.....	310
37- 5	正弦波.....	311
37- 6	從一天線的輻射.....	314

6 大學物理 (下冊)

37- 7 在一輸電線上的波	315
習 題	319
第三十八章 光的本性與傳播	321
38- 1 光的本性	321
38- 2 光 源	322
38- 3 波, 波陣面, 與射線	325
38- 4 光的速率	327
38- 5 反射與折射定律	330
38- 6 折射率	332
38- 7 吸 收	334
38- 8 照 明	335
習 題	338
第三十九章 在一平面上的反射與折射	340
39- 1 海更史原理	340
39- 2 從海更史原理演證反射定律	341
39- 3 從海更史原理演證司乃耳定律	342
39- 4 全部內反射	345
39- 5 稜鏡的折射	348
39- 6 色 散	350
39- 7 虹 霓	351
習 題	354
第四十章 單一反射或折射的成像	357
40- 1 引 言	357
40- 2 平面鏡的反射	358
40- 3 球面鏡的反射	361
40- 4 焦點與焦距	367
40- 5 圖解法	369
40- 6 平面上的折射	371
40- 7 球面的折射	373

40-8 撮要	376
習題	378
第四十一章 透鏡與光學儀器	380
41-1 像與物	380
41-2 薄透鏡	381
41-3 發散透鏡	385
41-4 圖解法	387
41-5 透鏡系統的像與物	388
41-6 薄透鏡公式的牛頓式	389
41-7 厚透鏡	390
41-8 透鏡像差	392
41-9 眼	393
41-10 視覺的缺點	396
41-11 放大鏡	398
41-12 照像機	399
41-13 幻燈	401
41-14 顯微鏡	402
41-15 望遠鏡	403
習題	407
第四十二章 干涉與繞射	412
42-1 干涉與同調源	412
42-2 楊格實驗與頗耳實驗	415
42-3 在干涉條紋中的強度分布	419
42-4 在反射中的相位變更	420
42-5 在薄膜中的干涉。牛頓圈	421
42-6 玻璃上塗膜	424
42-7 邁克生干涉計	425
42-8 夫瑞乃繞射	428
42-9 單狹縫的夫朗和斐繞射	431

42-10	平面繞射光柵	437
42-11	晶體對於 x -射線的繞射	441
42-12	光學儀器的鑑別率	442
42-13	全像術	445
	習題	449
第四十三章 偏振		452
43-1	偏振	452
43-2	反射光的偏振	453
43-3	雙折射	455
43-4	起偏振鏡	457
43-5	百分偏振, 馬呂士定律	460
43-6	光的散射	462
43-7	圓偏振與橢圓偏振	463
43-8	偏振光所產生的色	466
43-9	光學應力分析	466
43-10	用會聚偏振光以研究晶體	467
43-11	旋光性	469
	習題	470
第四十四章 光子, 電子, 與原子		472
44-1	光的發射與吸收	472
44-2	熱離子發射	473
44-3	光電效應	476
44-4	線光譜	477
44-5	波耳原子	480
44-6	原子光譜	485
44-7	雷射	487
44-8	x -射線的產生與散射	490
44-9	波動力學	494
44-10	電子顯微鏡	497
	習題	499

第四十五章 原子, 分子, 與固體	502
45- 1 不相容原理	502
45- 2 原子結構	505
45- 3 二原子分子	508
45- 4 分子光譜	511
45- 5 固體結構	513
45- 6 固體的性質	516
45- 7 半導體	517
45- 8 半導體電件	519
習 題	523
第四十六章 原子核物理學	524
46- 1 有核原子	524
46- 2 核的性質	526
46- 3 自然放射現象	530
46- 4 核穩定性	534
46- 5 放射性變化	536
46- 6 核反應	538
46- 7 原子核分裂	541
46- 8 核聚變	542
46- 9 基本粒子	543
46-10 高能物理	547
46-11 輻射與生命科學	550
習 題	552
單數題答案	553
自然三角函數表	562
常用對數表	563
元素週期表	565
國際單位制	566
物理常數	570
希臘字母表	571

換算因子.....	572
索 引.....	574

第二十四章 庫倫定律

24-1 電荷 遠在西曆紀元前 600 年，古希臘人即知琥珀與羊毛摩擦後，能吸引輕物。今日敘述這一性質，稱琥珀起電，或稱琥珀帶一電荷，或稱琥珀帶電。這些名辭，均導源於一希臘字 elektron，這字的原意即是琥珀。任何固體物質，如果使之與其它物質摩擦，即可帶電。例如：汽車在行駛時，因與空氣摩擦而帶電；一張紙在印刷機上滑過時，而帶電；髮梳在梳篋乾燥頭髮時，而帶電。實質上，欲使一物體帶電，使之與其它一物體密切接觸即可。摩擦云者，不過在使兩者有更多點的密切接觸而已。

教室表演，常用硬橡皮棒與毛皮。硬橡皮棒與毛皮摩擦後，將此棒投入一盛有紗紙細屑的盤裏，許多紙屑即黏附其上，稍待數秒鐘，則又飛離。起初的黏附現象，待至第二十七章時闡述；之後的推斥現象，是由於一種力的作用。凡兩物體，以相同的方法而帶電的，均會有此力。假設有兩小而輕的通草球，以細絲線懸掛於一處，用上述帶電硬橡皮棒觸之，則兩球均黏附於其上，之後不久，此兩球即為棒所推斥，並且它們也相互推斥。

另一與此相似的實驗，是用一玻璃棒與絲絹摩擦，亦得同樣的結果。前述兩通草球經與帶電玻棒接觸帶電後，不僅為玻棒所推斥，它們也相互推斥。不過，如果將帶電硬橡皮棒所接觸帶電的通草球，與帶電玻棒所接觸帶電的通草球相接近，則又見此二球互相吸引。因此我們得一結論：即電荷有兩種——硬橡皮棒經與毛皮摩擦後所帶的電荷，稱為負電荷；玻璃棒經與絲絹摩擦後所帶的電荷，稱為正電荷。上述通草球的實驗，導出的基本結論是：(1)，同電荷相斥；(2)，異電荷相吸。

此項吸引與推斥的力，其本質是電的作用。兩物體間的萬有引力，當另有其引力。在我們將行討論的大多數問題中，此項電性的吸引與推斥的力，均比較它們間所發生的萬有引力大得多多，故後者可以完全免計。

電荷間除存在有這樣的吸引力與排斥力以外，還有因它們的相對運動所產生的力。這類的力就是發生磁現象的原因。多少年來，對於一對磁鐵棒間的吸引力或排斥力的學說，認為物質中另有一磁的實質與電荷相似，稱為“磁極 (magnetic pole)。”不過，如所週知，磁的效應也發生在一條帶電流的電線四週。電流祇不過是電荷的運動，現在可知一切磁的效應是起因於電荷的相對運動。所以磁與電並不是兩種截然分別的項目，而是電荷性質所引起的相關現象。

假設一硬橡皮棒與毛皮摩擦後，即與一懸掛的通草球相觸，棒與球均帶負電。如再以帶電毛皮移近通草球，則球為之吸引，此乃示明毛皮是帶正電。由此可知當硬橡皮棒與毛皮摩擦後，兩物體所帶的電荷適為相反。此一現象乃是任何二物質相互摩擦後所共見。所以玻璃與絲絹摩擦後，玻璃帶正電，絲絹則帶負電。此足可使我們領悟：電荷也者，非可以產生或創生，起電的過程，乃將某物自一物體傳遞至它一物體；使某物在一物體中有多餘，而在另一物體中則不足。此所謂“某物”云者，直至十九世紀末，才經發現是一甚小甚輕的一點負電，今日稱之為電子 (electron)。

24-2 原子構造 原子 (atom) 一辭，導源自一希臘字 atomos，乃不可分割之意。今日而挑剔此一名辭引用之確當與否，殊無必要。我們已知任何原子都是若干次原子質點 (subatomic particles) 的相當繁複組織，並且亦有許多方法，使此類次原子質點，從其單一原子或成羣原子中分裂而出。

造成原子的次原子質點有三：一是帶負電荷的電子，一是帶正電荷的質子 (proton)，一是中性的中子 (neutron)。電子所帶的負電荷，其大小恰與質子所帶的正電荷相等，而較此兩種電荷更小量的電荷則未有發現。故一質子或一電子所帶的電荷，成為最小量的電荷，這是電荷的最後的自然單位。

所有原子中的次原子質點，均依共同的方法排列。質子與中子均密結一團稱為原子核 (nucleus)，並因所含質子而淨帶正電。若將核看作一球體，則此球直徑的數量級是 10^{-12} 厘米。在核之外方，相當遠距離處是電子，電子的數目，是等於核內質子的數目。如果原子未經擾動，未

有電子自核的周圍空間移出，則此原子，就其整體言，其電荷的效應是中性的。這就是說，核與電子的相等數目的正、負電荷，相加的和是零，正與相等的正數與負數的和是零一樣。如果有或多或少的電子移出，則此所留剩的帶正電荷的結構稱為正離子 (ion)；而負離子，即是一原子獲得或多或少的額外電子的。此走失或獲得電子的過程，稱為游離 (ionization)。

1913年，丹麥物理學家波耳(Niels Bohr)所設想的原子模型，是電子以圓形或橢圓形的軌道繞核而迴轉。今日我們相信此一模型並不完全確實，最近的研究表示比較正確的代表電子應是展布(spread-out)的電荷分布，這將在第四十四章的量子力學原理中討論。不過，波耳模型仍可有助於我們對原子構造的了解。電子的軌道，是決定原子大小的，其直徑的數量級是2或 3×10^{-8} 厘米，約是核直徑的一萬倍。一波耳原子猶如一小太陽系，而以電力替代引力。居中帶正電的核相當於太陽，電子由於電力的吸引，繞核迴轉，則相當於行星由於引力的吸引繞太陽迴轉。

質子與中子的質量約近相等，各該質量約是電子質量的1840倍。因此一原子的所有質量可以視為集中於核。因為一個千克分子量(千模爾, kilomole)的單原子氫含有 6.02×10^{26} 個質點(亞佛加厥數)，其質量是1.008千克。故單一氫原子的質量是：

$$\frac{1.008 \text{ 千克}}{6.02 \times 10^{26}} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ 千克。}$$

前述所有原子均是三種次原子質點所組成一事，惟有氫原子是唯一例外。氫原子核是一個質子，核外是一個電子。故氫原子的全體質量中，其中 $1/1840$ 是電子的質量，餘者是一質子的質量。取三位有效數字，得

$$\text{電子的質量} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \text{ 千克}}{1840} = 9.11 \times 10^{-31} \text{ 千克。}$$

$$\text{質子的質量} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ 千克。}$$

又因質子的質量與中子者極近相等，故

$$\text{中子的質量} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ 千克。}$$

次於氫的元素是氦。其核中含有兩個質子及兩個中子，核外有兩個

電子。如果氦原子中缺少這兩個電子，則此帶兩個電荷的氦離子，亦即氦原子核，常稱作阿伐質點，或 α -質點。再次一元素是鋰，其核中有三個質子，故核中有三個單位的電荷。鋰在非游離狀態，其核外有三個電子。不同元素的核有不同數目的質子，是不同元素的核即具不同的正電荷。在本書末所附的元素表中，稱為週期表的，每一元素佔一方格，每一方格附一數字，稱為原子序數。原子序數代表該原子核內的質子數，或代表原子在非擾動狀態時，核外的電子數。

每一物質體均有大量的帶電質點，原子的核中是帶正電荷的質子，核外是帶負電的電子。當質子的總數等於電子的總數時，這整個的物質體就是電的中和體。

如果我們要以超額的負電荷加予一物體，這有兩種方法。一是以負電荷加予一個中性物體上；另一方法是從這物體中移出一些正電荷。同理，加添正電荷或是移出負電荷即引起超額的正電荷。在大多數情況中，是添加或移出負電荷（電子），於是一個“帶正電物體”是由它的正常電子數失去一些電子的物體。

一物體的“帶電”祇是指超額的電荷。超額電荷總是祇佔這物體總正電荷或負電荷的一個很少成份。

24-3 金箔驗電器與靜電計

一帶電的通草球可以用作檢驗決定它一物體是否有帶電的情事。比較靈敏的檢驗，則有賴金箔驗電器 (leaf electroscope) (圖 24-1)。兩片金葉或鋁箔 A 縛於一金屬桿 B 的端點，此桿通過一支持銷 C ，銷為橡皮，琥珀，或硫磺所製。其外方罩一有玻璃窗的罩 D 。可以察看金箔，並藉以遮風。當驗電器頂端小球與一帶電體接觸後，金箔乃獲得相同符號的電荷，於是互相排斥。金箔的開張程度，即可用以量度它們獲得電荷數量的多少。

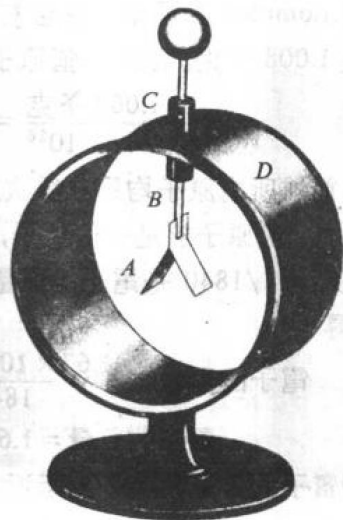


圖 24-1 金箔驗電器。