

遵照三十年修正課程標準編著

新中國教科書

高級中學

物理學

上 冊

(第三學年第一學期用)

編著者 張開圻

校訂者 戴運軌

教育部審定

正中書局印行

編輯大意

1. 本書依照民國三十年四月教育部頒行的修正高級中學物理學課程標準，編輯而成。

2. 本書用兩號字印行，對於小號字，可斟酌應用。

3. 本書採用的名詞，根據民國二十三年一月教育部公布的物理學名詞為標準。

4. 本書敘述物理學現象和重要定律時，都從初步入手，循序漸進，使學生易於明瞭，而得一整個有系統的概念。

5. 本書對於原理和現象，除用淺顯的文字說明外，插圖甚多，使學生按圖推考，更易領悟。

6. 本書對於重要名詞及定律名稱於第一次引用時，皆用黑體字以期醒目。

7. 教室中的表演實驗在物理學講演時，頗為重要，足使學生得一深刻的印象。本書採用表演實驗甚多，均為實驗上認為確實可做，而易於置備的，以求教授上的便利。

8. 書中常備有例題和解法，並對於運算時應行注意的各點，隨時加以附註，以便學生的參考。更於每章末各附有實用的

習題，使學生得思索的訓練，以求徹底領悟所學的各原理。

9. 本書中教材的選擇和次序，係就編者教授的經驗而確定，以使高中學生能得適用的教本爲目的。對於編輯方面，雖極注意，但不妥處仍恐難免，深望採用者隨時賜教，以便訂正。

民國三十一年四月編者識

上 册 目 次

緒 論

1. 自然科學和物理學1
2. 物理學的目的和研究法2
3. 物理量和權度3
4. 基本單位和導出單位4
5. 長度的單位4
6. 面積和體積的單位6
7. 質量的單位7
8. 時間的單位9
9. C. G. S. 制和英制 10
10. 密度和比重 11

第一編 力學

第一章 力和力的平衡

1. 力和重力 16
2. 萬有引力定律 18
3. 質量和重量的區別 21
4. 二力的平衡 23
5. 向量和無向量 24
6. 力的合成 25
7. 合力的計算 27
8. 三個以上同點力的合力 28

9. 力的分解 29
10. 計算合力的分析法 32
11. 一點上力的平衡 34
12. 三力的平衡 35

第二章 運動定律

1. 質點的位置 38
2. 位移 38
3. 運動 39
4. 速率和速度 40
5. 加速度 42
6. 牛頓的第一運動定律 44
7. 質量的基本量度 45
8. 動量和牛頓第二運動定律 46
9. 力的單位 48
10. 衝量 50
11. 牛頓的第三運動定律 51
12. 動量不滅的原理 52

第三章 各種運動

1. 等速直線運動 57
2. 等加速運動 58
3. 重力加速度 61

4. 落體運動	63
5. 斜面上的運動	65
6. 連接體的運動	66
7. 水平投射	68
8. 拋體運動	69
9. 等速圓周運動	72
10. 向心力和離心力	73
11. 圓周運動的週期和頻率	75
12. 簡諧運動	77
13. 單擺	80

第四章 功和能量

1. 功	85
2. 功的單位	85
3. 功率和功率的單位	87
4. 能量	89
5. 抵抗重力的位能	90
6. 動能的量度	91
7. 位能和動能的變化	93
8. 能量的形式	95

第五章 剛體力學

1. 剛體的運動	97
2. 角速度和角加速度	99
3. 角量和線量的關係	101
4. 力矩	103
5. 力的可傳性	104
6. 合力和分力的力矩	105
7. 平行力	106
8. 力偶	109

9. 重心	111
10. 剛體上力的平衡	114
11. 三種平衡狀態	115
12. 穩度	116

第六章 簡單機械和摩擦

1. 機械	118
2. 槓桿和功的原理	119
3. 機械利益和三種槓桿	121
4. 桿秤	122
5. 滑輪	124
6. 輪軸	126
7. 斜面	126
8. 螺旋	128
9. 劈	130
10. 滑動摩擦	131
11. 滑動摩擦係數的測定	133
12. 滾動摩擦	134
13. 機械效率	136
14. 摩擦的利弊	136
15. 機械的傳動裝置	136
16. 簡單機械的配合	138

第二篇 物性學

第一章 固體的性質

1. 物性和三種物態	141
2. 彈性	142
3. 虎克定律	143
4. 彈性係數	144
5. 彈性體的碰撞	146
6. 固體的其他性質	147

第二章 液體的性質

1. 液體的自由面 148
2. 液體中的壓力 149
3. 巴斯噺原理 152
4. 水壓機 153
5. 連通器 155
6. 自來水 156
7. 浮力和阿基米得原理 157
8. 物體的浮沈 159
9. 固體比重的測定 161
10. 液體比重的測定 163
11. 浮體的穩度 165
12. 液體的阻力 166

第三章 分子現象

1. 分子說 169
2. 分子力 170
3. 分子運動和擴散 171
4. 溶解結晶和吸收 172
5. 滲透作用 173
6. 表面張力 174
7. 毛細現象 175
8. 黏滯性 176

第四章 氣體的性質

1. 氣體的比重和壓力 179
2. 大氣壓 180
3. 托里拆利的實驗 181
4. 氣壓計 182
5. 波義耳定律 184

6. 氣體的浮力 185
7. 虹吸管 187
8. 抽水唧筒 188
9. 空氣唧筒和壓氣唧筒 190
10. 壓力計 192
11. 流動時的流體 193
12. 空氣的阻力和飛機 194

第三編 熱學

第一章 溫度計和膨脹

1. 溫度和溫度計 198
2. 最高最低溫度計 200
3. 固體的膨脹 201
4. 不等膨脹的應用 204
5. 液體的膨脹 205
6. 氣體的膨脹 207
7. 標準溫度計 209
8. 理想氣體的定律 210

第二章 熱量和三態的變化

1. 熱量和比熱 215
2. 比熱的測定 217
3. 溶解和凝固 219
4. 熔解熱 221
5. 蒸發 222
6. 飽和汽 224
7. 沸騰和汽化熱 225
8. 沸點和氣壓的關係 227
9. 製冰和發冷的設備 228
10. 露點和溼度 229

11. 溫度和氣象 231

12. 液化 232

第三章 熱的傳播

1. 熱的傳導 235

2. 安全燈 237

3. 熱的對流 238

4. 暖室的裝置 239

5. 熱的輻射 241

第四章 熱和功

1. 熱和機械能 243

2. 熱的功當量 244

3. 能量不減律 246

4. 蒸汽機 246

5. 蒸汽輪機 248

6. 內燃機 249

第四編 聲學

第一章 波動和聲波

1. 波動 252

2. 橫波和縱波 253

3. 聲源和聲波 254

4. 聲音的感覺 256

5. 聲波的速度 257

6. 波長頻率 and 速度的關係 .. 258

7. 波的反射和回聲 258

8. 波的折射 260

9. 波的干涉 261

10. 拍 262

第二章 樂音和樂器

1. 樂音和音調 264

2. 響度 265

3. 音的共振 266

4. 音程和音階 268

5. 弦的振動和弦樂器 270

6. 音品 272

7. 氣柱的振動和吹奏樂器 .. 272

8. 昆武管實驗 273

9. 留聲機 275

緒 論

§ 1. 自然科學和物理學

由吾人的感覺，可知空間(space)中有各種占有一定部分的物體(body)。凡構成任何物體的實質，稱為物質(matter)。故每一物體，即為由物質集合而存在於空間中的一有限部分。凡散布於空間中的各物體，所成的集團，稱為自然界(natural world)。自然界中各種物質，常隨時發生變化，這種變化，稱為自然現象(natural phenomena)。例如動植物的生長，雷、電、風、雨的發生，舟車的運動，煤炭的燃燒等，都是習見的自然現象。凡研究自然現象，分類比較，獲得真確而有目的、有系統、且互有關係的知識，稱為自然科學(natural science)。

自然科學的範圍太廣，普通可分為兩大類，以便研究：第一類為生物科學(biological science)，係研究有生命物體所生現象的科學，專門討論生物的構造，和生活上的變化等問題；生物學和生理學為這類科學中的基本科學。第二類則為物理科學(physical science)，係研究無生命物體所生現象的科學，專門討論物質的結構，和這種變化的問題；物理學(physics)和化學，

爲其中的基本科學。

物理學又分爲(1)力學(mechanics), (2)物性學(properties of matter), (3)熱學(heat), (4)聲學(sound), (5)光學(light or optics), (6)磁學(magnetism), (7)電學(electricity)等七科。各種科學的研究, 都依物理學爲基礎; 如天文學 (astronomy)、氣象學(meteorology)、地質學(geology)等, 都是研究特殊物理現象(physical phenomena)的科學; 生物學(biology)和實驗心理學(experimental psychology)等, 研究時所用的儀器和方法, 都和物理學有關係。化學(chemistry)和物理學的範圍, 尤難畫清, 通常雖定化學係研究物質組合的變化, 物理學係研究物質的特性和能量(energy)的變化, 但依近代研究的範圍, 很難有明顯的界限。吾人研究化學時所用的原理和方法, 常依據物理學, 並依近代的見解, 得認爲化學常研究分子(molecule)的問題, 而物理學卻多討論原子(atom)的問題; 那麼分子既爲原子結構而成, 可知物理學和化學間更有密切的關係存在, 故研究物理學的方法, 即爲研究各種科學時所用的科學方法 (scientific method)。

§ 2. 物理學的目的和研究法

吾人研究物理學的目的, 在滿足吾人探求物理現象發生的真理, 以啓發人智。凡用以增進和保障人類文化的設備, 如近代機械的進步、交通的便利、國防的設施、思想的訓練等, 都由物

理學的應用，以得吾人日常生活上的便利。

研究物理學應注重觀察(observation)和實驗(experiment)。凡由細察自然現象以蒐集事實的方法，稱為觀察。凡將有關係的情形變更，以觀察現象所受的影響的方法，稱為實驗。現象的發生，雖有簡有繁，但由精密的觀察和實驗，可知各種現象都有一定的規律，這種規律，稱為物理定律(physical law)。凡集合各種現象，分類比較，使同類的現象都可依遵一簡單定則的方法，稱為歸納法(induction method)；凡由已有的定律，推用到已知或未知的同類現象，而考察其是否適用的方法，稱為演繹法(deduction method)。歸納法和演繹法為研究科學的基本方法。研究時的程序，雖有時須憑思考和推理，但都根據觀察和實驗，故物理學為實驗的科學，以解釋無生命物體所生現象的真理。

§ 3. 物理量和權度

物體既然均占有空間的相當部分，就有長、闊、高的量度(measurement)。物體內所含的物質，就有多、少的量度。凡任何種類的量，可有量度方法，而為物理學上所用的，稱為物理量(physical quantity)。物理量的種類雖多，但其中的長度(length)、質量(mass)和時間(time)三者，稱為三個基本量(fundamental quantity)。各種自然現象的發生，都包含物質、空間、和時間的變化，故其他各量，都可由基本量組合。凡由基本量導出的量，稱

為導出量(derived quantity)。

關於量的測定,所用權度(weight and measure),或度量衡的制度,各國都不一致。但學術上對於基本量的量度,概用法國所規定的米制(metric system),或稱十進制(decimal system)。這個制度是法國革命後,於公元 1793 年所創立,現為各國所採用,我國於民國四年時定為公制,十七年國民政府定為標準制(standard system),並按此制簡單的比率,確定一市用制,以求全國度量衡的統一。

§ 4. 基本單位和導出單位

任何度量衡的制度,都先有規定的單位(unit)。單位就是同類量中所定的標準量。這個標準量確定後,就可將欲測的量,和他比較,以確定所測的量含有單位的若干倍。米制有確定的標準單位(standard unit),並且依照十進的倍數(multiples)或約數(submultiples)確定其他大小的單位,應用便利。故在科學界上一致採用。

長度、質量、和時間的三個基本量,其所定的單位,稱為三個基本單位(three fundamental units)。各種導出量的單位,均由此基本單位組合而成,稱為導出單位(derived units)。

§ 5. 長度的單位*

*實驗 1. (參看本局出版張鎬編著之高級中學物理學實驗教程,後仿此。)

長度爲物體上兩點間的直線距離，米制中長度的標準單位爲標準米(standard meter)，或稱公尺。法國創造一米的長度時係根據通過巴黎的子午線(meridian)，自地球的北極至赤道間的一千萬分之一的長度爲標準，經法人浦達(Borda)製成一鉑棒(platinum bar)。但後來重測地球的象限時，發見以前所測的結果，略有差誤，故於公元 1875 年至 1887 年間，經國際權度局(International Bureau of Weight & Measure)決定，依照上述棒的長度，改用 90% 的鉑(platinum)和 10% 的銱(iridium)所成的合金，造成橫截面爲 X 形的棒 31 根(圖 1)，在其溝內面上的兩端，各刻有橫線一條，和棒長成垂直，並取其中長度和浦達造成的最相近的一棒，稱爲國際米原器(prototype meter)。1 米的長度，即規定等於這個鉑銱合金棒的溝面上，所刻二橫線間，在溫度爲 0°C . 時的距離。這個長度的原器，現保藏於巴黎國際權度局。

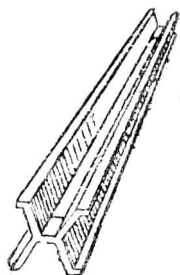


圖 1 標準米

長度的標準單位確定後，因便於實用起見，再取 1 米的十進倍數或約數，定出各種的長度單位，如表 1。

量長度時，普通所用的儀器爲米尺(meter stick)，上刻厘米、毫米數，可估讀至 $\frac{1}{10}$ 毫米。

表 1 米制的長度單位

對於米的關係	英 名	縮寫	學名	通用名
1000 米	kilometer	Km.	仟米	公里
100 米	hectometer	Hm.	佰米	公引
10 米	dekameter	Dm.	什米	公丈
1 米	meter	m.	米	公尺
0.1 米	decimeter	dm.	分米	公寸
0.01 米	centimeter	cm.	厘米	公分
0.001 米	millimeter	mm.	毫米	公釐

實驗室內所用的游標測徑器(vernier caliper)可測得真確的 $\frac{1}{10}$ 毫米數。螺旋測徑器(micrometer caliper)和球徑計(spherometer),可測得真確的 $\frac{1}{100}$ 毫米數。這等儀器的構造和用法,詳載高中物理學實驗教程。

我國現行市用制中,長度的單位為 1 市尺,等於 $\frac{1}{3}$ 米。1500 市尺 = 1 市里(1 仟米 = 2 市里),其餘的市寸、市分等單位,亦依市尺的十進倍數或約數而定。

§ 6. 面積和體積的單位

在物體的表面上,表示其含有一定長、闊的有限部分的大小,即為其面積(area)。面積的單位,可由長度的單位導出;如 1 平方米(sq. m.)為每邊長度為 1 米所成正方形的面積,1 平方厘米(sq. cm.)為每邊為 1 厘米長度所成正方形的面積。

• 物體在空間中有長、闊、高的量度,或即成一空間內有限部分的立體(solid)。表示立體的大小,即為體積(volume)。體積的單位,亦可由長度的單位導出;如 1 立方米(cu. m.),即長、闊、

高各爲 1 米長度的立方體的體積。1 立方厘米(c. c.), 即每邊爲 1 厘米長度的立方體的體積。

容器 (vessel) 等的立體, 中間空虛, 可以盛物。表示器內空間的大小 即爲其容量(capacity), 亦即稱爲容積(volume)。容積的單位和體積所用的相同, 其米制單位爲升 (liter), 或稱公升, 實等於 1000.028 立方厘米, 但通常應用時, 可視爲等於 1000 立方厘米或 1 立方分米(cubic decimeter)。

市用制面積的單位爲平方市尺、平方市寸, 容積的單位爲市升等, 都可由長度的單位導出。1 畝 = 6000 平方市尺, 1 市升即等於米制的 1 升。

§ 7. 質量的單位*

物體內含有物質多少的量, 稱爲質量(mass)。米制中質量的標準單位, 爲標準仟克 (standard kilogram), 或稱公斤。1 仟克等於國際權度局所保藏的標準鉑銻圓柱體 (cylinder) 的質量 (圖 2), 恰和 1 升的純水在密度最大時 (4°C.) 的質量相等; 那麼質量的單位, 是和長度的單位有關係的, 這是米制的另一優點。千分之一仟克的質量爲 1 克 (gram), 故 1 克的質量可視爲等於一立方厘米的純

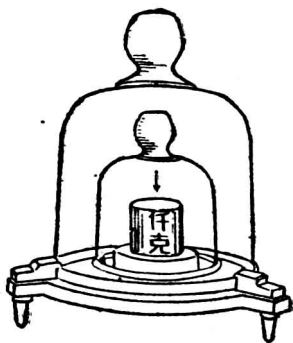


圖 2 標準仟克

*實驗 2。

水,在 4°C . 時的質量,質量的其他十進單位如表 2.

表 2 米制的質量單位

對於克的關係	英 名	縮寫	學名	通用名
1000 克	kilogram	Kg.	仟克	公斤
100 克	hectogram	Hg.	佰克	公兩
10 克	dekagram	Dg.	什克	公錢
1 克	gram	g.	克	公分
0.1 克	decigram	dg.	分克	公釐
0.01 克	centigram	cg.	厘克	公毫
0.001 克	milligram	mg.	毫克	公絲

市用制中質量的單位為 1 市斤,等於 $\frac{1}{2}$ 仟克,即等於 500 克. 1 市斤 = 16 市兩. 其餘的單位都依十進.

量度質量時,普通所用的儀器為天平(balance). 天平的主要部分為一水平架,稱為天平的梁(beam)(圖 3),梁的中間有和梁垂直的三角棱,其棱頂角向下,稱為刀口(knife edge),用以支持在直柱(pillar)的平板上. 梁的兩端亦各有同樣的刀口,棱角向上,各支持所懸的一盤(scale-pan). 此三個刀口的棱,須在同一平面內. 和梁垂直而連接於中央的長針,稱為指針(pointer). 直柱的後面或旁面的頂上,附有一鉛垂線(plumb line),懸一尖頭向下的錘. 如將天平底板兩方的螺旋配置,見鉛垂線所懸錘

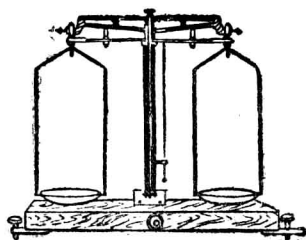


圖 3 天平

的尖頭,恰和底面上附有向上的尖頭在同直線時;或垂線恰在柱旁附有金屬環的中央時,直柱恰和水平面垂直,指針下方所指的後面直柱上,附有標度(scale)板.

板上通常自中點起，向左右兩方各刻 10 格等分。當指針恰指標度板的中點時，梁恰成水平，稱為天平的平衡 (equilibrium of balance)。若指針不能恰指中點，可將梁的兩端伸出外方部分的小螺旋，或祇在右方架內橫桿上所附的小螺旋 旋轉地位，即可得到平衡。當天平既達平衡後，可將欲測的物體，放在天平的左盤，梁的位置就生偏傾，再用質量已知的一組砝碼 (a set of weights)，選配而放在右盤，使指針仍指標度板的中間，此時各個砝碼所示質量的總和，就等於所測物體的質量。這是通常所用的方法。若天平的製造不甚精確，欲使所測物體的質量，比較的準確時，可先將物體放在左盤，右盤中放任何零星的物體，如彈丸、紙片等，恰使天平平衡；然後將左盤的物體取去，用相當的砝碼加上，再求平衡；那麼所加砝碼的總和，就等於欲測物體的質量。這個方法稱為代替法 (method of substitution)。

§ 8. 時間的單位

時間的標準單位，通常都以地球一週轉所需的時間而定。這個時間的確定，若依天頂上一個恆星為根據，那麼地面上某處子午線的觀察者，望見天頂上的一個恆星，就稱為中天 (culmination) 時，至這個恆星再達中天時所歷的時間，稱為 1 恆星日 (sidereal day)，天文學上用為時間的標準。

吾人日常的生活，和太陽有最密切的關係，所以米制中就以地球對於太陽一週轉所需的時間作為標準。凡地面上某處子午線的觀察者，見太陽兩次繼續達中天所歷的時間，即今日午刻到明日午刻的時間，稱為一太陽日 (solar day)。地球繞太陽運行時和太陽的距離有遠近，其公轉的速度 (velocity) 距太陽愈近而愈大，且地球循行的軌道面和地球的赤道面並不一致

(p. 18, § 2), 故一年中太陽日的長短不等. 若就一年中太陽日的平均數, 定為 1 日, 即稱為 1 平均太陽日 (mean solar day, 為米制中時間的標準單位. 1 日再分小時 (hour)、分 (minute)、秒 (second) 等的單位. 1 秒即為平均太陽日的 $86,400$ (即 $24 \times 60 \times 60$) 分之一.

表 3 時間的單位

1 平均太陽日 = 24 小時 = 86,400 秒

1 小時 = 60 分

1 分 = 60 秒

1 太陽年 = 365.2422 平均太陽日

1 恆星日 = 平均太陽日的 23 小時 56 分 4.09 秒

通常量度時間的儀器即常用的鐘 (clock) 和錶 (watch). 若作短時間的精密測定時, 可用最普通而簡便的停錶 (stop watch) (圖 4), 此錶係一特製的錶, 得讀至 $1/5$ 或至 $1/10$ 秒.

§ 9. C. G. S. 制和英制

物理量的單位, 如取便於應用的厘米、克、秒三單位, 為其基本單位的系統, 即稱為厘米、克、秒單位 (centimeter-gram-second units), 或取其每一英文的首字, 稱為 C. G. S. 單位 (C. G. S. units). 這種的量度制, 稱為厘米、克、秒制 (C. G. S. system). 或稱 C. G. S.

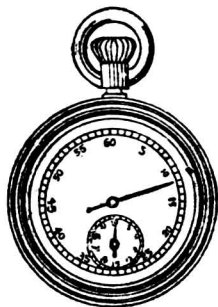


圖 4 停錶