

大學叢書

普通物理學

上册之一

薩本棟著

商務印書館發行

大學叢書
普通物理學

上册之一

薩本棟著

中華教育文化基金董事會
編譯委員會編輯



商務印書館發行

訂 正 版 弁 言

本書自印行至今，歷時已有二載，而兩年來國內及國外物理學界之進步，均足使本書有訂正之必要。

關於名詞，茲在訂正之時，編者不惜捐棄私人意見，完全採用執有全國物理學界最高權威之中國物理學會所審定之詞語。編者深信物理學名詞應由且僅應由物理學者公同審定。此等名詞一經全國唯一之物理學會謹慎決定之後，他人實無置喙餘地。即使所決定者與現行習慣或法律，有不盡相同之處，亦以修改未科學化的惡習慣與不合科學的壞法律爲是。若固執成見，而不改良習慣與法律，且反認爲物理學家所審定之物理學名詞爲不當，而欲禁止其通行，實有削足適履之弊。

近二年來，物理學上之新發現，如正電子，中和子，及人造放射質等，其重要均不容忽視。但在初等普通物理教本中，此等新材料究應包羅多寡，甚難決定。舊有知識，既已甚多，無從刪減，而新發現者，又正在演變中，故編者以爲欲引起初學者對於近代物理學之興趣，而達到提高一般學生之物理知識之目的，鞏固其基礎，實爲無二法門；是以訂正之時，關於較新穎之材料，仍不多增。

訂正版中另寫之處，多係用本書者與編者商討之結果，編者深感各位先進與同學（間亦有素未謀面者）之贊助，並望讀者仍

繼續賜教。

最後，商務印書館不憚重排之煩，不惜改版之費，以求本書之完善，尤爲編者所欽佩。

編者，二十三年十月十日。

北京，清華大學。

編輯大意

(一) 本書係根據編者歷年在北平清華大學所授之第一年普通物理教材而撰述，其目的在使初入大學之理工科學生，對於物理學中各觀念之意義，各重要現象之情形，與其相互之關係及應用，獲得確切之智識。取材雖偏重於理工學生之需要，然如教者斟酌讀者之程度，將所討論各問題之內容加以縮減或擴充，則亦可用作文法科之普通物理教本或高中物理之參考書。

(二) 本書所需之算學智識，僅以代數，平面三角及淺近之坐標幾何為限，故凡屬須用微積分或較深之算理方能說明盡善之部分，均不作詳細之陳述。惟已學過微積分者，可應用其已有之智識，以擴充此等部分。

(三) 本書係按常例分為力學，聲學，熱學，電磁學及光學五編，而以力，聲，熱，三編合訂為上冊，電磁及光二編為下冊。至於他書所劃歸於物性學之材料，本書則附之於力學或熱學中，不另立一編。教授之時，倘每星期演講與討論共約四小時，則上下兩冊可分於上下兩學期中授畢之，（每學期授課時間約為十五星期）。

(四) 教授之時，可按本書編述之次序，或將熱學提前，然後方授聲學亦可。至於力學，雖為初學者所常視為最困難之部分，然仍以先授為宜，因其中所討論之各觀念，實為全部物理學

之基礎，讀者對之不可不先有嫻熟之認識。

(五) 書中正文均以五號字排印。凡屬初學者不必特別注重之段或節，則以六號字排印之。故如遇教授之時間較短，則凡以六號字排印之部分均可略去不授。

(六) 初學物理者所感覺之困難諸點，亦多為物理學演進史中諸名家在起始時所認為難解之點，故本書所採之討論方式，多先依歷史的次序以陳述，然後繼之以論理的推演。全書結構遂以敘述問題之起因及現象性質之大概為發端，論列物理的律例及其相互之關係為軀幹，而以各事象之應用為枝葉，及解釋此等現象之學說為歸宿。

(七) 章末所附之問題，可視作書中各章之綱要。惟其中亦有須先融會各原理方能解答之者，讀者幸特加以注意。至於各習題，有僅須將數碼代入相當之公式，即可求得答案者，有必須慎重之考慮方能算出者，惟其目的均以增進讀者引用各律例及原理之能力，以期其能運用自如，而於遇及實際的問題時，能深知如何進行解答之道為主。習題之較難者，均附以一『*』，初學者可不必計算之。又計算各習題時，所用數碼之多寡，可參照附錄甲各節所述者為之。

(八) 附錄甲所討論之問題，原係實驗教本之材料，惟以計算各習題時，常須用及此中所陳述之原理，故亦附入本書。

(九) 採用本書作課本時，必須由教者作相當之實驗表演。

且須按相當之實驗教本，令學者自作實驗，以收實驗與講演相輔而行之效，庶幾學者遇難於領悟之處，得具體的實驗之資助而獲了然。

(十) 附錄中亦列有常見物體之比重表，四位對數表及三角函數表等，以便於計算各習題時尋索之用。

(十一) 本書所用之名詞與術語，均採用所已公布者。至於外國人名地名則均照羅馬字母拼寫不另加音譯。惟為免除誤解起見，於各詞首次在書內出現之處，均附註以英語，並於書後列一中英文名詞對照表，藉資互參。至於索引，則僅依中文字劃多寡編製，以省篇幅。

(十二) 書中節次之編號，係採用小數點制：即以整數代章次，小數點後之數碼表節次。例如 12.3 節，即第十二章第三節是也，餘仿此。

普通物理學上册目錄

引 言

(0.1) 自然科學與物理學 (0.2) 科學方法 (0.3) 科學方法之實施：
觀察與實驗 (0.4) 單位與數值 (0.5) 現象之解釋 (0.6) 自然律 (0.7)
物理學之範圍及分科。

第一編 力學 (0.8) 力學總說

第一章 槓桿及力矩定律 (1.1) 槓桿 (1.2) 長度及其單位
(1.3) 重量 (1.4) 重量與力 (1.5) 槓桿實驗 (1.6) 支點所受之力 (1.7)
槓桿之種類及其機械的利益 (1.8) 輪軸 (1.9) 滑車 (1.10) 靈敏天秤
及其用法 (1.11) 複稱法 (1.12) 砝碼之誤差及其校正

第二章 力之合成及其分解 (2.2) 斜面 (2.1) 力盤實驗 (2.3)
定義數則 (2.4) 有向量與無向量 (2.5) 力之分解及其合成 (2.6) 若干
會聚力平衡時必具之條件

第三章 剛體之靜力學 (3.1) 本章之問題 (3.2) 力之可傳性
(3.3) 兩個作用點不同之力之合力 (3.4) 兩平行力之合力 (3.5) 力偶
(3.6) 數個力之合力 (3.7) 重心 (3.8) 物體靜止之條件 (3.9) 演算靜
力學問題時之步驟

第四章 虛功原理 (4.1) 本章之問題 (4.2) 功及其單位
(4.3) 虛功原理 (4.4) 螺旋 (4.5) 差動輪軸 (4.6) 差動滑車 (4.7) 機
械之效率 (4.8) 靜力學各原理之回響

第五章 自由落體 (5.1) Galileo 之貢獻 (5.2) 質點之位置 (5.3) 位移 (5.4) 時間及其單位 (5.5) 快慢與速度 (5.6) 瞬時快慢與瞬時速度 (5.7) 加速度 (5.8) 直線運動 (5.9) 自由落體之實驗

第六章 動力學之基本定律 (6.1) Galileo 實驗及其附帶結果 (6.2) Newton 之第一運動定律 (6.3) 質量 (6.4) 質量之單位 (6.5) Newton 之第二運動定律 (6.6) 第二定律之討論 (6.7) 重量與質量之關係 (6.8) Newton 之第三運動定律 (6.9) Atwood 機器 (6.10) 物體在斜面上之運動 (6.11) 拋射體之軌跡

第七章 圓周運動 (7.1) 沿圓周之運動 (7.2) 等速圓周運動 (7.3) 向心力與離心力 (7.4) 圓周運動之週期與頻率 (7.5) 車軌之斜度

第八章 單位與因次 (8.1) 基本單位與導出單位 (8.2) 絕對制度之單位 (8.3) 單位之因次 (8.4) 速度與加速度之因次 (8.5) 力及其他各量之因次 (8.6) 因次公式之應用 (8.7) 英國工程單位

第九章 剛體之轉動 (9.1) 兩種運動 (9.2) 角移 (9.3) 角之單位 (9.4) 角速度 (9.5) 角速度與切線速度 (9.6) 角加速度 (9.7) 等加速轉動 (9.8) 角加速度與切線加速度 (9.9) 轉動實驗 (9.10) 轉動定律之推導 (9.11) 轉動慣性 (9.12) 衡量矩與角動量 (9.13) 瞬時轉動軸線 (9.14) 角速度與角加速度之加減 (9.15) 軸線之進動 (9.16) 迴轉儀 (9.17) 移動與轉動之比較

第十章 混合轉動及移動 (10.1) 質量中心之意義 (10.2) 兩

質點之質量中心 (10.3) 三個質點之質量中心 (10.4) 質量中心距一定平面之遠度 (10.5) 固體之質量中心 (10.6) 質量中心與重心 (10.7) 質量中心之速度及加速度 (10.8) 質量中心加速度與外加力之關係 (10.9) 物體之普遍運動 (10.10) 靜力學之基本原則

第十一章 萬有引力及地球之運動 (11.1) Kepler 定律 (11.2) 月球之運動 (11.3) 地球吸力與質量之關係 (11.4) 引力常數 (11.5) 地球之質量及其平均密度 (11.6) 物重與地球吸力 (11.7) 地球之形狀 (11.8) 潮汐

第十二章 週期運動及擺子 (12.1) 單擺之運動 (12.2) 簡諧運動 (12.3) 單擺公式 (12.4) 角諧運動 (12.5) 複擺 (12.6) 複擺之振動中心 (12.7) 方向相同之簡諧運動之組合 (12.8) 兩個正交之簡諧運動之組合 (12.9) Lissajous 圖 (12.10) 自由振動與強迫振動 (12.11) 機械式的共振 (12.12) 各種運動之總回響

第十三章 摩擦 (13.1) 摩擦阻力 (13.2) 摩擦阻力之定律 (13.3) 摩擦阻力係數之測定 (13.4) 例題數則 (13.5) 滾動摩擦 (13.6) 滾動摩擦係數 (13.7) 滾動摩擦與滑動摩擦之比較 (13.8) 例題數則

第十四章 彈性體力學 (14.1) 彈性 (14.2) 應變 (14.3) 應變之量度 (14.4) 應力及負荷 (14.5) 應力之量度 (14.6) 彈性限度及 Hooke 定律 (14.7) 彈性係數 (14.8) 梁之彎曲 (14.9) 桿之扭轉 (14.10) 超過彈性限度之應變 (14.11) 彈性後效 (14.12) 彈簧振子 (14.13) 扭擺 (14.14) 彈性體之正碰 (14.15) 恢復係數

第十五章 能量與功率 (15.1) 功與能量 (15.2) 動能 (15.3) 轉動能量 (15.4) 運動物體之總能量 (15.5) 位能 (15.6) 動能與地球吸力 (15.7) 動能與彈力 (15.8) 動能與位能之換變 (15.9) 位能與靜止穩度 (15.10) 兩種力 (15.11) 能量不減原理 (15.12) 功率 (15.13) Prony 輪掣

第十六章 流體之靜力學 (16.1) 固體與流體；液體與氣體 (16.2) 此後四章之問題 (16.3) 液體所受之壓力 (16.4) 壓力之成因 (16.5) 因流體重量而生之壓力 (16.6) 壓力之單位 (16.7) Archimedes 原理 (16.8) 密度與比重 (16.9) 比重計 (16.10) 浮力中心與浮體之穩度 (16.11) 壓力之傳播：Pascal 原則 (16.12) 水壓機 (16.13) 量壓力之儀器

第十七章 流體動力學 (17.1) 流體之流動 (17.2) 流體流動之原因 (17.3) 管中流動 (17.4) 驅使流體流動所需之功 (17.5) Bernoulli 定理 (17.6) 耗失頭 (17.7) Torricelli 定理 (17.8) 流體粘滯係數 (17.9) 唧筒 (17.10) 虹吸管 (17.11) 水壓衝擊機 (17.12) 注射唧筒

第十八章 流體之壓力與其容積之關係 (18.1) 氣體與液體 (18.2) 液體之壓縮率 (18.3) 大氣壓力 (18.4) 氣壓計 (18.5) 氣壓計之用途 (18.6) Boyle 定律 (18.7) 氣體之恆溫容變彈性係數 (18.8) Boyle 定律之應用 (18.9) 抽氣機

第十九章 分子之運動與分子間之力 (19.1) 分子學說 (19.2) 物質之結構 (19.3) 分子間之力 (19.4) 固體，流體，與氣體之區別

(19.5) 流體分子之運動與擴散現象 (19.6) 滲透現象 (19.7) Brown 式運動 (19.8) 固體分子之擴散 (19.9) 表面張力 (19.10) 表面張力之量法 (19.11) 數個接觸面之表面張力 (19.12) 表面張力與溫度 (19.13) 毛細管作用 (19.14) 小物體在液面之推拒及吸引 (19.15) 薄膜球內外之壓力差 (19.16) 表面張力之成因

第二十章 波動 (20.1) 波浪之意義 (20.2) 波浪與流 (20.3) 波動之種類 (20.4) 簡諧波動及波形 (20.5) 波長及傳播速度 (20.6) 波前 (20.7) 波幅及波強 (20.8) 複形波列 (20.9) 媒介質與傳播速度 (20.10) 縱波之傳播速度 (20.11) 橫波在繩中之傳播速度 (20.12) 波浪之反射 (20.13) 波浪之干涉 (20.14) 駐立波 (20.15) Melde 之實驗 (20.16) 波浪之折射

第二編 聲學 (0.9) 聲學總說

第二十一章 聲音之性質 (21.1) 振動的物體與聲音 (21.2) 媒介質與聲音 (21.3) 振動物體發生波浪之情形 (21.4) 聲波 (21.5) 聲覺之特性 (21.6) 樂音與噪音 (21.7) 聲波之機械的效應

第二十二章 聲音之傳播 (22.1) 聲音之傳播速度 (22.2) 傳播速度與氣體之密度及其溫度之關係 (22.3) 聲音在液體及固體中之傳播速度 (22.4) 聲音之反射 (22.5) 混響時間 (22.6) 吸音係數 (22.7) 房屋之吸音總值 (22.8) 聲波之折射 (22.9) 聲波之干涉 (22.10) Foley 之實驗

第二十三章 音調與樂音 (23.1) 測定頻率之方法 (23.2)

Doppler 原理 (23.3) 聞聽之頻率限度 (23.4) 和諧之物理的意義 (23.5) 音程 (23.6) 基音，陪音，及諧音 (23.7) 全音階之分析 (23.8) 變調 (23.9) 等程音階

第二十四章 樂器——絃，管，及桿等之振動 (24.1) 樂器之種類 (24.2) 絃線之振動 (24.3) 絃線振動時之陪音 (24.4) 絃線之繁複振動 (24.5) 氣柱之振動 (24.6) 閉管之陪音 (24.7) 開管之陪音 (24.8) 氣柱之共鳴 (24.9) 共鳴器 (24.10) 桿之縱振 (24.11) Kundt 聲管 (24.12) 桿之橫振 (24.13) 板及膜之振動 (24.14) 留聲機

第三編 熱學 (0.10) 熱學總說

第二十五章 溫度計 (25.1) 溫度之意義 (25.2) 溫度與熱量 (25.3) 溫度計 (25.4) 等同溫度定律 (25.5) 測溫質與測溫特性 (25.6) 溫度計之固定點 (25.7) 溫度計標度之分法 (25.8) 溫度計之基本方程 (25.9) 優良溫度計所當具之條件 (25.10) 水銀溫度計之製法及其優點 (25.11) 定容氫氣溫度計 (25.12) 氣體之壓力係數 (25.13) 定容氫氣溫度計之絕對零點 (25.14) 定壓氣體溫度計 (25.15) 甚高及甚低溫度之量法 (25.16) 特別之溫度計 (25.17) 溫度計之誤差及其校準

第二十六章 物體之膨脹 (26.1) 物體之膨脹 (26.2) 固體之長度膨脹係數 (26.3) 長度膨脹之應用 (26.4) 固體之容積膨脹係數 (26.5) 液體之膨脹 (26.6) 液體絕對膨脹之直接測定法 (26.7) 水之膨脹 (26.8) 水銀溫度計露絲之改正 (26.9) 氣體之膨脹 (26.10) Gay

Lussac 定律(26.11)氣體膨脹係數與其壓力係數之關係 (26.12)氣態定律

第二十七章 熱量與比熱 (27.1) 熱量之意義 (27.2) 熱量之單位 (27.3) 比熱及熱容量 (27.4) 水之比熱 (27.5) 混合量熱法 (27.6) 量熱器 (27.7) 物質之比熱 (27.8) 氣體之比熱 (27.9) 燃燒熱

第二十八章 物態之變化——融解 (28.1) 物質之三態 (28.2) 晶體之融解點及凝固點 (28.3) 凝固及融解時容積之改變 (28.4) 壓力對於融解點之影響 (28.5) 溶液之凝固 (28.6) 合金之融解點 (28.7) 非晶體之融解 (27.8) 融解熱 (28.9) 過度冷卻 (28.10) 溶化熱

第二十九章 物態之變化——汽化 (29.1) 汽化與溫度 (29.2) 飽和蒸汽 (29.3) 飽和蒸汽壓 (29.4) 過度飽和與過熱蒸汽 (29.5) 因汽化所生之冷卻 (29.6) 汽化熱 (29.7) 汽化之快慢 (29.8) 空氣對於汽化之阻礙 (29.9) 大氣中之水蒸汽 (29.10) 露點 (29.11) 相對濕度 (29.12) 露、霜，霧，雲，雨，雹及雪 (29.13) 沸騰與汽化 (29.14) 沸點與壓力 (29.15) 過熱液體 (29.16) 溶液之沸點 (29.17) 蒸溜 (29.18) 固體之昇華 (29.19) 三態平衡點 (29.20) 氣體之液化：臨界溫度與壓力 (29.21) 蒸汽與氣之區別 (29.22) 物態之壓容圖 (29.23) 臨界管實驗

第三十章 熱量與功——熱力學第一定律 (30.1) 熱之性質 (30.2) 熱之惟質說 (30.3) Rumford 及 Davy 之實驗 (30.4) Joule 及 Rowland 之實驗 (30.5) 熱之功當量 (30.6) 能量不滅原理 (30.7) 熱

力學第一定律 (30.8) 絕熱的與恆溫的手續 (30.9) 氣體之容積彈性係數 (30.10) 氣體之自由膨脹 (30.11) 氣體之兩種比熱與其差值

第三十一章 熱力學第二定律 (31.1) 熱化爲功 (31.2) Carnot 之貢獻 (31.3) 循環手續 (31.4) 手續之可逆性 (31.5) Carnot 循環 (31.6) 熱力學第二定律 (31.7) Carnot 定理 (31.8) 熱力學計溫法 (31.9) 熱力學計溫法之實施 (31.10) 熱量變換之當量——熵。

第三十二章 應用熱力學 (32.1) 實用熱機之種類 (32.2) 往復蒸汽機 (32.3) 器示壓容圖 (32.4) 往復蒸汽機之功率 (32.5) 冷凝式蒸汽機 (32.6) 複式蒸汽機 (32.7) 蒸汽機之效率 (32.8) 蒸汽輪機 (32.9) 內燃機 (32.10) 製冷器 (32.11) 液態空氣之製造

第三十三章 氣體分子之運動說 (33.1) 分子之運動 (33.2) 氣體之重要定律 (33.3) 氣體分子運動說之假設 (33.4) Boyle 定律 (33.5) Charles 定律與氣體方程式 (33.6) Dalton 定律 (33.7) Avogadro 定律 (33.8) 實際氣體中之分子力 (33.9) Van der Waal 方程 (33.10) 氣體之比熱

第三十四章 熱之傳播 (34.1) 傳播熱之方法 (34.2) 固體之導熱率 (34.3) 導熱率之定義 (34.4) 液體與氣體之導熱率 (34.5) 球膨脹 (34.6) 導熱率與感覺 (34.7) Davy 安全燈 (34.8) 熱傳導之性質 (34.9) 對流之成因 (34.10) 輻射 (34.11) Prevost 之互換律 (34.12) 輻射與溫度之關係 (34.13) Newton 之冷卻定律 (34.14) 冷卻定律之應用

附錄 (甲) 實驗結果之考核 (A) 實驗之誤差 (B) 物理學問題之計算法 (C) 圖表方法 (D) 實驗律之尋求

(乙) 物質比重表

(丙) 四位對數表

(丁) 三角函數表

索引

上 冊 附 表 目 次

- 第一表 世界各地之重力加速度(5.9 節)
- 第二表 簡形物體之轉動慣量(9.11 節)
- 第三表 滑動摩擦係數(13.3 節)
- 第四表 物質之彈性係數(14.7 節)
- 第五表 粘滯係數(17.8 節)
- 第六表 液體之壓縮率(18.2 節)
- 第七表 表面張力(19.12 節)
- 第八表 吸音係數(22.6 節)
- 第九表 大三和音之諧音(23.7 節)
- 第十表 以 G 為主音之音階(23.8 節)
- 第十一表 標準溫度(25.15 節)
- 第十二表 長度膨脹係數(26.2 節)
- 第十三表 液體容積膨脹係數(26.6 節)
- 第十四表 氣體膨脹係數與壓力係數(26.10 節)

- 第十五表 物質之比熱(27.7 節)
- 第十六表 氣體之比熱(27.8 節)
- 第十七表 燃燒熱(27.9 節)
- 第十八表 融解溫度與融解熱(28.8 節)
- 第十九表 飽和水蒸汽之壓力與密度(29.3 節)
- 第二十表 汽化熱量(29.6 節)
- 第二十一表 水之汽化熱量(29.6 節)
- 第二十二表 臨界溫度(29.22 節)
- 第二十三表 導熱係數(34.4 節)