

# 初級物理學

第一冊

(力學之部)

主編者 R. C. 蘭茨別爾格

譯者 王 子 昌

上海中外書局出版

# 初 級 物 理 學

第 一 冊

(力 學 之 部)

主 編 者 I. C 蘭 茨 別 爾 格  
(蘇 聯 科 學 院 院 士)

譯 者 王 子 昌

上 海 中 外 書 局 出 版

初級物理學

(第一冊 力學) 25開 228千字 304用紙面 定價¥14,000

---

原書名	ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ ЧАСТЬ ПЕРВАЯ (МЕХАНИКА)
原主編	Г. С. ЛАНДСВЕРГА
原出版者	ГОСТЕХИЗДАТ
原出版版次	1948年
譯者	王 子 昌
校閱者	張 鍾 俊
出版者	中 外 書 局
發行者	上海中山路一號
印刷者	協興印刷廠
	上海海鹽路788號

---

書號: 0041

1954年6月初版

印數 0001—3000

## 原 序

我們決定把這本書定名為“初級物理學教程”，表示我們旨在使這一本書能適用於學習物理科學的基本要點。這是在普通中等學校高年級的教學上，和中等技術學校或中等專科學校的教學上所應該擔當的任務。所以我們希望這本書可以在所有這些學校中用作物理學的基本教材，因為這本書的體例，對於任何一種中等學校都是適合的。

這些體例使本書具有一些特點，而與現有的中等學校教科書不同。這些特點需要加以說明，以便提起主要是教師們的注意。這篇序正是為教師們寫的。

高等學校的教師們有一種悲觀的看法，認為中學畢業生所具備的物理學知識的水平，是使人很不滿意的。我們所感到困惱的，與其說是學生對於事實和理論概念掌握得不够，毋寧說是他們對於這些事實和概念之間的關係缺乏明白而正確的判斷。學生們時常弄不清楚，什麼是基本的定義，什麼是實驗的結果，什麼應該看作這些實驗知識的理論總結。他們往往把新事實當做自明的結果，因而對於這些事實的深刻的意義就完全沒有理解，或者相反地，把相同理論的不同說法當做不同的定律。

當然，就講授材料的範圍而言，就敘述的深度而言，就系統地利用或繁或簡的教學工具而言，高等學校中的教學與較低階段的教學是有重大的區別的。但是即使在較低階段，所教的也應該是物理科學（或物理科學初步），而不應該是一堆事實和知識。換句話說，應該根據事實材料，把物理學所特有的科學方法的明確概念灌輸給學生。毫無疑問，這方法當然是實驗法。沒有人會否認，物理學是實驗的科學，而物

理定律都由實驗得來的。但在很多教科書中，這種說法好像是一篇宣言，放在有關的前幾頁中。以後就主要地把實驗用作說明的例證，而不讓學生注意物理概念的實驗性質。但是，必須使學生知道邏輯地表達出來的定義，祇有靠了實驗，靠了量度，才是有內容的。物理學中的任何概念，祇有當它與一定的觀察和量度方法相聯繫時才有具體的意義，否則這種概念在真實的物理現象的研究上不可能有任何用處。

現以最簡單的勻速運動的概念為例來說明。一種運動的勻速性問題的決定，與觀察方法有關。某種運動，例如列車的運動，如果我們採用粗率的方法，就各段距離和各段時間加以觀察，當然可以看做勻速運動；但是用比較精密的方法觀察時，這種運動就可能是非勻速的了。如果在所選用的觀察方法之下，運動滿足規定的勻速運動的定義，那末對於這運動，就適用勻速運動的全部定律，以及全部結論和計算，並具有與量度方法相對應的準確度。

明確地了解物理定律的這一個實驗性質，是具有非常重要的意義的，因為它使物理學成爲一種自然科學，而不是一座空中樓閣；另一方面它告訴我們，已知物理學定律和以這些定律爲基礎的理論是有一定的適用範圍的，並且開闢着科學進一步發展的遠景。

在開始學習的階段，應當正確地認識所研究的現象的概括；認識概括的意義和價值是具有重要作用的。在這方面，當然任何教師或教科書編者都承認概括的需要並普遍利用着它。然而往往是概括得過分的。

概括的正確意義是，略去現象中對於所研究的一些對於問題不重要的特點，而保存所需要的。這樣，同一現象可能根據事實研究方面的不同而按不同方式來概括。並且，在正確概括的時候，常常可能略去現象的一些特點，而保存另一些看上去與概括密切有關的特點。例如，力學上很常用而很有益的概括之一，是關於絕對固體的概念或不可壓縮的液體的概念。在研究許多力學問題時，如果形變的大小無關重要、因

而物體尺寸和形狀的改變可以不論時，就必須採用這種概括。但是形變會在變形的物體中造成應力，對於現象的動力學方面起着重大的作用。因此把絕對固體的概念概括成沒有變形的物體時，如果無條件地利用這種概念，就會使最基本的力學問題失去物理學的內容。必須明白地確定，我們雖然略去了固體或液體的形變，但是對於這種被概括的物體在變形時所發生的應力，我們還是考慮的；正是這種應力，解釋着我們所觀察到的一切現象。沒有這樣的明確概念，我們不可能了解最基本的現象，例如不可能回答，桌子上的重物既然有重力作用着爲什麼不動的問題，因爲除這一重力以外，在重物上看不到還作用着另一個使它平衡的、桌子的彈性應力。

把這類概括起來的概念引入科學，並加以講授，必須十分小心。當這些概念用得正確時，是非常有用，並且很便利於敘述定律和進行計算的。但要是用得不妥當或不正確，可能會在教學上引起很大的害處，可能使所形成的概念妨礙進一步的、更深入的理解。磁極或幾何光線的概念的利用可以作爲例子。這些概念的利用當然是有價值的，而不用則是不合理的。但是必須極端謹慎和仔細地弄清楚實際情形，以免受到這些概念的害處。我們中間許多人，凡是需要回答詢問、或評定發明的，都知道如果錯誤地了解幾何光線的有用概念，而以爲幾何光學完全正確，可能引起怎樣的誤會。

在中學裏的講授，也像任何別種講授一樣，當然是不可能詳盡無遺的。但是這種講授必須能使學生以後可以而且應該學完，而不要使他們不得不重學。避免這個重大的害處，是教科書編者應有的目的。爲了達到這目的，就必須盡量避免類似前述的方式和方法上的錯誤。

企圖編成這樣的一本書，是指導着從事編寫這部“初級物理學教程”的幾位物理學家的旨趣。起着決定性的作用的，正是這些見解，而不是取材的改變。所以在本書內，常常用很多的篇幅來討論一些“簡單”問題，而這些問題在通常的敘述中祇須幾行。本書篇幅所以比一

般的要來得多，主要就是由於這一點，而絕對不是由於取材的增加。

“初級物理學教程”第一篇（力學）的一至五章是由 C. Э. 哈依金教授編寫，並由 A. T. 卡拉施尼柯夫教授參加合作的；六至八章是由 M. A. 伊薩柯維奇副教授編寫的。第二篇（熱學和分子物理學）是由 M. A. 列昂托維奇院士和 Д. И. 沙哈羅夫副教授一起編寫的。修訂時我們採納了 B. B. 克臘烏克里斯的批評和 B. Л. 捷爾捷葉夫斯基教授的建議（修訂第二冊第九章時）。Д. И. 沙哈羅夫和 M. A. 伊薩柯維奇都直接積極參加了這兩篇的編校工作。第三篇（電磁學）是由 C. Г. 卡拉施尼柯夫教授參加編寫的，Д. И. 沙哈羅夫曾給予一系列的寶貴的建議。第四篇（振動和波）中的第一章和有關聲學和無線電的部份，是由 C. M. 聶托夫所編寫的；第五篇（幾何光學）是由 M. M. 蘇奧斯基和 И. A. 雅柯符列夫所編寫的；第六篇（物理光學）是由 Ф. C. 巴羅奧斯基所編寫，而第七篇（原子物理）則由 Ф. Л. 沙庇羅所編寫的。

參加本書編寫工作者總計共有十餘人。這使本書的編輯工作特別困難而繁重，因為各位編者的處理問題和筆法的不同是無可避免的。毫無疑問地，儘管編校者已盡了很大的力量，對於教科書所要求的筆法一致性的要求，還有一些距離。但依靠了許多作者集體的力量是有其很大優點的，因為這充分利用了不同專家協力的成果，而每一個專家對於所討論的問題的本質和怎樣來闡明問題，是有深刻了解的。

雖然本書的缺點很多，我們希望，這部書將使青年的學生們得到好處，並使他們對於物理學問題的理解水平有所提高，因而提高了他們對物理科學的興趣。這就是我們多年來 \* 編寫這部“初級物理學教程”的願望。

Г. С. 蘭茨別爾格

莫斯科，1952年3月

\* 譯者註：本書原本共分三冊出版，第一冊包括第1篇和第2篇，於1948年出版；第二冊包括第3篇，於1949年出版；第三冊包括第4—7篇，於1952年出版。

## 引 言

在學校裏和從書本上所得到的知識，對於我們四周環境的觀察，特別是對於現代工業使我們感到驚訝的力量的認識——這一切使學生們在思想上不由作主地發生一個疑問：憑人類少量的體力，和只能直接觀察着有限範圍內現象的感覺器官方面不全面的感覺，怎樣會有創造現代技術的一切可能。對於這個問題，我們差不多每個人會不加思索地回答道：這是研究了自然界科學而創造出來的奇蹟。在這一類人的勝利方面，物理學特別地起了非常重大的作用。

物理科學究竟用怎樣的方法支配着世界呢？

首先顯見的是，物理學所研究的是現實世界的各種現象；因之，要獲得關於這些現象的知識，第一步應當觀察。

然而科學的觀察不是很簡單的問題。例如，當我們注視落體時，很容易發覺，物體從不十分高的高度落下時，將輕輕地撞擊到地面上；但從很高的高度落下時，震動的力量將會大大地加強，甚至於使落體破裂。可是在觀察分別從低空和高空中飄浮的烏雲裏下降的兩滴時，就不能發覺這種兩滴的顯著的不同之處。大家知道，飛行員從飛機裏跌出來會跌死，可是他在很高的地方用降落傘跳下時，就會機容地着陸。另一方面，飛機上擲下的特別沉重的炸彈帶着可怕的力量撞擊時，常常打穿高樓大廈。這樣看來，比較簡單的落體現象就有各種不同的方式。假使我們要控制這個現象時，我們就需找尋出它各方面的關係：確定物體運動的某些特性，判斷物體的大小、形式和重量，以及它落下的高度等會怎樣地影響這些特性；而最主要的是，從這種事實裏得出一個一般性的結論來解釋為什麼落下是這樣發生的、而不是那樣發生的。



當研究任何其他現象時，會發生着同樣的問題。我們應當確定，各種現象的發生與什麼東西有關，用什麼方法可以減弱或加強個別的情況。因此，我們必須能夠把一個現象分析出它的個別因素，並儘可能地改變這個現象發生時的各種條件，也就是說，從簡單的觀察轉變到實驗。同時極關重要的，是不僅僅限於這個現象的一般印象，而要量度出個別因素數量上變化的特性。換句話說，必須確定我們將怎樣和利用怎樣的方法來量度現象的各方面，並且找到被量度各量間的關係。例如，在上述的落體實例中，我們要理解到落體的速度、加速度（就是速度的變更）、落下高度、空氣阻力、物體的質量和重量等。落體定律的確定就是確定這些量間所具有的關係。

當其他數量變化時指出一個數量將怎樣地變化的定律（在數量方面）的確定，是把現象作實驗的研究時一個最重要的問題。這種定律指示我們，應當怎樣變更現象進行的條件才能得到我們所希望各種結果。另一方面，這些定律幫助我們了解現象，因此開闢了創立有關這種現象的理論的途徑，即創立理論上的概念，使人們明瞭為什麼所觀察的現象要遵從已求得的定律，以及怎樣會和其他現象具有關係；有時驟然看來，這一現象似乎和其他現象並無一點關係。

所以，在落體的實例中，闡明了空氣阻力的作用，以及物體的形狀和物體運動的速度與空氣阻力的關係之後，我們就確定了落體的定律。這樣，我們逐漸接近這種現象的全部理論，特別是在落體現象中在物體迅速運動時由渦旋所致的重要作用。這闡明了物體流線形的意義；所謂流線形就是使與制動有關的渦旋大為減少的物體形狀。這些問題的解釋不僅可以解決飛機炸彈的適當形狀，而且還可以解決許多極關重要的問題，像飛機製造、汽車運輸、高速火車的構造等。

實驗對物理科學的重大意義，從上述的說明已很顯然。藉助實驗我們可找出現象的定律；利用實驗我們可創立現象的理論。理論會使我們預見尙未發現的新現象的特徵，並指出這些特徵出現的條件。這

些由理論方面得到的結論，要再受到實驗方面的驗證，並常常因而修正或改進了理論。複雜的和不明顯的現象就這樣逐漸變成了完全明瞭的現象，並且我們還如願以償地學會了控制這些現象。從這種控制自然界現象的本領裏，產生了一切現代技術的力量。

在解釋實驗的作用以後，爲什麼物理學稱爲**實驗的科學**這一問題已很明顯。但不應該以爲，僅把做得很好的各種實驗的結果比較一下，就可以創造定律和創立理論。需要一個人的全部思維能力和創造力的緊張工作，才能從實驗所得的材料中，建築成宏偉的科學大廈。

在分析上述落體的實例時，所研究的現象是比較簡單的。但是在這個現象中要確定哪幾方面發生比較重要的作用，哪幾方面發生比較次要的作用，怎樣使這個現象簡化或理想化，並在拋開次要方面時不放過重要方面，這仍舊是不很簡單的。在許多場合，由於實際現象中各種非常不同過程的錯綜複雜，因而問題也就複雜化了。例如，在電的過程或熱的過程所起作用的現象中，產生着傳遞給物體以加速度的力，對於任何光的變化等這種力甚至於也具有決定性的意義。

茲以雷雨的現象爲例。在這裏密切地交織着熱的現象、分子物理的現象（蒸發和水蒸汽的凝聚）、電的現象（形成水滴時電荷中心的作用，雷雲間所產生的電壓和其間流過的電荷）、光和聲的現象（電光和雷聲）、許多力學上的現象（雨滴下降，風，雲的運動，氣旋的產生）以及其他的現象。

在類似的情形中，把複雜現象比較簡單化起來，便於把現象分成許多部分來研究，這是不言而喻的。複雜現象的觀察證明，用這種方法可以把一個現象分爲幾組有關的現象，例如光的現象、熱的現象、電的現象等等，正如我們在雷雨的實例中所做的那樣。所以，在研究物理學時，雖然不可能把研究的材料用清楚的界限劃分，但是可能把它們結合在適宜的不同的組別裏的。

在本書中，我們先研究力學（包括液體和氣體的力學）現象，因爲其

中的現象最爲簡單，並且力學定律有助於其他各部的研究。其次再敘述與分子運動現象有密切聯繫的熱學現象。然後再研究電和電磁現象。振動和波的現象（包括機械振動、聲的振動以及電磁振盪）則另成一章。再其次是光的現象，它的敘述須依靠着振動和波的研究。最後，我們很簡短地來敘論原子的研究。

# 目 錄

## 第一篇 力 學

### 第一章 運動學

§ 1-1.	機械運動	1
§ 1-2.	運動和靜止的相對性	2
§ 1-3.	運動學	2
§ 1-4.	運動的軌道	3
§ 1-5.	物體的平動和轉動	4
§ 1-6.	點的運動	5
§ 1-7.	運動的描寫	6
§ 1-8.	長度的量度	8
§ 1-9.	時間的量度	9
§ 1-10.	運動簡圖	11
§ 1-11.	運動的速度	12
§ 1-12.	速度的單位	13
§ 1-13.	勻速運動	13
§ 1-14.	關於勻速運動的歷史	15
§ 1-15.	路程和速度對時間的線圖	16
§ 1-16.	運動的合成	19
§ 1-17.	直線勻速運動中速度的合成	20
§ 1-18.	非勻速運動。平均速度	22
§ 1-19.	瞬時速度	25
§ 1-20.	加速度	26

§ 1-21.	瞬時加速度	27
§ 1-22.	勻加速運動	28
§ 1-23.	勻加速運動中的速度	30
§ 1-24.	勻加速運動中速度的線圖	31
§ 1-25.	勻減速運動	32
§ 1-26.	非勻速運動中的速度線圖	33
§ 1-27.	應用速度線圖來求出非勻速運動中所經過的路程	34
§ 1-28.	勻加速運動中所經過的路程	35
§ 1-29.	伽利略實驗	37
§ 1-30.	速度的方向性。矢	37
§ 1-31.	方位不同的運動的合成	39
§ 1-32.	幾何合成	40
§ 1-33.	方位不同的速度的合成	41
§ 1-34.	速度的分解	42

## 第 二 章 動 力 學

§ 2-1.	動力學	45
§ 2-2.	慣性定律	45
§ 2-3.	力	47
§ 2-4.	力的標準。測力計	49
§ 2-5.	力的圖示。力是矢量	52
§ 2-6.	沿一條直線方向的力的合成	53
§ 2-7.	力和加速度間的關係	55
§ 2-8.	物體的質量	56
§ 2-9.	牛頓第二定律	57
§ 2-10.	質量和力的單位	59
§ 2-11.	單位制	61
§ 2-12.	根據牛頓第二定律進行計算	62
§ 2-13.	作用和反作用相等的定律(牛頓第三定律)	64

§ 2-14.	幾個物體間的相互作用	69
§ 2-15.	動量和衝量，牛頓第二定律的另一說法	71
§ 2-16.	物體的重量，稱重	73
§ 2-17.	自由落體	75
§ 2-18.	自由落下的加速度	76
§ 2-19.	上拋物體的運動	78
§ 2-20.	質量和重量	79
§ 2-21.	密度和比重	81
§ 2-22.	形變的原因	83
§ 2-23.	重力作用所致的形變	84
§ 2-24.	物體落下時形變的消失	85
§ 2-25.	運動物體的損壞	86
§ 2-26.	摩擦，滑動摩擦	87
§ 2-27.	滾動摩擦	90
§ 2-28.	媒質的阻力	91
§ 2-29.	摩擦力的作用	92
§ 2-30.	物體在空氣中的落下	94

### 第三章 靜力學

§ 3-1.	靜力學	97
§ 3-2.	剛體	98
§ 3-3.	力的作用點在固體上的移動	99
§ 3-4.	在三個方位不同的力的作用下，物體的平衡	100
§ 3-5.	力的合成，合力	104
§ 3-6.	力的分解	106
§ 3-7.	力的投影，平衡的一般條件	108
§ 3-8.	固定在軸上的物體	110
§ 3-9.	固定在軸上的物體的平衡	112
§ 3-10.	力矩	114

§3-11.	力矩的合成	116
§3-12.	力矩的量度	117
§3-13.	力偶	118
§3-14.	平行力的合成。重心	120
§3-15.	重心的測定	123
§3-16.	平衡的種類	126
§3-17.	穩定平衡的條件	128
§3-18.	簡單機械	131

## 第 四 章 功 和 能

§4-1.	引言	133
§4-2.	力學中的金科玉律	139
§4-3.	力所做的功	140
§4-4.	當力與位移垂直時，力所做的功	141
§4-5.	當力與位移的方向並不一致時，力所做的功	141
§4-6.	功的單位	142
§4-7.	正功和負功	143
§4-8.	沿水平面的運動	144
§4-9.	重力對斜面上運動物體所做的功	145
§4-10.	功守恆原理	146
§4-11.	具有儲藏做功本領的機械	146
§4-12.	勢能	148
§4-13.	彈性形變的勢能	150
§4-14.	動能	150
§4-15.	動能的計算	151
§4-16.	物體的總能	153
§4-17.	能量守恆定律	154
§4-18.	摩擦力和能量守恆定律	155
§4-19.	機械能變換為內能	156

§ 4-20.	能量守恒定律的一般性質.....	158
§ 4-21.	功率.....	158
§ 4-22.	機械的功率.....	160
§ 4-23.	機械的功率和尺寸.....	161
§ 4-24.	機械的效率.....	162

## 第五章 曲線運動

§ 5-1.	產生曲線運動的條件.....	165
§ 5-2.	曲線運動的速度.....	166
§ 5-3.	曲線運動時的加速度.....	167
§ 5-4.	曲線運動中的牛頓第二定律.....	169
§ 5-5.	力作用的獨立性.....	169
§ 5-6.	水平拋出物體的運動.....	171
§ 5-7.	水平拋出物體的軌道.....	172
§ 5-8.	與水平方向成一角度拋出物體的運動.....	174
✓ § 5-9.	子彈和砲彈的飛射.....	177
✓ § 5-10.	沿圓周勻速運動時的加速度.....	180
✓ § 5-11.	角加速.....	182
✓ § 5-12.	沿圓周勻速運動時作用的力.....	183
✓ § 5-13.	行星的運動，萬有引力定律.....	185
§ 5-14.	曲線運動時的形變.....	188
§ 5-15.	飛輪的裂破.....	190
§ 5-16.	沿圓周運動中牛頓第三定律.....	191
§ 5-17.	“滑道”.....	194
§ 5-18.	地球自轉對物體重量的影響.....	194
§ 5-19.	迴轉木馬，離心式調節器.....	196
§ 5-20.	在彎曲道路上的運動.....	197

## 第六章 流體靜力學

§ 6-1	引言.....	199
-------	---------	-----



§ 6-2.	液體的流動性。液體的自由表面	199
§ 6-3.	壓力	200
§ 6-4.	壓力的發生	201
§ 6-5.	液體壓縮性的量度	202
§ 6-6.	“不可壓縮”的液體	202
§ 6-7.	液體中壓力的均勻傳遞性	203
§ 6-8.	壓力的方向	203
§ 6-9.	壓強	204
§ 6-10.	壓強的單位	205
§ 6-11.	由壓強來決定壓力	205
§ 6-12.	壓強的量度。膜片流體壓強計	206
§ 6-13.	壓力和面積方向的無關性	207
§ 6-14.	液體內壓強的分佈	208
§ 6-15.	帕斯卡定律	208
§ 6-16.	水壓機	210
§ 6-17.	在重力作用下的液體	211
§ 6-18.	壓強與深度的關係	212
§ 6-19.	壓強分佈圖	214
§ 6-20.	在任意形狀容器中液體的壓強	214
§ 6-21.	聯通器	216
§ 6-22.	貯有不同液體的聯通器	218
§ 6-23.	液體壓強計	218
§ 6-24.	自來水。壓力抽機	220
§ 6-25.	虹吸	222
§ 6-26.	作用於容器器底上的壓力	223
§ 6-27.	海水中的壓強	225
§ 6-28.	潛水艇	226
§ 6-29.	浮力	227
§ 6-30.	阿基米德定律	228