

物理學

上 冊

原 著 者 [蘇聯] 沙哈羅夫

譯 者 王子昌 張鍾俊

(改 正 本)



上海大橋出版社出版

原 書 三 版 序

在這一版中，爲了提高教本的政治水平，並使它接近於教學大綱起見，已做了一系列的修改和增訂工作。師範教育局召集的會議中各位物理教師提供的意見，已經加以考慮。著者對參加商討教本的所有同志們表示謝意，尤其對赫沙和克拉富典科兩位同志，特別地感謝。

沙哈羅夫

一九五〇年九月

目 錄

第一編 力 學

第一章 引 言

§ 1. 物理學是研究什麼的.....	1
§ 2. 蘇聯的物理學.....	3
§ 3. 物理學的部門.....	4

第二章 機械運動的基本概念

§ 4. 力學的部門.....	6
§ 5. 機械運動.....	6
§ 6. 相對運動.....	7
§ 7. 物體運動和點的運動.....	7
§ 8. 固體的平動和轉動.....	8
§ 9. 勻速運動和非勻速運動.....	9
§ 10. 速度.....	10
§ 11. 速度的方向.....	11
§ 12. 勻速運動的速度.....	12
§ 13. 非勻速運動的速度.....	13
§ 14. 加速度.....	13
§ 15. 運動的圖示.....	15
§ 16. 等變運動, 等變運動中的速度.....	16
§ 17. 在等加速運動中所經過的路程.....	17

第三章 運動定律

§ 18. 物體的慣性	19
§ 19. 力	20
§ 20. 力的平衡	21
§ 21. 力的度量	22
§ 22. 力的單位	23
§ 23. 力的方向	24
§ 24. 力和加速度	25
§ 25. 摩擦	26
§ 26. 拉力的計算	28
§ 27. 物體在空氣中和在真空中的降落	28
§ 28. 落體的加速度	30
§ 29. 沿斜面的運動	32
§ 30. 物體的質量	32
§ 31. 質量和重量	33
§ 32. 質量的單位	33
§ 33. 達因	34
§ 34. 單位制	35
§ 35. 加速力的計算	35
§ 36. 密度	36
§ 37. 作用和反作用	36
§ 38. 動量	38
§ 39. 反作用運動	40

第四章 運動的合成

§ 40. 速度的合成	42
§ 41. 速度的分解	43
§ 42. 速度的相減	44
§ 43. 拋物體的運動	44
§ 44. 射程和拋射角的關係	45

§ 45. 空氣阻力的影響	46
---------------	----

第五章 圓周運動、物體的轉動

§ 46. 曲線運動	47
§ 47. 圓周運動	47
§ 48. 向心加速度	48
§ 49. 向心力	49
§ 50. 離心力	51
§ 51. 離心力的大小	52

第六章 萬有引力現象

§ 52. 行星運動	55
§ 53. 萬有引力定律	57
§ 54. 物體的重量和緯度的關係	58
§ 55. 地球質量的決定	58

第七章 力的合成和分解

§ 56. 合力和平衡力	59
§ 57. 力的平行四邊形	60
§ 58. 沿曲線運動時的傾斜	61
§ 59. 力的分解	62
§ 60. 斜面上物體重力的分解	63
§ 61. 力的相減	64

第八章 固體力學

§ 62. 固體	65
§ 63. 力矩	65
§ 64. 可繞固定軸轉動的物體的平衡	67
§ 65. 力偶	67
§ 66. 固體的重心	69
§ 67. 懸掛的和放置的物體的平衡	71

§ 68. 平衡的三種狀態·····	72
§ 69. 天平·····	75
§ 70. 稱物體的規則·····	76

第九章 功、能、功 率

§ 71. 功·····	77
§ 72. 在約束運動中功的計算·····	78
§ 73. 物體降落時重力所做的功·····	79
§ 74. 功率·····	79
§ 75. 功率和運動的速度·····	80
§ 76. 位能·····	81
§ 77. 動能·····	82
§ 78. 物體穩定平衡時的位能·····	83
§ 79. 動能和位能的相互變換·····	83
§ 80. 物體間動能的轉移·····	84
§ 81. 能的形式·····	84
§ 82. 能量守恒定律·····	86
§ 83. 永久運動機的不可能·····	87
§ 84. 陽光和地球上的生物·····	88

第十章 傳 動 的 機 件

§ 85. 傳動機件的目的·····	89
§ 86. 槓桿·····	89
§ 87. 滑輪和複滑輪·····	90
§ 88. 斜面·····	91
§ 89. 齒輪和傳輪帶·····	92
§ 90. 力學中的金科玉律·····	94
§ 91. 螺旋·····	94
§ 92. 運動的變換·····	95
§ 93. 複雜機件·····	96
§ 94. 機件的效率·····	96

第十一章 液體的平衡和氣體的平衡

§ 95. 靜止的和被壓縮的液體和氣體的壓力的均勻性	98
§ 96. 液體和氣體的壓力的度量	99
§ 97. 液體靜壓機	100
§ 98. 由液體本身重量而產生的壓力	101
§ 99. 連通管內液體的平衡	103
§ 100. 液體氣壓計	104
§ 101. 阿基米德原理	105
§ 102. 密度的測定	106
§ 103. 物體的浮沉	107
§ 104. 液體比重計	108

第十二章 大氣壓力

§ 105. 大氣和它的壓力	109
§ 106. 托里拆利試驗、氣壓計	110
§ 107. 大氣壓力和高度的關係	112

第十三章 液體和氣體的運動

§ 108. 影響液體和氣體運動的條件	113
§ 109. 粘滯性液體的運動	114
§ 110. 液體的壓力和速度的關係	116
§ 111. 渦旋	118
§ 112. 正面的阻力	119
§ 113. 航空的發祥地	121
§ 114. 機翼的升力	121

第十四章 風力和水力原動機

§ 115. 原動機	124
§ 116. 水力和風力原動機在經濟上的價值	124
§ 117. 水力原動機	125
§ 118. 風力原動機	128

第二編 熱學、物體的分子構造

第十五章 物質的分子構造

§ 119. 熱現象的本性	131
§ 120. 分子	132
§ 121. 分子運動	133
§ 122. 分子力	135
§ 123. 液體和氣體的粘滯性以及分子說	137
§ 124. 分子運動和溫度	137

第十六章 物 體 的 熱 狀 態

§ 125. 溫度的度量	139
§ 126. 物體的變熱	140
§ 127. 氣體的壓縮和膨脹	141
§ 128. 熱量的轉移	142

第十七章 熱 量

§ 129. 熱量	145
§ 130. 熱功當量	145
§ 131. 物體的熱容量和物質的比熱	146
§ 132. 比熱的測定	147
§ 133. 物體變熱時所吸收的熱量	148
§ 134. 熱平衡的方程式	149
§ 135. 燃料的熱值	150

第十八章 固體和液體的熱膨脹

§ 136. 熱膨脹	152
§ 137. 線脹係數	153
§ 138. 體脹係數	155
§ 139. 溫度改變時密度的變化	156

第十九章 氣體的性質

§ 140. 氣體的密度	157
§ 141. 查理定律	158
§ 142. 波義耳-馬利奧特定律	159
§ 143. 給呂薩克定律	161
§ 144. 絕對溫度	162
§ 145. 混合氣體的壓力	164
§ 146. 理想氣體	165
§ 147. 用分子說來解釋氣體的性質	165
§ 148. 各種氣體的分子速度	166

第二十章 固體的性質

§ 149. 物質的結晶狀態和非結晶狀態	168
§ 150. 晶體的構造	169
§ 151. 彈性的和範性的變形	170
§ 152. 虎克定律	171
§ 153. 形變的種類	172
§ 154. 抗斷強度	174

第二十一章 液體的性質

§ 155. 液體的壓縮性	176
§ 156. 在液體-氣體邊界面上的現象	176
§ 157. 表面張力	178
§ 158. 液體表面是曲面時表面張力現象	181
§ 159. 在液體-固體邊界面上的現象	182
§ 160. 毛細現象	183
§ 161. 吸附作用	185

第二十二章 物質的熔解和凝固

§ 162. 熔解和凝固	187
§ 163. 液體的過度冷卻	188
§ 164. 熔解熱	189
§ 165. 熔解時體積的變化	191

§ 166. 合金	191
§ 167. 鑄造	192

第二十三章 物質的汽化和凝結

§ 168. 汽化和凝結	193
§ 169. 蒸氣的飽和	193
§ 170. 各種液體的化氣	194
§ 171. 飽和蒸氣的性質	195
§ 172. 不同溫度時蒸氣的飽和	196
§ 173. 沸騰	198
§ 174. 高壓力和低壓力時的沸騰	199
§ 175. 不同溫度時飽和水蒸氣的壓力	200
§ 176. 汽化熱	201
§ 177. 空氣的濕度	204
§ 178. 在彎曲液面附近的飽和蒸氣壓力	206
§ 179. 天氣預測	208
§ 180. 臨界溫度	209
§ 181. 氣體的液化	210
§ 182. 真空技術	211

第二十四章 熱 機

§ 183. 熱力原動機	213
§ 184. 蒸汽機的發明	214
§ 185. 蒸汽動力站	215
§ 186. 熱力原動機的一般特性	216
§ 187. 蒸汽鍋爐	216
§ 188. 冷凝器的構造、熱力供給	217
§ 189. 蒸汽機	218
§ 190. 蒸汽機輪	220
§ 191. 內燃機	221
§ 192. 反作用原動機	224
§ 193. 致冷機	225

第一編 力 學

第一章 引 言

§1. 物理學是研究什麼的？觀察環繞我們的宇宙（我們每一個人都是宇宙的一部份），發見它永遠在不同地和連續地變化。在我們四周的一切都隨着時間而變化。在自然界中，動植物生長和死亡。空氣、水、土壤變熱、冷卻和移動。房屋、衣着、機器以及所有人們製造出來的一切東西，也都隨着時間而變化，獲得不同的特性，以及腐朽和損壞。

更深入地研究自然界，使我們確信，所有自然界的變化——我們稱它為自然現象——總是互相有連繫的。例如，如果有某物體變熱，我們總可以確定，這種變化和某相隣物體的冷卻，或和燃料的燃燒，或和其他的變化有關。對於自然現象的認識愈深，各現象間的相互關係會越加清晰地顯現在我們的面前。研究環繞我們的宇宙使我們相信，自然界是很形形色色的，而同時由於相互的關係，它的所有變化又是統一的。這個統一的宇宙，我們稱為物質宇宙，而在宇宙中不斷變化着的一切，稱為物質。自然界的研究使我們相信：除了物質宇宙之外，並沒有其他的宇宙。

因之，環繞着我們的是不斷變化着的物質宇宙。所有物質的變化，我們稱之為運動。運動是各色各樣的。以後我們將看到，物理學中所研究的是，由機械運動（就是物體位置的改變）開始的各種最簡單的運動。

研究自然界各種現象的相互關係，我們發見若干經常會重複出現

的關係。這些關係稱為自然界的規律。例如，總結氣體性質的研究，我們得到：氣體體積的變化和壓力的變化經常有一定的關係。確定了這個關係，我們可以確定自然界中關於氣體的幾個規律。所以，自然界的規律表達出自然界中實際存在的各種現象間的關係。

在研究自然界各門科學中，化學是和物理學最接近的。物理學和化學都以整個自然界為研究的對象。這就是物理學和化學與其他只研究自然界某一範圍（例如只研究植物和動物的生命，或地球的構成等）的自然科學不同的地方。物理學和化學的關係是如此密切，以致常常不易決定它們的研究界限。我們知道，化學的研究範圍是許多和物質的構造及物質的性質二者深切變化有關的現象。例如當木塊燃燒時，木塊和空氣中的氧變成了灰和煙，它們的性質是和木塊、氧的截然不同。灰已經不能燃燒而煙則不能維持燃燒了。

物理學亦研究物質性能急劇變化的現象（放射、原子核的破裂）。此外還有許多和物質構造變化無關的現象，也是物理學研究的對象。例如，導線在有電流通過時的變熱。在這種情形中，導線並無任何更深切的變化。

關於自然界的研究，物理學首先依據實驗，就是試驗和度量，並且再企圖把實驗的結果連繫起來加以解釋。

物理學和化學一樣，都和工程有密切的連繫。由於物理學的成就，工程才能有今天的光輝燦爛。反之，工程的發展也促成了物理學的成就。這種實例我們在以後會再三地遇到。顯明地，廣泛傳佈物理學的概念，並且在國內發展科學研究機關來探討物理學的問題，是目前發展工業和鞏固國防的必然條件。

習題 1. 指出下列現象哪些是屬於物理學的，哪些是屬於化學的：(a) 水的沸騰；(b) 牛乳燒焦；(c) 牛乳結出乳酪；(d) 彈丸打破玻璃；(e) 鐵生銹；(f) 金屬在車床上加工時削下金屬屑；(g) 從鐵砂煉鐵。【答】(a)、(b)、(c)、(d) 是物理現象，其餘的是化學現象。

2. 舉出幾個化學現象和物理現象的實例。

§2. 蘇聯的物理學。和西歐各國相比，俄國的科學雖然是比較年輕的，但過去俄國科學有許多例子，顯示出俄國學者對於掌握科學和進行創造性的研究具有優秀的才能。

從十八世紀中葉羅蒙諾索夫的光輝工作開始奠定了俄國科學的基礎以後，在俄國就繼續不斷地出現了優越的科學研究，以及重要而驚人的發明。俄國物理學在革命以前已經有一系列卓越的發明和重要的研究，豐富了全世界的科學內容。

我們記得：1766年普爾蘇諾夫的發明蒸汽機；很出色的技師和發明家古力賓的優秀工作（遠在第一隻輪船以前，他創造了一隻水上逆流行駛的“水上機”）；水力工程建築師勿洛烈夫父子兩人，以及第一個機車的製造者契萊帕諾夫父子兩人。我們還記得：1802年彼得洛夫發明了電弧現象；1838年雅可俾發明了電鍍；1834年楞次確定了在電磁感應中的“楞次定則”；1876年羅台琴發明了白熾電燈；雅白羅契珂夫完成了電的照明的的工作；斯大列多夫完成了光電的基本工作；列伯吉夫完成了關於光的壓力的卓越工作；烏莫夫完成了關於能量運動的重要工作；波波夫發明了無線電報；曹珂夫斯基和却百列琴關於空氣力學的深入研究而奠定了近代飛機飛行的學說；克拉羅夫關於輪船振動理論的正統研究。上列的名單距完全列出的程度還很遠，但已經表示出俄國在世界上對於科學方面和工程方面的巨大貢獻。我們在以後將看到，有些物理現象的發見及重要發明，是和西歐學者的名字有連繫的，雖然這些工作早已在俄國做過，並且已用俄文發表過。也有外國科學家和發明家，抄襲了俄國的貢獻當作他們自己的發明。

物理學在蘇維埃政權下有飛躍的發展。蘇維埃政權使物理學為社會主義建設服務，因而物理學獲得了空前的發展。規模宏大的物理學研究所組織起來了。技術程度的一般提高也是具有重大意義的：過去蘇聯依賴進口的、複雜而精密的物理學儀器，現在都可以自己生產

了。在蘇聯，光學、量電、量熱、真空和另外推進物理學所必需的儀器，在品質方面非但不遜於外國的，而且有時還大大地超過了它們的。

這些事實使蘇聯的物理學，在蘇維埃政權建立之後，已列入世界第一流的，並且在物理學中某些部門處於領導地位。例如，固體的性質、低溫現象、振動理論、液體和氣體的運動以及許多光學現象等。

蘇聯物理學的迅速發展，在斯大林幾個五年計劃的光輝成就和獲得偉大的衛國戰爭勝利中，起了不小的作用。蘇聯政府對於國內物理學者的工作非常重視。許多物理學家獲得了獎狀或斯大林獎金。

蘇聯物理學家孟潔爾許達姆，巴巴力克西，洛契潔斯維斯基，伐維羅夫，卡比采，藍達烏，福克，達姆，烈托維契，斯珂皮爾采，阿里哈諾夫，藍德斯律格等等，在國內受人尊敬，在世界科學上著有重望。可是現在外國科學上，對於蘇聯物理學家的成就尚有諱而不言的。

在本書內，主要地是論述簡單的物理現象和定律，這些是從物理學發展的初期就已發現了的。俄國的尤其是蘇聯的物理學家的成就，牽涉到比較複雜的現象，幾乎不會在中等學校中來討論的。可是在中等學校物理教本中可以討論的，已指出俄國的尤其是蘇聯的物理學在科學史上的突出地位。

現在，蘇聯全國已經興奮地進入了斯大林時代的偉大建設——古比雪夫和斯大林格勒發電廠，土爾曼和北克星米運河等工程，同時運用最新技術，使蘇聯人民的勞動更加有創造性和更加愉快，蘇聯物理學所負擔的任務也愈加重要了。非常明顯地，人民知識水平在技術基礎上（物理學和化學）的提高，是推進技術的必要條件，而保證這水平不斷的提高，則是蘇聯學校的神聖天職。

§3. 物理學的部門。在物理學中，可把許多現象歸入下列各部門中來研究：

1. 力學是研究尺寸比較大的物體的運動（機械運動）。在這部門

內，我們不去討論物體由運動而產生的變化，例如物體的發熱、荷電等。機械運動是最簡單的一種運動。

2. 分子物理學是研究組成物體最小部份（分子和組成分子的原子）的運動有關的現象。在分子物理學中，我們研究物體的熱狀態，物體從固相變化到液相或氣相，以及逆向的變化。分子運動是比機械運動較為複雜的一種運動。

3. 電磁學是研究與組成原子的帶電微粒的運動有關的現象。在這部門物理學中，我們要研究獲得電場和磁場的方法，電、磁場內所觀察到的現象，以及因帶電微粒有秩序的運動（電流）而產生的現象。電磁的運動形態是一種更為複雜的物質運動形態。

4. 振動和波。這是機械過程的和電磁過程的一種特殊情形，是研究機械振動和機械波，以及電磁振盪和電磁波。機械振動的一個特殊部份——聲波——和電磁波的一個特殊部份——光——，各和聽覺及視覺的問題有關，我們特別感到興趣。習慣上大家把它們作為聲學和光學另行列出。

5. 原子構造。這部門物理學是研究化學元素原子的物理性質。在這部門內我們還要討論組成原子各質點的運動。

第二章 機械運動的基本概念

§ 4. 力學的部門。力學是研究機械運動或各個物體的相互運動的，它是物理學中歷史最悠久的一部份。力學的發展和人們的各種需要有關：例如，房屋和各種建築物的構成，儀器的製造，航海以及國防問題等。

力學從很古時就開始發展，而以在十五到十七世紀一段時間內最為迅速。一直到現在都還在繼續發展中，例如，航空是依靠氣體運動特性的深入研究而成為可能，這就是力學最近發展的一個輝煌證明。

力學可分成下列數部門：

(1)運動學是力學中研究機械運動的部門。在運動學中，我們研究各種運動，但毫不牽涉到為什麼會產生這種或那種運動。對運動學而言，運動物體的種類也沒有關係的；不管在運動的是物體的本身，它的影子或波峯等。

(2)動力學是力學中研究運動定律的部門。這裏我們研究物體得到各種運動的條件。顯然地，從動力學的觀點上來看，究竟什麼物體在運動，不是沒有關係的。

(3)靜力學是力學中研究物體的平衡，就是研究物體靜止（或速度不變）的條件的部門。液體和氣體的平衡的研究，稱為液體靜力學和氣體靜力學。

§ 5. 機械運動。“物體運動”這句話是什麼意義呢？我們現在舉一個實例來回答這個問題。譬如有一輛離開得很遠的汽車，我們不能

辨別車輪的轉動和聽到它的聲音，試問這輛汽車是靜止的呢還是在運動的呢？我們可觀察汽車離開某一個固定在路上的物體的距離，例如用離開一棵樹的距離是否改變來決定。如果這距離是改變的，那末我們知道汽車是在運動的。所以，物體的運動就是它的位置隨時間而變動的意義，不過這位置是它對另一個可以當做不動的物體而言的。

§ 6. 相對運動。在上述運動的定義中，為什麼我們只講一個物體可以當做是不動的，而不簡直地就講它是不動的呢？因為，一般地講，一個物體完全不動，這種講法是沒有意義的。

樹對地面當然是相對不動的，但地球本身對太陽有相對運動，太陽對其他星座也有相對運動，這些星座也在各種不同方向運動。

這就是說，祇有講物體的相對運動才有意義，此時我們可以把物體中之一當做是不動的。例如，正在行駛的火車中的乘客，很自然地當做列車是一個不動的物體，對列車有運動的物體都當做是運動的。假如從乘客伸出窗外的手中失落一個物體，那末在他看來，似乎物體直接向下落到路基上，並且以後對他向後離開。但站在路基旁邊的人，很自然地觀察到，這同一物體是沿着一條曲線向前落下，落到路基上後不再運動。

因此，同一物體的運動，對於列車和對於路基是完全不同的。

所以，顯然地，講到運動必須決定哪一個物體是當做不動的。以後除在事前說明的特別情形外，我們都當做地面是不動的物體。

§ 7. 物體運動和點的運動。當一個固體在運動時，例如鐵釘的落下，我們可當做它的形狀和大小是不變的。但這並非完全正確的；在運動中，鐵釘形狀的變化是微小得可以不必計及的。液體（例如管中的水）的運動，並不是這樣的。假如在直的管中，水成圓柱形，但當它流到彎曲的管中時，它就變成彎曲的形狀了。我們很容易看到，不論固體或液體的運動情形如何，物體內不同部份的運動可能是完全不同的。