

初等物理学

第一卷 兰茨别尔格主编

初 等 物 理 学

第 一 卷

兰茨别尔格主编

上海教育出版社

一九六五年·上海

Под ред. Г. С. Ландсберга
Элементарный Учебник Физики
Том I

Государственное издательство
технико-теоретической литературы
Москва 1956

(根据苏联国立技术理论书籍出版社 1956 年版译出)

初 等 物 理 学
第 一 卷

(苏)兰茨别尔格主编

*

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 090 号

中华书局上海印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：850×1168 1/32 印张：18 11/16 字数：425,000

1965 年 8 月第 1 版 1965 年 8 月第 1 次印刷

印数：1—8,500 本

统一书号：7150·1639

定 价：(九) 1.90 元

第一版原序

我們決定把這部書定名為“初等物理學”，表示我們想使這部書作為一本教材，適用於學習物理學這門科學的基本知識。使學生掌握物理學基本知識——這正是普通中學高年級以及中等技術學校或特殊中學的教學中所應該規定的任務。所以我們希望所有這些學校都能採用這部書作為物理學的基本教材，因為這部書的基本編輯方針對於任何一種中等學校都是適合的。

這些方針使本書具有一些跟中等學校現行教科書不同的特點。為了引起教師們的注意，這些特點需要先來說明一下。這篇序也正是為教師們寫的。

高等學校的教師們往往認為中學畢業生所具有的物理學知識水平是令人很不滿意的。事實上，所以使我們感到苦惱的，與其說是學生對於事實和理論掌握得不够，還不如說是他們對這些事實和理論之間的關係缺乏明確的理解。學生常常弄不清楚哪些是基本定義，哪些是實驗結果，哪些應該看做是這些實驗知識的理論總結。他們往往把許多新的事實當做不需要論證的結論，因而對於這些事實的深刻意義就完全沒有理解，或者相反地，把同一個理論的不同的表述形式當做不同的定律。

當然，就講授材料的範圍、敘述的深度以及系統地利用或繁或簡的數學工具而言，高等學校的教學跟中等學校的教學是有區別的。但是要肯定，即使在中等學校，所教的物理學也應該是科學

(或物理科学的基础),而不是許多个別事实的总合。換句話說,應該以实际教材为基础,使学生对物理学所特有的科学方法有明确的認識。毫無疑問,这方法就是实验法。沒有人会否认,物理学是实验的科学,物理学的定律是借助于实验而求得的。但是許多教科书常常把这些論断象宣言一样放在前几页中。以后的实验主要只是为了說明而已,而使学生不注意物理概念跟实验具有最紧密联系的这种性质。事实上,必須使学生知道,合乎邏輯地表达出来的定义,只有依靠实验、**通过量度**,才得到它的内容。物理学中的任何一个概念,只有当它跟一定的观察和量度相联系时才有具体的意义,否則在研究实际的物理现象时,这种概念就不可能有任何用处。

现在用最简单的匀速运动的概念做例子來說明一下。某一运动的匀速性問題是依賴观察方法而得到解决的。某种运动,例如列车的运动,如果我們采用粗略的方法来观察各段距离和各段时间,当然可以看做是匀速运动;但是用比較精密的方法来观察时,这种运动就可能是非匀速的了。如果在所选用的观察方法下,运动情况适合于规定的匀速性的定义,那末对于这个运动來說,匀速运动的**全部定律**就都适用,并且**全部結論**和所有計算(其精密程度相应于所选的量度方法)也都正确。

明确地了解物理定律的这种**实验**性质,具有非常重要的意义。因为它使物理学成为一种**自然科学**,而不是一座空中樓閣;另一方面,它告訴我們已确定的物理定律以及基于这些定律的理論的应用是有一定范围的,同时还指出了科学进一步发展的远景。

在开始学习的阶段,对**简化**許多所研究的现象这一工作的意义及价值,有正确的認識,是非常重要的。在这方面,当然任何教师或教科书的編者都承认简化的必要性,还广泛地利用它。但是

这种简化现在往往有些过分。

简化的正确意义是：略去现象中对于所研究各个问题不重要的方面，而保留所需要的特点。这样，对于同一个现象可以根据所研究问题的不同而加以不同的简化。并且在正确地进行简化时，常常可以略去现象的某一些方面，而保留另一些看上去跟它有密切关系的方面。例如刚体的概念或不可压缩的液体的概念就是力学中广泛应用和十分有效的一种简化。在研究许多力学问题时，如果其中形变的大小无关重要，物体的大小和形状的改变可以略去不计，那就要采用上述这些简化。然而，形变会使物体产生压强，而压强在动力学方面是起着重大作用的。因此把一个物体简化成**没有**形变的刚体这一概念，如果无条件地加以应用，那就会使一些最基本的力学问题失去物理的内容。所以必须明确地指出，我们虽然**略去**了固体或液体的**形变**，但是对于被这样简化的物体在形变时所产生的压强，我们还是要考虑的，因为需要用它来解释所要研究的现象。

如果不明确这一点，我们就不可能了解最基本的现象，例如就不可能回答桌子上的重物既然有**重力**作用着为什么**不动**的问题，因为我们看不出除这重力以外，在重物上还作用着第二个跟重力相平衡的桌面的弹力。

在科学中和教学中引入这种简化的概念时，必须十分小心。当这些概念用得正确时，是非常有用的，很便于叙述定律和进行计算。但是，如果这些概念用得不妥当或不正确，那末在教学上就会发生很大的危险，可能使所形成的概念妨碍进一步的深入理解。磁极或几何光线的概念的利用可以作为例子。这些概念的利用，毫无疑问是有价值的，不利用它倒是不适当的。但是必须非常谨慎和仔细地阐明事情的本质，以避免应用这些概念时可能带来的害

处。我們中間許多人常常需要回答詢問或評定發明，因而都知道，如果錯誤地理解幾何光綫這個有用的概念，而以為幾何光學完全正確，那是會引起誤會的。

中學的教學也象任何別種教學一樣，當然是不可能詳盡無遺的。但是這種教學必須使學生以後能夠並且應該學完，而決不要使他們不得不重學。避免這個主要的危險，就是教科書編寫者應有的目的。要達到這個目的，就必須盡量避免類似前述的方法論上和教學法上的錯誤。

從事編寫“初等物理學”的幾位物理學家就是本着這個意圖編寫這部書的。起着決定性作用的正是這些見解，而不是取材的改變。所以在本書里常常用相當多的篇幅來討論一些“簡單”問題，而這些問題通常只是用幾行文字來敘述的。本書的篇幅所以比一般的要多些，主要就是由於這一點，而絕對不是由於取材的增加。

Г. С. 蘭茨別爾格

1948年6月29日於莫斯科

第二版原序

当中等学校的教师和学生們使用这本“初等物理学”約五年之后,我們开始准备它的修訂工作。在这一段时间里,我們发现,这本书对于物理学的教学工作产生了一定的作用,对于学生們,特别是那些以物理学作为最重要課程的学生們,帮助也很大。这使我們相信,虽然这本书的篇幅較多,內容較难,但它的一般特点还是应该保留的。因此对本书的內容,我們并未进行很大的修改,只作了一些較小的变动;其中一部分是由于科学上和技术上的新发展,而另一部分则是从教学法的观点着想的。在进行修訂时,对本书的某些批評,特别是 M. И. 勃魯多夫同志的詳細的书評,給我們的帮助很大,在这里特致謝意。

在本书的第一篇(力学)中,除了若干編輯方面的改变外,我們还更加詳細地叙述了质量的概念,并加进一系列有关新型飞机結構的問題。本书的第二篇(热学、分子物理学)修訂的地方較多。这一部分的基本內容——系統內能的学說——是保留的,但章节的安排則作了某些改变:把分子論的基础一章放在气体的特性一章前面,并对这两章作了适当的修訂。显然,这样安排在研究现象的规律时可以加强理論的作用,同时不使理論跟实验脱节。許多节的内容修改得很多;有好多节是新添进去的(热的传递、非晶体、聚合物、噴气发动机、致冷机——包括按凝結原理設計的家用致冷机作用的說明)。第一版中“气象学”一章现在用 A. X. 赫尔吉安和

M. A. 科洛索夫新写的“大气物理学”一章来代替。书中許多插图是新繪制的或大加修改的。习題的内容也有些改变，純粹計算性的习題減少了，而对理解有帮助的习題則增多了，在答案中对有些問題写了很詳細的解释。

本书的編写人員并未更动，第一篇“力学”由С. Ө. 哈伊金(А. Г. 卡拉什尼科夫参加一部分工作)和 M. A. 伊薩科維奇編写；第二篇“热学、分子物理学”由 M. A. 列昂托維奇和 Д. И. 沙哈罗夫編写。

校訂工作主要由伊薩科維奇(第一篇)和沙哈罗夫(第二篇)担任，并曾得到 E. Л. 斯塔罗卡多姆斯卡婭很多的帮助。总的編审工作則仍由本人担任。

Г. С. 兰茨别尔格

1956年6月3日于莫斯科

目 录

第一版原序

第二版原序

引 言 1

第一篇 力学

第 一 章 运动学 5

- § 1. 机械运动(5) § 2. 运动和靜止的相对性(6) § 3. 运动学的任务(6) § 4. 运动的軌迹(7) § 5. 物体的平动和轉动(8) § 6. 质点的运动(10) § 7. 运动的描写(11) § 8. 长度的量度(13) § 9. 時間的量度(15) § 10. 运动的图示(17) § 11. 运动的速度(19) § 12. 速度的单位(19) § 13. 匀速运动(20) § 14. 关于匀速运动的历史資料(22) § 15. 路程和速度跟時間的关系图綫(23) § 16. 运动的合成(26) § 17. 在同一直綫上的匀速运动的速度的合成(28) § 18. 非匀速运动、平均速度(30) § 19. 即时速度(33) § 20. 加速度(35) § 21. 即时加速度(36) § 22. 匀加速运动(37) § 23. 匀加速运动的速度(39) § 24. 匀加速运动的速度图綫(40) § 25. 匀減速运动(42) § 26. 非匀速运动的速度图綫(43) § 27. 应用速度图綫来求非匀速运动所經過的路程(44) § 28. 匀加速运动所經過的路程(45) § 29. 历史資料、伽利略实验(47) § 30. 速度的方向、关于矢量的概念(48) § 31. 互成角度的运动的合成(49) § 32. 几何加法(52) § 33. 互成角度的速度的合成(53) § 34. 速度的分解(54)

第二章 动力学.....57

- § 35. 动力学(57) § 36. 惯性定律(57) § 37. 力的概念(59)
- § 38. 力的标准、测力计(61) § 39. 力的图示、力是矢量(66)
- § 40. 沿同一直线方向的各力的合成(67) § 41. 力和加速度间的关系(68) § 42. 物体质量的概念(71) § 43. 牛顿第二定律(73) § 44. 质量和力的单位(76) § 45. 单位制(77) § 46. 根据牛顿第二定律进行计算(79) § 47. 作用和反作用相等的定律(牛顿第三定律)(81) § 48. 几个物体间的相互作用(85)
- § 49. 动量和冲量、牛顿第二定律的另一表述形式(89) § 50. 物体的重量、称重量的方法(92) § 51. 自由落体(94) § 52. 自由落体的加速度(95) § 53. 上抛物体的运动(96) § 54. 质量和重量(98) § 55. 密度和比重(100) § 56. 形变的原因(102)
- § 57. 在重力作用下的形变(103) § 58. 物体落下时形变的消失(104) § 59. 运动物体的破坏(106) § 60. 摩擦力、滑动摩擦(107) § 61. 滚动摩擦(111) § 62. 媒质的阻力(112)
- § 63. 摩擦力的作用(112) § 64. 物体在空气中的落下(115)

第三章 静力学118

- § 65. 静力学的任务(118) § 66. 刚体(119) § 67. 作用在固体上的力的作用点的移动(121) § 68. 在三个互成角度的力作用下物体的平衡(122) § 69. 力的合成、合力(123) § 70. 力的分解(129) § 71. 力的投影、平衡的一般条件(131) § 72. 固定在轴上的物体(134) § 73. 固定在轴上的物体的平衡(136)
- § 74. 力矩(138) § 75. 力矩的合成(141) § 76. 力矩的度量(142) § 77. 力偶(143) § 78. 平行力的合成、重心(145)
- § 79. 物体重心的测定(149) § 80. 平衡的种类(153) § 81. 稳定平衡的条件(155) § 82. 简单机械(158)

第四章 功和能167

- § 83. 引言(167) § 84. 力学中的金科玉律(168) § 85. 力所做

的功(169) § 86. 当力和位移垂直时所做的功(171) § 87. 当力跟位移的方向不一致时所做的功(171) § 88. 功的单位(172) § 89. 正功和負功(173) § 90. 沿水平面的运动(174) § 91. 沿斜面运动时重力所做的功(175) § 92. 功的守恒原理(176) § 93. 具有做功本領的机械(177) § 94. 势能(178) § 95. 弹性形变的势能(181) § 96. 动能(182) § 97. 用运动物体的质量和速度来表明的动能公式(183) § 98. 物体的总能(184) § 99. 能量守恒定律(185) § 100. 摩擦力和能量守恒定律(187) § 101. 机械能变换为內能(188) § 102. 能量守恒定律的一般性质(191) § 103. 功率(191) § 104. 机械的功率(193) § 105. 机械的功率和尺寸(195) § 106. 机械的效率(196)

第五章 曲綫运动199

§ 107. 产生曲綫运动的条件(199) § 108. 曲綫运动的速度(200) § 109. 曲綫运动的加速度(202) § 110. 曲綫运动中的牛頓第二定律(204) § 111. 力作用的独立性(205) § 112. 平抛物体的运动(207) § 113. 平抛物体的軌道(208) § 114. 斜抛物体的运动(211) § 115. 枪弹和炮弹的飞射(214) § 116. 匀速圓周运动的加速度(218) § 117. 角速度(220) § 118. 匀速圓周运动的作用力(222) § 119. 行星的运动、万有引力定律(225) § 120. 曲綫运动时的形变(228) § 121. 飞輪的破裂(230) § 122. 用牛頓第三定律解释圓周运动(231) § 123. “滑道”(234) § 124. 地球自轉对物体重量的影响(236) § 125. 回轉木马、瓦特节速器(237) § 126. 在弯曲道路上的运动(240)

第六章 流体靜力学 242

§ 127. 引言(242) § 128. 液体的流动性、液体的自由表面(242) § 129. 压力(243) § 130. 压力的发生(244) § 131. 液体压縮的量度(245) § 132. “不可压縮”的液体(246) § 133. 液体中压力的均匀传递(247) § 134. 压力的方向(247) § 135. 压

强(248) § 136. 压强的单位(249) § 137. 由压强来决定压力(250) § 138. 压强的量度、膜片流体压强计(251) § 139. 压力和面积方向无关(252) § 140. 液体內压强的分布(253) § 141. 帕斯卡定律(254) § 142. 液压机(256) § 143. 在重力作用下的液体(258) § 144. 压强跟深度的关系(258) § 145. 压强分布图綫(260) § 146. 在任意形状容器中液体压强的分布(261) § 147. 連通器(262) § 148. 貯有不同液体的連通器(264) § 149. 液体压强计(266) § 150. 自來水、压力抽机(268) § 151. 虹吸(270) § 152. 作用于容器器底上的压力(272) § 153. 海水中的压强(275) § 154. 潜水艇(277) § 155. 浮力(279) § 156. 阿基米德定律(280) § 157. 阿基米德定律的应用(284) § 158. 应用阿基米德定律来测定物体的比重(285) § 159. 物体的漂浮(286) § 160. 空心物体的浮起(289) § 161. 船舶航行的稳定度(290) § 162. 放在容器底上的物体(291)

第七章 气体静力学293

§ 163. 气体力学性质的概論(293) § 164. 大气(294) § 165. 空气重量的称量(295) § 166. 大气压强(295) § 167. 說明大气压强存在的其他实验(297) § 168. 抽气机(299) § 169. 大气压强对于容器內液面的影响(300) § 170. 液柱的最大高度(303) § 171. 托里拆利实验和水銀气压计(305) § 172. 无液气压计(307) § 173. 海面上和高空的空气压强(308) § 174. 压强随上升高度的改变(309) § 175. 大气压强沿高度分布图綫(310) § 176. 空气压强降低时的生理效应(312) § 177. 阿基米德定律在气体力学中的应用(312) § 178. 气球和飞船(313) § 179. 压缩空气在工程上的应用(317)

第八章 流体动力学320

§ 180. 流动液体里的压强(320) § 181. 液流的总压强、静压强和速度的量度(321) § 182. 管中的液流、液体的摩擦(323)

§ 183. 伯努利定律(325) § 184. 根据压强随速度而改变原理制成的仪器和实验(327) § 185. 曲管中的液流(329) § 186. 运动液体的反作用和它的应用(330) § 187. 沿水面的运动(331) § 188. 火箭(334) § 189. 空气和水的阻力(336) § 190. 马革努效应和环流(340) § 191. 机翼的升力和飞机的飞行(343) § 192. 空气螺旋桨(345) § 193. 液流或气流中的紊流(346) § 194. 片流(348)

第二篇 热学和分子物理学

第九章 固体和液体的热膨胀 349

§ 195. 固体和液体的热膨胀(349) § 196. 温度计(354) § 197. 线胀公式(356) § 198. 体胀公式(359) § 199. 线胀系数和体胀系数间的关系(360) § 200. 液体体胀系数的测定(361) § 201. 水的膨胀特性(362)

第十章 热·功·能量守恒原理 363

§ 202. 在具有摩擦的运动中物体状态的变化(363) § 203. 在做功时物体发热的测定(364) § 204. 物体内能变化的第二种方式——热转移(366) § 205. 卡(367) § 206. 物体内能跟它的质量和物质间的关系(368) § 207. 物体的热容量(369) § 208. 比热(370) § 209. 量热器、比热的测定(371) § 210. 能量守恒原理(374) § 211. “永动机”的不可能性(376) § 212. 发生热的传播的各种过程(376)

第十一章 分子论 381

§ 213. 分子和原子(381) § 214. 原子和分子的大小(382) § 215. 微观世界(384) § 216. 从分子论观点来说明内能(385) § 217. 分子运动(386) § 218. 在气体、液体和固体中的分子运动(387) § 219. 布朗运动(388) § 220. 分子力(389)

第十二章 气体的性质 393

§ 221. 气体的压强(393) § 222. 气体的压强跟温度的关系(395) § 223. 表明查理定律的公式(396) § 224. 从分子论观点论查理定

律(397) § 225. 气体体积改变时的温度变化。絕热过程和等温过程(398) § 226. 玻意耳-马略特定律(400) § 227. 表明玻意耳-马略特定律的公式(402) § 228. 表明玻意耳-马略特定律的图綫(404) § 229. 气体密度和压强間的关系(405) § 230. 用分子学說来解释玻意耳-马略特定律(406) § 231. 在温度改变时气体体积的变化(407) § 232. 盖·呂薩克定律(408) § 233. 表明查理定律与盖·呂薩克定律的图綫(409) § 234. 絕对温度(410) § 235. 气体溫度計(412) § 236. 气体的体积和絕对温度(413) § 237. 气体密度跟温度的关系(414) § 238. 气体的綜合定律(414) § 239. 道耳頓定律(416) § 240. 气体的密度(417) § 241. 阿佛加德罗定律(419) § 242. 克分子、阿佛加德罗数(420) § 243. 气体分子的速度(421) § 244. 量度气体分子运动速度的一个方法(施鉄伦实验)(425) § 245. 气体的热容量(427) § 246. 分子热容量(428) § 247. 杜隆-珀替定律(429)

第十三章 液体的性质431

§ 248. 液体的构造(431) § 249. 表面能(432) § 250. 表面张力(437) § 251. 液膜(440) § 252. 表面张力跟温度的关系(442) § 253. 浸潤和不浸潤(443) § 254. 物体表面上分子的排列(445) § 255. 液体自由表面弯曲的意义(447) § 256. 毛細现象(452) § 257. 毛細管中液体上升的高度(454) § 258. 吸附作用(455) § 259. 浮游选矿法(457) § 260. 气体的溶解(459) § 261. 液体的相互溶解(461) § 262. 固体在液体里的溶解(462)

第十四章 固体的性质·固态物体和液态物体的互相轉变.....464

§ 263. 引言(464) § 264. 晶体(464) § 265. 非晶体(468) § 266. 晶体点陣(469) § 267. 結晶(472) § 268. 溶解和凝固(473) § 269. 溶解热(475) § 270. 过冷(477) § 271. 物质在溶解时密度的变化(478) § 272. 聚合物(479) § 273. 合金(482) § 274. 溶液的凝固(484) § 275. 冷却剂(485) § 276. 固体的变化(486)

第十五章 弹性和强度488

§ 277. 引言(488) § 278. 弹性形变和范性形变(488) § 279. 胡克定律(489) § 280. 拉伸和压缩(490) § 281. 切变(492)
§ 282. 扭转(494) § 283. 弯曲(495) § 284. 强度(498)
§ 285. 硬度(499) § 286. 物体形变时发生些什么(500) § 287. 物体形变时能量的变化(501)

第十六章 汽的性质503

§ 288. 引言(503) § 289. 饱和汽和未饱和汽(503) § 290. 液体和饱和汽的混合物在体积改变时所发生的现象(505) § 291. 汽的道耳顿定律(507) § 292. 蒸发时的分子情况(508) § 293. 饱和汽压跟温度的关系(509) § 294. 沸腾(511) § 295. 蒸发热(515)
§ 296. 蒸发时的冷却(518) § 297. 物质从液态变成汽态时内能的变化(519) § 298. 曲面上液体的蒸发(520) § 299. 液体的过热(522) § 300. 汽的过饱和(523) § 301. 升华时汽的饱和(524)
§ 302. 气体的液化(525) § 303. 临界温度(526) § 304. 工业上气体的液化(530) § 305. 真空技术(533) § 306. 大气里的水汽(534)

第十七章 大气物理学538

§ 307. 大气(538) § 308. 地球的热平衡(539) § 309. 大气里的绝热过程(540) § 310. 云(542) § 311. 人工降水(544)
§ 312. 风(545) § 313. 天气预报(547)

第十八章 热机549

§ 314. 热机做功的必需条件(549) § 315. 蒸汽动力站(550)
§ 316. 蒸汽锅炉(551) § 317. 蒸汽轮机(552) § 318. 活塞蒸汽机(554) § 319. 冷凝器(555) § 320. 热机的效率(556) § 321. 蒸汽动力站的效率(557) § 322. 汽油内燃机(559) § 323. 汽油内燃机的效率(564) § 324. 狄塞尔内燃机(565) § 325. 喷气发动机(566) § 326. 枪炮(568) § 327. 热量从冷体传播到热体(569)

习题答案572

引 言

在学校里从书本上所学到的知識，对周围环境的观察，尤其是对于使我们感到惊讶的现代工业的力量的認識——这一切很自然地会使中学学生产生这样一个問題：人类怎样凭自己不强的体力以及只能直接观察有限范围现象的感觉器官，就能創造出远远超过法国小說家儒勒·凡尔納^①的幻想的、有无限可能性的现代技术呢？对于这个問題，我們差不多每个人都会不加思索地回答道：**这是自然科学創造出来的奇迹。**在人类这一方面的胜利中，物理学起着特別重大的作用。

物理学究竟掌握着怎样的方法来支配着世界呢？

首先，很显然的，物理学跟**现实世界**的各种现象有联系，因之，要获得关于这些现象的知識，第一步应当**观察**。

然而科学的观察决不是一个很簡單的問題。例如，当我们注視落体时，很容易发觉，物体从不很高的地方落下时，就輕輕地撞击到地面上；而从很高的地方落下时，撞击的力量就会很大，甚至能使撞击的物体破碎。可是在观察从低空和高空的浮云中落下的雨滴时，就看不出它們跟地面的撞击有什么显著的区别。大家知道，飞行员从飞机上掉下来会摔死，可是他从高空乘降落伞跳下时，就会很平稳地着陆。另一方面，从飞机上擲下的炸弹，特别是重型

① 儒勒·凡尔納(1828—1905)——法国科学幻想小說家，著有“格兰特船长的儿女”等书。——譯者