

苏联高等医学院校教学用书

物 理 学

人 民 卫 生 出 版 社

第一版序言摘要

作者寫這本書的目的是要給醫學生一些最起碼的物理學知識，若是沒有這些知識，他們就不可能在專門醫學課程方面進行自覺的工作。因之，作者最關心的是：精選那些為醫學生所必需的教材，以及在敘述它們時，努力做到淺近易懂，而引用的一點數學又為解習題時所必需的。書後附有一個短短的習題集。我以為，如果我們希望學生能自覺的掌握這一門知識，並善于把所學到的知識應用到實際問題上去，那末要學生做習題是完全必要的。

專門的醫學問題在本書中所佔的篇幅不多。我認為在這上面花費很多時間是不恰當的，因為一方面學生還沒有具備所必需的醫學知識，而另一方面很多物理學教師對醫學也不大了解。和我談過的一些醫學專家都贊成這個觀點，因此在書內引用的醫學方面的一些例子，完全是為了使敘述生動，並讓學生知道物理學在醫學上的重要性。

書後習題是列寧格勒第二醫學院物理教研組的教師們擬定的。力學習題是B.M. 尤謝科夫選擇的，分子物理學習題是A.B. 米爾柯夫斯基，光學和靜電學習題是O.H. 拉烏西，電磁學習題是B.A. 沃爾洛夫挑選的。大部分是從習題課上所做題中選來的。

我想我所寫的這本教科書除了適用於醫學院外，也適用於其他高等學校所開的物理課程，只要其教學大綱的內容比較簡單，例如綜合大學和師範學院的生物系，以及師範學院的化學系，等等。

最後我應該向T.H. 克拉夫赤教授致謝，他擔負了看過這本書最主要的几章的工作，還有A.A. 格拉哥列夫-阿爾卡捷也夫教授，以及С.И. 瓦維洛夫院士，他們是我這本書的評閱者，我特別感謝他們很多寶貴的指示和意見。

C. A. 阿爾崔貝舍夫

1934年11月3日

第六版序言

在这一版中本書的基本方針仍然和从前一样，但是在选择与分配材料方面作了不少改动。重新寫过的有“諧振动”、“气体的導电”、“机械波”、“声学”各章。在其余章節中增加了一些对医学有重要意义的知識。描述了近代的低压与高压水銀灯、心动电流描記器、記錄放射性的計数器以及电子示波器。在許多近代医療器械中都用到的电子管得到了重視。引入了放大器与一些常用的电振盪發生器的电路簡圖。描述了透热療法的器械以及超高頻發生器。其他还有一些更小的增加。

新材料的增加是靠着本書其他部分的縮減。“一些数学知識”这一章以及与中学物理重复的大部分問題都刪除了。

最后，謹向審閱本書并提过許多宝贵意見的費德罗夫教授及斯杰班諾夫教授表示衷心的感謝。

我还要向我先前的教研組同事——卓尔愛副教授致謝，我在本教科書的改版工作中採納了他的一些建議。

阿尔崔貝舍夫

1954年 莫斯科

目 錄

第一版序言摘要

第六版序言

緒論.....1

- § 1. 物理学及其与哲学的关系.....1
- § 2. 研究物理现象的方法.....3
- § 3. 物理学对于医学的意义.....5

第一編 力 學

第一章 力学的基本知識.....6

- § 1. 物質的运动.....6
- § 2. 变量的測量.....7
- § 3. 变速运动中的速度.....7
- § 4. 匀变速直线运动.....8
- § 5. 变速运动中的加速度。圆周运动.....9
- § 6. 牛頓第一定律及第二定律.....11
- § 7. 向心力.....12
- § 8. 牛頓第三定律。物質与能量的守恒定律.....14
- § 9. 冲量与动量.....15
- § 10. 动量守恒定律.....16
- § 11. 彈性球对牆的碰撞.....17

第二章 功与能.....17

- § 1. 功与功率.....17
- § 2. 能的概念, 势能.....18
- § 3. 动能.....19
- § 4. 能量守恒及轉換定律.....20
- § 5. 人所做的功.....21

第三章 物体的轉动.....22

- § 1. 轉动运动学.....22
- § 2. 对于軸的力矩.....23
- § 3. 槓桿.....25
- § 4. 动能与轉动慣量.....25
- § 5. 轉动物体运动的基本方程式.....26
- § 6. 动量矩守恒定律.....28
- § 7. 轉动的自由軸.....28

第四章 諧振动.....29

- § 1. 諧振动.....30
- § 2. 初相.....31
- § 3. 諧振动的动力学.....33
- § 4. 諧振动中的能量.....35
- § 5. 两个同向同周期振动的合成.....35
- § 6. 不同周期的振动之合成.....36
- § 7. 受激振动, 共振.....37

第五章 液体与气体的运动.....38

- § 1. 流体靜力学的一些知識.....39
- § 2. 內摩擦(粘滯性).....40
- § 3. 实际液体与理想液体.....41
- § 4. 观察液体流动的方法、流綫.....41
- § 5. 液体的內势能.....42
- § 6. 柏努利方程式.....43
- § 7. 液体在截面積變化的水平管中的穩定流动.....44
- § 8. 实际液体在截面固定的管中之流动.....45
- § 9. 实际液体在分支管中的流动.....46
- § 10. 液体在有彈性壁的管中的流动.....47
- § 11. 湍流.....48

第二編 热学与分子物理学

第六章 关于热学的一些知識.....49

- § 1. 关于物質的分子概念.....49
- § 2. 溫度的測定.....50
- § 3. 热的傳播.....51
- § 4. 杜瓦瓶.....52

第七章 气体的性質.....52

- § 1. 波义耳-馬略特定律与給呂薩克定律.....53
- § 2. 絕對溫度.....54
- § 3. 門德雷耶夫-克拉珀龍公式.....54
- § 4. 从分子运动观点来看气体.....55
- § 5. 气体分子运动論.....55
- § 6. 擴散.....58

§ 7. 移动式抽油机	59
§ 8. 郎密尔抽气机	59
第八章 固体与液体的一些性质	60
§ 1. 固体的分子结构	60
§ 2. 伸长与单向压缩	61
§ 3. 弯曲形变	62
§ 4. 液体的表面层	63
§ 5. 弯曲表面下的压强	64
§ 6. 弯月面;毛细现象	65
§ 7. 气体栓塞	66
§ 8. 表面活性物质, 吸附作用	67
第九章 热力学的基本定律	68
§ 1. 热的本质	68
§ 2. 普遍的能量守恒定律	69
§ 3. 热力学第一定律	70
§ 4. 等温过程与绝热过程, 图示法	70
§ 5. 热力学第二定律	72
§ 6. 关于能的转换	73
第十章 物质的液态与汽态间的互变	74
§ 1. 蒸发	74
§ 2. 使空间饱和的蒸汽	75
§ 3. 沸腾	76
§ 4. 未饱和蒸汽	77
§ 5. 范德瓦耳斯方程式	78
§ 6. 物质的临界状态	79
§ 7. 气体的液化, 林得机	80
§ 8. 空气的湿度	81

第三编 电 学

第十一章 静电学	83
§ 1. 基本现象	83
§ 2. 电场	84
§ 3. 电力线	84
§ 4. 电势	86
§ 5. 电势与功、电场强度的关系	87
§ 6. 静电计的刻度	88
§ 7. 带电导体的能量	88
§ 8. 电容	88
§ 9. 电容器	89
§ 10. 电介质对于电场的影响	91
§ 11. 电场的能	93
§ 12. 静电療法	94

§ 13. 实用单位制	95
第十二章 稳定电流	96
§ 1. 电流的一般概念	96
§ 2. 电路	97
§ 3. 部分电路的欧姆定律	98
§ 4. 全电路的欧姆定律	98
§ 5. 电流的功	99
§ 6. 分支电路	100
§ 7. 导体的并联, 分路	100
§ 8. 变阻器作为分压器或电势计	101
§ 9. 导体和电介质的电阻	102
§ 10. 生物电流	103
§ 11. 温差电	103
§ 12. 热测仪器	104
第十三章 磁学	104
§ 1. 库仑定律, 磁场强度	105
§ 2. 磁力线	105
§ 3. 磁铁在磁场中的运动	106
§ 4. 安培的磁性理论	106
§ 5. 磁感应	107
§ 6. 媒质对磁场的影响	107
第十四章 电磁学	108
§ 1. 直线电流的磁场	108
§ 2. 磁场对直线电流的作用	109
§ 3. 电流迴路与平面线圈	110
§ 4. 螺线管的磁场	111
§ 5. 磁场与磁源	112
§ 6. 充满螺线管的媒质对磁场的影响	112
§ 7. 电磁铁	114
§ 8. 测量仪器	114
§ 9. 心动电流描记器	115
第十五章 通过气体的电流, 电子	116
§ 1. 基本电荷电量的测定	117
§ 2. 气体的导电	118
§ 3. 稀薄气体中的放电	119
§ 4. 电子射线	120
§ 5. 电子的质量	121
§ 6. 热电子发射	122
§ 7. 两极电子管作整流器	123
第十六章 感应电流	124
§ 1. 电磁感应及其基本现象	124

第二十六章 光的主观感觉。

光度学.....203

- § 1. 光通量, 发光强度.....204
- § 2. 照度.....205
- § 3. 光度学.....205
- § 4. 适应, 光感觉的持续.....207
- § 5. 有色光源的光度学.....207
- § 6. 眼的敏感度.....208
- § 7. 白色与黑色.....209
- § 8. 光谱色与复合色.....209

第二十七章 光的辐射定律.....211

- § 1. 物体的热辐射.....212
- § 2. 能量在光谱中的分布.....214
- § 3. 荧光与磷光.....215

第二十八章 光学仪器.....217

- § 1. 透镜的像差.....217
- § 2. 眼睛.....218
- § 3. 放大镜.....219
- § 4. 望远镜的分辨本领.....220
- § 5. 显微镜.....221

第六編 原子結構

第二十九章 光谱。原子的外层

电子.....224

- § 1. 緒論.....224
- § 2. 氢光谱系, 玻尔理论.....226
- § 3. 质量与能量.....229
- § 4. 光压.....230
- § 5. 光电效应.....231
- § 6. 盧瑟福-玻尔原子模型.....233
- § 7. 复雜原子的光谱.....235

§ 8. 玻尔理论的缺点, 新量子論.....236

第三十章 X射线.....237

- § 1. X射线的裝置.....237
- § 2. X射线的基本特性.....238
- § 3. X射线的波动性.....239
- § 4. X射线的吸收.....241
- § 5. 医学中的X射线.....242
- § 6. X射线剂量测定法.....244

第三十一章 同位素。放射性.....245

- § 1. 陽射线, 同位素.....245
- § 2. 放射性和放射性物質.....247
- § 3. 放射性蜕变.....248
- § 4. 在水中与空气中的氡.....250

第三十二章 原子核.....252

- § 1. 核反应.....252
- § 2. 威尔孙云室, 盖革計数器.....254
- § 3. 元素的人为转变.....256
- § 4. 中子.....257
- § 5. 正电子或正子.....258
- § 6. 人为放射性.....260
- § 7. 放射性单位与射线剂量.....263
- § 8. 原子核的組成部分.....264
- § 9. 原子内部能量的獲得, 超铀元素.....265
- § 10. 基本粒子的波动性.....267
- § 11. 电子射线的聚焦.....268
- § 12. 电子显微镜.....269

習題.....271

答案.....287

附表.....289

課文中所列的表格.....295

对数表.....296

三角函数表.....298

緒 論

§ 1. 物理学及其与哲学的关系 物質乃是我們周圍世界的無限多样性以及在这个世界中所發生的許多現象的基礎。实际上不依賴我們而存在、并且能被我們的感覺直接認識、或者借助于特殊的儀器而認識的所有的一切，我們都稱之為物質。В. И. 列寧寫過：“物質是作用於我們的感覺器官而引起感覺的東西，物質是在感覺中給予我們的客觀實在”^①。物質、自然、存在、物理的東西是第一性的；精神、意識、感覺、精神的東西是第二性的。

物質在永恆的、不停的運動之中。運動這一名詞，辯證唯物主義是從廣義來了解的。“運動”的概念包括在宇宙中所發生的一切變化與過程，從簡單的空間中的位移起直到思維止。恩格斯寫道：“整個自然界，從它的最小粒子到最大的物體，從沙粒到太陽，從原生動物到人，都是在永遠的產生和消滅之中，在不斷的運行，在不停的運動與變化之中”^②。

運動著的物質存在於時間和空間之中，也就是說，任何物質都在空間中占有一定的位置，並且這物質的狀態是隨時改變的。空間和時間是物質存在的客觀形式，是存在的必要條件。

自然現象的多样性不是別的而是物質運動的各種形式的表現。自然科學（包括物理學在內）的任務就在於認識我們周圍自然的規律性。我們只有研究了這些規律性之後，才有可能掌握住在我們周圍自然界內所發生的過程並利用它們來為人类的利益服務。

物理學研究物質運動的最簡單的形式，包括機械運動（物體在空間中的位移），原子—分子的運動，電磁過程，原子內和原子核內的運動。物質運動的更加複雜的形式為其他科學所研究，例如化學研究原子和分子的化合與分解，生物學研究在活的機體中所進行的過程。

物質運動的這些複雜的形式本身包含着更簡單的形式，但不能還原為更簡單的形式。生命過程不能歸結為原子與分子的機械運動，雖然這運動總是存在的。

運動不會消滅，它只能從一種形式轉變為另一種形式。例如當石塊落到地面時，最初的運動形式（石塊在空間中的位移）在石塊和地球碰撞之後轉變成另外一些運動形式，那就是：石塊和石塊下地面的無規則運動（熱運動），石塊粒子與泥土粒子的振動以及在泥土與空氣中所發生的聲波的傳播。

物理學所研究的問題對於哲學有很重要的意義。

物理學與哲學的聯繫可以追溯到古代，那時還沒有把科學分門別類，當時的哲學家照例也就是物理學家，即研究自然規律的人^③。隨著科學的發展，特別是從文藝復興時代起，哲學就逐漸脫離了自然科學，物理學也分離出來成為一門專門科學。然而

① 列寧全集 14 卷，133 頁，第 4 版。

② 馬克思恩格斯全集第 14 卷 484 頁。

③ “物理學”這個字起源於希臘文中表示“自然”的字，最初這個字表示有關自然的學問，即我們現在所說的“自然科學”。

物理学与哲学的联系却从未间断过。很多傑出的哲学家，例如笛卡兒、达蘭貝尔，萊布尼茲等同时也都是大数学家和大物理学家，偉大的自然科学家 M. B. 罗蒙諾索夫和欧勒也同时是大哲学家。

和在其他科学部門中一样，在物理学中也經常進行着世界观——唯物的和唯心的——的斗争。唯物主义承認物質的客观存在及其發展規律的可認識性，它引導學者們去發現这些規律，从而促進了科学的發展。唯心主义哲学承認意識第一性，認為我們的感覺是唯一的实在，并且否認我們的自然知識的确实性。按其实質來說，唯心主义是妨碍科学發展的。以这种或那种方式与宗教緊密联系着的唯心主义哲学总是为統治階級服务的，被用作奴役劳动人民的思想上的武器。

哥白尼在其著名論文“論天体星球的轉动”中确定了太陽位于我們行星系的中心这个事实。他这篇論文的出版經過可以作为有反动情緒的学者所采取手段的一个鮮明例証。数学家和神学家奧西昂得監視了这篇論文的出版，为了抵制从宗教观点看來是危險的哥白尼新思想的影响，他也不通知作者，就为該論文寫了一篇簡短的序言，在序言中他硬說哥白尼体系不过是一种假想，並沒有任何实际意义，只适用于計算。这就是序言的最后一段：“总之如果誰要想知道什么是真实的，他一定不会求助于天文学的假說；天文学本身不能做到这一点。無論誰要是把由于別有用心而捏造出來的东西当作是真实的，那末他在讀过这个学說之后就会变得比以前更为愚蠢。”这本书在作者臨死前几小时才送到他手中，据傳記所載，那时他的思想正为其他事物所占据，因而沒有閱讀这个对他一生工作肆加嘲笑の序言。

和唯心主义者的意見相反，辯証唯物主义断言我們周圍的世界是可以認識的。我們的确是根据自己的感覺来判断事物的，但是不应脫离作用于感觉器官之上的物体來考究这些感覺，而唯心主义者正是这样做的。感覺是我們的意識和外部世界直接联系的結果，它是这个世界的反映、复寫或者攝影。檢驗我們感覺的正确性以及我們关于自然的概念的正确性的是实践。

物理学中一切划时代的發現，对于哲学总是有很重大的意义。十七世紀末經典力学的建立巩固了所謂机械唯物論的地位，使它得到迅速發展，并在物理学者中廣为傳播。在前一世紀中叶所建立起來的能量守恒定律和热力学第二定律也曾在哲学上引起热烈的討論。从辯証唯物論的观点出發，正确地估計这些定律的意义是恩格斯偉大的功績，他在“自然辯証法”这本著作中曾詳尽地分析了这两个定律。

在十九世紀末和二十世紀初，陸續出現了一系列重大的發現(放射性，量子，电子的可变質量，相对論)，这些發現使得許多已經确立的基本的物理概念發生了变化，例如关于時間和空間的概念，以及那些認為牢不可破的概念，像質量的不可变性等。那时反动的資產階級的哲学家都欢天喜地，認為这些新發現推翻了唯物論哲学的基本原理，并且否定了物質是客观存在着的实在。但是在 1909 年，列寧的著作“唯物論与經驗批判論”出版了，在这本書里，列寧給新發現的事实作了辯証唯物主义的解釋，并且指出，这些事实不但沒有証实唯心主义哲学的观点，而且相反的动搖了它本身的基礎。

在最近，大約从 1925 年起，又有許多帶原則性的重大發現：發現了人工放射性，找出了利用原子內部能量的可能性，發現了物質的一些新的基本粒子，建立了“基本”

粒子的力学。許多資產階級的學者有意地歪曲這些新發現的物理意義，企圖利用它們來和辯證唯物主義作鬥爭。在本書的適當地方我們將更詳細地談到這些問題。

§ 2. 研究物理現象的方法 在研究物理現象的時候，我們應該遵循馬克思主義辯證法的基本原則，馬克思主義辯證法給所有科學部門（物理學也包括在內）指出了科學研究的道路。

辯證法要求我們在研究某一自然現象時，必須要考慮到和這現象密切聯繫着的一切現象^①。例如，研究石塊在地球的吸引力作用下運動時，我們必須注意到石塊也在吸引地球。如果一個物體使另外一個物體變熱，則這個物體本身就會冷卻等。不考慮自然界物體間的相互聯繫，就會得出帶原則性錯誤的觀念。例如，一般學校在推導物體舉高至地面之上的勢能公式時，常會使學生認為這個能量是屬於物體本身的。但這是根本不正確的，因為這時沒有考慮到地球的作用。一個孤立的物體決不會具有任何重力勢能的，這能量是屬於地球——物體這個系統的。

對於一切現象和物體不僅要從它們的相互聯繫來考究，而且還要考慮到它們的變化和發展。

關於什麼是物質底發展過程和這些發展的規律是怎樣的，我們在下述的辯證法底要點中得到了明確的回答。

辯證唯物主義把發展過程看作是這樣的過程，在這過程中逐漸的量變引起根本的質變，而且質變是以一種狀態飛躍式地轉變為另一種狀態的形式突然發生的。這質變是由於逐漸量變累積的結果而有規律地發生的。例如，把第三個氧原子附加於氧分子 O_2 上，就產生了在性質上截然不同於氧的氣體——臭氧，而把一個氯原子附加於無毒的甘汞分子 $HgCl$ 上，就產生一種最厲害的毒藥——升汞 $HgCl_2$ ——底分子。

對立底鬥爭是量變轉變為質變的過程底動力。自然界中的一切事物與現象本來就有內部矛盾，因為所有這些事物和現象都有自己的正面和反面，自己的過去和將來，自己的衰頹着的东西和發展着的东西。這些對立形成一定的統一，因為它們為同一事物所固有，但它們同時又是在不斷的鬥爭之中。這對立底鬥爭就決定了發展過程以及量變到質變的過程。可以把液體的蒸發和蒸氣的凝結過程作為例子，在此情形下，促使液體分子聯繫在一起的內聚力與促使破壞液體分子之間現存的聯繫的分子熱運動發生了對抗。

實際上我們是用觀察和實驗的方法來研究物理過程的。觀察是研究自然環境中的現象，照它在自然中所發生的那樣來研究它。把我們所感到興趣的現象在簡化了的、而且尽可能地去掉一切附帶現象的情況下人為地复制出來，我們把這種复制叫物理實驗。

舉一個歷史上的例子。往昔伽利略對物體下落底規律發生了興趣。直接的觀察證明：一切重物體底下落速度大約相同，但輕物體的下落要慢得多，速度也不同，而且其表面的大小對速度也有很大的影響。一張卷成一團的紙比一張展開着的紙下落得快。伽利略由這些觀察得出結論：空氣阻礙了落體的運動。物體的重量越小，和它的表面越大，則空氣阻礙就越顯得有力。他研究過物體在地球引力作用下的下落規律，發現落體的速度與空氣阻力的關係顯然是無關緊要的，伽利略是這樣做法：他觀

① 當然，在這里只考慮那些可能影響這現象的主要聯繫。

察了一些重物体的下落,这些物体在一定重量下有最小表面积,它们是用密度很大的物质做成的球体。伽利略用它们作了一系列的实验并且发现,在观察的准确范围内所有的球体都以同样的速度下落。由此他作出头等重要的结论:在没有空气存在的情况下,一切物体的下落速度都应该相同。

用实验方法所得到的公式在实践中,即在各种具体问题的应用中,一般都受到广泛的检验。这种检验能够确定所找到的定律的适用范围,这当然是很重要的。许多误解都是由于忽视了这种检验而发生的,例如其中之一是关于牛顿第二定律的误解。两百多年来,在各种力学计算中,无论是理论的或者是实际的,都少不了牛顿第二定律。用它既计算了天体的轨道,又计算了机器的各个部件的运动,而且计算的结果总是和实践符合的。但是我们的技术是不能给物体以大于2—4千米/秒的速度的,而行星和彗星的运动速度大约不超过100千米/秒,所以严格的讲,我们只能说牛顿定律对于不超过100千米/秒的速度是正确的。速度更大时怎样,就很难说了,然而在前一世纪中对于牛顿定律的绝对的和普遍的正确性却是深信不疑的。

只是在前一世纪的末叶,这些信念才受到了致命的打击,那时发现,当快速电子飞行的速度接近光速时,它是不遵守牛顿定律的。原来,电子的质量随其速度接近光速而无限地增大起来;然而按照牛顿的观点,物体的质量却是一个不随速度而变的量。若是没有发生这个定律在大速度上运用起来不合规律的情况,那么许多化费在安图维护牛顿定律的工作和精力还会继续下去。

观察和正确组织的实验导致一定的物理定律的建立。物理定律是用语言的或数学的形式表述出来的原理,这些原理描述自然界事物或现象之间客观存在着的联系。物理定律反映在自然界中实际起作用的规律,因而具有客观性。

当物理学的某一领域内积累起足够丰富的材料并显出若干特殊规律时,就会产生一种理论,这种理论试图用很少几条基本原则来说明全部累积起来的材料并使之系统化。

任何理论都要通过一定的发展过程:发生,发展,达到成熟时期。在成熟期间,理论把握住大量的实验材料并从统一的观点说明它们,由这些材料而且是为了这些材料才产生了这个理论。除此以外,这理论往往还能预言新现象,这些新现象后来果然在实验中被发现。但是随着科学的发展,又会出现一些与现有理论底原则相抵触的新事实。这些矛盾促进理论表象的进一步发展和深化,并且最终导致现有理论基本原则的修改和新理论的建立,这个新理论在经过类似的发展过程后又让位给更完善的理论。

任何理论,由于它包括并说明一定范围内的现象,都反映在物质世界中实际存在着联系,因而帮助我们认识这个世界。陈旧理论所含的真实东西加入到新理论中,而且通常在新理论中得到新的、更深刻的解释。随着科学的发展,理论就日益完善,因而我们对物质世界的认识也愈益准确。昨天我们还不知道的东西,今天成了已知的,或者明天就会知道。在原则上不可认识的东西是没有的,因为科学的发展是无止境的。一百年以前谁也不能想到怎样去确定太阳或者星体的化学成分,而在今天这是任何一个大学生都能做得到的,只要许可他使用天文摄谱仪。

科学在认识物质世界这一方面的可能性是无穷无尽的。科学的领域展开得愈广

關，在這領域里需要研究的對象就愈多，科學所面臨的新問題也愈多。我們只講一個例子，大約在 70—80 年前，有些物理學家還不承認原子的存在，認為它們至多不過是一個便利的假設。另外一些科學家相信原子底實在性，把原子想像為一個彈性的小球，有點像一個超微觀的小球。這種關於原子的純樸的表象，最初在許多方面都使物理學家很滿意，例如，它使物理學家建立了氣體動力論。科學的進一步的發展又提出了關於原子本身底結構的問題，在本世紀初出現了原子的行星模型：即帶負電的电子圍繞着一個重的帶正電的核轉動。這個圖畫雖是非常複雜的，可是另一方面卻出現了对物理學中一些複雜而重要的部門進行探討的可能性。借着光譜和 X 射線譜的分析，我們得以研究原子、分子和晶體的結構。

現今正在對原子核結構進行着十分緊張的研究工作。這工作多少有些成績，這一點可從物理學家得到了在地球自然條件下不存在的八種新元素這件事實，就可以看出來。

我們從最簡單的原子小球進到了最複雜的系統，為了描寫這系統就需要建立特殊的、十分複雜的數學理論。但是在另一方面，我們現代的關於原子的表象比以前要簡單多了。上世紀的原子小球是由相應的元素的物質構成的，有多少種化學元素，也就有多少種在質上不同的原子。按照現代的理論，一切原子的核都是由幾種相同的基本粒子組成的。正因為如此，某些元素才有可能變為另外一些元素。現在我們認為幾種不同的為數不多的基本粒子，乃是構成我們周圍宇宙中一切物體的“磚塊”。在科學的進一步發展中，我們關於基本粒子的表象一定會改變和深化，並且物理學發展的下一個階段就可能是研究基本粒子的結構。

我們能夠認識我們周圍世界的客觀性質，因此，在這個意義上，我們的知識可以看作是絕對的。但我們的知識同時又是相對的，因為這些知識是在不斷改變和逐漸豐富起來。

§3. 物理學對於醫學的意義 任何生物過程不可避免地要和機體中所發生的物理的和化學的過程相聯系。由此直接可見，這些科學在醫學教育制度中有多么重大的意義。舉幾個與物理學有關的例子：為了要清楚地理解血液在血管系中流動的情況，就必須知道流體動力學的基本定律。為了要了解眼的的作用，就不僅要知道幾何光學，還要知道物理光學。為了要解釋聲的感覺過程，就得研究聲學基本定律。這樣的例子可以舉出很多來，沒有物理學的知識，要自覺地領會許多醫學課目，特別是生理學，是不可能的。

物理學的重要性並不限於學習過程，醫生在實際工作中也廣泛地應用物理方法來診斷及治療病人。例如，大家都知道 X 射線或心動電流描記術的診斷價值，用 X 射線可以研究人的內臟器官；心動電流描記術能給出心臟工作的客觀標誌。在治療方面，物理療法——X 射線療法，高頻電療法，透熱療法，達松發療法，紫外線的照射，以電解施用藥物，放射治療等——現已具有很重大的意義。顯然，要醫生在診斷和治療上能應用物理方法，就需要在物理學上給他們相應的訓練。

我們在這里只舉出這一些。以後在書中還會引用許多例子，談到怎樣把物理定律和方法應用到醫學的具體問題上去。

第一編 力 學

第一章 力学的基本知識

物理学的研究从力学开始。力学是关于物体在空間内移动的知识，一般把力学分为三个主要部門——运动学、动力学和静力学。

运动学是从空間时间的观点来描寫物体的运动，而不計及引起运动的原因^①。它确立了运动的某些特征（速度与加速度），并且說明，怎样按照問題的已知材料来表示这些特征，以及表示路程的长度与时间的关系。我們只討論最簡單而基本的运动类型，它們是往后要用到的。

动力学的任务在于确立物体的运动和引起这运动的原因^②二者之間的关系。在运动学的观念“速度”、“加速度”之上，又增加了力和質量这两个概念，它們是整个物理学中的两个基本概念。搞清这些概念是学好物理学的保证。

静力学是力学中的一个部門，它确立了物体在許多力作用之下的平衡条件。也可以說，静力学乃是动力学中速度等于零的特殊情况。

§ 1. 物質的运动 宇宙間一切物体都在不断地运动着，甚至那些在我們看来似乎不动的物体也是如此。我們早就知道，在地球上一切所謂不动的东西——房屋，树木，山嶽——实际上由于和地球一道参加到它每晝夜的及每年的运动中，而進行着非常复杂的运动。但是，也許太陽和星球是不动的吧？这个問題的提出是完全可以理解的，因为在几千年以前，菲尼基人在夜間航行就是用北極星來确定方向的，而埃及術士所遺留給我們的記錄証實了：埃及人在紀元前几千年就在观察我們現在所观察的同样的星宿。虽然如此，近代天文学已經毫無疑問地确定，星球是以每秒鐘几十公里的巨大速度在运动着。而在过去几千年之内，恆星的可見位置並沒有可察觉的变化，这一事实可以用它們距离我們極远这一点來解釋。事实上，光由我們的行星到达距我們最近的恆星都需要走 3½ 年，而光速約为 300,000 千米/秒！总之，实际上我們这个宇宙間的一切物体都是在运动着的。

除了整个物体所具有的运动之外，还有物体内部的运动。按照我們現代的观念，物質是由最小的粒子，或者分子所組成，它們在不断的运动着，并且它們的速度与温度有关：温度越高，則分子运动得越快。永恆运动是物質底最重要的基本性質之一，这一点我們在緒論中已經討論过。

如果一切物体都在运动着，那顯然只能談到物体的相对运动。通常总是把一个物体看作不动，再求出其他物体相对它的运动。例如，在研究地面上物体的运动时，通常总是把地球看作是不动的。同时还有意識地不計及地球每年的与每晝夜的运动，这在解决許多力学問題时是完全可以允許的。在以后的討論中，我們要把地球看

① 宜改为“运动变化的原因”。因为运动是物質存在的形式，說“运动的原因”似乎欠妥。——譯註

作是靜止的，因為我們將不討論那一些受地球轉動影響的現象。

§ 2. 變量的測量 在物理學中，經常要與一些隨時間及空間不斷變化的量打交道。如何去測量這些量的數值呢？我們用一個具體的例子來說明它。設圖 1 表示一個不均勻物體，例如櫻桃。現欲求其各部分（果肉，核，皮等）的密度，我們從大家所熟知的均勻物體的密度公式出發：

$$d = \frac{m}{v} \text{ 克/厘米}^3$$

式中 d 表示物體的密度， m 是它的質量， v 是它的體積。如果用這個公式來測量整個櫻桃，那麼所得到的顯然是它的平均密度。若想求果肉的密度，那就應該把 m 和 v 了解為果肉的質量和體積。然而，就在這種情況下，所得的也只是平均值，因為果肉的構造在其各部分也並不均勻。要完備地描述果肉的密度，就要能求出在果肉內任意一點例如 A 點的密度。為此我們在 A 點附近劃出一小塊體積，用 Δv 來表示，而把這體積的質量叫做 Δm 。符號 Δ 有兩種意義：它可以表示微量，如我們例中的 Δ ；也可以表示某一個量的微小增值。

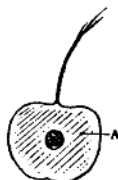


圖 1

以 Δv 除 Δm ，即得果肉在 A 點附近的密度：

$$d_{\text{平均}} = \frac{\Delta m}{\Delta v} \quad (a)$$

這仍然是平均密度，因為在小體積 Δv 內構造也可能是不均勻的。圍繞 A 點所取的體積越小，則它內部的不均勻性也越小。在極限時， Δv 為無限小，(a) 式即給出密度的真正值，可以寫成這樣的數學式：

$$d = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta v} \quad (b)$$

A 點的密度是當 Δv 趨近於零時 Δm 與 Δv 的比率之極限。

在數學和物理學上常常要利用這樣的變量，它可能有比任何預先選定的小數還要小的數值；換句話說，即在極限時其值趨於零的變量。這樣的量叫無限小。

如果引入無限小的符號 d ，則(b)式可以寫得更簡單些。符號 d 也有兩種意義：它可以表示無限小量以及量的無限小增值。利用符號 d ，可以將上式改寫成這樣：

$$d = \frac{dm}{dv} \text{ 克/厘米}^3$$

密度是描述物質特性的物理量之一。物質在某一 A 點的密度，在數值上等於物質的無限小的質量與與其相對應的在 A 點四周所劃出的無限小體積之比率。

用同樣的方法也可以決定在力學和物理學中所遇見的其他一切變量。在往下几節中將進一步援用一些例子。

§ 3. 變速運動中的速度 假設有一個物體以變速度沿圖 2 所示的曲線運動。在這曲線上任取一點 O ，並且規定該物體所經路程由這一點開始計算，運動時間 t 也規定從物體正在 O 點時開始計算。設在時間為 t 的那一瞬間物體在 A 點，距離 OA 就是物體在 t 秒鐘內所經的路程 s 。現在要求物體在 A 點所具有的速度，若只求第一級近

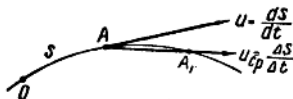


圖 2

似,就可以这样做:取一短促時間間隔 Δt ,在此時間內物体自 A 点移到近傍的 A_1 点,并且認為物体在路程 AA_1 上作等速运动,距离 AA_1 是和短時間增值 Δt 相当的短路程增值 Δs 。如以 Δt 除 Δs ,則得物体在 AA_1 路程段中运动的平均速度:

$$u_{\text{平均}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{a})$$

至于平均速度的方向,則应認為与 AA_1 綫段方向一致。

实际上在 AA_1 段中速度的数值与方向都在改变,因此真正的速度可能与平均速度相差很大。顯然,我們所取的 A_1 点离 A 越近,則平均速度与真正速度的相差越小,在極限时,当 A_1 点無限接近 A 时,(a)式即給出物体在 A 点的真正速度的数值。

用数学的形式可以把它寫成这样:

$$u = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{b})$$

由此可知,在变速运动中,路程上任何一点的速度規定为在该点附近所取的無限小段路程和与其相对应的無限短時間間隔的比率。速度的方向与该点附近無限小段路程的方向一致,即与切綫方向一致。

当 Δt 無限小时, Δs 也無限小。在 § 2 中我們已規定用字母 d 來表示量的無限小增值。因此, ds 將表示無限小的路程增值或無限短的路程,而 dt 則表示無限小的時間增值,現在我們可以將(b)式簡寫为:

$$u = \frac{ds}{dt} \quad (1)$$

有时速度的值也用路程与單位時間的比值來決定,即如果物体以它在軌道上某一点的速度作等速运动时,它在單位時間內所經過的距离。例如,当我们說:火車在路程中某地的速度为 35 千米/时,那就是說:假如火車在一小时之內保持它的速度不变,那么它就会走 35 公里。

§ 4. 匀变速直綫运动 在相等時間內其速度等量变化的运动叫做匀变速运动。速度在單位時間(秒)內的增值叫做加速度。我們用字母 a 來表示加速度。設物体的初速为 u_0 , 一秒种后速度就增加 a 个單位而为 $u_0 + a$, 兩秒鐘后为 $u_0 + 2a$, 其余依此类推,由此可知 t 秒后物体的速度可以寫成:

$$u = u_0 + at \quad (2)$$

由上式解 a , 得

$$a = \frac{u - u_0}{t} \quad (2a)$$

在此式中設 $u - u_0 = 1$ 厘米/秒及 $t = 1$ 秒,則得加速度的單位。在某一种运动中,若其速度的变化为每秒 1 單位时,我們取这运动中的加速度作为加速度的單位。

$$\text{加速度單位} = \frac{\text{厘米/秒}}{\text{秒}}$$

右边可以改为:

$$\text{加速度單位} = \text{厘米/秒}^2$$

試求一物体在 t 秒內所經過的路程 s 。因为物体作匀加速运动,那么物体运动的结果,顯然与它在 t 秒鐘內以初速 u_0 与末速 u 的平均速度作匀速运动所經過的路程一样,即以速度 $u_{\text{平均}}$ 运动:

$$u_{\text{平均}} = \frac{u + u_0}{2}$$

利用勻速運動的路程公式，得

$$s = \frac{u + u_0}{2} t \quad (3)$$

將(2)式的 u 代入上式，得

$$s = u_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (3a)$$

公式(2)與(3a)完全解決了有關勻變速運動的問題。如果 a 是正的，那麼這運動就是勻加速運動；如果 a 是負的，就是勻減速運動。

實驗指出，一切物體的下落都是勻加速運動，其加速度 $g = 980$ 厘米/秒²。但需假設下落運動是在真空中進行的。一切物體在真空中都以相同的加速下落，這一事實可以用下列實驗來證明：取一根有粗孔活栓的長玻璃管，從粗孔將一團棉花和一個鉛彈裝進管中，然後將活栓與抽氣機相連並抽出管中空氣。若將玻璃管倒轉過來時，就會看見，棉花落下的速度與鉛彈的速度一樣。

在空氣中棉花的下落比鉛彈要慢得多，因為重量很小的棉花有很大的表面積，空氣對棉花的阻力就大一些。

嚴格地說，公式(2)與(3a)只能應用於真空中的落體。但只要物體的表面積不大，下落高度不超過幾十米，應用這兩個公式於空氣中的重落體也能得到相當近似的數值。

試求初速為零的物體從高度 h 下落後的速度。注意現在 $a = g$ ， $u_0 = 0$ 及 $s = h$ ，將(2)(3a)兩式改寫為：

$$u = gt; \quad h = \frac{gt^2}{2}$$

將第一式的 t 值代入第二式，得：

$$h = \frac{g}{2} \left(\frac{u}{g} \right)^2 = \frac{u^2}{2g}$$

解 u 得：

$$u = \sqrt{2gh} \quad (4)$$

在這種情形下，速度與所經路程的平方根成正比。

§ 5. 變速運動中的加速度。圓周運動 若欲求變速直線運動在一般情況下的加速度，可以應用(2a)式，但須記住，這時加速度是變數。如果重複第3節中有关變速運動中速度的討論，就得出結論：為了求物體在其路程上某一點的加速度，就必須計算很短的時間間隔 Δt 和與其相對应的很小的速度變化 $\Delta u = u_2 - u_1$ 。在這種較普遍的情況之下，下列比值

$$a_{avg} = \frac{\Delta u}{\Delta t} \quad (a)$$

就是在所求點附近一小段路程中加速度的平均值。若要求真正的加速度，就必須求其極限，即求出速度的無限小增值 du 和與其相對应的無限短時間間隔 dt 之比：

$$a = \frac{du}{dt} \quad (5)$$

在曲線運動的情況下，這些定義仍可保留，只是 Δu 與 du 應了解為速度的幾何增值。試用圖3來說明。欲求 A 點的速度變化，可取鄰近點 A_1 ，并作矢量 u 及 u_1 ，分別表示物體在前后兩位置時的速度。為了要知道速度 u 變化了多少，我們將矢量 u_1 的起點移到 A 點。由圖可知，必須在矢量 u 上加一矢量 Δu ，才能得矢量 u_1 。 Δu 叫做速度的幾何增值。矢量 a_{avg} 等於速度的

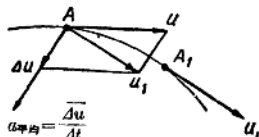


圖 3

