

高等工业学校教学用书

普通物理学

(初稿)

上册

上海市高等工业学校物理学编写组编

上海教育出版社

高等工业学校教学用书
普通物理学
(初稿)
上册

上海市高等工业学校物理学编写组编

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030号

商务印书馆上海厂印刷 新华书店上海发行所总经销

开本：880×1168 1/32 印张：18 3/4 字数：327,000

1959年8月第1版 1959年8月第1次印刷

印数：1—20,100本

统一书号：7150·571

定 价：(十) 1.55元

序 言

党的教育方針給我国的教育事业带来了崭新的局面。我們上海几所高等工业学校的物理教研組,在學習了党的教育方針之后,得到了很大的鼓舞。为了切实地貫徹这个方針,积极提高物理这門基础理論課的教学質量,一致感到編写一本适用于高等工业学校的物理教材是十分必要的。因此,在上海市高等教育管理局的领导和主持之下,在今年二月底,召集了上海交通大学、同济大学、华东化工学院、华东紡織工学院和上海水产学院等五校物理教研組的部分教师,組成編写小組。小組成立后,經過多次討論,明确了物理学在高等工业学校里的作用与地位,認為它主要是一門基础理論課,但也要适当承担滿足專業發展的需要。所以在普通物理教材中,应在不影响其科学系統性、完整性的前提下,适当結合專業。本着这一精神,我們采取分工負責、集体編写、定期討論、重点修改的方式;以高等工业学校物理学編写組編的王册物理学为藍本,从三月中旬到六月底,經過两个多月的時間,参加編写工作的共有二十多人,終于將上下两册普通物理学的初稿完成。

在編写时我們特別重視在教材內容中反映出教学为无产階級政治服务、教学与生产劳动相結合的精神,但这一点在初稿中是否貫徹与突出,还是沒有把握;我們还曾力求避免与其它課程不必要的重复,因此,精簡了某些內容,增加了某些材料,章节的次序、陈述的方式作了一些更动,而这一切也并不一定是最妥当的;至于

增添的近代物理中的某些部分,完全是一种新的尝试,也不一定妥当。并且由于各人执笔,内容的深广度不尽一致,所以在选材和处理方面问题一定不少。总之,由于时间仓促、水平有限,缺点和错误是免不了的。我们衷心地希望使用它的教师们和读者们,多提出宝贵的建议和意见,以便在使用一段时间以后,再作进一步的修改。

編 者

1959年7月1日

上册目录

精 論	1
§ 0-0-1. 物理学的研究对象	1
§ 0-0-2. 物理学研究方法	2
§ 0-0-3. 物理定律和理論是自然現象的客觀規律性的反映	4
§ 0-0-4. 物理学和辯証唯物主义世界觀	6
§ 0-0-5. 物理学和生产技术的关系	8
§ 0-0-6. 物理学在中国和苏联的發展 物理学和社会制度的关系	10

第一編 力学的物理基础

§ 1-0-1. 力学的研究对象和發展簡史	13
第一章 質点运动学	17
§ 1-1-1. 参照系和坐标系	17
§ 1-1-2. 質点运动 軌道 运动方程	18
§ 1-1-3. 矢量	19
§ 1-1-4. 位移 速度 加速度	22
§ 1-1-5. 圓周运动	26
§ 1-1-6. 运动的独立性 抛射体运动	29
第二章 質点动力学	32
§ 1-2-1. 牛頓运动定律 慣性系	32
§ 1-2-2. 力学的單位制和量綱	38
§ 1-2-3. 动量原理	44
§ 1-2-4. 动量守恒定律	46
§ 1-2-5. 功 重力的功 功率	48
§ 1-2-6. 动能 功能原理 位能	51

§ 1-2-7. 机械能守恒定律 能量守恒和轉換定律	55
§ 1-2-8. 球体的对心碰撞	57
第三章 剛体的轉动	61
§ 1-3-1. 剛体运动学 角位移 角速度和角加速度	61
§ 1-3-2. 剛体的动能 轉动慣量	65
§ 1-3-3. 力矩 力矩的功	66
§ 1-3-4. 轉动定律 动量矩和冲量矩	68
§ 1-3-5. 动量矩守恒定律	70
第二編 分子物理学和热力学	
§ 2-0-1. 物質結構概念發展簡史	74
§ 2-0-2. 分子物理学和热力学的研究对象和方法	76
第一章 气体分子运动論	78
§ 2-1-1. 分子运动論的實驗基础	78
§ 2-1-2. 状态参量 气体的实验定律 理想气体状态方程	81
§ 2-1-3. 气体分子运动論的压强公式	87
§ 2-1-4. 气体分子平均平动动能和温度的关系 玻耳兹曼恒量	91
§ 2-1-5. 气体分子运动的自由度	94
§ 2-1-6. 能量按自由度均分原則 理想气体的內能	96
§ 2-1-7. 气体分子运动速度 麦克斯韋速度分布定律 分子速度的实验測定	99
§ 2-1-8. 分子平均碰撞次数及平均自由程	105
§ 2-1-9. 气体的內迁移現象及其基本定律	109
§ 2-1-10. 迁移系数与压强的关系 分子大小的計算	121
第二章 热力学的物理基础	123
§ 2-2-1. 內能 功 热量	123
§ 2-2-2. 热力学第一定律	124
§ 2-2-3. 热力学第一定律对于理想气体的等值过程的应用	128
§ 2-2-4. 气体的热容量	131
§ 2-2-5. 絕热过程	135
§ 2-2-6. 可逆过程和不可逆过程	139

§ 2-2-7. 循环过程	143
§ 2-2-8. 卡諾循环 热机的效率	147
§ 2-2-9. 热力学第二定律	151
§ 2-2-10. 热力学温标	156
§ 2-2-11. 热力学第二定律的统计意义 对所谓宇宙“热寂说”的唯 心結論的批判	159
第三章 真实气体	163
§ 2-3-1. 理想气体定律的偏差 真实气体的等温綫 饱和蒸汽 临界状态	163
§ 2-3-2. 范德瓦耳斯方程	166
§ 2-3-3. 真实气体的內能 焦耳-湯姆孙实验	173
第四章 非常温和非常压	178
§ 2-4-1. 获得真空的现代方法 低压的测定	178
§ 2-4-2. 低温的获得及其测定	186
§ 2-4-3. 高压的获得及其测定 高压下的物质性质	196
§ 2-4-4. 高温的获得 高温下的物质性质	206
第三編 电 学	
§ 3-0-1. 电学在现代科学上和技术上的重要性	211
§ 3-0-2. 电学发展簡史	212
第一章 静电学	217
§ 3-1-1. 电荷 庫侖定律 介质的影响	217
§ 3-1-2. 静电場 电場强度 电感强度	221
§ 3-1-3. 电力綫 电感綫	227
§ 3-1-4. 电通量 奥斯特洛格拉斯基-高斯定理	229
§ 3-1-5. 静电場力所做的功 电势能	235
§ 3-1-6. 电位 电位的計算	237
§ 3-1-7. 等位面 电位与場强的关系	239
§ 3-1-8. 静电場中的金属导体	244
§ 3-1-9. 静电場中的电介质 电極化現象	248
§ 3-1-10. 电極化矢量 極化率与介电系数	251

§ 3-1-11. 变电体 压电现象	254
§ 3-1-12. 导体的电容	255
§ 3-1-13. 电容器的电容 电容的计算	258
§ 3-1-14. 电容器的接法和构造	262
§ 3-1-15. 电场的能量 电场能量的体密度	267
第二章 电流 导电的微观机构	271
§ 3-2-1. 传导电流和运流电流 电流强度和电流密度	271
§ 3-2-2. 一段电路的欧姆定律及其微分形式 导体的电阻	273
§ 3-2-3. 电流的功和功率 楞次-焦耳定律及其微分形式	277
§ 3-2-4. 电动势 闭合电路和一段含源电路的欧姆定律	280
§ 3-2-5. 分支电路 基尔霍夫方程系及其应用	285
§ 3-2-6. 金属导电的经典电子理论	291
§ 3-2-7. 电子自金属表面逸出所需的功	297
§ 3-2-8. 接触电位差	299
§ 3-2-9. 温差电现象及其应用	305
§ 3-2-10. 热电子发射及其应用	307
第三章 电流与磁场	313
§ 3-3-1. 磁现象的一般认识	313
§ 3-3-2. 磁场 磁场对电流的作用力 磁感应强度	316
§ 3-3-3. 磁场的图示法	320
§ 3-3-4. 匀强磁场对平面载流线圈的作用	322
§ 3-3-5. 毕奥-沙伐-拉普拉斯定律	325
§ 3-3-6. 磁场强度 安培环路定律	331
§ 3-3-7. 平行电流间的相互作用力 绝对电磁制单位	338
§ 3-3-8. 运动电荷的磁场	341
§ 3-3-9. 运动电荷在磁场中所受的力——洛仑兹力	345
§ 3-3-10. 电子的电量和质量的测定	350
§ 3-3-11. 离子荷质比的测定 质谱仪	357
§ 3-3-12. 霍尔效应	360
第四章 电磁感应	365
§ 3-4-1. 电磁感应现象	365

§ 3-4-2.	楞次定律	368
§ 3-4-3.	法拉第电磁感应定律	370
§ 3-4-4.	电磁感应现象和电子理论的关系	374
§ 3-4-5.	在磁场中转动的线圈中的感应电动势和感应电流	377
§ 3-4-6.	自感应	378
§ 3-4-7.	互感应	384
§ 3-4-8.	磁场的能量	387
§ 3-4-9.	涡电流 趋肤效应	393
§ 3-4-10.	磁的本质 顺磁质与抗磁质	395
§ 3-4-11.	铁磁性物质	401
第五章	麦克斯韦的电磁场理论	407
§ 3-5-1.	位移电流	407
§ 3-5-2.	麦克斯韦理论中的基本概念 电磁场	410
§ 3-5-3.	麦克斯韦方程的积分形式	412
§ 3-5-4.	麦克斯韦方程的微分形式	415
附录	电磁量的单位制度	418

緒 論

§ 0-0-1. 物理学的研究对象

自然科学,包括物理学在內,是以認識我們周圍物質世界的基本屬性,研究物質运动的規律为对象的。

現代自然科学的巨大的知識寶庫,是几千年来千百万劳动群众对自然的探討和創造性工作的結晶。人們珍惜这些知識,批判的吸收和發揚这些自然科学的遺產,目的在于掌握自然規律,促进自然科学的發展,以便进一步利用自然、改造自然,使自然規律为人类的文明事业和幸福生活服务。

我們周圍所有的客觀实在都是物質,整个自然界就是由各种各样运动着的物質組成的。列宁在“唯物主义和經驗批判主义”中說:“物質是作用于我們的感官而引起感觉的东西;物質是我們感觉到的客觀实在。”^① 物理学中所研究的各种气体、液体、固体和組成物体的分子、原子、电子以及光和其它电磁輻射等,都是物質存在的形式。

一切物質都在作永恒的不停的运动,“运动是物質的存在形式、物質的固有屬性,它包括宇宙中所發生的一切变化和过程,从簡單的位置变动起直到思維止”^②。物理学所研究的是最基本最普遍的运动形态,如:力学中的机械运动;分子的无規則热运动;电

① “列宁全集”第十四卷,人民出版社 1957 年版,第 140 頁。

② 恩格斯:“自然辯証法”,人民出版社 1956 年版,第 46 頁。

学的和电磁学的过程；以及原子内部的运动等等。

一切物質运动形态之間都有着密切的內在联系，它們互相依存，而又在本質上互相区别；亦即除了依一定条件具有同一性外，也有由自己的內部矛盾所决定的特殊性。例如，宇宙間任何物体，不論其化学性質如何，有无生命，都遵从物理学中的万有引力定律。一切变化和过程，不論它們是否具有化学的、生物的或其它特殊性質，都遵从物理学中所确立的能量轉換和能量守恒定律。但普遍的运动形态并不能包括所有的高級和复杂的运动形态的特征。例如，生命現象就不能單用物理过程來說明。

由于物理学所研究的物質运动規律具有普遍性，就使得物理学成为其它自然科学和工程技术的基础。因此，只有系統的巩固的掌握物理知識，才能順利的进行研究工作和了解其它工程技术，担当起建設我們偉大祖国的重任。

§ 0-0-2. 物理学的研究方法

物理学的研究方法是發現許多客觀規律的鑰匙，它引导人类不断地去揭露自然界的玄秘，从而使認識日益深刻，日益完善。所以要明白各种規律的正确意义和培养研究問題的能力，都必須學習研究方法。

自然界的一切現象是完全可以認識的，事物的發展和变化的規律也完全可以被掌握的。但是人类对事物的認識是逐漸深入的，所以研究物理的过程就和人类对事物的認識过程分不开，而物理学的方法也就和人类对事物的認識法則分不开。只有在正确的認識法則指导下的研究方法，才能真正的找出物質世界的規律。辯證唯物主义的認識法則是認識真理的唯一正确的科学法則。毛主席在“實踐論”中对于这个正确的認識法則，給予我們極其偉大的指示。在“實踐論”中指出：“人們的認識，不論对于自然界方

面,对于社会方面,也都是一步又一步地由低級向高級發展,即由淺入深,由片面到更多的方面。“認識的过程,第一步,是开始接触外界事情,屬於感覺的阶段。第二步,是綜合感覺的材料加以整理和改造,屬於概念、判断和推理的阶段。”^①

物理学的研究方法是由观察、实验、假說和理論所組成的一個过程。在實質上是和上述認識法則完全一致的。

观察是对于自然界中所發生的某种現象,按照它原来的样子加以观测研究。一般对天体运动等現象的研究,都是采用观察的方法。至于其它的物理現象,观察仅仅是一种初步的研究。

实验是使所研究的現象在人为的情况下反复产生。由于自然界所發生的过程是錯綜复杂、相互联系和相互制約的。在实验时必须用人为的方法,尽可能地把影响現象的主要因素和次要因素分开,使問題簡化,这样才能找到最本質的东西。例如,研究落体的运动时,地球、空气、落体的大小和形状、甚至几里路外的火車、天空射来的光綫等等,都要影响它的运动。如果我們把这許多因素全部考慮在內,那么我們將永远得不出結果。必須先抓住地球引力这一个主要因素,而設法减小空气的阻力等一些次要因素,才能得出結果来。这种实验方法,正是毛主席在“矛盾論”中所指示的:“任何过程如果有多数矛盾存在的話,其中必定有一种是主要的,起着領導的、决定的作用,其它則处于次要和服从的地位。因此,研究任何过程,如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的話,就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾,一切問題就迎刃而解了。”^②

在观察和实验所获得的大量資料的基础上,第二步工作就是經過分析、概括、判断和推理等一系列脑力劳动,把事物的本質和

① “毛澤东选集”第一卷,人民出版社 1952 年第二版,第 272 頁,第 279 頁。

② 同上書,第 310 頁。

內在联系抽象到更一般的形式,于是产生了假說。由假說再經過反复考驗,被証明可以足够正确地反映某些客观規律时,它就可以导致定律和理論的建立。

物理学的定律,多数是說明某些現象間的相互联系,或說明在某些条件下就会有某些現象發生的規律。它們常用語言的形式或数学的形式来闡明这些現象在質与量两方面所存在的規律性。

物理学理論是通过对于許多不同而相互有关的現象的研究,从一些已經建立起来的定律中,經過更为广泛的概括,而得到的系統化的知識。一套体系完整的理論往往可以由少数几条比較簡單的基本原理出發,經過一定的邏輯推理,来說明一定範圍内的各种現象,并且还能預言未知現象的存在。例如,麦克斯韋的电磁場理論,不仅能够解釋各种电現象和磁現象之間的关系,而且預言了电磁波的存在及其傳播速度,并終於为实验所証实。

从观察、实验、假說到理論,物理学的研究並沒有完結。因为我們周圍的物質世界虽然是完全可以認識的,但并不是一次就可以完全認識的。所以从实践得到的理論还必須回到实践中去檢驗和指导实践。如果在实践中發現的事实与理論有矛盾时,就能使理論得到修正和發展,有时甚至放弃原有的理論而建立新的更能反映客观实在的理論。例如我們将在光学發展史中講到的,人对光的本性的認識,是怎样从微粒說而波动說而量子說的,这个曲折的發展过程便雄辯地說明了理論必須在实践中不断的檢驗,才能得到發展。

§ 0-0-3. 物理定律和理論是自然現象的 客观規律性的反映

从物理学的研究方法中,我們可以知道:物理定律和理論不是人們硬套在自然現象身上的主觀思想,而是自然現象本身所具有

的客觀規律性在人們頭腦中的反映。現象的規律性的特征是，當相對恒定的條件具備時，它們能夠決定現象的可重復性。

斯大林說：“馬克思主義把科學法則——無論指自然科學法則或政治經濟學法則都是一樣——了解為不以人們的意志為轉移的客觀過程的反映。人們能發現這些法則，認識它們，研究它們，在自己的行動中估計到它們，利用它們來為社會謀福利，但是人們不能改變或廢除這些法則，尤其不能制定或創造新的科學法則。”^①

物理定律和理論是建築在觀察和實驗的基礎上的。觀察和實驗都是在一定條件和一定範圍內進行的。觀察和實驗的結果絕大多數是對於各種物理量的量度結果。量度的精確程度依賴於量度的技術水平、量度時所用儀器的完善程度以及進行量度的細心程度等等。因此，由實驗和觀察結果所建立的定律不可能絕對精確的反映客觀實在，而是有一定程度的近似性和局限性的，亦即有其一定的適用條件和範圍。例如，玻意耳-馬略特定律和蓋·呂薩克定律等，只有在壓強不太大、溫度不太低時，才能符合或接近事實。

列寧說：“承認理論是摹寫，是客觀實在的近似的復寫，這就是唯物主義。”^②

物理定律的近似性和局限性並不減低它們的客觀價值。雖然它們不是絕對精確的，但是它們在一定的精確程度內說明了自然現象的客觀規律性，這就充分說明了物理定律的科學性，它並不是由人們主觀地憑空想象出來的。另一方面，物理定律的近似性也包含着發展性在內，它和一切其它科學一樣不是停滯不前的。隨着人類對自然界認識的日益深刻，技術理論水平的日益提高，它們的精確程度將不斷地提高和改進。所以，儘管物質世界是多種多樣無窮無盡的，我們對它的認識只是相對的近似的復寫，但是這復寫

① 斯大林：“蘇聯社會主義經濟問題”，人民出版社 1959 年版，第 2 頁。

② “列寧全集”第十四卷，人民出版社 1957 年版，第 280 頁。

是日益接近于真实的。随着科学技术的不断进步，物理学已經而且将会愈来愈完善愈精确地反映出自然現象的客观規律性。

§ 0-0-4. 物理学和辯証唯物主义世界观

物理学的規律本身是沒有阶级性的，但在阶级社会中各阶级有不同的世界观，对同一自然現象，各阶级有不同的哲学解釋，而辯証唯物主义世界观是唯一彻底的科学的世界观。它概括了科学的全部經驗，成为科学發展的指南。

近代物理学正經歷着一个蓬勃發展的时期，物理学的許多重大發現都給唯物主义提供了科学的論据，物理学的研究成就愈加深入地揭示和丰富了辯証唯物主义原理。

二十世紀自然科学中發生的革命，提出了許多复杂的哲学問題，只有辯証唯物主义才能对現代自然科学所提出的哲学問題作出正确的解答。

現代物理学的發現証實了辯証唯物主义关于物質的統一性及其客观規律性的原理。具体地說，它証實了辯証唯物主义的四条基本法則，这就是

(1) 联系制約的法則：一切現象和事物都是相互联系相互制約着。

(2) 运动变化的法則：相互关系着的事物都是在不断的运动、不断的变化和發展着。

(3) 量变質变的法則：事物發展变化的过程是由量变到質变的飞跃变化。

(4) 矛盾統一的法則：事物發展变化的根本原因是事物內在的矛盾，而一切發展变化过程的实在內容就是矛盾对立面的斗争。

在物理学中，我們对于物質結構和光的本性的認識的發展，愈来愈深刻地說明了世界的物質性和它的規律的可認識性；原子結

構理論和元素的衰變一方面揭示了各元素的相互聯系，另一方面也充分說明了一切物質都在不斷地運動變化着；麥克斯韋的電磁理論指出了電現象、磁現象和光現象之間的密切聯系；各種物質的物理性質的變化（例如氣、液、固不同聚集態的變化，元素性質隨原子序數或核電荷數的變化，輻射性質隨波長或頻率的變化等），幾乎全部都離不開從量變到質變的基本法則。無數物理學的例子，都給辯證唯物主義哲學提供了有力的科學論據。

儘管如此，那些代表反動統治階級的學者們，却常常在物理學上出現新發現的時候，利用原有的理論需要修改和新的理論還未完全確立的机会，作出唯心主義的解釋，企圖打擊唯物主義，來為反動統治尋找理論根據，達到維持反動統治的意圖。例如在十九世紀末，由於電子、放射性、光電效應等的發現，原有理論遇到了不易克服的困難，馬赫派的唯心論者就乘機而入，提出“物質消滅”、物理學上“定律原理的普遍毀滅”、“物理學的危機”等荒謬的說法，企圖從根本上推翻唯物主義，就曾使得當時的物理學暫時陷入混亂的局面。列寧在他不朽的天才著作“唯物主義和經驗批判主義”中，徹底批判了馬赫派的錯誤觀點，深刻地解釋了物理學中新發現的意義，指出了所謂危機的本質，並明確指出物理學的唯一正確的發展途徑。

對於物理學的危機，列寧在“唯物主義和經驗批判主義”中寫道：“現代物理學危機的實質就是：舊定律和基本原理被推翻，意識之外的客觀實在被拋棄，這就是說，唯物主義被唯心主義和不可知論代替了。‘物質消失了’——這句話可以表達出在許多個別問題上的基本的典型的困難，即造成這種危機的困難。”^①

對於所謂“物質消失了”，列寧在同一文中寫道：“迄今我們認識物質所達到的那個界限正在消失，我們的知識正在深化；那些從

^① “列寧全集”第十四卷，人民出版社1957年版，第272頁。

前以为是绝对的、不变的、原本的物質特性(不可入性、慣性、質量等等)正在消失,現在它們显现出是相对的、仅为物質的某些状态所特有的。因为物質的唯一‘特性’就是:‘它是客观实在,它存在于我們的意識之外。’^①

在物理学中,唯物主义和唯心主义两条道路的斗争始終是十分尖銳的。学习物理而不掌握辯証唯物主义的观点和方法,不但不能正确而深入地理解物理学的一切成就,并且因为缺乏正确的哲学观点,抵抗不住唯心主义的侵蝕和影响,很可能为唯心主义所俘虏,以致走上反动的道路。所以,只有学好辯証唯物主义,才能在思想战线上担負起捍衛科学的責任。由于物理学研究的物質运动具有最大的普遍性,因此,自然而然地与哲学發生了密切的关系。它以全部成就雄辯地証明了辯証唯物主义的絕對准确性,这对于建立辯証唯物主义的世界观当然是極有帮助的。

§ 0-0-5. 物理学和生产技术的关系

由于生产实践的需要产生了自然科学,而自然科学的理論和成就,反过来又成为生产技术进一步發展的基础。随着生产技术的發展,又向自然科学提出了新的要求,这样,科学和技术就迅速的沿着进步的道路前进。

物理学研究的是物質运动形态的普遍規律,所以它和生产技术的关系,显得更为直接和广泛。例如,在古代由于引水灌溉的必要性和城市建筑的出現,引起了力学的产生。十九世紀初蒸汽机的应用,提出了怎样提高热机效率的問題,促使对热功轉化的进一步研究,而形成了热力学。在热力学的基础上才有可能制造出更有力更經濟的动力机(內燃机和渦輪机)。电学研究的結果,使电的应用成为本世紀来社会生产和日常生活不可缺少的部分。在今

^① “列宁全集”第十四卷,人民出版社 1957 年版,第 275 頁。