

高等学校教学用书

# 物 理 学

WULIXUE

(初 稿)

上 册

西安冶金学院数理系物理教研组编

人 民 教 育 出 版 社

高等学校教学用书



物 理 学

WULIXUE

(初 稿)

上 册

西安冶金学院数理系物理教研组编

人民教育出版社

本书是西安冶金学院数理系物理教研组编写的，可供高等工业学校冶金类专业作为教学参考书。其他高等学校理工科学生亦可参考。

全书分上下两册出版，本书为上册，其内容是：场——引力场、电磁场；波动；狭义相对论基础；统计物理学大意。下册内容是：原子物理与量子力学；固体物理与半导体；核物理与放射性同位素。

## 物 理 学

(初 稿)

上 册

---

西安冶金学院数理系物理教研组编

人民教育出版社出版 高等学校影印书编辑室  
北京重武门内承恩寺7号

北京重武门内承恩寺7号  
北京市书刊出版业营业许可整出字第2号

工人日报印书厂印装

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

---

统一书号 13010·895 开本 787×1092  $\frac{1}{32}$  印张 8  $\frac{1}{2}$

字数 210,000 印数 00001—10,000 定价 (6) 册 0.70

1960年11月第1版 1960年11月北京第1次印刷

## 序 言

这本书是我們在党的领导下，在貫徹党的教育方針，繼續深入教育革命，大搞教学革命的群众运动中，破除迷信，解放思想，师生合作集体編写而成。因此，本书的出版是党领导的胜利，是总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的胜利，是毛澤东思想的胜利。

本书是結合冶金类专业編写的，它的特点是：

一、在体系上，打破了旧的框框，以专业为中心配套成龙，考虑到各課程之間的联系和分工，組成新的系統。和本书配套成龙的是：“电工学及电子学”和“自动学基础”。“电工学及电子学”在物理課之前讲授，“自动学基础”在物理課之后讲授。这样，在物理課中就可不讲电磁学（本书虽編入了一章电磁学，主要是为了便于其他兄弟院校采用本教材）。又由于冶金类专业都要学习“物理化学”，所以本书删去了热力学。至于力学，因理論力学在物理課之前讲授，所以本书也删去了，加进了引力場。我們认为这样做既避免了不必要的重复，又可以使各門課程之間形成一个既有分工又有紧密联系的以专业为中心配套成龙的有机体系，是符合多、快、好、省精神的。

本书新的系統是：場，波，狭义相对論基础，統計物理学大意，原子物理与量子力学，固体物理与半导体以及核物理和放射性同位素。这样的系統安排是一个新的嘗試，不敢說就是十分恰当的了。

二、由于上述以专业为中心配套成龙的新的系統安排，使本书能够更多地加进高、精、尖、新的內容，同时在近代物理基础理論方面，也适当加深了。例如，在本书中，加强了超声波、半导体、放

射性同位素等新的科学技术成就;适当加深了統計物理、量子力学等基础理論部分。

三、在联系实际,結合专业方面比过去也大大加强了。本书就是結合冶金类各专业而編写的,尽可能把所讲的物理知識与冶金专业的实际需要紧密結合起来。例如,本书加进了真空技术在冶金方面的应用,超声波和放射性同位素在冶金方面的应用等等。

四、在貫徹辯証唯物主义毛澤东思想方面,我們力求从物理学的陣地上清除机械唯物論、修正主义、唯心主义等反动的哲学观点,插上馬克思列宁主义毛澤东思想紅旗。例如,在相对論部分,我們批判了唯心主义哲学上的相对主义,树立了正确的辯証唯物主义的时空观。在統計物理部分,我們批判了机械唯物論形而上学的观点,树立了对物质的各种运动形态之間的联系制約的辯証唯物主义观点等等。但限于我們的馬克思列宁主义理論水平和业务水平,一定有很多不够和錯誤的地方,希望大家批評指正。

本书虽然是結合冶金类各专业編写的,但也可以作为高等工业学校其他各类专业参考。

由于編写時間仓促,沒有来得及对物理学中已有的定律、理論进行全面的审查,因此本书难免有許多錯誤的地方,我們希望使用本书的教师和同学多提宝贵意見,以便将来有机会再版时預以更正。

本书在編写过程中,曾参考了下列各书:

1. 上海市高等工业学校物理学編写組編:普通物理学,上海教育出版社,1959年。
2. 阿·伊·基泰戈罗茲基著:物理学概論,人民教育出版社,1960年。
3. 陈仁烈編著:統計物理引論,高等教育出版社,1959年。
4. О. И. Баби́ков: Ультразвук и его применение в про-

МЫШЛЕНИЯ, Физматгиз, 1958 年。

西安冶金学院数理系物理教研组

1960 年 7 月

# 目 录

序言 .....	v1
緒論 .....	1
§ 0-0-1. 物理学的研究对象和研究方法 .....	1
§ 0-0-2. 物理学与生产技术、哲学及社会制度的关系 .....	6
<b>第一編 場——引力場、电磁場</b>	
第一章 引力場 .....	13
§ 1-1-1. 开普勒定律和万有引力定律 .....	13
§ 1-1-2. 有心力、万有引力位能 .....	14
§ 1-1-3. 引力場中质点的运动·行星运动 .....	16
§ 1-1-4. 人造地球卫星的运动和宇宙火箭的运动 .....	19
§ 1-1-5. $\alpha$ 粒子在原子核場中的运动 .....	21
〔附录〕 .....	22
第二章 电場和磁場 .....	25
§ 1-2-1. 靜电場 .....	25
§ 1-2-2. 磁場 .....	37
§ 1-2-3. 电磁感应 .....	47
第三章 麦克斯韦电磁場理論 .....	52
§ 1-3-1. 麦克斯韦电磁場理論的两个基本概念 .....	52
§ 1-3-2. 麦克斯韦方程組的积分形式 .....	55
§ 1-3-3. 麦克斯韦方程組的微分形式 .....	57
<b>第二編 波动</b>	
第一章 波动通論 .....	62
§ 2-1-1. 簡諧波方程 .....	62
§ 2-1-2. 一般波动方程 .....	65
§ 2-1-3. 波的能量·能流·球面波波动方程 .....	68
§ 2-1-4. 波的干涉 .....	71
第二章 超声波及其应用 .....	73
I. 超声波在媒質中的傳播 .....	73

§ 2-2-1. 描写声场的物理量 .....	73
§ 2-2-2. 波的反射、折射和变换 .....	76
§ 2-2-3. 声波在媒质中的衰减 .....	81
§ 2-2-4. 空化现象 .....	87
II. 超声波的发生、接收和测量 .....	89
§ 2-2-5. 机械型超声波发生器 .....	90
§ 2-2-6. 磁致伸缩型超声波发生器 .....	93
§ 2-2-7. 压电型超声波发生器 .....	98
§ 2-2-8. 超声波的接收和测量 .....	102
III. 超声波的应用 .....	105
§ 2-2-9. 超声波在冶金方面的应用 .....	105
§ 2-2-10. 超声波在其他方面的应用 .....	118
第三章. 电磁波 .....	121
§ 2-3-1. 平面电磁波波动方程 .....	121
§ 2-3-2. 电磁波的能量·烏莫夫-坡印廷矢量 .....	125
第四章 波动光学基础 .....	129
§ 2-4-1. 关于光的本性的发展简史 .....	129
I. 光的干涉 .....	131
§ 2-4-2. 相干光波 .....	131
§ 2-4-3. 干涉条件和干涉条纹的分布 .....	134
§ 2-4-4. 从透明薄板上反射时的干涉现象 .....	137
II. 光的繞射 .....	143
§ 2-4-5. 单狭縫繞射 .....	143
§ 2-4-6. 繞射光柵·繞射光柵光譜 .....	148
§ 2-4-7. X-射綫的繞射 .....	150
III. 光的偏振 .....	153
§ 2-4-8. 自然光和偏振光 .....	154
§ 2-4-9. 反射光的偏振·馬呂定律 .....	155
§ 2-4-10. 折射光的偏振·布儒斯特定律·玻板堆起偏和檢偏 .....	159
§ 2-4-11. 双折射 .....	161
§ 2-4-12. 尼科耳棱鏡和偏振光 .....	164
§ 2-4-13. 光的干涉在工业上的应用 .....	166
<b>第三編 狭义相对論基础</b>	
§ 3-0-1. 伽利略轉換式 .....	176
§ 3-0-2. 历史上几个重要的实验 .....	179
§ 3-0-3. 狭义相对論的基本原理·洛倫茲轉換式 .....	185



§ 3-0-4. 相对論力学·狭义相对論关于质量和能量的两个結論 .....	193
--	-----

## 第四編 統計物理学大意

第一章 引論 .....	196
§ 4-1-1. 統計物理学的研究对象·目的和方法 .....	196
§ 4-1-2. 統計規律性 .....	201
§ 4-1-3. 宏观量压强和强度的統計性质及其与微观量之間的关系 .....	203
第二章 麦克斯韦—玻耳茲曼統計法 .....	210
§ 4-2-1. 几率和平均值 .....	210
§ 4-2-2. 理想气体分子的密度分布 .....	214
§ 4-2-3. 麦克斯韦—玻耳茲曼能量分布律 .....	218
§ 4-2-4. 麦克斯韦速度分布定律 .....	221
§ 4-2-5. 能量均分定理·理想气体的内能 .....	227
§ 4-2-6. 在重力場中气体分子在空間的密度分布 .....	233
§ 4-2-7. 起伏现象 .....	235
第三章 迁移現象 .....	238
§ 4-3-1. 平均碰撞次数和平均自由程 .....	238
§ 4-3-2. 分子的迁移现象 .....	239
第四章 非常溫和非常压 .....	249
§ 4-4-1. 低压的获得·测量和应用 .....	249
§ 4-4-2. 高压的获得及其测定·高压下的物质性质 .....	258
§ 4-4-3. 低温的获得及其测定·低温下物质的性质 .....	264
§ 4-4-4. 高温的获得·高温下物质的性质 .....	270

## 緒 論

### § C-0-1. 物理学的研究对象和研究方法

#### (一) 物质和它的运动变化

我們周圍所有的客观实在，包括我們自己在內，即整个自然界都是由运动着的物质組成的。列宁在他的著作“唯物主义与經驗批判主义”中給物质这个概念下了一个科学的定义：“物质是标志客观实在的哲学范疇，这种客观实在是人感觉到的，它不依赖于我們的感觉而存在，为我們的感觉所复写、攝影、反映”。<sup>①</sup>物理学中研究的气体、液体、固体和組成物体的分子、原子、电子、质子、中子以及光和其他电磁輻射等，都是物质发展中的种种阶段，是物质发展史中的种种暫時形态。

一切物质都在作永恒不停的运动，“运动是物质的存在形式、物质的固有屬性，它包括宇宙中所发生的一切变化和过程，从简单的位置变动起直到思維止”。<sup>②</sup>例如，我們生活所在的地球，圍繞着自己的軸旋轉，同时也圍繞着太阳运行，但是太阳也并不是不动的，它連同圍繞着它旋轉的整个行星一起在宇宙空間运行。在每一个物体中，組成它的原子都在不停的运动，而每一个原子本身又充滿了內部的运动。其他如生物的生长死亡，变化虽有快有慢，但沒有絕對不变的事物，沒有也不可能有沒有运动的物质。物质和运动是分不开的。換句話說，运动就是物质存在的永恒形式。

与自然界的各种各样現象相适应，也存在着各种不同形态的物质运动。如机械运动、热运动、电磁現象、微观粒子的运动轉換、

① “列宁全集”，第十四卷，人民出版社1957年版，第128頁。

② 恩格斯：“自然辯証法”，人民出版社1959年版，第46頁。

化学变化、生理現象和生物的新陳代謝等等。一切物质运动形态之間，都有着密切的內在联系，而又在本质上互相区别。在每一种較高級的运动形态中，必然包含着各种比較简单的运动形态，例如机械的位移，但較高級的运动形态并不归结为，也不可能归结为这些比較简单的运动形态，例如生命現象就不能完全用物理过程来说明。

又如宇宙間任何物体，不論其化学性质如何，有无生命，都遵从物理学中的万有引力定律。一切变化过程，不論它們是否具有化学的，生物的或其他特殊性质的，都遵从物理学中所确定的能量轉換和能量守恒定律。

物质运动的形态尽管是多种多样，但它們都是有規律的，这些規律都是完全可以認識的。各种自然科学就是研究物质的各种运动形态的規律的。

## （二）物理学研究的对象和方法

物理学研究的对象是物质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、电磁运动以及原子内部的运动等等。由于物质最基本最普遍的运动形态是存在于其他比較高級比較复杂的运动形态中，就使得物理学成为其他自然科学和工程技术的基础。

要学好物理学，必須了解物理学的研究方法，因为正确的研究方法会引导我們不断地去揭露自然界的客观規律，从而使認識日益深刻，日益完善。

物理的研究方法是和人类对事物的認識法則分不开的。只有在正确的認識法則指导下的研究方法，才能真正的找出物质世界的規律。辯証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“实践論”中对于这个正确的認識法則，給予我們极其偉大的指示：“人們的認識，不論对于自然界方面，对于社会

方面,也都是一步一步地由低級向高級发展,即由淺入深,由片面到更多的方面”。<sup>①</sup>“認識的过程,第一步,是开始接触外界事情,屬於感觉的阶段。第二步,是綜合感觉的材料加以整理和改造,屬於概念、判断和推理的阶段”。<sup>②</sup>

物理学的研究方法是由观察、实验、假說和理論,再实践、再認識,循环往复以至无穷所組成的一個过程,在实质上是和上述認識法則完全一致的。

**观察** 是对自然界中所发生的某种現象,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。至于其他的物理現象,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,由于自然界所发生的过程是錯綜复杂、相互联系和相互制約的,在实验时,必須用一定的方法,尽可能的把影响現象的主要因素和次要因素区别开来,忽略次要因素使問題簡單化,这样才能找到最本质的东西。例如,在研究落体的运动时,地球、空气、落体的大小和形状、甚至附近天空的飞机、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都考虑在內,那么将使我們的研究复杂化,很难得出結果来。必須先抓住地球引力这个主要因素,然后設法减少空气的阻力等等某些次要因素,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,起着领导的、决定的作用,其他则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”。<sup>③</sup>

① “毛澤东选集”,第一卷,人民出版社1960年版,第272頁。

② 同上,第279頁。

③ “毛澤东选集”,第一卷,人民出版社1960年版,第310頁。

在观察和实验所获得的大量材料的基础上，第二步工作就是经过分析概括，判断和推理等一系列的脑力劳动，把在一定条件下一定范围内的事物的本质和内在联系抽象到更一般的形式，用语言文字或数学形式表达出来，就是物理定律。在此基础上提出关于现象规律联系性的假设，于是产生了假说。然后作进一步的研究，在实践中检验假说，就可能发现新的事实，而在这些事实当中，可能遇到一些事实同提出的假设相矛盾。于是便需要找出新的解释方法（新的假说）。这样，通过从一个解释过渡到另一个比较精确的解释，当假说被证明可以足够正确地反映某些客观规律时，它就可以导致物理理论的建立。

物理学理论是通过对许多不同而又相互有关的现象的研究，从一些已经建立起来的定律中，经过更为广泛的概括，而得到的系统化的知识。理论是实践的科学概括，是客观现实在人的意识中的反映。一套体系完整的理论，往往可以从实践中概括出来的少数几条比较简单的基本原理出发，经过逻辑的推理来说明一定范围内的各种现象，并且还能预言未知现象的存在。例如，麦克斯韦的电磁场理论，不仅能够解释各种电现象和磁现象之间的联系，而且预言了电磁波的存在及其传播速度，并终于为实验所证实。

从观察、实验、假说到理论，物理学的研究并没有完结，这是认识过程的一个段落。从实践中得到的理论还必须回到实践中去检验和指导实践。在实践中有时会发现一些新的事实，这些新的事实往往是已有的理论所不能解释的，或和已有的理论完全抵触，这就需要根据新的材料审查已有的理论，加以修正，补充或者甚至于必须做比较根本性的改变，以建立新的更能反映客观实在的理论。例如，我们将在光学发展史中讲到，人对光的本性的认识是怎样从微粒说而波动说而量子说的，这个曲折的发展过程更雄辩地说明了理论必须在实践中不断的检验，才能得到发展。正如毛主席在

他的杰出的哲学著作“实践論”里所写：“通过实践而发现真理，又通过实践而证实真理和发展真理。从感性認識而能动地发展到理性認識，又从理性認識而能动地指导革命实践，改造主观世界和客观世界。实践、認識、再实践、再認識，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和認識之每一循环的内容，都比較地进到了高一級的程度”。①

### (三) 物理定律和理論是自然現象客观規律性的反映

物理定律和理論既是由实践中概括和抽象出来的，因此物理定律和理論必然是自然現象客观規律性的反映。但由于观察和实验都是在一定的条件下和一定范围内进行的，同时观察和实验的准确的程度又受到测量技术水平和仪器完善程度所限制，因此，由实验和观察结果所建立的定律往往不可能絕對精确地反映客观实在，而是有一定程度的近似性和局限性。例如，气体的实验定律（玻意耳-馬略特定律，盖·呂薩克定律和查理定律等）只有在压强不太大，溫度不太低时，才能符合或接近事实。

列宁說：“承认理論是模写，是客观实在的近似的复写，这就是唯物主义”。②

物理定律的近似性和局限性并不减少它客观的意义。这是因为它終究是在一定范围内，在一定条件和关系中反映了客观现实的某些方面。而且这种認識将在科学进一步的发展中日漸精确，得到补充，加深和具体化。毛主席在实践論中教导我們說：“馬克思主义者承认，在絕對的总的宇宙发展过程中，各个具体过程的发展都是相对的，因而在絕對真理的长河中，人們对于在各个一定发展阶段上的具体过程的認識只具有相对的真理性。无数相对的真理性之总和，就是絕對的真理”。③

① “毛澤东选集”，第一卷，人民出版社1960年版，第285頁。

② “列宁全集”，第十四卷，人民出版社1957年版，第280頁。

③ “毛澤东选集”，第一卷，人民出版社1960年版，第284頁。

## § C-0-2. 物理学与生产技术、哲学及社会制度的关系

### (一) 物理学与生产技术的关系

物理学与生产技术关系非常密切，生产向物理学提出的要求是物理学发展的动力。反过来物理学的成就，又可以促进生产技术的进一步发展。在古代由于农业劳动，建筑等方面的生产实践，引起了力学的产生。19世纪初，由于生产技术上要求提高蒸汽机效率，不得不研究热转换功的规律，因而形成了热力学。电学中电磁感应现象的发现，使社会生产和日常生活的面貌大大改变，使人类进入所谓电气化时代。近几年来，原子能的和平利用，又给社会生产开辟了广阔的能源，使我们进入了原子时代。最近苏联在征服宇宙空间方面的巨大成就，也是与物理学的成就分不开的。

总之，生产技术的源泉，而物理学的成就和发明又大大推动和促进着生产技术的革新和进步。

许多资产阶级学者故弄玄虚，把科学说成是“天才”的创造，使科学神秘化起来，使劳动人民感到科学高不可攀，形成科学与生产实践脱离。事实上科学一离开实践就失去了生命力，成了无源之水，无本之木，反过来它又变成了妨碍实践的迷信。毛主席早就在实践论中指出过：“理性的东西所以靠得住，正是由于它来源于感性，否则理性的东西就成了无源之水，无本之木，而只是主观自生的靠不住的东西了”。<sup>①</sup>我国人民在全面大跃进的运动中，在毛泽东思想的指导下，发动了一个声势浩大的破除迷信，解放思想，树立敢想、敢说、敢干的共产主义风格的运动，而且在教育革命运动中，对于理论脱离实际的资产阶级学术思想观点，进行了批判，冲破了科学技术上的许多陈腐观念，树立了以实践为基础的正确科学观念。

<sup>①</sup> “毛泽东选集”，第一卷，人民出版社1960年版，第279页。

同样只重視实践，而忽視理論的作用，也是片面的，斯大林說过：“离开革命实践的理論是空洞的理論，而不以革命理論为指南的实践是盲目的实践”。<sup>①</sup> 由此可見，物理学与生产技术的关系是非常密切的。作为一个工程技术干部必須学好物理学。

## (二) 物理学与辯証唯物主义的关系

早在 1922 年，列宁在他的論“战斗唯物主义的意义”一文中指出：“自然科学进步得很快，正处于各个领域都在发生极为深刻的革命变革的时期，因此自然科学离开哲学結論，无论如何是不行的”<sup>②</sup>。列宁的这一論点，对現代自然科学不仅沒有消失其原有的力量，而且获得了更重要的意义。

由于物理学研究物质运动最基本最普遍的运动形态，因此它特別需要哲学概括。物理学的本身沒有階級性，但在階級社会中，各階級有不同的世界观，对同一自然現象，各階級有不同的哲学解釋，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，成为科学发展的指南。

近代物理学中許多重大的发现，都給辯証唯物主义提出了更丰富的科学論据，反过来也只有根据辯証唯物主义才能正确理解这些重大发现。例如，物理学中关于物质結構和光的本性的認識和发展，愈来愈深刻的說明了世界的物质性和它的規律的可認識性；原子結構的理論和放射性元素的衰变規律說明了各元素之間有密切关系，而且也指出一切物质都在不断的运动变化；麦克斯韦电磁理論指出电磁現象和光現象的密切联系；各种物质的物理变化(固、液、气三种物态的变化，元素性质随原子核的电荷数不同而变化，輻射的性质随波长或頻率的变化等)，几乎全部都脫离不开量变过渡到根本的质变的規律。无数物理事实都証明了辯証唯物

① “斯大林全集”，第六卷，人民出版社 1956 年版，第 79 頁。

② “列宁全集”，第三十三卷，人民出版社 1957 年版，第 205 頁。



主义的正確性。

尽管如此，但資產階級的唯心主义科学家却往往趁物理学上的新发现还没有得到正确解释的时候，便乘机而入，企图使这些新发现成为唯心主义的证据。例如在 19 世紀末，由于电子、放射性、光电效应等的发现，原有的理論遇到了不易克服的困难，唯心的馬赫主义者便乘机而入提出“物质消灭”，“物理学上定律原理的普遍毁灭”，“物理学上的危机”等荒謬的說法，企图从根本上推翻唯物主义，就曾使得当时的物理学暂时陷入混乱的局面。列宁在他的不朽的天才著作“唯物主义与經驗批判主义”中，彻底批判了馬赫派的錯誤观点和反动本质，深刻的解释了物理学中新发现的意义，指出了所謂危机的本质，并明确指出物理学的唯一正确的发展途徑。

对于物理学的危机，列宁在“唯物主义和經驗批判主义”中写道：“現代物理学危机的实质就是：旧定律和基本原理被推翻，意識之外的客观实在被抛弃，这就是說，唯物主义被唯心主义和不可知論代替了。”物质消失了——这句话可以表达出在許多个別問題上的基本的典型的困难，即造成这种危机的困难”。①

对于所謂“物质消灭了”，列宁在同一文中写道：“迄今我們認識物质所达到的那个界限正在消失，我們的知識正在深化；那些从前以为是絕对的、不变的、原本的物质特性（不可入性、慣性、质量等等）正在消失，現在它們显现出是相对的、仅为物质的某些状态所特有的。因为物质的唯一‘特性’就是：它是客观实在；它存在于我們的意識之外”②。

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、方法，不但不

① “列宁全集”，第十四卷，人民出版社 1957 年版，第 272 頁。

② “列宁全集”，第十四卷，人民出版社 1957 年版，第 275 頁。