

工業專科學校試用教科書

普通物理学

PUTONG WULIXUE

湖北人民出版社

工業專科學校試用教科書



普通物理学

上册

(各專業通用)

湖北省三年制工業專科學校
普通物理学教材选編組选編

湖北人民出版社

內 容 提 要

本書可供三年制工業專科學校各專業作普通物理學的教材。
二年制工業專科學校各專業也可以適用。

全書共分五編：第一編為力學的物理基礎；第二編為分子物理學與熱力學；第三編為電磁學；第四編為振動與波動過程；第五編為近代物理基礎。

為配合電工學教學及專業需要，在電磁學部分統一採用了合理化實用單位制。

書後編有復習思考題及習題，供教學參考。

工業專科學校試用教科書

普 通 物 理 學

上 冊

(各 專 業 通 用)

湖北省三年制工業專科學校

普通物理學教材選編組選編

*

湖北人民出版社出版 (武漢解放大道332號)

武漢市書刊出版業營業許可證新出字第1號

湖北省新华書店發行

湖北省地方國營新生印刷廠印刷

*

787×1092毫米 $\frac{1}{32} \cdot 10\frac{3}{16}$ 印張·239,000字

1961年8月第 1 版

1961年8月第1次印刷

印數：1—8,500

統一書號：13106·26

定 價：1.00 元

序

为解决工业专科学校基础課和各类专业共同的基础技术課的教材問題。中央教育部責成我們：組織选編高等数学、普通物理、普通化学、俄語、工程力学、画法几何及制图、机械原理及机械零件、电工学、热机学及金屬工艺学等 10 門課程的 19 种教材；同时要求在四月全部脫稿，并在質量上比現有教材有所提高。

对于我們的力量來說，这个任务是艰巨的。但我們也認識到，这是貫徹“調整、巩固、充实、提高”的八字方針和提高教學質量的重要措施之一；从当前工业专科学校教材缺乏的严重情况来看，是一項政治任务。應該尽我們最大的努力去完成。为此，我們一面紧紧依靠中央教育部和中共湖北省委宣傳部的領導，一面从我省 24 所高等院校中抽出 91 位教师集中力量进行选編工作；并承广东省高等教育局的协助，选派了四位教师参加。这就使我們的工作既有明确的方向，又有比較可靠的力量，保證了任务的完成。

在选編过程中，我們特別注意了如下几个問題。首先是从工业专科学校的实际出发。由于時間緊迫，而又沒有現成的工业专科学校的教材作为选編基础，我們只好从本科教材中选择一些适当的藍本进行加工。根据这种客觀情况，我們一再強調选編教材的分量与質量要从工业专科学校的教學要求出发；要注意到专科和本科的培养目标、每門課程的具体任务和学时数都是不同的。

其次，由于目前专科学校的教學条件（比如教师和学生的水平、教学仪器設備等等）还比較差，学生負担也比較重，因此我

們特別強調貫徹“少而精”的原則，吸收几年来各校對課程內容精簡、加深、更新的經驗，反對不適當地“求多、求全、求深、求新”的思想。

第三，由於我們選編的是通用的基礎課和基礎技術課的教材，為了使學生獲得比較廣博和鞏固的基礎理論知識，對於基礎課，我們特別注意了貫徹“在保持科學系統性和基本內容的前提下，密切聯繫實際和適當結合專業”的原則。對於基礎技術課，雖然具體課程都經過具體分析，但基本上也都是根據上述原則進行選編的。

為達到上述目的，參加選編工作的教師同志們曾進行多次調查訪問，對原稿進行反復討論、修改和審查。但由於任務重，時間緊，特別是經驗不足，水平有限，我們這次選編的教材，只是解決了“有無”的問題。缺點和錯誤是在所難免的。懇切希望使用這些教材的全體師生同志們，多多給我們提供意見，以便今後進行修改，使這些教材的質量逐步得到提高。

湖北省教育廳

1961年5月10日

选編說明

本教材是以上海高等工业学校物理編写組編的“普通物理学”为主要藍本，并自北京邮电学院物理学講义、同济大学物理函授課本、西安交大物理教研組編的“物理学”和西安冶金学院物理教研組編的“物理学”中选取了部分內容編輯而成的。关于各部分教材具体处理原則在本教材的使用說明書（單另發行）上有較詳細的說明。

为适应工业專科学校的情况，本教材进一步刪去了与高中課本和其他課程不必要的重复的內容；在保基础、保科学系統性的前提下，刪去了一些非主干內容和某些繁难的数学推导；注意到对基本概念、基本原理闡述充分、交代清楚，也注意了教材的思想性；注意到在內容上联系实际，适当結合工科需要；在电磁学部分采用了合理化实用單位制，以适应專業和工程技術的要求。

本教材由武汉大学、华中工学院、华中师范学院、武汉师范学院、武汉电力專科学学校、武汉鋼鐵学院、武汉邮电学院等七校教师石展之、周玉庭、黄子正、彭思鳳、梁邦杰、李海如、李葵發等同志組成的选編組选編而成；初稿由梁百先、鄭昌时、林杏全、丁履成、祖世澤、陈一飛、傅載陽諸同志分編審閱；最后經過戴春洲、肖福运、石展之三同志全面、詳細地審定。

湖北省三年制工业专科学校普通物理学教材选編組

上册 目录

緒論

§ 0-0-1	物理学的研究对象及研究方法	1
§ 0-0-2	物理学和生产技术以及哲学的关系	4
§ 0-0-3	物理学和社会制度的关系 物理学在苏联和我国的发展	7

第一編 力学的物理基础

§ 1-0-1	力学的研究对象和发展簡史 經典力学的适用范围	9
第一章	质点力学	12
§ 1-1-1	参照系和坐标系	12
§ 1-1-2	位移 速度 加速度	13
§ 1-1-3	牛頓运动定律 慣性系	18
§ 1-1-4	力学的單位制	23
§ 1-1-5	动量原理	26
§ 1-1-6	动量守恒定律	29
§ 1-1-7	功 重力的功	32
§ 1-1-8	动能 功能原理 位能	34
§ 1-1-9	机械能守恒定律 能量守恒和轉換定律	37
§ 1-1-10	球体的对心碰撞	40

第二編 分子物理学和热力学

§ 2-0-1	物質結構概念发展簡史	45
§ 2-0-2	分子物理学和热力学的研究对象和方法	46
第一章	气体分子运动論	49
§ 2-1-1	状态参量 理想气体状态方程	49
§ 2-1-2	气体分子运动論的压强公式	53
§ 2-1-3	气体分子平均平动动能和温度的关系 玻耳兹曼恒量	57

§ 2-1-4	能量按自由度均分原則 理想气体的內能	59
---------	--------------------	----

§ 2-1-5	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	64
---------	-------------------------------	----

§ 2-1-6	分子平均自由程	72
---------	---------	----

§ 2-1-7	气体的內迁移現象及其基本定律	77
---------	----------------	----

§ 2-1-8	获得眞空的現代方法 低压的測定	85
---------	-----------------	----

第二章	热力学的物理基础	93
-----	----------	----

§ 2-2-1	內能 功 热量	93
---------	---------	----

§ 2-2-2	热力学第一定律	94
---------	---------	----

§ 2-2-3	热力学第一定律对于理想气体的等值过程的应用	98
---------	-----------------------	----

§ 2-2-4	气体的分子热容量	102
---------	----------	-----

§ 2-2-5	絕热过程	103
---------	------	-----

§ 2-2-6	可逆过程和不可逆过程	110
---------	------------	-----

§ 2-2-7	循环过程	111
---------	------	-----

§ 2-2-8	卡諾循环 热机的效率	117
---------	------------	-----

§ 2-2-9	热力学第二定律及其統計意义	120
---------	---------------	-----

§ 2-2-10	热力学第二定律的应用范围, 对所謂宇宙“热寂說”的唯心結論的批判	123
----------	----------------------------------	-----

第三章	眞实气体	125
-----	------	-----

§ 2-3-1	理想气体定律的偏差 眞实气体的等温綫 飽和蒸汽临界状态	125
---------	-----------------------------	-----

§ 2-3-2	范德瓦耳斯方程	128
---------	---------	-----

§ 2-3-3	眞实气体的內能 焦耳——湯姆孙实验	133
---------	-------------------	-----

§ 2-3-4	低温的获得	134
---------	-------	-----

第三編 电 磁 学

§ 3-0-1	电磁学在現代科学和工程技术上的重要性	138
---------	--------------------	-----

§ 3-0-2	电磁学理論发展簡史	139
---------	-----------	-----

第一章	靜电場	143
-----	-----	-----

§ 3-1-1	电荷守恒定律 导体和电介質	143
---------	---------------	-----

§ 3-1-2	电磁場 靜电場 电場強度	143
---------	--------------	-----

§ 3-1-3	庫倫定律 場強的計算	144
§ 3-1-4	电极化現象 介質中的場強 电位移矢量	149
§ 3-1-5	变电体 压电現象	153
§ 3-1-6	电位移綫 电位移通量	154
§ 3-1-7	奧斯特洛格拉斯基——高斯定理	156
§ 3-1-8	奧斯特洛格拉斯基——高斯定理的应用	158
§ 3-1-9	靜电场力所作的功	161
§ 3-1-10	电荷在靜电场中的位能 电位	164
§ 3-1-11	等位面	167
§ 3-1-12	电场强度和电位的关系 电位梯度	170
§ 3-1-13	靜电场中的导体 靜电屏蔽	172
§ 3-1-14	导体的电容 电容器	176
§ 3-1-15	电容器的接法和构造	180
§ 3-1-16	电场的能量	185
§ 3-1-17	靜电現象在生产技术中的应用	189
第二章 直流电和金属导电的經典理論		192
§ 3-2-1	电流强度和电流密度	192
§ 3-2-2	一般电路的欧姆定律及其微分形式	195
§ 3-2-3	电阻和温度的关系 超导电性	198
§ 3-2-4	电动势 閉合电路和不均匀电路的欧姆定律	199
§ 3-2-5	电子导电性 电子气	205
§ 3-2-6	电子从金属表面逸出所需的功	208
§ 3-2-7	接触电位差	209
§ 3-2-8	温差电池	214
§ 3-2-9	热电子发射及其应用	216
第三章 恆定电流的磁场		220
§ 3-3-1	磁场 磁感应强度	220
§ 3-3-2	磁感应綫 磁通量	223
§ 3-3-3	畢奧——沙伐——拉普拉斯定律	225
§ 3-3-4	畢奧——沙伐——拉普拉斯定律的应用	227
§ 3-3-5	磁質中的磁感应强度	230

§ 3—3—6	磁場強度 安培环路定律	233
§ 3—3—7	磁場对載流導綫的作用 安培定律及其应用	241
§ 3—3—8	运动电荷在磁場中所受的力——罗倫茲力	247
§ 3—3—9	磁質的分类 鉄磁性 磁力探伤	253
§ 3—3—10	新的磁性材料——鉄銻氧	258
第四章 电磁感应		261
§ 3—4—1	法拉第电磁感应定律	261
§ 3—4—2	电磁感应現象和电子理論的关系	263
§ 3—4—3	渦流	264
§ 3—4—4	自感現象和自感系数	265
§ 3—4—5	互感現象和互感系数	267
§ 3—4—6	磁場的能量	269
第五章 麥克斯韋电磁場理論		274
§ 3—5—1	位移电流 全电流	274
§ 3—5—2	全电流定律 麥克斯韋第一方程式	277
§ 3—5—3	渦旋電場 麥克斯韋第二方程式	278
§ 3—5—4	麥克斯韋电磁場方程組	280
附錄一 电磁量的單位制度		282
附錄二 复习思考題及习題		296

緒 論

§ 0-1 物理学的研究对象及研究方法

1. 物理学的研究对象

自然科学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。物理学是自然科学的一个部門，它研究物質运动最普遍的規律。

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“唯物主义与經驗批判主义”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、电子以及光和其他电磁輻射等，都是客觀存在的物質。

一切物質都在作永恆不停的运动，“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：物体的机械运动（力学、机械波）；分子的热运动（热力学、分子物理）；电磁現象（电磁学、光学）；微觀粒子的运动与轉換（原子物理、量子力学、核物理、基本粒子理論）等。

人們已知一切实物都是由分子、原子、电子等微小粒子构成的。除此以外，近代物理学还發現了“場”这样一种特殊形态的物質。科学証明，場与实物之間有許多共同的特点（例如場也具有質量、动量和能量），并且場与实物之間可以相互轉化（例如光

① “列宁全集”第十四卷，人民出版社 1957 年版，第 146 頁。

② 恩格斯：“自然辯証法”，人民出版社 1956 年版，第 46 頁。

子可以轉化為電子和正電子，而電子和正電子也可以轉化為光子）。所以近代物理學又可以說是研究場與實物的一般性質、運動規律及其相互轉化的科學。

一切物質運動形態之間都有着密切的內在聯繫，它們互相依存，而又在本質上互相區別；亦即除了依一定條件具有同一性外，也有由自己內部矛盾所決定的特殊性。例如，宇宙間任何物體，不論其化學性質如何，有無生命，都遵從物理學中的萬有引力定律。一切變化過程，不論它們是否具有化學的、生物的或其他特殊性質，都遵從物理學中所確立的能量轉換和守恆定律。但普遍的运动形态并不能包括所有的高級和複雜的运动形态的特征。例如，生命現象就不能單用物理過程來說明。

由於物理學所研究的物質運動規律具有普遍性，就使得物理學成為其他自然科學和工程技術的基礎，因而物理學在工科各專業中是一門重要的基礎課。

2. 物理學的研究方法

為了能更好地理解 and 運用物理學所揭示的規律，就需要學習物理學的研究方法。

任何知識均來自實踐，而任何真理也由實踐來檢驗。物理學的知識也是如此。研究物理學首先要收集資料，方法有兩種：一是直接地或借儀器之助，對自然界發生的現象進行反復的觀察；另一種是在人為的條件下，使現象重演，考察在各種條件下現象演變的規律，這就是實驗。觀察和實驗所得的資料是物理學知識的源泉。布拉黑幾十年對天體運行的觀察記錄是開普勒行星運動定律的來源，大量光譜分析的材料則是原子物理學的主要基礎。

在觀察和實驗所獲得的大量資料的基礎上，第二步工作就是經過分析、概括、判斷和推理等一系列腦力勞動，把事物的本質

和內在联系抽象出来，用語言文字或数学形式表达为物理定律或理論。有的时候，这种抽象出来的事物本质和內在联系还只能是假說，那么，就要使假說再經過实践的反复檢驗、修改和补充，当它被証明是足够正确地反映某些客观規律时，才可以导致物理理論的建立。理論是概括得更为广泛的系統化的知識，它不仅能解釋已知現象，并且还能預知某些未知現象的存在。

从觀察、实践、假說到理論，物理学的研究并未完結。从实践得到的理論必需回到实践中去檢驗其正确性。并用来指导实践，也就是說掌握这些物理規律为人类服务。例如，当人类認識了原子核的結合能的变化規律，就能制造出原子能反应堆，以取得大量的能量。在实践中，往往發現一些新的事实与理論發生矛盾，这就需要根据新的資料審查已有的理論，加以修正、补充，或者甚至于作根本性的改变，以建立新的更能反映客观实在的理論。例如，我們將在光学發展史中講到，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雄辯地說明了理論必須在实践中不断地檢驗才能得到發展和提高。

毛主席在“实践論”中指出：“通过实践而發現真理，又通过实践而証实真理和發展真理。从感性認識而能动地發展到理性認識，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，循环往复以至无窮，而实践和認識之每一循环內容，都比較地進到了高一級的程度。”^① 这是辯証唯物論的認識法則，物理学以及一切自然科学的研究方法，必須符合这种法則，才能得到应有的發展。

3. 物理定律和理論是自然現象客观規律性的反映

如上所述，物理定律和理論是由实践中概括和抽象出来的，

^① “毛澤东選集”，第一卷，人民出版社1960年版，第285頁。

因此物理定律和理論必然是自然現象客觀規律性的反映。但由于觀察和實驗都是在一定的條件下和一定範圍內進行的，同時觀察和實驗的準確程度又受到測量技術水平和儀器完善程度所限制，因此，由實驗和觀察結果所建立的定律不可能絕對精確地反映客觀實在，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，氣體的實驗定律（波意耳—馬略特定律，該·呂薩克定律和查理定律等）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：“承認理論是模寫，是客觀實在的近似的復寫，這就是唯物主義。”^①

物理定律和理論的近似性和局限性並不減低它們的客觀價值。這是因為它們終究是在一定範圍和在一定精確程度內說明了自然現象的客觀規律性。而且這種認識將隨着科學和技術水平進一步發展而日漸精確，並得到補充、加深和具體化。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，但是這復寫是日益接近於真實的。

§ 0-0-2 物理學和生產技術以及哲學的關係

1. 物理學與生產技術的關係

物理學與生產技術有密切的聯繫。生產向物理學提出的要求是物理學發展的動力。恩格斯寫道：“倘若社會上有了一種技術上的需要，那就比十個大學更能推動技術的前進。”例如生產技術上要求提高蒸汽機效率，不得不研究熱轉換為功的規律，因而形成了熱力學；又如工程技術上要求使用的材料既要牢固耐久，又要經濟，這就推動了固體物理的發展。另一方面物理學實驗儀器的

^① “列寧全集”，第十四卷，人民出版社1957年版，第280頁。

水平則又決定于生產技術的狀況，現代物理學上所用的回旋加速器和電子顯微鏡，探測宇宙奧秘的宇宙飛船等，只有在現代的生產技術水平才能做得出來。

物理學的發展決定于生產的需要和狀況，反過來，物理學的成就又可以促進生產技術的進一步發展。近代物理學在生產上的作用可概括為三方面。第一，物理學提供生產所需能量轉變的規律，並指出新的能量來源；第二，物理學為生產提供物質材料的物理性能，從而提供製備新材料的理論根據與方法；第三，物理學為生產提供了許多新技術與新方法，並也為其他科學部門提供了新的研究工具及方法。現在人類已進入到原子能和宇宙航行的時代，在有關的工作中，物理學起了重要的作用，並將繼續發揮其作用。

2. 物理學與辯證唯物主義的關係

物理學研究物質運動最普遍的形態，因而它與哲學的關係非常密切。物理學本身沒有階級性，但具有不同世界觀的人，對同一自然現象有不同的解釋。而辯證唯物主義世界觀，是唯一的徹底的科學世界觀。辯證唯物主義是關於自然、社會和思維發展的一般規律的科學，它概括了科學的全部成果，成為科學發展的指南。

近代物理學中許多重大的發現，都給辯證唯物主義提出了更豐富的科學論據，反過來，也只有根據辯證唯物主義世界觀，才能正確理解這些重大的發現。例如，物理學中關於物質結構和光的本性的認識和發展，愈來愈深刻地說明了世界的物質性和它的規律的可認識性；原子結構的理論和放射性元素的衰變規律說明了各元素之間有密切關係，而且也指出一切物質都在不斷地運動變化；麥克斯韋電磁理論指出電磁現象和光現象的密切聯繫；各種物質的物理變化（固、液、汽三種物態的變化，元素性質隨原子核的電荷數不同而變化，輻射的性質隨波長或頻率的变化等），

都离不开从量变到质变的基本法则；原子中各个粒子之間和原子核内部，都有引力和斥力在起作用，这里显明地存在着矛盾的統一。总之，无数物理学事实都证明了辯証唯物主义的正确性。

尽管如此，但资产阶级唯心主义的科学家們，却常常在物理学出現新發現的时候，利用原有的理論需要修改和新的理論还未完全确立的机会，作出唯心主义的解釋，企图打击唯物主义，来为反动統治寻找理論根据。例如 19 世紀末 20 世紀初，由于一系列的重大發現（放射性、光电效应、电子的可变质量、相对論原理）、原有理論遇到不可克服的困难，有关時間、空間和质量不变等根深蒂固的旧概念受到了根本的破坏。馬赫派唯心論者就乘机而入，提出“物質消灭了”、物理学上“定律原理的普遍毁灭”、“物理学的危机”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陷入混乱的局面。列宁在他不朽的天才著作“唯物主义和經驗批判主义”中，彻底批判了馬赫派的观点，深刻地解釋了物理学中新發現的意义，指出了所謂危机的本質，并明确指出物理学的唯一正确的發展途徑。

在物理学中，唯物主义和唯心主义兩条道路的斗争始終是存在的。学习物理学不掌握辯証唯物主义的观点、方法，不但不能正确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腐蝕和影响，很可能为唯心主义所俘虜。

由上所述可見工科学生学习物理学的重要性。学习物理学，有助于辯証唯物主义世界觀的建立，同时也只有从辯証唯物主义观点来認識物理現象，才能正确深刻地理解物理学的一切成就。另方面，由于物理学与生产技術有如此广泛而密切的联系，因而必須系統地巩固地掌握物理基础知識，才能为專業学习打下良好的基础，同时也为将来把物理学知識广泛而灵活地运用于生产。

§ 0-0-3 物理学和社会制度的关系 物理学 在苏联和我国的发展

既然物理学和哲学及生产有如此密切的关系，因此物理学的发展就和社会制度有密切的关系。在先进的社会制度下，生产迅速发展，向物理学提出了大量要求，同时，又为物理学的研究提供了物质条件，尤其重要的是以先进的辩证唯物主义世界观来武装物理学工作者的头脑，这就大大的促进物理学的发展。相反，在反动落后的社会制度下，生产停滞不前，缺乏物质条件，落后的世界观又不利于物理学工作者最正确地理解新的发现和掌握正确的研究方法，因此，物理学的发展也就大大受到阻碍。

奴隶社会和封建社会，由于生产发展缓慢，以及宗教迷信唯心哲学思想的影响，使得物理学的发展非常缓慢。资本主义兴起，由于生产发展的需要，于是物理学中的力学、热力学、电学、光学等部门相继形成。进入帝国主义时代的资本主义制度，虽然也鼓励某些有利可图的科学部门的发展，然而它却不注意也无法使科学全面协调地前进。资本家之间为了相互竞争，互相保守秘密，有时甚至把新发明权购买加以毁灭，实行科学垄断。加上资产阶级唯心主义的哲学思想，更妨碍了物理学的发展。

社会主义国家科学的发展则与资本主义国家形成了鲜明的对比。在社会主义制度下，工农业的发展，给科学开辟了无限广阔的道路。苏联共产党和苏联政府的正确领导保证了苏联科学的飞速前进。在马克思列宁主义世界观的指导下，贯彻理论和实际相结合的原则，千百万劳动人民有目的有计划地、并且自觉地创造性地与自然作斗争，使苏联科学在许多方面在世界上遥遥领先。苏联第一个建成了原子能发电站，首先开辟了和平利用原子能的途径，1958年又建成了10万千瓦的原子能发电站，是世界上最大