

SHIFANZHUANKESHYONGJIAOCAI

师范专科试用教材

# 普通物理学



吉林教育出版社

师范专科试用教材

# 普通物理学

王荣秦 白惠元 关铁汉 刘华祥  
李兆友 何爱雨 耿义志

编

吉林教育出版社

师范专科试用教材 普通物理学

何爱雨 王荣泰 等编

责任编辑：成与光

封面设计：王劲涛

出版：吉林教育出版社 787×1092毫米32开本 20印张 2插页 443,000字

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

发行：吉林省新华书店

印数：1—698册

定价：3.60元

印刷：长春科技印刷厂

ISBN 7-5383-0365-0/G·345

## 数 学 专 科 教 材

### 编 审 委 员 会 名 单

主 任 委 员：朱静航

副主任委员：马忠林 方嘉琳 黄启昌 张海权

苏明礼 郭卫中 黄明游 刘孟德

王家彦 幸志明 张必忠（常务）

委 员：汪德林 张承璞 邓鹤年 索光俭

熊锡金 师连城 孙纪方 张永春

林壬白

秘 书 长：孙纪方（兼）

副 秘 书 长：李德本

## 师专数学教材出版说明

师范专科学校承担着培养大批合格的初中教师的重任。随着九年制义务教育的普及和四化建设的深入发展，师专的地位和作用愈来愈受到社会的重视。但是，就师专数学专业言，到目前为止，国内还没有公开出版一套完整的、令人意的专业教材，这给师专教学带来了一定的困难。为了解这一问题，填补这一空白。在吉林省教育委员会的组织和助下，由四平师院、吉林师院、长春师院、通化师院、白师专、齐齐哈尔师院、廊坊师专、内蒙民族师院、昭盟蒙师专等九所师范院校联合编写了这套教材。本套教材共有四种，十五册。它们是：《空间解析几何》，《高等代数》，《数学分析》(上、下册)，《概率论与数理统计》，《逻辑代数计算机语言》，《普通物理》，《初等代数研究》，《初等几何研究》，《中学数学教材教法总论》，《高等几何》，《常微分方程》，《复变函数》，《高等数学》(物理专业用)，《高等数学》(化专业用)。

本套教材是根据国家教委制定的二年制师范专科学校的学计划(征求意见稿)和各门课程的教学大纲并结合九所校的教学实践编写的。为保证教学质量，邀请了东北师、吉林大学等校的二十多位教授、专家、学者组成教材编委员会。对全套教材的编写进行具体指导和严格审查。

本套教材包括了教学计划规定的师专数学专业的全部专课程(必修课及选修课)的教材以及物理和化学专业的高

等数学教材。编写时充分注意了各门教材内容上的衔接与配合，深度和广度方面的协调一致，并在文字使用、表述方式以及名词术语和符号的使用等方面有统一的要求，力争规范化一。

本套教材从培养目标出发，突出了师专教育的要求和特点。教材选择上避免了“多、深、尖”的弊病，体现了“少、广、新”的原则。力求培养学生具有坚实的理论基础和广阔的视野，以适应“三个面向”的需要。在表述方面，在充分注意科学性和严密性的前提下，力求通俗易懂，深入浅出。详尽透彻。易教易学。

为了加强对学生的能力培养和科学的思维方法的训练，各门教材都配备了较多的例题和习题。它们都经过精心选择，与正文内容密切配合。有些还是正文内容的补充和提高。对于难度较大的习题，作了适当的提示。

本套教材不仅可供师范专科学校使用。还可作为教育学院、职业大学、电视大学以及函授、刊授等相应专业的教材，亦可作为师范院校本科及其它院校有关专业的教学参考书。

编写一套完整的、适应四化建设需要的教材是一项十分艰巨的任务。我们的工作只是一个初步的尝试。缺点和谬误之处在所难免。诚恳希望得到有关专家和广大读者的批评指正。吉林省教育委员会和参加编写工作的九所院校的有关领导对于本套教材的编写出版给予了宝贵的支持，谨此表示衷心的感谢。

师专数学专业教材协编组

1986年10月

# 目 录

|    |   |
|----|---|
| 绪论 | 1 |
|----|---|

## 第一篇 力学的物理基础

|           |   |
|-----------|---|
| 第一章 质点运动学 | 5 |
|-----------|---|

|                  |   |
|------------------|---|
| § 1—1 参照系和坐标系 质点 | 5 |
|------------------|---|

|               |   |
|---------------|---|
| § 1—2 位置矢量 位移 | 6 |
|---------------|---|

|          |   |
|----------|---|
| § 1—3 速度 | 9 |
|----------|---|

|           |    |
|-----------|----|
| § 1—4 加速度 | 12 |
|-----------|----|

|            |    |
|------------|----|
| § 1—5 直线运动 | 14 |
|------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| § 1—6 曲线运动 | 19 |
|------------|----|

|    |    |
|----|----|
| 习题 | 31 |
|----|----|

|           |    |
|-----------|----|
| 第二章 质点动力学 | 34 |
|-----------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| § 2—1 牛顿运动定律及其应用 | 34 |
|------------------|----|

|           |    |
|-----------|----|
| § 2—2 惯性系 | 48 |
|-----------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| § 2—3 冲量 动量定理 | 50 |
|---------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| § 2—4 动量守恒定律 | 55 |
|--------------|----|

|                    |    |
|--------------------|----|
| § 2—5 功 动能 质点的动能定理 | 60 |
|--------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| § 2—6 势能 功能原理 机械能守恒定律 | 68 |
|-----------------------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| § 2—7 能量守恒与转换定律 | 81 |
|-----------------|----|

|          |    |
|----------|----|
| § 2—8 碰撞 | 83 |
|----------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| § 2—9 古典力学的适用范围 | 94 |
|-----------------|----|

|    |    |
|----|----|
| 习题 | 97 |
|----|----|

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第三章 刚体的转动</b> .....     | 106 |
| § 3—1 刚体的定轴转动.....         | 106 |
| § 3—2 转动动能 转动惯量.....       | 111 |
| § 3—3 转动定律.....            | 116 |
| § 3—4 刚体定轴转动中的动能定理.....    | 121 |
| § 3—5 动量矩定理 动量矩守恒定律.....   | 125 |
| 习题.....                    | 130 |
| <b>第四章 机械振动与机械波</b> .....  | 136 |
| § 4—1 简谐振动.....            | 136 |
| § 4—2 简谐振动中的几个物理量.....     | 139 |
| § 4—3 简谐振动的合成.....         | 151 |
| § 4—4 机械波的产生与传播.....       | 159 |
| § 4—5 波动方程.....            | 165 |
| § 4—6 波的能量和能流.....         | 175 |
| § 4—7 惠更斯原理 迭加原理 波的干涉..... | 178 |
| 习题.....                    | 184 |

## 第二篇 分子物理学和热力学

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第五章 气体分子运动论</b> .....    | 194 |
| § 5—1 气体分子运动论的基本观点.....     | 194 |
| § 5—2 理想气体的状态方程.....        | 197 |
| § 5—3 理想气体分子运动论的压强公式.....   | 203 |
| § 5—4 气体分子平均平动动能与温度的关系..... | 210 |
| § 5—5 能量均分定理 理想气体的内能.....   | 214 |
| § 5—6 麦克斯韦速率分布定律.....       | 220 |
| 习题.....                     | 230 |
| <b>第六章 热力学基础</b> .....      | 236 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| § 6—1 | 热力学第一定律             | 236 |
| § 6—2 | 热力学第一定律对理想气体等值过程的应用 | 241 |
| § 6—3 | 理想气体的摩尔热容量 绝热方程     | 243 |
| § 6—4 | 循环过程 热机效率           | 253 |
| § 6—5 | 热力学第二定律简介           | 266 |
| 习题    |                     | 270 |

### 第三篇 电磁学

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 第七章   | 静电场               | 276 |
| § 7—1 | 静电的基本现象和规律        | 276 |
| § 7—2 | 电场 电场强度           | 279 |
| § 7—3 | 静电场的高斯定理          | 286 |
| § 7—4 | 静电场力所作的功          | 296 |
| § 7—5 | 电势能 电势            | 299 |
| § 7—6 | 静电场强与电势间的关系       | 306 |
| § 7—7 | 静电场中的导体           | 311 |
| § 7—8 | 导体的电容 电容器         | 317 |
| § 7—9 | 静电场中的电介质          | 322 |
| 习题    |                   | 334 |
| 第八章   | 稳恒电流 (直流电)        | 342 |
| § 8—1 | 电流 电流强度           | 342 |
| § 8—2 | 一段均匀电路的欧姆定律及其微分形式 | 345 |
| § 8—3 | 电流的功 电功率          | 349 |
| § 8—4 | 电源 电动势            | 351 |
| § 8—5 | 闭合电路和一段含源电路的欧姆定律  | 354 |
| § 8—6 | 基尔霍夫定律            | 360 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 习题                     | 362 |
| <b>第九章 稳恒磁场</b>        | 366 |
| § 9—1 磁的基本现象和基本规律      | 366 |
| § 9—2 毕奥-萨伐尔定律         | 372 |
| § 9—3 磁场的“高斯定理”和安培环路定理 | 379 |
| § 9—4 磁场对载流导体的作用       | 388 |
| § 9—5 带电粒子在磁场中的运动      | 392 |
| § 9—6 磁介质              | 396 |
| § 9—7 铁磁质              | 403 |
| 习题                     | 407 |
| <b>第十章 电磁感应</b>        | 415 |
| § 10—1 电磁感应            | 415 |
| § 10—2 动生电动势           | 423 |
| § 10—3 感生电动势 感生电场      | 431 |
| § 10—4 自感 互感           | 436 |
| § 10—5 磁场能量            | 445 |
| 习题                     | 447 |
| <b>第十一章 电磁场 电磁波</b>    | 453 |
| § 11—1 位移电流            | 453 |
| § 11—2 麦克斯韦方程组         | 458 |
| § 11—3 电磁波             | 460 |
| 习题                     | 462 |

## 第四篇 光学及原子、原子核物理学基础

|                    |     |
|--------------------|-----|
| <b>第十二章 波动光学</b>   | 465 |
| § 12—1 相干光 相干光的获得  | 465 |
| § 12—2 光程 劈尖干涉 牛顿环 | 477 |

|             |                    |            |
|-------------|--------------------|------------|
| § 12—3      | 光的衍射现象 惠更斯-菲涅耳原理   | 492        |
| § 12—4      | 单缝衍射 平面衍射光栅        | 496        |
| § 12—5      | 自然光和偏振光            | 511        |
|             | 习题                 | 523        |
| <b>第十三章</b> | <b>波和粒子</b>        | <b>530</b> |
| § 13—1      | 光电效应               | 530        |
| § 13—2      | 德布洛意波 电子衍射         | 539        |
|             | 习题                 | 547        |
| <b>第十四章</b> | <b>原子、原子核物理学基础</b> | <b>549</b> |
| § 14—1      | 原子的核型结构            | 549        |
| § 14—2      | 原子光谱的规律性           | 552        |
| § 14—3      | 玻尔的氢原子理论           | 557        |
| § 14—4      | 多电子原子与元素周期表        | 566        |
| § 14—5      | 原子核结构 核力           | 580        |
| § 14—6      | 原子核的衰变和衰变规律        | 589        |
| § 14—7      | 核反应                | 594        |
| § 14—8      | 原子能的利用             | 596        |
| § 14—9      | 基本粒子简介             | 603        |
| § 14—10     | 量子力学简介             | 610        |
|             | 习题                 | 630        |

# 绪 论

## 物理学研究对象

我们周围所有的客观实在，包括我们自己在内，即整个自然界都是由运动着的物质组成的。列宁在他的著作《唯物主义与经验批判主义》中，给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畴，这种客观实在是人所感觉到的，它不依赖于我们的感觉而存在，为我们的感觉所复写，摄影、反映。”物理学中研究的气体、液体、固体和组成物体的分子、原子、电子、质子、中子以及光和其他电磁辐射等，都是物质。

一切物质都在永恒不停地运动着。“运动是物质的存在形式，物质的固有属性，它包括宇宙中所发生的一切变化过程，从简单的位置变动起直到思维止”。

与自然界的各种各样现象相适应，也存在着各种各样不同形态的物质运动。如机械运动、热运动、电磁现象、微观粒子的运动转换，化学变化、生理现象和生物的新陈代谢等。一切物质运动形态之间，既有着密切的内在联系，又在本质上互相区别。在每一种较高级的运动形态中，必然包含着各种比较简单的运动形态。但较高级的运动形态并不归结为，也不可能归结为这些较简单的运动形态。例如：生命现象就不能完全用物理过程来说明。又如宇宙间任何物体，不论其化学性质如何，有无生命，都遵从物理学中的万有引力

定律。一切变化过程，不论它们是否具有化学的、生物的或其他的特殊性质，都遵从物理学中所确定的能量守恒和转换定律。

物质运动的形态尽管是多种多样的，但它们都是有规律的，这些规律都是可以认识的。各种自然科学就是研究物质运动的各种运动形态的规律的。

物理学所研究的是物质运动最基本最普遍的运动形式。物理学是其他自然科学和工程科学的基础。

## 物理学研究方法

观察、实验、假说和理论是研究物理学常用的方法。这种以实践、认识、再实践、再认识为指导的研究方法也就是辩证唯物主义在物理学研究上的具体表现。

**观察** 是对自然界所发生的某种现象，按照它原来的样子加以观测研究。一般对天体运动等现象的研究都是采用观察的方法。至于其他的物理现象，观察仅仅是一种初步的研究方法。

**实验** 是使所研究的现象，在人为的情况下，反复产生。由于自然界所发生的过程是错综复杂、相互联系和相互制约的，在实验时，必须用一定的方法，尽可能地把影响现象的主要因素和次要因素区别开来。忽略次要因素，使问题简单化，这样才能找到最本质的东西。例如，在研究落体运动时，就是略去空气阻力、物体形状的次要因素，而抓住地球引力这一主要因素，从而得到它的运动规律的。

**假说** 在观察、实验所获得大量材料的基础上，第二步工作就是经过分析、概括、判断和推理等，把在一定条件下

和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，提出关于现象规律联系性的假设，于是产生了假说。

理论 当假说被证明可以足够正确地反映某些客观规律时，它就可以导致物理学理论的建立。

物理学理论是通过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从而得到系统化的知识。理论是实践的科学概括，是客观实在在人们意识中的反映。

从观察、实验、假说到理论，物理学的研究并没完结，这只是认识过程的一个阶段。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，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。

## 物理学与科学技术、生产实践的关系

现代科学技术的发展，使科学与生产的关系越来越密切了。科学技术作为生产力，越来越显示出巨大的作用。

物理学的发展已经经历了三次大突破。在十七、十八世纪，由于牛顿力学的建立和热力学的发展，不仅有力地推动了其他学科的进展，而且适应了研制蒸气机和发展机械工业的社会需要，引起了第一次工业革命，极大地改变了工业生产的面貌；到了十九世纪，在法拉第-麦克斯韦电磁理论推动下，人们成功地制造了电机、电器和各种电讯设备，引起工业电气化，使人类进入应用电能的时代，这就是第二次工业革

命，二十世纪以来，由于相对论和量子力学的建立，人们对原子、原子核结构的认识日益深入。这第三次大突破，使各个领域的科学技术正在突飞猛进的发展，使社会物质生产的各个领域面貌一新。社会生产力这样迅速发展，劳动生产率这样大幅度提高，最主要的是靠科学和技术的力量。

当前我国要实现四个现代化，关键是科学技术的现代化。物理学是自然科学的基础，也是科学技术的基础。物理学理论的发展必将推动自然科学和科学技术的发展。

物理学是数学专业的一门重要基础课。数学学科与物理学学科是关系很密切的两门学科，物理学的许多理论、定律都需要用严密的数学理论、数学公式来表达。没有数学，物理学就不成其为一门定量科学。反过来物理学也为数学提供许多模型，使抽象的数学理论能结合实际，解决实际问题，从而推动数学学科的发展。因此，要重视物理学这门课程的学习，牢固地掌握物理学的基本理论和基础知识，深刻地理解物理定律的意义，并在实验技能和运算能力以及独立钻研能力等方面，受到严格训练，为今后当一名合格的中学数学教师奠定专业基础。

# 第一篇 力学的物理基础

## 第一章 质点运动学

力学以物体的机械运动规律为自己的研究对象。物体的位置变化，称为机械运动。它是最简单而又最基本的一种物质运动形式。位移、速度、加速度等矢量，是描述机械运动的基本物理量。研究物体在位置变动时的轨迹以及研究位移、速度、加速度等随时间变化的关系称为运动学。

### § 1—1 参照系和坐标系 质点

1. 参照系和坐标系 为了确定物体位置和描述其运动而选作标准的另一物体或物体组，叫做参照系。在运动学中，参照系的选择是任意的。同一物体的运动，如果所选取的参照系不同，则对物体运动的描述就会不同。例如，匀速前进的船上的人手中拿着一个物体，在同船的人看来是不动的，但岸上的人看到它和船一起运动。如果船上的人把手松开，同船的人看到物体沿一竖直线自由下落，而岸上的人却看到物体作平抛运动。为什么对同一运动现象会观察到不同的结果呢？原因是他们所选的参照系不同。船上的人以船为参照系，岸上的人却以岸为参照系。

为了把物体在各个时刻相对于参照系的位置定量地表示出来，还需要在参照系上选择适当的坐标系，通常都用直角

坐标系。坐标系实质上是物体参照系的数学抽象，所以我们往往只需说明坐标系而无需说明参照系。

**2. 质点** 讨论力学问题时，假设物体中全部物质集中于一几何点，这种假设无大小而具有质量之点，称为质点。但任何物体均有形状和大小，故质点是理想化的模型。但若物体之大小与涉及之距离相比较甚小可以忽略时，则可将物体看成质点。例如，讨论天体运行时，虽大如月球、地球，亦可视为质点；而谈到物质构造时，虽小如原子、分子，亦不能把它们看成质点，因为它们自身还包含若干基本粒子。当然讨论地球自转时，也不能把地球看成质点，因为几何点是无所谓自转的，如仍把地球看成质点就毫无实际意义了。由此可知，一个物体是否可以抽象、理想化为一个质点，应根据所讨论问题的性质而定。

**3. 时间和时刻** 任何物质运动都是在时间和空间中进行的。物质运动不能脱离空间，也不能脱离时间。所以说时间和空间是物质存在的形式。时间是物质运动过程前后的延续性，故时间不能倒流，时间本身具有单方向的特点。在运动学中还用到时刻这一概念。在一定的参照系中研究质点运动时，时间对应于质点运动的一段路程，而时刻则对应于质点运动处于某一位置。

## § 1—2 位置矢量 位移

**1. 位置矢量** 质点运动的规律，就是质点在空间的位置随时间变化所遵循的规律。知道这个规律，就能确定质点的运动。

质点在空间的位置，可用由所选参照系的坐标原点  $O$  引