

中等专业学校辅助教材

# 物理阅读 与实验制作

林焕文 主编

王宇波 袁望曦 主审

上海科学普及出版社

## 前 言

本书是供中等专业学校学生学习物理的课外阅读教材。本书编写的目的是：加强学生科学素质的培养，开拓学生视野，培养学生自学能力，以适应新世纪对学生需要有较强综合职业能力和较宽阔学识素养的要求。

本书共分五篇：力与运动、热与物态、电与磁、光与辐射、质量与能量。每篇均分四部分：物理史话、成果应用、物理与环保、实验制作。各篇列举古今名人轶事，颂扬求真务实精神；阐述中外科技成就，启迪研究探索方向；剖析物理现象利弊，指明如何保护环境；介绍简易实验制作，丰富课余活动内容。全书内容丰富、贴近时代，文字通俗易懂，具有科学、翔实、趣味、实用的特色。

本书也可作为其他职业技术学校、普通中学学生物理课外读物。

本书在1996年6月由国家教委全国中专物理课程组、中国物理学会教学委员会中专分委员会确定编写，并经高等教育出版社同意，作全国中专物理课外阅读教材与现行教材配套使用。本书编写工作由机械部中专物理课程组具体组织，并由上海科学普及出版社出版、发行。

本书主编：林焕文（江西省机械工业学校）

参加编写的有：第一篇，金亚平（上海机电工业学校）、廖超平、汪伟杰（广西机械工业学校）、陈永涛、彭诗娴（无锡机械制造学校）、郝超、王余明（常州机械学校）；第二篇，

张颖、程鹏飞、高凤山（长春市机械工业学校）；第三篇，杨晓峰、郭绍忠、刘发坤、刘晓芹（福建高级工业专门学校）、张天波（广州轻工业学校）、饶福安（湖南省机电学校）；第四篇，张世忠（山东省机械工业学校）、王柏林（湖南省机械工业学校）、张宝熙（北京市仪器仪表工业学校）、汪孟恭（江西省机械工业学校）；第五篇，方利广、郑军、唐小仕（南昌大学）。

本书主审：王宇波（上海电子技术学校） 袁望曦（南京铁路运输学校） 申瑜、谢匡时参与本书的审阅。

参加本书审稿会审稿者：苏群荣、张世忠、王文钧、金亚平、卢晶、汪伟杰、陈永涛、程鹏飞、高凤山、饶福安、宋九菊、郝超、廖超平、王柏林、林益君、张宝熙、吴勇、杜修元、连锦、郑军、刘发坤。

中专物理界前辈唐端方先生和许楷先生对本书的编写、审定、出版予以极大的关注，并提出指导性的意见和建议，特致深切的谢意！

由于本书内容涉及面较广，在编写过程中参编者从有关书刊（包括山东省商业学校宋茧等老师热情提供的书籍）中引用了一些资料。对此，恕不一一列出，谨向原作者表示深切的谢意！

本书不足之处，敬请广大师生和读者指正。

编 者

1998年2月

# 目 录

|                |    |
|----------------|----|
| 前言             | 1  |
| 第一篇 力与运动       | 1  |
| 一、物理史话         | 1  |
| 1. 伽利略         | 1  |
| 2. 阿基米德        | 3  |
| 3. 牛顿          | 6  |
| 4. 墨翟          | 9  |
| 5. 张衡          | 11 |
| 6. 沈括          | 13 |
| 二、成果与应用        | 15 |
| 1. 古代的中国火箭     | 15 |
| 2. 现代火箭        | 16 |
| 3. 中国的卫星       | 20 |
| 4. 卫星家族        | 21 |
| 5. 航天站         | 22 |
| 6. 世界建筑奇葩——悬空寺 | 23 |
| 7. 物理勘探        | 23 |
| 8. 共振及其应用      | 24 |
| 9. 超声波与次声波的应用  | 26 |
| 三、物理与环保        | 30 |
| 1. 地震          | 30 |
| 2. 噪声          | 31 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 3. 汽车尾气的污染与防治·····     | 32 |
| 4. 摩擦与环境·····          | 33 |
| 四、实验制作 ·····           | 34 |
| 1. 用水滴下落测量重力加速度·····   | 34 |
| 2. 机械能转换自滚筒·····       | 35 |
| 3. 超重、失重演示·····        | 35 |
| 4. 简易反冲气船·····         | 37 |
| 5. 简易自来风帆船模型·····      | 38 |
| 6. 喷水飞弹·····           | 38 |
| 7. 谁主沉浮·····           | 40 |
| 8. 振动螺旋桨·····          | 40 |
| <b>第二篇 热与物态</b> ·····  | 43 |
| 一、物理史话 ·····           | 43 |
| 1. 人类对热及其规律的认识过程·····  | 43 |
| 2. 测温的演变与进展·····       | 44 |
| 3. 热学发展与工业技术革命的关系····· | 46 |
| 4. 瓦特·····             | 46 |
| 二、成果与应用 ·····          | 47 |
| 1. 对物质第四、五、六态的认识·····  | 47 |
| 2. 液晶·····             | 49 |
| 3. 液态氮·····            | 50 |
| 4. 冷的尽头·····           | 52 |
| 5. 低温技术的应用·····        | 54 |
| 6. 真空技术与应用·····        | 57 |
| 7. 地热的利用·····          | 58 |
| 8. 海水热的利用·····         | 60 |
| 三、物理与环保 ·····          | 61 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1. 燃烧对大气的污染·····     | 61 |
| 2. 大气污染对人体的危害·····   | 61 |
| 3. 大气污染对气候的影响·····   | 62 |
| 4. 大气污染的防治·····      | 64 |
| 四、实验制作 ·····         | 65 |
| 1. 神秘的纸片·····        | 65 |
| 2. 小气球吹大大气球·····     | 66 |
| 3. 沸腾吸热验证·····       | 66 |
| 4. 沸腾与压强的关系·····     | 67 |
| 5. 盖·吕萨克定律的定性验证····· | 67 |
| <b>第三篇 电与磁</b> ····· | 69 |
| 一、物理史话 ·····         | 69 |
| 1. 人类对电与磁的初期认识·····  | 69 |
| 2. 对于静电的研究·····      | 71 |
| 3. 电流的获得和对电流的研究····· | 73 |
| 4. 安培·····           | 74 |
| 5. 欧姆定律的确立·····      | 75 |
| 6. 对电磁本质的研究·····     | 76 |
| 7. 无线电技术的诞生·····     | 82 |
| 8. 电子的发现·····        | 83 |
| 二、成果与应用 ·····        | 85 |
| 1. 静电复印·····         | 85 |
| 2. 静电涂敷·····         | 88 |
| 3. 静电分选·····         | 89 |
| 4. 静电除尘·····         | 90 |
| 5. 半导体材料·····        | 91 |
| 6. 核磁共振·····         | 92 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 7. 电磁灶.....           | 93  |
| 8. 超导及应用.....         | 94  |
| 9. 微波加热和保鲜 .....      | 104 |
| 10. 电子对抗.....         | 107 |
| 三、物理与环保.....          | 108 |
| 1. 电磁辐射的污染 .....      | 108 |
| 2. 电磁辐射的监测 .....      | 111 |
| 3. 电磁污染的防护 .....      | 114 |
| 四、实验制作.....           | 116 |
| 1. 磁悬浮 .....          | 116 |
| 2. 伞状喷泉与屏幕吸附 .....    | 116 |
| 3. 电场线演示仪 .....       | 117 |
| <b>第四篇 光与辐射</b> ..... | 118 |
| 一、物理史话.....           | 118 |
| 1. 物理光学的发展 .....      | 118 |
| 2. 光的电磁理论 .....       | 120 |
| 3. 量子光学时期 .....       | 121 |
| 4. 现代光学的兴起 .....      | 123 |
| 二、成果与应用.....          | 124 |
| 1. 光速的测定 .....        | 124 |
| 2. 电子显微镜 .....        | 125 |
| 3. 光纤与光纤通信 .....      | 126 |
| 4. 视错觉及其应用 .....      | 128 |
| 5. 激光应用简介 .....       | 131 |
| 6. 放射性同位素的应用 .....    | 132 |
| 7. 辐射效应的应用 .....      | 134 |
| 8. 红外线的应用 .....       | 136 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 9. 微光夜视仪与微光电视 .....      | 138 |
| 10. 激光武器 .....           | 140 |
| 三、物理与环保 .....            | 141 |
| 1. 光刺激的利用与防止 .....       | 141 |
| 2. 放射性污染及其危害 .....       | 144 |
| 3. 放射性废物的处理 .....        | 146 |
| 4. 核爆炸沉降物污染 .....        | 148 |
| 四、实验制作 .....             | 149 |
| 1. 光的色散观察 .....          | 149 |
| 2. 水的折射率的测定 .....        | 150 |
| 3. 水的临界角的测定 .....        | 151 |
| 4. 紫外线的电离及荧光作用观察 .....   | 151 |
| 5. 红外线的辐射和接收 .....       | 152 |
| 6. X 射线的应用 .....         | 153 |
| 7. 自制威尔逊云室 .....         | 156 |
| <b>第五篇 质量与能量</b> .....   | 159 |
| 一、物理史话 .....             | 159 |
| 1. 爱因斯坦 .....            | 159 |
| 2. 质量 .....              | 162 |
| 3. 能量 .....              | 168 |
| 二、成果与应用 .....            | 172 |
| 1. 爱因斯坦相对论质能关系 .....     | 172 |
| 2. 重核裂变的研究 .....         | 174 |
| 3. 链式反应的实现 .....         | 176 |
| 4. 核裂变炸弹 (原子弹) 的研制 ..... | 179 |
| 5. 核聚变 .....             | 181 |
| 6. 受控核聚变 .....           | 182 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 7. 新能源的开发利用 .....    | 189 |
| 三、物理与环保.....         | 208 |
| 1. 我国的能源环境 .....     | 208 |
| 2. 核辐照治理 .....       | 209 |
| 3. 核能的安全利用 .....     | 210 |
| 四、实验制作.....          | 214 |
| 1. 模拟反射式小太阳灶 .....   | 214 |
| 2. 太阳能植物效应模拟实验 ..... | 215 |

# 第一篇 力与运动

## 物理史话

人类对力与运动的研究，在物理学发展史中，是为时最早、为期最长的。力学定律和机械运动定律，之所以有今天这样完善，追溯几百年的发展史，综观古今中外，是因为有众多物理学家曾为之不息奋斗！诸如中国的墨子、沈括、张衡，外国的阿基米德、伽利略、笛卡尔、惠更斯、牛顿。他们继往开来，博采众长，用汗水、智慧、心血，甚至不惜付出生命来探索自然奥秘，捍卫真理。他们的名字永远与物理定律的名称共存。从他们的毕生追求，我们可以清晰地看到物理学前进的脚印。

### 1. 伽利略（1594～1642）

1594年2月15日，伽利略诞生于意大利比萨的一个普通家庭，17岁那年，他进入比萨大学学医，由于家境困难，中途辍学，在佛罗伦萨自修。伽利略从小勤奋好学，爱动脑筋，喜欢动手做实验，他对物理学、天文学、数学有广泛的兴趣和爱好。

1608年，荷兰眼镜匠李普塞做了一架能看到远处景物的望远镜，受其启发，伽利略精心设计了透镜的曲面，亲自动手制成了世界上第一架能观察天体的望远镜。望远镜帮助伽利略打开了宇宙的大门：他发现月球表面有峰有海，他看到

银河系由无数星体组成，他找到了木星的卫星，他还观察到太阳的黑子、金星的盈亏和土星的光环。更重要的是，这些发现使伽利略坚信哥白尼的日心说是正确的。1610年，伽利略出版了第一本天文著作《星宿的使节》。1611年，伽利略在罗马邀请了许多宫廷中的达官贵人用望远镜观察星球，热情地宣传哥白尼的日心说。

多少年来，教会规定只能宣传托勒玫的地心说，因为地心说符合神学对宇宙的解释。伽利略对地心说的挑战触犯了教规，这给他带来了巨大的灾难。1616年2月，红衣主教团命令伽利略“无论是讲课还是写作，不许再把哥白尼的日心说说成是绝对事实。”但是伽利略并没有退却，相反，他又花了五年时间写了一本《关于两种世界体系对话》，坚持哥白尼学说。这一举动惹怒了教会，伽利略从此受到了一系列的迫害：1633年2月，伽利略被罗马宗教法庭传讯；同年6月22日，法庭宣判《关于两种世界体系对话》是禁书，规定他今后三年内必须每星期背诵七篇忏悔圣诗，并宣判他将无限期地监禁在自己家中，直到主教团满意为止。但伽利略没有因此而屈服，他在逆境中又写下了《两种新科学的对话》，此书以实验为基础，对如何认识宇宙再次为人们打开了眼界。

由教会制造的冤案经历了三百多年后才被昭雪。1979年11月10日，罗马教皇在集会上公开承认：伽利略在17世纪30年代受到宗教法庭的审判是不公正的。1980年10月，教皇在梵蒂冈举行的世界主教会议上提出，要重新审理这件冤案。

历史再次证明，科学的真理是不怕任何强权的，并且最终必将战胜强权。

伽利略是意大利物理学家、天文学家、数学家，他对摆、

自由落体以及惯性的研究，都获得了成功。

伽利略对摆的研究是从一件极其平常的小事开始的。有一天，伽利略坐在比萨城的教堂内，正好遇上一位司事来灌注教堂顶悬挂的油灯，司事走后，这盏吊灯仍在空中摆动，尽管摆动幅度越来越小，但每摆动一次所花的时间似乎相等。他为此感到惊奇，就一面按着脉，一面注视灯的摆动，发现一点不错，每次摆动的时间完全相同。

伽利略回到家里，用绳子和铁块做了一个摆，让它摆动。开始，铁块的摆动比他的脉搏慢。他想，如果让绳子缩短一些，摆动会不会快些？结果证明确是如此。伽利略不断调节绳子的长度，最后，摆的快慢和脉搏达到了完全一致。摆的“等时性”就这样被发现了！在1638年出版的《两种新科学的对话》中，伽利略还明确指出：摆动周期与摆长的平方根成正比。后来，荷兰惠更斯利用摆的等时性制成了摆钟。

## 2. 阿基米德（前287～前212）

阿基米德出生在意大利西西里岛的叙拉古。阿基米德的父亲是位天文学家和数学家。他从小因受到父亲的熏陶而酷爱数学。阿基米德11岁时，就被送到埃及的亚历山大读书，在那里学习和生活了许多年，这段生活使阿基米德有机会受到东方和古希腊优秀文化的教育，这对他一生的科学事业有着很大的影响。

阿基米德是数学家卡农的学生，而卡农是著名大数学家欧几里德的学生。阿基米德学习、研究了欧几里德的数学著作，以欧几里德在几何上达到的水平为起点，继续前进，作出了很多重大贡献。他求得圆周率 $\pi$ 的近似值为 $3\frac{10}{17} < \pi < 3\frac{1}{7}$ 。这是第一次在自然科学中以误差估计的方式来表明数

据的精确程度。阿基米德曾废寝忘食地探求各种形状物体的几何计算方法，得出了球体、圆柱体、椭圆体和一些复杂物体的面积与体积的计算公式。他还研究出了著名的等速螺旋线式  $\rho = a \cdot \theta$ ，后人称之为“阿基米德螺旋线”。

阿基米德在物理学方面的贡献主要是把技术实践和严密的数学（欧几里德几何）推理结合起来。如他从数学角度提出了重心的概念并得出了各种形状物体的重心的求法。阿基米德还是世界上第一个对流体力学作系统研究的人。

2200年前，叙拉古国王让珠宝匠给他制作一顶纯金的皇冠。皇冠做成后，国王很高兴，但又怀疑工匠偷了他的金子。尽管做好的皇冠跟送去的金子一样重，但谁能保证那顶皇冠没有用银子或别的金属做成芯子呢？国王把对皇冠作无损伤鉴别这一难题交给了阿基米德。阿基米德为此事思考了许多日子，仍无结果。有一天，他前往澡堂洗澡，当他跨入浴盆时，在水溢出盆外时，感到身体有点漂浮，并且随着身体浸没在水中的部分增多，溢出的水也增多的同时，感到水对身体的托力也增大。这本来是一个大家熟知的现象，但对为皇冠问题而处在日夜冥思苦想中的阿基米德来说，却猛然间开了窍。他即刻欣喜若狂，甚至忘了穿衣服，发疯似地直奔王宫，边跑边喊：“我找到了！我找到了！”接着，他在国王和大臣面前进行了表演：先把一块与皇冠质量相等的纯金放进一个装满水的容器中，称出溢出水的重量，然后用皇冠重复了上面的过程。大家发现，后者溢出的水比前者多。于是，阿基米德斩钉截铁地对国王说：“皇冠里面掺进了比纯金轻（密度小）的金属！”

这一故事或许是后人虚构的，但阿基米德发现浮力定律（也称阿基米德定律）却是真实的。这一定律并非像上面故事

中所说，是从“称皇冠”和在浴缸里洗澡发现的，也不是像一般教材中所介绍的，是通过“阿基米德实验”得出的。其真实情况可以从阿基米德关于浮力定律的文献中得到考证，他是运用了数学这门工具，在广泛地研究了各种形状物体的浮沉和稳定条件后，把许多具体问题抽象为物理模式，再从一些公理出发，经过严密的逻辑推理与论证，才建立起流体力学理论，得出这样一个结论：浸在液体里的物体所失去的重量，等于它所排开的液体的重量；浮体所排开的液体的重量等于它自身的重量。

阿基米德曾对杠杆原理进行了研究，并建立了有关杠杆和滑轮的理论。他指出：“使用这些东西，可以用很小的力气搬动重量很大的物体。”他对此曾形象地夸口说：“只要给我一个支点，我就能举起整个地球。”他在自己所写的《论平面图形的平衡》一书中，记载了关于杠杆定律的论证，这是物理史上第一次用数学方法给了杠杆定律以严密的证明。

阿基米德又是一位出色的天文学家，他认为地球是圆球状，围绕着太阳转动的。这个观点比哥白尼提出的“日心地动说”要早 1800 多年。

阿基米德还是一位伟大的爱国主义者。在他晚年的时候，罗马军队入侵了他的国家，这位伟大的科学家，把自己的才智乃至生命都献给了保卫祖国的神圣事业。他设计、制造了许多兵工器械。他设计的投石机把敌人打得抱头鼠窜；他制造的铁爪式起重机，能把敌人的船从水中提起，并把它翻倒。传说阿基米德还做了一面巨大的凹面镜，能把太阳光聚焦到靠近的敌船上，使敌船焚烧起来。正因为有了阿基米德的兵器，才使罗马军队被阻挡在海湾达三年之久。阿基米德的成就对后来的东、西欧科学的发展也起了重要的作用。

需要指出：阿基米德鉴定皇冠的故事一直传诵至今，并不是人们故意宣传科学发现的偶然性——在浴缸里泡一下就能发现一条定律。人们传诵这一故事的真正意义，在于表明阿基米德是一位善于观察、思考、并重视理论与实践相结合的科学家。对于阿基米德这样一个观察思考问题已有充分准备的头脑，加上“机遇”，就可能促进一项伟大的发现。相反地说，“机遇”永远不会赐给毫无准备的懒汉。

### 3. 牛顿 (1642~1727)

牛顿是英国数学家、天文学和物理学家，出生在英国北部林肯郡的偏僻农村——格兰瑟姆的一个农民家庭里，出生前2个月，牛顿的父亲就去世了。牛顿出生时，体重只有1.4kg，当时亲友们以为他可能活不下来，更没想到他竟活到85岁，而且是世界上出类拔萃的科学家。

牛顿2岁时，母亲改嫁，从此牛顿就由外祖母抚养。他12岁时进中学，读书成绩开始并不突出，但他爱动脑筋、喜欢动手制作小玩具。在读小学时，他就制成了精巧得令人惊讶的小水车，在读中学时，自制了一个报时小水钟。14岁那年，由于家境贫困，外祖母希望他放牧耕种，牛顿只好辍学在家。

牛顿的脑海中充满理想，尽管不能上学，还是一心想着各种学习问题，细心观察生活中的各种自然现象。他在家中石墙上雕刻了一个太阳钟，争分夺秒地学习。外祖母要他牧马，他牵马上山，边走边思考着天上太阳运行的规律，等他想起马时，马早已跑得不见了。外祖母叫他放羊，他独自在树下看书，以致羊群走散，糟塌了庄稼。牛顿的舅父是位商人，他叫佣人陪牛顿去市场熟悉做买卖的生意经，可是牛顿却恳求佣人一个人去，自己却躲在树丛后面看书。有一次，天

下着瓢泼大雨，牛顿不顾一切地站在暴雨中测量风速，结果被淋得浑身湿透。牛顿的举动简直把他外祖母惊呆了，外祖母怕他发了疯，只得还是让他回到中学继续读书。

1661年，牛顿考上剑桥大学特里尼帝学院。1665年，他毕业后被留在大学研究室。这年6月，鼠疫流行，学校关门，牛顿只好回到家乡。在这期间，牛顿并不因为离校而放松学习钻研，他集中精力，系统地整理了大学里学习过的功课。潜心研究了开普勒、笛卡尔、阿基米德和伽利略等前辈科学家的主要论著，还进行了许多科学试验。在家乡避鼠疫的两年中，牛顿几乎考虑了他今后所要研究的各种课题，特别是他一生中的几项主要贡献，包括万有引力，经典力学，微积分，光学等基本上都萌发于这两年。

牛顿废寝忘食地学习，如痴如醉地探索科学真理，一生闹了许多笑话。一次，他边读书边煮鸡蛋，待他揭开锅盖时想吃鸡蛋时，才发现煮的不是鸡蛋，而是一只怀表。还有一次，他请一位朋友吃饭，菜已摆好在桌子上，可是牛顿突然想起一个问题而独自进入了内室，很久都不出来。他的朋友等得不耐烦了，就自己动手把一份鸡吃掉了，将骨头留在盘内，不告而别，隔一会儿，牛顿走了出来，看到盘子里的骨头，自言自语地说：“我还以为自己没有吃饭呢，原来已经吃过了！”还有人传说，牛顿在重要著作《自然哲学的数学原理》出版后的一天，他强迫自己到剑桥大学附近的一个幽静的旅馆里去休息一下，但他怎么也静不下来。他见到人家洗衣盆里肥皂泡薄膜在阳光下现出美丽的彩色，寻思着这里面究竟是怎样的光学道理，于是就边寻思边用麦杆吹起肥皂泡来，一本正经地吹着，观察着。店主看了，颇为他惋惜：“一位快50岁的挺体面的先生，竟疯成了这样子，整天吹肥皂

泡!”牛顿勤奋努力，勇于探索，坚持不懈的精神和品质，加上他的数学才华，为他在物理学研究中取得巨大成功奠定了基础。

在牛顿以前，人们已经积累了丰富的生产实践经验和大量的观测资料与实验资料，并在天文学、静力学、碰撞、抛射体、摆和斜面运动等方面认识了运动及物体间相互作用的一些规律，例如伽利略在对自由落体运动研究中，发现了惯性以及物体在重力作用下匀加速直线运动，这奠定了牛顿第一定律的基本思想，而牛顿则从这一发现中看到了它的普遍意义，并将其表述为描述惯性的一个定律，即牛顿第一定律。为了度量物体的运动状态，牛顿提出了“动量”的概念，并规定物体的动量是它的速度和质量的乘积，将这一概念和物体所受的外力联系起来，得出了物体运动的加速度与其所受外力及自身质量的关系——牛顿第二定律。作用力与反作用力的关系——牛顿第三定律的思想则来源于笛卡尔和惠更斯对碰撞的研究，牛顿从他们对碰撞的研究中注意到物体之间的作用存在相互性。他在其代表作《自然哲学的数学原理》中是这样叙述的：任何东西拉引或推压另一个东西时，同样也要被那个东西所拉引或推压。如果你用手推压一块石头，那么手指也要被石头所推压。如果有一匹马被人牵着向前拉，那么马也必然同时给人以一个相等的往后的力。第三定律反映了物体作用中的辩证关系，是牛顿在科学观上的一大突破。显然，牛顿定律的得出是许多科学家和思想家长期探索的结果，呈现了知识发展的继承性。后人确认这三个定律为动力学的基本定律和经典力学的基石之一，并把这三个定律都以牛顿来命名。

牛顿发现万有引力定律是他在自然科学中最辉煌的成