

中等师范学校课本

# 物理学

第一册

人民教育出版社

中等师范学校课本

(试用本)

# 物 理 学

第一册

阎金铎 张计怀 窦国兴 编

\*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

\*

开本 787×1092 1/32 印张 7.5 插页 1 字数 154,000

1982年3月第1版 1982年5月第1次印刷

印数 1—201,000

书号 K7012·0282 定价 0.57元

表

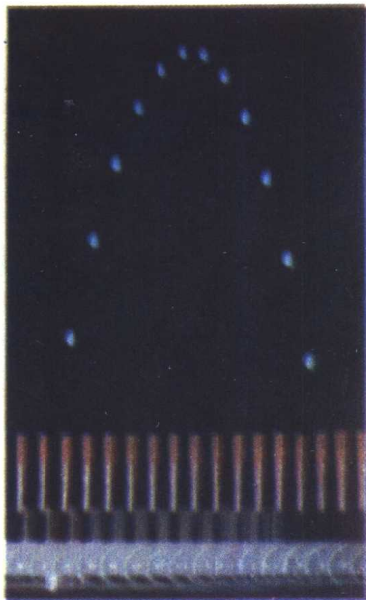
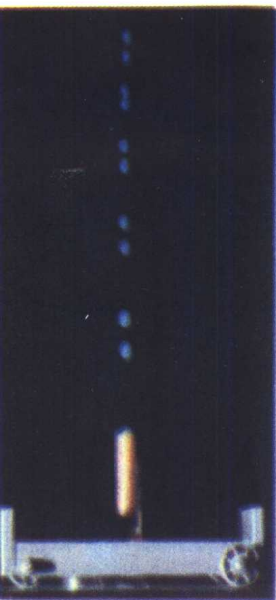
书还回



北京古观象台



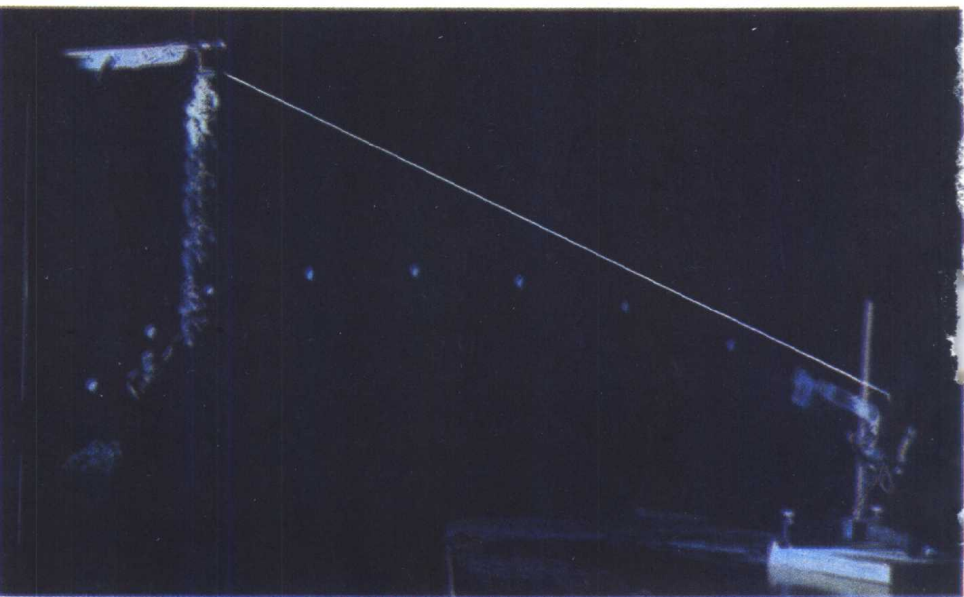
从人造  
卫星看地球



弹簧枪向上射出小球的闪光照片

左：小车静止；

右：小车匀速运动



布猴下落的同时，弹簧枪对准布猴射击的闪光照片

## 说 明

本书由阎金铎、张计怀、窦国兴三人合编。供四年制中等师范学校第二学年教学试用，也可供三年制和二年制中等师范学校教学试用。在共同研究的基础上，第一、二章由张计怀执笔，第三、四、五章由阎金铎执笔，绪论和第六、七章由窦国兴执笔，全书由阎金铎定稿，并经雷树人审阅。

由于编写时间仓促，本书不免会有不少缺点和错误，欢迎各校在试用过程中随时提出批评意见和修改建议。

# 目 录

绪论	1
第一章 运动的描述	7
一、参照系	7
二、物体位置的描述	8
三、位置变动的描述	11
四、运动快慢的描述	13
五、速度改变快慢的描述	17
六、匀变速直线运动	20
七、图象表示	26
第二章 运动和力	30
一、维持运动需要力吗？牛顿第一定律	30
二、力	33
三、力的合成	38
四、力的分解	42
五、牛顿第二定律	46
六、牛顿第二定律的应用	51
七、牛顿第三定律	54
八、解运动和力问题的思路和方法	57
第三章 几种常见的运动	61
一、自由落体运动	61
二、抛体运动	65
三、匀速圆周运动	73
四、向心加速度	77
五、向心力	79
六、离心现象	83

七、机械振动 .....	87
八、简谐振动 .....	90
九、单摆的振动 .....	94
<b>第四章 天体的运动</b> .....	<b>99</b>
一、太阳和行星概况 .....	99
二、历史的回顾——从地心说到日心说 .....	102
三、行星究竟怎样运动——开普勒定律 .....	106
四、行星为什么这样运动？——万有引力定律 .....	111
五、万有引力定律的应用 .....	117
六、人造地球卫星 .....	121
<b>第五章 物体的转动和平衡</b> .....	<b>125</b>
一、物体的平动和转动 .....	125
二、转动惯性 .....	127
三、改变转动状态的原因——力矩 .....	130
四、有固定转轴物体的平衡条件 .....	134
五、物体的一般平衡条件 .....	139
六、杆秤 .....	143
七、物体平衡的稳定性 .....	147
<b>第六章 力学中的守恒定律</b> .....	<b>153</b>
一、功 .....	153
二、功率 .....	156
三、动能 .....	157
四、动能定理 .....	159
五、势能 .....	162
六、机械能守恒定律 .....	166
七、冲量和动量 .....	172
八、动量守恒定律 .....	176
九、弹性碰撞 .....	178
十、反冲运动 .....	181

*十一、角动量 角动量守恒定律 .....	185
第七章 流体力学 .....	190
一、静止液体中的压强 .....	190
二、阿基米德定律 .....	193
三、流体的流动 .....	196
四、流动流体的压强 .....	198
五、流体的阻力 .....	204
学生实验 .....	208
一、简单测量 误差和有效数字 .....	208
二、游标卡尺的使用 .....	211
*三、螺旋测微器的使用 .....	214
四、测定匀加速直线运动的即时速度和加速度 .....	217
五、弹簧秤的制作 .....	221
六、互成角度两个力的合成 .....	223
七、验证牛顿第二定律 .....	224
八、研究平抛物体的运动 .....	225
九、用单摆测定重力加速度 .....	227
十、有固定转轴物体的平衡 .....	228
十一、制作杆秤 .....	229
十二、机械能守恒定律的研究 .....	229
十三、动量守恒定律的研究 .....	232
十四、根据浮力测定液体的密度 .....	232



## 绪 论

如果你遇到一队小学生在郊游,或在码头、建筑工地、天文馆、水电站、工厂、农村等地参观,你就会听到少年儿童们不停地提出各种问题,其中很多是跟物理学有关的。少年儿童们对自然现象和科学技术的兴趣,那种求知的渴望,常常给人留下深刻的印象。

中等师范学校的同学们是未来的少年儿童教育工作者,将要承担培养教育少年儿童的重任。为了指导少年儿童全面发展,满足他们求知的渴望,使他们从小热爱科学,初步懂得身边事物的科学道理,积极参加有益身心发展的科技活动,师范学校的同学们必须具有较好的科学修养,因此学习物理学是一项重要任务。

物理学是自然科学的一个分科,它研究物体一般运动形式的规律和物质的基本结构,包括力和机械运动、热和分子运动、电和磁、波和原子等,也就是说,物理学研究的对象包括从原子到天体的一切物体。因此,物理学的理论是其它一切自然科学和技术的基础,物理学的发展对其它科学技术的发展有很大影响。

物理学早期的发展跟天文学的发展密切相关。由于农业生产需要知道季节,以及人类社会生活需要测定时间和制定历法等原因,人们很早就注意了天体的运动。彩图 1 是北京

古观象台<sup>①</sup>，它是世界上著名的古代天文台之一。古人用肉眼或借助简单仪器进行天文观测，识别了行星和恒星，测定了它们在天空中的位置，绘制了各种星图。十七世纪，开普勒发现了行星运动规律，牛顿发现了运动定律和万有引力定律，证明了天上的运动和地上的运动由同一规律支配。人们掌握了力学理论，不仅可以解释运动现象，而且能预见未知的现象。例如，十九世纪，人们根据理论计算的位置发现了新的行星——海王星(见第四章)，这轰动了天文学界，使人们对力学理论的巨大威力感到惊叹！

随着力学理论的发展，热学、电学和光学理论也不断发展。到了十九世纪末，以牛顿力学和法拉第、麦克斯韦电磁学理论为代表，物理学已经有了系统比较完整的理论。



图 1

① 北京古观象台是元代至元十六年(1279年)建立的司天台遗址，明代改为观星台，清代改为观象台。图中所示的是其中的赤道经纬仪，铸于清康熙十二年(1673年)，是用来测定天体的坐标和真太阳时的。

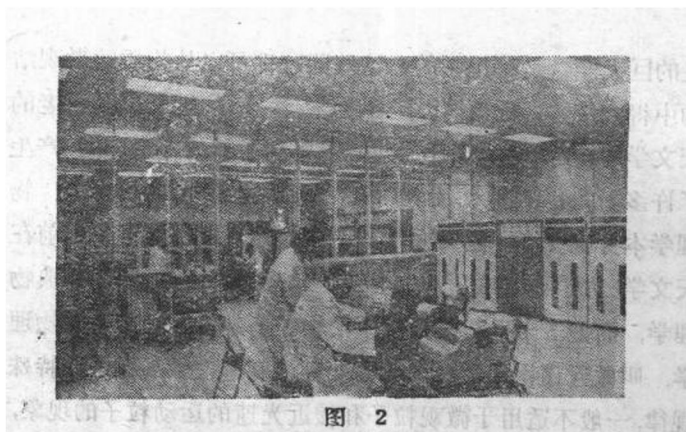


图 2

十九世纪末,发现了电子。二十世纪以来,人们开始用实验探索原子的秘密,打开了微观世界的门户。经过短短几十年,就取得了辉煌的成就。发现了微观粒子具有跟宏观物体完全不同的特殊规律,产生了新的力学——量子力学,并发现了异常巨大的原子能。现在,不仅可以用原子能来发电,而且出现了崭新的工业部门——原子能工业,它的产品已广泛应用于农业、工业、医疗卫生和科学研究各个方面。图 1 是我国第一座大型高通量原子反应堆<sup>①</sup>,图 2 是反应堆计算中心的科研人员正通过电子计算机对反应堆的实验数据进行计算分析。由于原子科学的发展,人们深入地了解了物质的微观本性,以前无法了解的许多问题都有了答案。例如,金属和非金属的根本区别是什么?物质的磁性是怎样产生的?太阳和恒

---

<sup>①</sup> 我国第一座大型高通量原子反应堆是 1981 年建成的,它是用人工控制原子核反应来产生大量中子,供进行各项原子科学实验用的装置。反应堆主体和配套工程共有设备 5 万多台件,都是我国自己制造的。它的建成为我国进一步发展原子能技术提供了重要手段。

星的巨大能量是哪里来的？这些问题都可以从物质的微观结构中得到解答。因此，化学、生物学、医药学、地学以及古老的天文学，都在新的物理理论上得到了新的发展，并且产生了许多新的科学技术，如半导体和电子技术、激光技术等。物理学本身也发生了巨大变化。现在，通常把十九世纪以前在天文学、力学和电磁学基础上发展起来的物理学，叫做经典物理学，而把二十世纪以来在原子物理基础上发展起来的物理学，叫做近代物理学。经典物理学没有考虑微观粒子的特殊规律，一般不适用于微观粒子和接近光速的运动粒子的现象，但它对宏观的物理现象能给出足够准确的解答。因此，它仍是许多工程技术如机械制造、土木建筑、水力、电工和无线电工程、以及航空和火箭技术的理论基础。当前，经典物理学和近代物理学都在继续发展，它们的基本理论和研究方法，对其它科学技术的发展继续起着巨大作用。

科学和技术的发展是互相促进的。科学的发展为技术革新提供新的原理，技术的进步又为科学研究提供新的手段，因此它们的发展速度越来越快。今天，人们已经掌握了宇宙飞行的原理，能够制造和发射各种用途的人造卫星和宇宙飞船，并可以乘坐宇宙飞船到太空去进行科学实验，这就扩大了人们的眼界，并获得了许多以前无法得到的科学资料。例如，彩图 2 是从人造卫星上拍摄的地球照片。从照片上很容易看出地球的形状，并能获得地球的直径以及地貌等许多科学资料。而以前在地面上要了解地球的形状和获得这些资料是多么困难！由于科学技术的迅速发展，工农业生产和日常生活的各方面将日益深刻地发生变化，人们也就更加需要学习和掌握

科学技术知识,更加需要学习物理学。

学习物理学不只是可以获得物理知识,同样重要的是还可以学习到研究问题的方法,发展思维,提高分析问题和解决问题的能力,培养科学态度和激发创造才能。

物理学是一门以观察和实验为基础的科学。观察和实验也是学习物理学的基本方法。观察一般是在自然条件下对自然现象的观察,例如,观察行星的运动规律和河水流动的规律等。实验是对自然现象加以选择,或改变一些条件,让现象在特定环境下出现,以便更好地观察和研究其中的基本规律。例如,研究物体自由下落的规律,如果在自然条件下观察一片树叶的下落运动,由于它受空气阻力影响,飘来飘去,很难看出规律。如果在实验室里,让树叶或其它物体在抽成真空的玻璃管里自由下落,由于排除了空气影响,它们笔直地下落,运动的规律就容易发现了。又如,研究电路中的电流跟电压和电阻的关系,如果电压电阻同时改变,就很难找出它们三者之间的关系。如果先让电压保持不变,研究电流跟电阻的关系;再让电阻保持不变,研究电流跟电压的关系,就容易确定它们三者之间的关系了。所以,观察和实验是获得知识的过程,也是发展思维的过程。只有动手又动脑,才能有较大的收获。

学习物理知识要善于应用。只有经过应用,才能对知识有较深的理解,并使知识得到巩固。在应用知识的过程中也能发展思维,获得新的知识和各种能力。师范学校的同学们特别要注意运用所学的物理知识去解释自然现象和工农业生产中有关的物理原理,练习用简练而明确的语言去说明问题,提高自己的表达能力。还应尽量利用可能的条件去设计制作

简单仪器,学习用实验来研究问题和解答问题,提高自己的实践能力.数学运算也不能忽视,它能锻炼自己的推理论证能力,培养严谨的科学态度.

希望同学们在以后的学习中进一步体会学习物理学的意义和方法,并把自己在学习中的体会运用到今后培养教育少年儿童的工作中去.

# 第一章 运动的描述

无论在陆地,在海洋,在天空,在工厂或农村,到处都可以看到物体的运动。例如,车辆在公路上行驶,轮船在海洋里航行,飞机破空而过,机器或机械在工厂或田野里运转。这些运动都是物体在空间的位置在变动,或者物体各部分间的相对位置在变动。这种运动叫做机械运动。各种机械运动都有一定的规律。掌握这些规律,对人类是十分重要的。例如,根据月球和地球的运行规律,我们可以预测出发生日食和月食的时间;根据火箭和卫星的运动规律,我们可以推知卫星的运行轨道和火箭在千里之外的降落地点。要研究物体运动的规律,首先应懂得描述运动的方法。这一章就介绍怎样描述物体的运动,并如何在这个基础上得出运动的规律。

## 一、参 照 系

自然界的一切物体都在不停地运动着。房屋、树木、山岭等,看来好象是不动的,其实这些物体也随着地球一起,以惊人的速度绕着太阳运动,一秒钟要走 30 千米,比喷气式飞机快得多;太阳和其它恒星也在不停的运动<sup>①</sup>,太阳绕银河系

---

<sup>①</sup> 我国唐代著名的天文学家张遂(683—727),测定了150余颗恒星的位置和二十八宿在天球上的北极度数,通过跟汉代(前206—220)的星图对比,打破了恒星位置永远不变的说法,是世界上最早发现恒星运动的科学家,比1718年英国哈雷提出恒星运动早一千年。

中心的运动大约一秒钟要走 250 千米。

既然一切物体都在运动，要描述物体的运动，必须假定某个物体是不动的。例如，我们说火车开动了，是假定路基是不动的；我们说船在行驶，是假定河岸是不动的；我们说人造卫星沿椭圆轨道飞行，是假定地球是不动的。描述物体的运动时假定为不动的物体，叫做参照系。一切运动都是相对于参照系说的。

描述同一个运动，如果选用不同的参照系，结果往往是不同的。例如，乘客的行李放在开动的火车里，站在路旁的人看来，行李是随火车运动的，这是以地面为参照系的。在车厢里的人看来，行李是在行李架上放着不动的，这是以车厢为参照系的。同一颗人造卫星，以地球为参照系，它的轨道是椭圆；以太阳为参照系，它的轨道就是复杂的螺旋线了。因此，描述物体的运动时，必须指明所用的参照系。

描述一个运动，究竟选哪一个物体作参照系，要看问题的性质和研究的方便来定。以后我们讨论的运动，通常是以地面或相对于地面静止的物体作参照系的，在这种情况下，就不再指明参照系了。

## 二、物体位置的描述

由于物体的运动表现为位置的变化，因此，要研究物体的运动，首先要会描述物体的位置。当然，每个物体都有一定的大小和形状，它的不同部分位于空间的不同地方。所以，要描述整个物体的位置，是比较复杂的。可是，在许多情况下，



可以忽略物体的大小和形状,而使问题简化.例如,远洋轮船的大小跟它的航程相比是很小的.因此,描述它在海洋中的位置时,可以把它看作是一个点.于是轮船的运动就可以用这个点的运动来代替.这种用来代替物体的点,叫做质点.

在什么情况下可以把物体当作质点,要看具体情况而定.例如,我们研究地球的公转时,由于地球的直径(约 12,800 千米)比地球和太阳之间的距离(约 150,000,000 千米)小得多,这时就可以不考虑地球的大小和形状,而把它当作质点.可是,研究地球的自转时,就不能忽略它的大小和形状了,因而也就不能再把它当作质点了.

在本章和以后几章中,我们所研究的物体,通常都是可以当作质点的.

如何描述质点在空间的位置呢?

为了确定质点在空间的位置,可以采取在数学中学过的建立坐标系的方法,就是在参照系上选择适当的点,作为坐标的原点,通过原点引一些直线,作为坐标轴.如果物体是沿一条直线运动的,就可以采取直线坐标系,如果物体是在平面上或空间运动的,就要采取平面直角坐标系或空间直角坐标系.

物体沿直线的运动,例如,汽车在北京长安街上行驶,为了描述汽车在某时刻的位置,可以选天安门前的旗杆所在处为坐标原点  $O$ ,沿长安街从旗杆向东为  $x$  轴的正方向,如图 1-1 所示.如果汽车的坐标  $x=1000$  米,就说明它在天安门前旗杆以东 1000 米处;如果  $x=-1000$  米,就说明它在天安门前旗杆以西 1000 米处.