

经全国中小学教材审定委员会
2002年审查通过

全日制普通高级中学教科书（必修加选修）

物理

第二册

人民教育出版社物理室 编著



人民教育出版社



ISBN 978-7-107-20094-6



9 787107 200946 >

全日制普通高级中学教科书(必修加选修) 物理 第二册
审批号:京发改[2006]823号-080 价格举报电话:12358

定价: 13.95 元

全日制普通高级中学教科书（必修加选修）

物理

第二册

人民教育出版社物理室 编著

人民教育出版社（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书(必修加选修)

物 理

第二册

人民教育出版社物理室 编著

*

人民教育出版社出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京市白帆印务有限公司印装 全国新华书店经销

*

开本: 890 毫米 $\times$ 1 240 毫米 1/16 印张: 16 插页: 1 字数: 350 000

2006 年 11 月第 2 版 2008 年 12 月第 22 次印刷

印数: 511 001 ~ 528 000

ISBN 978-7-107-20094-6 定价: 13.95 元
G · 13144(课)

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与本社出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

说 明

《全日制普通高级中学教科书（必修加选修）物理第二册》是根据教育部2002年颁布的《全日制普通高级中学课程计划》和《全日制普通高级中学物理教学大纲》，在《全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修加选修）物理第二册》的基础上修订而成的。此次修订的指导思想是：遵循“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的战略思想，贯彻教育必须为社会主义现代化建设服务，必须与生产劳动相结合，培养德、智、体、美全面发展的社会主义事业的建设者和接班人的方针，以全面推进素质教育为宗旨，全面提高普通高中教育质量。

普通高中教育，是与九年义务教育相衔接的高一层次的基础教育。高中教材的编写，旨在进一步提高学生的思想道德品质、文化科学知识、审美情趣和身体心理素质，培养学生的创新精神、实践能力、终身学习的能力和适应社会生活的能力，促进学生的全面发展，为高一级学校和社会输送素质良好的合格的毕业生。

本书内容分必学和选学。有*号者为选学内容，教师可根据实际情况选用。

学生实验集中列在课文之后，应配合教学进度适时进行。

必做的演示实验在课文中列出，教师可根据实际情况或者进行演示，或者组织学生随堂实验。

“做一做”介绍简单易行的实验，应尽力组织学生课外完成。

书后列有供学生选做的研究课题示例，希望教师和学生能够创造性地完成。

书中正文之外还设有“阅读材料”、“思考与讨论”、“做一做”、“旁批”等栏目，以开阔眼界，启发思考，有利于学生掌握知识和提高能力。

本书配有教学录像带、VCD，介绍教学中或实验室中不易观察的现象和实验过程，以利于教学。与本书有关的资料已经放在人民教育出版社“中学物理”网站www.pep.com.cn/wl/中，欢迎浏览，并通过网站与我们联系。

本教材原试验本由张同恂、扈剑华主持编写，参加编写的有：杜敏、张同恂、扈剑华、彭前程、张颖、周国强、张大昌。责任编辑为彭前程。绘图朱静、王恒东。版式设计马迎莺。

终审张同恂。

参加本次修订的有：杜敏、张同恂、扈剑华、彭前程、张大昌。终审张同恂。审读王存志。

本书在编写过程中得到专家、教师和教学研究人员的支持和帮助，特别得到两省一市试验地区教师和学生的大力支持，在此表示深切的感谢。

因水平有限，编著者虽勉力为之，可能还会有一些错误和不妥之处。欢迎广大读者提出意见和建议，以利于修改和完善。

本册教材已经由教育部全国中小学教材审定委员会审查通过。

目 录

力 学

第八章 动 量 (1)

- 一、冲量和动量 (2)
- 二、动量定理 (4)
- 三、动量守恒定律 (7)
- 四、动量守恒定律的应用 (10)
- 五、反冲运动 火箭 (12)
- 阅读材料 航天技术的发展和宇宙航行 (14)

第九章 机械振动 (18)

- 一、简谐运动 (19)
- 二、振幅、周期和频率 (21)
- 三、简谐运动的图象 (22)
- 阅读材料 乐音和音阶 (24)
- 四、单摆 (27)
- *五、相位 (30)
- 阅读材料 月相 (32)
- 六、简谐运动的能量 阻尼振动 (32)
- 七、受迫振动 共振 (33)

第十章 机械波 (40)

- 一、波的形成和传播 (41)
- 二、波的图象 (43)
- 三、波长、频率和波速 (45)
- 四、波的衍射 (47)
- 五、波的干涉 (49)
- *六、驻波 (52)
- 七、多普勒效应 (54)
- 八、次声波和超声波 (55)

热 学

第十一章	分子热运动 能量守恒	(60)
一、物体是由大量分子组成的	.....	(61)
阅读材料 纳米技术	.....	(63)
二、分子的热运动	.....	(63)
三、分子间的相互作用力	.....	(66)
四、物体的内能 热量	.....	(68)
五、热力学第一定律 能量守恒定律	.....	(71)
阅读材料 能量守恒定律的建立	.....	(72)
六、热力学第二定律	.....	(74)
七、能源 环境	.....	(77)

第十二章	固体、液体和气体	(82)
*一、固体	.....	(83)
*二、固体的微观结构	.....	(84)
*三、液体 表面张力	.....	(85)
*四、毛细现象	.....	(88)
*五、液晶	.....	(90)
*六、伯努利方程	.....	(91)
*七、湍流现象	.....	(94)
八、气体的压强	.....	(95)
阅读材料 气体分子的速率和统计规律	.....	(97)
九、气体的压强、体积、温度间的关系	.....	(98)

电 磁 学

第十三章	电 场	(102)
一、电荷 库仑定律	.....	(103)
阅读材料 库仑扭秤实验	.....	(105)
二、电场 电场强度	.....	(106)
三、电场线	.....	(109)
四、静电屏蔽	.....	(111)
五、电势差 电势	.....	(112)
六、等势面	.....	(115)
七、电势差与电场强度的关系	.....	(117)

阅读材料 尖端放电和避雷针	(117)
八、电容器的电容	(119)
阅读材料 电容式传感器	(122)
九、带电粒子在匀强电场中的运动	(123)
*十、静电的利用和防止	(126)

第十四章 恒定电流 (132)

一、欧姆定律	(133)
阅读材料 自由电子定向移动的速率	(135)
二、电阻定律 电阻率	(136)
三、半导体及其应用	(138)
四、超导及其应用	(138)
五、电功和电功率	(139)
六、闭合电路欧姆定律	(141)
七、电压表和电流表 伏安法测电阻	(145)

第十五章 磁 场 (150)

一、磁场 磁感线	(151)
阅读材料 电流磁效应的发现	(154)
二、安培力 磁感应强度	(155)
三、电流表的工作原理	(158)
四、磁场对运动电荷的作用	(159)
五、带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	(160)
六、回旋加速器	(163)
阅读材料 安培分子电流假说 磁性材料	(165)
阅读材料 磁与生物	(166)

第十六章 电磁感应 (170)

一、电磁感应现象	(171)
阅读材料 法拉第关于电磁感应现象的实验	(174)
二、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	(176)
三、楞次定律——感应电流的方向	(178)
四、楞次定律的应用	(180)
阅读材料 寻找磁单极子	(181)
五、自感现象	(183)
六、日光灯原理	(184)
*七、涡流	(186)
阅读材料 电磁感应现象的应用 (一)	

——动圈式话筒的原理.....	(186)
电磁感应现象的应用(二)	
——磁带录音机的原理.....	(187)

第十七章 交变电流 (192)

一、交变电流的产生和变化规律.....	(193)
二、表征交变电流的物理量.....	(195)
三、电感和电容对交变电流的影响.....	(196)
四、变压器.....	(199)
阅读材料 汽油机点火装置.....	(201)
五、电能的输送.....	(201)
阅读材料 直流输电.....	(205)
*六、三相交变电流.....	(206)
阅读材料 感应电动机.....	(207)
阅读材料 直线电机和磁悬浮列车.....	(207)

第十八章 电磁场和电磁波 (212)

一、电磁振荡.....	(213)
二、电磁振荡的周期和频率.....	(215)
三、电磁场.....	(216)
四、电磁波.....	(217)
五、无线电波的发射和接收.....	(219)
六、电视 雷达.....	(221)
阅读材料 移动电话.....	(223)

学生实验 (226)

一、验证动量守恒定律.....	(226)
*二、用气垫导轨验证动量守恒定律.....	(227)
三、用单摆测定重力加速度.....	(229)
四、用油膜法估测分子的大小.....	(229)
五、用描迹法画出电场中平面上的等势线.....	(230)
六、描绘小灯泡的伏安特性曲线.....	(231)
七、测定金属的电阻率.....	(232)
八、把电流表改装为电压表.....	(233)
*九、研究闭合电路欧姆定律.....	(234)
十、测定电源电动势和内阻.....	(234)
十一、练习使用示波器.....	(235)
十二、用多用电表探索黑箱内的电学元件.....	(237)

十三、传感器的简单应用	(239)
*十四、研究玩具电机的能量转化	(240)

课题研究	(242)
------------	-------

1. 实验：研究弹簧振子的周期和小球质量的关系	(242)
2. 研究材料的保温性能	(242)
3. 估测压力锅内水的温度	(242)
4. 用电解法测定元电荷	(242)
5. 自来水电阻率的测定	(243)
6. 把灵敏电流表改装成多用电表	(243)
7. 调查研究：灶具的演变	(243)
8. 调查研究：家用电器的发展带来的安全问题	(243)
9. 科学报告：从电冰箱到臭氧层	(243)
10. 科学报告：温室效应	(243)

附 录	(244)
-----------	-------

一、常用电磁学量的国际单位制单位	(244)
二、常用的物理常量	(244)
三、部分中英文词汇对照表	(245)

第八章 动 量



垒球场上,击球员挥动球棒将迎面飞来的垒球击了回去。虽然可以应用牛顿运动定律分析这类问题,但是球棒击球的力是随时间变化的,而且变化的规律难以确定。因此,直接应用牛顿运动定律就发生了困难。

物理学家在研究打击和碰撞这类问题时,引入了动量的概念,研究了与动量有关的规律,确立了动量守恒定律。应用有关动量的知识,上面提到的那类问题就容易解决了。

动量的概念和有关动量的规律在实际中有广泛的应用,这一章就来学习这方面的知识。

一 冲量和动量

一辆汽车受到不同的牵引力时,从开动到获得一定的速度,需要的时间不同。牵引力大,需要的时间短;牵引力小,需要的时间长。下面定量地研究这类问题。

一个质量为 m 的静止物体,在力的作用下开始运动,经过时间 t 将获得多大的速度? 物体在力的作用下得到的加速度为 $a=F/m$, 经过时间 t , 获得的速度为 $v=at= Ft/m$ 。由此可得

$$Ft=mv$$

可见,要使一个原来静止的物体获得某一速度,既可以用较大的力作用较短的时间,也可以用较小的力作用较长的时间。只要力 F 和力的作用时间 t 的乘积 Ft 相同,这个物体总

通常用符号 I 来表示
冲量,即 $I=Ft$ 。

获得相同的速度。这就是说,对一定质量的物体,力所产生的改变物体速度的效果,是由 Ft 这个物理量决定的。在物理学中,力 F 和力的作用时间 t 的乘积 Ft 叫做力的冲量。

冲量是矢量,它的方向是由力的方向决定的。如果力的方向在作用时间内不变,冲量的方向就跟力的方向相同。在国际单位制中,力 F 的单位是 N, 时间 t 的单位是 s, 所以冲量 Ft 的单位是牛秒, 符号是 $N \cdot s$ 。

从上式还可以看出,原来静止的质量 m 不同的物体,在相同的冲量作用下,虽然得到的速度 v 不同,但它们的质量和速度的乘积 mv 却是相同的,都等于它们受到的冲量。在物理学中,物体的质量 m 和速度 v 的乘积 mv 叫做动量。动量通常用符号 p 来表示,即

$$p=mv$$

在国际单位制中,质量 m 的单位是 kg, 速度 v 的单位是 m/s, 所以动量 p 的单位是千克米每秒, 符号是 $kg \cdot m/s$ 。动量的单位跟冲量的单位是相同的: $1 N=1 kg \cdot m/s^2$, 所以 $1 N \cdot s=1 kg \cdot m/s$ 。

动量也是矢量,它的方向与速度的方向相同。动量的运算服从矢量运算规则,要按照

平行四边形定则进行。如果物体的运动在同一条直线上，即动量矢量在同一条直线上，在选定一个正方向之后，动量的运算就可以简化成代数运算。

【例题】 一个质量是 0.1 kg 的钢球，以 6 m/s 的速度水平向右运动，碰到一个坚硬的障碍物后被弹回，沿着同一直线以 6 m/s 的速度水平向左运动（图 8-1）。碰撞前后钢球的动量有没有变化？变化了多少？

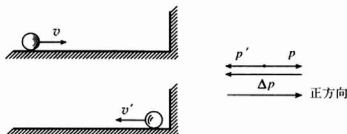


图 8-1

分析 动量是矢量，它的大小或方向发生了变化，动量就发生了变化。碰撞前后虽然钢球速度的大小没有变化，都是 6 m/s ，但速度的方向发生了变化。动量的方向与速度的方向相同，动量的方向也发生了变化，所以钢球的动量发生了变化。

为了求得钢球动量变化的多少，先要确定碰撞前和碰撞后钢球的动量。碰撞前后钢球是在同一条直线上运动的，选定一个正方向，例如取水平向右的方向为正方向，碰撞前钢球的运动方向与这个正方向相同，动量为正值；碰撞后钢球的运动方向与这个正方向相反，动量为负值。钢球动量的变化等于碰撞后的动量减去碰撞前的动量。

解 取水平向右的方向为正方向，碰撞前钢球的速度 $v=6\text{ m/s}$ ，碰撞前钢球的动量为

$$\begin{aligned} p &= mv = 0.1 \times 6\text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ &= 0.6\text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

碰撞后钢球的速度 $v'=-6\text{ m/s}$ ，碰撞后钢球的动量为

$$\begin{aligned} p' &= mv' = -0.1 \times 6\text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ &= -0.6\text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

碰撞前后钢球动量的变化为

$$\begin{aligned} p' - p &= -0.6\text{ kg} \cdot \text{m/s} - 0.6\text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ &= -1.2\text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

动量的变化 $\Delta p = p' - p$ 也是矢量，求得的数值为负值，表示 Δp 的方向与所取的正方向相反， Δp 的方向水平向左。

动量是矢量，动量的运算服从矢量的运算规则。

计算某个量的变化时，总是用后来的值减原来的值。

思考与讨论

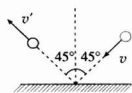


图 8-2

如图 8-2 所示, 一个质量是 0.2 kg 的钢球, 以 2 m/s 的速度斜射到坚硬的大理石板上, 入射的角度是 45° , 碰撞后被斜着弹出, 弹出的角度也是 45° , 速度仍为 2 m/s. 你能不能用作图法求出钢球动量变化的大小和方向?

本书虽然不要求作这种计算, 但是思考一下这个问题, 会帮助你进一步认识动量的矢量性.

练习

(1) 质量是 25 kg、以 0.5 m/s 的速度步行的小孩, 质量是 20 g、以 800 m/s 的速度飞行的子弹, 哪个动量大?

(2) 质量是 8 g 的玻璃球, 以 3 m/s 的速度向左运动, 碰到一个物体后被弹回, 以 2 m/s 的速度沿同一直线向右运动. 玻璃球的动量变化是多大?

(3) 一个质量是 0.05 kg 的网球, 以 20 m/s 的水平速度飞向球拍, 被球拍打击后, 反向水平飞回, 飞回的速度大小也是 20 m/s. 设网球被打击前的动量为 p , 被打击后的动量为 p' , 取打击后飞回的方向为正方向, 关于网球动量变化的下列计算式, 正确的是:

- A. $p' - p = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - (-1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}) = 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.
- B. $p - p' = -1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.
- C. $p' - p = -1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.
- D. $p - p' = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0$.

二

实验

鸡蛋从一米多高的地方落到地板上, 肯定会被打破. 现在, 在地板上放一块泡沫塑料垫. 我们尽可能把鸡蛋举得高高的, 然后放开手, 让鸡蛋落到泡沫塑料垫上, 看看鸡蛋会不会被打破 (图 8-3).

学了动量定理, 你就能够解释这类现象了.



图 8-3 鸡蛋会不会破

动量定理 现在我们研究, 一个具有一定动量的物体, 在合力的作用下, 经过一段时间, 它的动量变化跟所受合力的冲量有什么关系。

设一个质量为 m 的物体, 初速度为 v , 初动量为 $p = mv$, 在合力 F 的作用下, 经过一段时间 t , 速度变为 v' , 末动量为 $p' = mv'$ (图 8-4)。物体的加速度 $a = (v' - v)/t$, 由牛顿第二定律 $F = ma = (mv' - mv)/t$ 可得

$$Ft = mv' - mv$$

即

$$Ft = p' - p$$

上式表示, 物体所受合力的冲量等于物体的动量变化。这个结论叫做**动量定理**。我们在前一节得到的公式 $Ft = mv$, 其实是动量定理的特殊情形, 即初动量为零的情形。

在动量定理的上述推导中, 我们假定力是恒定的。实际上, 物体所受的力通常不是恒定的。用球棒打击垒球, 用铁锤钉钉子, 垒球和钉子所受的作用力就不是恒定的。可以证明, 动量定理不但适用于恒力, 也适用于随时间而变化的变力。对于变力的情况, 动量定理中的 F 应理解为变力在作用时间内的平均值。

应用举例 用铁锤钉钉子, 铁锤受到钉子的作用, 在很短的时间内动量变为零。由动量定理知道, 铁锤受到很大的作用力, 同时钉子受到很大的反作用力, 于是钉子被钉进去。铁

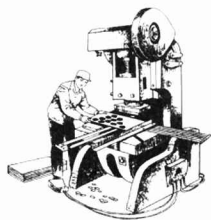


图 8-5 冲床冲压钢板

锤的质量越大, 打到钉子上的速度越大, 即铁锤的动量越大, 钉子受到的力就越大。用冲床冲压钢板 (图 8-5), 冲头的动量在短时间内变小, 钢板受到很大的作用力, 于是钢板被冲断。在上述例子中, 作用时间很短, 得到很大的作用力, 而被人们所利用。

相反, 有时需要延长作用时间, 减小力的作用。在轮渡的码头上装有橡皮轮胎, 轮船停靠码头时靠到橡皮轮胎上, 轮胎发生形变, 作为缓冲装置, 可以延长作用时间, 减小轮船停靠时所受的力 (图 8-6)。火车车厢也有缓冲装置, 用来减小车厢之间的相互作用力。在搬运玻璃等易碎物品时, 箱子里要放些碎纸、刨花、泡沫塑料等, 以减少搬运中的损坏。跳远时, 要跳在沙坑里, 以延长作用时间, 保证安全。迎面飞来篮球, 手接触到球以后, 两臂随后后引至胸前把球接住, 以延长篮球与手的接触时间, 减小篮球对手的作用力 (图 8-7)。



图 8-6 在轮渡的码头上装有橡皮轮胎



图 8-7

【例题】 一个质量为 0.18 kg 的垒球, 以 25 m/s 的水平速度飞向球棒 (图 8-8), 被球棒打击后, 反向水平飞回, 速度的大小为 45 m/s 。设球棒与垒球的作用时间为 0.01 s , 球棒对垒球的平均作用力有多大?

分析 球棒对垒球的作用力是变力，力的作用时间很短。在这个短时间内，力的大小先是急剧地增大，然后又急剧地减小为零。在冲击、碰撞一类问题中，相互作用的时间很短，力的变化都具有这个特点。动量定理适用于变力，因此，可以用动量定理求球棒对垒球的平均作用力。

由题中所给的量可以算出垒球的初动量和末动量，由动量定理即可求出垒球所受的平均作用力。

解 取垒球飞向球棒时的方向为正方向。垒球的初动量为

$$\begin{aligned} p &= mv \\ &= 0.18 \times 25 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 4.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

垒球的末动量为

$$\begin{aligned} p' &= mv' \\ &= -0.18 \times 45 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -8.1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

由动量定理可得垒球所受的平均力为

$$F = \frac{p' - p}{t} = \frac{-8.1 - 4.5}{0.01} \text{ N} = -1\,260 \text{ N}$$

垒球所受的平均力的大小为 1 260 N，负号表示力的方向与所选的正方向相反，即力的方向与垒球飞回的方向相同。



图 8-8



缓冲装置的模拟

用细线悬挂一个重物，把重物拿到一定高度，释放后重物下落可以把细线拉断。如果在细线上端拴一段橡皮筋，再从同样的高度释放，看看细线会不会被拉断（图 8-9）。试应用动量定理解释这个现象。

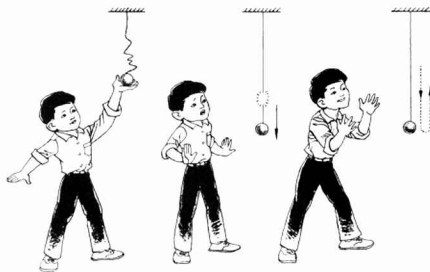


图 8-9 细线会不会被拉断