

Mc
Graw
Hill Education

Physics:

Principles and Problems

物理：原理与问题

(第二册)

● [美] 保罗·齐策维茨 著
● 仲新元 译

上海科学技术出版社

Physics: Principles and Problems

物理：原理与问题

第十版 上册



内 容 提 要

本书是美国中学教材《Physics: Principles and Problems》的力学部分,讲述了物理学基础理论的力学部分的能量、热学、声学、光学及电学部分的静电、电场等。内容的选择上除了基本内容外,每章都有学习目标、例题讲解、课后习题和物理实验室。为了扩展学生的知识领域,激发学生学习物理的兴趣,还开辟了“袖珍实验室”“物理学与社会”“物理学与技术”“小资料”“问题解决策略”“连接”等小栏目,以备教师选讲及学生选读。这些栏目内容丰富,集知识与趣味于一体,是本书的一大特点。

本书宜作为中学物理的辅助教材,是一本中学物理教师教学或学生自学的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

物理. 第2册: 原理与问题/(美)保罗·齐策维茨著;
仲新元译. —上海: 上海科学技术出版社, 2005.4
ISBN 7-5323-7832-2

I. 物... II. ①保...②仲... III. 物理课—中学—
教材 IV. G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 128752 号

责任编辑 陈慧敏

世纪出版集团 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

新华书店上海发行所经销 常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 402 000

2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷

ISBN 7-5323-7832-2/G·1715

定价: 28.50元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

Paul W. Zitzewitz

Physics: Principles and Problems

ISBN: 0-02-825473-2

Copyright © 1999 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Except as permitted under the United States Copyright Act of 1976, no part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database or retrieval system, without prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Shanghai Scientific and Technical Publishers.

本书中文简体字翻译版由上海科学技术出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

上海市版权局著作权合同登记号:图字 09-2003-458 号

PHYSICS: PRINCIPLES AND PROBLEMS

物理： 原理与问题

(第二册)

[美] 保罗·齐策维茨 著
仲新元 译

上海科学技术出版社

译者序

一个偶然的机会有，我得到了一本最新版的《物理：原理与问题》。阅读伊始，就被它简洁的文字、精美的插图、高质量的印刷所吸引，产生了要把它介绍给国内同仁的冲动。因深知水平有限，几经鼓劲，多次提笔、搁笔。两易寒暑，终于撮成付梓。

《物理：原理与问题》是美国麦格劳-希尔公司出版的高水平 9~12 年级(高中)物理教材，作者是美国密执安-迪尔伯恩大学的著名物理学教授保罗·齐策维茨博士。教材一经面世，即风行于世界，为很多国家选作教材或教学参考书，后经多次修订，至今仍长盛不衰。本次译文的版本为 1996 年美国《国家科学课程标准》颁布之后，作者结合科学课程标准编写的修订本。这次修订的主要目的是力图在教材中体现国家科学课程标准的精髓，即科学的本质、作为探究对象的物理学、科学与技术、从个人和社会视角所见的科学。

为此，《物理：原理与问题》教材设计了“物理实验室”“自己设计的实验”“袖珍实验室”“物理学与技术”“物理学与社会”“与社会、文化、其他学科相连”“小资料”“它是如何工作的”等多个各具特色的系列内容，给出了配套网站以扩大学生的知识面，这些均体现了美国国家科学课程标准中 9~12 年级教学内容的精髓。

本书中习题较多。各节末有复习题，各章末的“复习”中有更多的习题，习题分层、分类。“批判性思考”题和“更进一步”题更是有助于培养学生自主、合作、探索性地解决物理问题的能力。

笔者认为，这部教材有如下特点：

(1) 用各类实验突出了科学探究；(2) 用具体事例强调了物理与技术、物理与社会的关系；(3) 加强了包

含文理各学科间的联系渗透；(4)在很大程度上反映出了科学的人文性。

《物理：原理与问题》在内容的编排上构思巧妙、综合性强、难度较大，有很多值得我们借鉴的地方。

当前，正值我国依据国家新课程标准编写的高中物理教材陆续问世之际，如这本译作能为我国的高中物理教学提供一些启示，将是我最大的欣慰。

在本书的翻译、审校过程中，仲志昆、孟强、吴小凡、邱益民、范安生、徐善辉等老师拨冗对本书进行了认真的审校，指出了一些译文的不当或原书中存在的错误之处，并提出了改进意见；上海科学技术出版社的编辑们认真负责的工作和巧妙的编排，也为本书增色不少。在此，对他们的工作谨表谢意。

由于译者的水平有限，不当和错误之处在所难免，敬请广大同仁不吝指教。

仲新元

2004年7月于徐州



目 录

第 11 章 能量	9
11.1 多种形式的能	9
11.2 能量守恒	19
第 12 章 热能	37
12.1 温度和热能	37
12.2 物态变化和热力学定律	48
第 13 章 物质的状态	63
13.1 流体	63
13.2 固态	76
第 14 章 波和能量传递	91
14.1 波的性质	91
14.2 波的行为	98



第 15 章 声 113

15.1 声的性质 113

15.2 音乐中的物理学 120

第 16 章 光 137

16.1 光的基础 137

16.2 光和物质 145

第 17 章 反射和折射 157

17.1 光在界面上的行为 157

17.2 光的反射和折射的应用 165

第 18 章 面镜和透镜 179

18.1 面镜 179

18.2 透镜 192

第 19 章 光的衍射和干涉 207

19.1 光波何时发生干涉 207

19.2 衍射的应用 215

第 20 章 静电 225

20.1 电荷 225

20.2 静电力 231

第 21 章 电场 245

21.1 产生和测量电场 245

21.2 电场的应用 250

附录 269

附录 1 练习答案 269

附录 2 应用公式 271

附录 3 安全符号 272

物理实验室

自己设计的实验:沿斜坡下滑	18
加热	44
浮起或下沉	71
自己设计的实验:弹簧中的波	96
声速	125
针孔照相机	140
使光弯折	162
百闻不如一见	196
色光的波长	209
电荷是什么?	230
电荷量、能量和电压	258



袖珍实验室

硬币的能(11.1)	10	波的相互作用(14.2)	101
能量交换(11.2)	23	波形的变化(14.2)	104
熔化(12.1)	47	发音(15.2)	124
冷却时间(12.2)	50	“叮叮……”(15.2)	128
滴液(12.2)	55	照明材料(16.1)	143
脚的压强(13.1)	66	暖色和冷色(16.2)	146
浮起吗?(13.1)	74	肥皂溶液(16.2)	149
跳跃者(13.2)	79	光的偏振(16.2)	150
波的反射(14.2)	100	反射(17.1)	158
		折射(17.1)	163
		冷像(17.2)	167

人造彩虹(17.2)	171	预报地震	97
像在哪里?(18.1)	180	你可以带着它!	119
实像还是虚像?(18.1)	181	用电子计算机帮助残疾人	249
焦点(18.1)	182		
化妆镜(18.1)	184		
点火(18.2)	193		
鱼眼透镜(18.2)	195		
一个新的想法(18.2)	198		
热光(19.1)	211		
激光斑点(19.1)	213		
夜里的灯光(19.2)	218		
起电(20.2)	232		
还没接触(20.2)	234		
电场(21.1)	247		

问题解决策略

能量守恒	21
绘制光路图	161
用作光路图法确定面镜成像的位置	183
电力问题	237

物理学与社会

潮汐能	28
-----------	----

它是如何工作的?

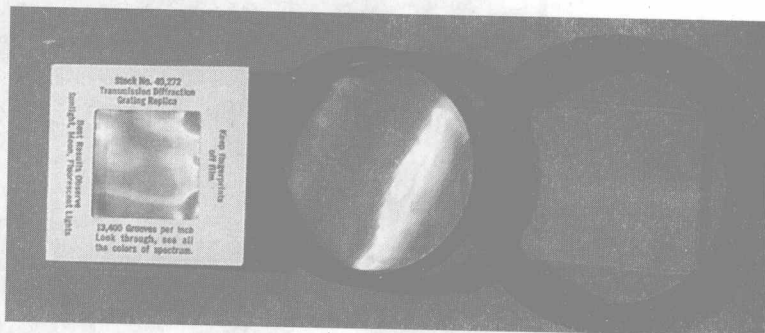
光纤	167
全息图	218
激光打印机	236

物理学与技术

红外探测器	56
气凝胶	81
DVD 光盘	141
哈勃太空望远镜	191

连接

与地球科学相联: 化石燃料	24
与化学相联: “热包”	52
与化学相联: 色层(分离)法	75
与地球科学相联: 地震波	98
与生物相联: 耳道	126
与文学相联: 彩虹	170
与生物相联: 电鳗	255

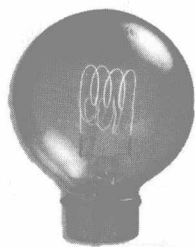


猛冲下来啦!

过山车缓缓地爬上第一个山头,拉好你的帽子!过山车飞一般地掠过谷底,又开始爬下一个山头.第一个山头应是所有山头中最高的吗?



第11章 能量



在日常生活中的很多场合中用到“能”一词,如一个大人带孩子玩,大人累了,而孩子仍在玩,于是人们就说这孩子“能量”真大.供应家庭用电、天然气、燃油及汽车用的汽油等的公司可统称为能源公司,当这些东西因紧缺而变得昂贵时,媒体又称之为能源危机.

而物理学家却用更准确的定义来描述“能”.在上一章你已接触到能的概念,现在将建立起关于能的知识框架.

本章中,你将研究物体可能具有的不同形式的能,将学习能由一种形式转化为另一种形式的方式,以及保持这种转化的方法,这样你就能确定过山车经过的第一个山头是否应是最高的一个.

11.1 多种形式的能

在第10章中我们已学习了功能原理,并知道了对系统做功,系统的能量就增大;反之,系统对外做功,系统的能量就减少.这些都是抽象的说法.现在让我们联系现实生活,并用图和模型来说明发生的情景.

一、功能原理的模型

若你有一份工作,则每次发薪都使你的钱增加,这过程可用图11-1(a)所示的直方图表示,发薪前你的余钱($\$_{前}$)少于发薪后的总钱数($\$_{后}$),通过直方图可看出来它们的差别.

但对花钱的情况又如何呢?图11-1(b)显示了在你消费前的钱($\$_{前}$)多于你消费后的钱($\$_{后}$),两者的差别就是所消费商品的价钱,其直方图在轴的下方,表示负数.

掷球

这与功和能有什么关系呢?在第10章中,曾学过当你在某物体上施加一个恒力 F ,并使之在力的方向上通过一段距离 s 后,即你对该物体做功的大小为 $W = Fs$.此时功是正的,表示物体的能的增加量为 W .假定这物体是一只球,当你用力将球掷

你将学到什么?

- 能仅是去做某种事的能力.
- 在封闭系统中总能量保持不变,仅有形式上的变化.

为什么这部分内容是重要的?

- 能量如何转化?有多少能被利用?它如何影响你的每一小时、每天甚至一生?

因特网

链接 WWW.glencoe.com/sec/science 网站,你将能发现更多相关知识.

学习目标

- 用模型将功和能联系起来.
- 计算运动物体的动能.
- 确定求出系统重力势能的方法.
- 明确弹性势能贮存在系统中的方式.



袖珍实验室

硬币的能



当你的车中坐满了乘客时,和你单独驾车相比,在停车时是否需要更长的刹车距离?一个小实验可帮你回答这一问题.在一个光滑的桌面上放一把直尺,同时沿尺刻度增大的方向推动两枚25美分的硬币,使其以相同的速率沿桌面滑动,它们滑出的距离应相同.现将两枚硬币粘在一起使其质量增加,再做以上实验看看.

分析并得出结论:滑过的距离和质量有关吗?请说明.

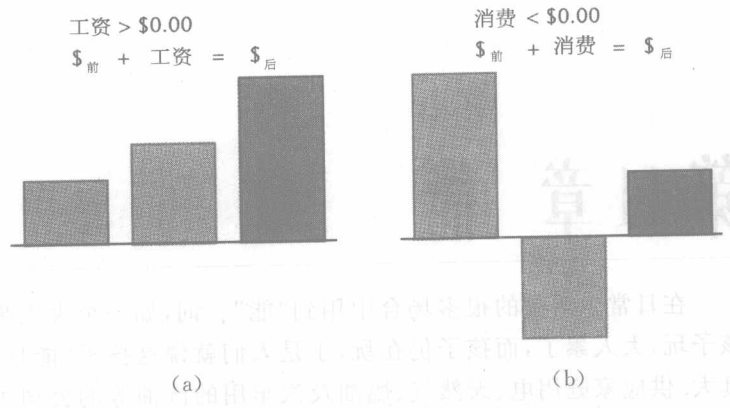


图 11-1 你挣了钱,使总钱数增加(a).你花了钱,使钱数减少(b).

出时,你对球施力的结果,使球获得了运动的能——动能.这一过程可用图 11-2(a)表示出来,也可用直方图表示.这时,直方图的高度描述了功或能的量,单位是焦,做功后的动能 E_{k2} 等于初始动能 E_{k1} 和对球做的功 W 之和.

接球

当将球接住时又将如何呢?球在未到达你手之前是运动的,所以它具有动能.在接球过程中,你在球运动的相反方向上对球施加了一个力,因此,你对球做负功,才使它停下.球不运动时,就不再具有动能.这过程及其直方图可用图 11-2(b)表示出来,球的初始动能 E_{k1} 是正的(动能总是正值),而对球做的功 W 是负的,所以描述功的直方图在轴的下方,最后球停了下来,其动能 E_{k2} 为零.这次,球停下后最终的动能也等于初始动能和对球做功之和.

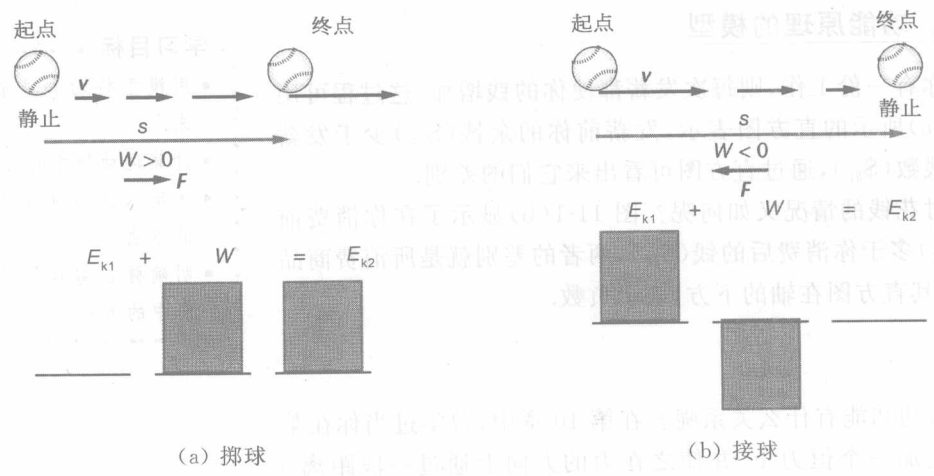


图 11-2 当你掷球时,你就对球做了功,使球获得了动能(a).当你接住球时,因你在运动的反方向施加了力,它就停了下来(b).

二、动能

在第 10 章中你已学过, 物体的动能可由公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 表示, m 是物体的质量, v 是其速度, 动能正比于物体的质量. 所以一个 7.26 kg 的铅球被掷出后, 比一个 148 g 的以相同速度掷出的棒球的动能大. 物体的动能还和物体运动速度的平方成正比, 一辆汽车以 30 m/s 的速度运动时的动能, 是以 15 m/s 的速度运动时的 4 倍. 动能的单位和功一样都是焦. 表 11-1 给出了很多典型运动物体的动能.

表 11-1 典型运动物体的动能

物 体	质 量	速 度	动能 E_k /J
航空母舰	91 400 t	30 节	9.9×10^9
轨道上的卫星	100 kg	7.8 km/s	3.0×10^9
拖车	5 700 kg	100 km/h	2.2×10^6
小汽车	750 kg	100 km/h	2.9×10^5
橄榄球前锋	110 kg	9 m/s	4.5×10^3
棒球	148 g	45 m/s	1.5×10^2
下落的硬币	5 g	从 50 m 高处落下	2.5
野蜂	2 g	2 m/s	4×10^{-3}
蜗牛	5 g	0.05 km/h	4.5×10^{-7}

【例题】

动能和功

一辆 875 kg 的小汽车超车时, 速度由 22 m/s 提升至 44 m/s, 它的初动能和末动能各是多少? 汽车做了多少功用于加速?

作出问题简图

- 作出初状态和末状态[图 11-3(a)].
- 作出直方图[图 11-3(b)].

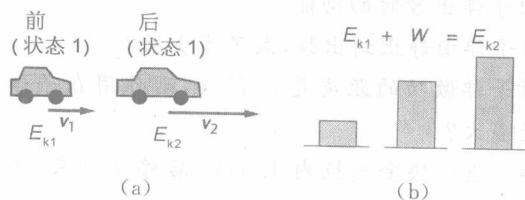


图 11-3

运算过程

已知:

$$m = 875 \text{ kg}$$

$$v_1 = 22 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 44 \text{ m/s}$$

策略:

用汽车的初速度和末速度来计算动能。

功等于动能的改变。

求:

$$E_{k1} = ?$$

$$E_{k2} = ?$$

$$W = ?$$

计算:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_{k1} = \frac{1}{2} \times 875 \text{ kg} \times (22 \text{ m/s})^2 = 2.12 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E_{k2} = \frac{1}{2} \times 875 \text{ kg} \times (44 \text{ m/s})^2 = 8.47 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} W &= E_{k2} - E_{k1} \\ &= (8.47 - 2.12) \times 10^5 \text{ J} \\ &= 6.35 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$



小资料

0.454 kg 的任何物质, 当它完全转变成能量时, 由公式 $E_0 = mc^2$ 可知, 可产生 $4.086 \times 10^{16} \text{ J}$ ($1.14 \times 10^{10} \text{ kW} \cdot \text{h}$) 的能量。

检查结果

- 符号有意义吗? E_k 应该是正的, $W > 0$, 与 E_k 增加一致。
- 单位正确吗? 单位应为 J, 它等于 $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ 。
- 大小合乎实际吗? 这与表 11-1 中小汽车的情况相近。

[练习]

1. 考虑例题中的小汽车。
 - a. 将车速 22 m/s 和 44 m/s 化成以 km/h 为单位。
 - b. 再将车速减小到 22 m/s 要做多少功?
 - c. 小汽车的速度为 44 m/s, 若它要停下, 则需做多少功?
 - d. 假定使汽车减速做功的力是恒定的, 试求出汽车车速由 44 m/s 减为 22 m/s 的行驶距离和由 22 m/s 至静止的行驶距离之比。
2. 一支步枪以 965 m/s 的速度射出一颗质量为 4.2 g 的子弹。
 - a. 作出下列问题所需的功-能直方图和自由体图。
 - b. 求出子弹出膛时的动能。
 - c. 求出子弹由静止到出膛, 做了多少功?
 - d. 若对子弹做功的距离是 0.75 m, 则作用在子弹上的平均力是多大?
 - e. 子弹射进一块金属板内 1.5 cm 后停了下来. 若假定金属板对子弹施加的是恒力, 则这力的大小和方向如何?
3. 一颗彗星的质量是 $7.85 \times 10^{11} \text{ kg}$, 若它以 25 km/s 的速度撞

击地球.

- a. 求出彗星的动能(以J为单位).
 - b. 将我们设法阻止彗星撞击,迫使其停止运动所需做的功与原子武器爆炸时释放的能量相比较,前者是后者的多少倍?假设最大的核武器爆炸时施放 4.2×10^{15} J 的能量.可见,这样的彗星与地球相撞,可能就是恐龙灭绝的原因.
4. 表 11-1 中显示,要将质量为 5 700 kg 的拖车由静止加速到 100 km/h 需要做功 2.2×10^6 J.
- a. 若做功减少一半,则车速达到多大?
 - b. 若做功加倍,则车速达到多大?

三、贮存的能

想一想砌墙的情景,像石块这样的物体,被克服重力举至高处,即贮存了能,我们就说它具有了势能.再想像一下墙上一块石块被撞下来,在下落时就获取了速度,并由势能转化为动能.同理,像图 11-4 那样用弹簧驱动的玩具就是利用了贮存在压缩弹簧中的能来实现运动.上述两个例子都描述了用机械的方法贮存能,生活中还有很多其他贮存能的方法,如汽车就是利用了贮存在汽油中的化学能.能从一种形式转化为另一种形式,一直是很多国家工业发展关注的焦点,也是人们现代生活的重要组成部分.

如何用前面提到的“钱模型”说明能从一种形式转化成另一种形式呢?钱当然可有多种形式:钱在银行中是存款,具有被花掉的潜在能力,即为“势”.无论是存钱还是从自动取款机上取钱都没有改变你所具有的钱的总数,只是从一种形式转变成了另一种形式,图 11-5 中直方图的高度描述了各种形式钱的量,你也可以用相同的方式描述系统具有的各种形式的能.

四、重力势能

让我们来看图 11-6 中的杂耍艺人,若只将他手中的一个球作为系统来研究,就发现有多个外力作用其上.人手对球施力做功,使球获得初动能.当球离开手后,球上只有重力的作用,随着球上升高度的变化,重力做了多少功呢?

设 h 为从艺人手量起到球的高度.球在向上运动时,位移是向上的,但作用在球上的重力 G 是向下的,故重力做功 $W = -mgh$,是负值.球在返回时,力和位移在同一方向上,所以做功 $W = mgh$,与前大小相同,却是正值.即球在向上运动时,重力做

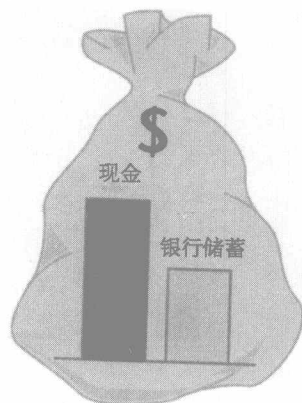


图 11-4 这种叫“盒子中的杰克”的玩具是用压缩弹簧贮存的能驱动的,当释放弹簧时,这种能就转化成动能.



小资料

2 500 多年前,运到金字塔顶部的石块就具有了重力势能,并且至今仍没减少.若由于受侵蚀,石块从塔顶坠落下来,那么它所做的功将等于当初把它送上去时做的功.



$$\text{总金额} \$ = \text{现金} + \text{银行储蓄}$$

图 11-5 你存在银行中的钱和口袋中的现金是同种东西的不同形式.