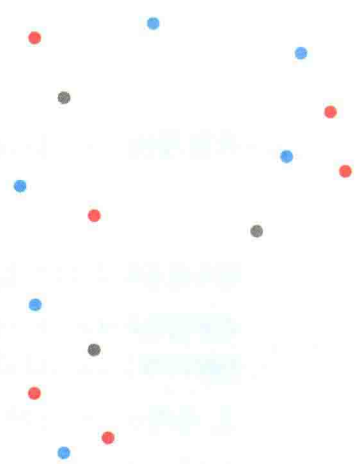


Have you ever wondered
this phenomenon?



奇妙的 物理世界

邱为钢 / 编著



奇妙的 物理世界

邱为钢 / 编著

清华大学出版社
北京

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

奇妙的物理世界/邱为钢编著. —北京:清华大学出版社,2016

ISBN 978-7-302-43670-6

I. ①奇… II. ①邱… III. ①物理学—普及读物 IV. ①O4-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第084695号

责任编辑:朱红莲

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮编:100084

社总机:010-62770175 邮购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:148mm×210mm 印张:9 字数:200千字

版 次:2016年7月第1版 印次:2016年7月第1次印刷

定 价:49.80元

产品编号:062585-01

这是一本给高中生和大学文科类学生的物理课外读物。

物理是高中的一门必修课,在试点省份(上海和浙江)大部分高校,高考招生要求报考理工类必考物理。上了大学,理工科学生也必须学习大学物理。除此之外,恐怕你以后再也碰不到、用不着物理了。那么,这近4年学物理,给你留下什么印象?定律?公式?解题?估计很有可能,大多数同学对物理没有好感。你的同学中,经过漫长的征途和选择,最终只有寥寥几位从事物理研究工作。我们的物理教材,为什么非得要像培养一个

未来的物理学家(工作者)那样写得严密,难懂?为什么不选取我们生活中常见的有趣物理现象来做例子?

目前不少大学面对文科生,开设了文科物理类的通识选修课,不过选用的教材,还是太抽象、哲学化。这本课外读物,就是对流行文科物理教材的补充。它没有公式,只有大量的图片,展现了缤纷奇异的物理现象。假如你粗略读过以后,感觉到物理居然还有这么有趣的一面,不是死背公式狂做题,那我写这本书的目的就达到了。人的一个天性是对不了解或者了解不深的东西,有强烈的喜好,譬如相对论和量子力学。对于这方面的题材,我强烈推荐我的好友张轩中的三部曲,《相对论通俗演义》《日出》和《魔镜》。我个人的写作风格是不喜欢啰唆和浮夸,尽量写得简约直接。所以你阅读本书的时候,感觉文字干巴巴、索然无味的话,不妨直接看图片,兴趣来了,再找找文字说明。对一些生活中简单的物理现象,我也作了详细分析,不过仍旧没有公式,只是数据获取和分析。我平时喜欢在网上找各种有趣的物理新闻,长久以来,积累了大量的图片、动画和视频。我选了最精彩的部分,写到这本读物中,限于书本表达方式,更多的动画和视频,只有我在上课的时候才能充分展现。

这本书也不单单面向高中生和大学文科生,它也适合师范物理专业的本科生,物理教学论的研究生以及中学物理教师选读。我还在书中提出了不少问题,有的给了回答,有的没有回答,希望有挑战能力的学生作专题研究来解决。我设想的读者主要是中学生和大学文科生,书中对于一些物理现象的解释是简单化的,专业术语上肯定

有不确切的地方,欢迎有专业背景的读者指出。书中的很多图片,其实是一篇篇专业文章。我计划写一本经典物理专题研究,专门详细解释这些图片的内容,希望你们继续喜欢。

邱为钢

2016 年 4 月

目 录

1 测量 // 001

2 平衡 // 013

3 运动 // 027

4 物体 // 051

5 气泡 // 101

6 水滴 // 111

7 碰撞 // 133

8 流体 // 159

9 冷热(冰火) // 179

10 电磁 // 205

11 光影 // 215

12 生物 // 235

13 艺术 // 253

14 题目 // 269

尾声 // 275

参考文献 // 277

1

测 量



1.1 台球碰撞

还是先从中学生最关心的高考题目出发，讲 2013 年江苏省高考物理最后一道选择题，来说明测量在物理题目解析中的重要性。原题是求质量相同的球碰撞前后动能的损失率，如图 1.1 所示，一个白球撞击静止的黑球，碰撞后，两个球都向前两侧方移动。

本人认为这道题目是 2013 年高考物理选择题中最出彩的一道，在书面考试中考到了物理中最基本的实验能力——测量。相对课本原题，此题的变化在于，直线碰撞变为斜碰，动能有损失，这其实是最生活、最实际的碰撞现象。课本模型中，两球相碰只有一个结果，沿原来的速度方向运动，能量没有损耗。这个题目没给出网格线，出题者的本意就是要让你用有刻度的直尺，直接测量频闪时间间隔内小球的距离，得到速度，再算动能。

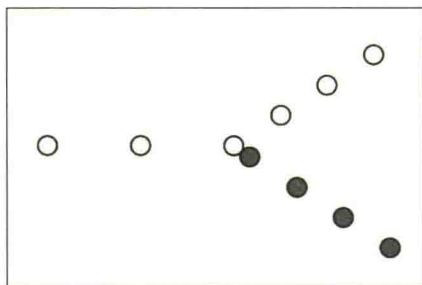


图 1.1 台球的碰撞

对这个题目我还有些疑惑，作为物理考试，特别是高考，题目出得应该没有原则性的错误，抓不到漏洞。但作为真实的物理场景，我很怀疑，这个图片是“编造”的（因为很多高考模拟题目都是编的），还是根据实际的台球碰撞拍摄后简化的？与其乱想不如自己动手做一下。正好我家里给小孩买了一个小型的台球桌，我自己先热身一下，站在餐桌上从上往下拍（视频），如图 1.2 所示。



图 1.2 真实的台球碰撞

由图 1.2 看出，这个高考物理题目确实有现实基础，不是胡编乱造的。作为考试，题目答对了，就此别过，形同路人。作为物理探究，

不过是一个开始,你还能想出什么问题来? 试试看,问一下? 譬如能量损失率与碰撞前后速率的关系? 如何测量计算速率? 如何提高精度? 如何用简单的手机拍摄功能得到最大效果的录像? 一个球撞击多个球的能量损失率? 与撞击的角度,撞击的位置有关吗? 动手做实验,获取,分析数据吧!!

我们再看看台球高手能开出什么样的球? 请看图 1.3,九个球,分为五排,个数分别为 1,2,3,2,1,排列成菱形。对准菱形的顶角开球,你会看到,碰撞以后,前两排球几乎不动,后面几排球散开,能量在它们之间是怎么传输的? 再仔细看一下各个球的移动方向,如何分析?

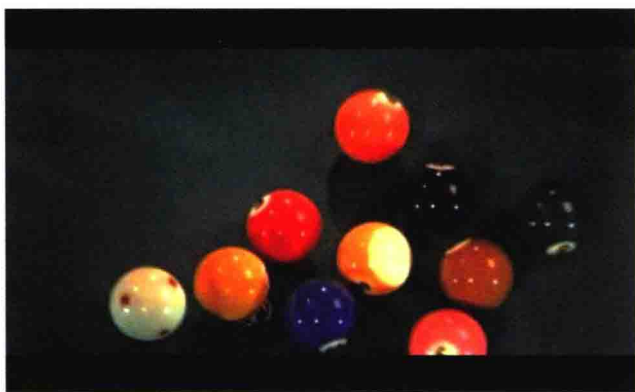


图 1.3 一个台球与多个静止台球的碰撞

两个静止的球只有一种排列方式。三个静止的球呢? 它们可以一行排列,也可以三角形排列。一个动球撞击这三个球,三个球的散开速度(大小和方向)是怎样的? 先估算一下,再实际(拍摄)测量一下,是不是和你估计的一样? 能量损失率是否与球的排列方式以及

动球的撞击方式有关？三个球研究好后，可以继续探索四个球，五个球……

你看，从一道高考物理题目就引申到物理探究，这就是“考试物理”和“探索物理”的区别。

台球的实际运动模式可以分解为质心的平动和绕质心的转动，开球，使球边转（水平转动）边向前移动，与静止的另一个球相撞。撞击的球停止下来，但保持原来的转速转动。静止的球与撞击的球交换（质心）速率，向前滚动。在这个撞击过程中，似乎质心平动和绕质心的转动，通过撞击和交换，分离开来了。球的三维转动有多种模式，除了绕垂直轴的转动，还有绕水平轴的转动。开球，使台球既滚又滑。这种运动模式下，撞击后两球交换质心速率，一个球往前滑，另一个球原地转圈，转了五圈后才往反方向滚动。还有一个更有趣的运动模式，在周星驰主演的影片《龙的传人》中能看到，如图 1.4 所示。一个台球必须绕过紧临的另一个球，划出一个大弧线，几乎绕过整个球台，才能打到第三个球。影片中周星驰是跑步跳跃，凌空击打



图 1.4 电影中的台球的弧线击打

台球的上半侧面。这是电影特技还是真实场景？

这种花球，台球高手都会玩，请看图 1.5，一个白球，绕过前面紧邻的红色花球，撞击黄色花球入洞。

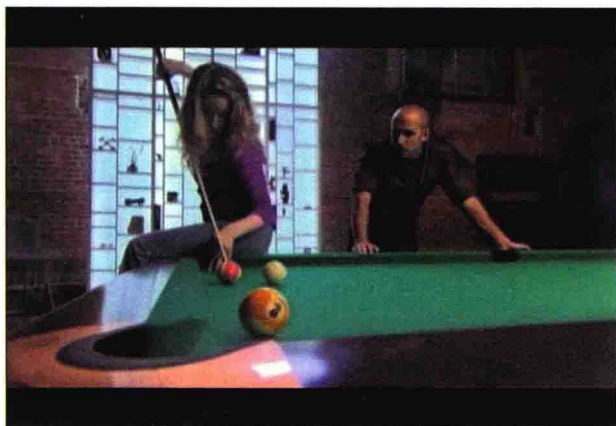


图 1.5 真实的台球弧线击打

这些台球高手可能不知道这些现象背后的物理原理，但他（她）们都不自觉地运用到了平动、转动、撞击、形变、摩擦力（矩）等物理定律。

1.2 悬链线的几何特征

如果你在河边散步（不管你是一个人还是牵着手），你会看到河堤防护栏上下垂的铁链（图 1.6），这就是悬链线的实际模型。

你有没有感到好奇，下垂链条的形状是什么？半圆，看起来不像。抛物线，很像？不要以为你是第一个想到这个问题的人，当然，



图 1.6 河边下垂的铁链

如果你想到,说明你对物理还是有敏锐直觉感悟的。300 多年前,伟大的伽利略和你一样,看到同样的现象,想到同样的问题,他给出的答案是:抛物线。这个答案对吗?这个问题的最终解答,要等到牛顿发明微积分以后,才能解答,正确的答案是:双曲余弦函数。没有掌握如此高等的数学工具,物理探索就不能做了吗?至少我们可以用实验的手段来验证这个曲线是不是抛物线。我们不用跑到河边,找一根细细的拴 U 盘的线或者蛇骨链,也能模拟。这也是物理研究的一个特点,化繁为简,化重为轻,化大为小。类似于风洞中测试飞机模型,尺寸不一样,但物理规律的形式是一样的,或者叫:相似性。抛物线是高中解析几何的基本知识,首先取坐标系,与数学题目给你坐标系不同(原点和坐标轴都给出),实际问题中的坐标系得自己选,不要给自己添麻烦,选一个最简单方便的坐标系。选原点在最低点,水平方向为横轴,竖直方向为纵轴的直角坐标系。悬链线上有三个点很明显,原点(最低点)和两个端点。通过原点的对称的抛物线,一个点的坐标知道了,抛物线方程确定吗?唯一吗?算出这个抛物线,