

# 物理世界 漫游

献给不喜欢物理与想学好物理的  
中学生朋友

■ 刘晓晴 杜翀 编著

科学出版社  
Science Press

TS97  
50

献给不喜欢物理与想学好物理的中学生朋友

# 物理世界漫游

刘晓晴 杜 翀 编著

科学出版社  
北京

## 内 容 简 介

这是一部以高中物理知识为线索的科普读物。它在充分考虑高考改革思路的基础上，以更加人文化的理念，关注读者的物理经验背景，体贴读者的心理感受，用自然亲切的语言与读者平等沟通——一道探索于物理世界之中，体味其精彩与神奇。

本书的知识内容呈现方式新颖独特、富于变化，在揭示知识背后所隐匿的物理思想方法、研究方法以及哲学观念方面颇有独到之处。它以高中学生为主要读者对象，更期望能够吸引十二三岁少年朋友的目光，同时也企望对于青年教师的物理教学有所帮助。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

物理世界漫游——献给不喜欢物理与想学好物理的中学生朋友/刘晓晴等编著. -北京: 科学出版社, 2002

ISBN 7-03-009201-5

I. 物… II. 刘… III. 生活-知识-普及读物 IV. TS97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 81745 号

责任编辑: 秦国英/封面设计: 王 浩

责任印制: 刘秀平

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年1月第一版 开本: 850×1168 1/32

2003年6月第二次印刷 印张: 7 1/4

印数: 7 001—10 000 字数: 188 000

定价: 12.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

## 写在前面的话

不知你对物理学的印象如何，也不知你现在的心情如何。在这里，我作为物理学的“导游人”，总是想尽力地成为你的朋友。我们平等相处，感受身边物理世界的朴素与精彩；我们唇枪舌剑，探讨作为物理学基石的那些尊贵典雅的精品概念和学说。我们一起面对繁复而变化万千的自然世界，像先祖那样“瞎子摸象”般地由迟钝、笨拙，慢慢地悟出一点“门道”，把让人困惑的自然世界诸多因素悄悄地“组织”起来；我们一起面对物理学的萌生、发展，像先祖那样，为自己智慧的火花——一个个机敏的理性思辨、一个个独具匠心的实验设计、一个个超越自我的哲学突破……而自豪，而神采飞扬。

当有着鲜明个性的我们，与那同样鲜活、充满灵性的物理学概念、学说和谐共鸣时，我们会感到舒畅，那便是“理解”的境界，便是我们追求的目标。不知什么时候，头脑中冒出了这样一句话：“你的不舒畅，便是我的不完美。”之所以将“舒畅——理解”作为本书追求完美的目标，那是因为“物理是一门要求学生花精力去‘理解’甚至是‘深入理解’的科学，物理中的较高层次的能力也主要表现在对物理内容的理解的程度上……”（教育部考试中心李勇先生在他的《高考物理命题的理念及改革》一文中这样说）。

实际上，学习过程首先是一个理解过程，一切解决问题和创新活动只有在理解的基础上，才可能进行。所以，如果你不喜欢物理，那一定是它让你不舒服；如果你想学好物理，能够较为自如地解决问题，那么，在“理解”它上面下多少功夫都是不为过的。

需要指出的是，对物理学的“理解”，不仅需要一定的知识背景，而且还需要大量的似乎并无多少关联的经验背景，诸如：弹玻璃球、掷包、爬杆翻墙、划船、滑旱冰、抬（推、拉）重

物、刷洗衣物鞋子、切菜、擀饺子皮……这些看起来朴素随意的活动，构成了我们与物理世界最初的亲密接触，弥补了学校物理实验条件匮乏的窘境，使我们的大脑在有意无意之间划下了最原始的“基痕”。今后的知识建构，便是此“基痕”在外部知识刺激下的“共振”——理解和生长。所以，特别期望“望子成才”的天下父母，给予孩子较为充分的“玩与做家务劳动”的机会，使他们在儿时的这些“享受”中，体味愉悦情感，积累原始经验，对神奇的自然世界有所憧憬。

本书的各个小篇目多数是彼此独立的，我们可以从头开始阅读，也可以挑选自己喜欢的篇目来读。初次读来，或许不需要弄得很懂，甚至可以当作“闲书”来看，尤其是年龄尚小的朋友。以后可以再次翻开，那肯定会另有感受，我们对物理学的感悟不可能一蹴而就。

我是幸运的，在二十多年的工作生活中，得到了许多老师、同事、朋友无私的帮助，每每忆起，心中感激之情油然而生。在本书的创意、编辑过程中，得到了河北师范大学物理系邬鸿彦教授、科学出版社总编室主任彭斌先生、编辑秦国英女士的热情指点；在写作、修改过程中，得到了华东师范大学物理系徐在新教授、朱宏雄教授的悉心指导。在此，对他们表示深深的感谢。另外，还想以此书献给我所敬仰的父亲刘太元先生。

三年多的写作、校改过程，既充满愉悦又倍感艰辛，冥冥之中好像总在等待“灵感”的到来。我期望自己的作品完美，但自己并不坚实的功底又决定了它的水准。所以，在它与中学生朋友见面之际，恳切希望读者朋友对它质疑、建议、甚至改写，更期望得到各位专家、同行的指点和帮助。通过我们共同的努力，实现心中美好的追求——让精彩的物理学精彩地展现在中学生朋友面前。

刘晓晴

2001年5月



写在前面的话

## 力学篇

没有摩擦的房间 .....	( 3 )
请拿起凳子侧平举 .....	( 6 )
蒙住眼睛找重心 .....	( 8 )
伴随弹性形变而生的力 .....	( 14 )
语言中不可缺少的词——矢量 .....	( 20 )
我们是怎样记录和描述运动的? .....	( 26 )
在月球上做自由落体实验 .....	( 32 )
飞机平飞速度提高之谜 .....	( 37 )
对物质世界共性的追寻 .....	( 42 )
岸边的海水哪里去了? .....	( 47 )
拐弯的秘密 .....	( 50 )
“这种行为是好不容易才理解的” .....	( 53 )
一个值得敬重的物理量——能 .....	( 57 )
估计不足的跨越 .....	( 60 )

## 电学篇

“电”能蓄存吗? .....	( 69 )
一件小事所引起的…… ——关于电池的史话 .....	( 75 )

“洋洋自得地注视着那盏灯” .....	( 81 )
任你电闪雷鸣，我自岿然不动 .....	( 84 )
与电场、磁场相识 .....	( 89 )
“磁生电”的突破	
——“静与动”的遐想 .....	( 93 )
有效值，让我们“柳暗花明” .....	( 99 )
“先回去做镜子吧！” .....	( 102 )

## 光与原子物理篇

阳光的颜色 .....	( 109 )
总被遮住的眼睛 .....	( 113 )
漫步于泳池中 .....	( 116 )
有劳光线！“凭君传语报平安”	
——光通讯的昨天与今天 .....	( 120 )
以责难者命名的亮斑 .....	( 124 )
偏振，让人情趣盎然 .....	( 127 )
让电子从金属中跑出的光 .....	( 131 )
骄傲的独白：你认识我吗？ .....	( 135 )
特征谱线，物质的秘密印迹 .....	( 139 )
拉开现代物理学序幕的 X 射线 .....	( 144 )
是谁推动了“小风车”？ .....	( 147 )
关于“原子大厦”的侦破报告 .....	( 151 )
奇异的放射性元素家族 .....	( 156 )
向原子核开炮！ .....	( 161 )
从来不花钱的人有钱吗？ .....	( 166 )

## 拓展篇

“抽象”的意义 .....	( 173 )
变化中的不变 .....	( 176 )
偶然中的必然 .....	( 182 )
向实验物理学家学几招 .....	( 187 )
珍贵的定性与半定量方法 .....	( 192 )
物理规律的内在结构 .....	( 196 )
早一些与“熵”相识 .....	( 200 )
对称，让我如此美丽 .....	( 204 )
神秘的最小作用量原理 .....	( 210 )
“女孩是正常恒星，而男孩是黑洞” .....	( 214 )
永不完美的物理学 ——“物理学与世界观”的遐想 .....	( 218 )
参考文献 .....	( 223 )



## 力 学 篇

户外活动与家务劳动是学生与自然世界接触的重要途径。推、拉、抬、端，爬、蹭、摔、碰，挤、夹、扎、滑等等，极大地丰富了他们的力学体验，构成头脑中非结构性知识背景。力学学习正是在此基础上的知识构建。



## 没有摩擦的房间

读这一篇的时候，你是坐在写字台旁，还是靠在自己的床头（图 1-1 甲）？请允许暂时将你的家与外部世界隔绝，在午夜“24 点 30 分”到来之前，再度审视一下房间的情况，然后静等“24 点 30 分”——一切摩擦在房间内消失的时刻。不要着急，不要激动。

时钟突然敲响了“24 点 30 分”。手中的这本书瞬间便离开了你滑落下去，眼镜也毫不客气地溜掉了。不容多想，你马上就加入了溜“冰”大军，尾随身后的是已伴你多年的床和被褥，虽说滑行速度不太大，但也险情在即：先一步滑到门角的衣橱已

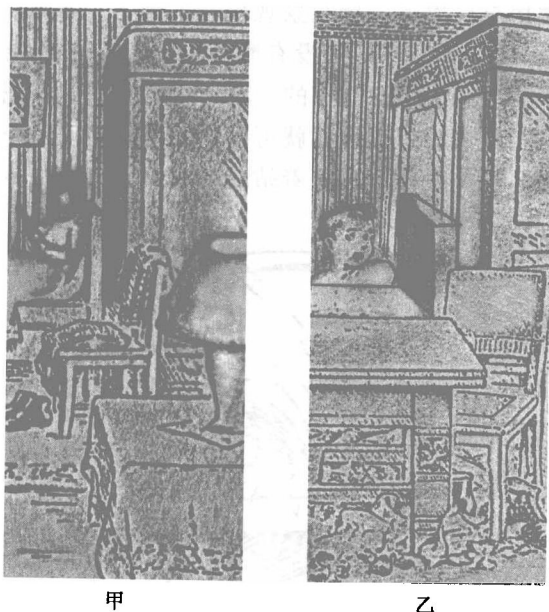


图 1-1 其实失去摩擦的好多场面（乙图）早在意料之中，不过还是有些不忍目睹

在面前，即将冲过来的睡床会把你挤在它们二者之间。幸亏睡床尺寸大些，墙壁拦住了它。你自己撞向衣橱不会太疼，不过要在没有摩擦的地面上停下来却不那么容易，经过撞来撞去几个回合<sup>①</sup>，你终于停在了门角的衣橱旁（图 1-1 乙）。镇定一下吧，想想发生了什么事情。

“不就是没了摩擦吗?!”

其实好多场面早在你的意料之中，不过还是有些不忍目睹：墙上的钉子可能钉的有点下斜，早已从墙上滑下，相框只能悲惨地摔在地上；心爱的台灯也从桌上滑下摔碎了，当初用胶带粘在桌上就好了；书籍、枕头、球鞋、写字台……所有的物品全都挤在自己的身边，不用说，肯定是门角这边地势偏低。没有摩擦力的抗衡<sup>②</sup>，重力就大显威风了。好在事先设定只在房间内消失摩擦，要不楼房早已塌下，什么景观也看不到了。不好！“快去看水管”，水已经漫进卧室，可没有摩擦的地面人怎么能行走、能爬动呢？不要着急，办法是有的：看准房门的位置，把睡床反方向推出，利用它的反作用，你就可以像发射出的火箭一样冲出卧室……勉强来到洗手间，挣扎着站起来摸到了水龙头，哗哗泻出

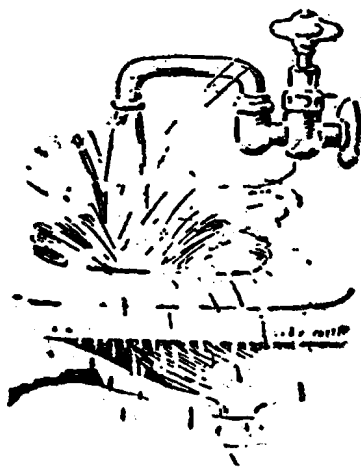


图 1-2 狂欢的水流

的水被你关住了，但刚一松手，龙头就马上旋回，水流兴高采烈地冲了出来（图 1-2）。“找一条绳子捆上它”，念头刚一冒出就被否掉了：打好的绳结是依赖摩擦才牢固的。情急之中，你想到了铁丝、铝条，“对，可以利用它们不可自行恢复的形变来制服水龙头。”

终于可以喘口气了。

多亏没有煤气管道，多亏家具都是一次成型的塑料制品，多亏……

还是有摩擦的世界好。

**[知识提供]** ①在没有摩擦的地面上，运动物体是永远停不下来的。从力的角度看，物体不受力就会保持原状态运动下去；从能量角度看，物体的动能无处传递、无法转化。除非碰到其他物体，由于受力而改变运动状态；或者说由于非完全弹性碰撞而使动能一部分转移到对方，一部分生热而转化为物体的内能。

②通常情况下的地面达不到绝对的水平，家具能够静止是因为受到静摩擦力的作用，它的大小与重力沿倾斜地面的下滑分量相等，方向相反，故可以使物体平衡在地面上不动。

**[再思考]** 静下来再次品味一下正文，你是否发现它有些毛病？书会从手中滑落，铁丝和铝条能拿得住吗？光滑的地面，人怎样能站起来？图中这样的水龙头，手能不能使它转动？……把你的问题和想法拿给同学、写上板报，与老师、父母、同学一起想像，一起争论吧。

## 请拿起凳子侧平举

一只手拿着凳子侧平举，这种动作恐怕你是很难做成的。不信？照着镜子试试吧！

当然，我所说的凳子不能太轻，教室里的凳子、椅子比较合适。一只手做不成，用另一只手帮帮忙，像图 1-3 中那样，把凳子侧举在空中，上面那只手臂尽可能保持水平，女生坚持数 20 下，男生坚持数 40 下，坚持……在坚持当中感受一下在下面帮忙的那只手臂，它是被拉伸还是被压？上面那只呢？

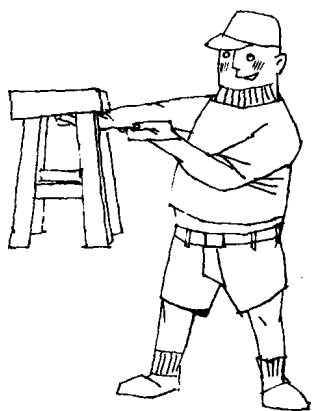


图 1-3 请拿起凳子侧平举

不强烈，那就应该换一个更重的东西，坚持时间更久一些。再做一次吧！

注意观察，可以发现生活中有很多类似的角架结构，像伸出窗外的物品支撑架，火车上的行李架、卧铺支架等等。由于支架的上臂承受拉伸力，所以上臂甚至可以用绳索代替，像单杠两端的固定，或是像图 1-4 那样利用墙上的一颗钉子、一段绳

赶快放下凳子吧！太难受了，是吗？记住这让你难受的感觉：当重物压在由你两臂所构成的三角“支架”上时，上面那只手臂感到的是被抻得难受，而下面那只手臂感到的才是被压。可以试着把凳子举高或放低一些，结果仍旧如此。

这并不是个很好玩的游戏，但的确需要你亲身体验。如果前面的尝试中上臂被拉伸的感觉并不强烈，那

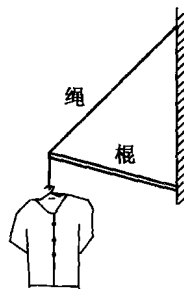


图 1-4 简易晾衣架

子、一段木棍构成的简易晾衣架。

**[知识提供]** 在物理学研究中常需要把某个力进行分解，采用的方法之一便是按力的作用效果来分解。在这类问题中，找到这个力的作用效果是关键，但力的作用效果常常不是想出来、看出来的，需要有实际的生活体验和感受。这也是学好物理的先决条件。

如果你小的时候经常有户外活动，请你一定珍惜那宝贵的肌肤感觉和心理体验；如果并非如此，则特别需要有意识地利用课间玩玩单杠、球类，爬杆、跳远甚至摔个跟头，都会增加我们对力的感觉。在生活中的乘车、乘电梯和扶梯、骑自行车、端锅、切菜、拉窗帘、按抽水马桶等等行为都为物理学习积累着感性经验。

物理世界就在我们的生活世界之中，“悟理”要从生活中开始。

## 蒙住眼睛找重心

“请蒙住眼睛找到直棍的重心，先找到者为胜”，这是十几年前一次物理班会上的竞赛节目之一。四个参赛者眼睛被蒙上，听到“开始”的口令后就各显其能了：一个人把棍放在右手食指上，左手辅助着移动木棍，不断地尝试着让棍子在食指上平衡，思路很正确，只是没有眼睛的帮助，棍子总是不争气地往地上掉，等他从地上摸起棍子，时间上就不占优势了；另外三人则用手一拃一拃地丈量着杆长，试着量出中心位置。由于事先没有更多的思考时间，加上被蒙住眼睛的不适，他们一会儿从左端量，一会儿从右端量，显得有些慌乱，不过，胜者还是出自他们之中。

我走到胜利者面前，祝贺他取胜并颁发奖品，又悄悄地说出了一句话：“敢跟我比吗？”

“当然！”

就这样，我们之间的赛事开始了。我用双手食指托起棍子的两端，让两只食指一起慢慢地往中间靠，食指合拢在一起的那一刻便喊道：“找到喽！”

大概静静地过了两三秒钟，听见对手满不服气的语调：“不可能！”这么短的时间，恐怕他连一半也没有丈量完吧。

我不动声色，捏住已经靠拢的二指在棍上的位置，小心地让棍子平衡在一指之上。欢呼之声尾随而至，还被蒙着眼睛的我又喊了一声：“请把羽毛球拍给我。”用同样的方法，同学们看着我找到了羽毛球拍的重心。摘下蒙眼布，再问对手，你能量出来吗？

当然不行了。

这个让人不解的办法，道理是什么呢？

可以先作这样的体验：把一根长棍的一端架在桌子上，在离桌子较远的地方挂（搁）上一把椅子或是其他重物，另一端托在



自己的胳膊上（如图 1-5）。由棍和椅子组成的这个物体的重心基本上在椅子附近，请试着把胳膊向这个物体的重心滑动，你会感到棍子对胳膊的压力越来越大<sup>①</sup>，越来越不容易滑动。

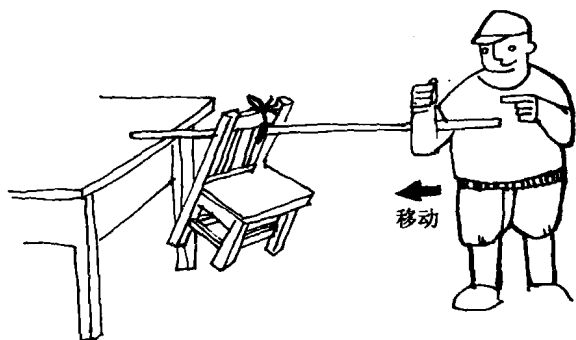


图 1-5 手臂向物体的重心移动，感到压力增大

有了这样的体验，“我的办法”就可以解释了。蒙上眼睛，让自己的两只食指自然地向着中间靠近，总会有一只手指离物体重心更近一些，它受到的压力就比另一只手指大一些，由于摩擦力大小随物体间的压力增大而增大<sup>②</sup>，因而这只手指受到的摩擦力也大一些。用同样力量靠拢的两只手，那只受到摩擦力较大的手指不容易相对于杆滑动，好像与杆暂时“粘”在一起，另一只手指则更容易向杆的重心滑动（图 1-6），直到它靠重心更近为止。这样，即使闭着眼睛，也会“自动”出现这种奇妙的情况：离重心远的手指总是更容易向重心滑动，而离重心近的手指则耐心静

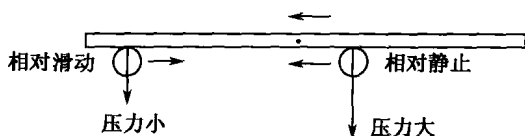


图 1-6 两只食指自然靠向中心，离重心较近的手指好像与杆“粘”在一起，滑动的只是离重心较远的手指