

典故细说

常识趣谈

定理妙用

难题巧解

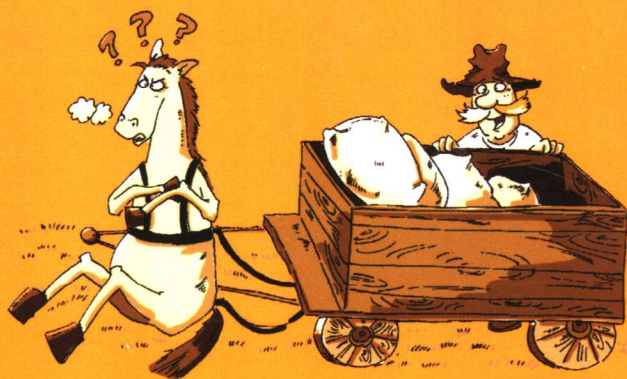
王秉谦 / 著



一本受香港中学生欢迎的书

■ 补充课堂学习之不足

趣味课外物理



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

04-49

34

典故细说

常识趣谈

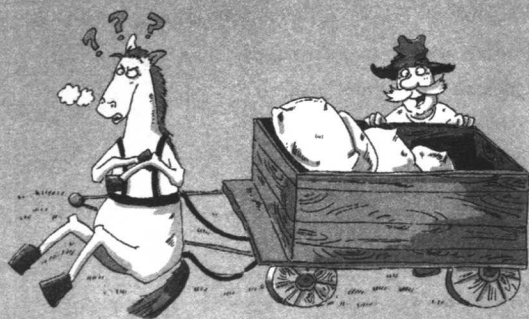
定理妙用

难题巧解

王秉谦 / 著

■ 补充课堂学习之不足

趣味课外物理



版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

趣味课外物理/王秉谦著. —北京:北京理工大学出版社,2006.1

ISBN 7-5640-0694-3

I. 有… II. 王… III. 物理学-普及读物 IV. O4-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第154324号

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2006-0388号
本书原由三联书店(香港)有限公司以书名《趣味物理知多点》出版,现由原出版者授权北京理工大学出版社在中国内地出版发行。

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/[http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

电子邮箱/chiefeditor@bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京地质印刷厂

开 本/880毫米×1230毫米 1/32

印 张/8.875

字 数/183千字

版 次/2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷

定 价/19.80元

责任校对/张 宏

责任印制/吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

序

《趣味课外物理》^① ——献给喜爱物理的你

我和王秉谦先生是在 20 世纪 70 年代末认识和共事教育的，眨眼间已逾四分之一世纪。他教学确有一手，课堂上常常逗得学生们哈哈大笑，激发出他们对物理的兴趣和追求。

王老师的教龄已逾 40 年，对物理教学颇有心得，尤其善于把比较艰深的物理理论和日常生活中的一些现象结合起来讲述，把学生脑袋里的疑难引导出来，深入浅出地把谜团抽丝剥茧、逐一加以引导启发，让学生深入思考、追寻解答，从而获得心灵上的满足和知识上的提升。他是一位深受学生欢迎的物理老师。

王老师更勤于把自己的教学经验总结提高，他曾多次在内地物理教学杂志上撰写文章；在香港《东方日报》、《大公报》等也有专栏撰稿，先后刊出过文章百多篇，估计约 10 万字以上；曾翻译过多部物理课本和编写过多本物理参考书；1989 年受香港考试局委托翻译物理科高级程度考试纲要。

现在，王老师虽然从教学第一线退休下来，但他仍密切关注青年学生们，经常给予这些渴望知识的大小朋友们指导和帮助。他把历年所收集到的有趣问题和资料以及教学上的点滴经验写成许多短小且通

① 香港版原书名为《趣味物理知多点》，简体版更为此名。——编者注

俗易懂的文稿。这些文稿，先前曾在香港《大公报》上连载，现选出精华部分结集出版。我为他能把自己珍贵的经验广为传播而深表祝贺，如果能使得同学们再进一步追求知识、追求科学真理，那更是功德无量。香港需要更多像王先生这样的老师。

《趣味课外物理》有如下几点值得注意的优势：

1. 针对学生在学习易产生的错误和易忽略的问题，利用学生自己熟悉的生活经验加以对比分析，从而有效地帮助解决疑难。

2. 将一些重要而抽象的概念、定律和公式通俗化、生动化，针对学生容易犯错和忽略的地方，加以提点和作详细论述，它不单可以加深学生对物理科学知识的认识，同时还可以帮助学生掌握正确学习物理的方法。

3. 用课本以外的知识来分析课文中的问题，补充课文内容，使学生能从多个角度去认识同一问题，从而拓宽视野，启发思维及创意，并加深对物理知识的理解。

4. 介绍一些有趣的物理问题和利用一题多解的例子来激发学生的学习兴趣，提高分析问题的能力，及获得解题技巧。

5. 结合教材介绍中国古代的有关物理知识和中国古人应用物理知识去解决实际问题的故事，从而提高学生的学习兴趣，培养青少年的民族自豪感。

我真诚地向各位老师和同学推荐这本通俗有趣的物理小册子，你会从本书学到平日课堂上难学到的、实用而有趣的物理知识和治学方法。

香港科技普及协会 何景安
2005年2月

目 录

- 第 1 讲 生活经验和科学概念 /1
- 第 2 讲 怎样学习物理量 /3
- 第 3 讲 负数的大小 /5
- 第 4 讲 直线图像的物理意义 /7
- 第 5 讲 定义式和计算式 /12
- 第 6 讲 使用公式要注意条件 /14
- 第 7 讲 等效变换 /16
- 第 8 讲 谈谈运动学的几个公式 /20
- 第 9 讲 何谓速度? /23
- 第 10 讲 速度为零 = 物体静止? /25
- 第 11 讲 平均速率 /27
- 第 12 讲 不可能的事 /30
- 第 13 讲 速度和加速度 /33
- 第 14 讲 物体作减速运动的位移 /35
- 第 15 讲 用计时器测定加速度的原理 /37
- 第 16 讲 死亡加速度 /41
- 第 17 讲 伽利略的推理 /43
- 第 18 讲 竖直上抛运动的加速度 /45
- 第 19 讲 上抛运动公式的探讨 /47
- 第 20 讲 抛体运动的加速度 /50
- 第 21 讲 最佳抛射角 /52
- 第 22 讲 抛射体的最大射程 /55
- 第 23 讲 牛顿第一运动定律 /58
- 第 24 讲 牛顿第二运动定律 /61
- 第 25 讲 牛顿第三运动定律 /64

2 …… 趣味课外物理

- 第 26 讲 再谈第三运动定律 /67
- 第 27 讲 马拉车问题 /69
- 第 28 讲 动量和动能 /71
- 第 29 讲 动量定理 /74
- 第 30 讲 动能定理和功能原理 /77
- 第 31 讲 杂技员过桥 /80
- 第 32 讲 浅谈动量守恒定律 /82
- 第 33 讲 动量守恒定律的矢量性 /85
- 第 34 讲 动量守恒定律的瞬时性 /87
- 第 35 讲 一道有关扶手电梯的习题 /89
- 第 36 讲 一道有关计算加速度的习题 /91
- 第 37 讲 狗追兔 /93
- 第 38 讲 运动员和麻雀 /95
- 第 39 讲 《墨经》对力的论述 /97
- 第 40 讲 卫星运动和摩擦阻力 /99
- 第 41 讲 静摩擦力 /101
- 第 42 讲 静止在斜面上的物体受力情况的分析 /104
- 第 43 讲 弹簧秤的读数 /108
- 第 44 讲 物体对滑轮的拉力 /110
- 第 45 讲 水流问题 /112
- 第 46 讲 容易忽略的重力 /115
- 第 47 讲 船吸现象 /117
- 第 48 讲 屋顶泻水问题 /119
- 第 49 讲 托里拆利定理 /121
- 第 50 讲 测量地球半径 /123
- 第 51 讲 动滑轮 /125
- 第 52 讲 撬起地球 /127
- 第 53 讲 一道漫画物理题 /129
- 第 54 讲 似是而非——讨论一个浮体问题 /132
- 第 55 讲 曹冲测量大象的重量 /134
- 第 56 讲 浮力起重 /136

- 第 57 讲 金皇冠 /138
- 第 58 讲 荡秋千 /140
- 第 59 讲 振动图线和波动图线 /142
- 第 60 讲 伽利略和单摆 /144
- 第 61 讲 共振的故事 /146
- 第 62 讲 共鸣的故事 /148
- 第 63 讲 绝对零度 /150
- 第 64 讲 煮“生”鱼汤 /152
- 第 65 讲 胶吸盘的原理 /154
- 第 66 讲 应用气体定律解题——一题五解 /156
- 第 67 讲 冰水混合问题——一题七解 /158
- 第 68 讲 像的成因 /161
- 第 69 讲 物和像 /164
- 第 70 讲 物像公式 /167
- 第 71 讲 成像规律 /169
- 第 72 讲 再谈成像规律 /171
- 第 73 讲 成像范围 /173
- 第 74 讲 成像放大率 /175
- 第 75 讲 用图示法研究成像的规律 /177
- 第 76 讲 《梦溪笔谈》中有关光学的知识 /181
- 第 77 讲 光线透过三棱镜的最小偏向角 /183
- 第 78 讲 用光的波动性导出球面折射的物像公式 /187
- 第 79 讲 《墨经》对球面镜成像问题的论述 /190
- 第 80 讲 针孔成像 /192
- 第 81 讲 小儿辨日 /194
- 第 82 讲 平面镜成实像 /196
- 第 83 讲 光的折射定律 /198
- 第 84 讲 画折射线的方法 /201
- 第 85 讲 阳燧 /203
- 第 86 讲 冰透镜 /205
- 第 87 讲 透光镜 /207

- 第 88 讲 制镜者公式 /210
- 第 89 讲 光程 /212
- 第 90 讲 电场 /216
- 第 91 讲 电场强度 /218
- 第 92 讲 电力线与电荷运动的轨迹 /220
- 第 93 讲 电势能和电势 /222
- 第 94 讲 电容 /224
- 第 95 讲 电流的方向 /226
- 第 96 讲 如何判断电阻的串并联 /228
- 第 97 讲 谁是谁非? ——讨论一个电学问题 /231
- 第 98 讲 巧解一道电学题 /233
- 第 99 讲 测量电阻 /235
- 第 100 讲 不能将新旧电池一起使用 /238
- 第 101 讲 安培计 /240
- 第 102 讲 伏特计 /242
- 第 103 讲 扩大安培计的量程 /244
- 第 104 讲 扩大伏特计的量程 /246
- 第 105 讲 输电线的损耗 /248
- 第 106 讲 直流电动机的有效功率 /250
- 第 107 讲 再谈电动机的有效功率 /252
- 第 108 讲 交流电的三要素 /254
- 第 109 讲 功率因数 /256
- 第 110 讲 提高功率因数 /259
- 第 111 讲 方均根值 /261
- 第 112 讲 法拉第和发电机 /263
- 第 113 讲 浅谈光电效应 /266
- 第 114 讲 逻辑门 /269
- 第 115 讲 碳 14 定年法 /273

第1讲 生活经验和科学概念

关键词

生活经验 科学概念

有人认为，一些科学概念，来源于我们日常生活的经验。例如要比较运动物体的快慢，一是看它们走过相同的路程所用的时间，所用的时间越短，便走得越快；二是看在相同的时间内所走过的路程，所走的路程越长，便走得越快。即对于物体运动快慢的程度来说，当路程相同时，与时间成反比；当运动时间相同时，与路程成正比。将上述的生活经验用一个数学公式来表示，便是我们十分熟悉的 $v = s/t$ 。式中 v 表示物体运动快慢的程度，称之为速度，科学概念便由此而生。

但生活经验并不一定正确，有时甚至是错误的，往往是我们自以为是。爱因斯坦就曾经说过，所谓常识只是“18岁前就积累在头脑里的偏见。”这句话确有点道理。一些没有学过物理学的人，往往都会认为重的物体比轻的落得快。这就是人们的偏见。这种偏见自古有之，直到伽利略时代，这种偏见才在科学上得以逐步纠正。又如日常经验告诉我们，用力踏自行车，自行车才会前进，踏自行车的力越大，车走得越快，不用力，车便会停下来，因此我们就会认为：有力才有运动，力越大，运动便越快；力越小，运动便越慢，没有力的作用，运

动自然会停止。结果产生了力是维持运动的原因的错误结论。

有一次外出旅行玩排球，一不小心排球跌进池塘，有些同学便把石头抛到排球附近，企图借着石头激起的水波把排球冲回到池塘边，结果当然是失败了。我们看见水波不断向外传播，但水并没有跟着水波移动，只是上下振动，结果排球也只能在原来的位置上下振动。

又如在运动场上进行拔河比赛，大家都认为哪一队人的力大，哪一队便可取胜，你认为如何？根据牛顿第三定律，甲队拉乙队的力等于乙队拉甲队的力。如此看来，两队人马的力又怎会有大小之分呢？那么究竟是什么原因使比赛分出胜负呢？

由生活经验所形成的感性认识，有时真如爱因斯坦所说，是“积累在头脑里的偏见”；而科学概念是通过现象的观察，进行细致分析，反复思考，再经比较、抽象、综合、概括等思维活动，才建立起来的。爱因斯坦也曾经说过：“科学的概念最初总是日常生活中的普通概念，但它们经过发展便完全不同。它们已经变换过了，已失去了普通语言中的含糊性，它有着严密的定义，才能应用于科学的思维。”

例如水波只是生活中一个普通概念。经过细致观察，发现它是一种运动形式（振动）的传播，水的质点并没有传播。根据质点振动方向和传播方向互相垂直的特点，称为横波。水波便由一个普通概念变换为一个有着严密定义的科学概念。为了研究它的特性，引申出振幅、频率、周期、波速等一系列概念。至此，便可以进行科学思维了。

头脑中的偏见确为学习物理的障碍。要消除偏见，就必须下一番工夫。但也不能把生活经验完全视作偏见。凡事都要通过科学分析，多问几个为什么，不要随便下结论，这才是正确的学习态度。

第2讲 怎样学习物理量

关键词

物理量

怎样学习物理量？我们可以思考以下几个问题：

1. 为什么要引入这个物理量？
2. 这个物理量是怎样定义的？可以用公式表示吗？
3. 物理量的单位是什么？如何从单位看出它的物理意义？
4. 如何测定这个物理量？
5. 这个物理量和其他物理量有什么联系？
6. 这个物理量有什么应用？

以比热容为例，水、木和铁放在太阳下晒，经过一段时间，铁会烫手，木会热，而水则有点暖。由此可见，不同的物质吸收相同的热能，升高的温度是不同的。即有些物质易热，有些物质难热，为了比较它们这方面的热学性质，我们引入比热容这个物理量。

要比较，必先要有些相同的条件。例如说铁比棉花重，条件是体积要相同，若没有这个条件，难道说一颗钉比一张棉胎重吗？这当然是荒谬的。因此我们规定以每千克物质温度每升高（或降低） 1°C 所吸收（或放出）的热能的多少来描述物质这方面的性质，这就是比热

容的定义。用 E 表示物质所吸收（或放出）的热能， m 表示物质的质量， ΔT 表示物质升高（或降低）的温度， c 表示物质的比热容。则 $c = E/(m\Delta T)$ 。由表达式可见它的单位应该是 $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。标准的读法是“焦耳每千克摄氏度”。水的比热容是 $4200\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ，即每千克水温度每升高（或降低） 1°C 需要吸收（或放出） 4200J 的热能。

由同一种物质做成的物体，它的热容量 C 等于比热容 c 乘质量 m ，即 $C = mc$ 。

测定物质的比热容有两种方法：一为“直接法”，即直接测 m 千克的物质温度升高 T 摄氏度时所吸收的热能 E ，然后代入公式计算；另一种为“混合法”，即将温度不同的两种物质混合，利用热平衡方程来计算其中一种物质的比热容。利用物质比热容可以计算它的温度变化时所吸收或放出的热能。



思 考

你现在可以找一个物理量，例如电压，用以上的问题问问自己，看看能否回答，便知道自己是否真正理解这个物理量了。

第3讲 负数的大小

关键词

负数 标量 矢量

从纯数学观点来看，负数的大小是很易判断的。例如 $-5 > -10$ 。但从物理概念来看，就不一定了。例如温度 -5°C 高于 -10°C ，那是必然的。但加速度 $-5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 是否大于 $-10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 呢？那真的要考虑一下。

温度是标量， -5°C 表示零下 5°C ， -10°C 表示零下 10°C ，零下 5°C 当然高于零下 10°C 。但加速度是矢量，负号表示它的方向和运动方向相反， $-5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 表示物体每运动 1 秒钟，它的速度减少 $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ， $-10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 表示物体每运动 1 秒钟，它的速度减少 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，显然后者的速度比前者减少得多，因而 $-10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 的加速度应大于 $-5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 的加速度。从动力学的角度来看，物体得到负加速度，是因为物体受到阻力。物体受到的阻力大，根据牛顿第二运动定律，得到的加速度也大；受到的阻力小，得到的加速度也小，由于加速度 $-10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 受到的阻力大于 $-5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 的。从受力的角度来看，加速度 $-10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 也大于 $-5\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。

再举一个例子。用 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的速度竖直上抛一物体，试问经过 3 秒和 4 秒后的位移，哪一个比较大？通过计算，前者为 -15m ，后者

为 -40m ，你能说位移 -15m 大于位移 -40m 吗？

显然不能，因为 -15m 表示物体在起抛点下 15m ，而 -40m 表示物体在起抛点下 40m ，显然后者的位移大于前者。也就是说 -40m 的位移大于 -15m 的位移。

又例如两个物体在运动中分别受到的阻力为 -5N 和 -10N 。哪一个物体受到的阻力大呢？显然是后者。即 -10N 的阻力大于 -5N 的阻力，这样看来。岂不是物理学和数学在判别负数的大小时有矛盾吗。当然不是，数学上的负数都是表示小于零的数，而物理学上的负数，不一定表示小于零的数。上述的三个例子，负数中的负号都是表示方向，并非是说它们小于零，因而判断它们实际的大小，还是要看它们的绝对值。其实物理量的正负号除了表示方向外，还可以表示其他物理意义：例如斥力为正、引力为负；也可以表示性质，例如正电荷和负电荷等。因而，我们不能单从正负数来判别它们的大小，主要还是看它们的物理意义。



第4讲 直线图像的物理意义

关键词

直线图像 斜率 截距 数学意义 物理意义

利用函数的图像来研究物理现象，具有形象直观、现象过程明显，以及物理量之间的变化规律清楚等优点，它是运用数学来研究事物间的规律的一种重要方法。

中学物理侧重研究直线图像，即使是曲线函数，有时也把它变换为直线函数来研究。例如玻义尔定律 $PV = C$ 。压强 P 和体积 V 的关系是在第一象限的一条双曲线。但把横轴改为 $1/V$ ，它则变为直线了。又如动能 $E = mv^2/2$ 。动能 E 和速度 v 的关系是一条抛物线，但如把横轴改为 v^2 ，则又变为直线了。因此，认识直线方程的物理意义是很重要的。

直线图像不外乎两种：一种是直线通过原点，一种是直线不通过原点。前者表示两个物理量成正比关系，后者表示两个物理量成线性关系，两者有什么区别呢？下面以气体定律中体积和温度的关系来说明。

图4-1表示气体体积和绝对温度的关系，直线通过原点；图4-2表示气体体积和摄氏温度的关系，直线不通过原点。图4-1

表示气体体积和绝对温度成正比。例如，绝对温度为 273K 时，气体的体积为 1m^3 ，当绝对温度升高到 546K 时，气体的体积便增大到 2m^3 。这就是正比关系，即两个物理量以相同的倍数增大或减少。图 4-2 表示气体体积和摄氏温度成线性关系，具体来说，即表示两个物理量的改变量成正比关系。要注意“改变量”这三个字，改变量成正比和物理量本身成正比是完全不同的。同样是以上的例子，改为摄氏温度，即在 0°C 时，气体的体积为 1m^3 ，当温度升到 273°C 时，体积是多少呢？假如仍用正比来计算，请问 273 是 0 的多少倍呢，这不是很荒唐吗？所谓“改变量”成正比是这个意思：假如温度“升高” 10°C ，体积“增大” 0.1m^3 ，假如温度“升高” 20°C ，体积便“增大” 0.2m^3 了。即温度的改变到原来的两倍，体积也改变到原来的两倍，体积和温度以相同的倍数“增大”或“减少”。

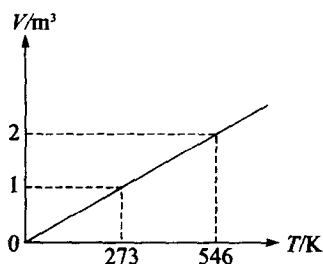


图 4-1

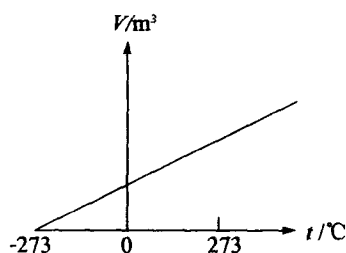


图 4-2

在数学上，直线方程一般表示为： $y = mx + b$ 。 m 叫做斜率， b 叫做截距。数学是一门抽象的科学，上式只是表示 y 随着 x 而变。但将 y 和 x 换成物理量，斜率和截距都有一定的物理意义，不再是抽象的东西了。例如匀速运动中的“位移—时间”图线，是过原点的直线，其斜率表示速度；匀加速运动的“速度—时间”图线，其斜率表示加速