

我们身边的科学

身边的物理

杜建成 苏 湛 等编著

中国林业出版社

《身边的物理》 编委会

主编 杜建成 苏 湛

编委 丁晓纪 华 泓 许建劳 李玉德

张丽红 陈 赞 赵正明 施修龄

凌小江 陶艺军 韩惠立

图书在版编目(CIP)数据

身边的物理/杜建成、苏 湛等编著. —北京:中国林业出版社, 2002. 4
(我们身边的科学)

ISBN 7-5038-3053-0

I. 身… II. 杜… III. 物理学—普及读物 IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 019218 号

出 版:中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电 话: 66184477

发 行:新华书店北京发行所

印 刷:北京义飞福利印刷厂

版 次:2002 年 4 月第 1 版

印 次:2002 年 4 月第 1 次

开 本:850mm×1168mm 1/32

印 张:8.75

字 数:227 千字

印 数:1~4000

定 价:14.00 元

前 言

太阳每天东升西落,江河日夜不停地奔流入海,沉重的飞机可以翱翔于九天之上,小巧的电视让你把五湖四海乃至外太空尽收眼底。面对眼前的一切,如果你感到好奇,那么恭喜你,你已经具备了一个物理学家最重要的天分,接下来要做的就是认真的观察和分析。假设有一天你看到一个苹果从树上坠落,你会想到什么?它成熟了,甜了,可以吃了……还有什么?你会不会感到好奇,为什么它会坠落?曾经有一个年轻人,他就提出了这样的问题,为什么苹果会落到地下?不要笑,当然我们知道那是因为它熟了,如果用篮子接着它还会落到篮子里。但是,为什么它不像月亮那样挂在天上?以后经过无数的试验和研究,这个年轻人终于得到了自己满意的答案,并且由此总结出一条定律。在中国,我们习惯称这条定律为万有引力定律。这个年轻人名叫伊萨克·牛顿,他后来成为了世界上最伟大的物理学家。时至今日,科学家中能与 him 相提并论的也不超过三个人。而万有引力定律则与牛顿的另外三个运动学定律一起成为经典力学的基石。今天,经典力学依然作为自然科学中最完美的理论体系照耀着人类文明,为了纪念伊萨克·牛顿在物理学方面不可替代的贡献,人们也称早期的经典力学为“牛顿力学”。作为一个热爱物理学的人,我们可以毫

不客气地说,物理学是一切自然科学中最基本、最广泛的学科。物理学不一定能解释生活中的一切现象,但生活中的一切现象,其最本质的原因最终都要归结到物理学上来。因为物理学的一切分支:力学、热学、光学、电磁学等等,归根到底都是在探究物质运动的规律和物质间的相互作用。物理就是要研究物质之理,在英文里“物理(physics)”这个词就是从“物质的(physical)”这个词派生出来的。物理学又是一切自然科学中最简单、最实用的,经典物理的每一个基本定理都直接源自对日常生活的观察,而物理学上每一个最新的发现都会在第一时间被应用于生产,并且由此引发人类生活方式的又一次革命。如果你决定开始研究物理,记得我们说过什么吗?要学会好奇。就是现在,注意你的周围,无数自然之谜等待你去破解。你不一定会成为一名物理学家,但注定成为智者。

《身边的物理》编委会

2002.3



目 录

第一章 擦亮你的眼睛——生活中的物理现象

第一节	小球落向何方——牛顿第一定律	(1)
第二节	刹车时身体为什么向前倒——牛顿第二定律	(4)
第三节	小球为何跳起——牛顿第三定律	(9)
第四节	从数千米高空跳下——动量定理	(10)
第五节	苹果和月亮——万有引力定律	(15)
第六节	套环棒与哟哟——动能定理、机械能守恒定律	(20)
第七节	泰坦尼克的悲剧——压强和浮力	(24)
一、托起巨轮的力		(24)
二、压强和浮力		(27)
三、大气压强和铜半球的秘密		(29)
第八节	吊桥倒塌之谜——振动	(31)
一、振动		(32)
二、共振		(35)
三、揭开吊桥的秘密		(36)
第九节	声音如何被听到	(39)
第十节	我们的乐队——声学的一些知识	(42)
一、打击乐器		(43)
二、弦乐		(45)
三、管乐		(46)
四、声乐		(49)



五、“浴室歌唱家”	(50)
第十一节 “我是那种力”——电的本质	(55)
一、不可或缺的“力”	(55)
二、电压和电流	(56)
三、摩擦“起电”	(57)
四、“反向流动”的电	(59)
第十二节 危险的淋浴——关于静电	(60)
一、浴室里的电场	(60)
二、静电感应	(62)
三、导体在电场中	(64)
四、与静电握手	(68)
五、静电屏蔽	(70)
第十三节 几个电学试验	(71)
一、起电机	(71)
二、验电器	(73)
三、电流计	(74)
四、静电喷泉	(76)
五、电动风车和避雷针	(76)
第十四节 电线上的鸟——电的流动	(80)
一、电的“运动”	(80)
二、电的“阻力”	(82)
三、“不死鸟”和高压线	(86)
四、安全用电	(88)
第十五节 说好不分手——电与磁	(91)
一、神奇的磁铁	(91)
二、电流和磁场	(95)
三、电磁感应	(100)
第十六节 看不见的电话线——电磁波	(103)



一、电磁波的产生	(103)
二、电磁波与收音机	(107)
第十七节 小孔和日食——光的直线传播	(112)
一、小孔成像	(112)
二、影子和日食	(115)
第十八节 颠倒的影像——光的反射	(116)
第十九节 天上街市——光的折射	(120)
一、奇特的海市蜃楼	(120)
二、折射	(122)
三、折射率和全反射	(125)
四、彩虹与分光镜	(127)
第二十节 从我们的眼睛说起——透镜和助视仪	(131)
一、透镜成像	(131)
二、视力的矫正	(135)
第二十一节 波动的光——光的干涉和衍射	(138)
一、光的干涉	(138)
二、光的衍射	(139)
三、红外线和紫外线	(140)
第二十二节 蓝天和海——光的散射	(141)
第二十三节 冷和热——关于温度	(144)
第二十四节 温度到底是什么——温度的微观解释	(145)
第二十五节 温度的测量——温度计	(146)
第二十六节 温度计的工作原理——膨胀和收缩	(147)
第二十七节 被子和保温瓶	(149)
第二十八节 内能和热	(150)

第二章 魔术师的伎俩——物理学大揭秘

第一节 下油锅和吞炭火	(154)
-------------------	-------



一、下油锅	(155)
二、吞炭喝油	(156)
第二节 弯钥匙	(157)
第三节 一指禅	(160)
第四节 叼车	(162)
一、叼摩托	(162)
二、叼汽车	(164)
第五节 悬浮的脸盆	(166)
第六节 油锤贯顶和胸口碎石	(168)
一、油锤贯顶	(168)
二、胸口碎石	(171)
第七节 汽车过身	(173)
一、单侧过身	(174)
二、双侧过身	(176)
第八节 玻璃杯碎砖	(177)
第九节 手抓红铁棍	(179)
一、抓铁棍	(179)
二、再一次“下油锅”	(181)
第十节 开水浇头	(182)
第十一节 缝气球	(184)
第十二节 神奇的小勺	(186)
第十三节 灯管悬人	(187)
第十四节 杯子的魔术	(190)
一、倒不出来的水	(190)
二、盐水振荡器	(191)
第十五节 电磁铁的魔术	(192)
一、跳跃的金属环	(192)
二、铜盘的转动	(193)



第十六节 用小球变魔术	(194)
一、用光托住的小球	(194)
二、飞车走壁	(195)
三、单摆的魔术	(197)
四、流水的引力	(197)
第十七节 五雷神掌	(200)

第三章 没有物理学世界将会怎样

第一节 电度表的构造原理	(202)
第二节 限流器和安全器	(203)
第三节 日光灯的构造原理	(205)
第四节 电热器	(206)
一、小电炉	(206)
二、大电炉	(207)
三、电饭锅	(207)
四、电熨斗	(208)
第五节 用电动机的电器	(209)
一、吸尘器	(209)
二、电冰箱	(209)
三、洗衣机	(211)
四、电扇	(211)
第六节 磁悬浮列车	(212)
第七节 蒸汽机的故事	(215)
一、蒸汽压力	(216)
二、蒸汽机的工作	(216)
三、变往复为旋转	(218)
四、蒸汽涡轮	(219)
第八节 内燃机	(221)



一、内燃机	(221)
二、内燃机的工作原理	(222)
三、活塞发动机	(224)
四、涡轮机	(226)
第九节 电话和留声机	(226)
一、电话	(226)
二、留声机	(229)
三、新式电唱机	(231)
四、磁带	(232)
五、立体声	(232)
第十节 电子技术	(234)
一、电子管	(234)
二、栅极	(235)
三、半导体晶体管	(236)
第十一节 飞机	(239)
一、飞行的梦想	(239)
二、滑翔机	(240)
三、动力飞行	(241)
四、推进器	(242)
五、一飞冲天	(242)
六、方向控制系统	(243)
七、直升机	(244)
八、反作用力发动机	(245)
九、声障	(247)
十、超音速飞机	(248)
十一、热障	(249)
第十二节 显微镜和望远镜	(250)
一、显微镜	(251)



二、电子显微镜	(252)
三、望远镜	(253)
四、射电望远镜	(255)

第四章 危难之刻显身手——物理学助你脱离险境

第一节 提防自行车翻车	(257)
第二节 地铁站台上候车不要越过安全线	(260)
第三节 煤气漏气时的对策	(261)
第四节 车祸求生	(262)
一、系紧安全带	(262)
二、跳车	(262)
三、车辆落水	(263)
第五节 辨别方向	(264)
一、利用自然地貌	(264)
二、利用星星和太阳	(264)
三、利用地磁场	(266)



第一章 擦亮你的眼睛

——生活中的物理现象

第一节 小球落向何方

——牛顿第一定律

我们都看过动作片，看没看过主人公在车顶上和坏蛋殊死搏斗的镜头？特别是在香港的动作片里，飞驰的列车和令人眼花缭乱的拳脚功夫交相辉映，真是棒极了。可是不知有没有人注意过他们的脚下，演员们在列车顶上打斗的时候总是窜蹦跳跃进退自如，和在平地上没有什么两样，而且面向车尾的人出招时似乎也不会比面向车头的人更吃力，这是什么道理呢？

好，稍候再来回答这个问题。假设我们正坐在一列火车中，这列火车正以每小时 200 千米的速度飞速行驶。我们手里有一个小球，现在把它抛向空中，那么它落下来的时候会落在哪里？车厢前部？或者尾部？还是落回手里？

有的朋友认为它会落到车厢的尾部，相信大多数人都会支持这个说法，因为列车正在不断前进，当小球在空中的时候它已经走过了很长一段距离，所以看起来就好像是小球正向后运动。但是你能肯定吗？在没有经过实验的情况下，不应该轻易下这个结论的。

曾经有一个叫伽利略（1564～1642）的意大利物理学家，他是牛顿以前最重要的物理学家之一，并且为物理学界开创了重视实验的传统。

当然伽利略的时代火车还没有发明，所以他的实验是在船上做的，除了伽利略本人，参加实验的还包括：几只苍蝇、一缸鱼、一



个水瓶。

伽利略把自己、苍蝇和鱼关在船舱里，让水瓶里的水一滴一滴地流出来，滴进下面的容器。他发现，只要船在平稳地运动，不管速度多快，也不管朝着哪个方向，苍蝇始终可以随便地到处飞行，并不会向船尾集中；鱼也悠闲地游向鱼缸中的任何一个角落，它们游向鱼缸前部时并不比游向鱼缸尾部费力；水瓶里的水仍然笔直地滴下，不会溅出一滴；而伽利略也发现当他自己向四周跳的时候，无论朝着哪个方向，花同样的力气，跳过的距离都相等，当扔东西给助手时，无论对方站在船头还是船尾，他都不用花更多的力气。

手中的小球与伽利略水瓶里的水滴道理是一样的，所以只要抛球的方向的确是竖直向上的，小球最终都会回到我们手中。

也许有人还不相信，因为他们明明观察到，小球在空中时没有受到任何水平方向力的作用，小球怎么会与列车同步移动呢？正因为小球不受任何水平力的作用，所以它才会落回我们手中。

古希腊大科学家亚里士多德认为，力是维持物体运动的原因，这个结论也是通过对生活的观察得出的，他发现，用力推车，车才会前进，停止用力车就会停下，不继续用力，车就不再走了。

假设我们面前是一段光滑的水平路面，在这条路上推车，当推得很快时，突然放手，放手以后我们对车的推力已经消失了，可是车还要向前走一段距离才会停。

现在想增加这段距离，我们该怎么做？我们可以在车轮上涂油，也可以把实验场搬到高速公路上，因为那里的路面更平滑……而我们所做的这一切，最终只有一个效果，就是减小外部作用对车的影响，以后我们会说到，这个作用就是著名的摩擦阻力。

其实会骑自行车的朋友都有这种经验，当我们正在水平的马路上高速行驶，这时停止蹬车，自行车依然会以原来的速度向前滑行，然后逐渐减速直到停下，除非捏闸，否则这段滑行的距离一般都不会很短。



由此可见，物体的运动并不依赖于外力。你何时见过射向球门的足球突然静止在空中？按照亚里士多德的观点，足球离开球员的脚步以后就不会在水平方向上受力了，所以它必然停止运动。

然而事实上，如果守门员不把球拦住，它就会一直射入球门。而子弹一旦离开枪口，就不再受力的驱动了，但它依然会忠诚地射向目标。

实际上我们推车的时候之所以要用力就是为了抵消阻力的作用，子弹和足球同样也会受到阻力的作用，只不过在空气中阻力的作用要小得多，如果进行精确的测量就会发现，子弹的初速比它击中目标时的速度高得多。

现在可以看出，力只是改变物体运动状态的原因，一个物体只要不受力的作用就会一直保持它原来的速度沿着直线运动下去，直到世界末日。物体这种保持自己运动状态的性质即被称作惯性。

牛顿总结了伽利略等人的研究成果，用自己的语言对物体保持自身运动状态的规律做出了表述，这个表述被沿用至今：

一切物体在不受外力的条件下总保持匀速直线运动或静止状态。

这就是著名的三大运动学定律之一：牛顿第一运动定律，习惯上也称此定律为惯性定律。

现在让我们回过头来看那个至今没有落地的小球。当它拿在我们的手里，没人会怀疑它具有和火车一样的速度 v ，用 t 代表小球从抛起到落下这段时间，所以列车在小球停在空中这段时间里走过的距离就是 $S = vt$ ，而这段时间里小球在水平方向上通过的距离也是 $S = vt$ 。事实证明，它们的运动是同步的。

现在可以回答最初的那个问题了，演员站在车顶时本身也具有了和列车一样的速度，所以从他们的角度出发，行驶中的列车和静止的列车没有什么区别，他们的武打动作依然可以像在平地上一样，不会受到车速的任何影响。不过列车行驶的时候，静止的空气



相对车厢就是运动的，站在车顶就会感觉到刮风，如果车速特别快，感觉到的风也会非常大，这时站在车顶就很危险了。

还有一个镜头是动作片里经常出现的，就是演员从飞驰的火车里往外跳——或者是汽车，道理都一样，不过这就危险多了。由于演员本身具有和火车相同的速度，在落地后还要向前滚一段。

摔一下并不可怕，我们从停着的火车里跳出来的时候不会受任何伤，当然除非笨得不可救药，那兴许就会把脚扭伤。可是滚这一下情况就不同了，因为落地时初速极高，很容易造成擦伤。即使受过专业训练的特技演员，懂得在落地时用特定的姿势保护自己的人，也不会轻易尝试跳车的。所以坐车的时候一定要把门关紧，否则在汽车高速行驶的时候门突然打开把自己摔出去，那就不太妙了。

第二节 刹车时身体为什么向前倒 ——牛顿第二定律

常坐公共汽车的朋友都有这种体验，急刹车的时候，站着的乘客都会不由自主地向前倒去，坐着的乘客身体也会向前倾。

不只刹车的时候，汽车起动时车上的人也会向后倾倒，如果不站稳同样会摔跤。可是按照我们在第一节里说的，一个物体如果没有受到力的作用就会永远保持匀速直线运动或静止运动，所以理论上乘客应该一动不动站得很稳才对。

但是我们的确感觉到有一个力在推自己，可是谁也没有碰到我们，究竟谁在推我们呢？如果没有人推我们，我们为什么还会摔倒呢？

实验是解决问题的最好方法。还记得那个小球吗？当列车行驶的时候我们把它抛向空中，它依然会落回我们手里，如果是在行驶的公共汽车上，结果也一样。但是如果在汽车刚起动的时候我们就



把它抛出去，又会如何呢？

有人会说：“那不还是一样？它还是落回我们手里。”最好还是别那么早下结论，因为一个真正的物理学家从不会忽视外部条件的任何一点细微变化。

现在的条件是汽车刚刚起动，换句话说它正在向前加速。如果驾驶员踩下离合器的时候我们刚好抛出小球，那么这一瞬间小球和车的速度都是零，经过一段时间 t ，小球落下来，它的速度依然是零，可是车已经加速到 v 了。

这种情况，物理学中用一个专门的量来代表单位时间内速度的改变，我们称这个量为加速度，习惯上用 a 来表示。加速度的定义是速度改变量与时间的比值，如果在时间 t 内速度的变化量为 $v_2 - v_1$ ，且加速度是恒定不变的，那么加速度就可以写作： $a = (v_2 - v_1) / t$

刚才抛球的时候，汽车的初速度是 0，球落下来的时候汽车的速度是 v ，假设在这期间车的加速度恒定不变，那么加速度就是： $a = v / t$

我们称加速度恒定不变的运动为匀加速运动，物体的加速度方向与它的速度方向成一直线，那么物体运动的方向也不会变，我们称这种运动为匀加速直线运动。我们可以证明，以加速度 a 作匀加速运动的物体，它在时间 t 内运动的距离为 $s = (v_2 - v_1) t / 2$ 。其中 v_1 代表初速度， v_2 代表末速度。要严格的证明这个公式比较复杂，但我们可以用 $v - t$ 图表示：

图 1-2-1 横轴代表时间，纵轴代表速度，直线的斜率即加速度 a ，阴影部分的面积就等于时间 t 内走过的路程 s ，现在根据梯形的面积公式，路程的值就是：

$$s = (v_2 - v_1) t / 2$$

具体到刚才的汽车，它的初速度为 0，末速度为 v ，所以小球在空中的时候它已经前进了 $S = vt / 2$ ，而小球却没有前进。这样



看，它落到车厢后面去了。

那么现在如果当急刹车的时候我们抛出小球，会出现什么情况呢？对，它会保持汽车原来的速度 v 前进，所以坐在我们的位置看，它向前飞去了，而且因为是急刹车，车很快就停下了，所以……希望不要打破玻璃。

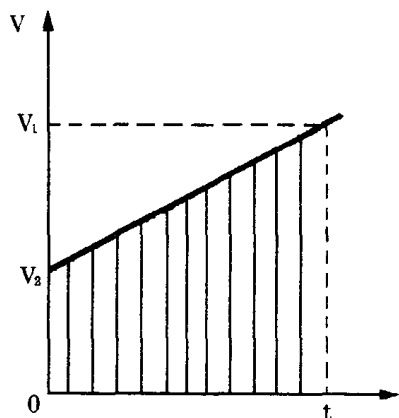


图 1-2-1 $v-t$ 图

现在我们已经知道了加速度的概念，但是这还不够，因为我们并不是每次刹车时都摔跤的，当汽车慢慢加速或慢慢减速的时候通常没人会摔跤，我们感觉到加在我们身上的那个不知名的力很小。

前一节里我们曾举过推车的例子。如果在推着车前进的时候我们突然站住，而且不松开车把，那么车在停下来的同时反而会给我们一个拉力。当然我们推车的速度不必很快，但是速度越快，车给我们的力越大，直到又一次差点被它带倒。

如果车上装的东西越多，推动它的时候固然要用更多的力，而让它停下来的时候也会更加困难，如果我们想让它拐弯，也比让一辆空车拐弯困难。

这种现象可用牛顿第二定律解释，它的内容是：