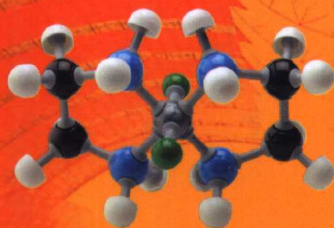


Mathematics Physics & Chemistry in Our Life 生活中的数理化

◎ 姜虹娟 / 著



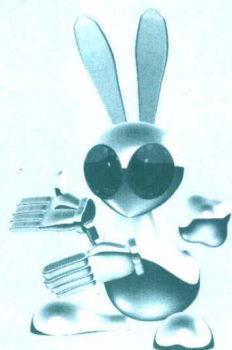
2B



Se



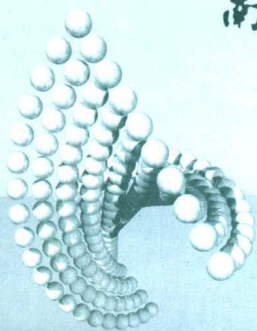
南海出版公司



生活中的数理化

姜虹娟/著

南海出版公司



图书在版编目 (CIP) 数据

生活中的数理化/姜虹娟著. - 海口: 南海出版公司, 2003.1
ISBN 7-5442-2382-5

I. 生... II. 姜... III. ①数学 - 普及读物 ②物理学 - 普及读物
③化学 - 普及读物 IV. O-49
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 104639 号

SHENGHUO ZHONG DE SHU LI HUA

生活中的数理化

作 者 姜虹娟
责任编辑 张爱国 蔡贤斌
装帧设计 康笑宇工作室
出版发行 南海出版公司 电话 (0898) 65350227
公司地址 海口市蓝天路友利园大厦 B 座 3 楼 邮编 570203
经 销 新华书店
印 刷 北京中科印刷有限公司
开 本 850 × 1168 毫米 1/32
印 张 12
字 数 300 千字
版次/印次 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5442-2382-5/O.5
定 价 16.00 元

南海版图书 版权所有 盗版必究

前 言

进入二十一世纪之后,人类社会已经跃入了崭新的知识经济时代,在生产和生活领域,在国家和个人层面上,知识都起着越来越重要的作用。可以说,知识正决定着事业成败和人生的质量。认识这种时代特征,按其要求去塑造自己,既是当代中学生的神圣使命,也是责无旁贷的光荣义务。

但是如何学好知识,这又是众多青少年朋友所困惑的问题。很多同学的学习态度是积极的,可就是提不起对数理化等学科的兴趣。对他们来说,数理化好像只是一堆抽象的公式与符号,再有就是没完没了的例题和习题,极其沉闷、枯燥、没有趣味。如果有人告诉他们说,数理化是色彩缤纷、摇曳多姿的,学习数理化能得到很多快乐和享受,他们恐怕都不相信。

在我们看来,造成这种尴尬的局面原因虽很多,但没有处理好数理化的现象与本质、具体与抽象、科学与人文、知识与应用等的关系是一个不可推诿的因素。正是因为我们的教材、老师及教学内容中太强调数理化的知识性、抽象性、深刻性、科学性而忽视他们的实用性、具体性、多样性和人文性,才使得感性认识较强、抽象思维能力尚在发展之中的中学生接受起来困难,并对它们产生抵触情绪。所以,改革教学内容、提供生动的读物,是改变学生把数理化视为没有感情的、冷冷冰冰、理解不了

的外在于自己和生活的“纯粹学术”的重要手段。

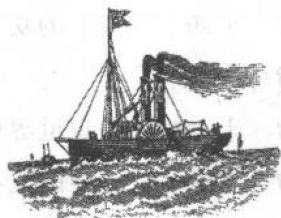
正是基于这样的认识,我们一群教育工作者编写了《生活中的数理化》一书。本书用较为通俗的语言来讲解了较为基本的数理化知识,重点介绍了这些知识是如何从生活中来的,存在于生活的哪些领域中,能在生活中解决什么问题,力求打消同学们对这些知识的隔膜感。书中还介绍了这些数理化知识的发明发现过程,从中读者不但会读到一些有趣的故事,而且能够感受到科学家们仁爱的胸怀、创造的激情和高超的智慧,感受到他们人格的力量和人性的光辉,在体悟到科学家的人情味后体会数理化的人文精神,会大大激发同学们对数理化的理解和认同。我们希望这本书能够帮助同学们走进数理化,促进大家形成热爱科学、喜欢读书、勇于发问、勤于思考的优良习惯,并为同学们带去愉快与欢乐。

写这样一本书对于作者们也是一种挑战,加之学识有限,其中可能会有不少错误。我们恳请读者指正,愿意和同学们一道发展。

作 者

2002年10月

目 录



001 前 言

001 一、无所不在的力的世界

005 二、飞翔的梦想

011 三、摩擦的功与过

018 四、相同的力不同的效果

021 五、从力的示意图说物理的理想化方法

025 六、矢量与路标

028 七、亚里士多德的错误

032 八、浴缸里的发现

037 九、马德堡半球实验的启示

045 十、惯性与机械

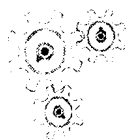
050 十一、不可思议的速度

056 十二、警察追捕行动的物理描述

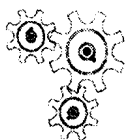


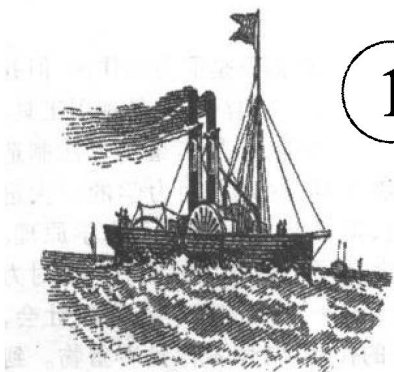
- 060 十三、小鸟与飞机的较量
- 067 十四、“功能”的功与能
- 073 十五、能量
- 083 十六、对微观世界的探索
- 093 十七、宝石中的奥秘
- 098 十八、气球中的方程
- 104 十九、现代生活的奠基者
- 110 二十、单位的国籍与命名
- 121 二十一、电磁世界中的现代生活
- 127 二十二、生活中的静电
- 133 二十三、巧妙的串并联
- 143 二十四、追求零电阻的梦
- 148 二十五、光明的追求
- 152 二十六、无线电技术
- 156 二十七、奇妙的波
- 168 二十八、世界因光而美丽
- 178 二十九、镜子里的世界
- 194 三十、“小男孩”震惊世界
- 199 三十一、符号间的关联
- 203 三十二、印度大臣到底要多少
- 208 三十三、测量与三角函数
- 212 三十四、球赛中的数学知识

217	三十五、幸运之神归谁家
228	三十六、建筑艺术中的数学魅力
231	三十七、门捷列夫的预言
234	三十八、实验
238	三十九、神奇的化学反应
243	四十、识得庐山真面目
247	四十一、光有方程是不够的
251	四十二、焰火中的化学反应
254	四十三、生命中的氢
259	四十四、天下第一“养”
264	四十五、钢铁化学
269	四十六、无所不在的伴“铝”
272	四十七、“大脖子”病与智慧元素
276	四十八、普鲁士皇帝的杀手铜
281	四十九、从神秘岛说起
285	五十、大气污染的罪魁
299	五十一、矿井安全的敌人
304	五十二、石油！石油！
311	五十三、橡胶的故事
316	五十四、酸的世界
324	五十五、构筑现代高楼大厦
331	五十六、化肥世界



- 343 五十七、美味佳肴的构成
- 350 五十八、一度酒一分价
- 354 五十九、海洋中的金属宝藏
- 361 六十、大自然的馈赠
- 367 六十一、各国财富知多少
- 371 六十二、矿泉水的指标





1

无所不在的力的世界

壹

宇宙是一个充满力的空间。斗转星移、日升日落、月圆月缺、潮起潮落、春秋更替、生物运动……都是力的现象与结果。

处在力的世界中的人，时时刻刻受到各种各样力的作用。人的走跑跳跃，每一个动作都受到重力作用；人手握东西，身穿衣服，脚踩大地，是摩擦力的作用结果；人呼吸、喝水、排泄、说话、唱歌都是利用压力实现的；人要过桥，桥对人施加支持力；人要跑步，受到空气的阻力；等等。

这种种力，都可以归结为一种力，即引力。在自然界中，只存在四种基本形式的力。引力是其中之一，另外还有电磁力、强相互作用力和弱相互作用力。前两种是在宏观世界中显示作用的力；后两种是在作用距离在 $10^{-15} \sim 10^{-16}$ 米范围内的微观世界的力，它们在原子核内部显示其作用。我们常说的压力、支持力、阻力、动力等名词是按力的性质和力的效果来命名和分类的。从力的性质来看，我们把力分为重力、摩擦力、弹力等。拉力、压力、动力、阻力等是以力的效果来命名的。效果不同的力，性质可以相同，如压力和支持力都是弹力；效果相同的力，性质不一定相同，如重力、摩擦力有时候都是阻力，而弹力与重力有时候都是动力。

在生活中，有些与“力”字有关的名词实际上与力学中的力

无

无所不在的力的世界

0.01





生

活中的数理化

0.02

不同。如马力、搬运力、前进动力等。

力一直存在于宇宙中,但是人们最初只是受力的作用,但并不真正认识力。成为真正的人后,人第一项活动就是利用工具,制造工具。人类最初使用的工具是石器,是用打砸的方法制造的。后来,打制工器变成了磨制工具,这是利用力学的一大进步。原始社会的工具虽然粗糙,但已基本上应用了力学原理。例如针、箭,它们细尖的头部都加大了力的作用效果。人类对力的认识是从经验逐渐上升到理论的。例如杠杆。在原始社会,人们在生活中逐渐发现了杠杆的作用,常用木棒挑着猎物。到了奴隶社会,人们对杠杆的认识与作用更加深刻了。据史料记载,古代埃及人建造金字塔时已普遍使用撬棒、吊杆等工具运送巨石与水。在经验的基础上,阿基米德总结出了杠杆定理。

在人类发展史上,对力的认识与利用就是这样一步步地发展起来的。浮力定律、大气压强、天体运动、万有引力定律等就是在长期的实践中总结建立起来的。

随着对力的认识和力学知识的积累,人们能用力学解释许多生活现象,例如潮汐现象。自古以来人们对这一自然现象有过种种幻想和猜测,万有引力定律发表后,人们对此才有了科学的认识。潮汐的出现极其有规律,究其原因,主要是月亮和太阳对海水各处的吸引力不同所造成的。在地球面向月亮的一面,海水鼓起来,而背向月亮的一面海水也鼓起来。鼓起来的过程就是涨潮,继而再落下来就是落潮。海水受地球、月亮、太阳的吸引力。根据三个星球与海水的距离及它们的质量,利用万有引力定律进行计算,就会得出月亮对这块海水的吸引力是地球对同一块海水吸引力的百万分之一(10^{-6} 倍);太阳对这块海水的吸引力是地球对这块海水吸引力的万分之一(10^{-4} 倍)。可见月亮和太阳对海水的吸引力都比地球对海水的吸引力小得多,所以海水被地球紧紧地“抓住”,这是问题的一个方面。而问题的另一个方面则是月亮和太阳对海水这样小的吸引力却扰动着

海水。满月时,太阳对海水的吸引力加大,海潮的涨落幅度就会加大。随着三个星球的自转与公转,海潮就有规律地涨落。利用万有引力定律,还可以解释月食、日食、斗转星移等自然现象。

生活处处皆有力,生活处处皆要力。人类活动就是一个力的世界,人们在力的世界充分利用和发挥着力作用。

用弹弓发射纸球比人手投掷远。根据牛顿第二定律可知, $a = \frac{F}{m}$,当空手投掷时,手的各个关节施加的力很大,可是手部的质量比弹弓的大,所以手投纸球产生的加速度不如弹弓大,所以弹弓发射的纸球比手投得远。弹弓这种功能就很好地发挥了力的作用。

又如,杠杆在古代应用非常广,在今天更广泛。大到起重机、千斤顶,小到一个捕鼠夹、指甲刀,都巧妙地利用了杠杆原理。

在体育运动中,非常讲究力的巧妙运用。铅球投掷采取滑步运动,这是因为,要增大铅球的初速度,就要增大推力,还要使作用时间与作用距离要大。滑步运动在这三个因素上都要比原地不动具有优势。而且,在投掷时铅球的出手仰角要小于 45° 角,这样有利于提高铅球飞行距离。短跑时,运动员一般都采用蹲跑式起跑姿势。这是因为,这种姿势使地面作用于足部的合力 F 通过人体重心,既能使人获得向前较大的推进力,又有利于保持身体平衡。又如跳高,跨越式跳高的角度不如背越式高。当运动员起跳后,身体重心以抛物线运动;身体各部分不论怎样用力,都不能增加重心升高的高度。采用背越式,缩短了身体重心的高度和横杆之间的距离,所以能跳出较高的高度。

在高科技领域,力的研究和利用更加充分。利用流体力学,人们制造出了大吨位的各种舰艇,制造出了翱翔天际的飞机,发明了降落伞;利用电磁力的作用,人们上可仰望浩渺的宇宙,下可探测深不可测的海底世界,还研究出了超导体;量子力学为探

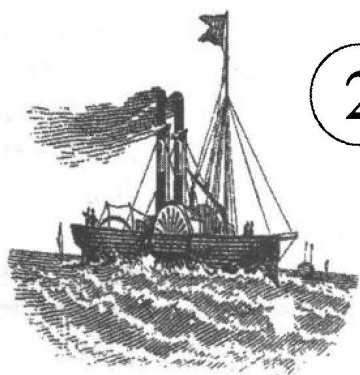


索微观世界奥秘提供了理论依据,为核能的利用与纳米技术的开发开辟广阔的道路,为未来科学研究的发展提供了空间。高科技时代的物理学仍是力的科学。

现代生活离不开力,人类活动离不开力。没有力的巧妙利用,火箭上不了天,飞机飞不了,汽车开不动,房屋不结实,机器效率低,工具不称手,整个生活就会陷入困境。没有重力,人们会轻飘飘地浮在空中,不能呼吸,不能自己,骨骼脆弱,生命垂危;没有摩擦力,人们拿不住东西、走不了路、穿不成衣服;没有压力,人们不能置身于空气中,呼吸没有动力,喝水进不了肚子,排泄无法进行。总之,没有力,就没有人们的正常生活。我们今天的生活能如此方便,很大程度上得益于对力的研究与应用。

在自然界已有的四种力的基础上,科学家们又提出了第五种力的假说。力的世界是否存在第五种力,人们在力的世界还会有什么样的进展,这就是未来研究的问题了。总之,无所不在的力的世界充满知识的力量。





2

飞翔的梦想

贰

一个久远的飞翔之梦

大自然在孕育人类的时候,并没有赋予人类得天独厚的身体条件。论个头,人不如大象;论力气,不如牛;论速度,不如马;但是这种种“缺陷”并没有束缚人类的发展。在不能以身体与其他动物抗衡的情况下,人类利用智慧,顽强地生存、发展着。力气不够,驱使其他动物,制造合适的工具,完成超过自身力气几十倍、几百倍的工作;速度不够,跨上骏马驰骋千里;抵抗能力差,修屋筑墙、搭棚建舍,为自己营造安全的屏障。在人类渐渐成了大地的主宰,并且勇于搏击大海的时候,另一个空间却让人类望尘莫及,这就是天空。自由翱翔天际的鸟儿激起了人类又一个征服欲——飞上蓝天。

飞翔的梦想一直激励着人类做出种种飞翔的设想和实验。在古希腊,人们认为鸟之所以能够自由飞翔,是因为它们有一对能飞的翅膀,于是有个勇敢者站在高高的崖涯上,展开像鸟翅一样的斗篷,纵身跳出去,结果“翅膀”没有飞起来,他掉下悬崖摔得粉身碎骨。我国的古人也做过类似的实验,同样以失败告终。后来人们希望通过另一种方式飞上天空,即制造像马车、渔船一样的工具。据说风筝就是在这种需要下发明的。不过风筝和鸟



翔
的
梦
想

005





生

活中的数理化

006

儿一样,无法承载相对沉重的人类飞上天空。传说中鲁班曾造出一只可以载人飞翔的木鸟,大概是和嫦娥奔月一样美好幻想吧。在明代时,有个叫万户的人想出了另一个飞上天空的办法——在椅子上绑许多爆竹点燃,椅子载着人就会像火箭一样飞上天。万户坐着椅子的确飞上了几米高的天空,但是十几秒钟后,他连人带椅摔落下来。

在人类向前发展的前几千年里,人们做了种种尝试,最终也没能实现飞翔的梦想。人们不明白,骑着马可以在地上跑,驾着船可以在海上飘,为什么就不能双脚离地飞起来呢?

苹果落地的启示

1666年,英国科学家牛顿由花园里苹果落地的现象想到了一连串问题:为什么苹果会落地?苹果为什么不飞到月球上呢?由此,牛顿认为苹果可能受着一个力,这个力使它掉在地面,而不致飞到月球。为了证实自己的猜测,牛顿进行了长达二十多年的实验研究。当时科学界正在热火朝天地讨论和研究着行星的运行规律。在牛顿之前,天文学家开普勒已发现行星运行的三大规律。牛顿在此基础上,于1687年发表了万有引力定律:自然界任何两个物体都是相互吸引的,引力的大小跟这两个物体的质量的乘积成正比,跟它们的距离的二次方成反比,用公式表达为

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}。$$

根据牛顿的万有引力定律可知,苹果和地球之间相互吸引,苹果的质量小,地球质量大,它们之间的吸引力不可能把地球吸向苹果,只能是苹果被吸向地球。地球的吸引力有多大呢?我们以一个重60千克的人为例进行计算,地球半径是 6.4×10^6 米,他和地球间的万有引力是多少呢?利用万有引力公式便可计算出来。地球的重量大约是 6×10^{24} 千克,G为引力常量,取

值为 $6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$, 代入公式有:

$$F = \frac{60 \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6} \times 6.67 \times 10^{-11} = 5.862 \times 10(\text{N}) \approx 60(\text{kg})$$

由此可见,人与地球之间的吸引力是多么强大。这就很好地解释了人为什么在不凭借外力的情况下,难以像小鸟那样离开地面,飞上蓝天的问题。

飞翔之梦的执着追求

由于地球强大的吸引力,人和生活在地球上的其他生物受到了重力作用。

人类从进化开始,就与重力作着顽强的较量。人直立行走,就是克服重力的最伟大的成果。人类在最初的生活生产中,一切生活资料和生产资料都靠自己肩扛手提,由万有引力定律可知,人背负的东西越多越重,受到的引力就越大,就越难以离开地面。随着生产力的发展和劳动经验的增加,人们制造出了许多工具,不仅减轻了自身负重,还可以把自己的重量转移到其他物体上。

这些看似与飞翔无关的活动,实际上都是飞翔的基础,人自身克服地球引力要行走、奔跑,就必须施加一个力克服重力,这个力越大,受重力作用的影响就越小。当人的力不能无限增大时,就依靠其他有力量的动物;当其他动物的力量达不到要求时,就使用机械。总之,人们在生产实践中获得了这样一个认识,只有在外力的作用下,才能改变地球引力对人的束缚,获得加大这个外力,是飞上天空的关键。

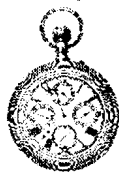
为了实现速度的加大,人类从工具的构造、动力系统的改进、能源的利用等各个方面进行了深入研究和实践。火车、汽车、轮船一系列快速行驶的交通运输工具相继诞生和使用。在这个基础上,飞机在 20 世纪初诞生了。萦绕在人类梦中几千年的梦想终于实现了。

贰



翔
的
梦
想

007



飞翔的速度

人类飞上蓝天后,更宏伟的飞翔梦想又诞生了——进入太空。

人类进入太空的最大障碍就是地球引力。人与地球上的其他物体都在随着地球的自转做圆周运动一样。这种情形就像用线拴着一个小球做匀速圆周运动。人与物体就像小球,线就是束缚小球离开的力——向心力,人与物体受到的向心力就是地球引力。当小球做圆周运动的速度越快时,线对球的拉力就越大,当速度快到一定限度时,拉力失去了对小球的束缚作用,小球飞了出去。这个模型就是超越地球引力的方式。那么,飞离地球,需要多大的速度呢?根据匀速圆周运动向心力的计算公式,我们可以算出这个速度。

在地球表面上以地心为圆心做匀速圆周运动的物体所受的力只有重力,重力就是维持这个物体做圆周运动的向心力。设物体质量为 m ,地球半径为 R ,重力加速度为 g ,那么有:

$$mg = \frac{mv_1^2}{R}$$

$$\text{解得 } v_1 = \sqrt{Rg} = 7.9\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$$

v_1 称为第一宇宙速度,这是地球表面上物体绕地心运转不飞出到地球以外所需的最大速度,如果地上的某物体,运动速度超出了 7.9 这个极限,它就会摆脱地球的束缚,进入茫茫的太空了。1969 年,美国的“阿波罗 11 号”宇宙飞船就是以这个速度将宇航员送上月球的。

如果要求从地面发射的物体不仅飞出地球的引力范围,而且飞出太阳的引力范围,发射这一物体所需的最小速度就称为第二宇宙速度在这个速度下,物体会摆脱太阳的引力。经计算,这个速度为 $11.2\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

1972 年和 1973 年,美国的“先驱者 10 号”和“先驱者 11 号”



生

活中的
数理化

008