



美国中学生 美国家庭
课外读物 必备参考书



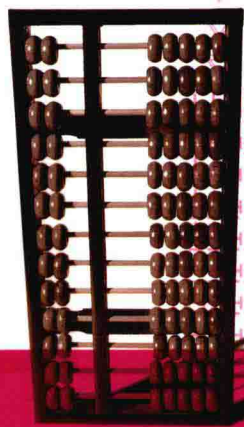
1000个数学知识

无处不在的数学

THE HANDY MATH ANSWER BOOK

物理学中的数学、自然科学中的数学
工程学中的数学、计算中的数学
人文科学中的数学、日常数学
趣味数学，我们的生活离不开数学

[美] 帕利斯·巴尼斯 / 著
谭艾菲 / 译



历史和科学从未如此引人入胜。

——美国卡耐基图书馆



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press



美国中学生 美国家庭
课外读物 必备参考书



1000个数学知识

无处不在的数学

THE HANDY MATH ANSWER BOOK

物理学中的数学、自然科学中的数学
工程学中的数学、计算中的数学
人文科学中的数学、日常数学
趣味数学，我们的生活离不开数学



[美] 帕利斯·巴尼斯 / 著
谭艾菲 / 译



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

无处不在的数学: 1000 个数学知识 / (美) 巴尼斯著; 谭艾菲译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2015.6

(美国科学问答丛书)

ISBN 978-7-5439-6645-1

I. ① 无… II. ① 巴… ② 谭… III. ① 数学 — 普及读物 IV. ① O1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 088635 号

The Handy Math Answer Book, 1st Edition
by Patricia Barnes-Svarney and Thomas E. Svarney
Copyright © 2008, by Visible Ink Press®
Simplified Chinese translation copyright © 2015 by Shanghai Scientific & Technological Literature Press
Published by arrangement with Visible Ink Press
through Bardou-Chinese Media Agency

All Rights Reserved
版权所有 • 翻印必究

图字: 09-2015-371

总 策 划: 梅雪林
责任编辑: 张 树
封面设计: 周 婧

丛书名: 美国科学问答

书 名: 无处不在的数学

[美] 帕利斯·巴尼斯 著 谭艾菲 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市人民印刷有限公司

开 本: 720×1000 1/16

印 张: 13.5

字 数: 227 000

版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-6645-1

定 价: 32.00 元

<http://www.sstlp.com>

前言

“当数学用于现实时,是不确定的;当它们确定时,又不适用于现实。”

——阿尔伯特·爱因斯坦

我们都曾见过它,也都曾感受到它,但很多时候并没有意识到它的存在。它隐身于奥地利大教堂漂亮的彩色玻璃窗的图案中,存在于汽车、电脑或宇宙飞船的大大小的运转当中,藏在孩子天真的问话当中——“你几岁了?”……

现在你可能已经猜到“它”是什么了:数学。

数学无处不在。有时它细微如蝴蝶翅膀的对称,有时又像纽约国内收入署显示的债务数字那样醒目。

数字已悄悄进入了我们的生活。它们被用来说明眼镜的验光单,显示血压、心率和胆固醇的水平。人们使用数字,这样你就可以按照公共汽车、火车或飞机时刻表出行;数字还可以帮助你弄清楚你最喜欢的商店、餐馆或图书馆什么时候开门。在家里,数字被用在菜谱中,用来读电表箱的电路图上的伏特数,以及为了铺地毯而测量房间尺寸。可能我们与数字最熟悉的联系是我们每天使用的钱。例如,数字可以让你知道早晨的那杯热牛奶咖啡上的交易是否公平合理。

本书是使你进入数学世界的一本入门书,介绍了从数学的漫长历史和未来启示我们如何在日常生活中使用数字的各种内容。这本书中有各种各样的有关数学的问题及答案,还配有丰富的图片和图例,以及成百上千个方程式,来帮助解释数学基本定律或为其提供例子,仅仅通过这一本书,你就可以获得广泛的基础知识!

数学的研究课题(及其许多联系)是浩瀚无际的。两千多年前,希腊数学家欧几里得写了13本关于几何和数学的其他领域的书(著名的《几何原本》)。他用了其中的6本来说明基本的平面几何。现在,人们对数学的了解甚至更多,在本书的最后一章你会看到一长串的出处。在这里我们为您提供从备受推崇

的文字出处到我们最喜爱的一些网址,如“数学先生”和“SOS数学”等所有的东西。通过这种方式,本书不仅向您介绍了数学的基本知识,而且为您继续进行您的数学探索之旅提供了资料来源。

需要提醒的是:这是一个包罗万象的探索旅程。但是,很快你就会了解到这个旅程处处都令人满意并富有回报。您将不仅理解数学是关于什么的,而且将欣赏到我们日常生活中的数学之美。正如它曾使我们大吃一惊一样,我们肯定,您也会为数字、方程式和各种其他的数学构想如何继续解释并且继续影响我们周围的世界而感到惊奇。

[美]帕利斯·巴尼斯

托马斯·斯瓦尼

目录

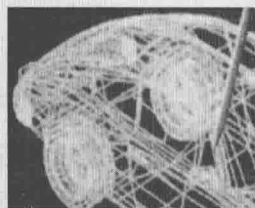
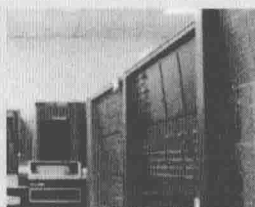
CONTENTS

前言	1
一 物理科学中的数学	1
物理与数学	1
古典物理学与数学	2
现代物理学与数学	7
化学与数学	11
天文学与数学	15
二 自然科学中的数学	25
地质学中的数学	25
气象学中的数学	35
生物学中的数学	46
数学与环境	50
三 工程学中的数学	55
工程学基础	55
土木工程学与数学	63
数学与建筑学	66
电气工程学与材料科学	74
化学工程	76
工业和航空工程学	77



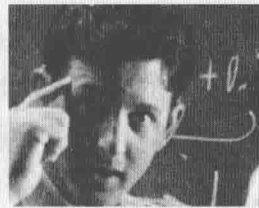
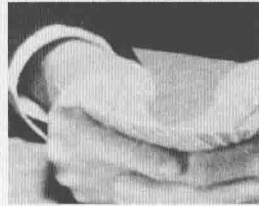
目录

四 计算中的数学.....	81
早期的计数和运算工具	81
机械和电子运算工具	87
现代计算机与数学	95
应用	101
五 数学在人文科学中的应用.....	106
数学与美术	106
数学与社会科学	115
数学、宗教和神秘论	117
商业和经济中的数字	122
医学和法学中的数学	127
六 日常数学.....	130
日常生活中的数字和数学	130
数学和野外活动	137
数学、数字和身体	139
数学和消费者的钱	143
数学和旅游	149
七 趣味数学.....	154
数学猜谜	154



Contents

数学游戏	162
纸牌和骰子游戏	165
体育运动中的数字	167
仅供娱乐	171
八 数学资源	176
教育资源	176
组织和学会	179
博物馆	182
大众资源	183
网上冲浪	193
附录 1	199
附录 2	203





物理科学中的数学

物理与数学

► 哪些科学领域大量使用数学？

大量使用数学的领域是物理科学，包括物理学、化学、地质学和天文学。这些科学领域被经常与自然科学或生物科学作对比。物理科学分析了能源与非生物的属性与特征，这通常需要借助数学来判断它们相互作用时复杂的关系。

► 什么是物理学？

物理学通常是用来描述物质与能量之间相互作用的科学。它的分支领域包括：原子结构、热、电、磁、光和其他许多现象。从传统意义上说，物理学被分为古典和现代两方面——虽然两方面的许多分支是相互重叠的。古典物理学包括：牛顿力学、热力学、声学、光学、电学和磁学。现代物理学包括量子理论及相对力学等。

物理学的其他划分方式是实验物理学和理论物理学。理论物理学家用数学去描述这个客观世界然后预测它会如何运转，他们依靠实验结果来核查、理解、改变或是消除理论。实验物理学家用实际的实验去测试他们的预测，而在实验中经常使用数学。

宇宙万物都在运动当中，从转动的地球到亚原子粒子。物理学中的运动主要是通过数学来描述的，包括：速度、加速度、动量、力（改变物体静止或运动的状态）、扭转力（一种导致运动或使其绕着支点旋转的力量）、惯性（一种物体会一直保持静止或运动的状态，直至外部力量的介入）。与大部分人想法相左的是 speed 和 velocity 是不同的。“speed”是某物运动

► 数学是怎样应用在物理学中描述运动的？

古典物理学与数学

数理物理学使用了统计力学的概念和量子领域理论。但是，它和理论物理学不一样，数理物理学是在一个更加抽象和周密的基础上去研究物理。理论物理学涉及的数学不如数理物理学多，但却和实验物理学有更多的关系。然而，同科学的许多领域一样，给数理物理学下定义不是件容易的事。例如，对现代物理学下的另外一种定义是它包括了古典数理物理学外的各个数学领域。

► 什么是数理物理学？

物理学几乎每个领域——特别是现代物理学在很大程度上都是依赖数学的。例如，人们需要用数学来理解加速度、速度和引力的概念。统计力学也使用大量的数学。如果没有很好的数学知识，就不可能理解量子力学。事实上，量子领域理论是数学应用最活跃的科目之一，同时也是自然科学中最抽象的领域之一。

► 有哪些物理学领域在很大程度上依赖数学？



的速度，“velocity”是一定方向上的速度。Speed也被称作纯量数量，是通过下面的公式来描述的： $\text{speed}(\text{速度}) = \text{距离} / \text{时间}$ ，例如，如果你2小时内行进了200英里（322千米），而且你的速度是连续的，你的平均速度是200/2英里（322/2千米），为每小时100英里（161千米）。另一方面，velocity被认为是矢量数量。那赋予了velocity速度和方向——并直接引发了加速度。

当一个物体的速度变化时，我们说它加速了。加速度（一个像速度一样的矢量）是以速度的变化除以变化所需的时间来代表的。加速度公式或是单位时间内速度的变化是 $a = \Delta v / \Delta t$ ，在这个等式中， a 是加速度， Δv 是物体速度的变化（ Δ 代表了变化）， Δt 是达到一定速度所需要的时间。例如，如果加速度是持续的，一个人从静止的点到5秒内的速度达到每小时60英里（97千米）（或是最终速度减去最开始的速度除以实际消耗的时间），这意味着加速度等于每秒17.6英尺（5.4米）（应该分别把英里每小时转化为英尺/每秒）。

动量和移动一个物体所需要的能量有关，动量的定义为阻止一个物体移动所需的必要能量，它取决于一个物体的质量和速度，是这样表示的： $M = mv$ ，在这个公式中， M 代表动量， m 是这个物体的质量， v 是这个物体的速度。

► 重量和质量之间的数学区别是什么？

重量和质量之间存在着一个明显的区别，在 $W = mg$ 这个公式中，这个区别非常明显地显示了出来，这个公式中的 W 是重量（或是这个物体的引力）， m 是质量（或是一个物体的物质数量）， g 是引力。例如，如果你想减重，你可以搬离地球到月球上去住（在这种情况下，引力会减少）。但是记住，无论你到宇宙中的任何一个地方，你的质量都是相同的，除非你去节食减肥。

► 牛顿三定律能用数学表达出来吗？

是的，牛顿的三定律都是建立在数学公式的基础上的，但是等式对于这个教材来说太过于复杂。它们是这样被定义的（一些使用了适合的数学符号）：牛顿第一定律（惯性定律）认为如果没有任何外力施加于一个物体之上，它将会维持一个持续的速度。换句话说，一个物体会永远静止或保持直线运动的状态直到某种东西推动着它，改变其速度或方向。这种改变一切事物静止或直线运动



无论你站在月球或地球上，你的质量总是一样的，但你在月球上会轻很多，因为在你身上的引力小。泰科西/盖蒂图片社 (Taxi/Getty Images)



▶ 数学是否可以应用在物理中去描述工作量和能量?

是的,数学等式可以用来描述工作量和能量。能量有许多种形式,但是它最基本的定义是与工作量有关的,当一个力使一个物体移动了一定距离,我们说一定的工作量完成了。这可以用一个简单的等式来表达: $W=Fd$,在这个等式中, W 是工作量, F 是力, d 是距离。在这个定义中,只有作用于物体运动方向上的力才算数。

状态的力量就是地球引力。这种现象当你向空中抛一个棒球时是显而易见的:这个球不会向一个连续直的方向移动,因为地球引力拉着它朝向地表运动。

牛顿第二定律(连续加速度定律)认为如果一个力施加于一个物体之上,这个物体会在该力的方向上加速前进;这个力制造了一个与该力成正比的加速度(与质量是成反比的),这是通过下面的表达式来表达的: $F=ma$,在这个公式中, F 是力, m 是质量, a 是加速度。实际上牛顿是通过微积分来表达这个公式的——用微积分这种数学形式来解释这些物理定律。它的等式如下:

$F=m\frac{\Delta v}{\Delta t}$,在这个等式中, m 是质量, Δv 是速度变化, Δt 是速度改变的时间,这是因为即时的加速度相当于在一定速度,在一定条件、一定时间的即时改变。

牛顿第三定律(又叫作用力与反作用力定律)认为作用于一个物体上的力是相互的,换句话说,如果一个力施加于一个物体之上,这个物体会对施力物体施加一个相等的反作用力。这些力的数学等式过于复杂并超出了本教材的范围。

▶ 什么是牛顿万有引力定律?

很难理解的是,宇宙万物都是相互吸引的,物理定律不仅是最著名的,也是最重要的定律之一,牛顿定律认为两个物体质量 m 和 M 之间的引力,与两个物体质量成正比,与两个物体之间的距离 r 成反比。公式是这样的(注:在某些教



是谁发展了解释电与磁的数学等式？

关于电与磁的重要早期著作是由苏格兰物理学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦 (James Clerk Maxwell, 1831—1879) 撰写的, 他于1873年出版了《论电和磁》。书中提出了以数学为基础的电磁领域的理论。这些等式, 现在被人们所熟知为麦克斯韦等式, 包含了四个不同的等式, 它们为电和磁的统一、光电磁的描述, 麦克斯韦的理论最终带来了今天人们习以为常的许多东西, 并最终为爱因斯坦的相对论奠定了基础。尽管大部分人认可牛顿关于力的著作, 但是每当提及古典物理学时, 却很少有人能记住麦克斯韦的电磁理论 (包括电磁波的观点), 包括收音机波和微波。

材中, 两个物体的质量分别以 m_1, m_2 来代表): $F = G \times \frac{M \times m}{r^2}$ 。引力在性质上是恒定的, 显示了存在的引力有多强。换句话说, 物体之间离得越远, 物体之间的吸引力越小。

► 什么是统计力学？

统计力学将统计学应用于力学领域——一个粒子或物体受力的时候会引起的运动。它被用来理解一个单原子或液体分子、固体分子和水分子的属性——(甚至是组成电磁辐射的单束光)——到日常物质的属性。因为统计力学从数学角度帮助人们理解大量微量元素之间的相互作用, 所以被应用在更广泛的领域。如此看来, 它与热力学是相反的, 热力学是从一个宏观的、大范围的角度去处理同类型的系统。

► 什么是欧姆定律？

欧姆定律 (Ohm's Law) 对电的研究是非常重要的。它认为导体中的电流



跟导体两端的电压成正比。这个定律首先由德国物理学家乔治·西蒙·欧姆 (Georg Simon Ohm, 1789—1854) 总结, 公式如下: $V=IR$ (或者 $I=V/R$), 在这个公式中, V 是电压, I 是电流 (在某些教材中也写作 i), R 是导体的电阻。这也可以以电量的方式来书写 (电压=电流 × 电阻), 也可以用单位计量方法 (电压=安培 × 欧姆)。

现代物理学与数学

► 什么是现代物理学?

和古典物理学相比——尽管有很多重合的话题——现代物理学包括相对力学、原子、核、粒子物理学和量子物理学。

► 爱因斯坦是怎样应用数学的?

理论物理学家阿尔伯特·爱因斯坦 (Albert Einstein, 1879—1955) 被认为是历史上最伟大的物理学家, 他同时也是一位非常伟大的数学家。1905年, 他发展了特殊相对理论, 从数学角度阐释了两个高速运行的观察者会经历不同的时间间隔和不同的长度计算方法, 而光的速度是所有有质量的物质物体速度的极限, 而质量和能量是对等的。

1915年左右, 爱因斯坦完成广义相对论的数学公式, 这次他添加了引力作用去判断空间连续性的曲度。他进一步尝试发现了统一场理论, 这个理论将重力、电磁和亚原子现象统一到一套规则之下, 如果没有他, 还没有人能发现这一理论。

► 什么是相对性?

相对性是这样一个观点: 一个物体的速度只能通过其相对的观察者的来决定。例如, 如果一只苍蝇以每小时1英里 (1.6千米) 的速度在车内飞行, 以车本



身做参考,这只苍蝇的运行速度是每小时1英里(1.6千米)。但是如果这辆车以每小时65英里(105千米)的速度驶过你身边,看起来这只苍蝇是以每小时66英里(106千米)的速度飞行的,而不是每小时1英里(1.6千米)。换句话说,这是一个参照物的问题,而且是相对于你的视点来说的。

► 在爱因斯坦相对论的研究中产生了哪些新观点?

爱因斯坦相对论告诉人们空间与时间已经不可再被看作是分开的独立的实体,并形成四维的连续性叫作 *space-time* 时空的理论(也写作 *spacetime*)。爱因斯坦理论的复杂性很难用语言解释,阐释其作品最好的方式就是使用某些数学分支的公式,像张量演算。但是如此复杂的等式已经超出了本书的研究范围。

► 爱因斯坦的理论改变了人们对维度的概念了吗?

是的,多亏了爱因斯坦的理论,我们关于维度的观点大大地改变了。更不用说产生这些理论所需要用到的数学。尤其我们不能区分在描述事件时作为元素的时间与空间。取而代之的是,它们都被加入到我们所说的四维空间当中——也叫作四维多面体并以时空的概念为人们所知。



► 爱因斯坦的著名等式 $E=mc^2$ 说明了什么?

在爱因斯坦其他的成就当中,他从数学方面告诉人们在质量和能量之间存在着联系:能量是有质量的,而质量代表了能量。这个等式也叫能量—质量关系,是这样表达的: $E=mc^2$,在这个等式中, E 是能量, m 是质量, c 是光速。因为 c 是一个非常大的数字,即使是很少量的质量也代表着大量的能量。

虽然,这听起来像是出自电视节目秀“星际旅行”,但是,宇宙中的时空事件是从四维连续性的角度去描述的。简单说来,每一个观察者都是通过3个类似空间的坐标和一个类似时间的坐标来定位一个事件的。时空中类似时间坐标的选择不是唯一的,所以,时间对于观察者来说是相对的而不是绝对的。这种奇怪的现象就会是:具体而言,对于同一个观察者来说,在不同地点同时发生的事件对于其他观察者来说就将不会发生。

► 为什么麦克斯·普朗克(Max Planck)对量子理论是重要的?

量子理论(或物理学)包含了通过物质和物质粒子运动发射和吸收的能量。在这种特殊的情况之下,包含了一些非常微小的数量。当被添加到相对理论当中时——这理论需要极快的速度,两者都构成了现代物理学的理论基础。

量子理论其中最重要的方面之一是量子。1900年德国物理学家麦克斯·卡尔·欧尼斯特·路德维格(Max Karl Ernst Ludwig Planck, 1858—1947)提出了所有形式的辐射——正如光和热——是以被叫作量子束的形式出现的。这些量子束被进一步放射吸收为小的分散的数量,在一些条件下表现为物质的粒子。例如,一束光能以光量子或是光子被人们所认知。普朗克发明了这个等式: $E = h\nu$, 在这个等式中, E 是单个粒子的能量, ν 是波的频率, h 是一个常量,叫作普朗克常量。

有趣的是,一些人用普朗克的发现去划分物理学的阶段: 古典物理学被称为是“前普朗克物理学”,而现代物理学被称为是“后普朗克物理学”。

► 什么是量子力学?

量子力学是量子理论的分支,它简单地判断了一个事件可能发生的几率,虽然用数学运算来证明事情是非常有力和复杂的。事实上,量子力学经常被叫作“量子理论最终的数学公式”。发展于20世纪20年代,它解释了在原子水平上的物质,同时也被认为是统计力学的延伸,但是却是建立在量子理论的基础上的。量子力学一个重要的部分是波动力学,它是量子力学的延伸,是建立在薛定谔(Schrodinger)等式的基础上的。这个观点认为,在原子范围的事件可以通过粒子波之间的相互作用来进行解释。