光海弄波

学识走笔

程路 著

南开大学出版社

光海弄波

——光的波粒二象性

STUDENTS' LIBRARY

学识走笔·大学生文库

程路 著

南开大学出版社

学识走笔·大学生文库

光 海 弄 波

程 路 著

南 开 大 学 出 版 社 出 版

（天津八里台南开大学校内）

邮编 300071 电话 23508542

新华书店天津发行所发行

河北省永清县第一胶印厂印刷

1998年12月第1版 1998年12月第1次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:6.75

字数:162千 印数:1—2000

ISBN 7-310-01116-3

G·154 定价:10.00元

作者简介

程路，生于1938年。1960年毕业于南开大学物理系，并在该校任教至今。1986年晋升教授。1992年曾在美国宾夕法尼亚州立大学电子工程系执教。长期从事物理光学、信息光学和统计光学领域的研究。在国内外学术刊物发表论文30余篇。著有《光学，原理及发展》、《光的波粒二象性》、《量子光学》和《统计光学导论》等书。

内容简介

本书以人们对光的本性认识的三个阶段——微粒说、波动说和量子说为线索，系统阐述了波动光学和量子光学的基本概念；尤其是写出了作者关于学习、研究方法的多方面的心得体会，诸如：怎样从严格的科学体系出发，用刨根问底的精神来澄清似是而非的观念，怎样自创模型来对物理概念进行直观形象、深刻透彻的理解，如何将物理体系阐述得更加科学、严谨，以及创造性的灵感是怎样产生的，等等。

全书通俗易懂，偶有诙谐笔调，并写有一诗二词。本书可供高中以上水平的学生、教师和科技人士阅读。

学识并蓄 文理交融

策划人语

学识走笔·大学生文库

当代大学生们需要哪些课外读物?

这个困扰编辑们的课题时时撞击着我们的胸膛。十余年来,我们苦苦追索,终于觅得一个。请学有专长的教授、学者,就其所熟悉的领域,挥笔泼洒,道其专业之长,言其治学之妙经,陈其“诗”外之功夫,让学术的博大精深与治学的纵横思维交相辉映,让课堂内外、书本内外融为一体,使当代大学生从多个侧面去理解学者的治学之道,从中悟出自己的未来的学术之路——这便是我们编此丛书的初衷。

这套丛书的作者大都不单纯是教书匠。他们在科研上独有建树,而且大都有广泛的兴趣;跨学科、跨领域,乃至文理交叉,是其一大特征。“功夫在诗外”,这些诗外功夫为他们的创造性研究开辟了一个新天地,也为我们的大学生们作出了某种示范。

“论古不外才识学,博物能通天地人”。学与识,这是做学问的左右手。饱学而乏识,难成顶尖人材;而“识”这把利剑的铸成,有赖于创造性思维的不断磨砺。“十年磨一剑”,“识”的造就

亦决非一日之功。

北京大学著名教授季羡林最近指出:随着各学科的边缘化、各门学科之间的联系正日益密切,21世纪文理科不再分科将是发展的必然趋势。文中有理、理中有文将是未来学科的新特点。

文理交融,文理渗透,培养复合型人才,正在逐渐成为全国许多大学的共识。在一所大学里,理(工)科学生选几门文科课,文科学生选几门理(工)科课,不再单纯是未来择业的狭隘实用主义,而日益成为大学生们提高自身素质需要的一种渴求。

《学识走笔·大学生文库》丛书力图满足大学生们的这种渴求,为造就一专多能、兴趣广泛、创造力强的一代英才而尽微薄之力。

本丛书的第一辑包括《光海弄波》、《数林掠影》、《力学诗趣》、《特殊群体》和《枫林唱晚》五种。

《光海弄波》以新的角度介绍了光的波粒二象性这一古老命题。作者以"抬杠颂"为楔子,打开了讨论光的特征的话匣。该书每章安排的"心得点滴",论述精当,文笔活泼生动,间或亦有点睛的小诗出现。全书的思辨性和哲理性,都令人称道。

《数林掠影》介绍了33个数学命题,其中既有浅显的有关自然数、勾股数的论题,又有深奥的有关哥德巴赫猜想的论题;与此同时,还将电脑下棋问题等吸纳进来,构成了数学之林中的一道道风景线。

《力学诗趣》分为"力学诗话"和"力学趣谈"两编。作者令力学与唐宋诗词交融、力学与生活交叉渗透,娓娓道来,充分显示出两位研究自然科学的教授的深厚文学功力。

《特殊群体》涉及的是科学家这一特殊群体在社会中的作用、地位,以及科学家的科研道德行为等。这对于即将步入社会并从事科学研究的大学生而言,定会有特殊的帮助。

《光海弄波》是一部抒发人生感悟、环境忧思等的哲理性极强的书。作者以一位老教授、老学者的敏锐目光,关注校园,洞察社会,审视历史,放眼海外。书中“唱”得活,“唱”得深,“唱”得鲜,“唱”得远。

总之,这第一辑的五种书风味各具,特色不同。策划者诚惶诚恐地将它们献上,但不知是否合乎诸位大学生的口味?

期待批评,期待建议,期待反馈信息。

亮　霄

一九九八年四月于南开园

目　　录

大学生文库·光海弄波

第 1 章

抬杠颂(代前言)

在求学时期,尤其是读大学期间,我就喜欢抬杠——就课堂上之所学以打破砂锅问到底的精神跟同学争论。(大学时的主要“杠友”是同班的易溥滕君。)那时,只觉得将有些概念从根儿上“抬”个清楚,无论是自己胜了还是败了,都很过瘾,可谓一种“癖好”。时至今日,我越来越明确地认识到这种癖好的可取之处。就我的体会而言,它的好处有三。

第一点是能引起写东西的冲动,从而逼出作品。我的一些论文就是抬杠抬出来的(例如多数人认为全息照相的信息含量肯定比普通照相多,我论证了并非如此,见§1.3),又如下面的§1.1也是为了在抬杠中击败对手而“精心炮制”的文章。

第二点比第一点远为重要,就是在撰写这样文章的过程中,往往会在认识问题的深度和高度方面产生意想不到的升华。那真是可喜的收获。

第三点的重要程度毫不亚于第二点,那就是爱抬杠会使你对于某些物理概念,即令没有抬杠对象,自

己也要求从根儿上再把它理解得比书上之所讲更透彻一些。这也能产生意想不到的升华(见§1.2和§7.3)。

§1.1.驳赌客必赢论

这是唯一与本书的正题("光")无直接联系的一节,但它对于本章的正题——抬杠颂而言,却颇为恰当。这是一篇未发表的"论文",虽然长些,也只好请读者见谅了。

先说一下这篇东西产生的背景。一次我在海外某大学物理系进行访问期间,有两位年轻的朋友(一位也是物理系的访问学者,另一位是电子系的研究生)对于去赌场有了兴趣。赌已本非佳举,更严重的是,他们认为找到了赌赢的"理论"。每近周末,常听到他们"动员"别人:"明天咱们去某赌场玩玩,按照我们的办法跟场主的人赌,准能赢。道理很简单:在赌场中,赌客有两点主动权,一是下注自由,二是有随时退场的自由;而赌场主无此自由。假若赌的规则对主、客双方公平* (即英语之 fair play),那么赌客比赌主净多出两个自由度,当然占优。总之理论上必胜,只要按照我们的办法去做就行。"他们的办法有两种,就是下文的"一赢即走"法和"加倍下注"法。

我的"第一感"认为这种理论肯定是不对的,否则,像"加倍下注"和"一赢就走"这样一分钟就可学会的"诀窍"谁不会掌握,全世界的赌场岂不都要关门?于是同他们二位进行了一场激烈的争辩亦即抬杠。他们坚持赌客优势说,我则力主这种"优势"

---

* 实际上赌场中的任何赌法,其规则都不是对双方公平的(鲜有主、客用掷硬币来赌的),而是或多或少有利于主方(不然赌场老板的生计从何而来!)。不过为了使问题更简明,这里我们姑且按 fair play 来进行论证。

只是一种惑人的假象。我说我也在拉斯韦加斯(Las Vegas,美国著名赌城)赌过一次,不过我是先下了决心——输够20美元之后,就是有人给我磕头,我也不再多赌一分钱——然后才进赌场的:20美元只当是逛公园的门票。他们则不无嘲讽地说:"你这才真正是去送钱的;应该接着赌,捞回来,赢一点,马上走。"后来我竟然替他们设计了一则广告以事挖苦,广告曰:

"赌必赢"培训班

功效:经本班培训之后,保证进赌场必赢。

收费:每人10元

培训期限:2分钟

声明:凡在赌场中因不按本班所授诀窍而输钱者,本班主概不负责。

班主启　年　月　日

但是由于没坐下来进行认真的概率推算,这样的挖苦尤令对方不服,我也自觉失之苛薄。

于是我产生了写一篇东西的冲动。原本只想把概率计算一步步推算出来,岂料在撰写过程中竟引出了自认为十分精辟的辩言。这种辩言对于开发人的思维实在可贵,它使我足足兴奋了好几天。下面就是这篇文字。

博弈论中最易出现的两个悖谬
兼论"第七感"运作与"唯理性"运作

提要　由于赌客到赌场与场主赌博时,赌客有两点自由:(a)赌客可随时自行停赌,场主却不行;(b)下注数额任随赌客,场主无权左右,于是有人认为,赌客可以设法利用这两点优势提高赢钱率。最常听到的办法有两种:一是"赢1输 n 走人法",

一是"加倍下注至2"法"。本文用初等概率证明,此二方法丝毫提高不了赢钱率。

更重要的是,本文从具体到抽象论证了一条**定律:不可能存在一种方案,使得赌客据此方案能够利用上述优势提高赢钱率。**

一、赌博中的两个佯谬命题

1.命题1(亦即佯谬1)

A、B二人赌博,一把(game)一把地接着赌,每把皆为fair play(即胜率各1/2)。一旦某把后停止不赌了,则此局(set)结束。今A有权随时宣告停止,而B无此权利;且每把下注之数额亦由A定。则A按照下述原则使用其主动权(亦即诀窍),必有便宜:

(1)每把下注皆为1;

(2)每局中,A一旦净赢够1,他就宣布停赌;

(3)每局中,A一旦净输够$n(n>1)$,他也宣布停赌。*

此原则简称为"赢1输n走人"法;这里B影射赌场主,A则影射赌客。

这一命题的支持者言道:"只要n取得大些,比如$n=100$,A就很容易占到便宜。输够100元的几率多小啊!而净赢1元的可能性却大得多。只要一赢,A就走人。"并且还说:"此命题之证明用不着数学推算,从图1.1即可一目了然:A和B在各方面都平等,而A比B净多享有两个自由度。"之所以这样说,乃是由于他们有一种("第七")感觉,那就是,如果赌客是因BB机

* 或有人说:"我的办法不含这第(3)条。"换言之,只要不赢,他就不走,直至净赢1元为止。这其实是令第(3)条中的$n=\infty$。而$n=\infty$的办法在实践上既不成立(难道你输了十万亿元还不走吗?),在理论上也使得此办法不成其为可分析的问题。

一响而被动地被别人随机叫走的话,则他没有便宜;现在他是主动地想什么时候走就什么时候走,他可以在对他最有利的时候(比如赢了一点——1元的时候)走,那就肯定会有便宜了。

图1.1

2. 命题1错误性之证明

此证明只用到初等概率,其推演可以按下面的图式(图1.2及图1.3)进行。图中的一组横线从上至下标有g1,g2,g3,…,表示刚玩过第一把、第二把、……的时刻。图中的一组竖线上方标有+1,0,-1,-2,…,$-n$,表示在该局进行过程中A的净赢值w。左、右两端竖线为终局线。左终局线($w=+1$)对应于A净赢1元终局,右终局线($w=-n$)表示A输够n元终局(图1.2中$n=2$)。图中最上面的黑圆对应于起始状态。由它向左下、右下各伸出一条斜线。左斜线表示A胜一把,从而到达新的状态圈(圈内的"+"号即表A胜)。由于该新圈处于左终局线,故用双圈,表示以A净赢1元终局;圈旁的"[1/2]"即表示以此终局的概率。由起始圆伸向右下的斜线到达一个"-"圈,表示A负一把,线中的"1/2"即这一事件的概率。由于这个新状态并不在终局线上,所以过程还应继续,就是由它又向左下、右下各伸一条斜线。不过由于它本身出现的概率只有1/2所以由它伸出的两条斜线各自只有1/4的概率。依此类推,一旦某个新状态处于终局线上,就在终局圈近旁标出以此方式终局的概率。(右端的"-"双圈表示以A输够n元终局。)左端方括号内所有数值之和即为以A净赢1元结局的总概率;右端之和则为以A输够n元结局的总概率。

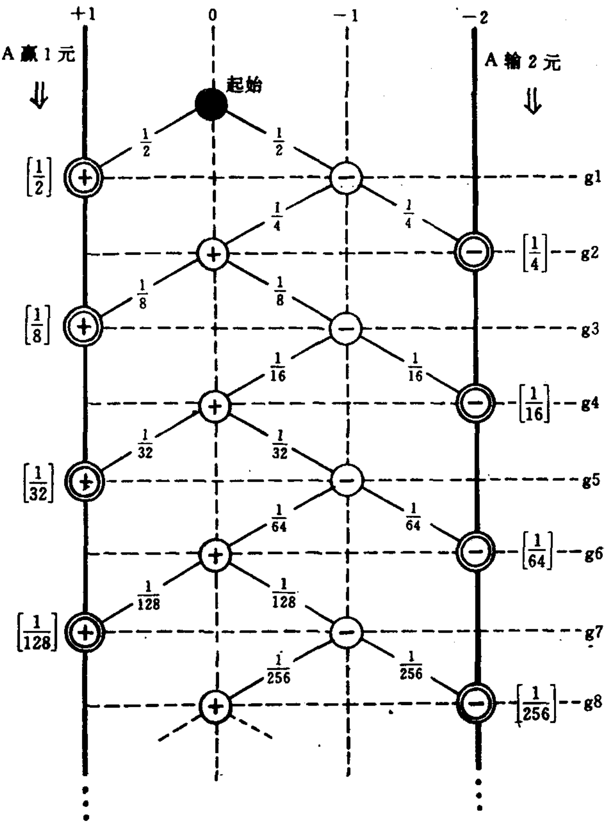

图 1.2

图 1.2 为 $n=2$ 的情况,即"净赢 1 元走人,输够 2 元也走人"法则。由图看出,A 赢 1 元走人的总概率为

$$\frac{1}{2}+\frac{1}{8}+\frac{1}{32}+\frac{1}{128}+\cdots$$

$$=\frac{1}{2}\left(1+\frac{1}{4}+\frac{1}{4^2}+\frac{1}{4^3}+\cdots+\frac{1}{4^m}+\cdots\right)$$