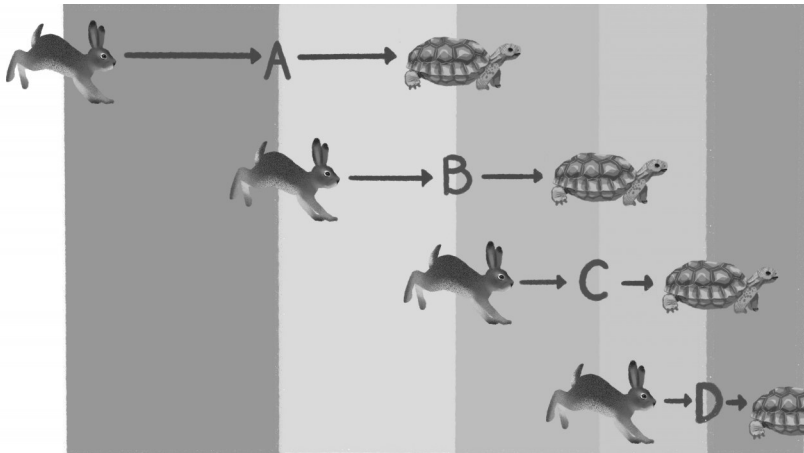




## 与兔子相关的三个数学问题

□ 苏青



图为“龟兔赛跑”悖论示意图 苏靛绘

1月21日就是大年三十，也即老百姓常说的除夕。过了这一天，虎年辞去，兔年来临。兔年话兔，文坛习俗，我也免不了俗，就谈谈三个与兔子相关的数学问题吧。

### “鸡兔同笼”问题

“鸡兔同笼”是中国古代著名的数学趣题之一，载于大约公元四、五世纪成书的《孙子算经》。书中写道：“今有雉兔同笼，上有三十五头，下有九十四足，问雉兔各几何？”翻译成白话文就是：“有若干只鸡和兔在同一个笼子里，从上面数有35个头，从下面数有94只脚。问笼子里有鸡和兔各几只？”

《孙子算经》作者给出了“上置”“下置”两种解法，后人则找到了更多的有趣解法，如“假设法”“抬腿法”“砍腿法”“吹哨法”“列表法”“矩阵法”“鸡腿法”等等。

如“假设法”：假设兔和鸡都有2条腿，则笼子里一共应该有  $35 \times 2 = 70$  条腿，而兔子实际有4条腿，每只兔比鸡多出2条腿，由多出的  $94 - 70 = 24$  条腿可知，笼子里共有  $24 \div 2 = 12$  只兔，因此鸡有  $35 - 12 = 23$  只。

当然，如果你是一位初中生，运用代数方程组求解，问题那就再简单不过了。“鸡兔同笼”还可演进为变量不是整数或变量不止2个的几十种同类问题，解题虽复杂一些，但思路却大致相同。通过运用不同的方法解答不同的“鸡兔同笼”问题，无疑可提高青少年在逻辑推理、数理演算等方面的能力。

### “龟兔赛跑”问题

龟兔赛跑最早出自《伊索寓言》中的“乌龟与野兔”故事。该书相传为公元前六世纪古希腊被释放奴隶伊索编著，收录了以各类动物为主角的寓言故事357篇。这个故事的作者叫伊索，中外皆知，它告诫人们谦

虚勤勉将获成功，骄傲自大必定失败。

后人将这个寓言演绎成了一个逻辑悖论：如果乌龟先爬出一段距离，然后再让兔子去追，那么，不管兔子跑多快，它永远也追不上乌龟。古希腊的哲学家提出过一个著名的悖论——芝诺的乌龟，也被称为“芝诺悖论”，只不过它把“龟兔赛跑”里的兔子换成了古希腊神话中善于跑步的神明阿基里斯。在芝诺的问题中，阿基里斯永远追不上一只正常爬行的乌龟。

逻辑推理证明步骤如下：假设阿基里斯跑步的速度是每秒10米，乌龟爬行的速度是每秒1米，阿基里斯让乌龟先爬100米再出发追赶；当他跑完100米后，乌龟已往前爬了10米；阿基里斯再往前追赶10米后，乌龟又向前爬行了1米……如此循环下去，无论阿基里斯怎么追赶，都无法追上乌龟，因为乌龟总会制造出在阿基里斯前面的

无数个新起点。实际情况当然不是这样，我们由此可以发现形式逻辑存在的缺陷。

实际上，根据高等数学理论，在“龟兔赛跑”问题中，兔子与乌龟之间的起始距离是有限的，它们之间的距离无限缩小时，按照极限的定义，这个距离最终将等于零，因而兔、龟就会在某一时刻处在同一起跑点上，兔子和阿基里斯自然很快就追上乌龟了。

### “兔子数列”问题

“兔子数列”又称斐波那契数列，它由13世纪意大利数学家斐波那契提出，这个数列因以兔子繁殖为因而引人，故又被称为“兔子数列”。

斐波那契的问题是：通常，兔子出生两个月后就有繁殖能力，之后，一对雌雄兔子每个月就能生出一对小兔子来（假设也是一

雌一雄）；如果所有的兔子都不死，那么一年以后，可以繁殖出多少对兔子？按照上述假设，一年也即12个月里，经繁殖后每月拥有的兔子数量（单位：对）分别是：1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144。据此，斐波那契数列的通项公式可以如下定义： $F(1)=1;F(2)=1;F(3)=2;F(4)=3;……F(n)=F(n-1)+F(n-2)(n\geq 3)$ 。该数列有两个明显特点：一是从第三项开始，每一项的数字都等于前两项的数字之和；二是当数列的个数趋向于无穷大时，后一项与前一项数字比值的分数部分就越来越逼近黄金分割比0.618。因此，斐波那契数列又被称作黄金分割数列。

该数列在自然界里多有体现。比如，树木新生的枝条往往需要“休息”一段时间才能萌发新枝，一株树木各个年份生长出来的枝杈数，便构成了斐波那契数列。在现代物理、结构化学等领域，斐波那契数列也有直接的应用。1963年，美国数学会创办了《斐波那契数列季刊》数学杂志，专门用于刊载这方面的研究成果。

没想到，小小的一只兔子，竟和数学有着这么深的渊源。兔年将至，我们可得好好学习数学吧！古希腊数学家毕达哥拉斯曾说过“万物皆数”，中国古代周公曾曰“大哉言数”，有感于斯，填《浪淘沙令》词一首，以表情怀：“辞旧报新年，思绪翩跹。舞文弄笔竞佳篇。锦上添花吸眼阅，选料当鲜。//算术悉心研，典故重编。逻辑数列理推连。极限方程欣解惑，学海无边。”



青诗话

## 光与影成就著名诗篇

□ 王恒



文字里的科学

“花间一壶酒，独酌无相亲。举杯邀明月，对影成三人。月既不解饮，影徒随我身。暂伴月将影，行乐须及春。我歌月徘徊，我舞影凌乱。醒时同交欢，醉后各分散。永结无情游，相期邈云汉。”这是著名诗人李白的诗句《月下独酌》。

古时候，人们观察自然现象时发现，在太阳光下，物体的影子总是伴随物体的。它随着物体的出现而出现，随着物体的消失而消失。早在战国时代，墨子就对物体和影子的关系做了说明，他提出了“景不徙”的观点，墨子认为某一特定的瞬间，运动物体的影子是不动的，影子看起来在移动，只是旧影不断消失，新影不断产生的结果。这说明影子依赖物体而存在，且随着物体位置的变化而变化。物体的影子总是伴随着物体本身，影

子的产生与光的直线传播有密切关系，如果光线会拐弯，就不会有影子。影子是在光的照射下形成的。光源发出的光照射在不透明的物体上时，光线就被物体挡住了，在物体的后面就形成一个暗的阴影区域，这个阴影区域就是我们通常说的影子。

影子、光源和遮挡光源的物体是三位一体，密不可分。诗人李白应用了影子、光源和遮挡光源的物体三者的关系写下了著名的诗篇《月下独酌》，这里月亮是光源，李白是遮挡光源的物体。月亮和李白的合作投下了影子。酒与月，是李白一生须臾不曾离开的最忠实的伴侣，在酒兴驱动下月亮（光源）、李白（遮挡光源的物体）和影子演绎出一首发自内心的诗篇。

《月下独酌》是以感情跌宕起伏和率性纯真而著称的，通观全诗其感情波澜可以明显分为几层起伏，而这种起伏是以酒为线索，以月亮（光源）、李白（遮挡光源的物体）和影子三者的变化为基础。

“举杯邀明月，对影成三人”，诗人邀请到了月亮，一瞬间，孤单一个人就变成

了三个。光源、物体、影子三者同时出场，场面冷清变成了热闹。

“月既不解饮，影徒随我身。暂伴月将影，行乐须及春。”作为光源的明月当然不能理解开怀畅饮之乐，诗人的影子也只能默默地跟随在他的左右。然而，三者构成了一个哲学系统，诗人成了其中的主角，他只得暂时伴着明月、清影，趁此美景良辰，及时欢娱。

“我歌月徘徊，我舞影凌乱。醒时同交欢，醉后各分散。永结无情游，相期邈云汉。”诗人此时已完全被自己创造出来的境界所陶醉，似醉似醒，情绪也显得更加激昂了。他高歌一曲，空中的月亮好像在随着他歌唱的节奏徘徊，诗人手舞足蹈，形影相随，影子便随之翩翩起舞。月亮、诗人、影子在光线是直线传播这一物理定律的支配下演出了一场精彩歌舞作品。

当然诗人并不是物理学家，他是借酒消愁，美酒使李白忘却人间的烦恼，明月给李白带来心灵的安慰，影子使他得到了自身的满足。在这种无人相伴的

“交欢”中，诗人终于沉醉了，而在沉醉之前的最后时刻，李白还意识到，只要他一醉倒，月亮还是那个月亮，身影也就没有了，这个以他为中心的临时光学组合将不复存在了。不过，他并没有丝毫的灰心丧气，因为只要一站起来他与月亮、身影的这种关系又会重现。不懂物理学的李白仍然知道光源、物体和影子之间的关系，他正是利用这种关系来抒发内心的烦恼和痛苦。

李白一生坎坷常与寂寞、潦倒为伴，所以除了自己，是没有人可以依靠的。李白是孤独的，但是物理学并没有歧视他，并为他提供了一个抒发感情的空间，没有物理学的支持，李白不可能“对影成三人”，也不可能“我舞影零乱”。他与月亮和影子的“交欢”和“永结无情游”背后的支持者，就是光的直线传播和影子的形成原理。他以往天上的月亮和地上的身影这些“无情”之物，作为一己之知己，这可真真是此时无情胜有情了。无情变成有情的基础便是大自然的规律。

## 科普达人，让科学流行起来！

（上接第1版）

魏红祥认为，以科学家群像和单位品牌整体出圈的中科院物理所科普团队，在所领导支持下，始终保持原生动力，他们拥有宽松包容的环境，沉浸创新并享受其中。

果壳网 CEO 姬十三也表示，果壳网作为科学文化平台，这些年来之所以能够受到用户的喜爱，关键在于坚持用产业运作的方式，实现“让科学流行起来”理念。

随着抖音、视频号、B站等短视频社交平台的兴起，中国科协各地科协等组织，与新兴媒体平台合作，不断策划各类科学主题活动，发掘并鼓励各类科普工作者，在新兴媒体上提升科普作品的传播力和影响力。

一些科学家背景的科普达人逐渐走红并“火”出圈。科普公众号“不刷题的吴姥姥”博主吴於人、“戴博士实验室”的英国籍化学家戴伟教授，就是其中的佼佼者。

当然，科普大V中也不乏科研路上的年轻人。清华大学化工系在读博士研究生喻天在B站的账号“毕导 THU”拥有496.8万的粉丝；上海神经所博士唐骋，从研二开始给果壳网写科普文章，他跟妻子在B站科普账号“芳斯塔芙”拥有282.9万的粉丝量。

其实，不论科普的主体是科研机构、科普平台还是科普大V，在魏红祥看来，科普产品“流量就是判断”，另外两项分别是“准确度高”和“喜闻乐见”。毕竟，“科普的意义在于尽力影响更多人，让更多人能够听到声音并关注科学话题”。

### 科普人应具有的特质

魏红祥始终认为，做科普一方面是出于社会责任，但自身的原动力应该是最先要被发掘的。

当年创建微信公众号“中科院物理所”，本意就是做个纯科普的公众号。每次后台整理出来的读者提问，都会请北大、清华、物理所、理论所等众多专业团队认真地回答。

这种深耕细作，很大程度上来自于读者、受众，其他合作伙伴方的“正反馈”。魏红祥认为，“能做出让粉丝感兴趣的東西，就会有成就感和满足感”。公众号的权威性和每一期稳定的阅读量，更获得了超出预期的“存在感和价值感”。

姬十三回忆，“高中时我正是看了一系列科幻作品，特别是道金斯的《自私的基因》，真是打开了人生一扇门。我读大学坚定地选择了生物学。2010年博士毕业后选择创建果壳网，也是源自想要创作科普作品的浓厚兴趣与让更多人参与分享的热情。”

“到果壳网上写科普文章的科研工作者，都是比较爱分享的人。”姬十三说，随着博客、微博、微信公众号、短视频等传播形式的出现，将科普文章转化成更多喜闻乐见的形式成为可能。

以笔名“菠萝”闻名的科普达人李治中，走上科研道路缘起是母亲罹患乳腺癌。清华生物系毕业后，他奔赴美国杜克大学攻读癌症生物学。毕业后，他选择进入药企诺华继续研究抗癌药。然而，回国探亲时，用中文搜索癌症治疗相关信息，他发现仍有很多误区，大量错误知识在传播，病人家属对国外最新进展和成果的了解，几乎是一片空白。

从2013年开始，李治中以“菠萝”为笔名，向更多癌症患者和家属，普及与癌症有关的科学知识。

在李治中看来，科研人员转型做科普，最容易跌进所谓的“专业”陷阱。一旦急于在科普的过程中展示自己，就可能陷入“说教”，效果就会大打折扣。“科学家搞科普之所以会被认为是硬和高傲，是因为没有认真了解自己的科普对象。所以，一定要避免做带有家长气质的教育家。我们做垂直领域的癌症科普时，就是要俯下身去，真正理解癌症病患和家属的诉求，认真倾听他们的声音。”

他对记者说，自己很崇尚科普达人、科普账号“混子曰”创始人、漫画科普作者陈磊对科普的诠释。

2022年8月举行的首届上海科技传播大会，科普达人陈磊说，科普不是要让所有人都吃到大、最好吃的“苹果”，而是把这棵树修剪一下，把它的品种改良一番，让更多的人能够尝到“苹果”的滋味。

### 科普力量有待挖潜

科学家群体越来越清楚，科普是其作为科研工作者的社会责任之一。但是在繁重的科研工作之余，如何更高效地参与科普工作？这似乎成为无法逾越的现实

障碍。

从魏红祥15年的科普之路看，科学家群体大概率是不会自发主动地站到屏幕前做科普的，他们更喜欢多做少说，不太会因为谁振臂一呼，就蜂拥而上。

但魏红祥有自己的办法。他曾策划了一系列《科学家讲中学物理》（云里悟理）视频课程，根据课表，结合他对所里研究人员的了解，直接给这些科研人员讲课。

“所有被我‘找上门’的科学家，都反感说教，那就试试吧。”魏红祥说，之所以如此顺利，得益于这么多年来，所里形成的跨学科、跨课题组、跨楼层自由交流的氛围。组织主题沙龙、策划专题讲座，大家熟络起来后，自然就互通有无了。

所以，科研机构要想在科普事业中同样有所作为，几个要素似乎必不可少。首先要考虑的在科研目标之外，做科普事业的动力来源何在。魏红祥直言：“如果一个单位只是为了完成任务和应对督查，那一定做不好。”其次，对一个机构而言，寻找一些能张罗、懂策划、会统筹的靈魂人物，能起到事半功倍的作用。多年来，物理所科普团队创意不断，越来越多的大众媒体资源也蜂拥而来，他们强强联合，先后成功尝试了科普视频课程、跨年科学演讲、科普轻喜剧、大科学装置科普纪录片等多种形态，得到了大众的认可。

此外，还要保持科普账号的内容一贯性，需要账号所属单位从上到下形成统一认识。魏红祥说，“中科院物理所”一系列科普品牌的成功，很大程度上来自于所领导的充分信任和大胆放手。

最后，年轻人一定是当今和未来科普事业的主要力量。让魏红祥欣慰的是，有些新来所里的年轻人，就是因为当年看了公众号，对科学产生了强烈的兴趣，走上了科研之路。他们自发地聚集起来，不断碰撞思想，在“前辈”的指导和把关下，执行着一个又一个颇具创意的新科普项目。

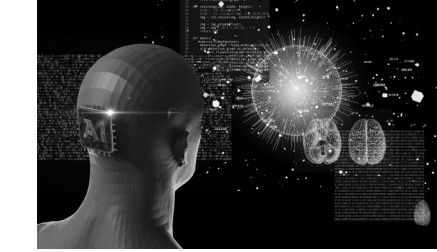
姬十三也表示，很欣慰当年的一些果壳网读者，博士毕业后成长为科学家。毕业后加入团队的编辑中，也有一部分是追随果壳成长起来的新一代。

### 科普要找准发力点

最让李治中感动的一件事，是一位读者给他公众号的后台留言。

## 人脑里也有量子纠缠？

□ 陈思进



图为人工智能大脑（视觉中国供图）

目前，正在进行的开发量子计算全部潜力的工作中，科学家们还在尝试窥视人类自己的大脑，研究人类大脑跟量子计算是否有实际的联系。

由于人脑的认知与决策具有超越经典计算机的明显优势，能够快速解决经典计算机无法解决的某些问题。而最神奇的是，人脑一般只有消耗相当25瓦灯泡的能量，最高也不过50瓦，假如用经典计算机来对标的话，是不可思议的。

其实，早在80多年前，科学家薛定谔就猜想并推测，人的生命及其大脑与量子及其波函数有关系；60多年前，科学界渐渐地产生共识，心智在某种程度上是每个电子所固有的，正如做出选择的能力所表现的那样。其中，以提出著名的“戴森球”弗里曼·戴森为代表；50年前，更有科学家在关于量子力学与心智的运作是否有关的论文中，明确提出了波函数由于与意识的相互作用而坍塌。

该领域过去一直假设大脑存在着某种微观物理学量子力学，但是缺乏实际的依据。

最近，都柏林大学三一学院的物理学家研究团队在《物理学通讯》期刊上发表了一篇论文《非经典功能的实验指标》，其中明确表示，在最新研究中，他们目睹了由意识相关的大脑功能介导的纠缠，即两个独立的粒子处于联系在一起的状态。

也就是说，这和很多量子计算研究一样，人类大脑运用了量子计算，这就确定了大脑实际上与量子计算机有着许多共同之处。

这项研究将开启量子认知科学的新篇章，应用量子理论的数学形式对认知现象进行建模，例如人脑的信息处理、语言、决策制定、人类记忆和概念推理，以及人类判断和感知。

未来，科学家们将通过更多的研究，以了解大脑中这个未知的量子系统，进行有助于完全理解我们头脑中携带的量子计算机的工作原理。（作者系科幻作家）

## 信息快递

### 首批国家体育 科普基地名单公布

【科普时报讯】近日，国家体育总局和科学技术部公布了首批58家国家体育科普基地名单。

国家体育科普基地是国家特色科普基地的重要组成部分，是展示体育科技成果与发展实践的重要场所，是面向公众开展体育科技知识普及、宣传体育科技成就、推广科学健身知识、提高全民健康素养的重要阵地，将在开展社会性、群众性、经常性的体育科普活动中发挥示范引领作用，进一步满足人民群众科学健身的需求和国家体育事业发展的需要。

体育总局科教司负责人表示，首批认定的58家国家体育科普基地要认真履行职责，提高新时代体育科普工作质量，发挥自身特色，提升体育科普服务能力，为建设体育强国和健康中国作出贡献。（刘昕彤）

### 中国航天照明 科技实验室启动

【科普时报讯】（记者陈杰）近日，由中国航天基金会联手富士照明共建的中国航天照明科技实验室正式启动。实验室将充分利用航天技术成果，以航天照明实验室为合作基础，联合航天有关科研机构在科研探索、技术转化、产品开发等领域全方位紧密协同，借鉴载人航天的先进照明经验，研发航天级健康照明技术，让航天科技赋能照明未来。

“人的生活离不开光，在空间站中，这一点尤为明显。健康的照明环境是保障航天员情绪稳定、生理健康的重要前提。”前中国首批航天员兼航天员教练吴杰表示，伴随着每个航天员持续工作、生活180天的空间站照明系统，代表了中国照明科技的先进水平，航天员在太空中使用的灯光带到普通人的生活中，一定能让更多人享受更健康和舒适的生活。

中国航天照明科技实验室的启动，将进一步拓展航天照明应用场景。中国轻工业联合会副会长、中国照明电器协会理事长何烨表示，航天高标准、严要求的应用场景，对于促进整个照明行业质量升级、科技创新，深入理解“健康+光”的价值，起到重要推动作用。“这对于整个照明行业而言会是一种鼓舞，有利于产业通过科技的赋能、生态的激活和标准的夯实，进而重新塑造“光的价值”。



图为中国科学院物理研究所研究员曹则贤参加“跨年科学演讲”。（受访者供图）

读者写道，“妈妈今天去世了，不知道为什么，就是想来这里说声谢谢，您的文章一直是她生病以来的重要陪伴。”

“我想，这种表达，是对科普事业从业者的崇高敬意，也是科普人共同的莫大荣耀。”他感慨道。

李治中参与组建的“向日葵儿童公益”，是专注儿童癌症群体的公益团队，核心团队全职工作人员虽然只有5个人，但粉丝团巨大，他们有超过1.9万名志愿者团队，当中多数是菠萝公众号粉丝，还有很多是肿瘤患者的家属，甚至是报道过基金会工作的记者。

他们一直以多种形式参与“向日葵儿童公益”的活动，持续向更多公众接力传递正确的知识，消除对癌症的恐慌。魏红祥认为，面对疫情的冲击，很多公众习惯在新媒体平台上寻求帮助。虽然希望听到经验性指导，但在针对特定问题上发生的所谓粉丝团之间的争辩，还不能够理性和科学。

他建议，一方面科研机构要鼓励和引导更多专业人士站出来说话，放大声音，击碎伪科学账号传播的各种谣言；另一方面，媒体也要引导公众，用辩证的科学思维看待科学问题，同时理解社会治理的复杂性，最重要的是，引导公众能够倾听多元化声音，最终帮助公众形成能够自主辨别是非的能力。