



扫一扫发现更多

《上帝掷骰子吗》《量子力学究竟是什么》《人人都该懂的量子力学》……都是我翻开过(不敢说理解)的书,对哺育了几乎所有现代科技的量子论,谁还没有个好奇心?

现在人人知道量子力学讲个不确定性,所谓“遇事不决,量子力学”。但当时的科学家包括爱因斯坦对此也是不理解的。伽利略、牛顿建立起物理学的恢宏大厦,向人们解释了世间万物的运行规律,一切事物之间都是有因果联系的。

量子力学对微观粒子的研究却发现,大自然从根本上就是不可预测的。在量子力学中,概率是深藏在世界底层的根本性质。

这个诡异的结论,爱因斯坦表示不接受。他在写给量子力学

奠基人之一马克斯·玻恩的信中表示,绝不愿意放弃因果性,他坚信量子论的基础一定有问题。他在信中说:“上帝是不会掷骰子的!”

这场争论结果很明确:爱因斯坦错了,上帝的确掷骰子。但爱因斯坦的质疑并不妨碍他成为完成量子力学革命的关键科学家之一。比如他提出的挑战量子力学完备性的思想实验,后来成为量子纠缠和量子信息科学的基础。就好比天才的错误都可引至对人类的贡献,你说这人怎么受得了?

《当我们不再理解世界》,这是另一本好看的书。我们喜欢确定的东西,而不确定让人失去控制而带来恐惧。当我们不再理解世界,我们不能失去好奇和敬畏,还得再建立一点概率感。

王永芳

科普作家曹天元:

现代重要产业都建立在量子论基础上

□长江日报记者马梦娅

科普作家曹天元,代表作《上帝掷骰子吗》打破了量子物理的高冷面具,将量子物理写得通俗、有趣,富有哲理。书中回顾量子论从无到有发展的风云录,从18世纪开始,直到21世纪,一批科学巨人开始颠覆传统物理学大厦,为了宇宙的终极理论而战,大大改变了人类发展的历史。

《读+》记者专访曹天元,探讨了人们对于量子物理的误解。他说,量子论可能是有史以来最为成功的物理理论,其精确程度之高、应用范围之广,远超相对论,甚至牛顿力学。现代社会的重要产业,无不建立在量子论的基础之上。

量子纠缠不浪漫且很烧脑

读+:在《上帝掷骰子吗》书中,您用轻松有趣的语言向读者介绍了量子力学的基本原理。然而,社交媒体上常常对量子纠缠进行浪漫化描述和讨论,例如用到人与人的缘分、心灵感应等方面等,推广了这种谬误。对此您有怎样的看法?

曹天元:2022年,因为诺贝尔物理学奖颁给了三位利用量子纠缠实验证明贝尔不等式不成立的科学家,使得“量子纠缠”这个名词又一次火爆全网。但其实这早已不是第一次了,或许是因为听上去颇具文艺气息,这个物理学概念长久以来就在公众当中广泛流行,特别受到文艺青年的喜爱和追捧。

再往前几年,还曾有某女青年向某导演公然表白,声称两人之间早就存在“量子纠缠”,也是轰动一时。除此之外,更有无数人不停地试图把这个概念引申到玄学、佛学、心灵感应、神秘主义之类话题上去,使得它成了物理学当中最被公众误解和滥用的术语之一。

在原则上,我当然希望这种情况能够尽快得到纠正,最好所有的媒体都以非常严谨的语言去传达“正确”的关于量子纠缠的知识,而大众也能够立马纠正之前的各种误解,从此不再产生各种新的“奇思妙想”。

然而多年的科普做下来,我早就意识到,以上的话虽然十分“政治正确”,但却没有任何实际的操作意义。愿望当然是好的,但是并不现实。无论我们如何呼吁或者愿望,在科学向大众“普及”的过程中,产生一定程度的偏差和误解恐怕是一件无奈而必然的事情。

本来量子纠缠就是一个并不好懂的科学概念,你不能指望通过三言两语的“大白话”就让一个外行彻底搞清其中的原理。我现在的想法是:从传播的角度来说,科学的“文化影响力”其实越大越好。哪怕有很多人是因为各种乱七八糟的,甚至伪科学的原因而接触并喜欢上科学,这也未必是一件坏事。因为就算是伪科学爱好者,他在广义上也是“科学市场”的消费者,他在某种程度上仍然滋养并壮大了“真科学”的土壤。

读+:我们怎么正确认识量子纠缠?您可以结合生活的事例来表述吗?

曹天元:哈哈,你这个问题其实恰好也说明了科普的“难处”。就像刚才说的,量子纠缠其实是一个不太好懂的东西,严格来说,它不对应于任何日常经典的概念,更无法用“生活中的事例”来“准确描述”。如果想要把这个彻底讲明白的话,必然要涉及密度矩阵和贝尔不等式等等,那些东西稍微有点“烧脑”,而且需要花费相当多的笔墨。

不过如果不太追求完全的准确和严格的话,你可以简单地这样理解:就是在我们的宇宙里面,所有的东西都可以用“量子态”来表示。而有些量子态看起来好像是“分离”的,但它们实际上却保持着某种互相联系,应该被当成“一个整体”来看待。

比方说有两个粒子A和B,它们是从一个无自旋的母粒子同时分裂出来的。因为角动量守恒定律的关系,这两个粒子的自旋方向必须恰好相反,以确保总自旋为0。因此,当我们没有去进行观测之前,这两个粒子无论相隔多远,只要以上的“纠缠”没有消失,它们就会始终保持这种“相反关系”。而一旦我们发现其中某个粒子A的自旋是“向上”,那不用再进行一次额外地观测,我们也能立即知道,另一个粒子B的自旋一定是“向下”,无论它这时候身处何地,反之亦然。

很多人对量子纠缠感兴趣的原因在于,这种“神秘联系”似乎能够无视两者之间的距离,哪怕粒子A和B相隔一百万年,当A的自旋坍缩成“向上”的那一瞬间,B就会在宇宙的另一端立即坍缩成“向下”。这也就是为什么会有大量的文章将其描述为“心灵感应”“超光速联系”的原因,甚至连爱因斯坦也曾经用略微夸张的文字将其形容为“鬼魅般的超距作用”。

不过,如果你从量子论的“标准解释”角度出发,事情其实并非如此。关键在于,量子论认为在进行测量之前,两个纠缠的粒子并没有“各自的自旋状态”,换句话说,当A和B保持纠缠的时候,压根就不存在“A的自旋”或者“B的自旋”,而只有“A和B的整体自旋”。甚至你可以认为,A和B这时候其实不是两个粒子,而实际上是同一个粒子!

所以,无论你在任何地方测量A和B,你测量的都是它们的“整体”,而不是其中某一个粒子。两个粒子的自旋状态是被你的测量“同时”决定的,而不是先有了A的自旋,再导致了B的自旋,更不曾有任何的心灵感应或者超光速信号在A和B之间进行过传递。

读+:实际上还是不大好懂。

曹天元:如果以上还不好懂的话,我们举个“结合生活”的例子。假设有一对夫妻,他们的家庭总资产有100万元。现在如果你问:其中单属于老公的资产有多少?回答是:不知道,当两人还处于婚姻(纠缠)中的时候,不存在“单属于老公”或者“单属于老婆”的资产,任何资产都是“夫妻共有”的。所以,100万元的总数就已经给出了他们家庭资产的全部信息。

若干年后,两人闹了矛盾,老公去了半人马座,老婆留在地球,同时由地球某法院对双方进行离婚的财产分割判决。假设在某天中午12时,法庭宣布:老婆和老公应当按照6:4分配财产。注意,这相当于一次“观测”,从这一刻开始,老婆和老公两人就不再“互相纠缠”,双方从此有了“属于自己的资产”,老婆是60万元,老公是40万元。但显然,这两个数字的诞生,并不需要老公和老婆在瞬间进行任何“心灵感应”或交流,它们纯粹是由法院的判罚(观测)所直接导致的。

有趣的是,哪怕在离婚之后,你仍然可以把两人强行地

甚至到了今天,我们又开始掀起所谓的“第二次量子革命”,以量子信息科技为中心,包括量子计算机、量子通信、量子加密、量子测量等等,这些关键技术很有可能在不远的未来得到突破,帮助人类科技进入新的革命时代。

读+:在您看来,有哪些新兴的科学领域或交叉学科,在未来几十年内将产生重大影响?

曹天元:预测未来总是困难的事情,更不要说几十年后。世纪之交,当我还在上大学的时候,大家都说“21世纪是生物的世纪”,这句口号到现在还在喊,但似乎已经没有多少人相信。

最近十几年,科技的发展似乎陷入了奇怪的矛盾当中,只要有任何领域取得一点突破,往往会被炒作一番,将其吹

很燃! 科普作品有 武侠味儿

不少人评价科普作家曹天元的写作具有武侠小说的风格,他笔下的科学家像行走于江湖的侠客般栩栩如生,教科书般枯燥的科学史被他写成引人入胜的故事,撼动传统物理学基石的颠覆性发现是那样险象环生又浑然天成。一段段公案,一幕幕场景,在他的笔下复活,随着他的文字,更多的中国人走进了量子物理学的世界。他原本连载于论坛的文字,汇集成一本近30万字的书,这本书叫作《上帝掷骰子吗?量子物理史话》,被誉为中国的《时间简史》。

这本书历年累计销量150万册以上,是中国本土最为畅销的成人科普作品,曾获天津图书奖、吴大猷科普奖、科学时报杯读书奖等。刘慈欣赞誉:“教科书要是能这么有趣就好了!”

曹天元写科学故事的目的是想让大家觉得科学并不是枯燥的东西,他表示,科学会让你觉得世界很有趣。

对于科普作品“有趣”“正确”两要素的排序,曹天元认为:科普书跟教科书有本质的区别,如果是一本教科书,那么要100%保证准确,1%的好看流畅足矣。科普作品也许做不到100%的正确,但一定要保证100%的有趣。

曹天元这样解释自己的理论:一本无趣的科普书,99%的读者在阅读后5小时便会忘记90%的内容,所以哪怕100%的正确依然起不到科普的作用。相反,《三国演义》虽然并不严谨甚至存在很多编造的内容,但是它依然对历史普及起到了巨大的作用。

保持好奇,探索无止境

曹天元对科学产生兴趣的原因,是源于初中时的一次郊游。

他出生在上海,城市的夜晚难得看到几颗星星。那次,他和同学们去郊游,地理老师带了天文望远镜。老师把望远镜架好后,让孩子们来看看。

看什么呢?其实就是看月亮。轮到他看时,“当时的感受真是很难去描绘”。第一次从望远镜看月亮,他看到月亮充满了自己的整个视野,各种的环形山看得如此清晰,“月亮原来是这样的”。

此后,他对科学产生了更多的兴趣,去了解更多关于自然、宇宙、物理、生物和化学各方面的知识。

从复旦大学和香港大学毕业后,曹天元出国学习,研究量子通信方面的前沿科学,同时也进行了海量的阅读。

看得越多他就觉得量子论或者量子物理是这个世界上最不可思议的一门科学。“它其实跟我们的日常经验和直觉是完全违背的。”他说,量子论一开始研究的是一个非常细小的层面,比如电子、原子、原子核,看这些细小的层面上的粒子遵循什么样的规律。用科学的角度去看,你就会发现它遵循的是和我们日常生活的尺度完全不一样的规律——我们日常生活中的事情是确定的,我只能坐在这里,我不可能同时坐在这里,又同时坐在那里。但在微小如量子这样的尺度上,这样神奇的事情天天都在发生。“宇宙在不同尺度上有不同的规律,只有从数学、科学的角度才能给我们描述宇宙真正的模样。”

宇宙那么大,人们看见了多少?其实普通人只看见了极其细小的部分。曹天元希望能通过科普的形式,和大家一起看见更多——这也是满足我们人类最基本的好奇心。



《上帝掷骰子吗?量子物理史话》曹天元 著 北京联合出版公司



曹天元

看作“一对”,并算出两人的“总资产”为100万元。只不过跟之前最大的不同在于,此时的“总资产”已经属于“两个人”,而不像之前属于“一个家庭”。换句话说,离婚后的总资产可以被看成是“男方40万元+女方60万元”,而离婚前的总资产却不能被看成“老公财产x+老婆财产y”(因为婚姻中不存在“老公财产”或者“老婆财产”的概念)。另一个显著的区别是,离婚时双方财产可以在“瞬间”完成分割,而离婚之后,如果男方还想给女方转账10万元的话,考虑到半人马座到地球距离4.2光年,那这10万元就只能老老实实花上4.2年的时间,才能最终到达女方的账上。如果你好奇这是为什么,只能说离婚之后,两个人的账号变成了“实体”,真真切切地出现在了宇宙之中,并相距4.2光年。而在离婚之前,两个人并没有自己的“账号”,他们哪怕相距再远,也能在瞬间完成财产的分割。

当然了,关于“纠缠”的说法,以上只是一种可能的解释,如果你非要用“超光速的信号”来说明,也不是不可以。事实上,2022年的诺贝尔物理学奖告诉我们这样一件事情,就是我们可以确定,以下三种假设必然有一个是成立的,要么:

1. 世界上存在某种高速往返的信号,甚至可以超过光速。这个用物理学术语来说,叫作没有“定域性”。
2. 两个粒子的“状态”,在我们具体观测之前是“不存在”的,或者换句话说,两个粒子是因为我们的观测才被临时“创造出来”,成为现实中的存在,这个叫作没有“实在性”。
3. 以上两种猜测都不对,世界其实既有定域性,也有实在性。但我们自以为拥有“自由意志”,可以“随便观测”,这个假定却是虚幻的。实际上,宇宙早就知道我们的“心意”,能预测我们每次将如何进行实验观测,因此可以提早安排特定状态的粒子,将其发送到我们的观测仪器上,以确保贝尔不等式的违反。这个叫作没有“自由意志”。

总而言之,我们的宇宙很神奇:定域性、实在性和自由意志,这三者必然不能共存,其中至少有一个不存在。这就是量子纠缠实验告诉我们的事实。

没有量子论,现代产业的大半可能都会消失

甚至到了今天,我们又开始掀起所谓的“第二次量子革命”,以量子信息科技为中心,包括量子计算机、量子通信、量子加密、量子测量等等,这些关键技术很有可能在不远的未来得到突破,帮助人类科技进入新的革命时代。

读+:在您看来,有哪些新兴的科学领域或交叉学科,在未来几十年内将产生重大影响?

曹天元:预测未来总是困难的事情,更不要说几十年后。世纪之交,当我还在上大学的时候,大家都说“21世纪是生物的世纪”,这句口号到现在还在喊,但似乎已经没有多少人相信。

最近十几年,科技的发展似乎陷入了奇怪的矛盾当中,只要有任何领域取得一点突破,往往会被炒作一番,将其吹

嘘成了不得的“新风口”。因此,我们就先后见证了各种“伟大的科技革命”,从纳米技术到量子计算,从新能源到区块链,从3D打印到元宇宙,从云计算到脑机接口……但每次经过一阵炒作之后,基本上又全都陷入相对沉寂中。最近AI大模型风头正盛,是否过几年也会步其后尘,就不得而知了。

从整体来看,我们的科技依然在“稳健”地进步,我们还依然处在托马斯·库恩所说的“常规科学”时期,而并没有进入一个真正的“科技革命”时代。也许正因为如此,我们才会如此渴望真正的“突破”。

从历史来看,从相对论到量子论,从核能到DNA,从计算机到互联网,究竟有多少真正的科技革命是能被“提前预测”到的呢?不让我们耐心等待,也许在不经意间,历史就会在完全意想不到的地方翻开新的一页。

我国科普发展需要供给侧改革

我们的科普长期以来只注重灌输大量零碎的“科学知识”,但对“科学”本身,包括它的历史、它的哲学理念、它的基本方法论等等底层概念甚少涉及。也许是时候调整一下,把重点略微转移到对于“科学本身”的关注上来,而这就需要我们对科学史、科学哲学等领域投入更多的探讨,我觉得这是有意义的。

读+:您认为现在中国的科普现状是怎样的,其优势和需要改进的地方有哪些?

曹天元:中国科普的优势在于“科学”在我国有着独一无二的地位,“科普”也同样得到了国家层面上的巨大支持。每年,各级科协在科普活动上投入的资金和资源都是可观的,我们甚至还有一部专门的《科普法》,这在全世界都是很少见的。

但问题在于,在国家资源大力倾斜和支持的背后,我们的民众却似乎并没有显著地对科学抱有更大的热情,我们的“科学市场”也并没有显著地比很多发达国家更活跃。

在我看来,我们的科普工作始终有两个误区。首先,政府过于把科普当作“教育”来对待,把科普作品当作“教科书”来写,把提高“公民科学素质”当作科普工作的唯一目标。我们的科普力量也极大地局限在纯学术圈和体制内,缺乏广泛的社会合作和动员;其次,政府似乎觉得民众天然就有“被科普”的需要,因此永远都在强调供给侧,而甚少关注“科学需求”的开发。

我一直认为,相比于英美等国,中国的“科学市场”还有着巨大的开发潜力。我希望有朝一日,科学在中国能成为一种很酷、很好玩、很时尚,让人觉得快乐和放松的东西。基于此,我认为科普工作者也应该适当地调整心态和目标,把自己更多地定位为科学的包装者和推广者,而不只是居高临下地“传教授业”。

眼下,随着公众号、短视频等新媒体平台的兴起,我们的科普内容也有了更多的形式,如果官方资源更多地做一些灵活调整,应该能比现在发挥更大的效率和作用。