

哥本哈根研究所100岁了 量子世界依旧迷雾重重

◎本报记者 吴长锋

1900年,为了解决黑体辐射疑难,德国物理学家普朗克提出了“量子”模型。彼时,爱因斯坦21岁,刚从大学毕业;玻尔才刚15岁,可能还在中学学习。

1905年,爱因斯坦提出“光子”假说,通过把“本应该是一种电磁波”的光想象成一个个微粒,成功解释了光电效应。紧随其后,玻尔在1913年提出了量子化的原子结构,成功解释了氢原子

的能级结构和光谱,获得了当年的诺贝尔奖。

1921年,玻尔拒绝了恩师卢瑟福的工作邀请,决定创建哥本哈根大学理论物理研究所,继续深入研究量子力学。研究所一成立,玻尔的人格魅力很快就像磁场一样,吸引了一大批杰出的青年物理学家,海森堡、泡利、玻恩、狄拉克等量子力学大咖都出自这个研究所,形成了举世闻名的“哥本哈根学派”。除了玻尔外,这个研究所出了9位诺贝尔物理学奖获得者,盛况空前。到现在,100年过去,哥本哈根仍是物理学家的“朝拜圣地”。

“上帝掷骰子吗?”

哥本哈根学派在创立之初就开始从哲学层面思考量子问题。光和电子时而像波,时而像粒子的“波粒二象性”到底意味着什么?其本源是什么?为什么我们每次只能看到它是波或者是粒子的“一面”?最终,量子力学的“哥本哈根诠释”浮出水面:

——一个量子系统的量子态可以用波函数来完全地表述。波函数代表一个观察者对于量子系统所知道的全部信息,量子系统的描述是概率性的。

——在量子系统里,一个粒子的位置和动量无法同时被确定。

——物质具有波粒二象性,一个实验可以展示出物质的粒子行为或波动行为。但不能同时展示出两种行为。

——测量仪器是经典仪器,只能测量经典性质,如位置、动量等。

——大尺度宏观系统的量子物理行为应该近似于经典行为。

哥本哈根学派对量子力学的“概率诠释”,其核心观点还有“测量塌缩”。一个量子尺度的物体,它当前的状态其实是几种可能状态的“概率叠加”;在未测量之前,我们完全无法预测物体真正的状态,这是一种真真正正的随机性;一旦启动了测量,物体就会“塌缩”成一种可能状态,仿佛它一直都是那种状态一样。

虽然“概率诠释”类似于“骰子实验”,但量子力学更纯粹。骰子的随机性其实是伪随机,“出千高手”完全可以掌控骰子的结果。但哥本哈根学派认为,回到微观的量子世界,再荒谬至极的事实,都可能在量子世界中出现。

“没有人真正理解量子力学”

在1958年出版的《物理学与哲学:现代科学中的革命》一书中,维尔纳·海森堡讲述了在与尼尔斯·玻尔进行那些彻夜长谈后,他是如何不断地对自己说:“自然真的有可能如此荒谬吗?”因为量子世界看起来是如此的不合常理,以及如此的有违直觉,以至于理查德·费曼说出了关于那句著名的话:“没有人真正理解量子力学。”

尽管量子力学已经一次又一次地证明了它的预测能力,但这并不能削弱这样一个事实:除

了哥本哈根诠释外,科学界还有对量子理论的诸多诠释。

多世界诠释认为波函数是物理上真实的,薛定谔方程恰恰就是一种对现实的描述。当你同时对处于不同位置的叠加的粒子进行测量时,被测量的粒子事实上在不同版本的现实中在所有那些位置出现。换句话说,这就意味着,你所处的两个“现实”分叉成了两个不同的分支。听起来像是,如果你在这个现实里做了什么糟糕的



玻尔创造的“哥本哈根精神”是无法复制的。这是一种在切磋中提高,在争论中完善,平等无拘束地讨论和紧密合作的学术气氛,就是要在辩论中,推动量子力学的发展,这非常符合玻尔的个性与主张。

决定,别担心,也许在另一个现实中,你仍然可以获得一个完美的结果。多世界诠释也是经常被流行文化借用的一种。多世界诠释带来了一个问题——它让概率失去了意义。

为了解决多世界诠释在概率上的问题,一些科学家发展出了宇宙学诠释。这种诠释认为,如果有无穷个宇宙,那么多世界诠释一定成立,因为有无穷个“你”正在进行实验,而现实将按照概率的比例进行分裂。这样一来,经典概率就仍然有意义。

还有科学家提出“隐变量”的猜想,也许粒子的性质具有一些“秘密”的变量,它其实是一种确

定的状态,只是我们不知道而已,而直到我们测量才会发现。

科学家在隐变量理论的基础上提出了“非定域隐变量理论”,也就是德布罗意-玻姆诠释。这种诠释认为粒子是真实存在的,它们在我们看不见的导波的引导下运动。

此外,还有量子贝叶斯主义、量子达尔文主义、交易诠释、关系性诠释等,许多物理学家提出了不同的想法和观点。但也有一些科学家因此相信,这么多不同诠释的出现,恰恰意味着,量子力学中还有一些非常基础和根本的部分等待着被发掘。

“多个世界”与“多个历史”

人们提出了上述各种各样量子力学诠释,其核心思想本质上来自于逻辑简练、物理寓意深远,但图像十分反直觉的多世界诠释。多世界理论表达的是“一个波函数,多个世界”,而由它发展出来的各类诠释,大都基于自洽历史,讲的是“一个世界,多个历史”,只不过各自的着眼点与侧重点不同。

由于不当解释和以讹传讹,多世界诠释被污名化了许多。特别是目前不少人觉得哥本哈根诠释的正确是天经地义的,而多世界诠释则被认为是形而上学,甚至是伪科学。

正是由于量子力学的哥本哈根诠释强调必须借助经典世界,从逻辑上讲是不自洽的。从哲学角度讲,量子力学的哥本哈根版本是一种二元

论,而一个理想的完美的理论应该是一元论:一切源于量子,经典只是量子体系宏观极限下的“衍生”现象。

无论如何,把不可观测的特性引入到物理学中,物理学就变成了玄学。当务之急是给波函数找到一个可以测量验证的、观测不会导致波函数坍塌的解释。

量子力学在多个领域为世界带来变化。从第一个晶体管到今天的科技社会,再到或许在不久的将来就能成为现实的量子计算机。我们不能完全理解它并不重要,因为物理学家自己也不能完全理解它。我们能做的就是听从费曼的建议,“放松心情,尽情享受”,然后期待“新物理学”的诞生,为探索世界宇宙开启新的篇章。

由诺贝尔奖得主、瑞典物理学家汉尼斯·阿尔文(Hannes Alfvén)在1942年首次描述的,即一种导电液体中沿着磁感线方向传播的横波。这种波是磁流体力学系统中能量和动量传输的重要机制。也就是说,它可以加速粒子。

阿尔文波在地球磁感线中已经被观测到了,而航天器甚至在极光之上观察到了朝向地面的阿尔文波。人们普遍认为阿尔文波在极光的电子加速中发挥了作用,但查明确切的作用机制并不容易。

使用大型等离子体装置进行实验

因此,由美国惠顿学院的物理学家Jim Schroeder领导的一组科学家使用加州大学洛杉矶分校的大型等离子体装置(LAPD)仔细地观察了这一现象。LAPD是一个长20米、直径1米的圆柱形真空舱,其中拥有强大的磁场。

美国加州大学洛杉矶分校的物理学家Troy Carter说:“这项具有挑战性的实验需要测量极少量的电子,其数量不到等离子体中电子的千分之一,这些电子以几乎与阿尔文波相同的速度沿LAPD舱移动。”

新知

千百万年间

象类曾在我国南北方多次迁徙

新华社讯(记者金地 董瑞丰)此次云南野象北迁,一路“逛吃”,引来众多关注。如将时间以百万年计,会惊奇地发现,在地质历史上,象类曾频繁、大规模地在我国南北方“来回”。这些“长鼻子”为何如此?云南地区在其中又起了什么作用?

记者近日从中国科学院古脊椎动物与古人类研究所了解到,该所王世骥团队根据对现有化石的研究,勾勒了象类上千万年的南北“迁移地图”。相关研究成果此前已发表在国际期刊《古地理学、古气候学、古生态学》上。

王世骥研究员介绍,大象在中国出现,有确切记录已有约1900万年,而研究发现,距今约2400万年前,起源于非洲的象类就可能曾经由尚未隆升的青藏地区,到达我国北方,包括嵌齿象、犀齿象等。此后,随着青藏高原抬升,这条迁移路线受阻,象类转而“改道”云南,经我国中部和东部向北迁移。

“在约1800万年前,我国东部出现的脊棱齿象,就是从我国云南或东南亚等地向北迁徙的,最后甚至到达了日本。”王世骥说。

历史上,因为气候变化等原因,象类曾多次南北来回“流动”。王世骥告诉记者,云南不仅是历史上象类北迁的重要“通道”,包括云南在内的我国南方,还是大象的“避难所”。他介绍,这主要是由于我国南方气候温和湿润,森林繁茂,而北方随着青藏高原的隆升,气候日渐干旱,不再适宜一些象类生存。因此,每遇气候变化,象类往往退缩至云南等地。

“在约600万年前,全球进入暖湿时期,剑齿象和中华乳齿象在云南地区出现。此后,它们曾一同进入北方,留下了包括黄河象在内的许多化石。”王世骥说,但好景不长,随着约300万年前气候再次急剧变冷,猛犸象在北方出现,剑齿象和中华乳齿象退回到云南等地蛰伏。

此次备受关注的亚洲象,又是什么时候出现的?王世骥告诉记者,亚洲象属在约150万年前出现在中国。随着约1万年前地球进入全新世温暖期,猛犸象、剑齿象等悉数灭绝,只留下亚洲象一种生活在中国的版图。

“除了更适应温暖的环境,和同样生活在南方的剑齿象相比,亚洲象的食物范围更广,因此得以幸存。在殷商时期,亚洲象曾在黄河流域分布,此后,由于人类对中原地区的开发,亚洲象一路南下,最终退至云南。”王世骥说。

青藏高原腹地

未来数年将处于偏湿状态

新华社讯(记者董瑞丰)位于青藏高原腹地的羌塘高原,未来几年将处于偏湿状态,夏季降水量较气候平均状况偏多超过10%——中国科学院大气物理研究所周天军团队根据历史数据和近期年代际气候预测模式,日前得出这一结论。

近期年代际气候预测,是指对未来2年至10年的平均气候异常状态进行预测。这是气候变化研究领域一个具有挑战性的前沿问题。

研究团队定量估算了羌塘高原夏季降水在2020年至2027年间的变化,并指出羌塘高原夏季降水年代际变化的可预报性,源于北大西洋副极区涡旋区的海温异常。后者通过激发出的大气遥相关波列,最终影响到下游的青藏高原降水变化。

作为亚洲10多条重要河流的发源地,青藏高原为全球约40%人口的生活和工农业提供用水,被誉为“亚洲水塔”。因其在水资源方面的重要性,这一区域降水如何变化也备受关注。

上述研究结果已由国际学术期刊《科学进展》在线发表。

“花粉DNA元条形码”技术

揭示蜂蜜来自哪些蜜源植物

新华社讯(记者白旭 岳东兴)澳大利亚联邦科学与工业研究组织近日发布公报称,该机构主导的研究发现,通过一项花粉DNA(脱氧核糖核酸)检测新技术,能够探明某群蜜蜂酿造的蜂蜜源自哪些植物,并借助这些信息了解蜜源植物分布情况。相关研究发表在新一期英国期刊《生态与进化》上。

这项研究的负责人莉兹·米拉表示,过去常用显微镜识别蜂蜜中的花粉颗粒,以此判断蜜源植物种类,但这种方法耗时、复杂。由于澳大利亚的独特植物繁多,有时无法用上述传统方法识别蜜源植物。

研究公报介绍说,米拉和同事开发出名为“花粉DNA元条形码”的检测技术,它能对蜂蜜中所含蜜源植物的花粉DNA片段进行基因测序,然后将测序结果与植物标本数据库中的物种资料进行比对,从而更快速准确地辨认蜜源植物种类。

米拉说,研究人员用新技术检测了来自澳大利亚各地的15种蜂蜜样本后发现,桉树及其所属桃金娘科的其他植物是这些蜂蜜最主要的蜜源植物。米拉和同事还发现,澳大利亚商业生产的所有蜂蜜都含有不止一种蜜源植物成分,这反映了蜜蜂多样化的自然饮食。

蜜蜂以花蜜及其酿造的蜂蜜为食。公报表示,通过“花粉DNA元条形码”技术,可以了解蜜蜂的食物状况,间接调查蜜源植物分布情况,以便将来设法帮助蜜蜂找到更有营养的蜜源植物。

