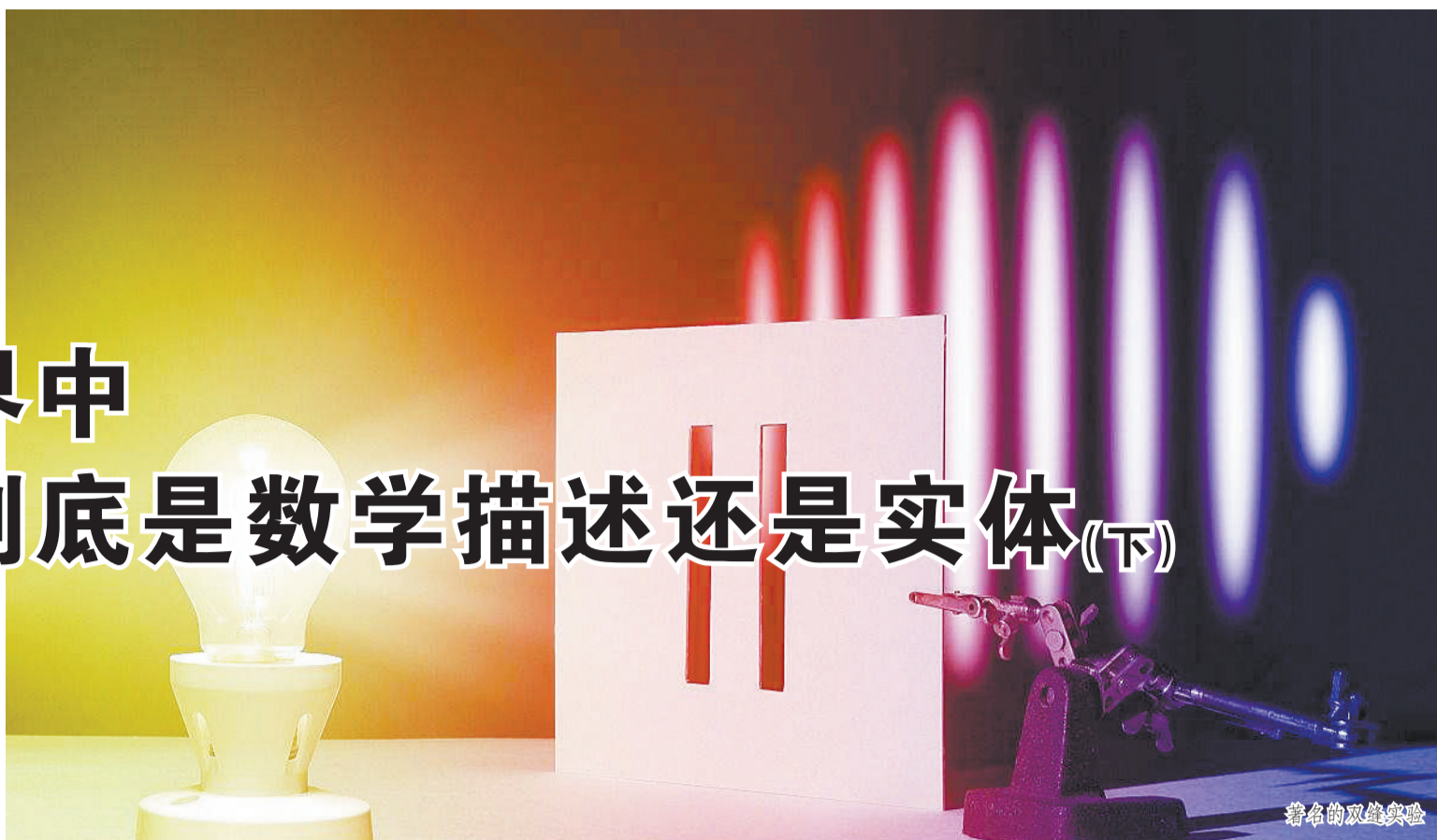


量子世界中 波函数到底是数学描述还是实体(下)

本报记者 陆成宽



通过双缝实验,我们知道微观粒子在实验的两端更加类粒,在中间却表现出波动性。微观粒子这种既有粒子性又有波动性的性质,被科学家称作波粒二象性。美国物理学家惠勒将这种量子力学中最本质的不确定性比作“烟雾

缭绕的巨龙”:人们可以看到巨龙的头,它是粒子产生的源头;也可以看到巨龙的尾巴,它是实验观测的结果。巨龙的头和尾巴都是确定的、清晰的,但是巨龙的身体却是一团迷雾,没有人可以说清。

最新诠释 打破传统认知的“微观实体”论

但是,清华大学龙桂鲁教授并不认同哥本哈根诠释对延迟选择实验的解释,他不认同现在的观测会影响过去的决定。他认为,不管后来是否在终点放置半透镜,光子都是选择同时走两条路径,即波函数分裂成了两个子波函数,同时沿着两条路径向终点“游去”。

龙桂鲁教授巧妙地设计了一个相遇延迟选择实验。“在相遇延迟选择实验中,一束光经过左下角的50:50分束器(相当于半透镜)以后,它就会像一条大蛇一样分成两条小蛇,分别在路径1和路径2通过,两条路径的光在右上角相遇后,一束会往上走,到达上面的探测器,一束会往右走,到达右边的探测器。当两束光在右上角相遇,并且有一半已经通过干涉仪时,我们放上50:50分束器,将两束子波函数齐腰截断,此时我们发现,插入前已经通过的那1/2的光有1/4到达上面的探测器,1/4到达右边的探测器。余下的1/2,由于放置了分束器,它就发生了干涉,这些光就会全部到达右边的探测器。总的加起来就是上面的探测器观测到了1/4的光,右边的探测器观测到了3/4的光。这也就说明了波函数是微观系统的实在图像。”龙桂鲁说道。对于这一现象,如果采用哥本哈根理论,就很难解释了。

龙桂鲁根据他自己提出的波函数实在,诠释设计了上述的相遇延迟选择实验。他认为,描述微观物体状态的波函数就是微观物体的真实存在,而不仅仅是一种简单的数学描述手段,也就是说,微观物体以波函数的形式弥散在空间中。“波函数是实在的东西,它就像一片甚至是几片云,不仅有大小,而且有相位,它们还会变化,弥散在空间中。在双狭缝实验中,波函数有一部分通过左缝,一部分通过右缝。很难理解一个小球同时在左狭缝和右狭缝,而波函数的‘云’分成两部分,分别通过左、右狭缝就很自然,也非常容易理解了。更重要的是,不会有后发生的事情影响以前已经发生的事情这种非常不自然的现象了。这也解释了延迟实验中为什么光子同时通过两条路径,也解释了为什么会干涉现象。”龙桂鲁说。

二元状态 应用高歌猛进,理论众说纷纭

波函数到底是什么,一直是量子力学中的一个基本问题。百年来,波函数的本质问题就像是迷雾一般弥散在人们眼前,阻碍了对神秘量子世界的清晰认识。据波函数理论衍生出来的诸如激光、半导体和核能等高新技术,深刻地变革了人类社会的生活方式。作为量子力学核心概念的波函数在实际中的意义如何,一直以来人们都众说纷纭,并无共识。中国科学院院士孙昌璞曾表示,直

到今天,量子力学发展还是处在一种令人尴尬的二元状态:在应用方面一路高歌猛进,在基础概念方面却莫衷一是。

龙桂鲁认为,这项研究提出的波函数实在诠释,将波函数看作是微观物体的真实存在,而不再是简单的数学描述,打破了人们对波函数的传统认识,对帮助人们深刻理解量子规律,进一步探索微观世界都具有重要意义。

延迟选择实验 具象展示微观粒子波动性

为了具象地展示这种物理概念,1979年在为纪念爱因斯坦诞辰100周年而召开的一次专题讨论会上,惠勒正式提出了“延迟实验”的构想:当光子已经通过左下角的半透镜之后再决定是否放上右上角的半透镜(实验装置如图1)。

在延迟选择实验中,科学家用左下角的半透镜(涂着半镀银的反射镜)来代替双缝,并且把该半透镜与光子的入射路径摆成45度角,那么,光子就有一半可能直接通过半透镜,一半可能被反射成90度角,这是一个量子随机过程,跟它选择双缝中的左缝和右缝本质上是一样的。同时,在左上角和右下角分别放置一个全反射镜,这样就可以把这两条分

开的岔路再交汇到一起。此外,还需要在路径1和路径2的终点处装上探测器,用来确定光子究竟是沿着哪条路径过来的。

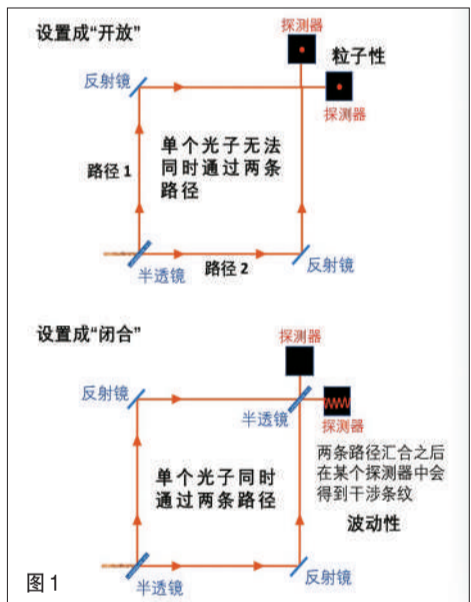
如果每次实验只发射一个光子,连续发射半小时,我们发现每次实验都只有一个探测器观测到光子,光子通过路径1和路径2的可能性各是50%。哥本哈根诠释认为,这说明单个光子每次只选择一条路径通过,从而达到对应的探测器。

但是,如果我们在路径1和路径2右上角的交汇处放上一块呈45度角的半透镜,神奇的事情就发生了,探测器中出现了干涉条纹,单光子出现了自我干涉。哥本哈根诠释认为,光子肯定同时通过了路径1和路径2。

光子似乎是个精灵,它可以知道我们是否在交汇处放置了半透镜,从而决定是从一条路径走(开放式,没有在终点放置半透镜),还是同时从两条路径走(封闭式,在终点放置半透镜)。

然而,如果我们延迟决定是否在路径1和路径2右上角的交汇处放置半透镜,那么光子会选择走一条路径,还是同时走两条路径呢?由此,惠勒就设计了著名的延迟选择实验,即,等光子通过了左下角的半透镜以后,还未到达右上角,再选择是否在交汇处放置半透镜。而实验的结果和没有延迟选择是一样的,也出现了干涉。

我们知道,如果光子已经选择了走一条路径,那么在右上角的交汇处放置半透镜不会发生干涉。那么,这个实验结果就给出了一个神秘奇特的解释:后发生的事情(是否在交汇处放置半透镜)能够改变先发生的事件(到底是选择走一条路径还是选择同时走两条路径)。观察者现在的行为决定了光子过去的路线。这就意味着我们可以在事情发生后再来决定它应该怎样发生。



一个暴风气旋,让美国民众惊呼“炸弹”来了

第二看台

本报记者 张晔

就在中国多地迎来2018年首场降雪之时,大洋彼岸的美国人民也正在暴风雪中苦苦煎熬!2018年首个周末,受“炸弹气旋”风暴影响,美国东北部地区遭受暴风雪侵袭,4000多个航班取消,部分地区体感温度甚至达到零下69℃。

冷到炸裂的美国东部地区到底是个什么情况?炸弹气旋是什么鬼?炸弹气旋会在全球其他地区上演吗?记者带着疑问走访南京信息工程大学的大气科学专家。

体感温度比火星还要冷

暴雪!低温!海水倒灌!
2018新年假期,美国东北部地区的民众过得并不惬意,老天送来几样新年“礼物”,让他们猝不及

防,叫苦不迭。
先是被称为“杀手”的寒流,给北美大部分地区带来了近几年来的最低温和大降雪,温度要比往年的平均值低10到16℃……

“杀手”的威力还没散去,1月4日,美国东部又迎来了一场更大的暴风雪侵袭——炸弹气旋风暴。风暴期间,纽约有5至9英寸的降雪,波士顿和普罗维登斯降雪量为8到12英寸。

美国国家海洋和大气管理局(NOAA)称,当地时间1月6日,华盛顿州周边零下38℃的气温,由于持续风力和阵风风速达到每小时159公里和180公里,体感温度达到零下69℃。这一温度,甚至低过没有大气层保护的火星。

波士顿每年例行出现的暴风雪“狂欢”,变成了海水倒灌,部分街区都泡在了冰冷的水中,然后被冻结住……临近海边的数个街区全部被冰块与海水淹没,因在其中的汽车也被上一层厚厚的冰壳,这宛如多年前美国人自己拍摄的科幻电影《后天》的真实场景再现。

据统计,因炸弹气旋的影响,全美共有4000多个航班被取消,仅新泽西州的纽瓦克国际机场就有881个航班被取消,波士顿洛根国际机场也取消了716个航班。纽约市的肯尼迪国际机场、拉瓜迪亚机场共有891个航班取消。

因破坏力巨大而得名

“所谓炸弹气旋,是一种增强很快的中高纬度气旋或者低压,目前一般定义气旋中心气压在24小时降低24hPa

以上为爆发性气旋或者炸弹气旋。”南京信息工程大学大气科学学院副院长、太平洋台风研究中心(PTCR)主任吴立广接受科技日报记者独家专访时表示,炸弹气旋与普通气旋比较,主要特点是增强很迅速。

由于它爆发强,发展快,破坏力巨大,并带来强烈的暴风雪和降温,威力如同炸弹,所以在美国,它有个很具传播性的名字:炸弹气旋。

气旋中,天气常发生剧烈的变化,出现阴雨天气和大风等。因此,气旋也就成为人们最关心和最早研究的天气系统。那么,炸弹气旋为何会产生如此强大的低温和降雪?它与我国常见的来自西伯利亚的强冷空气或冷涡相比,有何区别?

吴立广告诉记者,炸弹气旋生成主因是强冷空气和强暖空气相遇,因此温度足够低和水汽量大,产生严重的降雪和降温。炸弹气旋的暖空气来自温暖的洋面,常常与暖洋流有关(比如太平洋黑潮、大西洋湾流等);而影响我国的强冷空气,虽然温度足够低,但是一般不会在我国陆地上遇到非常强的暖空气,降水或者降雪量也就要小一些。

这次影响美国的炸弹气旋,带来的恶劣天气要比单一的强冷空气强得多。主要是因为海上过来的水汽异常充沛,而恰好南下的冷空气也十分强悍。就好像两个青年男女谈恋爱,你情意浓浓,我恰好也是喜欢你许久,爱情就这样不谋而合的发生了。

会不会“炸”到中国

炸弹气旋听起来非常酷,但实际上非常恐怖,大家都唯恐避之不及。许多国内民众听到这个消息也心生忧虑:我国东部沿海地区同样水汽充沛,而来自西伯利亚的强冷空气也会长驱直入,直奔东

南海海……那么,这个气象炸弹究竟会不会“炸”到中国呢?

吴立广告诉记者,炸弹气旋并不是美国特产,温带气旋在我国也很常见,在西北太平洋、北大西洋、南半球西南太平洋和大西洋都有这样气旋产生。

吴立广之所以这么肯定的回答,是因为他的主业就是跟气旋打交道。他曾供职于美国国家航空航天局(NASA)和马里兰大学,主要研究热带气旋活动机理及其气候变化(包括对全球变暖的影响)等。他提出了台风运动的PVT理论,发现了全球变暖对西北太平洋台风路径影响,揭示了台风路径突变机理,发展了中国台风动力季节预报系统等。

“炸弹气旋生成条件跟一般温带气旋生成条件差不多,只是冷暖气团更强。另外,这种气旋降水比较多,产生的热量进一步增强了气旋发展。”吴立广说,因此普通的气旋很难达到气象炸弹的级别。其实,我国民众耳熟能详的蒙古气旋、东北冷涡、江淮气旋都属于温带气旋这个大家族,但是我国的温带气旋大多性格比较温和。

但是,所有的气旋生来就有一股不安分的基因,中国的温带气旋也不例外,所以炸弹气旋并非总是绕着中国走。2007年3月初,山东、辽宁、吉林出现极端暴风雪天气,这次天气的元凶就是由一个快速发展的温带气旋出海引发的,只不过没有像美国媒体那样使用“炸弹”二字去形容它。

“在我国,冬季气象灾害主要与冷空气活动有关,强冷空气导致寒潮,与暖空气汇合产生冰冻雨雪灾害。”吴立广说到,比如南方的冻雨等冰冻灾害也会对当地的生产交通和民众生活带来不利影响。

热点追踪

印度洋缘何成为中国大洋科考前沿阵地

新华社记者 张建松

穿越马六甲海峡、航经安达曼海,正在执行中国和巴基斯坦首次北印度洋联合考察任务的中国科学院南海海洋研究所“实验3”号科考船近日驶入印度洋。

浩瀚的印度洋是世界第三大洋,也是中国大洋科考的前沿阵地。印度洋的魅力何在?为何吸引了中国海洋科学工作者的关注?



“年轻气盛”——地质年代在海洋中最小

这是因为印度洋“很年轻”。据中巴首次北印度洋联合考察首席科学家林间介绍,在地质年代上,印度洋是地球上最年轻的大洋。根据板块构造理论,印度洋是在大约1.8亿年前南半球冈瓦纳大陆解体时,随着印度板块“北漂”而形成。其复杂的地质构造,无论对认识现今青藏高原构造,还是地球历史上板块演化,乃至地幔柱活动,都具有重要科研意义。

地球板块之间发生的推挤、碰撞等是造成地震、海啸等灾难性事件的源头。自2000年以来,全球因地震引发的10起重大海啸中,有3起发生在印度洋。苏门答腊海沟与此次中巴科学家重点考察的莫克兰俯冲带,就是北印度洋地震海啸活动比较活跃的两个区域。

位置相近、震源机制相似的两次地震,为何引发的海啸灾害完全不同?今后还会不会发生大地震与海啸,并对瓜达尔港等巴基斯坦沿岸地区造成灾难性影响?这些问题都非常值得研究。

“特立独行”——可“触摸”到地幔边界的唯一场所

印度洋不仅“年轻气盛”,还很“特立独行”。尤其是西南印度洋中脊,因其独特的“超慢速扩张和倾斜扩张”特征,近年来已成为地球科学研究的热点地区。

由于在慢速或超慢速扩张的洋中脊,地幔熔融不能产生足够的岩浆,地壳断裂非常普遍,广泛分布着暴露出地壳下层的“构造窗”。这些“构造窗”是人类目前的钻探技术可以“触摸”到地幔边界的唯一场所。

2015年底,搭载着美国、英国、中国等多国科学家的美国“决心”号大洋钻探船驶入西南印度洋,完成了人类打穿地壳与地幔边界的首次大洋钻探。

“相当富有”——蕴藏稀土元素、磷块岩等多种资源

印度洋还“相当富有”。这里蕴藏锰结核、钴壳壳、天然气水合物、稀土元素、磷块岩等多种资源。是研究“慢速—超慢速扩张中脊热液成矿”的关键区域。

2007年,中国科学家曾在西南印度洋中脊发现了首个活动的热液喷口——龙旗喷口。林间回忆说:“我们第一次在西南印度洋中脊用深海机器人发现热液喷口的激动人心场景,至今还历历在目!”

2011年,中国与国际海底管理局签订了国际海底多金属硫化物矿区勘探合同,勘探位置也位于西南印度洋中脊,面积1万平方公里。

截至目前,印度洋海底已经“镌刻”了不少中国名字。中国科学家在印度洋底新发现了许多海岭、海沟、海山等地理实体,如西北印度洋中脊的玉碧海山、排箫海山、李四光断裂带、徐霞客断裂带、卧蚕海脊、玄鸟海脊,西南印度洋中脊的崇牙海脊、聂恩海山、天成海山等。

林间表示,在中国“一带一路”建设中,印度洋具有重要的战略地位和丰富的科学研究价值,尤其是印度洋沿岸的巴基斯坦,处于欧亚、印度和阿拉伯三大板块的汇聚部位,是研究板块碰撞造山过程的关键区域,存在诸多国际广泛关注的地质问题。

新知

猩猩新物种 刚被鉴定 就面临濒危



据国外媒体报道,科学家近日鉴定出了一个新的猩猩属物种——达班努里猩猩,生活在印度尼西亚苏门答腊岛北部。不过,科学家担心在栖息地受威胁的情况下,该物种的生存情况不容乐观。

科学家根据全基因组分析,以及行为学和形态学研究之后,确定它们是全新物种。在此之前,科学家认定的猩猩属物种有两个:婆罗洲猩猩和苏门答腊猩猩。

不过,这一新物种还能存续多长时间,却是令人担忧的问题。据推测,达班努里猩猩种群生活在1000平方公里的范围内,个体数不到800只,是最为濒危的大型类人猿。它们面临的威胁包括非法贸易和栖息地破坏等。

(本版图片来源于网络)



美国民众积极应对“炸弹气旋”袭击