



给量子理论“治治病” 科学家期待新方法推动当代物理学前进

说实话,几乎没有一位物理学家真正对量子理论完全满意,但经过1个多世纪的时间,他们已经可以高效地利用该理论进行科学研究。物理学家现在例行公事地使用数学方法研究量子行为并给出准确度惊人的推算,包括分子结构、高能粒子碰撞、半导体行为、发射光谱分析等。

问题不断

但是这种将量子物理与数学结合的研究方法正变得十分程式化。一旦研究者开始更进一步思考数学方法对量子物理研究的意义,一堵看似坚不可摧的屏障便摆在眼前了。有什么事物可以既是粒子同时也能以波的形式存在吗?薛定谔猫——奥地利物理学家埃尔温·薛定谔试图证明量子力学在宏观条件下的不完备性而提出的一个思想实验——可以同时活着和死亡吗?即便是最温和的方法也能对贯穿宇宙的粒子光束产生一定程度的影响吗?

许多物理学家对这些“离经叛道”的问题的应对方式是对“哥本哈根诠释”进行改良,该诠释由 Niels Bohr、Werner Heisenberg 及其同事在上世纪20年代给出,他们是量子理论现代形式的奠基人。该诠释认为,这些奇异现象反映了人类对世界认识的极限,人们能做的只是接受这个事实而已,或者如美国纽约伊萨卡康奈尔大学物理学家 David Mermin 所说的:“闭上嘴好好计算。”

但总有一些科学家不愿意对未知事物“闭嘴”,他们决心要打破壁垒,彻底理解量子理论真正的意义。当俄勒冈州波特兰大学物理学家 Maximilian Schlosshauer 提到不确定性原理时,

他说:“我们可以依靠这种抽象的存在来追寻这个世界,波动函数描述了概率在系统中的不同状态;有关量子理论的所有其他数学工具都能在教科书中被找到。”

过去10年中,一些质问者开始争辩道,只有彻底推翻抽象实体重新研究,才能推动量子物理前进。虽然这些质疑者分属不同流派,每一流派对如何重建量子理论也存在分歧,但这些科学家有一个共同的信念:过去一个世纪里,物理学家对量子理论的研究走入了歧途,使它变得古怪、僵化尖刻且难以解读。他们相信,如果能够找到正确的道路,所有的一切都将明朗,那些长久以来困扰科学家的谜题(例如量子引力的本质)将自然而然地解决——他们的着眼点或许在于广义理论中的概率论理论。

加拿大沃特卢市圆周理论物理研究所的 Christopher Fuchs 说:“最理想的研究方法可以用朴素的语言逐句逐字地写成一个故事,它是那么的精彩而富有想象力,精确的数学研究方法根本无法描述它,这一点毫无疑问。”

合理提议

英国牛津大学的 Lucien Hardy 是最早开始探索这一理论的先驱者之一,他认为,量子理论可能来源于一系列“非常合理的”公理——关于如何在任一系统中统计概率,例如抛向空中的一枚硬币。

Hardy 开始注意到,通过测量一定数量的“纯”状态(在扔硬币实验中,用 N 表示),可以指定一个经典的系统。投掷硬币得到的结果要么是正面朝上,要么是背面朝上,N 代表两种可能性。在抛骰子实验中,骰子6个面中的一个

面会朝上,N 代表6种可能性。

然而,在量子世界中,概率的工作原理是不同的。例如,测量电子的旋转,能区分两种纯状态,这可以大致描述为顺时针方向旋转或逆时针方向旋转,这称为一个垂直轴。但是,电子旋转是两种量子态的结合。Hardy 用连续性公理来解释这一现象,该公理要求纯状态以流畅的方式从一种状态转变为另一种状态。这个公理证明,至少需要 N² 测量才能完全地指定一个系统——和标准量子相对应的一种关系。

但是,Hardy 说,原则上,连续性公理也允许高阶理论——对某个系统完整的定义需要 N³、N⁴ 或更多的测量——导致微妙的偏离标准量子的行为,这一现象在实验室中可以被观察到。然而,在任何细节中,他没有试图分析这种可能性;他更大的目标是,展示量子物理学如何被再造为一个关于概率的一般性理论。令人信服的是,他说,这一理论可能是由19世纪的数学家推断出来的。

Fuchs 认为 Hardy 的论文是令人振奋的。Fuchs 说:“它就像一把锤子一样敲醒了我,从那时起重塑了我的思维,令我开始全神贯注地探索概率方法。”

知识缺口

Fuchs 的同事 Robert Spekkens 认为,如果自然界真的在某种程度上限制了观察者所能了解的信息量,那么便存在一个知识平衡原则:观察者对某一事物所掌握的信息量永远不会超过他未能掌握的信息量。为了使上述观点更容易理解,Fuchs 将标准的量子理论以经典的概率论——贝叶斯推理——为范本加以重写。

“

物理学家花费了1个世纪的时间努力思考量子理论中的悖论,现在一些人正在尝试对它进行改造。

图片来源:ANDY POTTS

科学线人

全球科技政策新闻与解析

政事

联合国调查小组证实 叙利亚化武袭击使用沙林



瑞典科学家 Åke Sellström (左)将材料递交给潘基文。
图片来源:UN Photo/Paulo Filgueiras

联合国调查小组已经发现“清楚且令人信服的证据”,表明8月21日叙利亚大马士革附近发生的化学武器袭击,使用了神经毒素甲氟膦酸异丙酯(沙林)。大量平民在这场袭击中丧生。尽管该小组提交的报告并没有讨论谁应该对这次袭击负责,但它包含了用于运载沙林的导弹的信息,一些国家暗指叙利亚政府是幕后黑手。

联合国秘书长潘基文于9月15日从该小组组长、瑞典科学家 Åke Sellström 手中接受了这份报告。潘基文在新闻发布会上指出:“这些发现毋庸置疑。这是一次战争犯罪。自1988年萨达姆·侯赛因在哈拉布贾使用化学武器后,这是证实使用化学武器屠杀平民的最有力证据。”在那场伊拉克化学武器袭击中,至少3200名库尔德人丧生(美国官方数据称1400人死于叙利亚袭击。)不过潘基文并未指明谁该负责,他表示这并不是联合国小组的责任。

该调查小组包括来自国际禁止化学武器组织(OPCW)的专家,他们于8月26日-29日拜访了大马士革郊区。他们提交的38页报告(包括附录)涵盖了土壤等环境样本;访问了50多位幸存者和医务人员;检验了取自幸存者的血液、尿液和毛发样本。有关生物和环境样本的化学试验由 OPCW 指定的4个实验室完成,这些实验室分别位于德国、芬兰、瑞典和瑞士。

幸存者的症状——有些人袭击一周后症状仍然十分明显,主要是暴露于沙林等有机磷酸酯类的典型症状:意识丧失、呼吸急促以及视力模糊等。取自幸存者的生物样品测试显示出“沙林暴露的决定性证据”。而且,导弹碎片等大部分环境样本的沙林或其分解产物检测呈阳性。

该小组总结道,叙利亚各方不断进行的冲突中使用了化学武器,也使用化学武器相当大规模地攻击了平民,其中包括儿童。环境、化学和医学证据提供了大马士革袭击使用的地对地导弹包含神经毒素沙林的清晰而有力的证据。(张章)

人事

澳大利亚新总理 冷落科学界



澳大利亚
新当选总理
Tony Abbott
图片来源:
Wikimedia

澳大利亚科学界与即将上任的总理 Tony Abbott 从一开始就相处得不好。9月16日,Abbott 在新闻发布会上公布的内阁人选冷落了科学界。当记者追问其遗漏时,Abbott 回答称,澳大利亚的国家研究机构 CSIRO 将由联邦工业部长 Ian Macfarlane 负责进行整合。

“全国的科学家都在追问‘科学部长在哪里?’”代表6.8万名科学家和技术专家的产业集群“科技澳大利亚”的首席执行官 Catriona Jackson 说。澳大利亚科学院政策部长 Les Field 补充称,科学院对总理 Abbott 并未任命科学部长“感到惊讶和失望”。澳大利亚媒体报道称,这将是科学部门在1931年成立之后,澳大利亚政府首次未任命科学部长。

在此之前,即将执政的政府曾威胁要对澳大利亚研究理事会的拨款选择进行微观管理,认为在哲学、宗教历史、艺术和气候变化交叉领域的研究拨款是“荒唐的,令纳税人摸不着头脑”。像气候科学和环境保护等其他研究领域可能也要作好进入困难时期的准备。

2009年,Abbott 将气候变化称为“绝对的废话”,如今他重申其竞选宣言,打算取消由即将离任的工党政府所设立的碳税。Abbott 的替代措施是一个限制在32亿美元的基金,将会资助封存,并弥补企业减少碳排放的直接损失。(苗妮)

美要求能源公司披露压裂流体化学成分 让水力压裂法“变绿”



水力压裂法使用的化学品慢慢将在线可查。
图片来源:DAVID ZALUBOWSKI/AP/PRESS ASSOCIATION IMAGES

己的化学制品评估方案,以有效处理公共关注和减少环境足迹等问题。

这些登记的数据资料虽然越来越丰富,但是仍然不完整、松散和难以比照。另一方面,欧盟也同步执行了一个统一的化学品管理规定,统辖所有商业领域的报告。例如,在北海范围内作业的能源公司,必须执行相同的规则,并忍受严格的报告要求。但在美国,有关化学品报告的法规依然是各州法规的混合物,国家政策则因

行业不同而不同。

就算在有披露规定的州,企业也能够删除一些信息,以保护自己的知识专利。例如,位于得克萨斯州的埃克森美孚公司的一个子公司,拒绝公布一种稠化剂的成分,这种药剂用来帮助在水中悬停砂砾。该公司宣称这是“商业秘密”。

这样一来的结果是,这些企业仍然在自己的风险评估指导下作业,并没有披露进行独立

验证可能需要的所有信息。“如果每个人对‘什么是危险的’有不同的定义,以及不能全部披露他们使用的化学品,那么就非常难以进行比较。”清洁生产行动组织(位于马萨诸塞州的一个倡导性组织)联合主任 Lauren Heine 说。

清洁生产行动组织正仔细研究企业披露的信息,并对最常用的化学品进行风险评估。Heine 及同事的这项努力的目的是,提供一个单一的对照点,以便科学家、企业和公众能够得出哪种化学品是最好的精明决策。

休斯顿 Apache 能源公司化学品评估项目负责人 Daniel Durham 表示,虽然 Heine 的努力是有前景的,但是这些公司的确不需要等待。美国环境保护局(EPA)已经在继续自己的针对各种工业对象的优先化学品的公共注册。那些想要注册自己使用的化学品的企业,将为 EPA 提供毒性和环境评估数据;如果涉及知识产权,该注册也允许企业保留一些特定数据。

尽管不完整,但是优先化学品列表在不断发展。如果一个公司不希望使用乙二醇-丁醚等溶剂(用于降低黏度,但可能对内分泌系统有毒性),它可以浏览 EPA 的列表,寻找替代品。“这是一个指向绿色化学的非常好的路线图。”Durham 说。

最后,Durham 希望,研究人员能够帮助开发新的化学品,以便使整个水力压裂过程更清洁、更高效。Ellis 等科学家在这里会扮演重要角色。

Ellis 还想知道压裂流体是否会推动页岩层中的地球化学反应,这可能释放出危险的金属和放射性核素,例如铀、钍、镭、钍等。微量浓度的这些元素经常在石油和天然气公司产生的污水中被发现,但也存在于天然地下水中。Ellis 希望能够帮助企业挑选出更好的化学品,最大限度降低污染和废水处理的需要。但迄今为止,他表示自己仍关注于基础科学,“从根本上讲,我希望更好地了解这些反应”。(张章)