

走近带给我们惊喜的超导材料

□ 莫尊理 吕文博

2月26日,安徽省量子信息工程技术研究中心和科大国盾量子技术股份有限公司联合发布消息说,国产稀释制冷机 ez-Q Fridge 完成性能测试,显示该设备实际运行指标达同类产品国际主流水平,成为国内首款可商用可量产的超导量子计算机用稀释制冷机。稀释制冷机是构建超导量子计算机的关键核心设备。超导计算机的发展离不开超导材料,通常需要在低温条件下设备才能运行。那么什么是超导材料,低温运行又是怎么回事?让我们一同走近超导材料,了解它的前世今生。

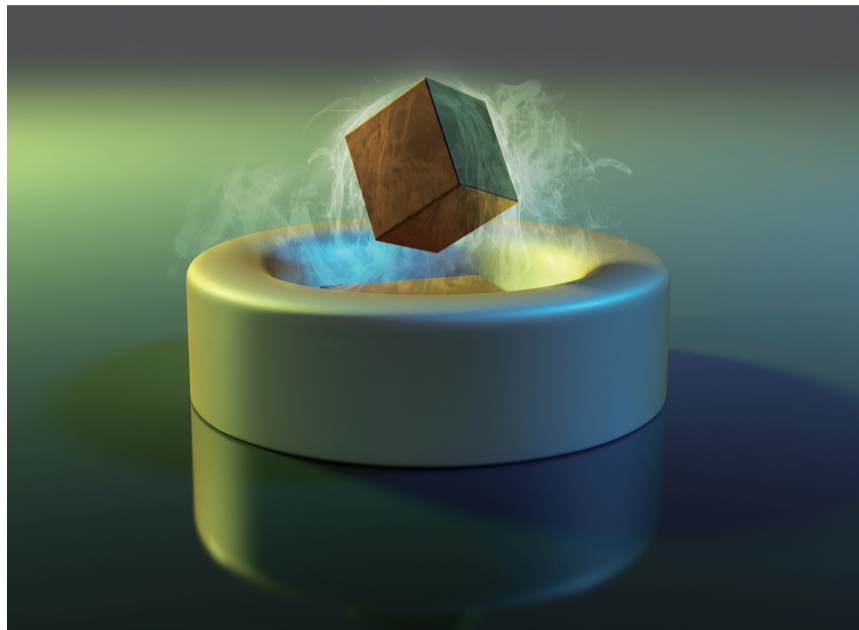
要了解超导材料,还要从超导现象说起。1911年,荷兰物理学家昂内斯将金属汞冷却到4K(K为开尔文温度,4K约等于-269.15℃)以下,结果发现电阻几乎降为零,这就是超导现象的起源。随后,超导材料的研究成为了一大热点。1933年,德国物理学家迈斯纳发现,当一个磁体与一个超导体表面会形成超导电流。超导电流产生的磁场,在超导体内部与磁体产生的磁场大小相等、方向相反。二者抵消后,超导体内部的磁感应强度变为0,也就是说超导体具有了抗磁性。这一现象被称为迈斯纳效应。1962年,约瑟夫逊研究了两块超导体被一层薄绝缘介质分开后,在材料两端施加电压,电子会从一端穿过绝缘体到达另一块超导体,就好像超导体与绝缘体之间存在隧道一般。这种现象叫作隧道效应。而当去除电压,神奇的事情再次发生,两块超导体之间仍会存在微弱的电流,这就是超导体的约瑟夫逊效应。简单来讲,超导体具有零电

阻特性、迈斯纳效应、约瑟夫逊效应三种特性。顾名思义,超导代表着超导电性,是指一种金属、合金或者化合物材料在一定的温度下,电子在其体内可以自由流动,即电阻为0。

那么,一定的温度条件是多少呢?超导材料分为低温超导材料和高温超导材料。但这里的高温 and 低温并不是我们平常生活中理解的高温 and 低温。低温超导体的临界温度低于25—30K,高温超导体临界温度高于25—30K。低温超导体的冷却剂为液氮,温度为4.2K以下,高温超导体的冷却剂为液氢和液氮。可是,为何会产生超导现象呢?1957年,巴丁(Bardeen)、库珀(Cooper)、施里弗(Schrieffer)三人提出的理论率先向世人揭示了超导现象的原因。这一理论将超导现象理解为一种宏观量子效应。该理论指出,超导材料中自旋和动量相反的两个电子可以配对形成“库珀对”,超低温环境中“库珀对”与电子晶格不发生能量交换,在晶格中可以无损耗地运动,即电阻消失,产生超导电流。低温超导材料的主要代表有铌钛合金(NbTi)、铌锡合金(Nb₃Sn)、铌铝合金(Nb₃Al)等合金,但由于低温超导材料需要昂贵的液氮环境,使它的应用受到了限制。高温超导材料可在廉价的液氮制冷环境中使用,主要代表有钇钡铜氧(YBCO)、铋钙铜氧(BSCCO)等化合物。

科学家认为基于超导的技术,可以改变世界。那么,超导材料具体有哪些应用呢?

超导磁体是超导材料应用最多的一个领域,它在医疗领域有很多用处。在医学检测的核磁共振成像技术中,病



悬浮的超导体示意图。视觉中国供图

人检测时需要一个强磁场环境,由超导材料制备的超导线圈由于0电阻特性,电流可产生强大的磁场满足该需求。

大型科研设备,比如高能粒子对撞机、粒子加速器等都离不开超导磁体,通过传统导线运输的电能无法避免电阻耗能的问题,约10%的电能会以热量的方式被浪费。而超导电缆的零电阻特性可有效避免能源损耗,比普通电缆能节省40%—80%的能量。

超导计算机是21世纪计算机领域重要的研究方向,仅基于简易超导器件的超导计算机,就可以每秒执行500亿次指令,比目前最快的硅基材料还要快100倍。

利用超导技术,在武器装备方面可以制造超导量子干涉仪,展现出对周围环境磁场及其灵敏度的识别能力,还可用于制造超导红外探测器,以及超导电磁推进系统、超导坦克、超导飞机、超导太空发射器等。

超导材料的应用绝非只有这些,人类对于超导材料的探索从未停止,超导体展现出欣欣向荣的发展态势。纵观百年发展,超导技术已在影响世界,且还有广阔的研究空间造福人类生活的方方面面。

(莫尊理系西北师范大学教授、博士生导师,吕文博系西北师范大学硕士研究生)

信息从哪里来,它和能量怎样互换

□ 陈思进



美国天文学家日前利用北双子座望远镜的档案数据,发现了迄今已知最重的超大质量黑洞对,两者的“体重”为280亿倍太阳质量。相关论文在最新一期《天体物理杂志》上发表。美国麻省理工学院近日报道,天文学家发现18个黑洞正在吞噬附近的恒星,这些发现使得已知的近宇宙潮汐破坏事件数量翻了一番。信息进入黑洞后,是否依然守恒、抑或消失,又涉及信息与能量之间的关系,那就让我们进一步探讨信息从哪里来,它和能量是怎样互换的。

信息并非凭空产生,而是源于自然界和人类活动。在自然界中,许多过程都包含着信息的产生和传输,比如生物体内的化学信号、动物之间的声音交流、星际空间中的射电信号等。人类活动也是信息的重要来源,无论书写、语言交流、艺术创作,还是科学研究,都产生了大量的信息。

人类还通过技术手段创造和产生信息,从最早的文字、纸张,到现代的互联网、通信技术,创造了各种工具和平台,用于存储、传输和处理信息。信息的产生与技术的发展密

不可分,科学家和工程师们不断创新,推动着信息技术的进步,使得信息的产生和利用变得更加高效和便捷。

从来源可以看出,信息不同于物质,而是对事物状态、属性、关系的描述或表达,可凭借文字、图像、声音等形式存在。当你用微信与亲友聊天,相互发送文字、图片、小视频以及文件时,这就是信息载体。它们通过电信号在你与亲友的微信之间传输,改变了你对某个主题的认识或了解。

而能量则是宇宙中的基本物理量,以多种形式存在,包括热能、电能、光能等。

信息和能量是两种不同的物理量,但它们之间存在着密切的关系,可以相互转化和影响。在物理学中,有一条基本原理是能量守恒定律,即能量在封闭系统内是不会减少或增加的。那么,信息与能量之间是否存在类似的关系呢?

信息的传输和处理确实需要能量的支持。发送电子邮件需要电能来驱动计算机和网络设备,接收手机信号需要消耗电池中的能量,而在信息的传输过程中也会伴随着能量的损耗,比如信号在传输过程中受到干扰导致信息丢失或错误。因此,信息的产生和传输往往需要能量的输入

和消耗。

信息也可以被视为一种形式的能量。在量子物理中,信息被认为是一种重要的物理量,它与能量、动量等物理量具有等价的地位。黑洞信息丢失问题就涉及信息与能量之间的关系。一些理论认为,当物质进入黑洞后,其信息会永久丢失,这可能与能量的特殊性质有关。

随着科技的发展,人类对星际移民的探讨越来越多,而能量和信息成为其中的关键因素。让我们打开脑洞,想象一下未来人类在面临移居距地球1000光年的宜居星球这样的挑战时,我们不得不思考解决这些问题的可能方案。在探索这个问题过程中,我们将深入探讨信息的本质以及信息与能量之间的关系,这将有助于我们更好地理解人类星际移民的可能方式。

信息从宇宙的起源开始就存在着,它是宇宙演化的基础和动力之一。信息的产生和传输是一个复杂而精密的过程,它涉及物理、数学、工程等多个领域的知识。随着科学技术的不断进步,我们相信对信息与能量之间关系的探索将会有更深入的认识,为人类社会的发展和进步带来新的机遇和挑战。

(作者系科幻作家)

人工智能有助于开发神奇材料

科普时报讯(实习生王雨珂)目前,谷歌一家人工智能企业创建的人工智能,已预测出200多万种可能性材料,有助于彻底改变材料科学,为制造更好的电池、太阳能电池板和更多重要技术提供新方法。

在国际科技期刊《自然》近日发表的“为材料发现扩展深度学习”一文中,研究者们扩大了机器学习在材料探索方面的应用,首次建立了能够准确预测稳定性的模型,从而为新材料探索提供指导。

这种人工智能模型被称为“材料探索图网络”(GNOME),旨在预测无机晶体结构。这种结构是原子的重复排列,使材料具有特殊属性。

从新能源汽车电池到太阳能电池,一旦发现新材料无疑将加速技术层面的突破。已知的无机晶体结构约有4.8万种,它们提供了具有各种特性的材料,虽然其中一些新结构可能会衰变成更稳定的形式,或者根本不可能被创造出来,但有700多项预测已在实验室中实现。

谷歌这家企业的人工智能研发团队,在现有的已知无机晶体数据库上训练GNOME,并利用它通过改变元素或利用已知晶体的对称性生成新的可能晶体,还预测了新晶体的能量,这是衡量晶体稳定性的一个标准。

研究人员利用量子力学模拟来评估这些能量预测的准确性,然后将这些结果反馈到GNOME结构预测中。每一轮预测,模型对新型稳定晶体的普适性都越来越好。