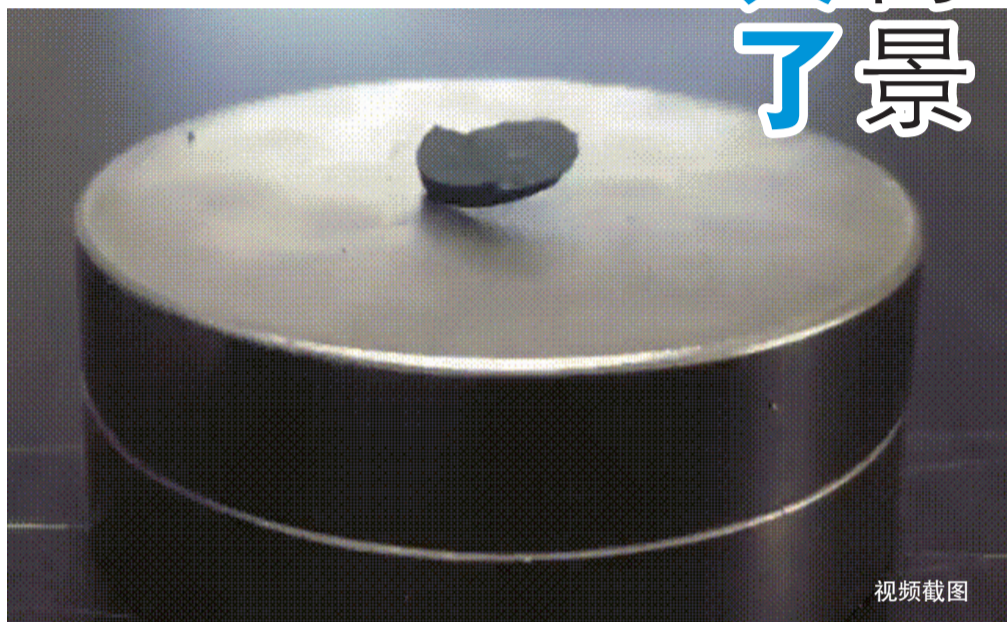




近日,来自韩国的物理学家团队,在预印本网站arXiv上传了两篇论文,宣称发现了首个室温常压下的超导体。论文声称:在常压条件下,一种改性的铅磷灰石(文中称为LK-99)能够在127°C以下表现为超导体。论文一经公布,便在网络上引发了热烈讨论。随后,华中科技大学材料学院博士后武浩、博士生杨丽,在常海欣教授的指导下复现LK-99磁悬浮实验,并在哔哩哔哩网站上发布相关视频引发热议。

看到这里,你是否会产生疑问,室温超导是什么?为什么大家都在议论室温超导?它对我们的生活又有什么影响?本期,让我们一起走近室温超导。



视频截图

室温超导火了! 一探应用前景

>> 超导究竟是什么?

室温超导,即在室温条件下实现的超导现象。那超导又是什么呢?

1908年,荷兰物理学家昂内斯在制取液氮成功之后,成功将汞降温至4.15K(即零下269摄氏度)并发现超低温下汞材料的电阻降低为零,该现象称为超导现象,而转变后的材料称为超导体。自此,汞成为了科学家发现的第一个超导体,其超导 T_c 为4.2K。所谓的超导 T_c 即超导转变温度,也就是超导体由正常态进入超导态的温度。

按照超导体的临界温度,可以将超导体分为低温超导和高温超导材料。目前

低温超导的下游应用主要包括加速器磁体、核聚变工程用超导磁体、核磁共振磁体、通用超导磁体等,基于低温超导材料的应用装置一般工作在液氮温度(约4.2K,相当于-268.8°C)。在相当长的时期内,低温超导材料仍是最主要的超导产业支柱性材料。但现有的超导材料大都需要在极低温下才能工作,这大大限制了它们的大规模应用。因此研发出一种室温超导材料一直是全球物理学界寻求突破的方向。

超导体导电能力有多强?中学课本里提到过,在一个电路中,导线里的电荷在电压驱动下会像跑步运动

员一样运动,从而形成电流,但经过导体的电阻会阻碍它们的运动。试想一下,如果电路由超导体组成,电荷就能在电路中自由地奔跑,电流会一直流动下去。在一个超导铅制成的环路中,可以连续几个月都观测不到电流有减弱的迹象。

值得注意的是,除了电阻为0以外,超导体还有一个奇特的性质,称为完全抗磁性。材料转变成超导体后,就好像武僧使出了金钟罩,体内的磁场会“排斥”掉几乎所有的磁通量,磁力线无法穿透超导体,这个现象也被称为迈斯纳效应。

>> 什么限制了超导体的大范围应用?

限制超导体大范围应用的根本原因就是温度。材料转变为超导体的温度被称为超导临界温度(T_c),低于这个 T_c ,超导体才能保持自身的超导性质。然而,绝大多数材料的 T_c 都非常低,基本都在-220°C以下,需要借助液氮或液氦等维持低温环境,这其中

的成本无法想象!

所以为了让超导体得到更广泛的应用,必须要找到 T_c 更高、最好是室温条件下(大约25°C左右)也能保持超导性质的材料。从发现超导现象开始,物理学家对高 T_c 超导体的寻找从未停止,但一直举步维艰。在发现超导最开始的

70多年内, T_c 的上限连突破-240°C都很困难。经过努力,物理学家陆续发现 T_c 超过-173°C的超导体,目前超导体最高临界温度的记录保持者是150万个大气压下的硫化氢, T_c 大约是-73°C,离理想的室温还是有一定距离,如此高压的条件也意味着难以实际应用。



室温超导将改变电力传输。

>> 室温超导有什么用?

如果人类真的制造出常温超导体有多么大的意义,为什么足以掀起一轮技术革命?

如果室温超导成真,那么这项技术的发展将对许多领域产生影响。从电力运输和储存、医学成像到高速列车、航天航空和计算机等都将取得突破性扩展,这些都将对我们的现实生活产生颠覆性的影响,将改变许多的行业,特别是和电应用的行业。这作用堪比奥本海默发明原子弹、图灵制作计算机、屠呦呦提取青蒿素、大语言模型训练出ChatGPT一样。

第一个改变的是所有和电的传输有关的产品行业。超导体,简单说就是它的电阻很小,导电过程中能量的损耗很低。常规导体导电过程中,电阻大就会发热,随着距离边长,发热就更多,损耗就更大,长距离输电甚至损耗会达到50%。目前解决的办法就是改变导线的面积,或者通过高压输电,所以我们常规见的远程输电,就是从发电区高压输出,到入户时再降低电压,才能使用。

如果有了低成本常温超导,那么电阻几乎没了,就不用变压器输电了。超导输电可以节约目前高压交流输电技术中15%左右的损耗,超导变压器、发电机、电动机、限流器以及储能系统可以实现高效的电网和电机。利用超导线圈制作的超导磁体具有体积小、磁场高、均匀性好、耗能低等优势。具体体现是,所有用电的设备性能都会飞升,所有和电相关的公司都会受益,所有生活在电气化社会的老百姓都会因此得到收入和生活水平的大幅增长。

第二个相关的是芯片。CPU超频,最大的问题就是散热问题,但如果常温超导,那么散热问题就几乎没有了,芯片速度还可以提高,还可以再缩小。

第三个是磁悬浮运输。有了低成本常温超导,就可以维持

强电流,而强电流可以产生强磁场,那么磁悬浮列车的制造成本将大幅下降,甚至磁悬浮电动车都可以造起来。

第四个是可控核聚变。可控核聚变的实验难度取决于维持上亿度高温,目前用的一个方法是创造一个超强磁场,是地球磁场的几十万倍,而目前的常用导体材料是达不到相应需要的电流承载的。譬如,实现20特斯拉磁场,用传统铜导线,不仅需要很大的面积,还需要2亿瓦电,而目前最新的低温超导只需要30瓦电,这一个小时就可以节约20万度电,这给可控核聚变的研究突破带来了可能。

第五个是类似核磁共振的医疗设备。目前MRI核磁共振都是用的液氮与液氮冷却的超导体,通过强电流产生强磁场,图像才能看得更加清楚。而常温超导可以节约液氮液氮等冷却液的高昂成本费用。在未来,核磁共振设备会更加普及,而且也不会因为带了金属进去而被迫关机导致巨大损失。据了解,MRI核磁共振设备磁场非常强大,一旦吸上去,就难以拿下。只有关机才能将其拿下,但关机一次需要耗费巨大的成本。

第六个是储能。电一旦输入后,只要不超过临界电流,就可以在超导线圈里永远转下去,对于电输出时的损耗也可以几乎忽略不计,这对未来电存储、电运输、电价都有深远的影响。

第七个是超导量子计算机。计算能力超强,手机都可以成为超级计算机,如果配合上AI训练,那很多AI应用就能实现了。

每一轮技术革命都会颠覆现有的社会秩序,无论是蒸汽机还是电气化。对于室温超导的探索,我们还是应该抱着开放的态度,科学需要大胆假设,小心求证。



室温超导有利于磁悬浮运输。