

他们让纳米技术有了颜色

2023年诺贝尔化学奖授予三名科学家,表彰他们在发现和合成量子点所作出的贡献

新华社 中国科学院高能物理研究所 科普中国

瑞典皇家科学院4日宣布,将2023年诺贝尔化学奖授予蒙古·巴文迪、路易斯·布鲁斯和阿列克谢·叶基莫夫,以表彰他们在发现和合成量子点方面所作出的贡献。

瑞典皇家科学院常任秘书汉斯·埃勒格伦当天在皇家科学院会议厅公布了获奖者名单及主要成就。他说,今年获化学奖的研究成果为纳米技术“播下了重要的种子”。

诺贝尔化学委员会主席约翰·奥奎斯特在公报中说:“量子点具有许多令人着迷且不寻常的特性。重要的是,它们根据大小而具有不同的颜色。”

获奖名单提前泄露? 科学界早有预计

在结果公布前几小时还发生了一个有趣的插曲。有瑞典媒体报道,瑞典皇家科学院在一封电邮中,提前泄露了获奖者名单。结果,最终公布结果与泄露的名单完全吻合。

中科院半导体所研究员姬扬表示,量子受限体系在基础研究和产业应用中都非常重要,量子点就是一个典型代表,科学界预计该工作会得诺奖其实已经很多年了。

每个学化学的人都知道,一种元素的性质是由它有多少电子决定的。然而,当物质缩小到纳米尺度时,就会出现量子效应;这些都是由物质尺度决定的。2023年诺贝尔化学奖

得主成功地制造出了小到其性质由量子现象决定的粒子。这种被称为量子点的粒子在纳米技术中非常重要。

据介绍,巴文迪1961年出生于法国,是美国麻省理工学院教授;布鲁斯1943年出生于美国,是美国哥伦比亚大学教授;叶基莫夫1945年出生于苏联,是美国纳米晶体技术公司的首席科学家。

巴文迪当天在接受电话连线采访时表示,他对获奖感到意外,“完全出乎意料”,为此感到荣幸。

三名获奖者将平分1100万瑞典克朗(约合100万美元)奖金。

什么是量子点?

一个量子点与一个足球的对比,
正如足球与地球的对比

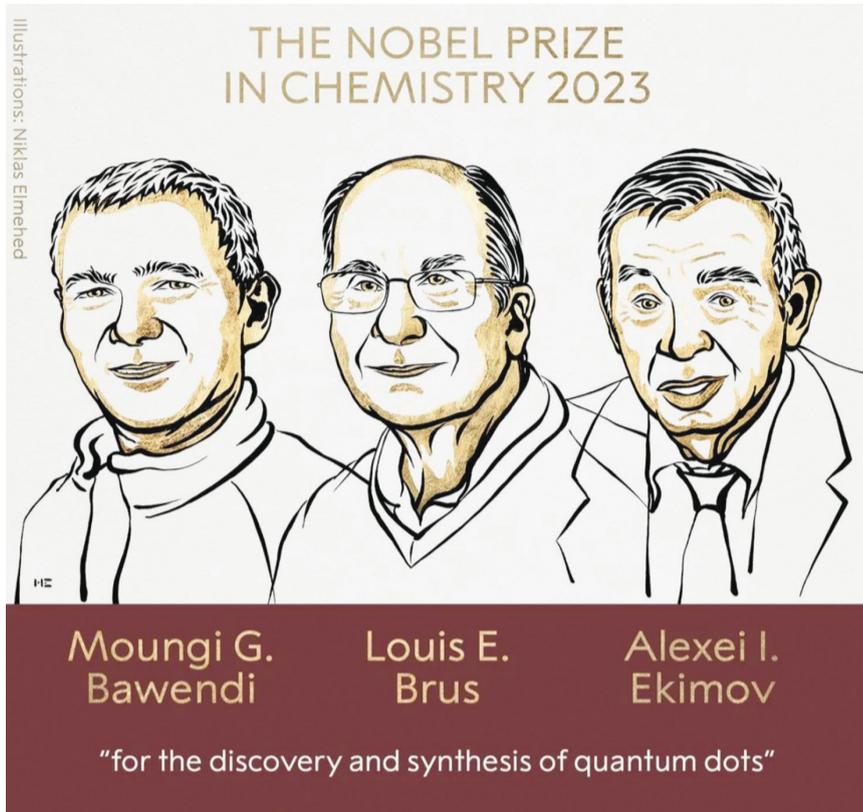
量子点是一类非常小的纳米尺度颗粒,也被称为半导体纳米晶。一个量子点通常只由数千原子组成,如果要形象描述它的“小”,可以想象一个量子点与一个足球的对比,正如足球与地球的对比。

量子点的特殊结构和尺寸,使其内部电子运动受限,从而影响其光学性质,不同尺寸的量子点会发出不同颜色的光。科学界早就在理论上认为可以通过调整量子点的尺寸来实现相应的量子效应,但如何高效制造出质量稳定的量子点,困扰了科学界相当长一段时间。

上世纪80年代初,两位科学家在量子点研究上取得重要突破。当时在苏联科研机构工作的阿列克谢·叶基莫夫在玻璃基质中

合成了量子点,并于1981年在学术期刊上发表他的成果。美国的路易斯·布鲁斯也在胶体溶液中合成了量子点,并于1983年发表了研究成果。两位科学家基于不同的材料体系,都为量子点相关研究打下坚实基础。

到了1993年,美国麻省理工学院的蒙古·巴文迪在高效合成高质量量子点方面取得进一步突破。巴文迪的团队将能够形成纳米晶体的物质注入一种被加热的特殊溶剂中,并精确控制其中的饱和度,从而生成非常微小的晶体胚。团队再通过对溶剂温度的调整,最终生成了尺寸一致的量子点。这一方法相比以往更简单高效,让更多科研人员有机会探索量子点的特性和潜在应用。



2023 诺贝尔化学奖名单(来源:诺贝尔奖官网)

量子点合成化学的发展

中国学者开发出的新合成路线,在工业界得到推广

量子点领域蓬勃发展的基础是量子点合成化学:应用现代化学的合成方法和思想,为整个领域提供了结构多样、性能丰富的高质量材料。

量子点合成化学在1990年到1993年之间取得了一次突破,出现了一种“金属有机-配位溶剂-高温”合成路线。它以二甲基镉作为镉源,在高温(300摄氏度左右)、有机配位溶剂中合成高质量的硒化镉量子点。但由于该合成路线借鉴于“金属有机气相沉积”方法,使用了高毒性、具有爆炸性的原

料——二甲基镉,不利于大规模推广。

这个局面在2000年左右被中国学者彭笑刚教授所突破。基于对反应机理的深刻认识,彭笑刚课题组以稳定易得的氧化物或羧酸盐为前体,开发出一种基于安全无毒的非配位溶剂的“绿色”合成路线。新合成路线的发展使得量子点的合成逐渐走向全世界的实验,并在工业界得到推广。

与此同时,量子点的生长机理、核壳结构工程和表面配体化学等基础科学问题也被化学家们广泛

地探索。这些基础研究的进展使得高质量的量子点逐步扩大到其他种类半导体化合物。2015年,钙钛矿量子点的出现突破了上述量子点需要高温合成的限制。利用钙钛矿的离子特性带来的溶解度差异,可以在聚合物基质中室温再沉淀或者原位制备量子点,给光学应用带来了新的发展机遇。

得益于合成化学的进展,量子点这个材料家族还在不断地壮大。量子点的形貌、结构调控手段日趋丰富,具有特异性能的功能单元不断产生。

量子点的用途

从电视屏幕到LED灯管,从肿瘤筛查到绘制细胞图谱,
人类刚开始探索它的潜力

三十年后的现在,量子点已成为纳米技术的重要工具,并出现在商业化的产品中。研究人员主要利用量子点来产生彩色光。如果用蓝光照射量子点,它们会吸收光并发出一种不同的颜色。通过改变粒子的大小,我们可以精准确定它们的发光颜色。

量子点相关技术发展至今,普通人可能最容易感知或接触到的应用莫过于它为液晶显示技术带来的提升。LED(发光二极管)背光光源的色彩经过量子点技术的转化,能够

在屏幕上实现更好的红、绿、蓝三基色,带来更广的色域,一些厂家已经在此基础上推出QLED电视,其中Q代表量子点。随着元宇宙、虚拟现实、增强现实等技术的发展,未来各类电子设备上大大小小的显示屏也有望在量子点技术的助力下,给人们带来更好体验。

在更专业的层面,量子点稳定的发光特性使其成为很好的荧光标记材料,在生物监测和医学成像方面有良好应用前景,医生有望借助量子点来高

效发现患者体内的肿瘤组织。化学领域的研究人员可以利用量子点的催化特性来驱动化学反应。生物化学家将量子点与生化分子相连接,以便绘制细胞和器官图谱。

随着相关技术进一步成熟,量子点有望在更广阔领域发挥作用,比如在柔性电子产品、微型传感器、更薄的太阳能电池和加密量子通信等领域。

正如诺贝尔奖官网介绍材料中所说:“我们才刚刚开始探索量子点的潜力。”

□相关阅读

诺贝尔奖缘何而来?

“请将我的财产变成作基金,每年用这个基金的利息作为奖金,奖励那些在前一年为人类做出卓越贡献的人。”

一百多年前,硝化甘油炸药发明人阿尔弗雷德·贝恩哈德·诺贝尔,不顾他人的反对和劝阻,立下了这份特别的遗嘱。

他将巨额遗产的大部分作为基金,每年所得利息分为5份,用以授予在物理、化学、生理或医学、文学以及和平领域,对人类作出贡献的人。

诺奖也由此以这位瑞典著名化学家的名字而命名。1901年,五个奖项首次颁奖,1968年又增设诺贝尔经济学奖,并于次年首次颁发。

发不完的巨额奖金

据此前诺贝尔奖官网消息,2023年每项诺贝尔奖的奖金将增加100万瑞典克朗,达到1100万瑞典克朗(约合727万人民币)。法新社称,这将是诺贝尔奖一百多年历史上的最高奖金金额。

外界猜测原因是今年以来瑞典克朗相对于其他主要货币都出现了不小的贬值。这也不是诺奖第一次提高奖金金额。

最初,诺贝尔的遗产只有3100万瑞典克朗(今天约合17.02亿瑞典克朗)。从1901年至今,诺奖发放的奖金总额早已远超这个数字。这笔奖金为何发了120多年还没用完?

原来,这主要归功于投资理财。据称,诺贝尔基金会的钱投资过国债,也投过房地产和股市。受理财效益等影响,诺贝尔奖的奖金金额,近年来也一直在上下调整。

2011年,由于全球股票市场不振,诺贝尔基金会的股票投资亏损了1900多万瑞典克朗。每项奖金的金额也从1000万瑞典克朗降低到800万。2017年,奖金又增加到900万克朗,2020年增加到1000万克朗。

2022年底,诺贝尔基金会的投资资本已达57.99亿瑞典克朗。