

聚焦 2023 年诺贝尔自然科学奖



生理学或医学奖

获奖成果

10 月 2 日,2023 年诺贝尔生理学或医学奖揭晓。该奖授予美国科学家 Katalin Karikó 与 Drew Weissman,以表彰他们“发现了核苷基修饰,从而开发出了有效的抗新冠病毒 mRNA 疫苗”。

获奖者



Katalin Karikó

Drew Weissman

1955 年生于匈牙利索尔诺克,匈牙利塞格德大学教授和美国宾夕法尼亚大学佩尔曼医学院兼职教授。

1959 年生于美国马萨诸塞州列克星敦,宾夕法尼亚大学 RNA 创新研究所主任。

专家访谈

《中国科学报》:两位获奖者最大的科学贡献是什么?

薛愿超(中国科学院生物物理研究所研究员):mRNA 是遗传信息传递的中间体,由 DNA 的一条链作为模板转录而来,携带遗传信息,是能指导蛋白质合成的一类单链核糖核酸。

我们通过疫苗预防疾病,其实就是刺激机体产生抗体的过程。先把 mRNA 生产出来,然后利用“人体细胞工厂”让它产生抗原,进而刺激 B 细胞产生抗体。

从生命科学基础研究来说,至少在上世纪,很多科学家都认为 mRNA 可以做成疫苗,也做过一些尝试,但当 mRNA 进入体内,机体会认为它是“外来者”,产生强烈的免疫反应,导致细胞无法存活。

而 Karikó 和 Weissman 的贡献就是巧妙地想到,将假尿嘧啶引入 mRNA,对其进行修饰,这相当于给 mRNA 颁发了“通行证”,机体认为 mRNA 是“自己人”,接下来可以继续翻译。

《中国科学报》:怎么看两位科学家在这个时间节点获得诺贝尔奖?

高福(中国科学院院士、中国科学院微生物研究所研究员):这个节点获奖凸显诺奖“为人民服务”的意识,就是我们所说的“人民至上、生命至上”。在新冠疫情期间,mRNA 疫苗拯救了生命,将一个基础研究直接推向应用,为人民服务,这是我们应该学习的、坚持“四个面向”的理念。

薛愿超:我认为这两位科学家的获奖一点都不意外。疫情至今,3 年的时间充分证明了 mRNA 疫苗的安全性和有效性。

李治中(北京大学医学院客座教授、科普作家):我在美国诺华制药期间,从事 mRNA 研究的公司曾经做过一个演讲,现在想起来很有意思,因为他们没有一个字提到疫苗。所以我相信,Karikó 和 Weissman 发明的技术,在最初的时候并不是奔着疫苗去的。在当时,做疫苗并不是很有“钱景”的一件事,他们想把 mRNA 递送到人体中让它生产特定的蛋白质,来治疗缺少某种蛋白的患者,包括很多罕见病患者,这是有广阔应用前景的。

《中国科学报》: mRNA 疫苗和传统疫苗相比,有哪些优势?在新冠疫情中,它的表现如何?

薛愿超:与传统的灭活疫苗相比,主要有 3 点优势。一是可以快速设计,只要我们知道了病毒的蛋白质序列,马上就可以利用计算机设计疫苗,就像编程一样。二是在体外大规模生产。三是导入体内后,产生的特定抗原比灭活疫苗更多,引起的特异性免疫反应会更强。所以接种过 mRNA 疫苗的人,其体内

有效抗体滴度更高。

施一(中国科学院微生物研究所研究员):首先,它可以缩短疫苗研发时间,在生产上比灭活、减毒或蛋白亚单位疫苗更快。其次,在刺激免疫反应上,它能同时高效激发体液免疫与细胞免疫,产生的中和抗体水平更高,在免疫原性上更强,能让人产生更强的免疫应答反应。

《中国科学报》:中国的 mRNA 疫苗研发能力如何?这一技术还有哪些待完善?

施一:我们有能力自己设计、生产这款疫苗,国内多家公司都有生产 mRNA 疫苗的平台。

在基础研究方面,增加 mRNA 疫苗的稳定性,降低研发、生产以及储存、运输成本是一个发展方向。现在科学界已经在尝试通过改变疫苗制剂以及环状 RNA 疫苗等技术解决这一问题。此外,RNA 疫苗递送系统是一个重要研究方向。

《中国科学报》: mRNA 技术有哪些应用前景?

薛愿超:目前来看,它不仅可以用来做预防性疫苗,还可以做治疗性疫苗。这是其应用前景之一。

从另一个方面说,如果能够操纵 mRNA 的结构,就可以干预它的表达,从而达到治疗的目的。

李治中:目前的癌症疫苗和新冠疫苗这样的预防性疫苗不同,它属于治疗型疫苗。一般来说,是根据患者已知的基因突变或者特征来定制化设计一些疫苗。有了这样的疫苗,再结合其他免疫治疗,可显著增强人体对于癌细胞的免疫反应,有可能清除手术等其他治疗后体内残留的癌细胞,降低癌症复发率,从而对患者产生更强保护。

施一:目前为了应对其他传染病也有不同的 mRNA 疫苗在开展临床前和临床研究,包括针对流感的广谱疫苗、以登革病毒为代表的黄病毒疫苗,以及针对人呼吸道合胞病毒等的疫苗。另一方面,mRNA 疫苗在肿瘤预防治疗上也具有潜力。

《中国科学报》:对于未来我国在 mRNA 研究领域的布局,你有哪些建议?

薛愿超:在国内,mRNA 这个领域刚刚起步,有一批顶尖科学家在做这方面研究,今年获得诺奖给整个 RNA 领域带来了很大希望。

高福:中国一定要迎头赶上,和“中国的饭碗要端在中国人手上”一样,中国的药盒也要中国人自己生产,广泛吸纳全人类的共同创新性成果,为人民服务。中国要进一步加大基础研究投入,尤其是在人民生命健康的领域,为世界文明进步作出中国贡献。

(本报记者胡琅琦、刘如楠、冯丽红、李晨采访整理)

物理学奖

获奖成果

10 月 3 日,瑞典皇家科学院决定将 2023 年诺贝尔物理学奖授予美国科学家 Pierre Agostini、德国科学家 Ferenc Krausz 和法国 / 瑞典科学家 Anne L'Huillier,以表彰他们“开发了产生阿秒光脉冲的实验方法,用于研究物质中的电子动力学”。

获奖者



Ferenc Krausz

Anne L' Huillier

Pierre Agostini

1962 年生于匈牙利,德国马克斯·普朗克量子光学研究所所长,德国路德维希-马克西米利安-慕尼黑大学教授。

1958 年生于法国巴黎,瑞典隆德大学教授。

1941 年生于突尼斯,美国俄亥俄州立大学教授。

专家访谈

《中国科学报》:阿秒有多快?阿秒激光有什么用?

潘义明(上海科技大学助理教授):阿秒是时间单位,1 阿秒等于 10⁻¹⁸ 秒,阿秒之前有飞秒,飞秒是 10⁻¹⁵ 秒。超快激光,指的是飞秒这一时间段发生的很多化学反应,可以实时记录,所以飞秒又叫分子摄影机,可以窥探去看化学反应的过程。

阿秒相对来说更厉害,它可以看到原子、原子核。阿秒科学有一个非常重要的应用价值,它可以看到原子尺度内很多量子动力学现象,可以实时探测。当然探测只是第一步,阿秒激光还没有真正实现,我们如果能真正实现阿秒激光,就可以对它进行操控,这个意义是非凡的。现在我们做出的是阿秒脉冲,目前最短的阿秒脉冲是 43 阿秒。

《中国科学报》: L'Huillier 是迄今第 5 位女性诺贝尔物理学奖得主,她和团队曾以 170 阿秒的最小激光脉冲打破世界纪录。她是位怎样的科学家?

刘一(上海理工大学光电信息与计算机工程学院教授): L'Huillier 获得诺奖可谓实至名归,这是大家期待了很多年的。在圈内,一直称她是“阿秒之母”。听说电话通知她得奖时,她还在给学生上课。

从 2014 年到 2019 年,我们之间一直有合作。她给我的感觉是沉静、智慧、平和。2014 年冬天,我们去瑞典做实验,用他们团队的激光装置开展空气激光实验。第一次实验进行了两个星期,她每天都来实验室查看进展,和我们讨论各种问题。

《中国科学报》: Krausz 是一位怎样的科学家?

张璟迪(香港科技大学物理学系助理教授): Krausz 应该是 3 位得主中最年轻的一位。

我读博士时就知道他,起初我一度觉得他非常自负或者说自信。他在实验室网页上直接说他们第一个测到时域空间飞秒激光波形的研究组。熟悉之后我发现,他真的做得非常好。要知道,如果要测一个飞秒激光波形,那一定要用更快的激光——阿秒激光来做。其实他就是告诉你,他是第一个用阿秒激光实现高精度光学测量的人。

香港大学物理系有一位教授是 Krausz 的学生,去年开会我还问他“你老师什么时候得诺贝尔奖”,那位同事开玩笑说“他每年都在等,估计快了”。

《中国科学报》:去年,被誉为“诺奖风向标”的沃尔夫物理学奖颁给了 3 位与超快阿秒激光相关的科学家,分别是 Krausz、L'Huillier 和加拿大渥太华大学教授 Paul Corkum。此次,Corkum 未能得奖,而 Agostini 获奖,其中可能是什么原因?

仲冬平(美国俄亥俄州立大学物理学讲席教授): Agostini 是阿秒激光研究的先驱之一,从上世纪七八十年代就开始了强光原子电离及阿秒激光的研究。他高个子,为人谦逊,待人非常友好,在

法国退休后被聘为我们学校的教授。他平时话不多,但是讨论科学问题的视角非常敏锐。

去年,沃尔夫物理学奖没有颁给他,我们都感到很震惊。我想可能是因为他退休之后不像以前那么活跃,不活跃就很容易被忘记。

去年获沃尔夫物理学奖的 Corkum 也非常出色,他在阿秒激光电子动力学的实验和理论研究方面有很大的贡献。可惜诺贝尔奖不能同时颁发给 4 位科学家,否则他一定会得奖。

潘义明: Corkum 没有拿到诺奖,我觉得很意外,实际上他应该是可以拿奖的。今年的诺贝尔物理学奖更偏向实验。据我所知,他应该是做了非常多的工作,他提出了一个“三步模型”(three step model),在阿秒科学里被称为“标准模型”,这是我对他没有获得诺奖而感到特别惊讶的原因。

《中国科学报》:目前我国在阿秒激光方面有哪些布局?

潘义明:目前国内阿秒光脉冲大概是 70 阿秒左右的量级。

其实,国内正在大规模开展有关阿秒光源的基础设施建设,比如说中国科学院物理研究所在东莞松山湖成立的阿秒科学中心、北京怀柔综合极端条件实验平台的百阿秒装置,还有中国科学院西安光学精密机械研究所阿秒科学与技术研究中心,几年前我们国家就在布局这一方向。

《中国科学报》:阿秒激光未来的应用前景如何?

潘义明:除了在科研上的应用,在工业上也有很多应用。第一,阿秒实际上是定义了时间的尺度,可以看到很多的物理过程。然后,通过泵浦探测技术(pump-probe technique),我们可以实时探测这种现象。这是由于时间尺度非常短,因此可以对其进行记录。

第二,我们现在可以通过类似过程看到一个原子尺度内的动力学过程,比如说做两个阿秒脉冲,第一个打上去,第二个去探测它。如果脉冲非常长,那么其实没办法看到它,因为它是一个时间平均的效果,但是如果脉冲特别短,就可以做这个事情,阿秒脉冲就可以做到。

第三,它可以嫁接到非常多的方向上,我们行业开玩笑称之为“everything can be ultrafast”(一切皆可超快)。比如,我们做拓扑和量子材料能带测量的这种 ARPES 光子能谱(角分辨光电子能谱),包括光刻机,刚好也在这个波段,因为阿秒几乎是到 X 射线波段,或者说从软 X 射线到声域微波波段,那么光刻的部分可以用阿秒来做;还有关于量子隧穿时间的定义,可以通过阿秒记录时间。

另外一个就是阿秒激光器。全世界仅有几台,它其实是从飞秒激光器发展而来的,它的内核是先生成飞秒,再用飞秒打出阿秒这样的思路。

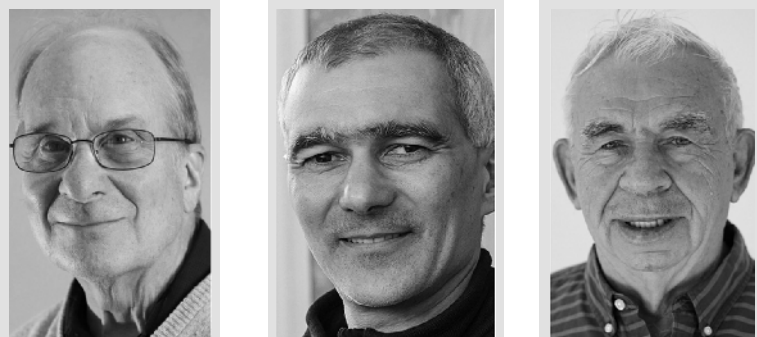
(本报记者倪思洁、韩扬眉采访整理)

化学奖

获奖成果

10 月 4 日,2023 年诺贝尔化学奖授予美国麻省理工学院教授 Mounqi G. Bawendi、哥伦比亚大学教授 Louis E. Brus 和出生于苏联的科学家 Alexei I. Ekimov,以表彰他们在“量子点的发现与合成”中作出的开创性贡献。

获奖者



Louis E. Brus

Mounqi G.Bawendi

Alexei I. Ekimov

1943 年生于美国俄亥俄州克利夫兰,纽约哥伦比亚大学教授。

1961 年生于法国巴黎,美国麻省理工学院教授。

1945 年生于苏联,曾任美国纽约纳米晶体技术公司首席科学家。

专家访谈

《中国科学报》:今年诺贝尔化学奖颁给量子点,出乎你的意料吗?

彭笑刚(浙江大学化学系教授、纳晶科技股份有限公司创始人):不出乎意料,量子点获得诺贝尔奖只是时间问题。但颁奖的角度稍显意外——“量子点的发现与合成”,意味着从材料化学角度评估其科学价值。

庞代文(美国医学与生物工程院院士、南开大学化学学院教授):这是意料之中的事。我从几年前开始,每年给学生上课时就会说:量子点会获诺奖。量子点是发光性质独特的新材料、新发现,其发光原理很新颖,具有非常广阔的应用前景。

《中国科学报》:是否了解 3 位获奖科学家?

彭笑刚: Brus 是我博士后导师的博士后导师,Bawendi 是我导师的师弟,我跟两位科学家见面较多,他们对科学研究都非常有品位,是很好的学者。

2012 年,Brus 受聘担任中国科学院爱因斯坦讲席教授。当时他以私人身份访问杭州,和我在一起待了两天。他非常支持我们的创业,相信量子点具有相当不错的潜力,也同意做我们的科学顾问,不计报酬,即便有很多困难,这么多年也一直在支持我们。

第三位获奖者 Ekimov 的成绩在美国学界没有得到重视,但他是量子点的最早发现者之一。

庞代文:1983 年,Brus 在研究硫化镉溶胶纳米颗粒时,意外发现了半导体纳米颗粒激子吸收随尺寸变化。

今年 3 月 Brus 还给我发邮件,说对我们做的工作印象非常深刻。今天我给他发了邮件表示祝贺。

张翼(中南大学化学化工学院教授):值得一提的是,不少学者对 Ekimov 不太熟悉,主要因为他的工作是 40 多年前做出来的。从这个角度来看,这也体现了诺奖鼓励原创性特点。

《中国科学报》:如何看待 3 位获奖者的排名顺序?

钟海政(北京理工大学材料学院教授):我猜测,排名的先后虽然没体现时间原创性,但应该考虑了对化学领域的贡献。

Bawendi 课题组有项重要贡献,就是冒着生命危险,利用物理真空方法的二甲基镉和双(三甲基硅基)硒作为反应源,在 300℃ 高温下实现了单分散量子点的合成(尺寸分布小于 5%),展示了纳米材料化学合成的精确控制,实现了非常窄的发射光谱。这也是排在第一位的原因——他报道的方法开辟了量子点合成化学研究方向。

《中国科学报》:量子点研究目前主要有哪些应用?

彭笑刚:半导体对于人类生活的重要性大家都了解,量子点作为一类全新材料,实际上是把半导体纳米化,也就是纳米尺度的单晶,使它们不但能够表现出半导体本身的一些特性,而且每一个量子点又是一个量子系

统,表现出不同于传统半导体的独特性质,尤其适合于操控光子。

庞代文:在生物医学成像标记材料。另一个重要应用是在光电显示方面。此外,量子点在照明、太阳能电池、光催化合成、环境污染物降解、柔性电子器件制造、微型传感器等领域也有广阔的应用前景。

张翼:当前量子点的应用非常广泛,几乎贯穿了从能源、传感直至医疗的全行业。

《中国科学报》:现在量子点的研究还面临哪些困境?

彭笑刚:合成的纳米晶体尺寸必须严格控制,同时让它表现出量子效应,这是一件非常难做的事情。此外,量子点影响的产业不止一个,每个产业中所需的量子点都会有或大或小的差别,产业落地意味着必须为每一个应用量身定制量子点,这就使得每个应用领域所需的量子点都要个性化。

庞代文:全世界都在努力,但量子点的广泛应用仍面临很多问题。目前,最难的还是性能的精准控制和使用的长期稳定性。

《中国科学报》:中国在量子点研究方面发展态势如何?

张翼:近年来,国内在这方面的整体水平已经做得非常好,特别是一些头部高校院所的研究者,他们的成果相对于世界领先的课题组,至少是不落后的。特别是刚才谈到的一些量子点的应用,中国科学家作出了非常大的贡献。

谢政(中国科学院理化技术研究所研究员):中国有若干世界级量子点研究专家,不过我们的新型量子点应用还不是很多,中国原创的量子点材料和应用有待引导。

庞代文:我们从 2001 年开始一直坚持量子点合成及其应用研究;开发了国际上第一个获得授权(2004 年)的可大规模安全生产量子点的发明专利技术,并提出了非注射的往复式升温策略,攻克了高质量量子点大规模制造难题,年产能超 1 吨;摒弃水氧阻隔膜,首创量子点光扩散板(QD-PS)全新模式,成本降低 50% 以上;在全球首次实现量子点光扩散板的实际应用,已投入量产并用于 200 多万台量子点电视机。这对提高我国在量子点液晶显示领域的国际地位、占领未来显示产业发展制高点、从显示材料源头和背光模式上根本改变受制于人的被动局面具有重大意义。

彭笑刚:量子点是从材料化学角度获奖,揭示了学界的一个共识:量子点关键在于合成化学、加工化学的发展水平。在基础研究方面,国内对于量子点研究潜力的认识仍然不够。

(本报记者冯丽红、赵广立、沈春蕾采访整理)