

Materials for Semiconductor Industry. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024

- [6] Threads: Technologies for Heat Removal in Electronics at the device Scale | Darpa[Eb/OL]. 2025-08-06. <https://www.darpa.mil/Research/programs/threads-heat-removal>
- [7] 罗天麟, 丁亚飞, 韦宝杰 等. 物理学报, 2023, 72(23):91
- [8] Little W A. Canadian Journal of Physics, 1959, 37(3):334
- [9] Swartz E T, Pohl R O. Rev. Mod. Phys., 1989, 61(3):605
- [10] Young D A, Maris H J. Phys. Rev. B, 1989, 40(6):3685
- [11] Wang J S, Wang J, Zeng N. Phys. Rev. B, 2006, 74(3):033408
- [12] Maiti A, Mahan G D, Pantelides S T. Solid State Communications, 1997, 102(7):517
- [13] Lee J, Roy A K, Farmer B L. Phys. Rev. E, 2011, 83(5):056706
- [14] Gordiz K, Henry A. Journal of Applied Physics, 2016, 119(1):015101
- [15] Zhou Y, Zhang X, Hu M. Phys. Rev. B, 2015, 92(19):195204

- [16] Gabourie A J, Fan Z, Ala-Nissila T *et al.* Phys. Rev. B, 2021, 103(20):205421
- [17] Feng T, Zhong Y, Shi J *et al.* Phys. Rev. B, 2019, 99(4):045301
- [18] Schoenlein R W, Lin W Z, Fujimoto J G *et al.* Phys. Rev. Lett., 1987, 58(16):1680
- [19] Cahill D G. Review of Scientific Instruments, 2004, 75(12):5119
- [20] Schmidt A J, Cheaito R, Chiesa M. Review of Scientific Instruments, 2009, 80(9):094901
- [21] Shi L, Zhou J, Kim P *et al.* Journal of Applied Physics, 2009, 105(10):104306
- [22] Tang X, Xu S, Wang X. Plos One, 2013, 8(3):E58030
- [23] Krivanek O L, Lovejoy T C, Dellby N *et al.* Nature, 2014, 514(7521):209
- [24] Idrobo J C, Lupini A R, Feng T *et al.* Phys. Rev. Lett., 2018, 120(9):095901
- [25] Liu F, Mao R, Liu Z *et al.* Nature, 2025, 642(8069):941

悟理小言

普朗克的悲怆后半生

普朗克(Max Planck, 1858—1947)是量子力学的开创者,他的一生,尤其是后半生,可谓悲惨凄怆已极。

普朗克就读大学时,教授劝告他不要钻研物理学,因为“(古典)物理已经发展完成,死了!”幸而,他执意前行,大器晚成,于42岁时(1900年)提出了电磁波的破天荒量子化概念,不经意打开了潘多拉盒子,触动了量子力学的萌芽与诞生。

1909年,普朗克的首任太太死于(可能是)结核病;但这突然伤逝,只是接踵而来的一连串不幸家庭悲剧的开端。第一次世界大战期间,他的大儿子阵亡,次子曾被拘禁于法国(1914年),次女难产去世(1917年);两年后,长女也因难产死亡(值得庆幸的是两位孙女都存活长大)。

第二次世界大战期间,普朗克座落于柏林的宅



第被盟军炸毁,居所与书房灰飞湮灭(1944年)。同一年,次子因行刺希特勒失败被捕,普朗克奔走营救无果,于德国投降前三个多月(1945年1月底)遭处决。

爱因斯坦于1919年12月9日给玻恩的一封信中,写道:“普朗克的不幸深深打动了我。当我从罗斯托克回来后去拜访他时,我无法忍住眼泪。他的举止惊人的勇敢和得体,但人们可以看出他被悲伤吞噬了。”(范岱年译,《玻恩—爱因斯坦书信集:1916—1955》)

在悲惨而几近绝望中,支撑普朗克一路走下去的,或许是弹奏钢琴、欣赏音乐及广泛阅读。(许多位我们熟知其名的近代物理学家出身知识分子家庭,他们具备深厚艺术、文学和哲学涵养;当时柏林的时代背景及文化氛围,应也有抚慰之效。)然而,更坚定有力的支撑,应是来自当时欧洲的顶尖物理学家和数学家同侪们。他们群星闪烁,不但为解决当时观测到的,层出不穷的辐射(光子)与物质(原子、分子、晶体)作用的繁复多彩现象而殚精竭虑,不时相互讨论、合作、通信、切磋。他们还建立了家庭之间的友谊,往往频繁互相拜访,因而对彼此的家人也都熟识,并且互相关心、关切及鼓励。这些科学内外的文化因素与时代精神及人格特质,想必都是陪伴及扶持普朗克度过老年,直至九旬而仍能问学不辍的生命力泉源。

(台湾阳明交通大学 林志忠 供稿)