DOI:10.19789/j.1004-9398.2018.05.008

澳大利亚物理学家托马斯·豪厄尔·拉比*

赵馨宇 尹晓冬
(首都师范大学物理系,北京 100048)

摘 要

澳大利亚物理学家托马斯·豪厄尔·拉比,他通过对密立根油滴实验的改进,得到了更为精确的电子电荷值. 他关于X射线对癌症治疗的研究为后世所借鉴. 根据拉比的传记以及相关文献资料,研究拉比对科学发展的贡献与意义.

关键词: 拉比,墨尔本大学,X射线,光学弹药小组.
中图分类号: O4-09

托马斯·豪厄尔·拉比(Thomas Howell Laby,1880—1946),澳大利亚物理学家,他有着丰厚的知识储备,在毕生的科学生涯里进行了许多实验探究,其中部分研究对现今世界仍有很大影响,因此拉比被墨尔本大学前物理系主席默多克(Ed Muirhead,1927—)称为"超越时代的人".

1 人物生平

托马斯·豪厄尔·拉比出生于1880年3月,出生在维多利亚的克雷西克(Creswick in Victoria). 拉比早年在悉尼大学学习工作,他参加了大学的物理、化学和数学夜间辅导班,学习到丰富的理论知识,并为以后的科学研究做了充分的准备.

1905年,拉比首次与澳大利亚地理学家莫森(Douglas Mawson,1882—1958)在澳大利亚矿山部收集的矿物样品中鉴定出镭,拉比由此踏入放射物研究领域,这成为其科学生涯中的重要一环. 同年,拉比在剑桥获得学士学位. 在此期间,他遇到了卢瑟福(Rutherford,1871—1937),两人结下了深厚的友谊. 1913年,拉比在剑桥获得硕士学位. 1914年2月17日,拉比在伦敦与比阿特丽丝·利特尔结婚. 1921年,拉比在剑桥获得博士学位,圆满地结束了自己的学生时代[1].

1929年,英联邦镭实验室在墨尔本大学正式成立,拉比担任顾问一职. 由此,拉比对放射物与癌症治疗的研究更加深入,他将X射线管约束放射物引入癌症治疗开创了癌症治疗的新阶段.

1946年6月21日,拉比因动脉硬化症去世,享年66岁[2].

2 科学贡献

拉比一生涉猎很广,他研究过多方面的课题,比如:关于导热系数和热功当量的研究,对上层大气温度及其组成的研究,关于电子电荷精确值的测量等. 他最大的贡献是将X射线管引用到癌症治疗中,使得放射治疗癌症在临床应用的可能性大大提高. 这项研究不仅对当时,也对现今世界的意义十分重大.

2.1 关于导热系数和热功当量的研究

在墨尔本大学,热的研究分为两大主流,即测量导热系数(K)和热功当量(J). 导热系数(K)又称为K值,它的大小体现为物体导热能力的强弱. 拉比深知导热系数是气体最重要的热物性参数,所以他对气体导热系数进行了系统研究. 他与新西兰物理学家赫克斯(Hercus,1891—1962)用平行板法(PPM)完成了对空气导热系数的测定[3]. 在该方法中,测定传热的两个圆板水平放置在气体样品之间,每个板保持在一个稳定的温度,可以测出传递的板热. 拉比提议使用表面镀银的盘,这样做可以使得测

收稿日期:2017-10-10
* 北京市教育委员会科技计划一般项目(KM201610028003);2015北京市属高校青年拔尖人才培育计划;中国科学院自然科学史研究所重大突破项目(Y62102).

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量过程中每个板之间的放射性呈最小化，从而大幅优化测量的准确性. 他们用这些已知量，代入辐射定律，得出了足够精确的空气导热系数. 用这种方法测出的 K 值，是一个确定的数值. 结合 K 值随温度的变化，得出相关数据分析，有助于提高用平行板法进行气体测定的可靠性.

平行板法被广泛认可，后人用这种方法测量了空气、氢气、氧气、一氧化碳、二氧化碳、一氧化二氮、氦气、氖气、氩气等气体的 K 值[5]. 人们通过对这种方法的应用，得到准确的参数值，实现了导热系数重要的理论价值和实用价值.

拉比根据气体导热系数的研究经验，又研究了金属和固体材料的导热系数. 他测定了铜的 K 值，并将其细化为物理常数，这些研究被应用于工业发展[6]. 由于资金支持不充足，他们只能用最少的实验设备进行研究. 尽管实验设施不完备，他们仍然各尽所能，为工业发展做出了努力[2].

拉比还研究了热功当量(J) . 热功当量(J) 揭示了热量、功、能量三者之间的数量关系. 19 世纪末英国物理学家焦耳(Joule，1818—1889) 首先用实验确定了这种关系，得出热功当量 J =423. 9 kg•m/kcal.

拉比与赫克斯进行了热功当量的研究. 在这项研究中，如何抑制机械扭矩对旋转磁场的影响是他们面临的主要问题. 拉比经过长时间冥思苦想，找到了解决问题的方法，并设计出相应的装置. 该装置的制作和测试由拉比的研究生罗伯茨(Roberts，1897—1944) 完成. 拉比与赫克斯将装置通入稳定的直流电，把装置中充当静态电枢的铜缸作为热量计，并在铜缸中通过连续不断的水流. 铜缸由垂直扭线支持，能够沿轴自由旋转. 浸没在电磁铁所提供的旋转磁场中的电枢由自由旋转垂直轴组成，因外部施加的转矩保持静止. 这些外部施加的机械转矩是由两个完全相同的悬挂重物产生. 两个重物由细线连接，每一条细线都经过专门制作的滑轮、机械转矩水平传递到铜柱顶部的水平轮上. 由于垂直轴的铜柱和旋转磁场是平行的，有效地抑制了机械扭矩对磁场旋转的影响. 用铂电阻温度计对能量耗散进行估计，从而确定所需的热功当量[2].

拉比与赫克斯的论文根据实验误差估计，提出测量误差的估计方法. 他们用这种方法分析处理了多组实验数据，通过大量复杂计算，最终得出 15 ℃ 时产生的热功当量修正值 J_{15} = 4. 185 2 ± 0. 000 8 J/cal，拉比对这种调整比较认可. 他们的方法比其他测量方法在等效的前提下更为简便，并且所有的数值都符合能量守恒原理.

拉比的装置设计是成功的，他解决了抑制机械扭矩的难题. 他与赫克斯的实验经受住了后人的检验，这个研究经过几十年，仍然可以给人们留下深刻的印象，这与他们的勤奋努力是分不开的.

尽管现在国际单位已统一规定功、热量、能量的单位都用焦耳，热功当量的意义就不存在了. 但是，热功当量的实验及其具体数据在物理学发展史上所起的作用是永远存在的.

2. 2　对 X 射线的研究和在医学方面的应用

拉比人生篇章中最辉煌的一页莫过于他对癌症治疗的贡献，这个贡献也使得他被人们熟知.

1895 年 11 月 8 日，德国物理学家伦琴(Rontgen，1845—1923) 在研究阴极射线时发现了 X 射线，轰动一时. 此后，许多物理学家都积极开展了 X 射线的研究工作. 拉比对 X 射线的兴趣源于他在卡文迪许实验室研究辐射的经历. 1915 年 3 月，拉比以顾问的身份来到国防部，开展了对 X 射线的研究，研究成果最终成为他一生中最具创新性和最有意义的成就.

X 射线摄影的常规检查由国防部承担，拉比和他的学生们负责解决 X 射线技术问题. 他们的主要工作为开发可插入测试金属(特别是合金) 的 X 射线管，并将该射线管用于光谱摄制仪的制造. 他们通过改进实验技术，使得 X 射线管内电子所产生的 X 射线荧光杂质含量不到 1%，远低于未改进前的数值. 在此基础上，拉比团队设计研发了光谱摄制仪，仪器批量生产，提供给科学界使用.

1960 年，通用电气研究实验室集团对 X 射线发射光谱的发展进行评论 “拉比开展了令人钦佩的工作，其结果可以与今天最好的结果相媲美. ”[2,3]

研究和制造光谱摄制仪所需的 X 射线管是拉比团队在 X 射线领域研究工作的冰山一角. 拉比团队在这个领域的研究工作还有很多，他们设计了用于制造火焰原子吸收分光光度计的膨胀室等. 他们在这个领域备受世人瞩目的工作莫过于他们找到了治疗癌症的新途径，即癌症的放射治疗.

拉比团队设计研发的 X 射线管起初被应用于工业，用于材料的无损检测、结构分析、光谱分析等. 拉比认为 X 射线管的应用不应只局限于工业技术方面，还应有其他用途. 他大胆地将 X 射线管引入医学领域，并试图将可控制 X 射线质和量的 X 射线

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

管用于癌症治疗.

有了这个新奇的想法,拉比立即付诸于实践. 他向澳大利亚联邦政府申请建设联邦镭存储发射站,得到了批准. 在 20 世纪 20 年代末期,联邦镭实验室在墨尔本大学正式建立. 随着实验室的建立,X 射线的研究工作在墨尔本大学物理系内大幅增加. 此时,拉比和他的学生们也开展了深入的研究工作. 那时,对于辐射的防护措施做得还不够到位,他们在观察辐射如何影响植物的同时,自身健康也被辐射侵蚀着,但拉比他们却没有退缩. 为了治疗癌症,为了更多人的健康,他们依然坚守在实验室,细心观察并记录着植物每时每刻的状态,等待着实验结果.

一封由拉比写给卢瑟福的信中记述了他们的实验近况,信中写道 "联邦政府在实验室中存储 10 g 镭,他们为了观察 X 射线对活组织的作用,在实验室中放置了能接收镭辐射的植物,X 射线的剂量以及照射位置由 X 射线管加以控制. 到目前为止还没有任何发现. "①

拉比关于 X 射线的研究工作一直持续. 直至 1929 年,拉比完成了系统的研究工作,并撰写了一份 13 页的科研报告,其中特别强调物理技术是治疗癌症的新技术之一,这里的物理技术是指 X 光线照相术. 拉比将 X 射线管作为 X 射线的发生器,集中照射靶器官. 他首创的方法提高了照射精准度,大幅减少了放射线对正常组织的损害,从而大幅增加了治愈癌症的可能性.

与拉比合作过的理查森(Richardson,1916—1989)用一段话表达了对拉比的敬意 "由于拉比教授的统筹,物理系实验室很好地运作着. 从 1932 年起,在墨尔本大学物理系中涉及 X 射线疗法的研究工作越来越多,这些研究工作的成果在癌症治疗上发挥了积极作用. "[2,9]

众所周知,癌症是现今世界上威胁人类生命安全最大的杀手之一,它的治愈率是非常低的. 早在 20 世纪二三十年代,拉比就预见到用 X 射线治疗癌症是可行的,并将 X 射线管应用于癌症治疗. 虽然并未有文献记载拉比是否成功用 X 射线治愈癌症的案例,但是他对 X 射线应用的远见,为后世留下了宝贵的经验.

2.3 在无线电研究委员会的工作

拉比于 1926 年 10 月参与澳大利亚无线电电波的研究工作,并于次年被增选为新建的无线电研究委员会(RRB)成员. 他对 RRB 做出了很大贡献,概括为以下几点:对当地商业电台传输等实际应用的贡献,研究电波纯理论的贡献,以及培养了大批无线电领域的人才[10].

2.3.1 对上层大气温度和组成的研究

拉比和他领导的工作小组要在无线电领域开展深入的研究,首先要解决电波的发射和接收问题,因为这是研究无线电的基础. 电波的发射和接收是否能够成功,取决于其所处空间的磁场强度. 所以他们的首要工作为集中调查可以满足无线电传播需求的大气性质.

在拉比的努力下,RRB 的主要工作确定为调查、研究悉尼上层大气的温度和成分. 他们细致地调查,并将调查分析过程和结论写入报告. 该报告由卢瑟福勋爵向皇家学会汇报,其中首次提供了大量关于上层大气的温度及其组成的细节[11].

2.3.2 测出天电(大气)干扰辐射值

拉比所在的工作小组将商业无线电传输条件进行了优化. 在优化过程中,他们发现辐射电场强度与其衰减和畸变有关,这个发现为国家中继站的建设提供了依据.

在优化无线电传输时,拉比和他的工作小组开展了大量雷击检测和定位的实验工作,并将这项工作拓展到雷达气象研究. 他们用巧妙的方法记录瞬态波形受到雷电脉冲波影响的形式. 由旋转滚筒触发的瞬态波形以 3 ~ 12 m/s 的速度移动,记录瞬态波形的速度变化形成分析波形图,波形图中显示每次电离层的反射都达到 6、7 次. 他们结合气象台的数据,通过精密严格的计算,确定了电离层中反射层的有效高度,并在一个狭窄的范围内得到天电干扰辐射峰值[12].

拉比教授带出的许多学生在结束了他们的学生生涯后,大部分都选择继续留在无线电领域追求自己喜欢的事业. 他们作为澳大利亚广播研究委员会的成员,对澳大利亚的科学发展做出了自己的贡献.

2.4 关于电子电荷精确值的测量

拉比有很多海外旅行经历,这些经历丰富了他的学识,开阔了他的眼界. 在旅行途中,他经常与卢瑟福通信,这使他很好地了解到物理学前沿领域的研究进展. 此时的物理学前沿领域是核物理的相关研究. 1932 年,英国实验物理学家查德威克(Chadwick,1891—1974)发现了中子,解释了原子核

① 墨尔本大学档案馆,1928 年 12 月 29 日,拉比给卢瑟福的信.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的正电荷数与它的质量不相等的问题. 发现和研究中子,成为物理学家们又一感兴趣的领域,他们纷纷开展大规模的研究工作. 拉比和他的学生们顺应时代潮流,试图通过 D-D 反应找到快中子源. 不幸的是这项研究刚刚有了进展,就被迫中断了. 但是拉比却没有放弃在核物理领域的研究,他从对中子的研究,改变为对电子电荷的测量.

拉比和他的合作伙伴霍珀(Hopper,1913—2005) 进入了一个全新的领域去开展研究工作,这个全新的领域是电子电荷的精密测量. 早在 1909 年,美国物理学家罗伯特·密立根(Milligan,1868—1953) 进行了一项著名的物理学实验——密立根油滴实验,首次得到了电子电荷(E) 的精确数值.

拉比对电子电荷的研究兴趣始于 1920 年. 在那年 10 月,他在某部门的晚会上观看了一个实验,实验仿照密立根油滴实验,展示了一滴油的运动. 由于用油滴法得到的 E 值与原始值存在突出差异,拉比和霍珀试图消除这种差异,于是他们开始合作研究核物理. 他们认可油滴法,仍试图用这种方法达到他们的实验目的. 在密立根油滴实验中,油滴在重力和外加静电场力的共同作用下运动,静电场方向与油滴运动方向(重力方向) 相互平行. 拉比和霍珀对密立根的方法做了改进. 在霍珀 - 拉比(Hopper-Laby) 的实验中,静电场方向与重力方向相互垂直. 他们多次测量带电油滴在两个力的共同作用下下落的末速度. 为了得到精确的 E 值,拉比提议将静电场方向与重力方向构成不同角度,由此得到的带电油滴下落的末速度也不尽相同. 他们将众多实验结果加以分析、计算,最终得出了电子电荷值. 与密立根油滴实验相比,拉比和霍珀得出的实验结果更加精确. 他们的实验结果消除了实验得到的 E 值与原始值的差异. 霍珀认为他们对实验的改进能够消除一系列存在于人工测量中的系统误差,并得到了一个可接受的 E 值. 他们这个实验的最大优点是从来源处减少了系统误差对实验的影响. 电子电荷的精密测量成为拉比在核物理学中最成功的一项研究工作[2,14-15].

2.5　战争时期研制光学仪器

20 世纪 30 年代,第二次世界大战在全世界范围内展开. 1939 年 9 月 3 日,英国对德国宣战,作为英联邦国家的澳大利亚也同英国一样对德国宣战.

战争虽然中断了拉比对核物理的研究,但是也为拉比指明了一个新的研究方向. 在战争期间,国家对军备物品的需求日趋增加. 拉比深知物理技术的先进与否对战争的成败有至关重要的影响. 他身为澳大利亚物理研究所的主席,竭尽所能,各方奔走,将澳大利亚的物理学家们促成一个整体. 物理学家们在拉比的感召下纷纷进入战时状态,开展了紧张的战时工作,为自己的祖国贡献一份力量.

在战争期间,如何研制出更精密的光学仪器并加以有效地使用显得尤为重要. 战时所需的望远镜、瞄准镜等,以及生产它们的设备无一不需要用到光学仪器. 为了解决光学仪器的研制和使用问题,1940 年 6 月 26 日,在澳大利亚墨尔本举行的物理学会议上,光学弹药小组(optical munitions panel,简称 OMP) 正式成立,拉比被任命为主席. 小组的总部设在墨尔本大学自然哲学学院,从此自然哲学学院的所有研究工作都集中到光学仪器的研究上. 在学院的实验室里,拉比向小组中的物理学家们介绍了他的想法,并规划了他们的工作. 每位物理学家各司其职,小组的工作有条不紊地进行着.

小组成立一个月后,主席拉比为了加强物理学家们相互学习、相互借鉴的工作精神,计划于 1940 年 7 月 23 日和 24 日开展第一次小组会议. 参加会议的物理学家们根据自己的工作经历,分享工作经验,并进行深入讨论. 在 1940 年 7 月和 12 月之间,共进行了六次小组会议,统筹规划了小组的工作. 小组现阶段的主要任务为设计并制造主要用于军队的光学仪器. 应军需部军械生产管理局的要求,小组中物理学家们的主要工作为制作 26 237 个单独的仪器,并把它们组装成 43 种不同类型的光学仪器[16]. 所需仪器种类之多,数量之大,令人瞠目结舌. 然而工作的困难远不及此,他们还需要在短时间内设计并制造出在那时属于高精尖产品的军需器械. 面临一个个难如登天的任务,他们没有退缩. 在小组主席拉比的带领下,小组成员将这个几乎不可能完成的任务圆满完成. 在战争期间,他们担负起国家的兴亡,承担起自己应有的责任.

由于高强度的工作负荷,拉比的健康状况开始恶化. 但拉比却没有因为身体原因离开小组,放弃自己的工作. 他依然坚持科学研究,依然坚持统筹小组的日常工作. 不减反增的工作压力摧残着他的健康,使得他不能再出席小组会议,不能继续奋战在工作岗位. 此后的小组会议由小组副主席物理学家格兰特(Grant,1878—1967) 主持,他接替了拉比的工作. 1945 年 11 月,格兰特在最后一次小组会议上说: “澳大利亚非常感谢拉比. 感谢他对工作投入极大

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的热情,感谢他对工作认真负责的态度. 拉比博士从来没有放松自己,由于他过度劳累,使得他的健康情况恶化,他才不得不辞去了主席职务."[10]

在第二次世界大战期间,正是由于拉比在小组中勤勤恳恳、夜以继日地工作,感动并激励了小组成员,才使得他所率领的小组在战争中做出了不容小觑的贡献.

3 其他贡献

在拉比的一生中,他所做出的科学贡献不胜枚举. 人们赞颂他的学识,推崇他的品格,不仅因为他出色的科研工作,还因为他在皇家地球物理实验测量中的突出表现.

皇家地球物理实验测量机构(The Imperial Geophysical Experimental Survey,简称 IGES)由英国政府和澳大利亚政府共同支持. 在 1928 年 2 月举行的帝国会议中,出现了 IGES 的相关议题,其中引用了拉比的报告. 报告中指出,英国政府民事研究委员会认为通过大量地球物理勘探调查所得的结果应再进行后续的检查. 经过讨论,最终通过了这项决议,检查工作由此开展.

在帝国会议中虽然引用了拉比的报告,但是这并不代表拉比有义务去参与后续的检查工作. 这个检查举措不在他的工作范畴之内,但是拉比却主动承担下来. 他以顾问的身份加入检查工作,使得检查工作更加顺利地进行,完成工作指日可待.

检查工作进行到后半阶段,项目主要责任人不幸离世. 人们哀悼他的同时还面临着一个棘手的问题:责任人负责的大部分调查任务以及准备最后的报告由谁来负责?研究委员会需要一个人接管责任人的工作. 但是由于责任人工作繁多、身负重任,没有人毛遂自荐,检查工作因此陷入了停滞阶段. 当人们认为这个工作将要被搁置甚至放弃时,拉比站了出来. 尽管他知道自己对采矿和地质学并不擅长,甚至算是一个门外汉,但是他却接管了这项未完成的工作,并以顾问物理学家的身份进行调查直到得出结论. 拉比的工作填补了项目责任人的空白. 他十分重视检查工作,每次都会亲临检查现场,进行实地勘测,采集分析数据. 在做好本职工作的同时,他还会为工作人员提供很多帮助. 在准备最后的报告期间,拉比的付出是无价的. 他不仅花了大量时间向几位作家介绍物理方面的相关知识,以便他们撰写报告,而且他还积极参与报告的编辑出版工作. 报告出版后,其中的检查结果和得出的相关结论被广泛认可. 正是由于拉比的无私奉献,检查工作最终圆满完成[2].

4 成功因素

拉比作为一名物理学家把毕生精力奉献给了物理研究,并在物理领域获得了成功. 他能够从众多物理学家中脱颖而出并不是偶然,而是与三个因素密切相关的.

4.1 良好的成长环境

拉比早年去世界名校学习,先到悉尼大学学习工作,此后又去剑桥大学继续深造. 期间发表多篇论文,荣获各种奖学金,并结识了如汤姆孙(Thomson,1856—1940)、卢瑟福这样的著名物理学家,可以说是年少得志. 正是拉比早期在悉尼大学学习工作,使得他熟练掌握了数理化等多门学科的专业知识. 随后的出国学习,让他有了更大更宽广的舞台去展现自己的学识,开阔自己的视野. 与著名物理学家们的交流合作,让他了解到了他们工作处事、研究思考的方法,引发出他对前沿科学的兴趣,激发出他的钻研精神. 这段经历使得拉比为自己的人生道路确定了方向,也为他日后出色的科学研究打下良好的基础.

4.2 独到的科学眼光

墨尔本大学前物理系主席默多克称拉比为"超越时代的人",因为拉比拥有着不同常人的感知和视角. 他在思考前人未解决的物理问题时,总能准确捕捉到问题的症结所在,并用常人意想不到的方法解决问题. 这种预见性的科学眼光在他的中年时期得以体现. 他敏锐地发现 X 射线可以用于癌症治疗,但是想要取得令人满意的效果,则需要用 X 射线管对 X 射线加以约束. 这便是利用放射线治疗癌症,也就是放射治疗的前身. 迄今为止,这项研究在医学领域仍然占有举足轻重的地位.

4.3 高尚的道德品质

拉比中晚年时期的经历体现出了他高尚的道德品质. 他热爱祖国,由于国家战时需要,他把澳大利亚的物理学家召集成一个整体,成功建立了光学弹药小组,并开展相应的研究工作. 他能敏锐地发现问题,并迅速提供解决方案,使问题得到及时解决. 他坚韧不拔,带病坚持工作,当人们需要他时,他仍会不辞辛劳,给予他们强有力的支持与帮助[2]. 他无私地为自己的国家做出贡献,同时推动了墨尔本大学及其物理系的发展.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

拉比积劳成疾,尽管他的健康状况恶化,光学弹药小组的工作负荷增加,他仍会亲自带他的学生,亲自教授实验课,同时负责无线电研究委员会的相关事务. 任何托付给他的任务,他都会认真负责地完成,从不会放松懈怠. 鞠躬尽瘁,死而后已,这八个字用来形容拉比再合适不过.

在此引用汤姆孙于 1914 年 8 月 15 日为拉比写的推荐信中的一段话: "…我一直印象深刻,拉比作为实验者,掌握很多优秀技能. 经过长期的经验总结,在任何一个方面,他的表现都很出色. 他对物理学有广泛而准确的认识,而且对化学也有所了解. 这使他能够成功地进行研究,对于那些只知道其中一个学科的人来说,这种研究是不可能进行的. "汤姆孙对拉比的学术水平进行了高度评价,由此可见拉比是一位学识广博、德才兼备的物理学家.

拉比作为一位物理学家,他高尚的道德品质,他在物理学上的成就和对社会所做出的贡献,将永远为人们铭记.

参 考 文 献

[1] Close C. Laby,Thomas Howell(1880—1946) [OL]. [2017-08-09]. http://adb.anu.edu.au/biography/Laby-thomas-howell-7004.

[2] Muirhead Ed. A man ahead of his times: T H Laby's contribution to Australian science [M]. Richmond Vic: Spectrum Publications,1996.

[3] Zemansky M W. Heat and thermodynamics [M]. New York: McGraw—Hill Inc,1960: 282.

[4] Hercus E O,Sutherland D M. The thermal conductivity of air by a parallel plate method [J]. Proc R Soc Lond A,1934,145(855): 599 - 611.

[5] Archer C T. Thermal conductivity of deuterium [J]. Nature,1936,138: 286 - 287.

[6] Aberdeen J,Laby T H. Conduction of heat through powders and its dependence on the pressure and conductivity of the gaseous phase [J]. Proceedings of the Royal Society of London A,1926,113(764): 459 - 477.

[7] Hercus E O,Laby T H. The thermal conductivity of air [J]. Proc R Soc Lond A,1919,95(668): 190 - 210.

[8] Burhop E H S. The auger effect and other radiationless transitions [M]. Cambridge: Cambridge University Press,1952.

[9] Anon. Council minutes [C]. Melbourne: University of Melbourne,1934.

[10] Anon. Council minutes [C]. Melbourne: University of Melbourne,1933.

[11] Martyn D F,Pulley O O. The temperatures and constituents of the upper atmosphere [J]. Proc R Soc Lond A,1936,154(882): 455 - 486.

[12] Cherry R O. Signal strength measurement of 3LO Melbourne [M]. Melbourne: Speciality Press, 1928.

[13] Anon. Council minutes [C]. Melbourne: University of Melbourne,1935.

[14] Hopper V D,Laby T H. The electronic charge [J]. Proceedings of the Royal Society of London A,1941,178(974): 243 - 272.

[15] Hopper V D. The electronic charge and the oil drop method [J]. Australian Journal of Chemistry,1948,1(4): 369 - 399.

[16] Bolton H C. Optical instruments in Australia in the 1939 - 45 war: successes and lost opportunities [OL]. [1998-02-19]. http://www.asap.unimelb.edu.au/bsparcs/exhib/papers/bolton2.htm.

Australian Physicist Thomas Howell Laby

Zhao Xinyu　Yin Xiaodong

(Department of Physics,Capital Normal University,Beijing　100048)

Abstract

Thomas Howell Laby was a physicist in Australia. He got a more accurate value of the electronic charge through improving of the Millikan oil drop experiment. His research on the treatment of cancer by X rays had been useful for later generations. Being based on the biography of Laby and related literature,we studied the contribution and significance of Laby for the development of science.

Key words: Laby, the University of Melbourne, X-ray, optical munitions panel.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net