

## 会议报导

# 量子电子学的物理学会議

P. E. Tannenwald, P. L. Kelley, B. Lax\*

**目的:** 召开一次少数活动科学家的集会, 来讨论量子电子学的物理学, 这一环境能以最少量正式预定的文章, 在舒畅的气氛中, 提供一次密切接触的最大机会。

**实际情况:** 自从微波激射器和光激射器出现以来, 量子电子学已经成为物理学中最有生气的一个方面, 它吸引了来自象光学、量子力学、微波电子学、固体物理学和等离子体物理学那样各个方面的科学家。由于许多政府机构和工业部门的广泛支持, 作全新的基础研究的机会以及建立可能对老问题提出新解决方法的器件的希望已经变得无限有利。

**结果:** 1965年6月28~30日邀请到250位左右参加者(结果实际比原计划150位左右为多)、90多篇文章(比原打算50或60篇多)开了比较长而紧凑的会议; 整个三天(和晚上), 会议有时以使人极度疲劳的速度召开, 大部分与会者从头到尾热诚参加, 在这方面表现出了压倒一切的兴趣和积极性。开会地点是多波黎各圣胡安的美洲饭店。

要谈这次会议的背景, 必须回溯到陶恩斯(C. H. Townes)召集的首次量子电子学会议; 那次会议是1959年在纽约的沙万加公寓举行的, 有约一百名科学家参加。那时微波激射器已经实现, 光激射器还躲在角落里, 其它量子电子学的课题还刚开始探索。会议进行的速度是从容的。1961年3月在加里福尼亚的贝克莱召开的第二次量子电子学会议, 看到了由于各种各样新的光谱研究和应用而出现的光激射器萌芽, 仍有大量的微波波谱和半导体量子电子学工艺过程和器件的根源。随着1963年2月第三次国际量子电子学会议在巴黎召开, 障碍打破了。代表从工程应用到理论物理所有部门的一千多名工作者出席了会议, 举行5天的两种会议最后出版了两卷近2,000页的会刊。预料不久将来的第四次国际量子电子学会议必定具有惊人的规模, 因此第一次量子电子学会议领导委员会的创立委员开始期望恢复第一次会议的本色——在从容的气氛中, 在小范围内专心研究基本物理方面, 并仅限于基本量子电子学的积极工作者。这些目的不能完全达到的原因是由于这个领域以压倒的速度发展和对量子电子学使人兴奋的潜力的巨大兴趣以及大量直接或间接与量子电子学有关的个人。虽然如此, 还是抱有希望的兴奋情绪和热心的意见胜利了。

由海军研究局发起的这次会议, 按照上述目的须从量子电子学广泛的范围中选取那些与

\* 作者为这次会议领导委员会成员。B. Lax 是主席, P. L. Kelly 是秘书。

应用和工艺相比，其本质是基本物理学方面的，并将少量活动的科学家召集在一起来讨论最近理论与实验中的成就和这一研究领域新的可能性。因此，议程安排成下列会议：非线性光学；喇曼和布里渊现象；激光材料，光谱与机理；半导体激光器；气体击穿；气体微波激光器；噪声与振荡理论。为了遵从拉丁美洲午睡与晚饭的习惯，早晨的会议从上午9点一直开到下午1点，下午的会议从下午3点30分一直到下午7点30分。为了适应最近的重大发展，星期二晚上举行了逾期提出的报告会议；在会议的最后，酌加了苏联代表们的一些谈话。直到会议前没几天，他们才被批准参加。

非线性光学以及喇曼和布里渊散射是一天讨论的题目。非线性效应已经成为迅速发展和多方面研究的一部分，它代表大功率激光器所开辟的基本研究的新领域。贝耳电话实验室的乔德迈因(J. A. Giordmaine)和米勒(R. C. Miller)报导了最初的成就，即光频可调谐的参量振荡器；它可能最终成为光学研究中很有用的器件。与 $\text{LiN}_6\text{O}_3$ 高度有利的非线性特性有关的这一研制工作是遵循美国和苏联工作者提出的将参量振荡器与放大器原理扩展到光频的若干提议进行的；它也是遵循飞歌公司的王(Wang)和拉西特(Racette)，贝耳实验室的阿什金(Ashkin)和博伊德(Boyd)以及法国通用电气公司的N'Gugen Van Tran有关光学参量放大的某些初步实验。

激光器在半导体和金属表面的非线性效应问题，由于它最近的发展原计划并未正式列入，在讨论期间才被提出来的。尚待解决观察到的二次谐波是导电电子(也许包括集合效应)还是束缚电子引起的，以及在这一过程中表面原子参加到何种程度的问题。

受激喇曼效应牵涉的物理机理仍旧是大量讨论的题目。通常在液体中观察到的极大的斯托克斯增益，反斯托克斯环的角度和频率展布看来仍然是不了解的。布农伯根(N. Bloembergen)指出，如果实验用喇曼放大器而不是用振荡器作的话，许多解释也许能被简化，他还提出了证明这一见解的数据。麻省理工学院的加迈尔(E. Garmire)分离了液体中同时发射的两类斯托克斯辐射，一类遵守通常的相位匹配条件，另一类似乎是不规则的；这使争论进一步加强。报导的结果的解释包含新的物理机理还是仅仅是一种现有理论(例如象单模对多模激光光源的效应)更仔细的发展尚待考察。可以说这个会议将这一领域的某些争论加以分类，而使另一部分争论尖锐化。

报导了用气体激光器来观察瑞利和自发布里渊散射。在 $10^6 \sim 10^{10}$ 周/秒频率范围内，液体中测量次级波的色散与耗散获得了相当的成功。麻省理工学院的本内德克(G. Benedek)及其同事以及哥伦比亚大学的阿耳珀特(S. S. Alpert)及其同事报导了临界点区域的散射工作。其中某些测量采用了极好的检测方案和讯号分析，包括外差和零拍方法。理论上讨论了由于其它形式的集合激励的非弹性散射，例如等离子体元、磁体元等等；然而由于现时理论超过了实验，给这领域留下了很大的空白。如果根据实验工作者大量增加能作出判断，那么这个领域在将来会变得格外重要。受激布里渊散射正接近这样的状态，那里对光子互相作用、光子寿命以及直接探测的测量应该成为可能。俄亥俄州的徐(Hsu)和卡魏基(Kavage)报导了对利用在双折射石英中两个不同速度的光波在前向散射过程中产生的75兆周光子所进行的观察，在此过程中能量与动量是守恒的。

莫斯科大学的科克洛夫 (R. V. Khokhlov) 报导了用 KDP 作的某些效率很高的谐波产生与混频实验。用 100 兆瓦的 Q 开关钕激光器触发, 他与其同事在 0.35 微米处得到了 25~30 兆瓦的两次谐波功率。也得到了三次谐波, 但不是直接得到的, 而是在第二块 KDP 晶体中由于基波与二次谐波混频的结果产生 8~10 兆瓦的二次谐波。相继二次倍频的结果在 2,650 埃处得到的四次谐波为 3~4 兆瓦。将 0.53 微米二次谐波作为光源, 在某些有机液体中观察到了受激喇曼发射, 并以百分之十的转换效率产生一次斯托克斯分量。这一现象的解释为阈值随抽运频率的增加而降低。

另一个目前有很大兴趣的题目是气体中的光击穿。早期有人暗示类似于微波频率的雪崩是完全能响应的。后来对这点作了修正, 在起始击穿中也包括了多光子过程与反致辐射。若干演讲者给出了大量实验资料。西屋公司的费耳普斯 (A. V. Phelps) 相当成功地 will 微波的理论分析推广到光频范围来计算激励与离化系数, 而不考虑产生第一个电子的机理。然而这些结果与理论工作的联系决不是结论性的。列别捷夫研究所的普罗霍洛夫 (A. M. Prokhorov) 报导了在放电中出现了 X 射线, 这表明有很高电子温度的可能性。

激光材料是第二天若干文章的题目。在含杂质的离化晶体方面, 大量的讨论是关于能量转换机理与声子效应。贝耳实验室的瓦尔山伊 (F. Varsanyi) 提出一个建议, 用红外-光学双共振来作远红外激光器。有两篇文章谈论简单原子系统对包括光子回波效应在内的光脉冲的响应。其中雷瑟恩公司的唐 (C. T. Tang) 和西耳弗曼 (B. D. Silverman) 的一篇透彻地讨论了光脉冲问题的许多方面。由于出现了与自旋系统对射频磁场响应的类似效应, 这方面受了相当大的鼓励。通用原子公司的康普敦 (D. M. J. Compton)、布赖恩特 (J. F. Bryant) 和塞西纳 (R. A. Cesena) 描述了由于相对论电子的脉冲激励引起的红宝石荧光; 后者除了采用高很多的电子能量以外, 类似于早先的半导体电子束激励。

半导体激光器只是用三种不同方法激励的 (即 p-n 结注入, 电子束抽运以及光抽运) 一种装置。对注入式激光器的物理学可能最为了解, 如象飞歌公司的路科夫斯基 (G. Lucovsky) 对于 GaAs 中复合机理所作极好的定量计算所指出的那样。雷瑟恩公司的克莱因 (C. A. Klein) 对电子束抽运激光器的激励机理和空穴-电子对产生的机理作了相当的阐明。林肯实验室小组报导了包括铅盐在内的各种半导体激光器的磁效应及塞曼光谱。这个组和国际商业机械公司研究组考虑了激光器的光致发光和光激励的基本现象。列别捷夫研究所的巴索夫 (N. G. Basov) 叙述的一个有趣结果是在光抽运下从 GaAs 中产生 30 千瓦的脉冲相干功率。这一输出是利用液体 N<sub>2</sub> 中红宝石产生的喇曼-斯托克斯辐射作激励源获得的; 在此方法中, 抽运发生在 GaAs 波带的边缘, 因此发热与损坏都减小了。

气体激光器会议有若干令人鼓舞的发展。气体光谱中气体激光器的应用是其中之一, 特别是为了观察内在线宽而非多普勒宽度所用的使跃迁饱和的技术。这些技术与其他的高分辨率技术由麻省理工学院的杰万 (A. Javan) 论述。这个会议另一给人以深刻印象的特色是气体激光源的迅速发展, 它已将气体激光器带出低功率装置类, 并使它将来可能 (特别是离化氩气) 获得几十瓦的连续功率和几千瓦的脉冲功率。对 CO<sub>2</sub> 振动-旋转能级受 N<sub>2</sub> 选择性激励机理的理解使贝耳实验室佩特耳 (C. K. N. Patel) 产生 16 瓦的连续功率, 其中 13 瓦发

自于 10.6 微米的跃迁。巴黎大学的阿马 (G. Amat) 非正式报导了以这种系统进行的同样的工作。贝耳实验室的库珀 (H. G. Cooper) 和裘 (P. K. Cheo) 在  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SF}_6$  和  $\text{H}_2\text{S}$  脉冲放电过程中从硫的单离化原子和多离化原子中得到了波长在 2,600 埃到 5,900 埃范围内的激光振荡。大量气体激光器的频率似乎可以用来作有用的光谱实验。稀有气体激光器与分子激光器是两类主要的远红外激光器。按照贝耳实验室加勒特 (C. G. B. Garrett) 的评论, 分子激光中最有希望的看来是那些利用水和重水的激光器, 它提供了大量 15 到 120 微米之间的波长, 吉毕 (Geebie) 的 337 微米 HCN 激光器代表已经达到的最长波长。通常是脉冲工作的, 但在某些谱线上已达到连续工作。雷瑟恩公司的斯塔兹 (H. Stutz) 及其同事对离化氩跃迁几率和寿命的计算与有效观察极为相符, 也导致对能级分类有详细的了解。

巴特耳 (L. S. Bartell) 描述的 (同汤普森 (H. B. Thompson) 一起在伊阿华州作的) 一个令人感兴趣的实验, 即电子束受激光腔内强光子驻波的散射, 引起了很多评论。这一“被激光束散射的电子受激康普顿散射”, 虽然还没有受到明确的承认, 但它相当于 1933 年卡皮采 (Kapitza) 和狄喇克 (Dirac) 预言的效应。在若干有兴趣的方面, 这一现象可以认为是光子被电子驻波衍射 (即通常的 X 射线结晶学) 的反现象。

最后一次会议讨论了测量噪声与振荡理论。测定了若干激光在振荡阈值以上和以下的幅度起伏。在 He-Ne 激光器、GaAs 激光器的情况中, 这些结果证实具有噪声的范德波耳 (Van der Pol) 振荡器看来是一个恰当的模式。在这一会议上还讨论了激光器的量子理论。由于拉姆 (W. Lamb)、拉克斯 (M. Lax) 和其他人最近的工作, 激光振荡器的基本理解已近完善。最后, 会议以某些电磁场测量的讨论而结束。经过三十小时 (三个白天与晚上) 的谈话和讨论以后, 仍有许多参加者出席会议, 明显说明了某些参加者的持久力。

会议的会刊经本报导的作者的编辑, 将在 1965 年秋末由麦格劳·希耳 (McGraw-Hill) 书店出版。以与杂志文章可以相比的速度迅速出版, 看来很能鼓励作者提供他们最近、最重要的结果。

量子电子学领域从初期到现在, 已有巨大的进展, 然而作为物理学研究方面最有生命和活力的一个方面, 它的希望和可能性仍然非常之大, 某些最有意义的成就仍在前面。某些代表对于会议没有举行四天或五天, 以从容的速度举行表示极大的遗憾。许多人请求在二、三年内重开一次, 这也许是它成功的标志。在这一期间, 我们可以高兴地等待 1966 年初在亚利桑那州凤凰城举行的第四次国际量子电子学会议, 这次会议将研究从理论到工程应用所有的量子电子学领域。由于在这令人鼓舞的领域中所表现出的巨大的兴趣, 这次会议无疑将吸引等于把以前所有各次量子电子学会议合起来那么多的参加者。

原载 *Phys. Today*, 1965, 18, №9, 58~62 (范琦康译 王克武校)

## 第四次国际量子电子学会议

第四次国际量子电子学会议将于 1966 年 4 月 12~14 日在美国亚利桑那州凤凰城市政厅举行。这次会议是 1963 年巴黎第三次国际量子电子学会议的继续。