

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

劳伦斯



一位经常给有非凡之才的人作评价的学者谈到欧内斯特·劳伦斯时曾说：“也许这是我所认识的唯一的天才。”而当这位学者给一个成功的生意人做结论时，却毫不犹豫地说：“这是一位我所见到的最普通的庸才。”

劳伦斯在美国草原小镇出生、长大，在乡村中小学受教育。但他的成就在美国屈指可数。他是世界上第一个回旋加速器的制造者，38岁就获得诺贝尔奖金，是研制第一颗原子弹的领导者之一，开发放射性同位素在医学和工业上的应用的先驱。在美国大多数科学家向往欧洲的那个时期，他使他的伯克利辐射实验室成为各大陆物理学家“朝觐”的“圣地”。

一、勤奋好学的青少年时代

1901年8月8日，欧内斯特·劳伦斯出生于美国南达科他州的一个名叫坎顿的小城镇。他的祖父是挪威移民，父亲卡尔·劳伦斯，毕业于威斯康星州立大学，先后在南达科他的州、市、县任过公共学校的督学。母亲冈达·雅各布森，是中学教师。

劳伦斯自幼就显示出他的自立与勤奋好学。当他7岁半时，他提出来要自己在复活节假中去衣阿华州拜访表兄托米，这之间有70英里的路程，但他坚持自己去。父母同意了。当他的姨妈和表兄看到他一个人到来时，简直惊呆了。

当劳伦斯将近9岁时，他对电产生了兴趣，他和小伙伴默尔收集了废电池，用氯化铵充电，当把这些电池连在一起时，他们得到了足以开动6伏马达的电流。他的家里摆满了电火花线圈、铃、蜂音器和马达等。劳伦斯天天从学校迫不及待地赶回家摆弄他的电气装置。13岁时，他利用一些旧无线电设备在家里安装了电报接收机，两年后又制成了发送机，他和他的的小伙伴可以用无线电通讯进行联系了。随后，小镇上的人们收听到了来自战火弥漫的欧洲的惊人新闻，他们还听到了潜水艇和军舰上发出的嘀嘀嗒嗒声。

孩子们成了全城的话题，《坎顿先导》报道了家乡的孩子们不用电线而只用他们自己制造安装的设备给外州播送信号，其他报纸转载了这篇文章。

劳伦斯17岁时，遵从母亲的意愿上了圣奥拉夫学院，但当时战争狂热冲击校园，人们无心学习，劳伦斯的成绩也并不理想。

1919年秋他考入南达科他州大学，他上的是医科大学预科。当他发现学校没有无线电设备后，他说服电气工程学院院长刘易斯·阿克利拨款在科学楼阁楼上的一个地方安装了无线电设备。阿克利教授也由此发现劳伦斯是个人才。但他不能理解为什么一个这样急于学习和实验的人竟然不选物理课和电工技术课，他常常用有启发性的语言谈起物理学界的伟人。在学年结束之前，他再也忍不住劝劳伦斯学习物理了：“如果你在开学前到这儿来跟我一起度过8月份，我将使你对物理发生兴趣。如果我做不到这一点，我以后就再也不跟你谈这个问题了。”

劳伦斯答应了。自此他开始学习物理，并把自己的一生投入到物理学研究中。1922年7月，他以优异的成绩获得了学士学位。同时他被明尼苏达大学聘请为教学研究员。

这年秋天，他来到明尼苏达大学，他的导师是著名的斯旺教授。在斯旺的指导下，劳伦斯打好了电动力学和磁学的坚实基础。他认为：“物理是世界上最令人激动的专业。”“在世界上没有比科学研究更伟大的工作，也没有比物理教授更美好的职称。”劳伦斯获得了硕士学位，斯旺教授还把他的论文寄给自然科学学会，并在《哲学杂志》上发表。劳伦斯通过这篇论文首次引起外界科学家们的注意。

1923年秋天，劳伦斯被芝加哥大学接受做博士研究生。在此之前，斯旺已被芝加哥大学聘请为教授。

在芝加哥大学，劳伦斯开始研究钾蒸气中的光电效应。很多老师认为他的论文题目有些好高骛远。劳伦斯用木头做了一个支持物，自己吹玻璃做蒸气喷嘴、容器及烧瓶等。他试了一种办法又一种办法，当他感到一切都很顺利，准备在记录数据之前进行最后一次调整时，有人从他身旁路过碰了他一

下，于是仪器爆炸了。

那是阴郁的时刻。劳伦斯不得不从头开始。他花了不少时间用各种方法调整装置，记录数据，并从中发现了新的有价值的材料。

第二年秋天，斯旺转到耶鲁大学教书，劳伦斯也申请了耶鲁的斯龙实验室公费研究生待遇。1924年9月，劳伦斯来到享誉世界的古老学府——耶鲁大学报到。

他继续做钾蒸气光电效应实验，然后写完了学位论文。论文再次发表，劳伦斯的名字开始被科学界知晓。1925年6月他获得了哲学博士学位，当时他还没满24岁。

1925年2月，斯旺教授提名劳伦斯做国家研究员。只有5%的最优秀的科学博士才有机会当选。

劳伦斯继续在耶鲁大学从事学习和各项实验。人们注意到作为一个实验家他之所以有能力，原因之一便是他能及时放弃一个观念，或毫不迟疑地抛弃那些看上去不会出成果的设计。他先通过实验设法产生速度均匀的电子束，发展了一种能产生大约10电子伏能量的这种束的磁分析法。他用这个电子束来轰击汞蒸气，结果得到了关于一个电子可能电离一个原子的几率的性质这个情况。随后他用电子碰撞法测量了汞原子的电离电位。正是在他取得学位还不到一年的这次实验，将他稳固地置于新一代物理学家的前列。

这次实验的消息传出去后，全国各地的教授都引起注意。加州大学的伦纳德·洛布教授来到纽黑文（耶鲁大学所在地），他认为劳伦斯“正是我们所要的人”，他邀请劳伦斯到加州大学当副教授。他还写信给加州大学物理系主任埃尔默·霍尔教授介绍“东部地区一个最有才华的年轻实验物理学家的底细”。此后劳伦斯不断接到一些大学的邀请，华盛顿大学提出优厚的条件：如应聘为副教授，三年内提升他为正教授，而且答应给他搞科研的时间和设备。为此耶鲁大学不得不马上提升他为副教授，薪金3000美元。这是耶鲁第一次请没有做过讲师的人做副教授。耶鲁的优越性和名誉战胜了更高的工资和职衔，劳伦斯决定留在耶鲁。

据劳伦斯的同学、同事杰西回忆，“劳伦斯主意非常多，而且精力旺盛。”“他有着使不完的精力，而且对事物有非常敏锐的洞察力。我们的实验主要靠他出主意；他是主要的推动力。他所做的总比他应该做的多，工作起来也比我快得多。他是一个出色的、全面的实验家，吹玻璃的好手，搞仪器装置的天才。当他不在的时候我才巴不得地得到点休息。同时他也是一个非常慷慨的人。他不吝啬地用自己的时间去帮别人的忙。”

科研对他来说是压倒一切的乐趣，但几周之后他就表示喜欢教学工作了。他以他素来就有的乐观情绪推测高年级学生和研究生会更“有趣”。但当发现有学生考试作弊时，他感到很烦恼。作弊的学生中有两人是主修物理的。一个不诚实的人怎么去理解自然，成功地进行实验并扩张知识疆界呢？在他的家庭里诚实理所当然地被视为主要道德标准。难道真理可以分等级，诚实可以打折扣？他始终认为，在科学研究中是不能跟真理讲价钱的。尽管同事们见他如此认真感到好笑，告诉他不诚实的学生总是有的，只要能通过考试他们什么都干得出来，但是这位年轻的副教授却无论如何也笑不出来。

洛布教授不断写信劝说劳伦斯去加州大学，其他一些大学也在打他的主意。而劳伦斯也感到耶鲁一些资格老的教授对他直接被指定为副教授感到气愤。劳伦斯开始考虑去加州大学。有些人认为以一个名牌大学换一个边远地

区的州立大学对一个如此有前途的年轻人来说是一件蠢事，但也有人告诉他加州大学在伯克利的物理系一点也不比耶鲁大学的差。

经过认真考虑后，劳伦斯接受了加州大学的邀请。他在给洛布的信中补充说洛布答应减轻他的课程，这对他作出这个决定也有影响，“我对探索我们的母亲——大自然的更多的奥秘要比把我已经了解到的情况告诉他人更感兴趣。”他还很高兴他能教研究生及有研究生跟他一起做实验。

二、研制回旋加速器

1928年8月，劳伦斯来到建在伯克利山的斜坡上的加州大学。他受到热烈的欢迎和极高的礼遇。他感到这里的教师是一群出色的、有多方面才能的人，这里的设施与耶鲁的斯龙实验室相比只好不坏。在头一学期他每周教5节课。他还是电学和磁学博士考试委员会的主席。“我一点也不想去耶鲁大学（真是奇事），我在这儿占着相对重要的地位，这在耶鲁大学是多年也达不到的。”他写道。不论是物理学家还是化学家全都怀着热切的心情来参观他的实验并点头称赞。他后来说：“耶鲁大学的态度是他们能恩赐于我什么，而在这里似乎是我能为加州大学做贡献。”

劳伦斯以极大的热情和充沛的精力投入教学和实验，他帮助一些研究生做实验，这些实验的情况发表了，里面没有他的名字。“他给人的印象是他从指头尖一直到全身都充满了活力，走到哪儿就把激动的气氛带到哪儿。当然也带来了和平。”他的一位同事评价道。

这个新来者这么年轻就当上副教授，这么快就能引起教员和学生们的密切注意，系里年长一些的人多少有些羡慕和忌妒，然而从来没有人指责他不努力工作或工作时间短。他如果不在实验室就准在图书馆聚精会神地看当代的物理文献，或在办公室计算什么问题。即使这样他还能抽出时间每周打三次网球。他也能找到时间参加社交活动，人们说他好像不怎么需要睡觉。

在所有的寻求知识的探索中，甚至包括宇宙空间的探险在内，最激动人心的，最重要的是小小的原子这一微观世界。原子比头发的直径要小100万倍，然而它却类似于一个宇宙，电子像行星一样围着核子转，这个核子比小小的原子本身小10万倍却含有原子质量的绝大部分。也许对原子的探索能使生命本身的秘密被揭晓。英国的原子核物理学家卢瑟福已经让人们看到几世纪以来原子是不可分割的最小单元这个概念站不住脚，并用镭的辐射将一种基本元素变成了另一种基本元素，但当时又有谁知道足以分裂每种元素的原子的可控能量可建立何等的丰功伟绩呢？但是劳伦斯感到若是没有产生这种能量的实际的方法，并设计出能装载它而不会被它所破坏的管子，对小小的原子进行的进攻是难以用人工的方法去完成的。从他在明尼苏达时开始，他就对能够而且最终将会设计出的某种方法感兴趣了。

全世界各个实验室都接受了这一挑战。有3个德国物理学家曾企图在山顶峰之间拉一根700米长的链子吸引闪电加以利用。其中一人遭电击身亡。表上已记录了数百万电子伏，但是放电管经不住这样大的电压。怎样才能击中并研究原子呢？劳伦斯认识到只有采用当时还没有做到的、连续不断的、强度大的带电粒子流才能收到效果。

1929年4月1日左右，当劳伦斯正在图书馆与约翰逊阅读科学杂志时，发现了挪威工程师罗尔夫·怀德洛在《电工学文献》上发表的一篇文章。文章论述的是钾离子的加速问题。他几乎没有看本文，而是激动地研究了文章的插图。怀德洛把两个管子（电极）排成一条线，用衰减高频振荡电压将钾离子注射到第一个管子中去，当离子行进到两个管子之间时以同样的电压升压一次，与第一次同步。因此当离子从第二个管子中出来时比进第一个管子时能量大了一倍。那么采用几个管子，以增加其长度来连续不断地升压而增大离子的速度，为什么不能将最初的电位和再加上去的电位提高几倍，从而增加能量，使其达到最初输入能量的许多倍呢？在合适的时间重复施加低

的、很容易控制的电压，会使能量比单独一次使用巨大的高压还要高，正如儿童打秋千，需要不断地推才能越来越高，而不是一次就能推得很高。

劳伦斯很快地计算了一下，这一串管子中后一个应该比前一个长多少，他意识到要想得到高能质子就需要一个相当长的管子，这对许多实验来说都是过于笨重的装置，然而若是达到百万电子伏重离子，其装置不一定要太长。他马上着手计算如何减少必须的长度。如果能将这些管子重复使用，结果会怎样呢？这就得把管子变成一个圆圈。他立刻就产生一个想法，即用磁场把离子限制在一个圆圈里。因为离子在磁场里的角速度是不变的，与其速度无关。那么，从理论上说，如果电极是在磁场之中，每当离子沿着直径方向通过将它们分离开来的小空隙时都给以重复加速的话，那么，人们是在空的半圆形电极中使离子不断循环的。

劳伦斯怀着发现者的激情跟约翰逊滔滔不绝地谈了一两个小时。约翰逊在劳伦斯的公式和图解中看不出什么破绽。但他指出，要使机器运转来达到如期的效果还无疑会遇到巨大的障碍。另外，一旦得到这个能量之后，将如何使用它呢？劳伦斯认为这不是什么解决不了的问题：人们可以把一个原子靶放在圆形电极的周边附近，想法使螺旋形增加的最高能量的离子击中靶子——人们还可以从真空管中将它们完全取出来，拿到外面来用。

“我要用它来轰击和破碎原子。”劳伦斯兴奋得几乎喊起来。

不久劳伦斯去华盛顿召开学术会议。他在途中将他的草图发展到更加精细的阶段。而且比过去更加精确地计算了从一个小的实验装置中可能产生多大的能量，以及为了达到最终目的所需要的一切。从理论上说如果爱因斯坦关于质量随速度的增加而增加的公式对这个试验起作用的话，最后则能达到光速。在这样的速度之下，质量的增加可能使靠外边的离子减慢速度，足以防止它们与其它要进一步加速的粒子同步达到两极之间的空隙。

1929年秋季学期有8名研究生在他指导下学习，需要他在实验室多给他们进行辅导。所以他感到人力和时间都很紧张。他经常告诫他的学生：“要经常向你自己提问题，这样一来，想法自己就会出来了，还会避免走许多弯路。”

这时一位年轻有为的理论物理学家奥本海默来到伯克利。他与劳伦斯很快建立了友谊。两人无论在气质、相貌以及对事物的一般态度来说都有天渊之别。使劳伦斯着迷的是奥本海默聪明、敏锐的头脑，对科学领域之外的生活的极大的兴趣和渊博的知识，以及运用语言的娴熟技巧。奥本海默从来没见过任何人像劳伦斯一样“充满了令人难以置信的活力，并对生活如此热爱。他工作一整天，跑去打打网球，接着又是半夜。他的兴趣是如此广泛，有助于解决问题，而我正好相反。”这位理论物理学家和实验物理学家劳伦斯在事业上互相帮助，成为挚友。

尽管很多人认为劳伦斯的想法“太不着边际了”，他还是在第二年夏天之后着手干起来。此时，他很欣赏的青年戴维·斯通来到加州大学攻读博士学位，他成为劳伦斯的助手。劳伦斯让斯通建造一台直线加速器。这是一种可以使粒子沿着狭窄而笔直的路程持续加速的装置。一根有些复杂的玻璃管，允许电连接进去，又可以排除空气。做成之后，劳伦斯和斯通又花了两天时间，仔细地往管里装了8根小镍管。这些镍管按顺序一根比一根长，间距在1~2厘米之间。它们交替地与震荡器的两根电线相连接。记录结果的仪器置于玻璃管一端，最长的镍管之后，玻璃管另一端作引入汞离子用。他们

借来真空系统，还借来了圆形加速器的震荡装置，以便对其理论和工作进行验证。它的工作原理得到了验证。这台装置成功了。

师生们纵情欢呼，兴高采烈。劳伦斯马上建议增加管子以提供 13 个以上的间隙，以便利用 220 伏供电线最终产生 2 万电子伏能量。他们做到了这一点。

劳伦斯和斯通合作得很好。劳伦斯从不用高踞人上的命令口气说话。无论学生提出任何困难的建议他都不会去泼冷水。他为研究生组织的杂志俱乐部越来越受到其他教师和学生的欢迎。在那里每个人都可以随心所欲地发表意见，教授们可能像学生一样受到反驳。当大名鼎鼎的德国教授劳厄和鲁道夫·拉登保来参观杂志俱乐部的时候，他们被这里缺乏纪律的情况以及年轻人跟教授们说话时的态度吓了一跳。在这里甚至连博学的奥本海默也被人盘问，在解释所牵扯到的问题的时候，孩子气十足的劳伦斯经常站在研究生一边，而“成熟”的奥本海默实际上比劳伦斯还年轻。

到 1930 年物理系已成为一个活跃的、有创造性的系了，其中劳伦斯作出了显著的贡献。为此 1930 年 10 月 21 日，校董事们批准提升他为正教授，这样一来，29 岁的欧内斯特·劳伦斯就成了这所学校历史上最年轻的正教授了。

正在此时，美国同世界其他地区一样出现了经济大萧条，劳伦斯也感到了这一点，他尽量为困难的学生申请补助或筹划薪金，或把钱借给他们。国内经济困境没有分散他的注意力，在实验室进行将粒子加速到高能的各种实验，占去了他教学和其他工作之外的所有的空余时间。他在努力发展质子回旋加速器。一切都是新的，没有任何经验可供借鉴，回旋加速器比直线加速器会出现更多的问题。

经过不懈的努力，问题得到了解决。电极上仅有 100 伏电压，却获得了相当于 1300 电子伏的能量。1930 年圣诞节期间，劳伦斯借来了一块强度大一倍的磁铁，1931 年 1 月 2 日产生了 8 万电子伏的质子，这正是根据劳伦斯的计算而预期的能量，至此，对此方法的有效性就不容置疑了。

他决定再建造一台更大的圆形加速器，产生的能量至少应达 100 万电子伏。他精确地计算出所需要的磁铁尺寸。用于圆形磁共振加速器上的第一块磁体最初只有 9 英寸的极面，上面绕有十四号线包漆。精心制作的小室开头只有一个圆形电极——现在由于它的形状像个“D”字母而称为“D 电极”，以及一个更强大的射频系统。一支接地的开有窄缝的金属棒起着另一个电极的作用。这就使小室的一半可用于调整偏转板，放置靶子，以使高能粒子束全部打在靶子上。

甚至在它被安装之前，劳伦斯就已经在考虑建造一个更大、电压更高的机器了。他认为，采用回旋多次加速法是解决在获取和利用高能时所引起的困难的唯一办法。

劳伦斯成功地说服联邦电信公司把他们原来想制造无线电弧光发电机而没有用上的磁芯捐献出来。有些人认为他确实失去了理智。这是因为，他还没有用他那 4 英寸的仪器证明他的想法是否能实现，比 4 英寸更大的这台设备还远未建成，然而他现在却在谈 2500 万电子伏！甚至一些过去习惯于实验室里的乐观主义和高昂情绪的学生们也摇头了。但是劳伦斯相信他的工作将会证明是“划时代”的，他说这是“研究原子核整个领域的新开端”。

在帕萨迪纳大会上，劳伦斯谈到了他的“质子旋转木马”。他虽然对获

取极高能量的其他方法也感兴趣，但他指出：在获得足够高的能量来击穿一切元素的核之前，这些方法必然存在一些不可克服的严重缺陷。而采用他的直线加速器或圆形加速器，就可以获得必需的高能，又不需要极高的输入电压。但是会上同意他的意见的人不多。

劳伦斯没有受那些议论的影响。他的 9 英寸大小的回旋加速器已能产生 90 万电子伏的质子，他还在不倦地为取得更高的电压而努力。

他们改变了极面的形状，调整了极面之间的加速空隙，从而大大提高了电流。他们还发现了电磁聚焦，他们现在知道这是改进加速器性能的最最重要的因素。他把磁极面的直径增加到 11 英寸。为克服磁场的不均匀性，他尝试着在磁面与装有电极的真空“盒”之间放上各种形状的小铁片，然后改变小铁片的形状和放置方法，电流提高了一倍，再做些改变，电流又增加一倍，这样就发现了电磁聚焦的另一重大特点。1931 年 7 月，使用改变过的测量仪，在它周边收集到了 100 万电子伏的离子！劳伦斯通过共振使磁体转动，看到电流计摆动起来。他能够分裂原子了！这是科学史上一个重大的事件，在此以前，从来没有人产生过 100 万电子伏的粒子，而使用的加速器的直径只有 11 英寸。

此时劳伦斯在纽黑文认识的美丽文静的姑娘玛丽·希卢默接受了他的爱并与他订了婚。劳伦斯真是双喜临门。

他申请了用学校一座木制的两层楼安装他的加速器，他还在东部争取到大笔的财政支援。设备安装好了，大家要求给这个建筑取个名字。劳伦斯开始称他“穿透辐射实验室”，后来他就称它为辐射实验室。辐射实验室建造的质子加速器那样大的仪器从来没有任何院校的实验室造过。越来越多的研究生到伯克利来入学。有的要求无偿为辐射实验室工作。

从此，劳伦斯日夜不停地在辐射实验室与他的学生利文斯顿以及詹姆斯·布雷迪一起在那个磁体和它的附件旁工作。他又四处奔走，为实验室找到足够的助手和足够的经费。此时利文斯顿已用这台大机器将质子加速到 200 万电子伏，劳伦斯让他去度假，并让他写信将这一消息告知《物理评论》的编辑，信的原名必须用利文斯顿的名字，他对利文斯顿说：“功劳是你的，而我的名字不必在论文上出现。”

三、古代炼金术士的梦

1932 年是世界笼罩着不祥阴云的一年，也是物理百花园丰收的一年：加利福尼亚的尤里博士宣布发现氢的具有其两倍质量的同位素——氘(d 或 d_2)，以后用于热核反应，如制造氢弹)；卡文迪许实验室发现原子核中的中性粒子；加州理工学院的卡尔·安德森证明了正电子的存在；卡文迪许实验室的科克罗夫特和瓦尔顿用 80 万电子伏的高电压装置完成了人类历史上第一次原子核人工裂变。用 12.5 万电子伏的能量使锂嬗变为氦。劳伦斯听到这个消息有些懊恼，因为他两年之间就能用他的 11 英寸加速器完成这种嬗变。正在度密月的劳伦斯立即往伯克利发电报，让他的学生用 11 英寸加速器轰击锂。结果锂很快蜕变，很快又实现了硼、铝和其它元素的蜕变。

婚后的劳伦斯仍像以前一样勤奋地工作，一天 24 小时无论什么时候都能看到他和他的学生及助手在仪器旁做实验或工作。斯通的 X 射线管产生了百万电子伏的 X 射线，可以击穿半英寸厚的钢板，这种装置随后被用在医院中。他们轰击了各种元素。1933 年 2 月，在回旋加速器内第一次对铀这种当时已知的最重元素进行了轰击。3 月，他将重水电解。为离子源提供气体，然后将它注入大的回旋加速器内。用锂作靶子，他们观察到了射程和能量比以往任何时候在天然放射性物质中发现的都要大的 α 粒子。氘核也产生了中子，其强度要比用质子轰击的大得多。当诺贝尔奖获得者玻尔听说氘核在分裂 8 种元素的过程中的应用时，欢呼“这是令人不可思议的进步。昨天的梦想今天已经实现了”。

1933 年秋季，劳伦斯忙于改进他的加速器，他要鉴定或查实他的有关氘核崩裂为具有相同射程的质子和中子的假设，并确定正确的中子质量。正当他忙于解决这个问题的时候，布鲁塞尔索尔维科学委员会邀请他参加索尔维会议。这个委员会的成员都是世界一流的科学家，如爱因斯坦、玻尔、德拜等。劳伦斯开始简直不敢相信这是真的。学校师生都劝劳伦斯参加，因为这是“仅次于诺贝尔奖金的荣誉”。

为了给索尔维会议准备更多的资料，劳伦斯加紧了工作。他用 300 万电子伏氘核轰击各种靶而且束流的强度也增加了。他在回旋加速器附近安置了一个小的旧的云室，通过这个云室，无论是反冲计数器或放大器所得的结果全部证实了劳伦斯的假设，无论是什么元素做靶情况都是如此。强大的中子束，以及反冲中子和反中子也被观察到了。劳伦斯的观点是正确的。威力强大的中子辐射使人们对实验者的生理效应担心，但劳伦斯觉得这对医学方面可能具有相当重要的意义，他告诫他的“孩子们”要小心。

1934 年 2 月 24 日，劳伦斯读到了一篇法国居里奥-居里夫妇写的一篇文章，他们用 α 粒子轰击硼而发生了感生放射性。劳伦斯跑到实验室，调整仪器，将靶轮转向碳，并将计数器的电路接上，此靶受轰击 5 分钟之后，回旋加速器关掉了，打开了计数器。这时计数器喀咧喀咧地响起来。他读完文章还不到半小时，便观察到放射性。放射性一直是存在的，辐射实验室在几个月之前就能将它发现，只是要把盖革计数器放进去。他们为此而懊恼不已。

当他用中子使 10 多种元素具有放射性时，他又用同样的方法对氘核进行了试验，发现钠也能具有有益处的放射性。他立刻就想到了在医学上应用的可能性。他给《物理评论》的编辑写了一封信，答应写一篇关于放射性钠的详细的论文。“对于我们来说，长时间地停止实验工作来写东西是困难的，

但是我坚持认为，应该写点什么，而且要在这方面树立榜样。实验一完成就停止工作，开始写作。”他写道。

劳伦斯的实践表明，放射性钠和其他放射性同位素对医学很有价值。他努力使这些当时只能用加速器制造的同位素为其他学科所利用。他从没失去当年对医学的兴趣，而且对辐射在医学方面的应用抱着坚定的信心。利用辐射实验室的成果制造 X 光机已用于治疗癌症，他本人已被指定为科罗克癌症研究所的研究顾问。

1934 年 4 月，劳伦斯成为（美国）全国科学院最年轻的院士。

1935 年初劳伦斯提出了当束流从室里引出时用直接辐射治疗癌的可能性。这年夏天，他利用弟弟约翰固车祸受伤的机会让约翰测量安全系数，并研究将中子用于治疗的可能性。他认为中子束比 X 射线束扩散的少。放射性同位素也许可以“钩到癌细胞上，从内部照射它”。斯通认为他的意见有现实意义，这一点后来在某些类型的癌上得到了证实。

1936 年 1 月，劳伦斯来到著名的哈佛大学访问。哈佛校长提出优厚的条件聘请劳伦斯，但是劳伦斯已离不开在伯克利的同事、朋友及他的实验室，经过再三考虑，他决定留在伯克利。校方也作出决定：辐射实验室成为物理系的一个正式的独立单位，由劳伦斯任主任，并任命一个副主任，一个秘书和一个机械师，增加实验室的研究经费。

1936 年 3 月 28 日，伯克利辐射实验室，1100 万电子伏的 α 粒子产生出来了。只有已知的自然界最稀有的 α 粒子才能达到这么大的能量。在全国科学院和物理学会 4 月份在华盛顿举行的会议上，劳伦斯和密执安大学的詹姆斯·科克报告了这个成果和第一次把一种元素转变成了黄金的事实。虽然用以转变成黄金的元素是铂而不是贱金属——千百年来炼金术士都在企图把贱金属变成黄金——但在元素的转变中，这个变化毕竟是达到了最高峰。

在这些会议上，劳伦斯被一些热心提问的人包围起来。那些冷嘲热讽者已失去了他们的优势。许多人要求去实验室参观，而更多的人则要求用回旋加速器束流或中子辐射线来进行各种项目的研究。整个夏天实验室忙得不亦乐乎。许多著名科学家前来参观访问。

四、伯克利辐射实验室主任

劳伦斯又着手进行几项设计：把回旋加速器的直径加大 10 英寸，增加射频功率，扩大冷却储备量，并把如斯内尔式真空阀门靶子室这样一些改进结合起来，允许迅速更换靶而不使真空受损；还设计了一个绰号叫“猪鼻子”的抽空管将束流导离磁场，使其不受回旋加速器的磁力和其它各种力的作用。回旋加速器的强大辐射使人议论纷纷。劳伦斯要求每个工作人员都要佩带劳里森式验电器，以便检查遭受照射的情况。他的弟弟约翰也带着成群的、身上长着癌瘤的老鼠来到这个负担已经过重的实验室进行中子辐射试验。

在辐射实验被正式确定为物理系的独立活动单位之前，它是相当独立的了。这里的人都是学校的尖子，每人佩带一把钥匙。劳伦斯身边的人与其称“助手”不如称“朋友”。很多科学家感叹这种“独一无二的令人叹服的通力合作”。1936—1937 年这段时间，劳伦斯的辐射实验室除副主任库克塞外，还包括 6 个研究员，8 个副研究员，8 个副研究员助理，一个技术助理员，一个机械师和一个秘书。他们都在勒孔特大厦三楼的大办公室里工作。他们当中，有的来自英国，有的来自加拿大，有的来自意大利。劳伦斯自己有一点时间就用在实验室里，如果他有时候呆在家里的话，那不是由于生病而遵从医生的嘱咐，就是因为来了客人或需要处理一些个人的事情。在他的带动下，全体人员都很勤奋，几乎每个晚上实验室都有人加班，有时则是全体人员。劳伦斯对他的“小伙子们”，以及对他们的恋爱问题都是很关心的，他经常对他们提出好心的劝告。在某种意义上来说，工作人员的妻子也是这个实验室家庭的组成部分。由于实验室的男工作人员都工作到很晚，所以人们常常称他们的妻子“回旋加速器寡妇”。

研究生们普遍认为杂志俱乐部举办的会议是劳伦斯所作出的重大贡献之一。来这里的人，不论是教授、学生，都不拘礼节，无拘无束地交谈任何问题。有些知识渊博、造诣很高的科学家有时会在辩论中驳倒劳伦斯的观点，尽管如此，劳伦斯往往是对的。奥本海默同劳伦斯争论时常常处于优势。但不管是否符合逻辑，结果却往往是劳伦斯没有错。这主要在于劳伦斯具有超凡的直觉，尽管他经常不能把他所了解到的合乎客观实际的东西很好地表达出来。

实验室还经常举办联谊会以活跃气氛。劳伦斯经常讲一些关于定时参加体育活动有什么好处的话。他在触身法橄榄球比赛和网球比赛中是一把好手。他后来又买了一艘游艇，他们以后经常坐上这艘游艇到旧金山海湾附近航行。

劳伦斯一直注意给予他手下的年轻人应有的名誉。他拒绝在发表论文时把他的名字加进去；在集体写作的论文上，他也不同意把他的名字排在第一位，而是主张按字母的顺序排列。

实验室的人员在离开这个集体的时候，总要带上点儿遗憾的心情。但是，由于他们分赴各地，这个集体的某些精神又被他们带到了其他各处的实验室去。劳伦斯的既定方针是：要使每一个人都尽可能地获得最好的机会来发展他们各自的才能。他常常把手下的人推荐到合适的工作岗位上去，尽管他不大舍得把实验室的优秀人员放走。回旋加速器的理论也因此广为传播。这个小组成员相互之间的团结以及他们同实验室的联系，都是非常坚强和牢固的。

五、38 岁的诺贝尔奖获得者

1937 年 5 月，克罗克辐射实验室动土兴建。实验室的“巨型”回旋加速器图样，经过反复研究与讨论，直到原有的加速器扩建完毕，并检验了可能用于克罗克机器上的改进措施之后，才确定下来。然后安装了 27 英寸真空室和扩大了锥形极端和 37 英寸室。经实验，8 月 22 日强度超出所有仪表的刻度，超过了 100 微安。37 英寸加速器成功了。

但是劳伦斯不得不再次离开实验室去外地进行预定的讲演，离开前，他对有关新的加速器和实验室的一些意见和建议进行了检查、提问和解释。他到纽约接受了 1931 年以来第一个研究公司科学奖。仪式结束后他被实业界人士包围，他们都想更多地了解他的工作和计划。6 月份他先后接受了史蒂文斯理工学院、普林斯顿大学与耶鲁大学的名誉科学博士学位。随后，在纽约州罗切斯特的秋季会议上，全国科学院授予劳伦斯康斯托克奖，该奖为表彰“过去 5 年内在电、磁或辐射能方面的最重要的发现”而设立。康斯托克奖是全国科学院的最高荣誉，至少要每隔 5 年才授奖一次。在美国，一般人认为这种奖在声誉上仅次于诺贝尔奖。过去，全国科学院曾有不少人在多次会上嘲笑回旋加速器这一设想。因劳伦斯提出高能的概念而怀疑他神智不正常。现在这个高能已经实现了，而且这个能量还要增高！

劳伦斯对授奖的反应丝毫也没有采取“还是我对了吧”的态度。他经常强调：“在科学界，必要的谦虚性格与卓越的才智同等重要。”在表示感谢之后，劳伦斯还称赞了他的“杰出的学生”。

在东部期间，劳伦斯寻求每一个可能给予支持的途径。他先后拜访了华盛顿国家癌症咨询委员会和洛克菲勒基金会有关负责人，获得财经支持以进行回旋加速器和实验室的改进工作。

11 月，劳伦斯获得皇家协会休斯奖章，这是他 1937 年获得的第 7 个崇高的荣誉。

劳伦斯的成就已获得权威性的认可，各地实验室、大学纷纷要求安装回旋加速器。这一年，经过大学生物学家的实验，证明放射性磷可被鸡的白血球有选择地吸收，约翰在多次实验之后开始把放射性磷用于白血病患者。许多科学家研究了放射性物质如钠、氯、钙、钾、碘等对人体的作用。从回旋加速器中得到的许多放射性物质的使用，使英国著名生理学家 A.V. 希尔预言：历史将证明，人造放射性物质将像显微镜对生物学那样重要，因为有了这种物质，生物学家可以看见生物系统的单个原子并追踪其活动。

放射性物质的需要如此之大，生产这种物质又要花那么多时间，以致在回旋加速器的时间分配方面，物理学家常常觉得遭到了歧视。但是劳伦斯坚持生物医学工作是首要的。他对物理学家说，虽然核的探索很有价值，但决不可能把它置于任何可能导致减轻病痛和延缓或消灭可怕疾病的研究之上。物理学家应以使得进行这样的研究成为可能而感到自豪。

1939 年 3 月，60 英寸回旋加速器装配完毕，6 月 7 日，得到了束流强度 80 微安的 1700 万电子伏的氘核束，在内部的威尔逊试探针上获得了更大的电流。阿尔法粒子能量达到了 3200 万电子伏，相当于一吨以上镭的能量。世界上能量最大的 60 英寸回旋加速器成功了！6 月 30 日，这一加速器用轰击铁的办法产生了第一个放射性同位素。11 月 20 日，第一个癌症病人在克罗克辐射实验室的够标准的治疗室里接受放射性同位素中子疗法。

劳伦斯当时写道：“我埋头搞新的回旋加速器，几乎忘掉一切。这些加速器超过了我希望。”

1939年1月，弗里希和迈特纳阐明了原子裂变的机理：用中子轰击铀，使铀分裂成两个较轻的元素，同时释放出在通常情况下使这两个元素结合在一起巨大能量。这一消息引起轰动。此时，劳伦斯的助手艾贝尔森已有好几个星期被铀在中子轰击后放出来的X射线弄得困惑不解，他认为这种X射线是来自超铀元素，实际正是来自原子分裂释放出来的巨大能量。当劳伦斯指出“核能有实用价值之日可能并不那么遥远了”之时，德国科学家发现了裂变，西拉德证实裂变过程中产生中子，并且很可能导致爆炸性链式反应。

越来越多的科学家开始担心德国法西斯会利用这种发现，使之成为大规模破坏的手段。这一年9月1日，德国入侵波兰，第二次世界大战爆发。

1939年11月9日，因为劳伦斯发明和发展了回旋加速器以及藉此获得的成果，特别是有关人工放射性的成果，他获得当年的诺贝尔物理奖。他成为加利福尼亚州而且是国家支持的大学里第一个获得诺贝尔奖的人。当时他只有38岁。

由于战争原因，劳伦斯不能去瑞典接受奖状和奖章。由瑞典驻美大使转交。1940年2月29日，惠勒大厅内举行了隆重的颁奖仪式。劳伦斯接受奖章的讲话简短、谦逊，他把成就归功于过去和现在的合作者，归功于大学和校外的合作者。

六、参与曼哈顿工程

当大家都在欣赏“巨大”的 60 英寸加速器的 200 吨重磁体时，劳伦斯已在着手研究 184 英寸的加速器，他在给加州大学校长斯普劳尔的备忘录中指出：“回旋加速器所打开的境界非常宽广……，只有等我们越过了一亿电子伏这个界限之后，我们才能知道前面还有什么宝藏，毫无疑问，前面肯定是有宝藏的……，宇宙线的存在已经使每一个物理学家都深信这一点……，能够探索原子里面所储藏的无限能量……。”

劳伦斯为筹款四方奔走，他的成就和决心获得了人们的信任和赞许，卡内基基金会为他拨款 115 万美元，他同时得到校方的大力支持，磁极面直径为 184 英寸的加速器在加紧制造。然而一向不过问政治的劳伦斯开始关心欧洲发生的事情以及蕴含于裂变中的破坏力量的可能性。如果德国制成了裂变炸弹，他们就能控制世界。心地善良的科学家们都希望能够证明这样的武器是无法制造出来的。这种武器一旦制成，它的力量将比目前已知任何种类的爆炸大千万倍，而从这种爆炸中所发出的辐射则更加是毁灭性的。劳伦斯清醒地意识到这种裂变炸弹是可以研制出来的，美国必须赶在德国之前研制出来，纳粹的战争机器只能用武力才能制止。

德国科学家正在对铀进行广泛的研究。迁居美国的德国科学家西拉德动员了爱因斯坦联名致信罗斯福总统，使总统认识到核可能带来的严重问题，美国政府随后成立了秘密的铀委员会，该委员会过于强调保密，工作进展迟缓。

1940 年 6 月，英法军队在敦刻尔克大撤退，挪威和法国相继投降。罗斯福总统批准成立了以万尼尔·布什为主席的国防研究委员会。该委员会对铀委员会及其他附属委员会都有管辖权。布什要劳伦斯参加国防研究委员会工作，劳伦斯立即宣誓就职。他的第一项工作是帮助研制一种警报设备，以帮助英国对付德军频繁的破坏性轰击及入侵的威胁，英国科学家提供了一个新型秘密“磁控管”蓝图。最初想让劳伦斯主持这项工作，但他认为加快 184 英寸回旋加速器的工作更加重要。他推荐让李·杜布里奇当主任，他从自己手下让出麦克米伦和阿尔瓦雷斯这样的人才给予帮助。雷达实验室设在麻省理工学院，从此，劳伦斯经常奔走于伯克利和麻省理工学院两地给予指导，伯克利的工作在紧张进行，尽管他经常不在那里，但他的实验室各项工作都进行得很好。在辐射实验室，西博格继续进行着超铀元素的研究工作。他发现了后来证明是 94 号元素的同位素。劳伦斯推测 94 号元素很有可能裂变，并用中子与铀-238 来产生。如果这个推测成立，那建造一个反应堆就成为当务之急了。他为此和布什、康普顿等进行了讨论，决定让由西格雷与西博格的小组一起研究 93 号元素和 94 号元素的慢中子裂变问题。

劳伦斯不断地奔波，他的繁忙的日程和巨大的责任，加上他过于频繁的感冒，使一些科学家很关心。他们建立了一个特别的大学基金。劳伦斯可以从这个基金中随意支取需要的款项用于实验室的计划以及为了国防问题而进行旅行。这样的一种基金将大大便利他的工作，并可以节省时间。

1941 年 2 月，西博格等鉴定了 94 号元素（被称为钚）的一种同位素。劳伦斯继续督促加快进行反应堆工程，以使 94 号元素可以从普遍的铀和中子中大量生产。这样，那种吃力地将铀同位素进行分离的工作就可以是不必要的了。在西博格—西格雷小组表明了钚通过慢中子进行裂变的情况之后，劳

伦斯提议说，如果有足够的钚，有可能产生快中子链式反应。

劳伦斯越来越对铀委员会的工作进展速度感到不满。很多人对铀委员会动作迟缓感到不安。布什于是任命劳伦斯为铀委员会主席的临时私人顾问。

6月，劳伦斯到哈佛大学接受他的第七个荣誉学位。他借此会见了总统科学顾问布什和政府高级科学顾问科南特，他指出，约里奥-居里在巴黎的和玻尔在哥本哈根的回旋加速器都落入了纳粹之手，德国人正在进行原子反应堆的研究工作。如果采用钚制造武器是可能的。如果德国人首先制成，纳粹就可能统治世界，或者毁灭世界。布什随后会见了总统。罗斯福下令成立了科学研究与发展局。国防研究委员会隶属于它。布什为主席，铀委员会成为S-1科，科南特在这个科里代表布什；劳伦斯则被指派为这个处的成员。

英国正在加紧裂变弹（即原子弹）的研制工作，但他们力不从心，只得催促美国加紧这项工作。为了获得英国铀委员会活动的第一手详细资料，劳伦斯会见了短期来美的奥利芬特，而奥利芬特来美正是要通过劳伦斯促使美国加紧原子弹研制工作。他认为，如果让劳伦斯处理铀问题，一定会有结果的。

劳伦斯打电话给康普顿，提出必须加紧研制原子弹，他坚持说可以用钚，也可以用铀-235制造武器。并指出生产钚的办法。康普顿向上司报告说，劳伦斯有一个制造原子弹的合理计划。没有别的科学家做过这样的保证，也没有别的人愿意把自己的名誉和自己的实验室都押在这个没有经过证实的假设上。康普顿后来说：“战争时期的整个原子计划，要大大归功于劳伦斯的主动精神和干劲。……他对成功的信心以及他不允许有任何障碍阻挡计划的进展，这些都鼓舞了所有的原子研究人员。”

9月，劳伦斯抓住到芝加哥大学参加授学位典礼的机会，直接向科南特汇报。他汇报了与奥利芬特的谈话，他再次强调制造原子弹的现实性和紧迫性。科南特一开始反应冷淡。由于他事先已收到了不少的反面报告，使他感到应该停止支持核武器研究作为战时的研究课题。然而科南特被说动了，他说：“欧内斯特，你说你相信这些裂变炸弹如此重要，你自己是不是已经下定决心，在今后几年内把全部精力都投到这项事业中，使它们能制造出来呢？”劳伦斯听了大吃一惊。他半张着嘴呆坐在那里，这是一个很严肃的有关个人前途的决定。但他只犹豫了一小会儿就毅然说：“如果你告诉我这是我的工作，我会干的！”

这次谈话后，科南特派出一个小组去英国考察，随后与布什会见了罗斯福总统，总统给布什一项指令，要求尽一切可能作出最大努力来加快发展核武器。

劳伦斯执行了他的诺言，回到伯克利并开始改建最新型回旋加速器的计划。加速器本来是他引为自豪的最强有力的实验手段，现在他把它们改装为分离铀-235——原子弹芯所需的稀有同位素——的机器。他催促他在各地的学生加紧各种试验。许多原先的同事和学生被叫回来从事铀-235和钚的生产。在伯克利，铀和钚处于绝对的优先地位：37英寸回旋加速器的改装工作已近完成；化学家们在通过60英寸回旋加速器轰击来研究钚；同时还在探索其他重元素的裂变可能性。同时，他还请奥本海默从理论上帮助他。

后来成为“原子弹之父”的奥本海默，当时因有“激进派教授”之称一直未获得保安部门的认可，但劳伦斯坚持让奥本海默参与核武器发展计划，他让奥本海默陪同他出席了一系列最高级会议。当科南特坚持要减少参加会

议人数时，劳伦斯指出：“我愿提醒你们注意，请奥本海默〔参加我们的会议〕……担任 S - 1 的成员有很多好处。无论从哪方面都将是一笔巨大的财富。……”

为加快研制工作，陆军开始介入。因开始负责计划工作的马歇尔上校将办公室设在纽约曼哈顿区，以后人们就称这一任务为曼哈顿工程。1942 年 9 月，格罗夫斯被任命为主管这项工作的准将。10 月 8 日，他第一次访问伯克利。

劳伦斯亲自开车去接格罗夫斯。劳伦斯的态度与性格一开始就使格罗夫斯高兴。他为人坦率、诚恳，充满着天真的热情，又没有一般诺贝尔奖金获得者的那种架子。劳伦斯踩足油门，汽车一直以高得吓人的速度疾驶，而劳伦斯自始至终以极大的热情向他阐述自己的全部计划。

格罗夫斯带着刚才的余悸参观了劳伦斯的巨型机器——184 英寸的电磁分离室。劳伦斯还介绍了机器的工作原理——在圆形中央真空室里如何将铀原子的气体加速到每秒钟几千英里的高速度，以及原子在这种速度下如何进入巨型电磁铁的强磁场。两种同位素在磁场内的轨迹不同，最后分别射入在磁场远端的两个容器内，一个收集较重的原子，另一个收集较轻的原子。

劳伦斯还高度赞扬了奥本海默的才智。奥本海默当时正在搞炸弹的技术及受控裂变资料的综合工作。对于原子弹实验室的领导人，格罗夫斯所中意的第一名候选人是劳伦斯，但由于他在电离分离铀同位素的方法上下了很大的赌注，不想冒险把劳伦斯从目前的岗位上调开。在劳伦斯等推荐下，他选中了奥本海默。

1942 年 4 月 15 日，原子弹实验室（设在洛斯阿拉莫斯）正式开始工作。在格罗夫斯刚上任就匆忙决定的田纳西州橡树岭厂址上，建造了两座大型工厂。

第一座是根据劳伦斯的电磁分离器原理设计的。采用电磁方法分离同位素，制造原子弹芯所需的铀-235。由于磁体是椭圆形的，人们称之为跑道，正式的名称为阿尔法 号跑道。回旋加速器实验证明，具有无比的价值，但也问题成堆。其真空度的要求比普通动力厂的真空系统高出 3000 万倍以上。巨大的电磁铁总长度达 250 英尺，每块磁铁重达 3000 ~ 10000 吨。工作人员一进大厅就可以感觉到强磁场对皮鞋上铁钉的吸引力——发夹会突然飞到空中，使人披头散发。

在这座代号为 Y - 12 的电磁分离工厂附近，又建造了一座气体扩散分离工厂。同时，在 2000 英里之外的汉福德，用以生产钚-239 的大型工厂拔地而起。

曼哈顿工程紧锣密鼓地进行起来。劳伦斯负责伯克利实验室的工作，他以同志式的态度对待同仁，据称，即使是看门人，如果他提的建议最好，也会被采纳。当时伯克利的工作人员回忆说：“他具有一种个人的力量，而他又自命不凡。当他说：‘我们要完成它。’我们真的就完成了。他说的办法，就得按他说的做，情况就得是这样，没有人有意见，……他就是第一能手。当橡树岭的问题成堆，陷于瘫痪的时候，他带了实验室关键性人物的一半到那里去，并使它转动起来。任何了解他的人都相信，他是一定会成功的。他受到崇高的尊重。”

洛斯阿拉莫斯的各项研究工作也在加紧进行。到 1944 年夏天，只要有足够的好材料，制造一颗铀弹没有什么大问题。一个特殊设计的炮筒将把临界

量（即可导致自动诱发爆炸的数量）的一半射向另一半，结合在一起将自发裂变。如果外壳适当，则可以巨大的能量爆炸。但科学家们研究发现，这种“枪式结构”不应用钚，只有采用内爆法，即将钚包装在常规炸药中间，炸药引爆后，产生足够的压力来挤压钚心使其进入临界状态。这一问题经反复试验终于在洛斯阿拉莫斯解决。

1945年5月7日，德国宣布投降。而原子弹研制工作也进入尾声。钚弹比较来说是安全的，性能也是稳定的，不需要进行最后试验。奥本海默坚持钚内爆技术要经过一次全面的试验，否则谁也没有把握。1945年初，在新墨西哥州靠近阿拉莫果尔多的一处偏僻地方被选作试验场地，称为“三一”试验场。

7月10日，最后的预备试验也都顺利完成了。奥本海默打电报给劳伦斯：“15日以后的任何一天，都适合我们的钓鱼之行。……由于我们这里睡袋不够，所以请不要带友人来。”

15日午夜时分，一辆轿车将劳伦斯等几人拉到三一试验场塔载炸弹西北20英里处的康巴尼亚山。天气不好，为等雨停，实爆一直推迟到第二天凌晨。

当倒数计时开始时，劳伦斯神经质地忐忑不安，一会儿走进汽车，一会儿又从汽车里走出来。5点30分前的几秒，但见从一个点发出一道亮光，这道亮光又发展成了一个巨大的融化了的光柱。这个光柱的光强烈地洒向沙漠，似乎要将沙丘溶化。这是任何中午时分的太阳都不曾有过的。大家都被吓呆了，好几秒钟都没有人打破这随之而来的奇怪的寂静。劳伦斯正一脚车里，一脚车外，他呆呆地望着眼前的景观，然后他喊道：“成功了，成功了！”他高兴地跳起来。两分钟后，爆炸的雷声和气浪才传到这座山上。

1945年7月16日5时30分，人类历史上第一颗原子弹在美国试爆成功。它的能量相当于200万吨TNT（烈性炸药）。

七、184 英寸回旋加速器

凡是亲眼看到原子弹试爆的人，都为它那巨大的力量所震惊。“现在我们有了一种炸弹，我们用它干些什么呢？”这是包括劳伦斯在内的所有科学家都在思考的问题。德国已经投降，日本仍在顽抗但败局已定，经常性的大规模轰炸使日本本土遭受严重破坏。三一试验之后，围绕使用原子弹产生了争论。

曾经上书罗斯福总统呼吁研制原子弹的利奥·西拉德首先呼吁禁止使用原子弹。7月的民意测验表明，绝大多数科学家主张如果其他手段不能使日本投降就将原子弹用于军事上。“其他手段”包括先进行供人观察的爆炸表演，并警示敌人这种炸弹所能造成的可怕后果。

1945年5月，美国成立了临时委员会，并由劳伦斯、康普顿、奥本海默和费米组成的科学小组，担任委员会的顾问。

在5月31日临时委员会与科学小组召开的会议上，劳伦斯建议进行一次供人观察的无害而引人注目的表演，并同时发出警告说如果日本不投降就立即使用这种炸弹。但奥本海默认为，只有把炸弹用在真实的、存在着建筑物的目标上，它才有效。他不认为事先搞一次表演就会成功。而且一颗原子弹造成的伤亡人数不会大于过去燃烧弹轰炸所造成的伤亡人数，并且无疑比一次进攻日本本土牵涉的伤亡人数少。

劳伦斯提出了一个战后世界的建议，原子能在战后将成为一种新的力量，应着重强调和平利用。原子能的和平利用和作为武器使用具有同等的重要性，原子能根本就不应该作为武器使用。他认为：原子能将作为一种防止未来战争的预防因素。在一个委员会控制之下，原子能将用于医学、生物和工业。

当局很快做出了使用原子弹的决定。8月6日，一枚爆炸力相当于两万吨TNT的铀弹，几乎抹掉了一个具有25万人口的广岛市。8日，苏联向日本宣战。9日，一枚钚弹给长崎带来巨大破坏。第二天日本内阁会议决定投降。

突然间，一个秘密揭晓了。轰炸广岛当天，美国西海岸的报纸上出现“秘密武器”的标题，并附有劳伦斯和奥本海默的照片。劳伦斯的家人大为惊讶。8日是劳伦斯44岁生日，报纸上发表了184英寸回旋加速器综合体的照片以及劳伦斯在炸弹计划当中所起的作用。孩子们这才明白，他们的父亲为什么几年前突然有了警卫，为什么他的汽车有枪。

接连传来的广岛和长崎事件的报道，使很多科学家感到不安。劳伦斯虽然曾希望不要使用轰炸的办法，但他不像他的大多数同事那样对使用原子弹感到内疚和不道德。作为一个献身的科学家，他不同意说这样的一个制止了侵略性的征服，避免了花费巨大的入侵的科学努力是罪恶的。如果没有这枚炸弹，各方面的情况都证明进攻日本本土要造成为数大得多的伤亡。战争，不管以什么方式进行，都是罪恶的。战争的时间越短越好。他的良心上丝毫也没有感觉到奥本海默所宣称的在科学家身上所存在的犯罪感。与此相反，他为得到这样的科学成就而骄傲。他认为，战争是由于他而结束的，对它的恐惧将避免未来再发生战争。他利用到洛斯阿拉莫斯度周末的机会安慰奥本海默，但奥本海默仍然很不安。他于10月份辞职。很多科学家已因各种原因离开了洛斯阿拉莫斯实验室。在劳伦斯看来，辐射实验室是唯一没有不满情绪、叛逆或常常发牢骚讲怪话的地方。随着计划工作的减少，到年底，辐射

实验室主动将人员从 5 月份的 1086 人减到 454 人。只要有可能就重新研究过去被长久忽视的问题。现在已经有能力产生 20 兆电子伏氦核以及两倍于该能量的阿尔法粒子的 60 英寸回旋加速器，是唯一可以利用作回旋加速器工作的设备。这样高的能量取得后不久，就生产了两种新的超铀元素，95 号和 96 号元素。

劳伦斯并未等到战争结束才考虑实验室的前途问题，同时他以前在进入紧急状态时，也处于一个独特的优势地位，那时他就已经有了一个设备齐全的大型实验室。他现在要恢复战前的工作。首先是在桑顿的主持下，完成 184 英寸的回旋加速器，并在这个加速器中，应用麦克米伦的相稳定原理和雷克·理查森的调频原理。还要建造电子同步加速器。

一个医学处理处，连同—个医科学校也建立起来了。劳伦斯吸收了很多优秀人才，其中很多是他以前的学生。他的计划是搞一个比以往任何时候都大的辐射实验室，一个“物理学的天堂”。

劳伦斯对个人的荣誉是不关心的，然而即使在战争年代，荣誉也源源而来：他被选为印度全国科学学会的名誉会员，芝加哥医学会的荣誉会员，苏联科学院院士，华盛顿卡内基研究院理事会理事。1945 年 10 月作为“伯克利最卓越的公民”获得惠勒奖。等等。

1946 年美国—总统授予劳伦斯功绩勋章，授勋时在场的有他的家庭成员、他们实验室的工作人员以及系里的人员等。格罗夫斯将军致词时说：“我们在开始花上亿美元搞这项计划的时候，除了对劳伦斯的信心之外，什么也没有。我们在他身上下了一亿美元的赌注，结果我们赢了。”

1946 年 11 月 1 日，184 英寸同步回旋加速器第一次进行实际运转，产生了 200 兆电子伏氦核束，达到了预期的两倍，是世界上最强大的。这更进一步证明劳伦斯的方法是对的：把障碍都忘掉，建造一个所需要的基本部件，并且在遇到困难的时候，进行发明创造以克服困难。在短短的 15 年之内，回旋加速器不断发展。从一个年轻的美国人看到一本德国杂志上一位挪威人根据一个瑞典人的建议所画的插图，受到了启发，直到建成这个具有强大能量的设备，变化是惊人的。从 1930 年用玻璃和蜡制的 4 英寸模型，到重数千吨的 184 英寸回旋加速器，这中间有许多发明和创造，其中最新发明是埃德·麦克米伦的相稳定建议和雷吉·理查森的调频新方法。这两个建议都是在实验室桑顿和布罗尔克的监督下实验的。在发展过程中，每部机器都是由劳伦斯制订计划，发起并将其推动直到完成的。

关于 184 英寸同步回旋加速器的消息和照片在各大报进行了报道。有敏感记者注意到因多年的忙碌影响了实验室主任的健康：“世界原子弹竞赛的沉重责任，落在他与其他 4 个任高级司令部主管人员的身上，这使他衰老下去，但是他经常面带孩子般的笑容，他身高 6 英尺多，体格魁梧，看上去不像是群众想象中应有的样子。”

新成立的原子能委员会建立了一些新的国立实验室，一般都是按照辐射实验室的模式建的。如果有人要求劳伦斯提供意见，在他专长的领域里，他是愿意提供意见的，但他不大吹大擂。他不愿意参加对政治问题的公开讨论，只专心在实验室工作，他只愿意向有关制定政策的人提供技术情报。自从战争结束以来，他收到很多来信要求他对各种各样的事情给予支持，或者要求他在各种呼吁书或抗议书上签名。这类事大部分他都不予理睬。他尽量避免到首都华盛顿去，他是对的。奥本海默由于热衷于在政府工作，得罪了不少

人，也给自己带来了麻烦。劳伦斯曾毫不犹豫地拒绝了需要长时间住在首都的任命，或者是具有政治或争论性质的任命。

直线加速器重新被重视起来。采用 184 英寸回旋加速器进行的物理实验是令人兴奋的：第一次观察到了原子序数小于 90 的元素的裂变情况；铋、铅、汞、金、铂等的核子被分裂成两个几乎相等的部分。

在伯克利，和往常一样，有许多各种各样的客人来访问他们，很多著名的科学家、行政首脑从世界各地来参观实验室，会见劳伦斯。加州大学一个校董感慨地说：伯克利已变成了物理学的麦加，而欧内斯特·劳伦斯是先知。密执安州还决定在爱因斯坦的浮雕像旁也为劳伦斯做一个浮雕像来表现物理学在过去一百年来的发展情况。

八、围绕热核武器的争论

1949年9月23日劳伦斯在赴约塞米蒂的途中从报纸上得知，苏联可能在8月29日成功地进行了一次核爆炸。他立即想到苏联很可能会研制“超级弹”（氢弹）。他回伯克利后立刻找来罗伯特·塞伯。塞伯是奥本海默的学生。奥本海默当时是原子能委员会的顾问委员会主席。劳伦斯请塞伯找奥本海默谈谈苏联的爆炸事件，并要求他支持大家一致的努力，首先判断“超级弹”是否有可能实现，如果可能就制造出来以保持美国的优势地位。他本人答应，如果别人都不愿搞紧急反应堆计划，辐射实验室愿意把它快速发展的著名技术用在这个计划上。研究室中一些最好的科学家已在研究这个问题了。

劳伦斯和阿尔瓦雷斯准备去华盛顿向原子能委员会提建议。劳伦斯还给在洛斯阿拉莫斯的特勒打电话。特勒在1942年就最先提出搞超级弹。但战争期间因各种原因未能进行。直到此时洛斯阿拉莫斯的主要精力，在委员会及顾问委员会的支持下，都放在发展改良各种各样的裂变炸弹上了。

特勒建议搞重水反应堆，因为这样做容易，同时在生产多余的中子方面效果最好。劳伦斯也答应，只要得到原子能委员会的批准，他一回到伯克利就开始搞这个项目。

他们到了华盛顿之后不久就听说奥本海默反对为“超级弹”搞任何紧急计划，他认为如果不制造氢弹，俄国人也不会制造氢弹。原子能委员会以投票方式反对紧急发展氢弹，并要求总统单方面宣布不制造氢弹。劳伦斯的反应堆计划被取消了。

1950年1月，英国逮捕了原子间谍富克斯，此人战争期间在洛斯阿拉莫斯工作，参加了原子弹的研制及“超级弹”的讨论会。他承认一直向苏联递送情报，就是说，苏联知道“超级弹”的秘密。于是杜鲁门下令研究各种形式的原子武器，“其中包括氢弹或超级弹”。

研制超级弹的工作仍主要由洛斯阿拉莫斯实验室负责，辐射实验室将巨型直线加速器改造成材料试验加速器，替代反应堆进行工作。生产用来制造氢弹的中子和氘（ ^2H ）。主要负责研制工作的是爱德华·特勒。他后来被称为美国的“氢弹之父”。

1952年秋天美国在太平洋中的小岛埃尼威托克岛试爆氢弹成功，其威力相当于1000万吨梯恩梯（黄色炸药）。劳伦斯观看了这次试验并为此感到兴奋。

从1952年初起，劳伦斯就在计划建造一个“关于氢弹方面的实验室”。他为此与特勒商议，并开始筹划。他们认为洛斯阿拉莫斯实验室在技术上是很优秀的，但它又被固定的想法所束缚，没有扩充的余地。劳伦斯认为搞第二个武器实验室可能是一种推动力量。

除洛斯阿拉莫斯实验室外，第二个核武器实验室在劳伦斯和特勒发起下，于加利福尼亚州的利弗莫尔开始建立。这一实验室开始时是属于伯克利辐射实验室的分支。在伯克利仅限于基础科学的研究。经过这些年代，设计和制造更大的和更有效的加速器，使辐射实验室在长时期内拥有最高能量并几乎处于垄断地位的先进水平。它们拥有能把粒子加速到10亿电子伏特的所谓高能质子同步稳相加速器。由于使用这种加速器，塞格雷和张伯伦发现了反质子并仔细探索介子的性质，从而导致对强相互作用粒子的普遍了解。

奥本海默在 30 年代初期曾参加了一些左翼人士的活动，并结交了一些共产党人士，据说，他的弟弟弗兰克和妻子基蒂都曾是共产党员，当 50 年代初美苏冷战升级，美国右翼势力猖狂之时，有一些人，尤其是一些奥本海默在政界的对手仇家，开始指控他是共产党员，并诬蔑他参与向苏联递送情报。1953 年 12 月 3 日，艾森豪威尔总统在收到联邦调查局关于指控奥本海默的全文报告后，下令禁止奥本海默再接触任何秘密资料，并指定保安审查委员会审理他的案件。

1954 年 4 月，奥本海默“出庭受审”，很多认识他的人都出庭作证。有的慷慨激昂地为奥本海默辩护，也有的人作了不利于奥本海默的证词。特勒一直与奥本海默不和，他的证词被认为是对奥本海默的致命一击。特勒从此以后长时期受到科学界人士的冷落和嘲讽。

劳伦斯和阿尔瓦雷斯都受到其他物理学家的压力，劝他们不要出庭作证反对奥本海默。有人告诉劳伦斯说，他对奥本海默任何不利的证词都将被认为是由于他俩之间最近几年内意见不和的一种挟嫌报复。因此，劳伦斯采用了省事的办法，装着生病而取消了他出席作证的计划。

可以肯定，劳伦斯出席作证，不会对奥本海默大施诬陷之辞，但是若干年来他与奥本海默在很多问题的看法上发生严重分歧，使他对后者很不满，劳伦斯以自己看问题的方式和这种不满情绪作证，其证词肯定会对奥本海默不利。

九、最后的日子

1955年以后，劳伦斯越来越多地卷入国际裁军和原子能的非军事使用问题中。他参加了许多国际性会议，为此他不得不奔波于世界几个大城市之间。1957年12月，他获得了美国原子能委员会颁发的恩里科·费米奖。这是他20年中所接受的第20次大奖。

但是劳伦斯的身体状况已越来越坏。1958年7月他在日内瓦参加会议期间出现结肠急性溃疡，高烧不退。1958年8月27日病逝。

在追悼会上，克拉克·克尔校长发表了充满激情的诚恳的颂词：“……世界所能给予科学的最高尚荣誉，欧内斯特·劳伦斯都得到了，这些只不过是他在生前所得到的荣誉——但是，只要科学的历史继续写下去，他就会永远得到荣誉。”

辐射实验室被命名为劳伦斯辐射实验室，它的新一代年轻科学家发现了103号元素，他们把它命名为镭。

劳伦斯被后人誉为“美国回旋加速器之父”。

回旋加速器的诞生是人类文明史上一件了不起的事情。意大利物理学家恩里科·费米曾说：“回旋加速器像埃及金字塔一样，可以作为非功利主义的纪念碑在历史上永存。劳伦斯发明的回旋加速器，开辟了量子力学发展的新阶段。自量子力学这门崭新的科学创立后，关于粒子的一系列学说还仅仅停留在理论的推断阶段。但劳伦斯的第一座巨型回旋加速器建成，就揭开了沉睡在原子核内的秘密，实际上发现了原子核内部除电子、质子、中子以外还存在其他许多粒子。

回旋加速器引起了医学上的巨大变革，为治疗癌症及其他疾病提供了新的有效手段，它可以将普通的元素如钠、钾、碘和磷等变成它们的同位素，代替价格昂贵的镭来治疗癌及其他疾病。它还能把一种元素变为另一种元素，这就为生产新元素提供了新的物理方法。

当然，回旋加速器的意义及用途还不止这些，随着时间的推移，它对人类的贡献必将越来越大。

劳伦斯年轻时立志献身科学，终于用自己的智慧和毅力在科学征途中攀登上了高峰，成为伟大的核物理学家。

