

The background of the entire cover is a dramatic, high-contrast image of a nuclear explosion's mushroom cloud. The base of the cloud is a bright, intense orange and red, transitioning into a thick, billowing white and grey cloud that spreads across the top of the frame. The overall tone is dark and somber, with the explosion's light providing the primary illumination.

王怀中

科技大跨越

——原子弹出时秘闻纪事

PDG

前 言

科学家们默默无闻愉快地贡献他们毕生的精力,孜孜不倦地为科学效力,是因为他们坚信:科学是人类通向幸福生活之路。然而,曾经在广岛和长崎上空升起的蘑菇云更让人们惊恐地看到:也正是科学向人类提供了自杀的手段,科学使地球变得脆弱起来。

调换视角,从遥远的宇宙深处看人类,整个人类同舟共济,这个舟就是人类共同赖以生存的地球。如果有人怀着仇恨心理而向对方船舱投掷炸弹的话,在消灭对方的同时,也把自己送入死亡之海。

核武器使地球之舟驶入恐怖的海域。于是,全世界的有识之士便开始大声疾呼:销毁核武器,确保地球家园的安宁。

1954年12月,第九届联合国大会通过决议,建立国际原子能机构,以使原子能用于和平的目的,控制和监督原子能的受援国不把核技术用于军事。

遗憾的是销毁核武器的呼声并没有打破少数国家首脑的霸王梦。以美国和原苏联为首的两大阵营展开了激烈的核军备竞赛。原苏联的赫鲁晓夫执掌大权以后,致力于发展战略和战术核武器,主张打突然袭击和先发制人的速决战。美国政府更是不愿放弃核优势,美国于1958年进行核爆炸试验的次数达到了创记录的数字——77次。

在美国首次进行原子弹爆炸试验后的40多年的时间内,世界上的核军备,特别是美苏两大超级大国之间的竞赛已经达到了骇人听闻的程度。据统计,到20世纪80年代中期为止,全世界核武器

库的核弹头数量达到5万余枚,爆炸的总当量相当于130—160亿吨梯恩梯炸药,约等于100万枚在广岛上空爆炸的原子弹的威力。

如果在卧室里放着一桶汽油,也会让人惴惴不安。现在,在我们的地球上放着如此多的核炸弹,受到毁灭性威胁的并不是某个城市或某个国家,而是整个地球。若全面爆发核大战,受害者将是整个人类,按照科学家的估计,核大战会全面破坏地球的生态环境。核大战造成的烟尘将遮住地球上空的阳光,大部分植物会死亡,地球上将不长庄稼,断绝人类的传统食物。直接受到核爆炸影响的内陆地区的气温比正常情况下要降低摄氏15—30度,相当长的时间内地球会处在可怖的“核冬天”之中。地球是人类共同的地球,保护地球是人类共同的责任。如何避免核战争已成为整个人类生存的一个十分难解而又必须解决的难题。

要知现在,何必当初?科学家为什么要研制原子弹?美国政府为什么要下令投掷原子弹?与此相关的秘闻轶事,不仅引人入胜,而且发人深省。

王怀中

1994年5月于长沙市展览馆路6号

目 录

一	物理学上空的两朵乌云.....	(1)
二	最黑的物体.....	(6)
三	错在哪儿	(10)
四	农场主的儿子	(16)
五	理想过程	(24)
六	巧取之法	(29)
七	进入量子物理的大门	(35)
八	紫外灾变	(41)
九	艰难的取舍	(45)
一〇	确定方向	(50)
一一	冷遇中的热情	(57)
一二	求索的代价	(64)
一三	最紧张的几个星期	(70)
一四	量子论的生日	(78)
一五	孤注一掷的行动	(85)
一六	最有趣味的书	(92)
一七	藐视权威.....	(100)
一八	专利局的小职员.....	(108)
一九	回顾历史.....	(115)
二〇	再起争端.....	(123)
二一	物理学新秩序.....	(130)
二二	改变主意.....	(138)

二三	曼彻斯特备忘录·····	(146)
二四	伟大的三部曲·····	(154)
二五	统一战线·····	(161)
二六	发光的原因·····	(166)
二七	枪口脱险·····	(172)
二八	理论的注脚·····	(180)
二九	原子物理学的首都·····	(186)
三〇	爱因斯坦与波尔的争论·····	(194)
三一	进攻与反击·····	(201)
三二	并协原则·····	(207)
三三	争做赶车人·····	(212)
三四	天才出少年·····	(220)
三五	掉进无底的深洞·····	(227)
三六	世界的基础·····	(234)
三七	半人半马的怪物·····	(240)
三八	电子波的发现·····	(246)
三九	原子世界的钥匙·····	(252)
四〇	原子弹的伏笔·····	(259)
四一	神秘的度假村·····	(265)
四二	爱因斯坦愿意出面吗? ·····	(273)
四三	白宫的后门·····	(277)
四四	劝说罗斯福总统·····	(281)
四五	“S-1”秘密行动 ·····	(286)
四六	出人意外的突袭战·····	(289)
四七	英国的原子弹计划·····	(295)
四八	挪威先遣队·····	(300)
四九	培格街特工队·····	(306)
五〇	争夺波尔·····	(313)

五一	神秘的客人·····	(317)
五二	波尔出逃·····	(322)
五三	特别专机·····	(327)
五四	希特勒的秘密武器·····	(332)
五五	在普林斯顿的研究·····	(337)
五六	重要发现·····	(342)
五七	1939 年春天 ·····	(348)
五八	保守秘密·····	(354)
五九	难订的协议·····	(360)
六〇	几篇关键论文·····	(366)
六一	挖“媒”工人·····	(372)
六二	自己动手·····	(377)
六三	“冶金计划”·····	(383)
六四	争分抢秒·····	(387)
六五	“自杀小组”·····	(392)
六六	第一次链式反应·····	(397)
六七	基安提酒·····	(402)
六八	罗斯福总统的主意·····	(408)
六九	杜鲁门总统的新构想·····	(414)
七〇	如何结束战争? ·····	(421)
七一	可怖的蘑菇云·····	(425)
七二	美、苏、英首脑会议·····	(432)
七三	“小男孩”来到广岛·····	(437)
七四	美国的胜利·····	(442)
七五	美国逼降·····	(447)
七六	“胖子”摧毁长崎·····	(453)
七七	日本投降·····	(458)
	后记·····	(462)

一 物理学上空的两朵乌云

20 世纪以前,物理学主要是与两种基本的自然力——万有引力和电磁力打交道。经过开普勒、伽利略、牛顿等人的精心哺育,经典力学羽翼丰满,可谓占尽风流。当以万有引力定律作为理论工具,成功地发现了海王星和冥王星后,牛顿便成为科学中的泰斗,牛顿理论也就成为完美科学的标志。

与牛顿活跃在同一时期的英国皇家学会秘书长奥登伯格曾热情地鼓励人们说:“让我们扬起真知之帆,比所有前人都更深入地去探索大自然的真谛。”然而,这句话在牛顿理论耸立之后,似乎就失去了昔日的号召力,在许多人看来,要比牛顿“更深入地去探索大自然”是难以想象的。

牛顿发现了既适合地上也适合天上的自然法则,完成了物理学上最伟大的工程。面对这项宏伟的智力工程,大海吟唱赞歌,高山肃然起敬,物理学家们更是乐意借助大思想家伏尔泰的一句名言表白心声:“我们是牛顿的学生。”

全世界的物理学家以有牛顿这样的杰出人物而自豪。宗教神学界的教徒甚至也把牛顿视为超级智慧的化身。19 世纪的圣西门曾借上帝之口宣称:“我已把牛顿安置在我的身边,我托他教育和指挥一切星球上的居民。”

物理学家们有了牛顿这样伟大的老师,还能有何作为呢?于是,在一片对牛顿的虔诚恭敬中,物理学度过了平静的 18 世纪。可以说,这个世纪中的物理学主旋律就是对牛顿理论的赞颂和应用。

然而,牛顿理论毕竟不是万能钥匙,它在遇到另一种自然力——电磁力时,就显得无言应对。因而,它就不得不受到抱怨和责

难。在牛顿的忠实的学生中，也有人带着惋惜的口气叹息道：如果牛顿把电磁作用规律也揭示出来了的话，那他就是完美无缺的科学大师。

事实就是如此，牛顿令人遗憾地留下了电磁学中的空白。物理学家们决不会长时间容忍空白的存在，19世纪，经过法拉第、麦克斯韦、赫兹等人的共同努力，电磁理论的大厦终于得以耸立起来。

诚然，谨慎的物理学家没有因此而停止发问：下一步该做什么呢？有人发表高见说：“只剩下热力学方面的问题了。”

早就在热力学领域中耕耘的物理学家接二连三地报告了他们的好消息，他们喜形于色地宣称：热力学方面的研究已近于尾声。

这种报道是不容置疑的，因为被发现的热力学定律已经得到了足够的验证。热力学定律被发现以后，似乎给物理学划上了一个句号。那时，物理学家们仰望物理世界的天空，真是万里蔚蓝，阳光普照。19世纪后期，不少著名物理学家都开始产生这样的观念：物理领域内的宝藏已经开掘殆尽，日后的物理学家的任务就是对已有物理理论的学习和运用。

那些智力超群的物理学家为何会如此幼稚地固步自封呢？有远见的唯物主义哲学家们面面相觑，只好在背后议论说：“等着瞧吧！他们会为此而感到羞愧的。”一些著名的物理学家并未去认真揣摩哲学家的思辨性的见解，他们不相信物理学领域内还会发生革命性的风暴。1875年，在德国慕尼黑曾有过一件看起来微不足道的事，但这件小事却差点阻挡了物理学中的一场伟大的革命。事情的经过是这样的：17岁的普朗克有意献身纯理论物理研究，但又举棋不定，犹豫一阵后，他便去向菲力蒲·冯·约里教授征求意见，他问：

“约里教授，我想将来从事纯理论物理研究，但我不知道这个方向的前景如何？能听听您的意见吗？”

“你喜欢数学，且数学上的天赋很好，这是从事理论物理研究

所具备的条件之一。不过，这不应该成为你选择理论物理的理由，我还是建议你去做别的研究。”

“为什么呢？”

“如果一个池塘里的大鱼已基本钓完，你还去费力垂钓吗？”

“你是说，理论物理领域内的工作所剩无几了吗？”

“正是这个意思。物理学是一门高度发展的、几乎是尽善尽美的科学，现在，在能量守恒定律的发现给物理学戴上桂冠之后，这门科学看来很接近于采取最终稳定的形式。”

“难道就没有空白点了吗？”

“也许，在某个角落还有一粒尘屑或一个小气泡，对它们可以去进行研究和分类。但是，作为一个完整的体系，那是建立得足够牢固的；而理论物理学正在明显地接近于如几何学在数百年中所已具有的那样完善的程度。”

毫无疑问，约里的观点是错误的。然而，持这种观点的人在当时决非只有约里等少数人。物理学家并非是沾沾自喜之辈，在那里，要给已经建立的物理理论挑毛病的确十分困难。不仅通常的物理现象都得到了令人满意的解释，而且在学术界争论了很久的一些老问题，也找到了统一的答案，物理学王国迎来了空前的和平。如像光这样的神秘之物，也被麦克斯韦说得入木三分：光是电磁波，它是电场和磁场在空中的交替传播。

许多著名物理学家搬出了一大堆理由，试图说明物理学的完美格局。哲学家们与他们进行了多次对话，都未达成共识。人类的认识活动是无限的，哪有终极真理呢？哲学家们运用哲学原理指出：物理学理论的“完美”不过是一种暂时的成熟现象。

有的哲学家还对物理学家说：“任何一种理论都像一个人一样，有三个时期，即幼稚、青壮和衰老时期。一种理论的青壮年时期是它发展到鼎盛的时期。此时，它左右逢源，似乎完美无缺。但是，随着它的应用领域的扩展，它必然碰到一些新的解释不通的事实。

这种事实，就是理论的白发，标志着理论即将走向衰老。”

物理学家也不愿当哲学家的学生，反唇相讥：“凭思辨想象，月球可能会掉到地球上来，其实，哲学家们大可不必担心会出现这种天灾。物理学并不是假想的产物，现有的物理学理论已经得到足够多的事实的检验，它还没有遇到任何灾难性的难题。”事实上，经典物理学并不是一些物理学家想象的那样尽善尽美。在对光和热的现象研究中，有人已经发现经典物理学理论露出了马脚。

尽管少数敏锐的物理学家发现了经典理论的某些缺陷，但出于维护物理学的美好局面的想法，也不过只是对其轻描淡写地说说而已。在一次世纪性的辞旧迎新的科学大会上，英国著名科学家开尔文勋爵发表了题为《热和光的动力理论上空 的 19 世纪乌云》的演讲报告，在报告中，他带着物理学家所特有的自豪感赞美了经典物理的美好景象，他形象地描绘说整个物理学已是晴空万里。在谈论不足时，他只是略显遗憾地承认，19 世纪末期，物理学的晴空 中出现了两朵“乌云”。

第一朵乌云指的是以太漂移实验。光的波动说在建立和发展阶段，曾借助以太这个假想之物作为光波的特殊载体，度过重重难关，最后，光的波动学说在以太这个神秘之物的辅佐下，成功地登上了理论宝座。当光的波动说理论击败光的微粒理论，在理论界大出风头的时候，物理学家们便下苦功开始寻找波动说的重要支柱——以太。

按照以太在光的波动说理论中所担任的角色分析，应该可以通过精密干涉仪观测到以太漂移效应，即可以看到干涉仪两端的光速显出差异。

1887 年，美国的迈克尔逊和莫雷两人合作，在克利夫兰完成了以太漂移实验。这个实验被认为是 19 世纪所进行的两个最伟大的物理学实验之一（另一个是法拉第完成的电磁感应实验）。以太漂移实验的结果表明：以太并不存在，它是虚想之物。

因为以太一直都和光的波动说风雨同舟，唇齿相依，现在，以太假说遭到粉碎性的打击，波动说的价值就不能不受到怀疑了。

第二朵乌云指的是黑体辐射实验。在这个实验中，实验数据也打了理论公式一记耳光。

物理学理论已经出现了危机，这不是危言耸听，因为毕竟出了旧有理论说不通的事。这是否意味着需要建立全新的物理学理论呢？有人带着这个问题向报告人开尔文勋爵请教说：

“您所说的两朵乌云，是否会在物理学上空刮起一股新的旋风，将旧的理论大厦刮倒呢？”

“我不认为会出现这种情况，我估计在20世纪开头，这两朵乌云就可以消失。”

开尔文勋爵报告的时间是1900年4月27日，不久的事实就否定了他的预测，正是由他所说的两朵乌云卷起了物理学中具有革命意义的风暴。

二 最黑的物体

寒冷的冬天，人们坐在火炉旁，会感到暖意融融，这是因为火炉向四周放出了热量。火炉放出热量的现象，在物理学中称为热辐射。人们站在太阳下，会产生受热的感觉，也是热辐射的原因。

黑暗与光明，寒冷与温暖，是平平常常的对比联想。可是，关于热辐射的科学道理，绝不是随意就可以想出来的。

凭直观经验，随着发热物体的温度升高，物体辐射的热能就会随之增加。说起来，事实如此，不过，这只是浮在表面上的简单道理，往深处去想，问题就越来越复杂：热辐射究竟与哪些因素相关，且服从什么数学形式的规律呢？

以发现光谱分析术而闻名的基尔霍夫早就提出了黑体实验。所谓“黑体”，含有日常所说的黑色物体之意。谈到黑色，能使人联想起白色，还有红、橙、黄、绿等不同颜色。可是，自然界中为什么有各种不同的颜色呢？比如说，朝霞为什么是红的？晴朗的天空为什么是蓝的呢？

从物理学的角度而言，不同的颜色，就是人眼所感受到的不同频率的电磁波。电磁波谱，由低频到高频，可分为无线电波，红外光、可见光、紫外光、X光、 γ 光。顾名思义，可见光就是人眼可以感受到的那部分电磁波，其它则都是人眼看不见的。

在人们的常识中，白与单纯紧密相联，似乎是越白就越单纯，即所谓洁白无瑕。其实，人们在漫长的历史中，继承了一个认识上的错误，通常所说的白色的日光，实际上包含有红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种不同频率的单色光，白光是复合光。

听起来玄，但要证明这个说法并不困难，只要观察太阳光照耀

下的肥皂泡,就会发现各种美丽的色彩。

如果物体直接发射或反射出的光线射入人的眼中,就会使人产生看见了物体的感觉。一般而言,人眼看物体,都需要借助物体的反射光。当白色的日光照到雪地上,各种频率的光都发生了反射,故人们说白雪;当白色的日光照到红花上,红花便吸收了除红光之外的其它频率的光,只反射红光,故红花显出红色。总之,人们看见物体呈现某种颜色,就是因为物体吸收了除此之外的其它颜色的光,红色的朝霞和蔚蓝的天空也是这个道理。

物体的光有两种:一是物体作为中介物可以反射一些从外界射到它上面的光;二是物体还可以直接发光。

物体的温度增高到某一程度以后,才能发出可见光。显然,物体发光与温度有关,除此之外,人们还发现,两种不同的直接发光的物体在相同的温度下,发光的亮度和颜色不同,换句话说,一定温度下的不同炽热物体发出的连续谱辐射从强度到分布都不相同。这说明辐射除了温度以外,还与材料有关。

日常生活中,红色的物体指能直接发出或反射出红光的物体。依此类推,黑色的物体是否就是能发出“黑光”的物体呢?这是一个看似符合逻辑但却荒唐的推论,光明和黑暗是事物对立的两面,自然界中不存在什么“黑光”。所谓黑色的物体,就是能够吸收各种色光的物体。

大自然常常会嘲笑理性的逻辑,令人奇怪的是,吸收辐射本领强的物质同时也是发射本领强的物质,比如黑色的煤炭与草木相比,煤炭燃烧时的辐射更强。根据辐射的强弱,物理学家们在理论上定义:一种理想的黑体,能够100%地吸收到它上面的电磁波,在同样的温度下,它所发出的热辐射强于其它任何物体。另外,对于理想黑体,无论其组成的材料如何,它们在同样的温度下发射出同样形式的光谱。

由于理想黑体的辐射只与温度有关,这就为研究辐射规律的

物理学家们提供了一条宝贵的思路：理想黑体是研究辐射规律的最理想的研究对象。

选择理想黑体作为研究对象，就不需要考虑物质的材料变化对辐射的影响。在理论研究过程中，相关的变量越多，就越复杂，显然，减少了一个相关变量，就使问题朝简化的方向迈出了一大步。

可是，好的思路经常会受到事实的无情的打击。研究者想得出理想黑体，却找不到理想黑体的踪影。即使是世界上最黑的煤炭，对一切波长的电磁波的吸收率也只有90%左右。毫无疑问，通常所说的黑色物体远非理想黑体。

煤炭也好，黑漆也罢，与物理学家所定义的黑体都差得很远。还有更黑的东西吗？有人想到了黑洞。在阳光灿烂的时候，往山洞内观看，也只能看到洞内漆黑一团。

原始的生活经验是智慧的源泉。物理学家们根据黑洞提供的原理，创造出了理想黑体。人造理想黑体的结构很简单：在一个密封的空腔上开一个小孔（小孔相当于黑体的表面），当光线从小孔射入，虽可以在空腔内进行多次反射，但不能继续沿小孔反射出来，光线射入小孔是一个只进不出的过程。这样的空腔能够100%地吸收一切波长的电磁波，它堪称理想黑体，是世界上最黑的物体。

找到了理想黑体，扫除了黑体辐射实验研究中的一大障碍，整个研究的格局明确地显露出来：如果加热带小孔的空腔，小孔就会出现向外的辐射现象；弄清小孔处向外的热辐射情况，就可以找到黑体辐射的规律。

在早期的研究中，德国的基尔霍夫为后来的研究者提供了经验和方向。他研究证明：在带小孔的密闭空腔中，小孔的辐射状况不取决于它内部的物体的特征，只与温度有关；所有物体的热辐射问题，都可以通过对理想黑体的研究去寻找答案。

理想黑体在后来的热辐射的研究中，成了一个不可缺少的角

色。它在理论研究中受到重视,固然与基尔霍夫的功劳分不开,但它真正发挥巨大作用,还是后来的事情。

基尔霍夫曾提出过很有价值的方案,但他并没有取得令人满意的实验结果。直到1895年,夏洛滕堡的卢梅尔、普林舍姆、库尔鲍姆等人才获得热辐射研究中的促使新理论诞生的实验数据。他们把各种温度下所对应的不同波长的辐射强度绘成曲线,并从曲线上发现:在任意给定的温度下某一波长的辐射在强度上要超过其它辐射,即每一给定温度都有一个对应的“最佳波长”。如绝对温度 $T=1000\text{K}$ 时,波长 $\lambda=3.1\mu\text{m}$ 的辐射强度最大; $T=2000\text{K}$ 时,其较短的波长 $\lambda=1.5\mu\text{m}$ 的辐射强度为最大。

从可靠的实验数据中,不难发现热辐射现象中存在某种规律。可是,这个规律形式蒙着一层无形的雾障,没有人知道它的真正面目。这个事实对理论物理学家提出了挑战 and 机会,于是,不少人摩拳擦掌,暗下决心,一定要全力以赴,发现热辐射现象中的数学规律,消除经典物理学领空中的乌云。

三 错在哪儿？

有一分热，就发一分光，这是自然规律。从本质上讲，热辐射的过程，就是物体发光的过程，只不过这里所说的光除了看得见的光之外，还有看不见的那一种光。

还有看不见的光？不错，红外光、紫外光等就是看不见的光。自古以来，人类赞美光明，追求光明，把光视为生存和发展的条件，把光看作文明和美好的象征。就连《圣经》故事上也说，太初的时候，上帝创造了天地，地上全是水，茫茫无际，水面上一片混沌，冥冥无光，上帝运行在水面上说：“要有光！”这样，光就立刻出现了，世界的第一天也就从此开始了。现代科学虽然完全否定了这种宗教观点，但宗教作为一种思想和意识现象，也反映了人类的一个最基本的觉悟——要有光。

然而，光是什么？历代思想家们围绕这个问题争论了几千年。有人说光是像沙石一样的颗粒，也有人说光是像丝绸一样的带子。一个对象，哪能有多种不同的解释呢？这不是“盲人摸象”吗？

物理学发展史上，诞生了一位伟人，他建造了一座精美宏阔的力学大厦，他就是牛顿。当人们落入光的疑圈中后，便赶紧去向牛顿请教：

“牛顿先生，光是什么？”

“光是微粒。”

争论不仅没有因此而平息下来，而且引发了新的历史性的的大论争。惠更斯等人又在对立的山头上竖起了“光是波”的旗号。时至19世纪末，随着麦克斯韦等人的理论成果的出现，关于光的论争总算平息下来，大多数物理学家都接受了“光是波”的观点。

可是，宝贵的和平景象并不长久，很快，又刮起了可怕的风暴，将光是波的理论大旗撕破。这场风暴源于对黑体辐射的研究。实验证明：黑体被加热到一定温度时，发射出某种具有最大能量的波长的辐射，而且这种特殊波的波长随温度的增加而下降；这种波落在可见光区域时，可以直接看到，黑体先是发出红光，随着温度的增加逐渐变为桔、黄白，最后变蓝。

这种实验现象正好与传统的波动学说所解释的结果完全相反，诚然，不能据此将光的波动说理论一棍打倒，但至少可以说明19世纪末的物理学理论并不十分完美。

物理学要摆脱困难局面，只有两条出路：一是根据已有的研究成果，在传统理论的大框架中，进行改造和修补；二是完全脱离传统的束缚，引入新观念，建立与传统决裂的新理论。

究竟选择哪一条路？对于研究者个人而言，有时并不能作出明确的选择。实际上，在研究中的属于方向不同的路，往往并不是事先选择出来的，而是在研究过程中走出来的。不同的人在研究时，结果看起来东西有别，而在起点上有时则是相同的。

面对黑体辐射中的问题，许多物理学家都采用凑数的方法。这是一个传统的行之有效的方法，不少有名望的物理学家都是通过凑数的方法发迹的。他们首先获取大量的实验数据，然后根据其表面的变化趋势，对大体方向作出定性判断，并在此基础上假想出某个数学关系，最后把全部实验数据逐一代入假想的数学式子之中，碰到数据与公式不合时，就对假想的公式进行修改补充，当实验观测数据完全与理论公式相符时，则宣布大功告成。

英国著名物理学家瑞利勋爵在研究热辐射规律时，独辟蹊径，采用借鉴、类比的方法取得了令人瞩目的成就。

约翰·威廉·斯特拉特，即瑞利男爵三世，于1842年11月12日生于英国埃塞克斯郡莫尔登的朗弗尔格罗甫。瑞利年少时聪明机敏，他在与同伴们玩耍游戏中，总是占上风。他把这种优势保持