

20世纪的

科学名篇

戴吾三 薛凤珠 选编
汪亚丁 杨 舰

ERSHISHIJI DE KEXUE MINGPIAN

 湖北教育出版社

戴吾三 薛凤珠 汪亚丁 杨 舰 选编

20世纪的 科学名篇

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

20 世纪的科学名篇/戴吾三等选编. —武汉:湖北教育出版社,2004.12

ISBN 7-5351-4151-X

I. 2… II. 戴… III. 自然科学-文集 IV. N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 125588 号

出版 发行:湖北教育出版社
网 址:<http://www.hbedup.com>

武汉市青年路 277 号
邮编:430015 电话:027-83619605

经 销:新 华 书 店

印 刷:武汉中远印务有限公司 (430034·武汉市硚口区长丰大道特 6 号)

开 本:787mm×1092mm 1/16

25 印张

版 次:2005 年 4 月第 1 版

2005 年 4 月第 1 次印刷

字 数:476 千字

印数:1-4 000

ISBN 7-5351-4151-X/G·3442

定价:35.00 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换

前言

20 世纪,是科学凸现威力与魅力的世纪,是科学家扮演重要角色的世纪。20 世纪,科学家的著述大大丰富了人类文明的库藏,而那些阐述原创新见、表达哲学理念或倾注人文关怀的论文、讲演也扩展了传统意义上名篇的范围。

受惠于科学带来的福祉,关注著名科学家的成就及其影响,促使我们选编一本《20 世纪的科学名篇》。

从科学的意义讲,发表在英国《自然》、美国《科学》期刊上的优秀论文,每年诺贝尔奖仪式上获奖者的讲演都理应属名篇之列。但是考虑到一般读者的可接受性,我们还是审慎地作了选择,尽可能选那些在论题上有普适性,少些数理公式和晦涩术语的篇章。

《20 世纪的科学名篇》分六部分,涉及与科学有关的主要方面,依次是:20 世纪的科学前沿,20 世纪的先进技术,科学的哲学思考,科学的人文关怀,新科学与新世界,科学与人生。

从“20 世纪的科学前沿”看,最有影响的学科是物理学和生物学。按年代顺序开始是 X 射线、电子发现,其后有量子理论、相对论的创立,50 年代双螺旋结构发现,世纪末科学家呼吁生物学与物理学的统一。

从“20 世纪的先进技术”看,可列举者多多,我们选了有广泛和深远影响的发明:无线电,飞机,流水线、塑料,晶体管,遥感、互联网,克隆技术和杂交水稻技术。

20 世纪科学的发展,很自然地引起科学家对哲学层面问题的思考,如科学与哲学的关系,人类知识的统一性,科学假设的意义,科学与艺术的关系等。我们以“科学的哲学思考”为题,重点选了几篇有关的论述。

科学发展在为人类带来巨大利益的同时，不可否认也带来环境危害甚至威胁人类自身的负面效应，许多著名科学家撰文或演讲表达他们的忧虑，或通过宣言向世界发出庄严的声音。由于科学家的睿智和超前意识，使之当时的论述于今天看有经典意义，我们特选有关论述和宣言编入“科学的人文关怀”中。

说到科学发展影响社会、经济、文化，世人有目共睹。不止如此，科学还影响人们的思想观念和思维方式。由于这是潜移默化的作用，并不为每个人自觉察知。我们有意选了科学家对此问题的论述，编入“新科学与新世界”中。

科学家何以走上科学之路，他们有什么样的心路历程，不少人对此很有兴趣。在“科学与人生”中我们选了中外几位科学家的自述或论文，他们或记述童年，或回忆慈母，或追念爱妻，读来令人感动。也有初看另类的文章，如“诺贝尔奖害人不少”，其实读后就会理解作者的良苦用心。

回顾 20 世纪，的确是科学技术在各个领域都取得辉煌成就的世纪。同时，从科学技术所展示的与社会之间日趋紧密的联系中，我们也深刻地领悟变化的时代，领悟变化时代中的我们自己。那些往昔看来神圣而神奇的事物，今天同我们是如此紧密地发生联系。我们不再局限于观望、欣赏或批评，而是要努力思考和把握科学对我们未来所拥有的全部意义。

本编为一般读者阅读考虑，附作者小传、必要注释外，在对文章细读的基础上，我们还撰写了阅读手记，试图对名篇的背景、重点和特色作些评介。当然，因水平所限，难免有画蛇添足、隔靴搔痒之嫌，祈望读者谅之。

编者

2004 年 10 月

目 录

20 世纪的科学前沿

伦琴:一种新射线	1
汤姆逊:负电的荷载者	8
普朗克:量子理论的创立与发展	15
爱因斯坦:相对论的基本思想和问题	24
温伯格:最初三分钟	42
摩尔根:遗传学与生理学和医学的关系	52
沃森:我们破译了生命的奥秘	63
朱棣文:生物学及其与物理科学的统一	71

20 世纪的先进技术

马可尼:无线电报通信	77
奥维尔·莱特:我们如何进行了第一次飞行 ...	89
福特:规模生产	100
贝克兰:塑料的发明	109
约翰·巴丁:晶体管技术引起的物理学革命 ...	114
冯·布劳恩:空间科学为人类服务	119
比尔·盖茨:通往信息高速公路的途径	122
伊恩·威尔马特:克隆羊“多莉”的重要性	140
袁隆平:依靠科技创新 发展杂交水稻	148

科学的哲学思考

怀特海:科学与哲学	153
玻尔:人类知识的统一性	163
彭加勒:数学中的直觉和逻辑	170
狄拉克:假设的重大意义	180
维纳:作为消息的有机体	187
萨顿:科学与艺术的关系	194
钱德拉塞卡:美与科学对美的探求	200
梁思成:千篇一律与千变万化	212

科学的人文关怀

贝尔纳:科学为人类服务	216
皮埃尔·居里:镭的发现和镭的担忧	229
鲍林:科学家反对核武器宣言	234
霍夫曼:环境的忧虑	238
卡逊:人类的代价	247
威尔逊:亲近缤纷的生命	255
卡尔·萨根:科学家为什么应该普及科学	264
里约环境与发展宣言	268

新科学与新世界

任鸿隽:科学与近世文化	272
爱因斯坦:我的世界观	279
海森堡:现代物理学在人类发展中的作用	283
普利高金:人与自然的新对话	291
拉兹洛:地球意识宣言	295
费曼:底部还有很多空间	299
伯纳斯—李:人的万维网	311
约翰·奈斯比特:高科技、高思维	322
斯蒂芬·霍金:想象与变革—— 下一个千年的科学	326

科学与人生

乌拉姆:童年	334
杨振宁:父亲和我	342
奥斯特瓦尔德:我如何成了化学家	351
维纳:30年代的北京生活	356
苏步青:我的日本夫人	366
霍金:我的病历	371
费曼:诺贝尔奖害人不浅	375
冯·卡门:中国的钱学森博士	381
李约瑟:架设中西之桥	387

一种新射线

作者小传

伦琴 (Wilhelm Conrad Röntgen, 1845—1923), 德国物理学家。出生于德国的一个商人家庭, 3 岁时跟随父母迁居荷兰, 少年时代的伦琴没有显现出超人的学习能力。1865 年, 伦琴进入瑞士苏黎士工学院, 读机械工艺专业, 1868 年毕业获机械工程师学位。而后师从两位物理学家: 创立热力学第二定律的克劳修斯和作为他的导师的孔特。1869 年伦琴获苏黎士工学院博士学位。1870 年返回德国, 1875 年至 1879 年历任霍恩海姆农学院物理学教授、斯特拉斯堡大学理论物理副教授、吉森大学物理学教授等职。1889 年任维尔茨堡大学物理学教授和物理研究所所长, 1894 年起任校长。在此期间, 伦琴发现了 X 射线, 此后各项荣誉接踵而来。1896 年, 伦琴成为柏林科学院和慕尼黑科学院的通讯院士。同年伦敦皇家学院授予他伦福德奖章。1901 年, 伦琴因发现 X 射线荣获首届诺贝尔物理学奖。伦琴一生淡泊名利, 发现 X 射线后即放弃登记 X 射线的专利权, 并向世人宣告 X 射线属于全人类所共有。在荣获诺贝尔奖后, 伦琴将所有的奖金转赠给维尔茨堡大学, 作为该校的科研经费。



伦琴

(1) 如果我们把一段大的感应线圈产生的放电, 通过希托夫真空管, 或已被充分抽空的克鲁克斯管和莱纳德管之类的设备, 用一个与管子配合略紧的薄黑纸板罩将管子遮起来。那么, 在一个全黑的屋子里, 我们就可以看到一个一边涂有氰化钡的纸屏, 当被放到管子附近时, 会变得明亮起来, 并且发出荧光。无论是涂有氰化钡的一面还是另一面朝着发光管, 荧光在两米远的地方都依然是可见的。而且, 我们很容易得出这样的结论, 即荧光的发源地就是在真空管里。

(2) 因此, 可以看到, 有种光线能够穿透黑纸板, 而我们都知, 黑纸板对于紫外线、太阳光、弧光则是不透明的。因此, 研究其他物体能被这种光线穿透多远, 应该是一件很有意思的事情。显然, 所有的物体对于这种光线, 同样都是相当于透明

的,但它们的程度是很不同的。例如,纸是很容易穿透的,当荧光屏被放在 1,000 多页厚的书本后面的时候,荧光屏就会很快亮起来;书中的油墨对这种光线也没有明显的阻碍作用。同样的,荧光也可以在两叠卡片后面显示,因为单张卡片并不能明显减少光的亮度。另外,单张锡纸也几乎不能在屏幕上产生阴影;要想产生明显的阴影,必须多放几张。厚木块仍然是透明的,即使是一块 2 厘米到 3 厘米厚的松木板,吸收的光线也是很少的。一块 15 毫米厚的铝片,也能够允许 X 射线(我暂时会这么叫它)通过,但是荧光的亮度却减弱了很多。同样厚度的玻璃板也表现出同样的特性;然而,铅玻璃比不含铅的玻璃对于 X 射线要显得透明得多。几厘米厚的硬橡胶也是透明的,如果把手放在荧光屏的前面,阴影将显示骨头是呈黑色的,而周围的组织只有模糊的轮廓。

水和其他的液体的透明度也是很大的。此外,也没有明显的迹象表明氢气要比空气透明。而铜、银、铅、金、铂各自的金属板,也同样允许 X 射线通过,但只是当金属板很薄的时候。实验表明,2 毫米的铂可以允许一些 X 射线通过;银和铜就更透明了;而 15 毫米的铅也相当于是透明的。我们还做了这么一个实验,一个边长 20 毫米的方木,内侧的一面被漆上了白铅,当转动它,使涂上铅的一面与 X 射线平行的时候,它几乎不会产生阴影。然而,当这些射线不得不通过涂上铅的那一面时,就会产生巨大的阴影。另外,金属的盐溶液,无论是固体状态还是溶解状态,和金属本身对 X 射线的作用也都大致相当。

(3)上述的实验结果容易得出这么一个结论,即影响物体穿透力不同的主要因素是物体的密度。因为,至少没有其他的性质,在物体性质和穿透力大小的关系中,看起来要比密度的作用更为明显了。但是只是密度本身并不是影响穿透力的决定因素,这是通过用作屏幕的同样厚度的冰岛晶石、玻璃、铝和石英的实验表现出来的。尽管几乎是同样的密度,冰岛晶石却表现出比其他物体更低的透明度。而且,与玻璃不同,我没有看到冰岛晶石有任何强烈的荧光。

(4)厚度越大,物体对 X 射线的阻碍作用也越大。我们把照片印在这么一张胶片上,这张胶片上有一些锡纸层,锡纸层随着数量递增,而像台阶一样重叠起来,这就为我们提供了一种规则增长的厚度。当有适用的仪器时,那张照片就可以被用来进行光度测定。

(5)将铂、铅、锌、铝箔片依次排列,使它们产生同样的阻碍效果。下面的表格将显示产生相同作用的不同金属片的相对厚度和密度。

	厚度	相对厚度	密度
铂	18 毫米	1	21.5
铅	50 毫米	3	11.3
锌	100 毫米	6	7.1
铝	3500 毫米	200	2.6

这些数值相当清楚地表明,从物体的密度和厚度是无法得出物体的透明度的。结合实验表明,透明度随着厚度和密度的减少,增加的速度将会越来越快。

(6)氰化钡铂的荧光反应,不是 X 射线唯一的显著表现。可以看到,其他的物体也表现着同样的荧光反应,如硫化钙,铀玻璃,冰岛晶石,盐块等等。

在这些比较中,特别有意思的是,干胶片也会对 X 射线感光。因此,我们可以通过实验,展示这么一种现象,这种现象能够说明干胶片确实会对 X 射线感光,而不至于出现任何错误。因而,我用干胶片验证了一些实验,那些实验结果最初都是通过眼睛在荧光屏上观察到的。X 射线能通过木板、纸板的能力(而紫外线、太阳光、弧光不能通过它们),在这里变得很有用。胶片能够在不移动遮光板的快门(一般是用木头做的)或者其他的保护设施的时候起作用,因此,实验就不需要在黑暗中操作。显然的,没有曝光的胶片就不应该放在离真空管太近的地方。

然而,现在看起来还是存在这么一个问题:在胶片上发生的感光现象,是 X 射线的直接影响呢,还是由于胶片的材料而引起的荧光性的间接结果呢?我们知道的只是,胶卷和普通的干胶片一样会受 X 射线的影响。

目前,我还不能用实验表明,X 射线可以引起生热现象。然而,可以作这么一个假定,因为荧光现象表现 X 射线具有转化性。因此同样可以确定,所有的照到物体上的 X 射线,不是以产生热量的方式而离开的。

眼睛的视网膜对这些射线是不敏感的:把眼睛放在接近仪器的地方,结果我们什么都看不到。这个实验清楚表明,不是由于眼睛的结构对于 X 射线来说缺少渗透性。

(7)我做了一些实验,通过增加不同介质的厚度,从而使它们表现出不同的透明度。继而,我想进一步研究 X 射线通过棱镜的时候光线是否会发生偏转。我做了这么一个实验,分别用水和二硫化碳去填充顶角为 30 度的云母棱镜所成的棱镜,当 X 射线通过的时候,无论是在胶片上还是在荧光板上,结果都没有任何不同。作为对照,当架起仪器开始实验的时候,允许光线落在棱镜上。这样,在两种不同的棱镜里,它们分别偏转了 10 毫米和 20 毫米。

我又分别用硬橡胶棱镜和铝棱镜做实验,从而在胶片上得到了两个不同的图像,这就表示光线可能有偏转现象。然而,这还不能确定 X 射线通过棱镜的时候光线是否会发生偏转,最多表明存在一个 1.05 的折射率而已。同样,通过荧光屏也无法看到 X 射线的偏离现象。用重金属做的实验也无法得出任何结果,因为它们的低透明度使得通过的光线大大减弱。

鉴于这个问题的重要性,尝试用其他的方法验证 X 射线是否易受折射的影响,确实是很值得研究的。由于折射和反射的缘故,叠成厚层的细粉状物体,几乎不能让人射光线通过。X 射线通过的时候,粉状的物体与它的粘在一起所成的固体,如果质量相等,那么它们的透明度也是相同的。因此,我们不能得出有关 X 射线的折射和反射的任何规律。这个实验是通过细粉状的盐块、由电解产生的细银粉、锌粉

来操作的,而这些都是化学实验室里很常用的实验材料。在所有的场合下,无论是通过荧光屏还是胶片来感光的方式,结果都表明粉末和同等材料的固体的透明度并没有任何不同。

因此,很显然透镜并不能集中X射线;大尺寸的硬橡胶透镜和玻璃透镜都已经证明是不起任何作用的。大圆棒在照片上的阴影,中间会比边上更暗一点;图像表明,在圆柱体中装满比它内壁的透明度更大的物体时,中间会比边上更亮一点。

(8)进一步实验表明X射线不能被正常地反射,这是我原先忽略掉的部分。无论如何,准确地描述那些第一眼往往容易得出相反结论的观察现象只会是有帮助的。

我把一个用黑纸外壳保护的底片暴露在X射线中,并让它的光面靠近真空管。然后,在易感光的底片上,部分地盖上一层星形的铂片、铅片、锌片和铝片。那么,在冲洗底片的时候,星形的印痕就会在铂片、铅片,尤其是在锌片上形成阴影,只有铝片没有任何图像。因此,看起来,铂、铅、锌,这三种金属是能够反射X射线的;然而,另一个解释也是可能的,为了避免得出错误结论,重复了这次实验,仅有的不同处只是把薄铝箔的底片插入到感光的胶卷和金属星之间。这种铝箔对紫外线是不透明的,而它对于X射线确实是透明的。结果,图像与先前的显示结果完全一样,这就表明金属表面对X射线的反射现象确实是存在的。

如果你把这种观测结果与其他情况作比较,也就是说,关于粉末的透明度,有这么一种陈述:当X射线通过物体的时候,物体表面对转换光线的路径是不会起任何作用的,这就可以得出这么一种可能的结论,即规则的反射是不存在的,但是物体是作为X射线对光线发生混乱的介质而存在的。

既然我没有任何证据来说明不同介质表面的折射现象会不同,那么看起来,很可能X射线在所有的物体中以及嵌入了物体分子的透明介质中,都是以相同的速度运行的。嵌入的分子能够阻挡X射线,这比我们关心的物体密度对透明度的影响更有效,也更重要。

(9)可能,分子的几何排列会影响物体对X射线的作用。因此,例如,根据胶片表面和晶体光轴的关系,冰岛晶石可能表现出不同的现象。这一点上,用石英和冰岛晶石所做的实验结果也会完全不同。

(10)众所周知,莱纳德在他的有关阴极射线的研究中,已经表明它们是以以太形式存在的,可以通过所有的物体。对于X射线,我们也可以这么认为。

在他最近的工作中,莱纳德调查了不同的物体对阴极射线的吸收系数,其中包括在大气压下的空气,根据在放电管中消耗气体的不同,1厘米分别能吸收4.10、3.40和3.10。根据放电性质的判断,我开始从事在同一压强(只是偶尔高一点或者低一点)下,不同的物体对X射线的吸收系数的研究。

我发现,使用韦伯光度计,荧光的亮度和纸屏与放电管之间的距离的平方成反比。这个结果是根据三套几乎一样的装置,在100毫米和200毫米远的地方得出

的。因此,空气对 X 射线的吸收比对阴极射线的吸收要少的多。这个结果与前面描述的结果十分一致,因此,在距离真空管两米远的地方,仍然能够看到纸屏上的荧光。总的来说,其他物体也起了和空气一样的作用,因此,它们对于 X 射线来说,要比阴极射线更透明。

(11)为了做出 X 射线与阴极射线的进一步区别,值得注意的一点就是由磁体产生的作用。因为,即使在很强的磁场里,我也没有观察到任何 X 射线的偏离现象。

然而,由于磁体作用,阴极射线会发生偏离现象,这是它们的其中一个特性;而且,已经由赫兹和勒纳德观测得到了几种阴极射线的存在。它们是根据磷酸酯酶的活力、吸收的敏感性和磁体的偏离度来区分的。但是,虽然没有经过进一步的研究,已经在所有的情况中观测到了明显的偏离。我想,这种偏离会有这么一个特性:不能轻松的取消。

(12)很多实验结果显示,放电管壁上有着很明亮的磷光的地方,是 X 射线发源的主要地方,接着, X 射线会在各个方向上传播;这就是说, X 射线来自被阴极射线撞击的玻璃管的前面部分。如果有人想通过磁体使试管中的阴极射线相分离,就可以看到 X 射线会从一个新的地方产生出来,也就是再次从阴极射线的底部出来。

同样是由于这个原因,不能被磁体偏转的 X 射线,也不能被看作是已经通过玻璃管的阴极射线,因为根据莱纳德的理论,那个玻璃管不可能是光线的偏转度不同的原因。因此,我断定 X 射线与阴极射线是不同的,但却是在试管玻璃表面上的阴极射线中产生出来的。

(13) X 射线不只是产生在玻璃中。我曾经在一种包着两毫米厚铝片的仪器上得到过它们。后来,我打算研究这种射线在其他物质中的表现。

(14)这种术语上的“射线”的判断,将部分地应用于有规则阴影的照片这类现象中,那些照片是由于源极(比如真空管)和胶片或荧光屏之间,或多或少的可渗透性物质的插入而产生的。

我已经观察并且拍了很多这样的有阴影的照片。因此,我有一张部分涂上了铅涂料的门的略图,这张照片是这么产生的:在门的一边放上放电管,而在另一边放上感光的胶片。同样地,我也得到了手骨的阴影,线圈上铁丝的印痕,箱子里一套砝码的阴影,以及装在密闭金属容器中带磁针的罗盘的阴影, X 射线表现出有明暗差别的金属片的阴影,以及其他物体的阴影。

由于光线的直线传播,我在一个上面盖有黑纸的放电装置上放了一个针孔大的照片。结果,尽管光线很微弱,但还是可以看得很明白。

(15)我试着寻找 X 射线的干涉效应,但是,可能由于它们的密度太小的缘故,没有任何结果。

(16)我早就展开了调查是否有静电力作用在 X 射线上的研究,但是至今仍没有任何结论。

(17)如果有人问,既然 X 射线不是阴极射线,那么这些射线是什么东西。根据它们能够激起荧光的能力和其他的化学作用,我们可以假定,它们是属于紫外线的。为了反对这种观点,我作了一系列的考虑。如果 X 射线确实是紫外线,那么这种光线应该具有下列的性质:

- 在通过空气到水、二硫化碳、铝、冰岛晶石、玻璃或者锌的时候,它应该没有折射;
- 在上述的物体表面,不能有规则的反射;
- 它不能被任何普通的极化介质极化;
- 各种不同物体的吸收率应该主要依赖于它们的密度。

这就是说,这种紫外线(如果 X 射线属于紫外线的话)必须表现出与可见的红外线和迄今我们所知的紫外线极其不同的行为。

然而,这些情况看起来实在是太不可能出现了,因此我开始寻找另外的假设。

在这种新的射线与可见光之间存在着一种关系;至少是与阴影、荧光以及这一点上的化学反应产物的形成有关。我们很早以前就已经知道,除了横向的震动(这被用来解释发光现象)以外,可能还有一种纵向的震动,这种震动应该存在于以太中。这是很有可能的,甚至,根据一些物理学家的观点,这简直就是一定的。当然,对于它们是否存在,至今还不是很清楚,而且,它们的性质也还没有经过实验的证明。这种新的射线是不是应该属于存在于以太中的纵向的波呢?

必须承认,在这种研究的过程中,我已经使自己越来越熟悉这种思考问题的方法,那就是,先冒险提出自己的观点。当然,我也十分清楚,要想让假说有进一步的发展,仍然需要更多的坚实基础。

(屠联艳译)

阅读手记

X 射线的发现被列为 19 世纪末 20 世纪初物理学的三大发现(1896 年的 X 射线、1896 年的放射线、1897 年的电子)之一,这一发现标志着现代物理学的产生。



伦琴拍摄的第一张 X 射线照片

这是伦琴拍摄于 1895 年 12 月 22 日的一张非常著名的 X 射线照片,拍摄的对象是伦琴夫人的手。

19 世纪末,物理学的研究以牛顿经典力学和麦克斯韦的电磁学为中心,当时的物理学界认为自然界的基本定律与原理都已经解释清楚了,物理学已经形成了一

个完美的理论的体系,物理学家普遍认为“原子是组成物质的最小微粒”、“物理学已发展到顶峰”,以后的任务无非是在细节上做些补充和修正,使常数测定更加精确些。然而,X射线的发现打破了这些旧观点,激发了人们积极探索微观世界的热情,成为人类探索原子内部的微观世界的重要开始,并最终导致一个新科学体系的诞生。

19世纪末,阴极射线是当时物理学研究的前沿问题,许多物理学家都致力于这项研究,X射线能使几种荧光盐发光,还能使胶卷底片变黑,许多著名的科学家如英国的克鲁克斯、德国的赫兹、勒纳德等都一次又一次地重复观察这种暗室里的神秘闪光。可是发现的幸运往往只能落在一个人头上,抓住机遇的就是伦琴。1895年底,为研究阴极射线,伦琴在用黑纸密封的克鲁克斯管做放电实验时,发现克氏管附近的一个涂有铂氰化钡的荧光屏发出闪烁的微光。他一连几个星期在实验室里工作,做了许多实验以确定这种“放射作用”的各种性质。他拍摄了世界上第一张这种射线的照片——伦琴夫人手掌的照片。同时,伦琴发现,这种射线没有明显的普通光的特性(如反射、折射、衍射等),也不能在电场和磁场中偏转。基于这些基本的研究成果,伦琴写出了这篇题为《一种新射线——初级报告》的论文,公布了他的发现,报告了这种射线的特性。由于这种射线的性质尚未弄清,因而伦琴将这种射线取名为X射线,并于1895年12月28日在维尔茨堡举行的医学物理学会会议上宣读他的学术报告。接着伦琴又在1896年3月和1897年3月发表了第二、第三篇学术报告。在这些报告中,伦琴分析了X射线的性质、产生的原因和在各种物质中的透射率。他发现,阴极射线打在固体上会产生各种强度的X射线,固体元素愈重,产生的X射线愈强;X射线不受磁场作用而偏转,也不能用玻璃透镜来聚焦或发散。在这期间,伦琴又制造出世界上第一只X射线管(又称伦琴射线管,简称伦琴管)。

X射线的发现激发了公众对科学的兴趣,在当时的社会上引发了一股X射线热潮。X射线的发现及X射线管的研制成功,为自然科学的发展,特别是为微观领域物理规律的探索、研究,提供了有力的工具。X射线的发现开创了人类探索物质世界的新纪元,促使物理学从古典物理的研究进入现代物理的研究,具有里程碑式的意义。X射线不仅直接促进放射性和电子的发现,更使人们掌握了一把透视物质内部奥秘的钥匙,给科学家提供了大量有关原子及分子结构的知识,协助许多科学家进行理论验证的实验,而取得丰硕的研究成果,对科学技术的进步产生了深远的影响。同时X射线还广泛应用于医学、电子学、工业等方面。X射线最著名的应用当然是被用在医学和牙科诊断上,它在医学上用于透视和放射治疗等,X射线可以破坏恶性肿瘤或抑制它的发展。在电子学上较著名的应用是“X射线形貌学(X-ray topography)”、“X射线干涉术(X-ray interferometry)”。此外X射线在工业上也有一些应用,如可用来测量某些物质的厚度或者用于金属内部探伤。

负电的荷载者

汤姆逊

作者小传

汤姆逊 (Joseph J. Thomson, 1856—1940), 英国物理学家。汤姆逊于 1876 年进入著名的剑桥三一学院学习, 后来进入卡文迪许实验室工作, 研究电磁理论和克鲁克斯的阴极射线。1884 年, 28 岁的汤姆逊被选为卡文迪许实验室的第三任主任。汤姆逊在实验中发现了电子的存在。他把电子看成原子的组成部分, 用原子内电子的数目和分布来解释元素的化学性质。同时汤姆逊提出了原子模型, 把原子看成是一个带正电的球, 电子在球内运动。1906 年, 汤姆逊因在气体放电理论和实验研究方面的巨大成就获得了诺贝尔物理学奖。1912 年, 汤姆逊与阿斯顿共同进行阳极射线的质量分析, 发现了氖的同位素。



汤姆逊

引言

在这次讲演中,我想说明某些可以得出如下结论的研究工作。这个结论是:我称之为粒子的负电荷载体,其质量比我们已知的任何元素的原子质量都小很多,而且不管什么来源的负电,都有相同的性质。这种粒子最初是在高度抽真空的放电管中发现的。在高真空的管子中放电时,管子周围产生强烈的绿色荧光。这个现象是电子从阴极——管中引入负电的那个电极——沿直线发射出的某种东西引起的。我们可以用下述方法来证实这一点——这是克鲁克斯 (Crookes) 爵士多年以前做的一个实验。用薄云母片制成一个十字,把它放在阴极和管壁之间。当放电时,绿色荧光不再像没有十字时那样出现在管子的四周。现在在管子的一端,荧光中出现了形状清楚的十字形,这是十字形云母片投下的影子。影子的形状证明了荧光是由于阴极沿直线发射出的某种东西而引起的,薄云母片把它们挡住了。阴极射线可以引起绿色荧光,关于这种射线的性质,曾经有过非常对立的争论。有两种观点都很流行:一种观点,主要是英国物理学家们支持的观点,认为射线是从阴极中以很大的速度发射出的带负电的物体;另一种观点,是大多数德国物理学家所持

的观点,认为射线是某种电振荡或波。

支持负电粒子观点的原始论据是,射线能被磁铁所偏转,这与运动着的带负电粒子受磁场偏转是一样的。我们知道,当磁铁靠近这些粒子时,它们将受到一个力的作用,此力的方向与磁力线成直角,也与粒子运动的方向成直角。例如,如果粒子是沿水平方向从东向西运动,磁力线是沿水平方向从北到南,那么作用在负粒子上的力将是垂直向下。

当磁铁的位置使其磁力线沿着粒子的运动方向,则粒子不受磁铁的作用。

证明阴极射线是带负电的粒子的另一个方法是,当它们遇到一个金属容器时,它们就把负电荷传给此容器。这是佩兰(Perrin)首先做的实验。当把金属容器移出射线的路径,再用磁铁使射线弯向容器时,容器仍变成带负电的,这样做实验更能说明问题。

射线的电偏转

如果射线是带负电的,它们不仅能被磁铁偏转,也应当能够被一带电体偏转。在这方面,较早期做的实验没有发现电偏转,原因是,当阴极射线穿过气体时会使气体变成导体,因此在容器中如果有任何适当数量的气体,那么射线通过容器时,气体将变成导体,射线将被导体包围起来,屏蔽了电的作用力,就像金属罩把验电器屏蔽起来,使它不受外部的电作用一样。

把真空管抽气,一直抽到管中只剩有极小量的空气可变成导体,这样我就可以排除这个作用而使阴极射线发生电偏转,偏转的方向表明射线带的是负电荷。

这样一来,阴极射线既可被磁力、也可被电力所偏转。但是,赫兹指出,阴极粒子还具有别的特性,这些特性似乎不符合关于物质粒子的思想,因为他发现,阴极粒子能够穿透非常薄的金属片,例如金箔,而且能使薄片后面的玻璃发光。像气体分子这样大小的粒子能穿过团体的薄片,这种想法曾是一种令人吃惊的思想,它促使我更加仔细地去研究这些阴极射线中的粒子的性质。

使用的方法的原理如下。设一个带有电荷 e 的粒子以速度 v 通过磁场、磁力线与粒子的运动方向成直角。此时,若磁场为 H ,则运动粒子将受到一个力的作用,它的大小等于 Hev 。这个力的作用方向与磁场成直角,也与粒子的运动方向成直角。如果我们还有一个强度为 X 的电场,那么阴极射线受到的力将是 Xe ,那么,由阴极射线碰撞真空管壁所引起的绿色荧光点将不受干扰,此时我们有

$$Hev = Xe$$

这样,如果我们能够很容易地算出射线不偏转时的 X 值和 H 值,我们就可以确定粒子的速度 v 。在真空度极高的管中,这个速度可能是光速的 $1/3$,或大约是 60,000 英里/秒;如果真空度不很高,速度不会大于 5000 英里/秒。但是不论怎

样,在真空中产生的阴极射线,其速度要比我们已知的任何其他运动物体的速度都大得多,例如,比氢分子在常温或在任何实现的温度下运动的平均速度大数千倍。

e/m 的确定

求出射线速度之后,现在我们让射线只受电场的作用。此时射线的粒子受到一个恒定力的作用,就像水平射出的速度为 v 的子弹受重力作用而下落的情形一样。我们知道,在时间 t 时,子弹下落的高度等于 $1/2gt^2$; 式中 g 是重力引起的加速度。在我们所讲的情况中,电场产生的加速度等于 Xe/m , m 是粒子的质量; 时间 $t=l/v$, l 是路程长度, v 是发射速度。

这样,射线撞击玻璃管壁产生的荧光斑点的位移等于

$$1/2 \frac{Xe}{m} \cdot \frac{l^2}{v^2}$$

我们很容易测出位移 d , 这样我们就可从下式求得 e/m :

$$\frac{e}{m} = \frac{2d}{X} \cdot \frac{v^2}{l^2}$$

用这种方法确定的 e/m 值非常重要,因为它表明,不论射线是怎样产生的,对于射线中的全部粒子来说,我们都得出相同的 e/m 值。例如,改变放电管的形状和管中的气体压力,我们可使粒子的速度发生很大变化,但是 e/m 值不变,除非粒子的速度变得和光速几乎一样,那时就需作另外的考虑。 e/m 不仅与速度无关,更令人惊奇的是,它与使用的阴极种类无关,也与管中气体的种类无关。阴极射线中的粒子应该或是来自管中的气体,或是来自电极,但是我们可以用任何一种物质来作电极,可以用任何一种气体装入管中,而 e/m 值仍然不变。

这个常量,若用厘米、克、秒制静磁单位来表示,大约等于 1.7×10^7 。如果把这个值与以前我们已知的任意系统的荷质比相比,我们发现它们的数量级相差很大。在研究阴极射线以前,在电解液中的带电氢原子曾是有最大 e/m 值的系统,它的值是 10^4 。因此,阴极射线粒子的 e/m 比相应的带电氢原子的 e/m 值大 1700 倍。这种差异的起因,或是粒子的质量与氢原子相比很小(氢原子的质量直到目前在物理学中还被认为是最轻的),或是粒子上的电荷比氢原子的电荷大得多。现在,用一种方法(关于此方法,我将简单地加以叙述)可以说明,在上述两种情况中,电荷实际上是相同的。由此我们得出结论说,粒子的质量大约只是氢原子质量的 $\frac{1}{1700}$ 。这样,原子并不是物质可分性的最后极限。我们还可以进一步再分出粒子,在这个阶段,各个粒子是相同的,不论它的来源如何。