

# 云雾室、核乳胶与气泡室

林 辉

(合肥工业大学理学院 安徽 230069)

现代高能粒子物理学的发展,是以高能加速器与探测技术的发展作为基础的。云雾室、核乳胶与气泡室是3种原理相关、设计精巧、生动直观的探测器,在物理学史上曾发挥重要作用。

云雾室简称云室,是英国物理学家本·尼维斯(Ben Nevis)于1895年发明的,据说1894年9月威耳逊在苏格兰最高山峰本尼维斯山顶上,注意到当太阳照耀在围绕着山顶的云雾时,太阳、山顶以及人投在云雾上的影子周围出现了彩色的光环。这给了他很大的启示,并试图在实验室中进行模拟。1895年初,他在自己的实验室,利用湿空气膨胀来制造云雾,立刻就发现了许多有趣的现象,由此导致了云室的产生。其工作原理是:在云室内充满饱和水蒸气,当云室体积迅速膨胀时,引起温度下降,使水蒸气达到过饱和状态,如果此时有带电粒子通过,则会在它所经过的路径上产生电离,以这些电离的离子为凝结中心凝成一连串的小水滴。此时,若用照相机拍下来,就可以确定粒子的径迹。图1就是一个简单的活塞型云室。

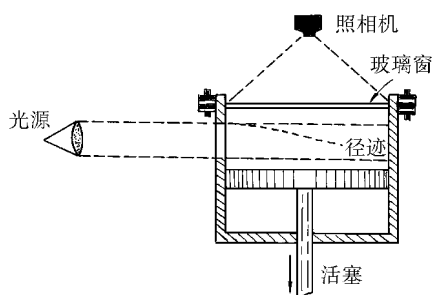


图 1

由于云室具有直观的特点,因而很快得到了广泛的应用,1932年,C. D. 安德森利用云室拍摄到了图2的照片:一个带电粒子由底部进入加有强磁场的云室,它于是沿弧形路径前进,在穿过6mm后的铅板以后,速度减慢,因而路径的曲率增大。由图中路径的上半部分曲率比较大,说明粒子运动是由下而上的,再根据磁场的方向,安德森证明了粒子所带

电荷为正,另外根据它穿过铅板之后的曲率的改变,证明了这种粒子比质子要轻得多,安德森断定它为正电子,从而验证了正电子的存在。再例如1919年卢瑟福在 $\alpha$ 粒子做“炮弹”去轰击氮原子核得到质子的实验中,用简单的目测闪烁镜观察,只能看到质子的产生,而难以判断 $\alpha$ 粒子的去向。后来,布莱克特在卡文迪什实验室改用云室作实验,清楚地观察到 $\alpha$ 粒子是被氢原子核吸收而放出质子的。这就是人类首次发现的核蜕变。



图 2

尽管云室有直观、生动的优点,但是由于粒子的速度一般都很大,粒子在有限的云室中运动的轨迹只是其全部轨迹的很小一部分,因而记录的现象比较片面。正是在这种情况下,核乳胶出现了。1911年德国物理学家莱格尼姆首次制造出能显示单个粒子径迹的原子核乳胶。后来前苏联学者日丹诺夫又研究出了增加溴化银含量的厚感光层的照相乳胶。其工作原理是:当带电离子通过核乳胶时,产生电离,使溴化银的银离子还原形成显影中心,再经显影、定影、冲洗、干燥后,在乳胶内就可获得带电粒子的径迹。由于乳胶是由固体物质组成的,它的密度比气体大得多,所以粒子在乳胶内所走的距离很短,约为粒子在空气中所走距离的1%。如 $\alpha$ 粒子在乳胶内只有几十微米的射程。与云室相比核乳胶具有其明显的优势,比如由于粒子在乳胶片上的射程很短,所以一张乳胶片上可以记录粒子运动的整个过程。并且还可以根据粒子的射程的长短来确定粒子

现代物理知识

的能量。另外,由于当一个粒子的速度减慢时,它所引起的电离程度加剧,于是径迹的晶粒密度加大,径迹变粗,由此可以估计出其速度的变化。再者,由于粒子在乳胶上的径迹很细很短,所以在一张乳胶片上可以记录成千上万个粒子的径迹,因而大大增加了其利用率。目前,核乳胶仍然作为原子核物理与高能物理中一个很基本的探测方法。图3为一张记录了粒子径迹的乳胶片。

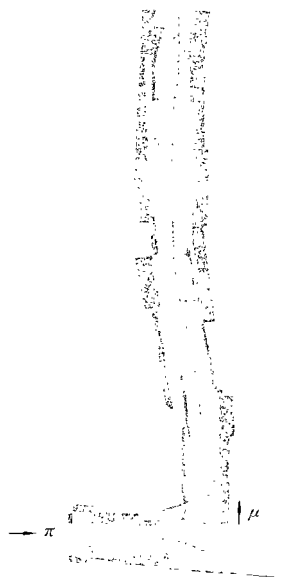


图 3

根据粒子速度减慢时,径迹变粗。可判断此粒子是从左面靠近底部飞入,速度逐渐减慢,然后在靠近底部右下角停止,蜕变为一些不留下径迹的中性粒子和一个向上运动的速度逐渐减慢,最后离开镶嵌图所包括范围的带电粒子。

集云室与核乳胶优点于一体的气泡室,是1952年盖莱塞发明的,传说,这一发明源自于有一次盖莱塞喝啤酒时,注意到啤酒瓶玻璃上一些粗糙点产生的气泡,而获得启发。气泡室也称泡室,其工作物质是液体,故比云室密度大,阻止本领高,粒子在泡室中的径迹比较短,因而可以记录更多的现象,而比起核乳胶来,它又可以放在磁场中测量粒子的动量,所以一经出现,很快就获得了广泛的应用。泡室的工作原理是:由于液体的汽化与温度、压力有关,对于某种液体,如果压力突然降到它的饱和气压以下,那么液体就会处于过热状态,这时如果在某一地方,有一外力触发,就很容易使热量集中,并以此为中心生

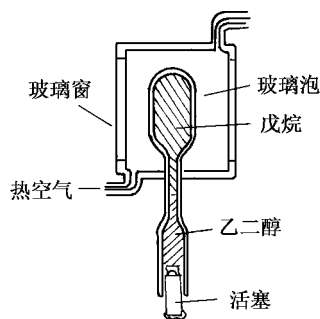


图 4

成气泡,若此时有带电粒子通过,其产生的电离能够作为汽化中心而形成气泡,这些气泡组成的径迹,就是带电粒子的轨迹。此时若用照相机拍下,就可获得带电粒子运动的轨迹图像。图4为一种活塞调节的泡室。

泡室与高能加速器相互配合,在粒子研究中做出了许多激动人心的发现。例如1957年利用高能加速器产生的  $1.15 \times 10^9 \text{eV}$   $\pi$  介子,打到丙烷气泡室中,在磁场中发现了  $^0$  超子。1959年,我国物理学家王淦昌等人,在  $100 \times 10^9 \text{eV}$  同步稳相加速器上,利用能量为  $83 \times 10^9 \text{eV}$  的  $\pi$  介子作“炮弹”,用长度为55cm的丙烷泡室作靶子和探测器,首次发现了反西格马负超子( $\bar{\Sigma}^-$ ),并清晰地记录下了反应过程。泡室从50年代使用以来,得到了广泛的应用,规模也逐渐由小到大,并向超大规模方向发展。

### 本刊2002年编委扩大会议

《现代物理知识》2002年编委扩大会议2002年1月23日在高能物理所召开。高能物理所主管该刊的副所长阎永廉,党委副书记王恒久,主编厉光烈,副主编童国梁、李国栋、吴思诚和江向东,编委刘长铭、李良、莫恭敏和谢诒成,上届编委程鹏翥,清华大学郭奕玲教授,中国农业大学金仲辉教授,《天文爱好者》杂志社社长温学诗,科学出版社期刊中心李瑞旭先生、杨国城先生和李家林先生,中国科学院印刷厂曹飞翔先生、张波先生和游洋女士,高能物理所沈建平先生、漆纳丁先生、濮焕顺先生和唐金媛女士,该刊编辑黄艳华、杨柳和李博文,共28人出席了会议(掠影见本期封三照片)。

会议气氛热烈、内容充实。大家充分肯定了该刊在过去一年所出现的可喜变化,并着重对今后的发展畅谈了各自的设想和建议。从约稿、组稿、栏目设置和排版艺术到经营策略、广告宣传和办刊经费等各个方面,纷纷献计献策,提出了很多颇有创意且切实可行的好主意和好方法。大家一致认为,要以国际上一些优秀科普作品为样本,尽可能多组织和多发表一些深入浅出、生动活泼、富有感染力的文章和边缘学科的文章。要进一步加强与读者、作者和通讯员的联系,以扩大影响并增进刊物的凝聚力。总之,这次会议对该刊的未来发展是一次有力的促进。