



照片上的带电粒子 是怎样分辨的？

李鹤年

这期封面上刊登了一幅云室径迹照片，这就是云南宇宙线实验站于一九七二年获得的一个可能的重质量荷电粒子事例的照片。照片上右边一根径迹，就是质量大于一百亿电子伏的重质量粒子的径迹。

读者一定会问，照片上的径迹，看起来都差不多，怎么能判断它可能是重质量荷电粒子呢？下面我们就来简单谈谈这个问题。

粒子的性质，是由它的质量、电荷、寿命、自旋、宇称、同位旋、重粒子数、轻粒子数、奇异数等等物理量来决定的。而其中最主要的物理量是粒子的质量。各种不同的粒子有着不同的质量。

带电粒子穿过云室后，给我们留下的全部信息，就是照片上的一条条径迹。这些径迹除了告诉我们相互作用中各有关粒子的关联和各个粒子在空间的分布及寿命外，还可以给出粒子的动量、所带电荷的符号和飞行速度。

我们把云室放在强大的磁场中（在照片中磁场方向垂直于纸面，磁场强度为六千多高斯）。当带电粒子通过磁场时，它受到的作用力是垂直于带电粒子飞行方向与磁场方向所构成的平面。结果径迹就呈圆弧形。粒子的动量越大，则偏转越少，圆弧半径越大；动量越小，则偏转越厉害，圆弧半径越小。人们一般用两台以上的照相机对云室进行立体照相。在精密显微镜下，

对不同照片的同一条径迹进行坐标测量，就可以算出径迹在空间的曲率半径 ρ 。用下面的公式：

$$P = 300 H \rho$$

我们就可以从已知的磁场强度 H ，带电粒子偏转的曲率半径 ρ ，算出它的动量 P 来了。用这个方法求出来照片中右边一根径迹的粒子动量为大于 400 亿电子伏/C。同时还可以从带电粒子在磁场中运动偏转的方向来判断粒子带的是正电还是负电。照片中右边一根径迹是带正电的粒子。

现在，我们再来看带电粒子的速度是怎么求出来的？当带电粒子穿过云室中的气体时，将一部份能量传递给沿途所碰撞的气体原子，游离成一对对正负离子。产生的离子对越多，带电粒子损失的能量越大。因游离而损失的能量就叫游离损失。带电粒子把它经过的路程上所迂到的一些原子游离成许许多多的离子对，形成一条离子柱。令云室内的饱和蒸汽绝热膨胀，温度突然下降而达到过饱和，这些过饱和蒸汽就在离子柱上形成一条由许多小水珠组成的“径迹”。但是，由于照相比实物缩小了二十几倍，所以照片上看到的径迹只是一道道白线。如果把底片放在精密显微镜下，放大五十至一百倍，就可以看出许许多多的小水珠。带电粒子在云室中飞行的速度不同，它的游离损失也不同。在云室条件控制得很稳

定时，若某个带电粒子的游离损失大，产生的离子对就多，生成的水珠也多。我们把要测量的径迹底片放在放大一百倍的显微镜下，就可以数出这条径迹的水珠数。再通过计算，就可以得出带电粒子的游离损失，也就可以求出它的速度了。测出了带电粒子的动量和速度，就可以知道粒子的质量。用这个方法计算出来的右边一根径迹的粒子的质量大于一百亿电子伏（十倍质子质量）所以这是一个重质量的粒子。

如果从一张带电粒子的照片上，通过测量计算，把每一条径迹所代表的粒子都弄清楚了，就可以分析这个作用的性质、产生的机制等等，但是，由于探测仪器和测量仪器的限制，用上述方法定出的粒子的动量和速度，都有一定的误差，对于高速度、很大动量的粒子，误差更大，目前还不可能完全确定它们的质量。所以说照片上右边一根径迹的粒子可能是一个很重的带电粒子，而不能确定它到底有多少重。因此，我们必须遵照伟大领袖和导师毛主席的教导：“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”我们必须不断地改进探测仪器及测量仪器，提高照片质量，降低误差，提高对粒子性质的辨认能力，不断加深对微观世界的认识。