

速 c , 它产生的契伦科夫辐射在波长 $4000\text{--}7000\text{ \AA}$ 范围内只有约 250 个光子。同样的带电粒子穿过同样厚的塑料闪烁体大约产生约 10000 个光子。看起来光子数似乎不少, 实际上光量很弱, 我们可用直观的现象作比较。1 瓦小灯泡的光不算强。假定它的电能仅有 10% 转变成光能, 每秒发射的光子数竟达到 3×10^{17} 个。用肉眼观测金星, 每秒射入瞳孔的平均光子数约为 7×10^6 /秒。人的肉眼算得上是极其灵敏的“光子探测器”, 可以在黑夜里看到十公里外划火柴闪亮的火光, 能直接观察到六等星(星等数越大, 亮度越小), 观看一颗六等星每秒进入瞳孔的光子数约为 550 个。

当然我们不能用眼睛来观测粒子物理实验中的闪烁光和契伦科夫辐射, 因为实验中每秒带电粒子产生的闪烁光或契伦科夫辐射可以高达几万、几十万次。我们利用一种称为光电倍增管的装置来探测闪烁光或契伦科夫辐射。

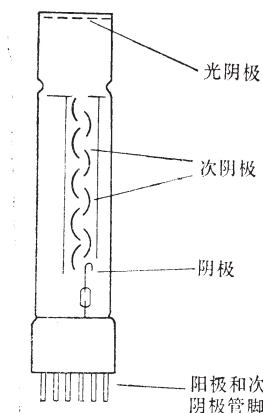


图5 光电倍增管结构示意图

图5是一种类型的光电倍增管的示意图。光子在光阴极上打出电子, 由于各次阴极间加上一定的电位差, 电子在次阴极间被加速, 在下次阴极上打出更多的电子来, 称为倍增。经过重复的倍增过程, 最后大量电子收集到阴极上, 并在输出端形成幅度近毫伏特的电脉冲, 脉冲持续时间短到 $\sim 10^{-7}$ 秒。这种脉冲用电子仪器记录很方便。

四、波长位移质在粒子探测中的应用

照第三节所说, 利用光电倍增管探测闪烁光或契伦科夫辐射, 不就能探知带电粒子的存在了吗? 波长位移质有何用处呢?

在粒子物理实验中, 闪烁体往往很大, 而光电倍增管的接收面积很小, 两者之间要用透明的光导来连接, 将闪烁体中的光导向光电倍增管。掺杂有波长位移质的光导能够减小光在传输中的损失。(参阅本刊 1985 年第三期李金的文章“波长位移技术和 BBQ”)

在契伦科夫辐射的探测中, 波移质的作用更为重要。前面已经说到契伦科夫辐射光子大部分集中于紫外部分, 而光电倍增管只对可见光有较高的灵敏度。利用适当的波长位移薄膜可以将紫外光转变成光电倍增管“看得见”的可见光。例如如图 6 是“蓝膜”的吸收光谱, 发射光谱以及国产光电倍增管 GDB 型的灵敏探测区。这样在光电倍增管光阴极前的玻璃上涂以“蓝膜”, 紫外光被蓝膜所吸收, 而它的发射谱恰好落在光电倍

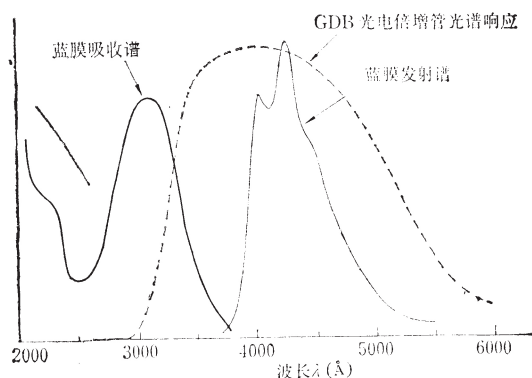


图6 蓝膜的吸收谱、发射谱, GDB 型光电倍增管的光谱响应

增管的灵敏波长区内; 而契伦科夫辐射中的可见光则能透过蓝膜被光电倍增管所接收。因此光电倍增管便能同时探测到契伦科夫辐射中的紫外部分和可见部分, 大大提高契伦科夫辐射的探测灵敏度。