恒星物理学作业 陈洋遥 2017311337 物理系天体中心

## 第四章

1. 根据Maxwell速率分布，质量为m的粒子在温度T时速率分布函数为

求导得到：

令就得到最可几速率。

2. 根据等值宽度W的定义 就可以知道，等值宽度实际上就是曲线上，三角形的面积。所以由三角形面积公式可知等值宽度

3. 谱线形成机理可以这样理解：在某个波长处，单色不透明度由于原子/离子吸收而突然增加。因而，给定深度处的光深也增加。但是由辐射转移方程的结论可以知道，我们看见的光都是给定光深（）处发射的。因而，给定光深时，吸收波长处的物理深度将缩小，而恒星表面越潜处温度越低，如果利用局部热平衡近似，就可知道，温度越低意味着辐射强度越低，所以在该波长处的辐射强度就减小了。

如果大气温度随线形成区的深度增加而减小，那么结论是反过来的，吸收波长处由于可见的物理深度浅，结果温度反而高，辐射强度也高，结果是，反而形成发射线。此时，等值宽度应该是个负数。

4. 谱线增宽的物理机制有：

（1）自然展宽：这是因为跃迁过程的时间总是有限的，因而根据测不准原理相应的辐射吸收/发射波长一定有一定的宽度。一般来讲这可以用一个Lorentz线形来描述，半宽与跃迁过程的时间长度有关，可以用原子物理来计算。

（2）多普勒增宽：这是因为气体分子在热运动，由于多普勒效应就导致谱线增宽。多普勒展宽通常线翼比Lorentz线性窄一些。

（3）碰撞增宽：由于碰撞过程会导致粒子之间的相互作用，从而对原子能级产生扰动从而导致谱线增宽（例如，Stark效应，范德瓦尔斯过程、共振致宽）

另外还有一些其他的增宽机制，比如Zeeman效应，这与恒星磁场有关，或者是bulk运动比如湍动或者恒星旋转等也可以导致多普勒效应因而产生展宽。

碰撞增宽中Stark效应很明显，可能对增宽有主要贡献。多普勒增宽和湍动增宽次之，范德瓦尔斯增宽再次之。通常来讲恒星内氢原子主要跃迁过程跃迁时间较长，所以自然展宽往往不重要。另外，如果恒星转动得很快，那么旋转增宽可能也是主要效应。