**第四章 原子的精细结构：电子的自旋**

**电子自旋引起的磁相互作用是产生原子精细结构的主要原因**

**几个知识点汇总**

一个假设：电子自旋

三个实验：碱金属双线，施特恩-盖拉赫实验，塞曼效应

四个量子数：

看光谱：

单电子原子符号，

其中2s+1表示态的重数，例如s=1/2对应双重态,s=0单态，s=1三重态

**单电子跃迁选择定则**

**1.与自旋有关的**

乌仑贝克和古兹密特提出自旋的概念

自旋是原子的一种内禀属性，与角动量的量子化方式一样，但是计算磁矩的时候要乘以2（g因子）

施特恩—盖拉赫实验以及碱金属双线证实了自旋的存在

正常塞曼效应观察的是自旋为0的原子光谱；反常塞曼效应观察的是自旋不为0的原子光谱，并且只有弱磁场下才存在自旋和轨道的耦合。强磁场会破坏自旋和轨道的耦合，因此强磁场下无法观测反常塞曼效应

2．量子数

1. 原子轨道、壳层相关的量子数：主量子数,
2. 角动量量子数：
3. 轨道角动量相关的量子数：

大小量子化: 对应轨道角动量量子数

的z分量量子化： 对应磁量子数 （个可能取值）

1. 自旋角动量相关的量子数：

大小量子化: 对应自旋角动量量子数

的z分量量子化： 对应自旋量子数（个可能取值）

对于单电子原子，电子的

3．自旋和轨道耦合

总角动量

总角动量量子化

大小：对应总角动量量子数

z分量：，对应（个可能取值）

量子数的耦合规则:

(三个角动量量子数都是正数，耦合规则告诉我们的可能取值，对于单电子原子，对有有, 也就是说考虑自旋后，之前标定的能级分裂为两条，例如碱金属双线。用原子符号的语言就是态()不分裂，态()分裂为两层)

**只能通过磁场观测到**

**3. 轨道角动量量子化与磁矩量子化**

旋磁比 （推导见P152）

各种角动量量子化，带来磁矩量子化

如果角动量量子化统一表示为,

那么磁矩可表示为

其中是朗德*g*因子，引入*g*因子是因为要想让自旋满足磁矩和角动量的对应关系，必须比轨道角动量的旋磁比多乘个2倍，于是可知

由角动量耦合可以推出

(推导见P161要求掌握).

因此量子化后的磁矩为

其中被称为玻尔磁子

（注：时，无意义，不过）

数据

磁矩有关的物理效应

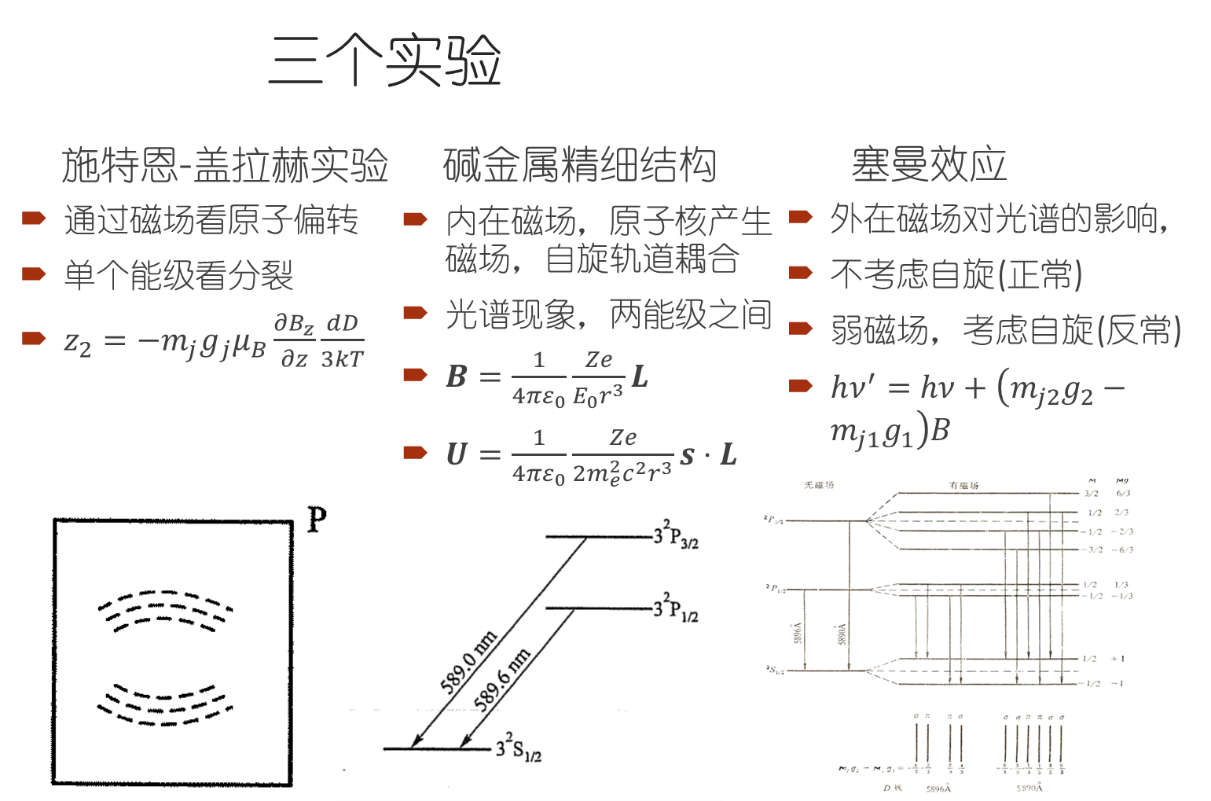
P153

拉莫尔进动：是指电子、原子核和原子的磁矩在外部磁场作用下的进动。

拉莫尔频率：，式中e和m分别为电子的电荷和质量，μ为导磁率，v为电子的速度。该频率被称为拉莫尔频率

有，，**施特恩-盖拉赫实验，塞曼效应**

有，  **碱金属双线**



(基态)

**施特恩-盖拉赫实验**

证明了下列几点：

**1.空间量子化的事实；**

**2.电子自旋假设的正确性；**

**3.电子自旋磁矩数值的正确性。**

****

**原理：原子束在非均匀磁场中的分裂**

**公式**



**碱金属双线：精细结构**

**原理：自旋轨道相互作用导致的原子内部磁场使得能级分裂，也就是谱线分裂**



****

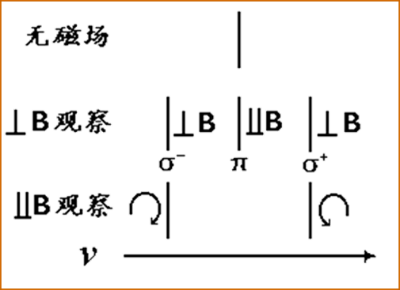
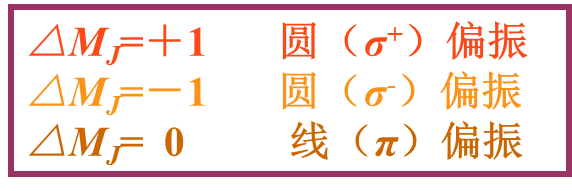
**塞曼效应：**当光源放在足够强的磁场中，所发出光谱的谱线会分裂成几条。

光谱线在外磁场中的分裂，机制是原子磁矩与外磁场的相互作用,使能级进一步的分裂所造成的

选择定则

1. **正常塞曼效应自旋为0，谱线一分为三**



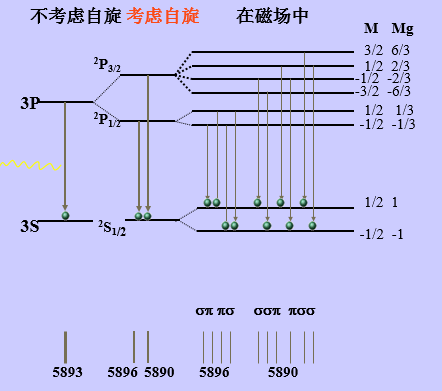


1. **反常塞曼效应弱磁场，自旋不为0**



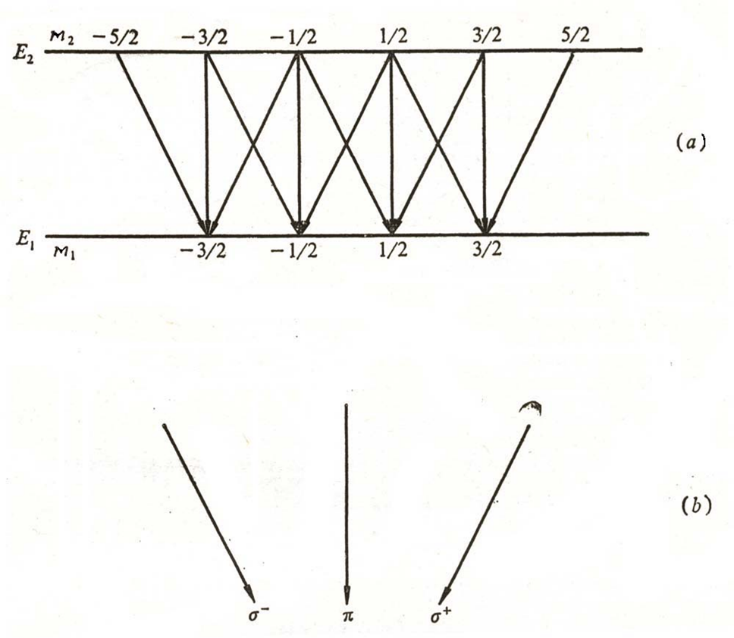


钠黄线

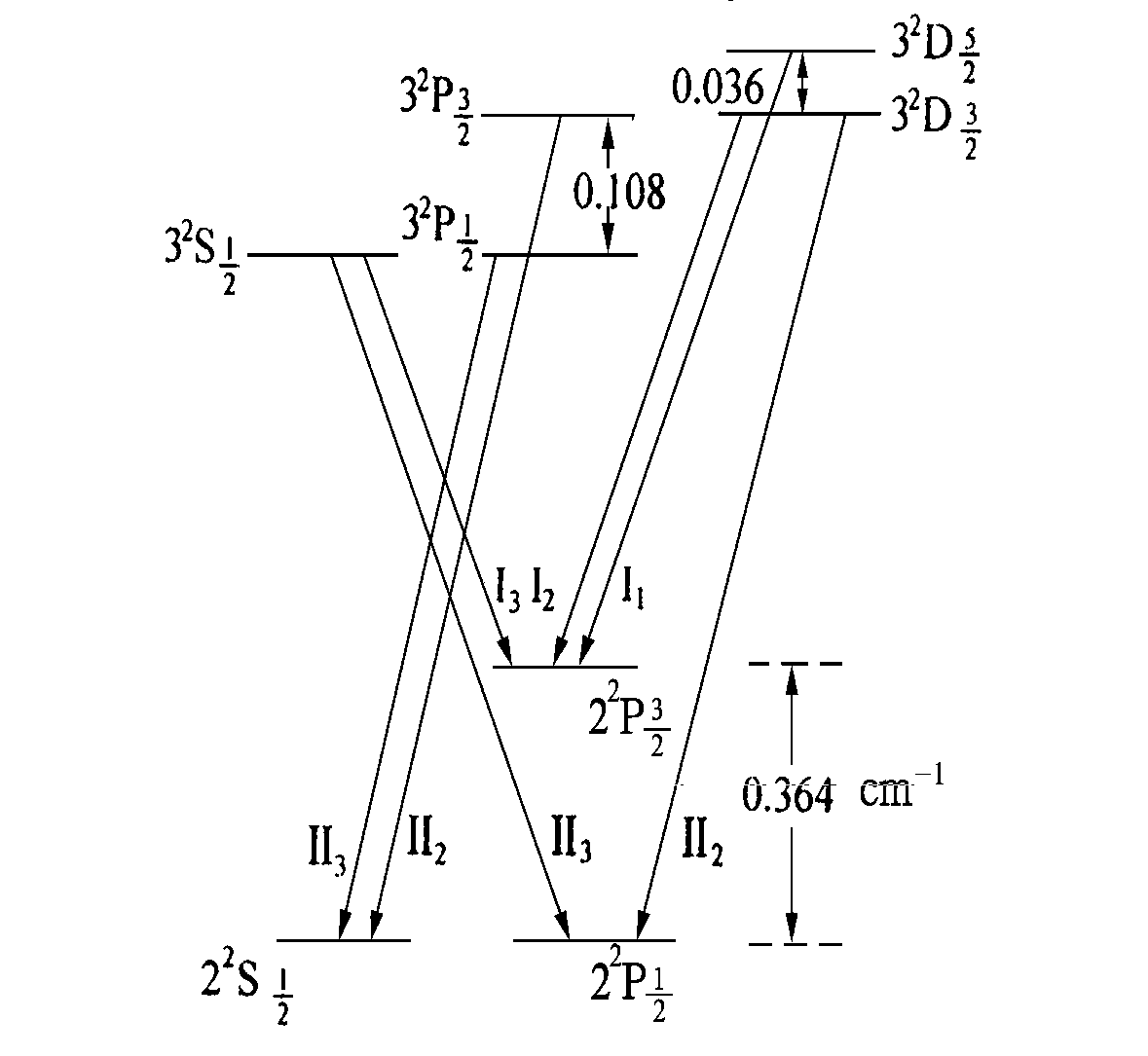


1. **强磁场破坏自旋轨道耦合，帕邢—巴克效应**

**格罗春图**



**关于7条**



首先可以知道这条线对应的是的跃迁，其次考虑角动量量子数及取值范围可以知道，对于,有 对于,有. 在考虑精细结构时，考虑自旋的存在，对于, 对于. 于是可能状态有8个，按照跃迁选择定则可以得到7调谱线

**物质磁性（重要概念）**

**抗磁性：总角动量为0**

**顺磁性：总角动量不等于0**

宏观物体磁性的基础是原子的磁性，但宏观物体的磁性不一定同原子磁性一致。由分子构成的物体的磁性决定于分子。例如氮原子在基态的J等于3/2，氧原子在基态的J等于2，这两种原子应该都是顺磁性的；但由实验得知**氮气是抗磁性的，氧气是顺磁性的，这是由于氮分子N2的总角动量是零，而氧分子O2的总角动量不等于零。**