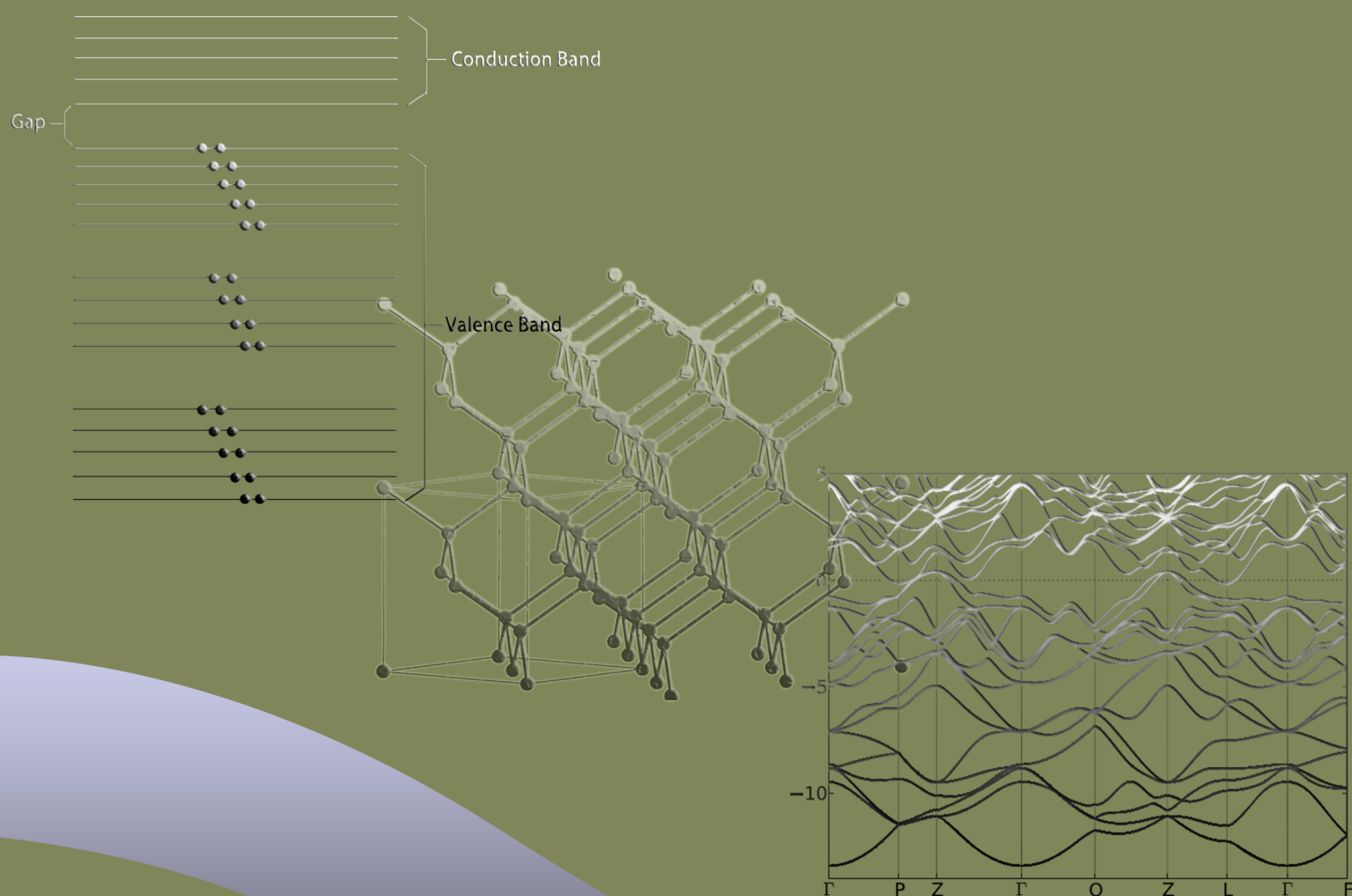


Queen Mary, University of London

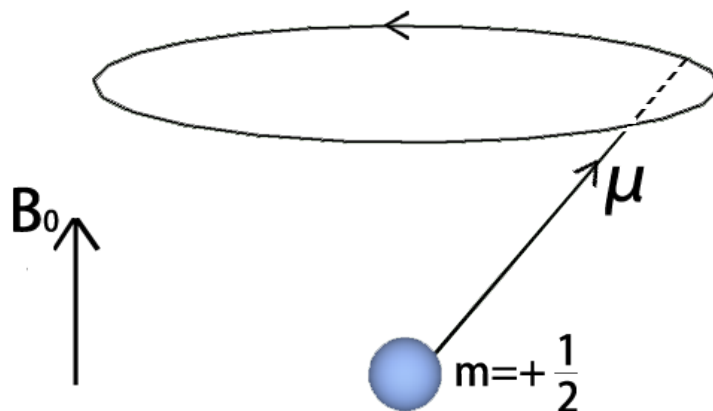
School of Physics and Astronomy

自旋的拉莫进动



一、 自旋的拉莫进动——Larmor Precession

图一所示为核子自旋，沿着图示的圆周进动——拉莫进动：

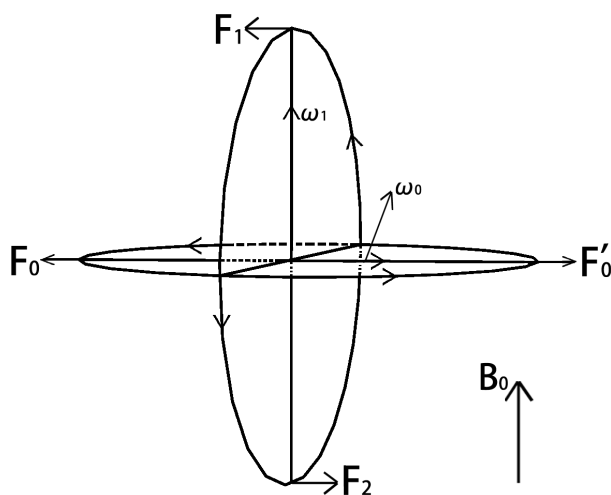


图一 核子自旋的拉莫进动示意图

其中 B_0 为恒定外磁场，由图一可以清楚看出此时的自旋磁矩方向不与外磁场保持一致，因此讨论自旋在外磁场作用下能量的变化就稍微复杂一些。

二、 自旋磁矩的分解

这里以质子自旋为例进行讨论，由于质子带正电，因此自旋角速度方向与磁矩方向相同，定性的讨论，自旋磁矩的分解与角速度分解遵循同样的规律：



图二 核子自旋的分解

如图二所示，与磁场方向成一定角度的自旋磁矩（或角速度）可以分解成沿着磁场方向以及垂直于磁场方向两个分量——分别为图示的 ω_1 和 ω_0 ，在恒定外磁场中，这两个分量对于角速度的

贡献是不同的，图二所示的水平面内的转动对应 ω_1 ，左手定则判断洛伦兹力的方向可知，该分量的转动所受到的洛伦兹力永远背离圆心，如把质子看成是由无数小的带正电单元组成的整体，则每一个单元所受的力时时刻刻都背离圆心（如图二所示 F_0 与 F'_0 ），如果同时假定自旋“轨道”（类比于轨道角动量的讨论）不变（从量子力学的观点看，这样的假定是有道理的），那么离心的洛伦兹力作用的结果是降低自旋的角速度，也即降低自旋的能量。

而对于垂直面内的转动分量，同样假定质子由无数个带正电单元组成，则每一个单元受的洛伦兹力，总能在中心对称的位置找到另一个单元与之受力大小相等、方向相反（如图二所示的 F_1 与 F_2 ），因此二者对于角速度的影响相互抵消，也即对自旋的能量没有影响，综合两个分量的共同作用，可以看出，对于自旋在磁场中的拉莫旋进，能量的高低只取决于总磁矩在沿着外磁场方向上的分量，与垂直分量无关。而且从 F_1 与 F_2 所产生的力矩角度看，二者共同作用的结果是使自旋角动量的方向向外磁场的方向上靠拢。

