

## 演習問題解答 第 1 4 章

- 問 1 磁場を掛けたときに電子が磁場と相互作用して起こる運動である。古典力学でも量子力学でも同じ振動数になるのは電磁場には古典論が存在しないからである。
- 問 2 傾斜磁場では磁場を座標の関数とする事により磁場を発生させる場所を特定する手法である。
- 問 3 正しい方程式は Dirac 方程式であり、そこから出発するとスピンの自由度が現われる。この場合、常に  $\sigma \cdot p$  の形で現われる事が Dirac 方程式からわかる。
- 問 4 1 次の過程として現われるのは、例えば光電効果がある。但しこの場合、電子はゆるい束縛状態にある。このためエネルギー・運動量の関係式が満たされている。
- 問 5 中性原子で外側に 1 個電子が存在している系を考える。ここで磁場を掛けるとその電子は Zeeman 分裂を起す。量子力学ではこの現象が起こるだけである。ここで原子系全体を考えると原子の重心は動いている。この原子にレーザーを照射して Zeeman 分裂状態の励起状態に系を常に持って行けたとしよう。この時、掛けている磁場にある特殊な勾配、例えば、 $B = B_0 z^2$  の様な磁場を掛けたとする。この場合、この磁場から原子に引力が働き、 $z = 0$  の方向に力が働く。これにより原子を原点に集める事が出来る。
- 問 6 イオントラップは荷電粒子を真空中に閉じ込める手法である。これは例えばコンデンサーを考えてその電極の正負をうまく交互に変換する事により、荷電粒子を閉じ込める手法である。