

- ① 兩個粒子 m_1 和 m_2 , m_1 以接近光速的速度正撞向 m_2 , 求 = 粒子系統的質心能量. (15%) (靜止)
- ② 1900年和1965年各發生了一件和黑體輻射有關的物理界和天文界大事, 是那兩件事? 為何重要? (貢獻者分別是 Planck 和 Wilson & Penzias). (10%)
- ③ 如果物質波和其他熟知的波一樣是實數波, $\psi(x,t) \propto \cos[2\pi(\frac{x}{\lambda} - \nu t)]$, 且 $E = \frac{1}{2m} p^2$ (即 $h\nu = \frac{1}{2m} (\frac{h}{\lambda})^2$), 說明為何寫不下波動方程式? Schrödinger 如何解決了這問題? (15%)
- ④ 考慮一個三維的無限位能井, 井的三邊長均為 L , 設其單粒子能階為 $E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$, 假設有 N 個 (N 非常大) 完全相同, 互不作用的費米子被放進這井裡, 求費米能量 E_F 和絕對零度時的總能量. 又溫度為 T 時的總能如何求 (寫下積分式即可, 不必積)? (15%)
- ⑤ 假設一氫原子內的電子波函數為
$$\frac{1}{5} [4\psi_{100}(r) + 3\psi_{211}(r) - \psi_{210}(r) + \sqrt{10}\psi_{21-1}(r)],$$
 $\psi_{n\ell m}(r)$ 的 n 表主量子數, ℓ 角動量子數, m 是磁量子數.
 ② 求 $\langle E \rangle$, $\langle L^2 \rangle$ 和 $\langle L_z \rangle$. ③ 量 L_z 後, 波函數如何變化? (15%)
- ⑥ 鐵磁性是一量子現象, 用 $\phi_A(\vec{r}_i)$ 和 $\phi_B(\vec{r}_i)$ 表 = 電子的空間波函數, 解釋為何 = 電子的自旋喜歡在同一方向? (15%)
- ⑦ 多電子原子的電子波函數須用電腦計算, 請敘述 Hartree-Fock 的 self-consistent 的方法, 並寫下 N 電子的波函數. (15%)