Mechanika Kwantowa

kurs dla doktorantów – 21

26.4.2005

1. Dokończyć zadanie.

   W rozdziale 9-4 podręcznika Feynmana Hibbsa dyskutuje się przejście układu *promieniowanie–atom* od stanu $|n, 0\rangle$ (atom w n-tym stanie wzbudzonym, promieniowanie w stanie podstawowym) do stanu $\left|m, \vec{\sigma}\vec{k}\right\rangle$ (atom w m-tym stanie wzbudzonym + 1 foton o pędzie $\vec{k}$ i polaryzacji $\vec{\sigma}$). Proszę wykazać, że częstość przejść zdefiniowana w rachunku zaburzeń jako $dP/dt = \left|\lambda_{m,n}^{\sigma k,0}\right|^2$ wyraża się wzorem

   $$\frac{dP}{dt} = \frac{\omega}{2\pi\hbar c^3}\left|\left(J_{\vec{\sigma}\vec{k}}\right)_{mn}\right|^2 d\Omega,$$

   gdzie $\omega = kc$. Rachunek wykonuje się biorąc za zaburzenie S_{int} . $\left(J_{\vec{\sigma}\vec{k}}\right)_{mn}$ jest elementem macierzowym składowej Fourierowskiej prądu między stanami $|n\rangle$ i $|m\rangle$.

2. Przesunięcie Lamba

   Proszę wyliczyć diagonalny element przejścia między stanem atomowym m i stanem o zerowej liczbie fotonów. Zadanie to proszę wykonać na dwa sposoby:

   (a) w drugim rzędzie rachunku zaburzeń względem działania z poprzedniego zadania,

   (b) w pierwszym rzędzie rachunku zaburzeń względem działania efektywnego, kwadratowego w J (np. wzór (9-64) w podręczniku Feynmana-Hibbsa).

   Wynik:

   $$\Delta E_m = \sum_n \sum_\sigma \int \frac{d^3k}{(2\pi)^3}\frac{2\pi\hbar}{\omega_k}\left|\langle m|\, J_{\sigma_{\vec{k}}}\,|n\rangle\right|^2 \mathcal{P}\frac{1}{E_m - E_n - \hbar\omega_k},$$

   gdzie $\mathcal{P}$ oznacza część główną całki. Jak oszacować element macierzowy $\langle m|\, J_{\sigma_{\vec{k}}}\,|n\rangle$?