Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo

Práctico 2 | 2° cuatrimestre, 2018

Ejercicio 1.

Considerar una perturbación constante V que se aplica en $t = 0$. Suponiendo que $\langle f| V |i\rangle = 0$, demostrar que a segundo orden de perturbaciones ;a probabilidad de transición del estado $|i\rangle$ al $|f\rangle$ es

$$P_{if} = \frac{1}{\hbar} \left| \sum_n \frac{\langle f| V |n\rangle \langle n| V |i\rangle}{E_n^0 - E_1^0} \right|^2 \mathcal{F}(t, \omega_{fi})$$

donde en la sumatoria se omiten los términos $\langle f| V |n\rangle = \langle n| V |i\rangle = 0$ y donde $n \neq i$.

Ejercicio 2. Efecto Stark

Se aplica en $t = 0$ un campo eléctrico constante y uniforme, $\vec{\mathcal{E}} = \mathcal{E}\,\hat{x}$, sobre una partícula de carga $+q$. Esta misma partícula está sometida a un potencial armónico $-\frac{1}{2}m\omega x^2$, estando en $t = 0$ en su estado fundamental. Calcular la probabilidad de transición al primer estado excitado:

(a) resolviendo el problema exactamente.

(b) y verificar que se obtiene el mismo resultado que en la teoría de perturbaciones a primer orden si $m\omega \gg q\mathcal{E}$.

Ejercicio 3.

Estudiar la variación adiabática en una profundidad V_0 y ancho a cuya pared derecha se desplaza a velocidad constante.

Ejercicio 4.

Considerar un sistema de dos niveles $|i\rangle$ y $|f\rangle$ perturbado por $W(t) = W\ \sin(\omega\, t)$. Aplicando la aproximación secular cuando $\omega = \omega_{fi}$ hallar la probabilidad de transición.

Ejercicio 5.

Suponer que en un estado discreto $|\psi_n\rangle$ de un hamiltoniano posee un tiempo de decaimiento τ. Al tiempo t el estado del sistema es

$$|\psi(t)\rangle = |\psi_n\rangle\, e^{-iE_n t/\hbar} e^{-t/2\tau}$$

Hacer un análisis de Fourier de este estado y ver cuál es la distribución en energía alrededor de E_n. Interpretar el resultado obtenido.

Ejercicio 6.

Considerar que la difusión de una partícula por un potencial $W\left(\vec{r}(t)\right)$ es una perturbación temporal y que es válida la regla de oro de Fermi en esta situación. Dividir la probabilidad de transición entre los estados $|\vec{p}_i\rangle$ y $|\vec{p}_f\rangle$ de partícula libre por la corriente de probabilidad y re-obtener la expresión de $\dfrac{d\sigma}{d\Omega}$ en la primera aproximación de Born.
