

20/5

Kvantfysikens principer, 8

Repetition:

$$|\psi(t)\rangle = C_1(t)|1\rangle + C_2(t)|2\rangle$$

$$C_1(t) = \frac{a}{2} e^{-\frac{i}{\hbar}(\epsilon_0 - A)t} + \frac{b}{2} e^{-\frac{i}{\hbar}(\epsilon_0 + A)t}$$

$$C_2(t) = \frac{a}{2} e^{-\frac{i}{\hbar}(\epsilon_0 - A)t} - \frac{b}{2} e^{-\frac{i}{\hbar}(\epsilon_0 + A)t}$$

välj: börja med tillstånd $|1\rangle$, dvs. $|\psi(0)\rangle = |1\rangle$ (*)

$$\Rightarrow C_1(0) = 1, \quad C_2(0) = 0$$

men $C_1(0) = \frac{a}{2} + \frac{b}{2}$, $C_2(0) = \frac{a}{2} - \frac{b}{2}$

$$\text{så } \begin{cases} \frac{a}{2} + \frac{b}{2} = 1 \\ \frac{a}{2} - \frac{b}{2} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 1 \\ b = 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow |\psi(t)\rangle = \frac{1}{2} \left(e^{-\frac{i}{\hbar}(\epsilon_0 - A)t} + e^{-\frac{i}{\hbar}(\epsilon_0 + A)t} \right) |1\rangle + \frac{1}{2} \left(-1 - - - -1 - \right) |2\rangle$$

$$= e^{-\frac{i}{\hbar}\epsilon_0 t} \cos \frac{At}{\hbar} |1\rangle$$

$$+ e^{-\frac{i}{\hbar}\epsilon_0 t} \sin \frac{At}{\hbar} |2\rangle$$

$$\left(\text{Notera: } \langle \psi(t) | = e^{+\frac{i}{\hbar}\epsilon_0 t} \cos \frac{At}{\hbar} |1\rangle + e^{+\frac{i}{\hbar}\epsilon_0 t} \sin \frac{At}{\hbar} |2\rangle \right)$$

↑
phasetecket

$$\Rightarrow P(\text{ hitta } |1\rangle \text{ efter } t) = |\langle \psi(t) | 1 \rangle|^2$$

$$= \left| \cos \frac{At}{\hbar} \right|^2 = \cos^2 \frac{At}{\hbar}$$

(Varför $P_1(0) = 1$? Jo, valde det till att börja med, se (*))

Ny bas id $|I\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle + |2\rangle)$
 $|II\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle - |2\rangle)$

1	
3 (A)	ψ t.o
6 (B)	P_1 t.o
12 (C)	Alltid $E_0 + A$

$$\langle II | \psi(t) \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (\langle 1 | + \langle 2 |) (C_1(t) | 1 \rangle + C_2(t) | 2 \rangle)$$

t.ex. $\langle 1 | 2 \rangle = 0$ $\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} (C_1(t) + C_2(t)) =: C_{II}$

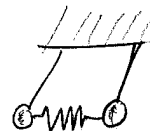
steppa in $C_1(t), C_2(t)$:

$$C_{II} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(a e^{-\frac{i}{\hbar} (E_0 - A)t} \right)$$

p.s.s. $C_I = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(b e^{-\frac{i}{\hbar} (E_0 + A)t} \right)$

Stationärt kontra statistiskt:

Vad är "tidsberoende" egentligen?



Tänk på pendlarna som drags upp tillsammans:

de rör sig i och för sig, men frekvensen ändras inte.

"Stationärt"

välj: börja med $|I\rangle$:

$$C_I(0) = 1, C_{II}(0) = 0$$

$$C_I(0) = \frac{a}{\sqrt{2}}, C_{II}(0) = \frac{b}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{a}{\sqrt{2}} = 0, \frac{b}{\sqrt{2}} = 1$$

$$|\psi(t)\rangle = e^{-\frac{i}{\hbar} (E_0 + A)t} |I\rangle + 0 \cdot |II\rangle$$

$$\left. \begin{aligned} |\langle I | \psi(t) \rangle|^2 &= 1 \\ |\langle II | \psi(t) \rangle|^2 &= 0 \end{aligned} \right\} \leftarrow \begin{aligned} &P \text{ tidsberoende,} \\ &\text{inte komplexa vägen} \end{aligned}$$

Men den komplexa amplituden mäter vi aldrig.

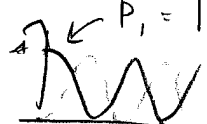
Stationärt = mäter alltid samma sak.
 här (här energin)

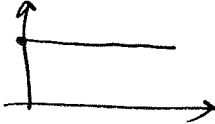
Konceptfråga 10

Vad är sant?

Börja med $|1\rangle$:

Börja med $|I\rangle$:

$$P_I = |\langle I | \psi(t) \rangle|^2$$


$$P_I = |\langle I | \psi(t) \rangle|^2$$


6 (A) $|I\rangle$ är tidsberoende

11 (B) P_I är tidsberoende

(R)

5 (C) Många mätningar på $|I\rangle$ ger $E_{\text{energi}} = E_0$ i medeltal

$$|A\rangle + |B\rangle = 1$$

$$|B\rangle + |C\rangle = 4$$

$$|A\rangle + |B\rangle + |C\rangle = 1$$

Konceptfråga 11 : Klassisk gräns. Om $E_0 \gg A$

$$\frac{100 \text{ eV}}{1 \text{ eV}}$$

$$\frac{E_0}{E_0 - A} \rightarrow \infty$$

(A) $|1\rangle$ och $|2\rangle$ blir tidsberoende

(B) P_1 och P_2 blir tidsberoende

(C) Vi mäter alltid energin E_0 i praktiken

Uppg. 9 - P1 : ammoniakmolekylen + E-fält! fullst. läsn i kompendiet

Idag: rörelsern kap 5 + 8

$$\frac{dG}{dt} = -\frac{1}{h} (E_0 - 1) e^{-i}$$

$$\frac{dG}{dt} = E_0 C_1 - A C_2$$

$$\frac{dG}{dt} = -A C_1 + E_0 C_2$$