Dugga i FUF040/FUF075 kvantfysik för F3/Kf3

Torsdagen den 18 oktober 2012 i FB salen

Namn:

Inga hjälpmedel.
Ringa in bokstaven framför det svar som verkar mest rätt på varje fråga!

1. En foton med frekvens ν har energin
   (a) $2\pi\hbar/\nu$.
   (b) $\hbar\nu$
   (c) $2\pi\hbar\nu$.
2. Man mäter en elektrons spinnprojektion i positiva x-axelns riktning och får resultatet $\uparrow$. En omedelbart därpå följande mätning av spinnprojektionen i negativa x-axelns riktning ger då resultatet
   (a) resultatet $\uparrow$ med 100 % sannolikhet.
   (b) resultatet $\downarrow$ med 100 % sannolikhet.
   (c) resultaten $\uparrow$ eller $\downarrow$ med vardera 50 % sannolikhet.
3. Formeln $\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_2$ betyder att ett element i $\mathcal{H}$
   (a) är antingen ett element i $\mathcal{H}_1$ eller i $\mathcal{H}_2$ men aldrig i båda.
   (b) är ett element i både $\mathcal{H}_1$ och $\mathcal{H}_2$.
   (c) kan skrivas som en summa av ett element i $\mathcal{H}_1$ och ett element i $\mathcal{H}_2$.
4. Om χ_1 och χ_2 är en ON-bas för ett två-dimensionellt tillståndsrum $\mathcal{H}$ så gäller detta även för
   (a) χ_1 och $i\chi_2$.
   (b) $\chi_1 + i\chi_2$ och $\chi_1 - i\chi_2$.
   (c) $\chi_1 \cos\theta + \chi_2 \sin\theta$ och $\chi_1 \cos\theta - \chi_2 \sin\theta$ för alla vinklar θ.
5. Om den hermiteska operatorn $\hat{A}$ har ett egenvärde A så har operatorn $\frac{1}{2}\left(e^{i\hat{A}} + e^{-i\hat{A}}\right)$
   (a) nödvändigtvis ett egenvärde $\cos A$.
   (b) i allmänhet inte reella egenvärden.
   (c) nödvändigtvis ett par av imaginära egenvärden iA och $-iA$.
6. För ett system bestående av två elektronspinn är tillståndet
   $|\psi\rangle = |\uparrow\rangle \otimes |\uparrow\rangle + |\uparrow\rangle \otimes |\downarrow\rangle + |\downarrow\rangle \otimes |\uparrow\rangle + a|\downarrow\rangle \otimes |\downarrow\rangle$
   (a) alltid sammanflätat.
   (b) alltid ett produkttillstånd.
   (c) sammanflätat eller ett produkttillstånd beroende på värdet på konstanten a.
7. Förväntansvärdet av en storhet A är konstant i tiden om
   (a) Ehrenfests teorem är uppfyllt.
   (b) motsvarande operator $\hat{A}$ kommuterar med Hamilton-operatorn $\hat{H}$.
   (c) systemet är tidsinvariant.

8. Skapelseoperatorn $\alpha^\dagger$ och förintelseoperatorn α för en harmonisk oscillator uppfyller relationen
   (a) $\left[\alpha, \alpha^\dagger\right] = \hat{I}$.
   (b) $\left[\alpha, \alpha^\dagger\right] = 0$.
   (c) $\alpha - \alpha^\dagger = 0$.
9. För en partikel som rör sig i en låda med sidlängderna L_x, L_y och L_z och periodiska randvillkor är rörelsemängdens x-komponent
   (a) alltid positiv men mindre än $2\pi\hbar/L_x$.
   (b) alltid en heltalsmultipel av $2\pi\hbar/L_x$.
   (c) alltid en heltalsmultipel av $2\pi\hbar L_x$.
10. Heisenbergs osäkerhetsrelation säger att
   (a) en partikels läge inte kan bestämmas godtyckligt noggrannt.
   (b) ju noggrannare man bestämmer en partikels läge desto längre tid tar det.
   (c) en noggrann bestämning av en partikels läge medför en stor osäkerhet i dess rörelsemängd.
11. Sannolikheten för att en partikel skall tunnla genom en barriär (som är högre än den totala energin)
   (a) avtar exponentiellt med barriärens bredd.
   (b) är omvänt proportionell mot barriärens bredd.
   (c) är omvänt proportionell mot kvadraten på barriärens bredd.
12. En partikel med massa m som rör sig i tre dimensioner med rörelsemängdsmoment $\mathbf{L}$ i en centralkraftspotential $V(r)$ är ekvivalent med en partikel som rör sig i en dimension i en effektiv potential
   (a) $V_{\text{effektiv}}(r) = \frac{\mathbf{L}\cdot\mathbf{L}}{2mr^2} + V(r)$.
   (b) $V_{\text{effektiv}}(r) = -\frac{\mathbf{L}\cdot\mathbf{L}}{2mr^2} + V(r)$.
   (c) $V_{\text{effektiv}}(r) = \frac{\mathbf{p}\cdot\mathbf{p}}{2m} + V(r)$.
13. För ett givet värde j på det azimutala kvanttalet så kan det magnetiska kvanttalet m anta
   (a) (uppräkneligt) oändligt många olika värden.
   (b) $2j + 1$ olika värden.
   (c) $j(j + 1)$ olika värden.
14. Beteckningen $2p_{1/2}$ syftar på ett tillstånd med huvudkvanttal och azimutalt kvanttal
   (a) $n = 1$ och $l = 0$.
   (b) $n = 2$ och $l = 0$.
   (c) $n = 2$ och $l = 1$.
15. Om man till den harmoniska oscillatorns Hamilton-operator $H^{(0)} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} + \frac{k}{2}x^2$ lägger en störning $\lambda\frac{\sqrt{mk^3}}{\hbar}x^4$, där λ är en liten positiv parameter, så kommer
   (a) alla energiegenvärden att öka.
   (b) alla energiegenvärden att minska.
   (c) vartannat energiegenvärde att öka och vartannat att minska.