Dugga i FUF040 Kvantfysik för F3/Kf3
lördagen den 25 oktober 2014 kl 08.30-10.30 i M

Examinator: Måns Henningson, ankn 3245.
Inga hjälpmedel.

Ringa in bokstaven svarande mot det unika rätta svaret *på svarsblanketten*!
Glöm inte att skriva namn och personnummer!

1. Plancks konstant $\hbar$ har samma enhet som
   (a) Energi/tid.
   (b) Rörelsemängdsmoment.
   (c) Boltzmanns konstant.

2. Plancks teori för svartkroppsstrålning överensstämmer med klassisk statistisk fysik
   (a) för långa våglängder.
   (b) för korta våglängder.
   (c) för våglängder i det intervall där strålningen är som starkast.

3. Kvantfysiken kan bryta mot Bells olikhet eftersom
   (a) den tillåter dolda variabler.
   (b) ingen information kan utbreda sig snabbare än ljuset.
   (c) två partiklar kan befinna sig i ett sammanflätat tillstånd.

4. Om ψ och χ är två normerade tillstånd så gäller alltid att
   (a) $\langle\psi|\chi\rangle \geq 0$.
   (b) $0 \leq |\langle\psi|\chi\rangle| \leq 1$
   (c) $\langle\psi|\chi\rangle = e^{i\phi}$ för någon reell vinkel ϕ.

5. Enligt Köpenhamnstolkningen
   (a) bestäms resultatet av en mätning entydigt av systemets tillstånd precis före mätningen.
   (b) ändras systemets tillstånd i allmänhet vid en mätning.
   (c) är alla tänkbara resultat av en mätning lika sannolika.

6. Sannolikheten för att en cirkulärpolariserad foton skall passera ett linjärt polarisationsfilter är
   (a) 0.
   (b) 1/2.
   (c) 1.

7. Om χ_1 och χ_2 är en ortonormerad bas för ett tillståndsrum $\mathcal{H}$ så gäller detta även för

   (a) $e^{-i\pi/8}\chi_1$ och $e^{i\pi/4}\chi_2$.

   (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 + i\chi_2)$ och $\frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 - \chi_2)$.

   (c) $2\chi_1$ och $c_1\chi_1 + c_2\chi_2$ för lämpliga val av koefficienterna c_1 och c_2.

8. Om χ_1 och χ_2 är normerade egentillstånd till den Hermiteska operatorn $\hat{A}$ med egenvärden A_1 respektive A_2 där $A_1 \neq A_2$ så har storheten $\langle\chi_1|\hat{A}^2|\chi_2\rangle$ värdet

   (a) 0.

   (b) A_1A_2.

   (c) A_2^2.

9. Om $\hat{U}$ är en unitär operator så är

   (a) $\langle\hat{U}\psi|\psi'\rangle = \langle\psi|\hat{U}\psi'\rangle$ för alla tillstånd ψ och ψ'.

   (b) $\left[\hat{U}, \hat{U}^\dagger\right] = 0$.

   (c) $\hat{U} - \hat{U}^\dagger = 0$.

10. Om $\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \otimes \mathcal{H}_2$ så

    (a) kan ett element i $\mathcal{H}$ alltid entydigt skrivas som produkten av ett element i $\mathcal{H}_1$ och ett element i $\mathcal{H}_2$.

    (b) är $\dim\mathcal{H} = \dim\mathcal{H}_1 + \dim\mathcal{H}_2$.

    (c) är $\dim\mathcal{H} = \dim\mathcal{H}_1 \dim\mathcal{H}_2$.

11. Tillståndet $|\psi_1\rangle \otimes |\chi_1\rangle + i|\psi_1\rangle \otimes |\chi_2\rangle - i|\psi_2\rangle \otimes |\chi_1\rangle + c|\psi_2\rangle \otimes |\chi_2\rangle$ är

    (a) alltid ett produkttillstånd.

    (b) alltid ett sammanflätat tillstånd

    (c) ett produkttillstånd eller ett sammanflätat tillstånd beroende på värdet på konstanten c.

12. Den tidsberoende Schrödingerekvationen lyder

    (a) $i\hbar\frac{\partial\psi(t)}{\partial t} = \hat{H}\psi(t)$.

    (b) $\frac{1}{i\hbar}\frac{\partial\psi(t)}{\partial t} = \hat{H}\psi(t)$.

    (c) $\hat{H}\psi = E\psi$.

13. Ehrenfests teorem kan ses som kvantfysikens motsvarighet till

    (a) de klassiska rörelseekvationerna för en tidsberoende storhet.

    (b) Noethers teorem i klassisk fysik.

    (c) Stone-von Neumann teoremet i fallet när tillståndsrummet har ändlig dimension.

14. Energinivåerna för en harmonisk oscillator med vinkelfrekvens ω är
    (a) av formen $\hbar\omega$
    (b) diskreta.
    (c) obegränsad uppåt och neråt.

15. Skapelseoperatorn $\hat{\alpha}^\dagger$ för en harmonisk oscillator med vinkelfrekvens ω uppfyller
    (a) $\left[\hat{\alpha}, \hat{\alpha}^\dagger\right] = 0$.
    (b) $\left[\hat{H}, \hat{\alpha}^\dagger\right] = \hbar\omega\hat{\alpha}^\dagger$.
    (c) $\hat{\alpha} = \hat{\alpha}^\dagger$.

16. I en låda med sidlängden L och periodiska randvillkor är de tänkbara värdena på motsvarande komponent av rörelsemängden
    (a) diskreta.
    (b) begränsade uppåt och nedåt.
    (c) inte väldefinierade.

17. En vågfunktion som bara är skild från noll inom ett litet område i lägesrummet representerar ett tillstånd som
    (a) har en stor osäkerhet i läget.
    (b) har en stor osäkerhet i rörelsemängden.
    (c) beskriver en partikel i vila.

18. de Broglie-våglängden för en gevärskula med massan 10 g, längden 2 cm och hastigheten 100 m/s är
    (a) mycket kortare än 2 cm.
    (b) mycket nära 2 cm.
    (c) mycket längre än 2 cm.

19. De kanoniska kommuteringsrelationerna $\left[\hat{A}, \hat{B}\right] = i\hbar\hat{I}$ säger bland annat att
    (a) storheterna A och B kan inte båda vara bevarade.
    (b) storheterna A och B kan inte båda vara väldefinierade för ett tillstånd.
    (c) det finns en bas i tillståndsrummet av egentillstånd till båda operatorerna $\hat{A}$ och $\hat{B}$.

20. Sannolikheten för att en partikel med massan m skall tunnla genom en rektangulär potentialbarriär med bredden L och höjden V som är mycket högre än partikelns energi E är ungefär
    (a) $\exp\left(-\frac{2}{\hbar}L\sqrt{2m(V-E)}\right)$.
    (b) $\exp\left(-\frac{\hbar}{2L}/\sqrt{2m(V-E)}\right)$.
    (c) $\exp\left(2\pi i\frac{L}{\hbar}\sqrt{2m(V-E)}\right)$.

21. I ett klassiskt förbjudet område är vågfunktionen för en partikel
   (a) konstant.
   (b) oscillerande.
   (c) exponentiellt växande eller avtagande.

22. Rörelsemängdsmomentet är bevarat för en partikel som rör sig
   (a) längs en rät linje med konstant hastighet.
   (b) på en cirkelbana med konstant vinkelacceleration.
   (c) under inflytande av en konservativ kraft.

23. Den effektiva potentialen $V_{\text{effektiv}}(r)$ för en partikel med massa m och rörelsemängdsmoment L som rör sig i en tredimensionell centralkraftspotential $V(r)$ är
   (a) $\frac{L^2}{2mr^2} + V(r)$.
   (b) $\frac{mr^2}{2L^2} + V(r)$.
   (c) $\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial}{\partial r}V(r)\right)$.

24. Tänkbara värden på spinnet j och spinnprojektionen m för en partikel är
   (a) $j = 3/2$ och $m = 0$.
   (b) $j = 1/2$ och $m = -3/2$.
   (c) $j = 1$ och $m = 0$.

25. Klotytefunktionen $Y_j^m(\theta, \phi)$ för $j = 0$ och $m = 0$ ges i sfäriska koordinater av
   (a) $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}$.
   (b) $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\cos\theta$.
   (c) $\sqrt{\frac{3}{8\pi}}\sin\theta e^{i\phi}$

26. Joniseringsenergin för en väteatom med $n = 2$ är
   (a) 27.2eV
   (b) 6.8eV
   (c) 3.4eV.

27. Beteckningen 3s syftar på ett tillstånd med huvudkvanttal och azimutalt kvanttal
   (a) $n = 3$ och $l = 1/2$.
   (b) $n = 3$ och $l = 0$.
   (c) $n = 1$ och $l = 3$.

28. Om man till en Hamiltonoperator $\hat{H}^{(0)}$ lägger en störning $\lambda\hat{I}$ där $\lambda > 0$ är litet så kommer
   (a) alla energinivåer att öka lika mycket.
   (b) alla energinivåer att öka, men inte lika mycket.
   (c) vissa energinivåer att öka och vissa att minska, men summan är konstant.

Lycka till!

Svarsblankett

Namn: Personnummer:

1.	a	b	c
2.	a	b	c
3.	a	b	c
4.	a	b	c
5.	a	b	c
6.	a	b	c
7.	a	b	c
8.	a	b	c
9.	a	b	c
10.	a	b	c
11.	a	b	c
12.	a	b	c
13.	a	b	c
14.	a	b	c
15.	a	b	c
16.	a	b	c
17.	a	b	c
18.	a	b	c
19.	a	b	c
20.	a	b	c
21.	a	b	c
22.	a	b	c
23.	a	b	c
24.	a	b	c
25.	a	b	c
26.	a	b	c
27.	a	b	c
28.	a	b	c

Svar till dugga den 25 oktober 2014

1. b
2. a
3. c
4. b
5. b
6. b
7. a
8. a
9. b
10. c
11. c
12. a
13. a
14. b
15. b
16. a
17. b
18. a
19. b
20. a
21. c
22. a
23. a
24. c
25. a
26. c
27. b
28. a