Dugga i FUF040 Kvantfysik för F3/Kf3
fredagen den 21 oktober 2016 kl 13.15-15.00 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!
Rätt svar ger 1 poäng, fel svar ger 0 poäng.

1. Plancks (reducerade) konstant $\hbar$ har det approximativa värdet
   (a) $1,05 \cdot 10^{-34}$Js.
   (b) $6,02 \cdot 10^{23}$Nm.
   (c) $1,60 \cdot 10^{-19}$Js.

2. En partikel med massa m vars rörelsemängd har storleken p har de Broglie-våglängden
   (a) cp.
   (b) $\frac{2\pi\hbar}{p}$.
   (c) $\frac{p^2}{2m}$.

3. Bohrs atommodell förklarar varför en väteatom
   (a) är klotformad.
   (b) inte kollapsar på grund av attraktionen mellan kärnan och elektronen.
   (c) inte kollapsar på grund av energiförluster genom elektromagnetisk strålning.

4. Bells olikhet är härledd under förutsättningen att
   (a) det inte finns några dolda variabler i fysiken.
   (b) kvantfysikens formalism är exakt.
   (c) information om hur en mätprocess har genomförts utbreder sig högst med ljusfarten.

5. Följande par av tillstånd är alltid ortogonala mot varandra:
   (a) två egentillstånd till en självadjungerad operator med samma egenvärde.
   (b) två egentillstånd till en självadjungerad operator med olika egenvärden.
   (c) egentillstånd till två operatorer som uppfyller kanoniska kommuteringsrelationer.

6. Förväntansvärdet av operatorn $\hat{X}^\dagger \hat{X}$ i tillståndet $|\psi\rangle$ är positivt och reellt
   (a) endast om $|\psi\rangle$ är ett egentillstånd till $\hat{X}$.
   (b) endast om $\hat{X}$ är självadjungerad.
   (c) för godtyckliga $\hat{X}$ och $|\psi\rangle$.

7. Om operatorn $\hat{A}$ har de normerade egentillstånden $|\chi_1\rangle$ och $|\chi_2\rangle$ med egenvärden A_1 respektive A_2 så ger en mätning av storheten A på tillståndet $\frac{1}{\sqrt{2}}(|\chi_1\rangle + i|\chi_2\rangle)$

   (a) alltid resultatet $A_1 + iA_2$.

   (b) antingen resultatet A_1 eller resultatet A_2.

   (c) alltid resultatet $\frac{1}{2}(A_1 + A_2)$.

8. Tillståndet $c|\psi\rangle + c'|\psi'\rangle$ är alltid fysikaliskt ekvivalent med tillståndet

   (a) $2c|\psi\rangle + 2c'|\psi'\rangle$.

   (b) $e^{i\phi}c|\psi\rangle + e^{i\phi'}c'|\psi'\rangle$.

   (c) $c|\psi\rangle - c'|\psi'\rangle$.

9. För givna funktioner V och f är rörelseekvationen $m\ddot{\mathbf{r}} = -\nabla V(|\mathbf{r}|) + f(t)\mathbf{r}|\mathbf{r}|^{-1}$ alltid

   (a) tidsinvariant.

   (b) translationsinvariant.

   (c) rotationsinvariant.

10. Om $\mathcal{H} = \mathcal{H}^{(1)} \otimes \mathcal{H}^{(2)}$ så

    (a) utgör produktelementen i $\mathcal{H}$ ett linjärt underrum till $\mathcal{H}$.

    (b) kan man välja en uppsättning produktelement i $\mathcal{H}$ som utgör en ON-bas till $\mathcal{H}$.

    (c) finns det oändligt många linjärt oberoende sammanflätade element i $\mathcal{H}$.

11. Om $|\psi^{(1)}\rangle$ och $|\psi^{(2)}\rangle$ är egentillstånd till operatorerna $\hat{A}^{(1)}$ respektive $\hat{A}^{(2)}$ så är $|\psi^{(1)}\rangle \otimes |\psi^{(2)}\rangle$ alltid ett egentillstånd till

    (a) $\hat{A}^{(1)} \otimes \hat{A}^{(2)}$ men i allmänhet inte till $\hat{A}^{(1)} \otimes \hat{I}^{(2)} + \hat{I}^{(1)} \otimes \hat{A}^{(2)}$.

    (b) $\hat{A}^{(1)} \otimes \hat{I}^{(2)} + \hat{I}^{(1)} \otimes \hat{A}^{(2)}$ men i allmänhet inte till $\hat{A}^{(1)} \otimes \hat{A}^{(2)}$.

    (c) både $\hat{A}^{(1)} \otimes \hat{A}^{(2)}$ och $\hat{A}^{(1)} \otimes \hat{I}^{(2)} + \hat{I}^{(1)} \otimes \hat{A}^{(2)}$.

12. Om $|\psi_1(t)\rangle$ och $|\psi_2(t)\rangle$ är två olika lösningar till Schrödinger-ekvationen $i\hbar\frac{d}{dt}|\psi(t)\rangle = \hat{H}|\psi(t)\rangle$ så är $\langle\psi_1(t)|\psi_2(t)\rangle$

    (a) konstant i tiden.

    (b) en periodisk varierande funktion av tiden.

    (c) en summa av två periodiska funktioner av tiden.

13. Förväntansvärdet av en fysikalisk storhet A är konstant i tiden om
    (a) Ehrenfests teorem är uppfyllt.
    (b) den inte har något explicit tidsberoende och motsvarande operator $\hat{A}$ kommuterar med Hamiltonoperatorn $\hat{H}$.
    (c) systemet är tidsinvariant.
14. Egentillstånden $|\chi_n\rangle$ och förintelseoperatorn $\hat{\alpha}$ för den harmoniska oscillatorn uppfyller
    (a) $\langle\chi_n|\hat{\alpha} = \langle\chi_{n+1}|\sqrt{n+1}$.
    (b) $\langle\chi_n|\hat{\alpha} = \langle\chi_{n-1}|\sqrt{n}$.
    (c) $\langle\chi_n|\hat{\alpha} = \langle\chi_n|\left(n+\frac{1}{2}\right)$.
15. Sannolikhetstätheten för den harmoniska oscillatorns första exciterade tillstånd
    (a) har ett lokalt maximum i det klassiska jämviktsläget.
    (b) har ett lokalt minimum i det klassiska jämviktsläget.
    (c) varierar periodiskt i rummet.
16. Om $|\chi_1\rangle, |\chi_2\rangle, \ldots$ utgör en ON-bas för ett tillståndsrum $\mathcal{H}$ av oändlig dimension så betyder det att
    (a) Alla underrum till $\mathcal{H}$, utom det triviala underrummet som bara består av nollelementet, har oändlig dimension.
    (b) alla element i $\mathcal{H}$ kan skrivas på formen $\sum_{n=1}^{\infty} c_n|\chi_n\rangle$ med komplexa koefficienter c_n.
    (c) alla uttryck av formen $\sum_{n=1}^{\infty} c_n|\chi_n\rangle$ med komplexa koefficienter c_n definierar element i $\mathcal{H}$.
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. En partikel med energi E och rörelsemängd $\mathbf{p}$ svarar mot en vågfunktion med våglängd
    (a) $E/\hbar$.
    (b) $\frac{2\pi\hbar}{|\mathbf{p}|}$.
    (c) $\sqrt{E^2 - c^2\mathbf{p}\cdot\mathbf{p}}$.
19. Om ett tillstånd representeras med en vågfunktion i rörelsemängdsrummet så ges operatorn $\hat{p_x}$ för rörelsemängdens x-komponent av
    (a) multiplikation med ortsvektorns x-komponent.
    (b) multiplikation med rörelsemängdens x-komponent.
    (c) $-i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$.

20. Vågfunktionen för ett fysikaliskt tillstånd i en dimension

    (a) är överallt ändlig.

    (b) är styckvis konstant om potentialen är en kontinuerlig funktion.

    (c) avtar snabbare än $|x|^{-1/2}$ då $x \to \pm\infty$.

21. 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.

22. I en styckvis konstant potential är en partikels vågfunktion

    (a) styckvis konstant.

    (b) kontinuerlig.

    (c) deriverbar godtyckligt många gånger med kontinuerliga derivator.

23. Den reducerade massan m för ett tvåkropparssystem med massor m_1 och m_2 uppfyller

    (a) $\min(m_1, m_2) < m < \max(m_1, m_2)$.

    (b) $m < \min(m_1, m_2)$.

    (c) $m = \frac{m_1 m_2}{m_1 - m_2}$.

24. Då en partikel rör sig i en centralkraftspotential $V(r)$ är dess

    (a) kinetiska energi bevarad.

    (b) rörelsemängd bevarad.

    (c) rörelsemängdsmoment med avseende på origo bevarat.

25. Kommuteringsrelationerna för rörelsemängdsmoment lyder

    (a) $\left[\hat{J}_x, \hat{J}_y\right] = i\hbar\hat{J}_z$.

    (b) $\left[\hat{J}_x, \hat{J}_y\right] = i\hbar\hat{I}$.

    (c) $\left[\hat{J}_x, \hat{J}_x^\dagger\right] = \hat{I}$.

26. Operatorerna $\hat{\mathbf{J}}_z$ och $\hat{\mathbf{J}}^2$ svarande mot z-komponenten och kvadraten på storleken av rörelsemängdsmomentet har egenvärdena $\hbar m$ respektive $\hbar^2 j(j+1)$. Ett exempel på möjliga värden är

    (a) $j = 2$, $m = -\frac{3}{2}$.

    (b) $j = 2$, $m = -2$.

    (c) $j = 2$, $m = -3$.

27. Väteatomens energinivåer kan uttryckas i en konstant A och ett positivt heltal n och är då av formen

    (a) $E_n = \frac{A}{n}$.
    (b) $E_n = \frac{A}{n^2}$.
    (c) $E_n = An^2$.

28. Beteckningen $2p_{1/2}$ syftar på ett tillstånd med

    (a) $n = 1$ och $l = 0$.
    (b) $n = 2$ och $l = 0$.
    (c) $n = 2$ och $l = 1$.

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 21 oktober 2016

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