Dugga i FUF040 Kvantfysik för F3/Kf3
fredagen den 23 oktober 2015 kl 14.00-16.00 i V

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 arbete handlar om
   (a) varför svartkroppsstrålningen är oberoende av temperaturen.
   (b) att ljuset energi är proportionell mot våglängden.
   (c) att ljus är kvantiserat.
2. Bohrs modell för en väteatom förklarar
   (a) varför atomen inte kollapsar på grund av elektromagnetiska strålningsförluster.
   (b) varför atomen inte kollapsar på grund av den elektrostatiska attraktionen mellan elektronen och kärnan.
   (c) varför elektronen alltid roterar i positiv led kring kärnan.
3. Ett exempel på en lokal teori är
   (a) Newtons teori för gravitationen.
   (b) Maxwells teori för elektromagnetismen.
   (c) kvantfysiken.
4. Om χ_1 och χ_2 utgör en ortonormerad bas så gäller detta även för
   (a) $\frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 + i\chi_2)$ och χ_2.
   (b) $e^{i\pi/4}\chi_1$ och χ_2.
   (c) $\chi_1 + i\chi_2$ och $\chi_1 - i\chi_2$.
5. Om operatorn $\hat{A}$ har de normerade egentillstånden χ_1 och χ_2 med egenvärden A_1 respektive A_2 så ger en mätning av storheten A på tillståndet $\frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 + i\chi_2)$
   (a) alltid resultatet $A_1 + iA_2$.
   (b) antingen resultatet A_1 eller resultatet A_2.
   (c) alltid resultatet $\frac{1}{2}(A_1 + A_2)$.
6. Ett vänstercirkulärpolariserat fotontillstånd är ortogonalt mot
   (a) ett högercirkulärpolariserat fotontillstånd.
   (b) alla linjärpolariserade fotontillstånd.
   (c) ett visst linjärpolariserat fotontillstånd.

7. Noethers teorem i klassisk fysik säger att
   (a) en bevarad storhet alltid är symmetrisk.
   (b) en kontinuerlig symmetri alltid svarar mot en bevarad storhet.
   (c) alla symmetrier bevaras.
8. Rörelseekvationen $m\ddot{x} + kx = 0$ för en harmonisk oscillator i rummet är
   (a) tidsinvariant men inte translationsinvariant.
   (b) translationsinvariant men inte tidsinvariant.
   (c) både tidsinvariant och translationsinvariant.
9. Om två hermiteska operatorer $\hat{A}$ och $\hat{B}$ kommuterar så betyder det att
   (a) $\hat{A}\hat{B} = -\hat{B}\hat{A}$.
   (b) Det finns en ortonormerad bas av egentillstånd till både $\hat{A}$ och $\hat{B}$.
   (c) Storheterna A och B kan inte samtidigt ha väldefinierade värden för ett tillstånd.
10. Tillståndet $\psi = \chi_1 \otimes \chi_1' + \chi_1 \otimes \chi_2' + c\chi_2 \otimes \chi_1' + c\chi_2 \otimes \chi_2'$ är
   (a) sammanflätat för alla värden på c.
   (b) inte sammanflätat för något värde på c.
   (c) sammanflätat då och endast då $c \neq 1$.
11. Operatorn $\exp(i\hat{A} \otimes \hat{I} + i\hat{I} \otimes \hat{B})$ är lika med
   (a) $\exp(i\hat{A}) \otimes \exp(i\hat{B})$.
   (b) $\exp(i\hat{A}) \otimes \hat{I} + \hat{I} \otimes \exp(i\hat{B})$.
   (c) $\exp(i\hat{A}) \otimes \exp(i\hat{I}) + \exp(i\hat{I}) \otimes \exp(i\hat{B})$.
12. Det följer från den tidsberoende Schrödinger-ekvationen $i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \hat{H}\psi$ att
   (a) $i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\langle\psi|\psi\rangle = 0$.
   (b) $i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\langle\psi|\psi\rangle = i\hbar$.
   (c) $i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\langle\psi|\psi\rangle = \langle\psi|\hat{H}|\psi\rangle$.
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. Skapelseoperatorn $\hat{\alpha}^\dagger$ och förintelseoperatorn $\hat{\alpha}$ för en harmonisk oscillator uppfyller
   (a) $\left[\alpha, \alpha^\dagger\right] = \hat{I}$.
   (b) $\left[\alpha, \alpha^\dagger\right] = \hbar\hat{I}$.
   (c) $\left[\alpha, \alpha^\dagger\right] = \hat{H}$.

15. De möjliga energierna för en harmonisk oscillator med vinkelfrekvens ω är av formen $E = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right)$ där n är

    (a) ett heltal.

    (b) ett hel- eller halvtal.

    (c) ett icke-negativt heltal.

16. 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) $\sqrt{E^2 - c^2\mathbf{p}\cdot\mathbf{p}}$.

17. Om man mäter rörelsemängden för en partikel som rör sig i en låda med periodiska randvillkor så är de möjliga resultaten

    (a) ändligt många.

    (b) oändligt många.

    (c) inte väldefinierade.

18. 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) $-i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$.

19. I det klassiskt förbjudna området är en partikels totala mekaniska energi E

    (a) exponentiellt avtagande.

    (b) mindre än dess potentiella energi V.

    (c) större än dess potentiella energi V.

20. Sannolikheten för att en partikel skall tunnla genom en makroskopisk barriär beror på $\hbar$ ungefär som

    (a) $-\text{konstant}/\hbar$.

    (b) $e^{-\text{konstant}/\hbar}$.

    (c) $e^{\text{konstant}\,\hbar}$.

21. I en endimensionell, styckvis konstant potential är vågfunktionen för ett normerbart energi-egentillstånd

    (a) styckvis konstant.

    (b) kontinuerlig.

    (c) positiv.

22. Den effektiva potentialen $V_{\text{effektiv}}(r)$ för en partikel med massa m som rör sig med rörelsemängdsmoment L i en centralkraftspotential $V(r)$ är

    (a) $\frac{L^2}{2m}\frac{1}{r^2} + V(r)$.

    (b) $\frac{L^2}{2m}\frac{r^2}{\hbar^2} + V(r)$.

    (c) $\frac{p^2}{2m} + V(r)$.

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

    (a) dess totala mekaniska energi E bevarad.

    (b) dess rörelsemängd $\mathbf{p}$ bevarad.

    (c) storleken $p = |\mathbf{p}|$ av dess rörelsemängd bevarad.

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

25. För ett givet värde på det azimutala kvanttalet j kan det magnetiska kvanttalet m anta

    (a) oändligt många olika värden.

    (b) $2j + 1$ olika värden.

    (c) $j(j + 1)$ olika värden.

26. Ett tillstånd med magnetiskt kvanttal $m = 0$ är

    (a) invariant under alla rotationer.

    (b) invariant under rotationer kring z-axeln.

    (c) alltid ett grundtillstånd.

27. 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 $l = 1$.

28. Om man till den harmoniska oscillatorns Hamiltonoperator $\frac{1}{2m}\hat{p}^2 + \frac{k}{2}\hat{x}^2$ lägger en störning $\lambda\hat{x}$ så kommer grundtillståndets energi att

    (a) öka till första ordningen i λ.

    (b) minska till första ordningen i λ.

    (c) vara oförändrat till första ordningen i λ.

Lycka till!

```
Svar till dugga i kvantfysik 2015
1  c
2  a
3  b
4  b
5  b
6  a
7  b
8  a
9  b
10 b
11 a
12 a
13 b
14 a
15 c
16 b
17 b
18 b
19 b
20 b
21 b
22 a
23 a
24 a
25 b
26 b
27 c
28 c
```