

Dugga i FUF040 Kvantfysik för F3/Kf3

lördagen den 19 oktober 2013 kl 08.30-10.30 i V

Examinator: Måns Henningson, ankn 3245.

Inga hjälpmedel.

Ett alternativ är rätt på varje fråga. Ringa in motsvarande bokstav på svarsblanketten!

1. Vilket värde har (den reducerade) Plancks konstant $\hbar$?
 - (a) $1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.
 - (b) $6,02 \cdot 10^{23} \text{ Nm}$.
 - (c) $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Js}$.
2. Då en metallyta belyses med ultraviolett ljus så att den avger elektroner så
 - (a) ökar de avgivna elektronernas kinetiska energi med ljusets frekvens.
 - (b) ökar antalet avgivna elektroner per tidsenhet med ljusets frekvens.
 - (c) ökar de avgivna elektronernas kinetiska energi med ljusets intensitet.
3. Newtons gravitationsteori är
 - (a) icke kausal, eftersom tiden alltid går framåt.
 - (b) deterministisk, eftersom den gör förutsägelser som inte beror på slumpen.
 - (c) lokal, eftersom den beskriver planeternas rörelser i rummet.
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. Om ψ är ett normerat tillstånd och $\psi' = i\psi$ så gäller att
 - (a) $\langle \psi' | \psi \rangle = i$
 - (b) $\langle \psi' | \psi' \rangle = 1$.
 - (c) $\langle \psi' | \psi' \rangle = -1$.
6. Om en mätning av storheten A på de normerade tillstånden χ_1 och χ_2 säkert ger resultaten A_1 respektive A_2 så får man vid en mätning på tillståndet $\frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 - \chi_2)$
 - (a) säkert resultatet $A_1 - A_2$.
 - (b) säkert resultatet $\frac{1}{\sqrt{2}}(A_1 - A_2)$.
 - (c) en sannolikhetsfördelning för resultatet med väntevärdet $\frac{1}{2}(A_1 + A_2)$.

7. Om ψ och χ är två normerade tillstånd så gäller alltid att
 - (a) $\langle \psi | \chi \rangle$ är positivt.
 - (b) $\langle \psi | \chi \rangle$ ligger innanför enhetscirkeln i komplexa talplanet.
 - (c) $\langle \psi | \chi \rangle$ är lika med ett.
8. Sannolikheten för att en foton som precis har passerat ett polarisationsfilter skall passera ett andra filter som är vridet 45° relativt det första är
 - (a) 0.
 - (b) $1/4$.
 - (c) $1/2$.
9. Om χ_1 och χ_2 är en ortonormerad bas för ett tillståndsrum $\mathcal{H}$ så gäller detta även för
 - (a) χ_1 och $e^{i\pi/4}\chi_2$.
 - (b) $\chi_1 + i\chi_2$ och $\chi_1 - i\chi_2$.
 - (c) $\cos \theta \chi_1 + \sin \theta \chi_2$ och $\cos \theta \chi_1 - \sin \theta \chi_2$ för en godtycklig vinkel θ .
10. Om χ och χ' är normerade egentillstånd till den Hermiteska operatoren $\hat{A}$ med egenvärden A respektive $A + 1$ så har storheten $\langle \chi | \hat{A} | \chi' \rangle$ värdet
 - (a) 0 .
 - (b) A .
 - (c) $A + 1$.
11. Om två operatorer $\hat{A}$ och $\hat{B}$ kommuterar så betyder det att
 - (a) $\hat{A}\hat{B} = -\hat{B}\hat{A}$.
 - (b) Det finns en bas för tillståndsrummet där elementen är egentillstånd till både $\hat{A}$ och $\hat{B}$.
 - (c) Storheterna A och B kan inte samtidigt ha väldefinierade värden för ett tillstånd ψ .
12. Notationen $\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \otimes \mathcal{H}_2$ betyder att
 - (a) ett element i $\mathcal{H}$ alltid kan skrivas som produkten av element i $\mathcal{H}_1$ och $\mathcal{H}_2$.
 - (b) $\mathcal{H}_1$ och $\mathcal{H}_2$ är underrum till $\mathcal{H}$.
 - (c) $\dim \mathcal{H} = \dim \mathcal{H}_1 \dim \mathcal{H}_2$.
13. Tillståndet $|\psi_1\rangle \otimes |\chi_1\rangle + i|\psi_1\rangle \otimes |\chi_2\rangle - i|\psi_2\rangle \otimes |\chi_1\rangle + |\psi_2\rangle \otimes |\chi_2\rangle$ är
 - (a) ett produkttillstånd.
 - (b) ett sammanflätat tillstånd
 - (c) alltid ett egentillstånd till Hamiltonoperatoren.

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

15. Ehrenfests teorem handlar om

(a) tidsutvecklingen för förväntansvärdet av en operator.

(b) existensen av egentillstånd till Hamiltonoperatoren.

(c) hur energin utvecklas i tiden.

16. Den harmoniska oscillatoren har

(a) ett ändligt antal energi-egentillstånd.

(b) diskreta energi-egentillstånd.

(c) energi-egentillstånd med godtyckligt hög eller låg energi.

17. Skapelse och förintelseoperatorerna $\hat{\alpha}^\dagger$ och $\hat{\alpha}$ för en harmonisk oscillator uppfyller

(a) $[\hat{\alpha}, \hat{\alpha}^\dagger] = 0.$

(b) $[\hat{\alpha}, \hat{\alpha}^\dagger] = \hat{I}.$

(c) $[\hat{\alpha}, \hat{\alpha}^\dagger] = \hat{H}.$

18. I en låda med sidlängden L och periodiska randvillkor är motsvarande komponent av rörelsemängden kvantiserad i heltalsmultipler av

(a) $\frac{2\pi\hbar}{L}.$

(b) $\frac{L}{2\pi\hbar}.$

(c) $\hbar^2 L(L+1).$

19. Om ett tillstånd representeras av en vågfunktion i lägesrummet så ges operatoren $\hat{\mathbf{p}}$ för rörelsemängd av

(a) $e^{i\mathbf{p}\cdot\mathbf{r}}.$

(b) $p_x\sigma_x + p_y\sigma_y + p_z\sigma_z.$

(c) $-i\hbar\nabla.$

20. En partikel med massa m vars rörelsemängd har storleken p har de Broglie-våglängden

(a) $cp.$

(b) $\frac{2\pi\hbar}{p}.$

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

21. De kanoniska kommuteringsrelationerna säger bland annat att

- (a) $[\hat{r}_z, \hat{p}_z] = i\hbar \hat{I}$.
- (b) $[\hat{A}, \hat{B}] = \hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$.
- (c) $[\hat{p}_x, \hat{p}_y] = i\hbar \hat{p}_z$.

22. I ett klassiskt tillåtet område är vågfunktionen för en partikel

- (a) konstant.
- (b) oscillerande.
- (c) exponentiellt växande eller avtagande.

23. I en styckvis konstant potential är en partikels vågfunktion

- (a) styckvis konstant.
- (b) kontinuerlig.
- (c) deriverbar godtyckligt många gånger med kontinuerliga derivator.

24. Sannolikheten P_T för att en partikel skall tunnla genom en barriär beror på $\hbar$ enligt

- (a) $\exp\left(-\frac{\text{konstant}}{\hbar}\right)$.
- (b) $\exp(-\text{konstant} \times \hbar)$.
- (c) $\text{konstant}_0 + \text{konstant}_1 \times \hbar + \text{konstant}_2 \times \hbar^2 + \dots$

25. För att rörelsemängdsmomentet för en partikel skall vara bevarat måste den röra sig under inflytande av en kraft

- (a) som alltid är riktad mot origo.
- (b) vars storlek bara beror på avståndet till origo.
- (c) som är rotationsfri.

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

- (a) $\frac{L^2}{2mr^2} + V(r)$.
- (b) $\frac{mr^2}{2L^2} + V(r)$.
- (c) $\frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial}{\partial r} V(r) \right)$.

27. Tänkbara värden på spinnet j och spinnprojektionen m för en partikel är

- (a) $j = 2$ och $m = 3$.
- (b) $j = 1/2$ och $m = -1/2$.
- (c) $j = 5/2$ och $m = 0$.

28. Klotytefunktionen $Y_j^m(\theta, \phi)$ ges för $j = 1$ och $m = 0$ av

- (a) $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}$.
- (b) $\sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \theta$.
- (c) $\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \theta e^{i\phi}$

29. Joniseringsenergin för en väteatom med $n = 2$ är

- (a) 13.6eV
- (b) -13.6eV
- (c) 3.4eV.

30. Antalet linjärt oberoende tillstånd för en väteatom med $n = 2$ är

- (a) 2.
- (b) 8.
- (c) oändligt.

31. Störningsteori används för att

- (a) analysera problem som ligger nära ett exakt lösbart problem.
- (b) analysera exakt lösbara problem.
- (c) analysera problem där energin är liten.

32. Om man till potentialen $V(x)$ för en partikel som rör sig i en dimension lägger en störning λx^4 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!

