# Kvantummechanika B
# vizsgazh.

1. A szilárd anyagok fajhője alacsony hőmérsékleten nem követi a Dulong-Petit-szabályt (hőmérséklettől független a fajhő), hanem nullához tart. Ennek az az oka, hogy

   A. alacsony hőmérsékleten a kristályok megfagynak.

   B. a rácsrezgések módusaira is alkalmazható az ekvipartíció tétele.

   C. a rácsrezgések módusaira is alkalmazható a Planck-féle kvantumhipotézis.

2. Az atomi elektron pályamozgásból eredő mágneses momentuma az impulzusmomentumával arányos. Az arányossági tényező (amivel az impulzusmomentumot szorozni kell)

   A. $-\frac{q_e}{m_e}$

   B. $-\frac{m_e}{q_e}$

   C. $-\frac{q_e}{2m_e}$

3. A Compton-effektus során a szóródó röntgensugár hullámhossza megnövekszik, mert

   A. fellép a fékezési sugárzás.

   B. a grafit valamelyik elektronján szóródó foton impulzust és energiát ad át az elektronnak.

   C. a grafit a röntgensugárzás egy részét elnyeli.

4. A kvantummechanikában a fizikai mennyiségek hermitikus operátorok. Ezeknek az operátoroknak a sajátértékei

   A. általában komplex számok.

   B. a méréskor kapható értékek.

   C. a mérés valószínűségei.

5. Számítsa ki a kinetikus energia operátorának és a $x$ koordináta operátorának a kommutátorát!

6. Írja fel a hélium-atom elektronrendszerének Hamilton-operátorát koordinátareprezentációban!

7. Írja fel a $z$-tengely negatív irányába haladó síkhullám kifejezését $E$ energiájú, $p$ impulzusú részecskére!

8. Ha az impulzusmomentum $y$-komponensének sajátértéke $-3\hbar$, akkor mennyi lehet az impulzusmomentum négyzetének sajátértéke a közös sajátállapotban?

9. Az $\hat{S}_z$ spinoperátor normált sajátállapotait jelöljük $|\uparrow>$-val ill. $|\downarrow>$-val. Az $\hat{S}_y$ operátor normált sajátállapotai felírhatók

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow> + \frac{i}{\sqrt{2}}|\downarrow>$$

($+\hbar/2$ sajátérték) ill.

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow> - \frac{i}{\sqrt{2}}|\downarrow>$$

($-\hbar/2$ sajátérték) alakban. Mi a valószínűsége annak, hogy a

$$\frac{3}{5}|\uparrow> + i\frac{4}{5}|\downarrow>$$

állapotban levő elektronon az $\hat{S}_y$ spinkomponenst megmérve a $-\hbar/2$ értéket kapjuk?

10. A hidrogénatom Hamilton-operátora gömbszimmetrikus, ezért felcserélhető az impulzusmomentum operátorának mindhárom komponensével, az impulzusmomentum komponensei viszont nem cserélhetők fel egymással.

    A. Emiatt az impulzusmomentum komponenseinek létezik közös sajátállapot-rendszere.

    B. Emiatt a hidrogénatom energiaszintjei elfajultak.

    C. Emiatt a hidrogénatom energia-sajátállapotai is gömbszimmetrikusak.

11. A vonalas Röntgen-spektrum $K_\alpha$ vonalainak frekvenciáira teljesül, hogy

$$\sqrt{\nu} \propto Z - 1$$

($Z$ a rendszám).

A. Ez az összefüggés a Bohr-elmélet keretei között nem magyarázható meg.

B. Ennek az az oka, hogy az atommagból kilép egy proton, és ezért a rendszám eggyel csökken.

C. Ennek az az oka, hogy a belső héjon marad még egy elektron, ami az atommag effektív töltését csökkenti.

12. Számítsa ki a pálya-impulzusmomentum $z$-komponensének várható értékét az

$$i\frac{1}{\sqrt{2}}Y_{1,-1} - \frac{1}{\sqrt{2}}Y_{2,2} \tag{1}$$

állapotban!

13. A hidrogénatom második gerjesztett állapotában a mellékkvantumszám lehet $\ell = 2$ is ($3d$ pálya). Egy hidrogénatomban hány ilyen állapot létezik?

A. Hat.

B. Tíz.

C. Öt.

14. A kétatomos molekulák rezgési-forgási spektruma egymástól közelítőleg egyenlő távolságra levő csúcsokból áll, de egy csúcs középen hiányzik, mivel

A. a rezgési energiaszintek sokkal közelebb vannak egymáshoz, mint a forgási energiaszintek.

B. az $\ell \to \ell$ átmenet tiltott ($\ell$ az impulzusmomentum négyzetét meghatározó kvantumszám).

C. a harmonikus oszcillátor energiaszintjei egyenlő távolságra vannak egymástól.

15. Melyik állítás helyes?

A. Két vagy több fermion nem lehet ugyanabban az állapotban.

B. A bozonok olyan részecskék, melyek spinje félegész (1/2, 3/2 stb.)

C. A fermionok olyan részecskék, melyek spinje egész (0, 1, 2 stb.)

16. Egydimenziós $L$ szélességű végtelen potenciálgödörben (belül nulla, kívül végtelen a potenciál) mozgó részecske esetében a normált alapállapot

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\pi \frac{x}{L}\right) \ , x \in (0, L) \ .$$

Mi a valószínűsége, hogy a részecske helyét méréssel meghatározva azt $L/2$ és $2L/3$ között találjuk?

17. Mit jelent a Heisenberg-féle határozatlansági reláció?

A. A pontos impulzusméréshez a koordináta mérésének pontosságát is növelni kell.

B. Az impulzusnak és a koordinátának létezik ugyan egyidejűleg pontos értéke, de azok egyszerre nem mérhetők meg.

C. Az impulzusnak és a koordinátának nem létezik egyidejűleg pontos értéke.

18. A szabad tömegpont hullámfüggvénye szétfolyik (kiszélesedik), mivel

A. a gáz betölti a rendelkezésére álló teret.

B. a hullámfüggvény síkhullámok szuperpozíciója, és az egyes összetevők különböző sebességgel terjednek.

C. a hullámfüggvényre nem érvényes a szuperpozíció elve.

19. 3 spinű részecskéknek mekkora az impulzusmomentum-négyzete és mi lehet az impulzusmomentum-vetülete?

20. A radioaktív $\alpha$-bomlás felezési idői azért változnak annyira széles határok között ($\mu s$-tól tízmilliárd évig), mert

A. az atommagok hőmérséklete is széles határok között változik.

B. a potenciálgáton való áthaladás valószínűsége exponenciálisan függ $-const./\sqrt{E}$-től, ahol $E$ a bomlás energiája.

C. az atommagok mérete is nagyon széles határok közt változik.

21. Írja fel a $H_2$ molekula elektronrendszerének Hamilton-operátorát atomi egységekben!

A. $-\frac{1}{2}\triangle_1 - \frac{1}{2}\triangle_2 - \frac{1}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{R}_A|} - \frac{1}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{R}_B|} - \frac{1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{R}_A|} - \frac{1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{R}_B|} + \frac{1}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|}$

B. $-\frac{1}{2}\triangle_1 - \frac{1}{2}\triangle_2 - \frac{1}{2}\triangle_3 - \frac{3}{r_1} - \frac{3}{r_2} - \frac{3}{r_3} + \frac{1}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|} + \frac{1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_3|} + \frac{1}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|}$

C. $-\frac{1}{2}\triangle_1 - \frac{1}{2}\triangle_2 - \frac{2}{r_1} - \frac{2}{r_2} + \frac{1}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|}$

22. A kötő molekulapályák

    A. több molekulát kapcsolnak egymáshoz.

    B. antiszimmetrikusak a két azonos atommagot összekötő szakasz felezősíkjára.

    C. energiája a magtávolság függvényében minimumot mutat.

23. Az $\left(\hat{\mathbf{L}} + \hat{\mathbf{S}}\right)^2$ operátornak mik a sajátértékei, ha $\ell = 1$ és $s = 3/2$ ?

24. Mennyi az $Y_{4,3}$ állapot paritása?

    A. 1

    B. $-1$

    C. 3

Minden feladatra maximum 1 pont kapható.
Ponthatárok:

- 0-12 pont: 1
- 13-15 pont: 2
- 16-18 pont: 3
- 19-21 pont: 4
- 22-24 pont: 5