

Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet, funktiolaskin sekä A4-kokoinen käsinkirjoitettu muistilappu. Muistilappu on palautettava koevastaussten mukana. Perustelee käyttämäsi kaavat ja ratkaisujen välivaiheet. Esittele vastauksessasi esiintyvät symbolit ja niiden merkitykset. Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen.

Kaikkissa tehtävissä vastauksista arvioidaan sekä esitystapa että sisällön oikeellisuus. Jokainen tehtävä arvioidaan asteikolla 0-6 pistettä.

On tärkeää että ainakin yrität jokaista tehtävää.

- Määrittele seuraavien kvanttifysiikan termien/käsitteiden merkitys enintään noin 30 sanalla /termi. Pelkkä kaava ei ole riittävä vastaus. Merkitäväsi yliptikä vastaus vähentää pisteitä.

(a) Degeneraatio	(c) Balmerin sarja	(e) Hybridisaatio
(b) Spin	(d) Paulin kieltoääntö	(f) Qubiti

2. Mikä on Sternin ja Gerlachin kokeen sekä liikemäärämomentin kvantittumisen välinen yhteys? Perustelee vastauksesi käyttäen korkeintaan noin 300 sanaa. Käytä tarvittaessa kuvia ja diagrammeja vastauksesi tukena. Pelkät kuvat eivät ole kuitenkaan riittävä vastaus.

3. Tarkastellaan Li^{2+} -ionia.

- Miksi sitä voidaan sanoa vetymäiseksi ioniksi? Perustelee. (4p)
- Laske Li^{2+} -ionin elektronin energia tilassa $n = 2$. (2p)

4. Määritä vetyatomin perustilalla olevan elektronin potentiaalienergian odotusarvo.

5. (a) Arvioidaan He-atomien elektronien välisen repulsioon suuruutta. Heliumin ensimmäinen ionisaatioenergian suuruus on 24.6 eV. Lisää siihen kertaalleen ionisoituneen heliumin elektronin poistamiseksi tarvittava energia ja vertaa sitä molempien elektronien poistamiseksi tarvittavaan energiaan, jos ne käyttäytyisivät kuin niiden välillä ei olisi repulsiota. (4p)

(b) Kuinka kaukana toisistaan elektronit ovat, jos niiden välinen repulsiivinen energia on a-kohdassa lasketun suuruinen? (2p)

l, m_l	$Y_{m_l}(\theta, \phi)$	n, ℓ	$R_{n\ell}(r)$
0, 0	$\sqrt{\frac{1}{4\pi}}$	1, 0	$\frac{1}{(a_0)^{3/2}} 2e^{-r/a_0}$
1, 0	$\sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \theta$	2, 0	$\frac{1}{(2a_0)^{3/2}} 2 \left(1 - \frac{r}{2a_0}\right) e^{-r/2a_0}$
1, ± 1	$\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \theta e^{\pm i\phi}$	2, 1	$\frac{1}{(2a_0)^{3/2}} \frac{r}{\sqrt{3}a_0} e^{-r/2a_0}$
2, 0	$\sqrt{\frac{5}{16\pi}} (3 \cos^2 \theta - 1)$	3, 0	$\frac{1}{(3a_0)^{3/2}} \left(2 - \frac{4r}{3a_0} + \frac{4r^2}{27a_0^2}\right) e^{-r/3a_0}$
2, ± 1	$\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \cos \theta \sin \theta e^{\pm i\phi}$	3, 1	$\frac{1}{(3a_0)^{3/2}} \frac{4\sqrt{2}r}{9a_0} \left(1 - \frac{r}{6a_0}\right) e^{-r/3a_0}$
2, ± 2	$\sqrt{\frac{15}{32\pi}} \sin^2 \theta e^{\pm 2i\phi}$	3, 2	$\frac{1}{(3a_0)^{3/2}} \frac{2\sqrt{2}r^2}{27\sqrt{5}a_0^2} e^{-r/3a_0}$

Kirjoita SELVÄSTI nimesi, opiskelijanumerosi, opintojaksokoodi sekä kokeen päivämäärä jokaiseen koepaperiin. Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen.