

Huom! Kirjoita vastauspaperin yläreunaan joko "3. VÄLIKOE", "TENTTI" tai "3. VÄLIKOE JA TENTTI". Välikokeen suorittajat vastaavat tehtäviin 1–4, tentin suorittajat tehtäviin 3–7 ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin.

1. Avaruusasema kulkee suoraan maata kohti vauhdilla $0.500c$ maan suhteen. Avaruusasemalta laukaistaan luotain kohti maata vauhdilla $0.450c$ avaruusaseman suhteen. Luotaimesta ammutaan maata kohti protonisuihku vauhdilla $0.800c$ luotaimen suhteen. Laske protonisuihkun vauhti maan suhteen.

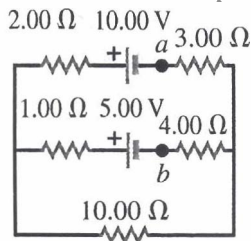
2. a) Viritetyn vetyatomin pääkvanttiluku $n = 5$. Luettele kaikki mahdolliset kvanttiluvun l arvot, kun $n = 5$. b) Oletetaan lisäksi, että elektronin rataliikkeen kulmaliikemäärän suuruus on suurin mahdollinen. Laske kyseinen kulmaliikemäärän suuruus \hbar :n avulla lausuttuna. c) Luettele kaikki mahdolliset kvanttiluvun m_l arvot b-kohdan elektronille. d) Oletetaan lisäksi, että elektronin rataliikkeen kulmaliikemäärän z -komponentti on niin suuri (positiivinen) kuin on mahdollista. Laske kulmaliikemäärän z -komponentti \hbar :n avulla lausuttuna.

3. Laske, paljonko tehdään työtä, kun tekkari (massa 60.0 kg) kiihdytetään a) levosta nopeuteen $0.900c$ ja b) nopeudesta $0.900c$ nopeuteen $0.990c$.

4. Tarkastellaan yksiulotteista problemaa, jossa elektroni pääsee liikkumaan x -suunnassa. Elektronin kokema potentiaalienergiafunktio on kaikkialla vakio U_0 . Elektronin energia on sitä suurempi: $E > U_0$. Osoita, että aaltofunktio Ae^{ikx} on Schrödingerin yhtälön ratkaisu (i on imaginääriyksikkö: $i^2 = -1$). Laske lauseke aaltoluvulle k (E :n ja U_0 :n avulla lausuttuna).

5. Tarkastellaan hyvin pitkää, suoraa, onttoa metalliputkea. Putken ulkosäde on 85 mm ja sisäsäde on 55 mm. Putken varaus on positiivinen; varausta on putken pituusyksikköä kohti 1.23 nC/m. Laske sähkökentän suuruus pisteessä, jonka etäisyys putken akselistä on 99 mm. **Huom!** Ratkaisun pitää lähteä Gaussin laista ja perustelujakin pitäisi löytyä riittävästi.

6. Laske kuvan virtapiirissä ylimmän haaran virta (pisteen a kautta).



7. Poyntingin vektori on

$$\vec{S} = (960 \text{ W/m}^2) \hat{k} \cos^2[(10.5 \text{ rad/m}) z - (3.14 \cdot 10^9 \text{ rad/s}) t].$$

a) Mihin suuntaan aalto etenee? b) Laske aallon keskimääräinen intensiteetti. c) Laske aallonpituus.

alkeisvaraus	$1.60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$