

*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.

0,972 c

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

0, 1, 2, 3, 4  
 0, 1, 2, 3, 4  
 -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4  
 4, 5

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

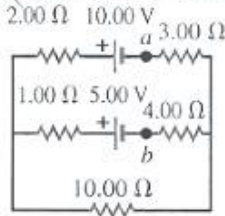
6, 77 E-3  
 75, 9 E-3

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 aaltoluku  $k$  on Schrödingerin yhtälön ratkaisu ( $i$  on imaginääriyksikkö:  $i^2 = -1$ ). Laske lauseke aaltoluvulle  $k$  ( $E$ :n ja  $U_0$ :n avulla lausuttuna).

$$k = \sqrt{\frac{(E - U_0)^2 - m_0^2 c^4}{\hbar^2}}$$

✗ Tarkastellaan hyvin pitkää, suoraa, onttoa metalliputkea. Putken ulkosäde on  $85 \text{ mm}$  ja sisäsäde on  $55 \text{ mm}$ . Putken varaus on positiivinen: varaukselta on putken pituusyksikköä kohti  $1.23 \text{ nC/m}$ . Laske sähkökentän suuruus pisteessä, jonka etäisyys putken akselista on  $99 \text{ mm}$ . *Huom!* Ratkaisun pitää lähteä Gaussin laista ja perustelujakin pitäisi löytyä riittävästi.

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



✗ 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	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$

**Kaavoja kääntöpuolella!**