

1. Kuparissa kahden atomin etäisyys on $2.27 \times 10^{-10}m$ ja jokainen atomi luovuttaa yhden elektronin vapaaksi virrankuljettajaksi.

(a) Osoita, että virrankuljettajien lukumäärätiheys on $n = 8.5 \times 10^{28}m^{-3}$ olettaen, että jokainen atomi ottaa kuution muotoisen tilan. (b) $93cm$ pitkä johdin, jonka läpimitta on $2.05mm$ kuljettaa $4.85A$:n virtaa. Paljonko yhdeltä elektronilta kuluu aikaa kulkea johtimen päästä päähän? (c) Paljonko aikaa kuluu, jos johtimen läpimitta on $4.12mm$?

2. Yksinkertainen vaihtovirtageneraattori. Kestomagneettien välisessä tilassa on tasainen magneettikenttä B , joka osoittaa alemman magneetin pohjoisnavasta ylemmän etelänapaan. Kentän voimakkuus on $B = 0.010T$. Magneettien väliin on asetettu kela, joka pyörii magneettikenttää vastaan kohtisuoraan osoittavan akselin ympäri. Pyörimisen kulmanopeus on $10rev/s$ ja kelan kierrosmäärä on $N = 1000$. Kelalla on poikkipinta-ala $0.010m^2$.

(a) Mikä on kelan läpi kulkeva magneettikentän vuo, kun kela on vaakasuorassa asennossa verrattuna magneettikenttään? (b) Millainen lähdejännite indusoituu kelaan? Mikä on lähdejännitteen maksimi?

3. Kaksi suprajohtavaa johdinta on $4.5mm$:n etäisyydellä toisistaan. Kummassakin kulkee samansuuntaisesti $15000A$:n virta. (a) Kuinka voimakkaan magneettikentän toinen johtimista aiheuttaa toisen etäisyydellä? (b) Kuinka suuri on johdinten toisiinsa kohdistama voima pituusyksikköä kohden? Onko voima hylkivä vai puoleensavetävä? perustelee.

4. Fuusioreaktio. Kun kaksi deuterium-ydintä (varaus $+e$, massa $3.34 \times 10^{-27}kg$) tulevat tarpeeksi lähelle toisiaan, ydinhiukkasten vahva vuorovaikutus liittyy ytimet Heliumiksi ja suuri määrä energiaa vapautuu. Tämä on fuusioreaktorin toiminnan peruseriaate. Vahvan vuorovaikutuksen kantama on $n \cdot 10^{-15}m$.

Fuusioreaktorissa deuterium-ytimet ovat liian nopeita, jotta ne pysyisivät tavallisten seinien sisällä, joten niitä on säilytettävä "magneettisessa pullossa."

(a) Kuinka nopeasti kahden deuteriumin on liikuttava toisiinsa nähden, jotta ne voittaisivat ydinten välisen Coulombin voiman ja pääsisivät vahvan vuorovaikutuksen kantaman etäisyydelle?

(b) Millainen magneettikenttä tarvitaan tällöin pitämään deuteriumit ympyräradalla, jonka halkaisija on $2.50m$?

5. Tarkastele punaista laser-sädettä ($\lambda = 630nm$). (a) Mikä on säteeseen liittyvän kentän taajuus?

(b) Jos laser lähettää punaista valoa teholla $3.20mW$ säteessä, jonka halkaisija on $2.50mm$, mikä on säteen intensiteetti? Mitkä ovat sähkö- ja magneettikentän amplitudit lasersäteessä?

(c) Säteeseen liittyvää sähkökenttää voidaan kuvata esim. lausekkeella

$$\mathbf{E}(x, t) = E \hat{j} \sin[\omega t - kx],$$

Kirjoita edellisten laskujen perusteella lukuarvot suureille E , ω ja k .