

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin

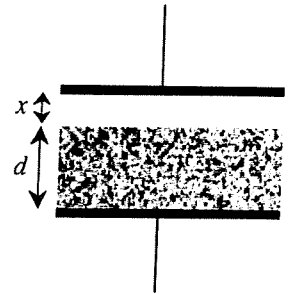
- Miten määritellään $1A$:n virta?
- Mikä on sähkökentän voimakkuuden suuruusluokka metallikappaleen sisällä?
- Mikä on diamagneettisen aineen magneettisen susceptiivisuuden suuruusluokka?
- Millainen on Gaussin laki magneetikentille?
- Mainitse kaksi magneetikenttiin liittyvää ominaisuutta, jotka seuraavat Gaussin laista magneetikentille!

2. Joissain suolakiteissä ionit ovat järjestäytyneet kuutiolliseen hilaan siten, että jokaista positiivista ionia ympäröi kuusi negatiivista ionia ja päinvastoin.

- Määritä lauseke kuuden positiivisen ionin muodostamalle potentiaalille origossa, kun positiiviset ionit ovat pisteissä $(a,0,0)$, $(-a,0,0)$, $(0,a,0)$, $(0,-a,0)$, $(0,0,a)$ ja $(0,0,-a)$.
- Määritä edellisen perusteella origossa olevan negatiivisen ionin potentiaalienergia sitä ympäröivien kuuden ionin kentässä. Kaikkien ionien varauksen itseisarvo on e ja etäisyysparametri $a = 1,5\text{Å}$.

3. Varattu kondensaattori (levyjen ala A) on oheisen kuvan mukaisesti osittain täytetty eristemateriaalilla, jonka suhteellinen permittiivisyys ϵ_r . Kondensaattorissa on varaus Q . Eristelevyn paksuus on d , ja ilma-osa paksuus x .

- Määritä kondensaattorin kapasitanssi
- Määritä millainen voima vaaditaan, jos kondensaattorin levyjen välimatkaa pyritään kasvattamaan.
- Millainen on polarisaatio tämän tehtävän kondensaattorilevyjen välissä, kun sähkövuon tiheys on $D = Q/A$.

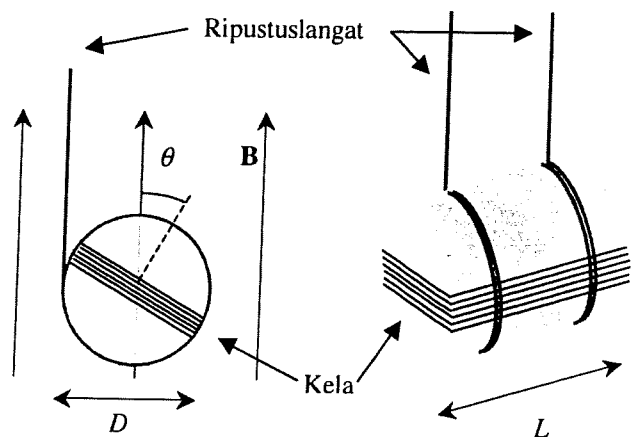


4. Elektroni kulkee tyhjiössä pitkän suoran virtajohtimen (säde a) suuntaisesti. Johtimessa kulkee virta I ja elektronin nopeus on virran suunnalle vastakkainen. Johdin on lisäksi kytketty jännitelähteeseen siten, että johtimen ulkopuolella potentiaali on

$$V(r) = V_0 \left(1 + \ln \frac{a}{r} \right).$$

Määritä

- johtimen synnyttämä magneettikenttä,
- johtimen synnyttämä sähkökenttä sekä
- millä ehdolla elektroni kulkee suoraviivaisesti.



5. Pieni kela on valmistettu kiertämällä N kierrosta johdinta ohuen putken (halkaisija D , pituus L) ympärille oheisen kuvan mukaisesti. Putken halkaisijan ympärille on kierretty muutama kierros ohutta lankaa, joiden varassa putki on ripustettu kattoon. Kappale on homogeenisessa magneettikentässä, jonka vuontiheys B on pystysuoraan ylöspäin. Muuttamalla kelassa kulkevaa virtaa, saadaan putki (ja kela) nousemaan ja laskemaan lankojen varassa. Kelan ja putken kokonaismassa on M .

- Määritä pienin mahdollinen virta, jolla putki (ja kela) pysyy paikallaan.
- Mikä on virran suunta ja pienintä virtaa vastaava kulma θ .

Sylinterikoordinaatistossa $\nabla = \frac{\partial}{\partial r} \hat{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \phi} \hat{\phi} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{k}$

Pallokoordinaatistossa $\nabla = \frac{\partial}{\partial r} \hat{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \hat{\theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} \hat{\phi}$

Merkitse nimi, osasto, opiskelijanumero ja kurssin koodi jokaiseen paperiin.

Lyhyet perustelut kaikille ratkaisuille vaaditaan.

Pisteet eivät välttämättä jakaudu tasan tehtävien alakohtien kesken.

Vakiot jaetaan