

Kokeessa ei saa olla mukana kirjallisuutta eikä omia kaavakokoelmia. Oheisella paperilla on muutamia kaavoja ja taulukkoarvoja. Jos tarvitset muita kaavoja, johda ne. Jos puuttuu lukuarvoja, käytä arviota tai laske symbolein. Voit osallistua joko välikokeeseen, tenttiin tai molempiin.

### Tehtävät 1 ja 2 vain tenttiin

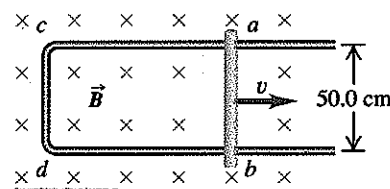
- Tarkastellaan valon (aallonpituus 520 nm) diffraktiota neljän raon muodostamassa läpäisyhilassa. Rakojen leveys on  $1.0 \mu\text{m}$  ja rakojen välimatka (vastinpisteiden väli) on  $3.0 \mu\text{m}$ . Tarkastelukulma on  $10.0^\circ$  ja tutkitaan kaukokenttää.
  - Mikä on yhden raon eri päistä tulevien aaltojen matkaero ja vaihe-ero?
  - Mikä on reunimmaisista raoista tulevien aaltojen matkaero ja vaihe-ero?
  - Laske intensiteetti kyseisessä kulmassa, jos se kulmassa nolla on  $I_0$ .
- $R=2.0 \text{ cm}$  -säteisen eristepallon sisällä on varaustiheys  $\rho = kr/R$ , missä  $r$  on etäisyys keskipisteestä ja  $k=3.0 \text{ nC/m}^3$ . Pallon permittiivisyys on  $\epsilon_0$ . Olkoon potentiaalin nollakohta äärettömän kaukana pallosta.
  - Laske potentiaali pallon pinnalla
  - Laske potentiaali pallon keskipisteessä

### Tehtävät 3-5 sekä välikokeeseen että tenttiin

- Ilmaeristeisen tasolevykondensaattorin levyjen etäisyys on  $1.0 \text{ cm}$  ja pinta-ala on  $0.25 \text{ m}^2$ . Kondensaattori on varattu  $100 \text{ V}$  jännitelähteellä, minkä jälkeen jännitelähde on irrotettu ilman, että varaus olisi päässyt purkautumaan. Kondensaattorin levyjen väliin työnnetään niitä koskettamatta  $0.25 \text{ m}^2$  metallilevy, jonka paksuus on  $0.60 \text{ cm}$ . Levy on täsmälleen kondensaattorilevyjen muotoinen ja se työnnetään levyjen väliin niin, että se on yhtä kaukana kummastakin.
  - Mitkä ovat elektrodien varaukset ennen ja jälkeen lisälevyn laittamisen?
  - Mikä on elektrodilevyjen välinen jännite sen jälkeen kun lisälevy on laitettu?
- Koaksiaalikaapelissa kulkee signaali niin, että tietty virta kulkee keskijohtimessa ja ulkojohtimessa kulkee samansuuruinen virta vastakkaiseen suuntaan. Olkoon keskijohde säteeltään  $3.0 \text{ mm}$ , ulkojohdin sisäsäteeltään  $5.0 \text{ mm}$  ja ulkosäteeltään  $7.0 \text{ mm}$ . Sisäjohtimessa kulkee virta  $I = 5.0 \text{ A}$ . Virrantiheys on sekä sisä- että ulkojohteessa on vakio yli johtimen poikkipinnan. Kehitä lauseke magneettikentälle  $r$ :n funktiona ( $r =$  etäisyys kaapelin keskiakselista).
- Suoran solenoidin poikkipinta-ala on  $2.0 \text{ cm}^2$ , se on  $5.0 \text{ cm}$  pitkä ja siinä on 100 kierrosta. Solenoidin sydän on valmistettu ideaalisesta raudasta, jonka suhteellinen permeabiliteetti on 800. Solenoidin päälle on kierretty 50 kierroksen toisiokela. Ensiökkelassa kulkee sinimuotoinen virta, jonka amplitudi on  $0.10 \text{ A}$  ja taajuus  $50 \text{ Hz}$ .
  - Laske kelojen keskinäisinduktanssi
  - Laske toisiokelaan indusoituneen jännitteen amplitudi

### Tehtävät 6 ja 7 vain välikokeeseen

- Johde  $ab$  on kitkattomassa kontaktissa kuvan U-kiskojen kanssa. Laitte on tasaisessa, kuvan tasoa vastaan kohtisuorassa magneettikentässä  $0.800 \text{ T}$ . Johde  $ab$  liikuu oikealle nopeudella  $7.50 \text{ m/s}$ .
  - Mikä on silmukkaan  $abcd$  indusoitunut SMV ja mihin suuntaan siinä kulkee sähkövirta?
  - Jos  $abcd$ -silmukan vastus on  $1.50 \Omega$ , mikä voima tarvitaan pitämään tanko liikkeellä?



- He-Ne -laserin ( $\lambda=633 \text{ nm}$ ) valoteho on  $10 \text{ mW}$ . Olkoon intensiteetti vakio säteen alueella, jonka poikkipinta-ala ilmassa on  $1.0 \text{ mm}^2$ .
  - Laske sähkökentän ja magneettivuon tiheyden amplitudit säteessä
  - Säde kohdistetaan pintaan, jonka absorptio on 100%. Minkä voiman säde siihen kohdistaa?

## Laaja fysiikka II: kaavoja

$$m_e = 9.109\,3897 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5.485\,799\,03 \cdot 10^{-4} \text{ u} = 0.510\,999\,06 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_p = 1.674\,9286 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.007\,276\,470 \text{ u} = 938.272\,31 \text{ MeV}/c^2$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 \quad (\text{F/m})$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \quad (\text{H/m})$$

$$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \left[ \frac{\alpha + \beta}{2} \right] \cos \left[ \frac{\alpha - \beta}{2} \right] \quad P = \frac{1}{2} \mu \omega^2 A^2 v$$

$$I = I_0 \left[ \frac{\sin\left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta\right)}{\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta} \right]^2 \cos^2 \left( \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \quad I = \frac{I_0}{N^2} \left[ \frac{\sin\left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta\right)}{\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta} \right]^2 \left[ \frac{\sin\left(\frac{N\pi d}{\lambda} \sin \theta\right)}{\sin\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta\right)} \right]^2$$

$$a \sin \theta = n\lambda$$

$$d \sin \theta = n\lambda$$

$$f' = \frac{(v - v_0)}{(v - v_s)} f$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} \quad v = \sqrt{\frac{1}{\mu \epsilon}}$$

$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{l} = I + \frac{d}{dt} \iint_S \vec{D} \cdot d\vec{A}$$

$$\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$\iint_S \vec{D} \cdot d\vec{A} = \sum_i q_i$$

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\vec{H} = \frac{I}{4\pi} \int \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad \Delta \vec{F} = I \Delta \vec{l} \times \vec{B} \quad \vec{T} = \vec{m} \times \vec{B} \quad \vec{m} = I A \vec{n} \quad \vec{m} = \frac{2pl}{\mu} \vec{n} \quad M = \frac{N_2 \Phi_2}{I_1}$$

$$E = vB \quad w = \frac{1}{2} \epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu H^2 \quad \langle \vec{S} \rangle = \vec{v} \langle w \rangle = \langle \vec{E} \times \vec{H} \rangle \quad I = I_0 \cos^2 \theta$$