

Tentti 08.05.2026

- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Kokeessa saa olla mukana itse käsin kirjoitettu muistilappu (yksi A4, vain toinen puoli).
Muistilappu tulee palauttaa koepaperin mukana.
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.

1

Paikalleen kiinnitetyn eristepallon säde on 4.0 cm, ja se on varattu symmetrisesti nettovaraukseen $Q = 109 \text{ nC}$. Pistevaraus ($q_0 = 1.8 \text{ nC}$, $m = 1.3 \mu\text{g}$) ammutaan suoraan kohti varattua palloa.

a) Kuinka suuri sähköinen voima pistevaraukseen kohdistuu etäisyydellä 10.0 cm varauspallon keskipisteestä?

b) Kuinka suuri vauhti pistevarauksella tulee olla etäisyydellä 10.0 cm varauspallon keskipisteestä, jotta vauhti riittää viemään pistevarauksen varauspallon pinnalle saakka?

Vihje: Pallomaisen varausjakauman tietyt suureet voi laskea samoilla kaavoilla kuin pistevarauksen vastaavat suureet, kun tutkitaan pisteitä pallon ulkopuolella. Voit käyttää näitä suoraan.

2

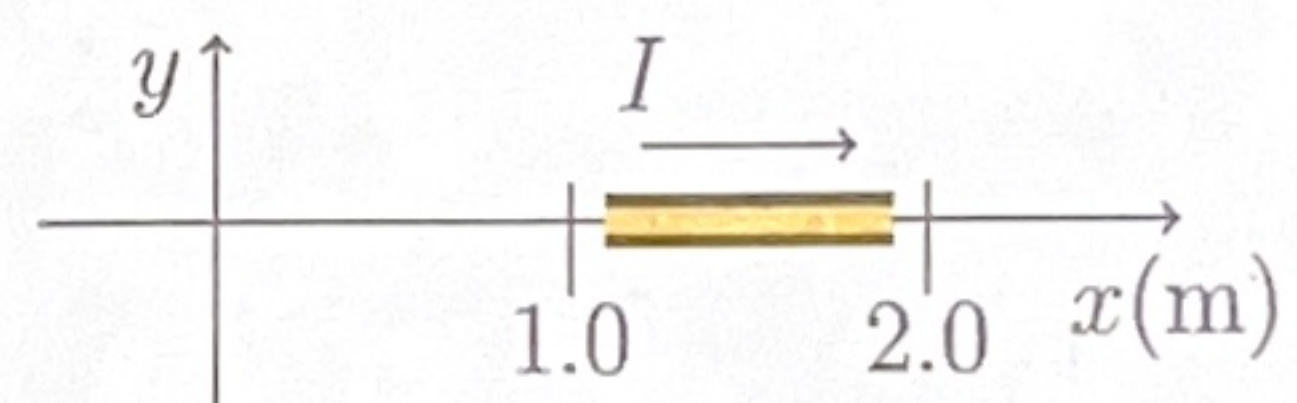
Polyetyleenieristeisen tasolevykondensaattorin levyt ovat neliöitä, joiden pinta-ala on 0.025 m^2 . Levyjen välinen etäisyys on 0.23 mm. Polyetyleenin eristevakio on 3.1 ja läpilyöntikestävyys $8.0 \cdot 10^7 \text{ V/m}$.

a) Kuinka suuri varaus kondensaattorin levyillä on, kun sen jännite on 3.2 V?

b) Mikä on suurin mahdollinen jännite, joka kondensaattorin levyille välille voidaan laittaa?

3

Suora johtimen pätkä (pituus 0.80 m) on x -akselilla siten, että sen päät ovat kohdissa $x_1 = 1.10 \text{ m}$ ja $x_2 = 1.90 \text{ m}$. Tutkittavan osan kohdalla johtimeen vaikuttaa tasainen magneettikenttä $\vec{B} = (1.2 \cdot 10^{-3} \text{ T})\hat{i} + (1.1 \cdot 10^{-3} \text{ T})\hat{j}$. Laske johtimen pätkään vaikuttava magneettinen voima, kun johtimessa kulkee virta $I = 1.54 \text{ A}$ x -akselin suuntaan.



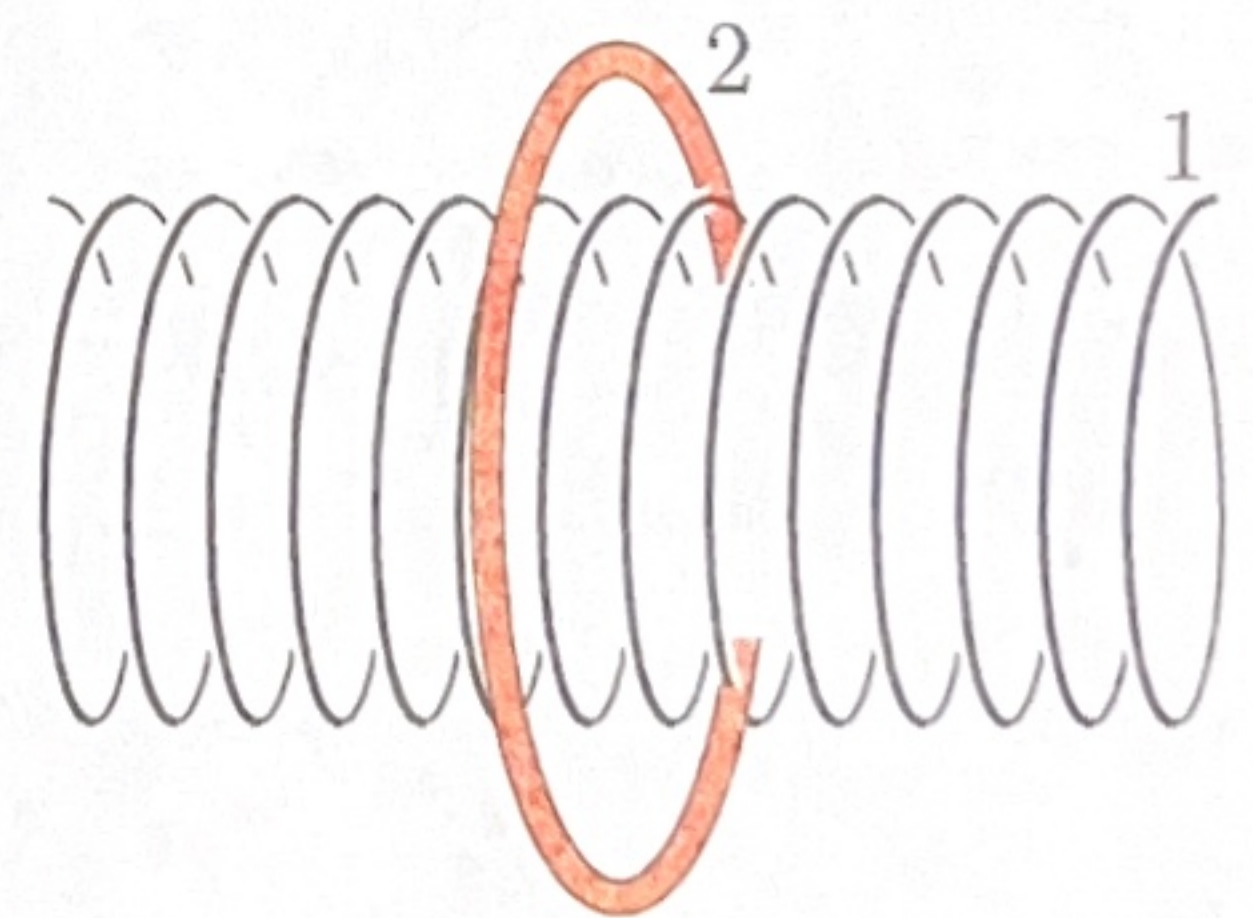
4

Pitkän, suoran solenoidin 1 läpi kulkee virta I_1 . Ajan hetkellä $t = 0$ virran suuruus on nolla, ja tästä se kasvaa tasaisella tahdilla $dI/dt = 12 \text{ A/s}$. Solenoidin poikkileikkauksen säde on 1.2 cm, sen kierrostiheys n on 15 kierrosta senttimetriä kohden ja sisusta on tyhjä. Solenoidin magneettikentän voi laskea kaavalla $B = \mu_0 n I$.

Solenoidin ympärillä on symmetrisesti yksittäinen virtasilmukka 2, jonka säde on 1.5 cm.

a) Laske virtasilmukkaan 2 indusoituvan emf:n suuruus. (4p)

b) Laske solenoidin ja silmukan välinen keskinäisinduktanssi M . (2p)



5

a) Tutkitaan r -säteistä (kuvitteellista) pallopintaa, jonka sisällä on pallosymmetrinen varaus Q (kuten tehtävässä 1). Jos varauksen keskipiste on myös pallopinnan keskipiste, sähkökentän vuo $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$ pinnan läpi voidaan kirjoittaa muodossa $E4\pi r^2$, missä E on pallovarauksen Q aiheuttaman sähkökentän $\vec{E}$ suuruus pallopinnalla. Perustele (max 4 riviä + kaavat), miksi näin voidaan tehdä ja miksi samoin ei voida tehdä, jos pallopinnalla ja pallovarauksella ei ole sama keskipiste?

b) Selosta lyhyesti (max 4 riviä), miten pallomaisesti etenevän sinimuotoisen sähkömagneettisen aallon intensiteetti ja sen sähkökentän amplitudi muuttuvat etäisyyden r kasvaessa lähteeseen? Voit olettaa, että aalto etenee ilman tehohäviöitä.