

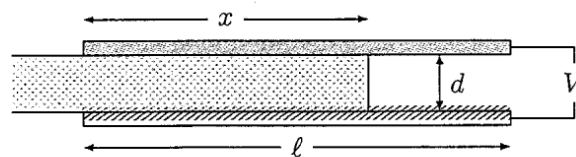
Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet ja graafinen laskin. Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu. Kokeen viimeisellä sivulla on muistin tueksi kaavoja ja tarvittavia vakioita. Perustelee vastauksissasi käyttämäsi kaava ja esittele siinä esiintyvien symbolien merkitys.

Tämä on fysiikan kurssi, joten desimaalilleen oikeaa numeerista vastausta tärkeämpää on että osoitat ymmärtäneesi ongelman taustalla olevan fysiikan. Jokaista tehtävää kannattaa ainakin yrittää. Onnea!

- Määrittele seuraavien termien merkitys mahdollisimman lyhyesti:  
a) Gaussin pinta b) sähködipoli c) sähköpotentiaali d) kapasitanssi e) sähkövirta f) ohminen materiaali
- Vastaa seuraaviin kysymyksiin lyhyesti, mutta täsmällisesti. Käytä tarvittaessa piirroksia vastauksen tukena. Pelkkä piirros ei kuitenkaan ole riittävä vastaus.  
(a) Selitä mihin perustuu Faradayn häkin toiminta.  
(b) Sähkömagneettinen nopeudenvälitys on laite, joka poimii ioni- tai varausuihkusta vain tietyllä nopeudella kulkevat hiukkaset. Selitä sen toimintaperiaate.
- Ukkospilven alaosa on 1200 m korkeudella ja sen varaus on negatiivinen. Maan pinnalle indusoituu samansuuruinen mutta positiivinen varaus. Sähkökentän suuruudeksi pilven ja maan välillä on  $3.0 \cdot 10^4$  V/m.  
(a) Minkä suuntainen sähkökenttä on?  
(b) Kuinka suuri pilven ja maan välinen potentiaaliero on?  
(c) Kumman potentiaali on korkeampi, pilven alaosan vai maan?  
(d) Hiukkanen, jonka varaus on  $-e$ , siirtyy pilven alaosasta maahan. Laske sähkökentän hiukkaseen tekemä työ

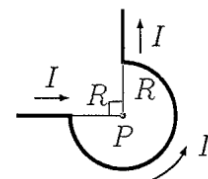
Voit olettaa pilven alaosan isoksi tason muotoiseksi varaukseksi.

- Kondensaattorilevyjen (pituus  $\ell$ , leveys  $w$ , keskinäinen etäisyys  $d$ ) välissä on eristelevy (permittiivisyys  $\epsilon$ ). Kondensaattorilevyjen välinen potentiaaliero pidetään vakiona  $V$  ulkoisen jännitelähteen avulla, samalla kun eristelevyä vedetään pois  $\ell$ :n suuntaisesti matka  $\ell - x$ . Laske voima, jolla sähkökenttä pyrkii vetämään eristelevyä takaisin kondensaattorilevyjen väliin.



Tehtävä 4.

- Kuvan 5 johteessa kulkee virta  $I$ . Lähtien Biotin ja Savartin laista, määritä johtimen aiheuttama magneettivuon tiheys (suuruus ja suunta) pisteessä  $P$ . Voit olettaa johtimen suorien osuuksien jatkuvan äärettömyyteen.



Tehtävä 5.

Kirjoita SELVÄSTI nimi, opiskelijanumero, koulutusohjelma, opintojaksokoodi sekä kokeen päivämäärä jokaiseen koepaperiin.

Kaavoja – Formulas

$\mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{ q_1q_2 }{r^2} \hat{\mathbf{r}}$	$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}_0}{q_0}$	$\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$
$\mathbf{p} = q\mathbf{d}$	$U_\epsilon = -\mathbf{p} \cdot \mathbf{E}$	$U_\mu = -\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{B}$
$\oint_A \mathbf{K}\mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{\text{encl-free}}}{\epsilon_0}$	$W_{a \rightarrow b} = U_a - U_b$	$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{q_i}{r_i}$
$V = \frac{U}{q_0}$	$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$	$V_a - V_b = \int_a^b \mathbf{E} \cdot d\boldsymbol{\ell}$
$\mathbf{E} = -\nabla V$	$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{p} \times \mathbf{E}$	$\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B}$
$C = \frac{Q}{V_{ab}}$	$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_i^N \frac{1}{C_i}$	$C_{\text{eq}} = \sum_i^N C_i$
$C = \epsilon \frac{A}{d}$	$C = 4\pi\epsilon \frac{r_a r_b}{r_b - r_a}$	$C = 2\pi\epsilon \frac{L}{\ln(r_b/r_a)}$
$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$	$\epsilon = K\epsilon_0$	$u = \frac{1}{2} \epsilon E^2$
$I = \frac{dQ}{dt}$	$\mathbf{J} = nq\mathbf{v}_d$	$\rho = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{J}}$
$\rho(T) = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$	$R = \frac{\rho L}{A}$	$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I I'}{2\pi r}$
$V_{ab} = \mathcal{E} - Ir$	$P = \frac{dW}{dt} = V_{ab}I = I^2 R = \frac{V_{ab}^2}{R}$	$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$
$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$	$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\boldsymbol{\ell} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$	$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\boldsymbol{\ell} = \mu_0 I_{\text{encl}}$
$B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$		

Vakioita – Constants

$\epsilon_0$	$8.8542 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ A/m}$
$m_e$	$9.1093 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$m_p$	$1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$h$	$6.6260 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
$c$	$2.9980 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
$e$	$1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$