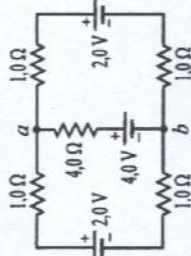
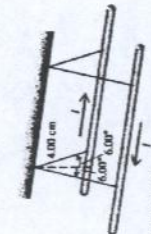


- Selitä yhdellä virkkeellä, joka voi sisältää myös kaavoja, seuraavat asiat:
 - Sähkövouo.
 - Sähködipoli.
 - Miten virtamittari pitää kytkää piiriin?
 - Pistevarauksen liike magneettikentässä.
 - Miten energia varastoituu käänmin?
 - Maxwellin yhtälöt.

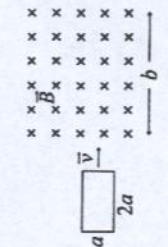
- Johda Gaussin lain avulla äärettömän pitkän viivavarauksen (viivavaraustiheys λ) muodostamalle radiaaliseen sähkökentälle lauseke $E_r = \lambda/(2\pi\epsilon_0 r)$, missä r on etäisyys viivavarauksesta. Selitä käyttämäsi menetelmä.
- Äärettömän pitkä viivavara, jonka viivavaraustiheys $\lambda = +0,50 \mu\text{C}/\text{m}$, on z -akselin suuntaisesti ja kulkee origon kautta. Pistevaraus $q = +9,5 \mu\text{C}$ on y -akselilla paikassa $y = 3,2 \text{ m}$. Laske sähkökenttä x -akselilla pisteessä $x = 4,2 \text{ m}$.



- Laske kuvan mukaisen piiriin eri osissa kulkevat virrat, jännite $V = V_a - V_b$ sekä tehohäviö $4,0 \Omega$:n vastuksessa. Purkautuuko vai latautuuko $4,0 \text{ V}$:n akku?



- Kaksi pitkää yhdensuuntaista virtajohtoa riippuu $4,00 \text{ cm}$:n pituisten narujen varassa katosta samoista pisteistä (ks. oikeinen kuva). Molemmissa johdoissa kulkee samansuuruinen virta $I = 15,0 \text{ A}$, mutta vastakkaisiin suuntiin. Laske johtimien massa pituusyksikköä kohti, kun ripustusnarut muodostavat $6,00^\circ$:n kulman pystysuunnan kanssa.



- Suorakaiteen muotoinen virtasilmukka, jonka resistanssi $R = 2,7 \Omega$, läpäisee tasaisella vauhdilla $v = 0,30 \text{ m/s}$ kuvan mukaisen homogeenisen magneettikentän, joka on kohtisuorassa liikettä vastaan ja suuntautunut paperin sisään. Magneettivuon tiheys on $B = 15 \text{ mT}$, virtasilmukan lyhyen sivun pituus $a = 12 \text{ cm}$ ja magneettikentän leveys $b = 50 \text{ cm}$.
 - Piirrä indusoitunut jännite ajan funktiona välillä $t = 0 \dots 3 \text{ s}$, kun silmukan oikea reuna tulee magneettikenttään ajanhetkellä $t = 0 \text{ s}$.
 - Mihin suuntaan induktiovirta kulkee eri ajanhetkillä? Perustelut.
 - Laske silmukkaan indusoituneen virran ja jännitteen suurimmat arvot.

Merkitse opskeltajanumerosi (myös kirjain), nimesi, koulutusohjelmasi, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiisi.

Vakiot

Alkeisvaraus	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Coulombin vakio	$k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$
Elektronin lepomassa	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Putoamiskiiltivyyys	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$
Tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
Valon nopeus tyhjiössä	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Kaavat

$$\vec{F}_{1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{1,2}^2} \hat{r}_{1,2}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$$

$$\vec{p} = q\vec{d}$$

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$$\phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{\ell} = -(U_b - U_a)$$

$$V = \frac{U}{q_0}$$

$$\vec{E} = -\nabla V$$

$$V_{ab} = V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \left(= \frac{Q}{A\epsilon_0} = \frac{V_{ab}}{d} \right)$$

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} \left(= \epsilon_0 \frac{A}{d} \right)$$

$$R = \frac{V_{ab}}{I} \left(= \rho \frac{\ell}{A} \right)$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$\mathcal{E} = \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\epsilon = \kappa \epsilon_0$$

$$V_{L,max} = X_L I_{max}$$

$$V_{C,max} = X_C I_{max}$$

$$V_{R,max} = R I_{max}$$

$$V_{max} = Z I_{max}$$

$$P_{av} = \frac{1}{2} V_{max} I_{max} \cos \delta = V_{rms} I_{rms} \cos \delta$$

$$\tau = RC$$

$$\tau = L/R$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\delta = \arctan \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\omega = 1/\sqrt{LC}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = I\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{\mu} = I\vec{A}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$\phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

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

$$B = \mu_0 n I$$

$$L = \frac{N\phi_B}{I} \left(= \mu_0 n^2 A \ell \right)$$

$$V_{ab} = L \frac{dI}{dt}$$

$$P = V_{ab} I \left(= I^2 R \right)$$

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

$$\int_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \left(I_C + \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \right)$$

$$\mu = \kappa_m \mu_0$$

$$X_L = \omega L$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$