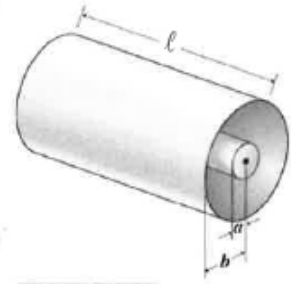


Taustatiedot tehtäviin 3 ja 4

Koaksiaalikaapeli koostuu kahdesta sisäkkäisestä johtimesta. Tässä kaapelissa sisäjohtimen säde $a = 1,0 \text{ mm}$ ja ulkojohtimen säde $b = 12 \text{ mm}$. Tarkastellaan vain kaapelin pätkää, jonka pituus $\ell = 1,00 \text{ m}$. Tämän koaksiaalikaapelin kapasitanssi pituusyksikköä kohti on 22 pF/m ja sen itseinduktanssi pituusyksikköä kohti on $0,50 \text{ } \mu\text{H/m}$.

Sisäjohtimessa on positiivinen jännite $V = 55 \text{ V}$ ja ulkojohtin on maadoitettu. Sisäjohtimessa kulkee virta $I = 200 \text{ mA}$ oikealle ja ulkojohtimessa vasemmalle.

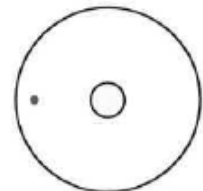
**Tehtävä 3. Vastaa kohtaan a) ja kahteen muuhun alakohtaan**

Potentiaaliero sisä- ja ulkojohtimen välillä aiheuttaa varauksen q sisäjohtimeen ja $-q$ ulkojohtimeen.

- Määritä lausekkeet (ilman numeerisia arvoja) sähkökentälle koaksiaalikaapelin johtimien välissä ja kaapelin ulkopuolella. (4p)
- Osoita, että tämän koaksiaalikaapelin kapasitanssi pituusyksikköä kohti on 22 pF/m . (3p)
- Määritä sähkökentän maksimiarvo tässä systeemissä. (1p)
- Määritä varaukseen q liittyvä viivavaraustiheys. (1p)

Tehtävä 4. Vastaa kohtaan a) ja kahteen muuhun alakohtaan

- Määritä lausekkeet (ilman numeerisia arvoja) magneettivuon tiheydelle koaksiaalikaapelin johtimien välissä ja kaapelin ulkopuolella. (4p)
- Määritä kuinka paljon sähkökentän ja magneettikentän energiaa tähän kaapelinpätkään varastoituu. (2p)
- Minkä suuntainen on oheisessa koaksiaalikaapelin poikkileikkauskuvassa pienellä punaisella pisteellä merkityssä paikassa olevaan elektroniin kohdistuva johdinten potentiaalierosta aiheutuva voima. (1p)
- Minkä suuntainen on oheisessa koaksiaalikaapelin poikkileikkauskuvassa pienellä punaisella pisteellä merkityssä paikassa olevaan elektroniin kohdistuva johtimissa kulkevasta virrasta aiheutuva voima. Keskijohtimen virtä tulee kohti katsojaa. (1p)



Tehtävän 4 c) ja d)-kohdissa vastaukseksi riittää pelkkä suunta (alaspäin, ylöspäin, oikealle, vasemmalle, kohti katsojaa, paperin sisään) ilman perusteluja.

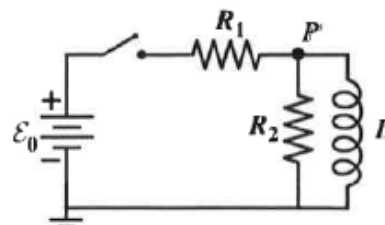
* ja elektroni

Vakiot:	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
---------	------------------------------------	--	---------------------------------------	---

Tehtävä 1. Vastaa kolmeen alakohtaan.

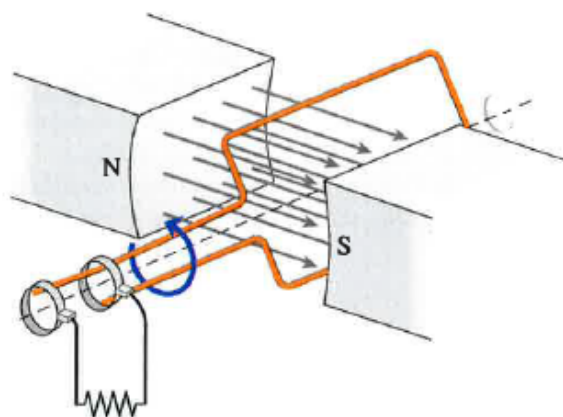
Kuvan piirissä komponenteilla on seuraavat arvot: $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 9,0 \text{ k}\Omega$, $L = 10 \text{ mH}$ ja $\varepsilon_0 = 20,0 \text{ V}$.
Katkaisija on aluksi auki.

- Katkaisija suljetaan. Määritä pisteen P potentiaali maan suhteen heti katkaisijan sulkemisen jälkeen. (2p)
- Määritä pisteen P potentiaali maan suhteen kun katkaisijan sulkemisesta on kulunut pitkä aika. (1p)
- Katkaisija avataan. Määritä pisteen P potentiaali maan suhteen heti katkaisijan avaamisen jälkeen. (2p)
- Piirrä virta vastuksen R_2 läpi ajan funktiona koko tehtävän ajalta. Aika-akseli saa olla periaatteellinen, eli sinne ei tarvitse sijoittaa lukuarvoja. (3p)

**Tehtävä 2. Vastaa kolmeen alakohtaan**

Suorakulmainen silmukka pyörii kuvasta ilmenevään suuntaan kestopagneettien välisessä homogeenisessa magneettikentässä. Yhteen 360° pyörähdykseen kuluu 20 ms . Magneettivuon tiheys $B = 150 \text{ mT}$ ja silmukan sivujen pituudet ovat $a = 10,0 \text{ cm}$ ja $b = 5,0 \text{ cm}$. Silmukkaan on kytketty vastus $R = 25 \Omega$.

- Valitse oikea vaihtoehto: Kuvan hetkellä virta vastuksen läpi (i) kulkee oikealle (ii) kulkee vasemmalle (iii) on nolla. Tämän alakohdan vastausta ei tarvitse perustella. Jos vastaat kohtaan a, et voi vastata kohtaan b). (1p)
- Selvitä mihin suuntaan virta kulkee vastuksessa kuvan tilanteessa. (2p)
- Johda lauseke silmukkaan indusoituvalla sähkömotoriselle voimalle ajan funktiona (4p)
- Määritä vastuksen läpi kulkevan virran suurin mahdollinen arvo. (2p)
- Selvitä milloin tai missä tilanteessa virta saavuttaa suurimman arvonsa. (2p)



Merkitse nimi, tutkinto-ohjelma, opiskelijanumero ja kurssin koodi jokaiseen paperiin.

Ratkaise kukin tehtävä omalle sivulleen. Kaikki ratkaisut tulee perustella, ellei tehtävässä erikseen muuta todeta.

Jos vastaat useampaan alakohtaan kuin on pyydetty, arvostelu tehdään järjestyksessä a,b,c ja ylimääräisiä ei arvostella.

Opiskelijalla saa olla tentissä mukana yksi vaaleankeltainen A4-arkki käsin kirjoitettuja muistiinpanoja. Muistiinpanoarkin yläreunassa tulee olla opiskelijan nimi ja opiskelijanumero. Muistiinpanot palautetaan tentin mukana.