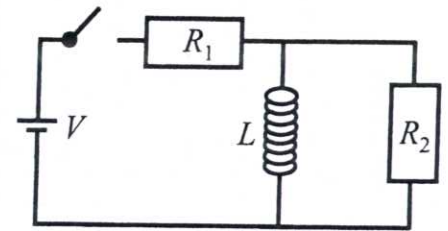


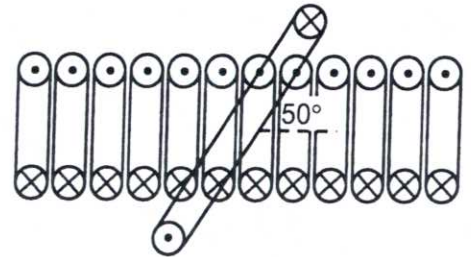
Merkitse jokaiseen vastauspaperiin nimi, opiskelijanumero, laitos ja kurssin koodi  
Mainitse myös suorititko laskuharjoituksia keväällä 2009

1. Vastaa lyhyesti ja selkeästi seuraaviin kysymyksiin.
  - a) Mikä on Lenzin laki? (1p)
  - b) Kuvaa sanallisesti ja kuvien avulla millainen on oskilloivan sähköisen dipolin säteilemä sähkömagneettinen kenttä kaukana dipolista. (1p)
  - c) Mikä on Poyntingin vektori ja mitä se kuvaa fysikaalisesti? (1p)
  - d) Miten saisit esille hiukkasen aaltoluonteen? (1p)
  - e) Mikä on aaltofunktio ja mitä fysikaalista sillä voidaan kuvata? (1p)
  - f) Jos sähkömagneettisen kentän intensiteettijakauma tunnetaan, mitä voit sanoa fotonien jakaumasta? (1p)

2. Oheisen kuvan sähköpiirissä käämin resistanssi on pieni ja aluksi kytkin on auki eikä virtaa kulje. Laske vastuksessa  $R_2$  muodostuva lämpöenergia kun kytkin suljetaan ja pidetään suljettuna pitkän aikaa ( $V = 100\text{V}$ ,  $R_1 = 10\ \Omega$ ,  $R_2 = 100\ \Omega$ ,  $L = 10\ \text{H}$ ). (6p)



3. Pitkä solenoidi sisältää 1500 kierrosta. Solenoidin pituus on 30 cm ja sen pyöreän poikkileikkauksen ala on  $10\ \text{cm}^2$ . Solenoidi on asetettu virtasilmukan sisälle kulmaan  $50^\circ$  oheisen kuvan mukaisesti. Silmukan ala on kaksi kertaa solenoidin poikkipinta-ala. Määritä solenoidin ja silmukan keskinäisinduktanssi. (6p)



4. Maxwellin yhtälöt
  - a) Kirjoita Maxwellin yhtälöt differentiaalimuodossa ja nimeä esiintyvät suureet. (2p)
  - b) Tulkitse Maxwellin yhtälöt fysikaalisesti. Perustele huolella. (3p)
  - c) Miten Maxwellin yhtälöt muuttuvat mikäli magneettisia monopoleja löydettäisiin? (1p)

5. Yksiulotteisessa, äärettömän syvässä, potentiaaliuopassa välillä  $(0, a)$  hiukkasen perustilan aaltofunktio on

$$\Psi(x, t) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) e^{-iE_0 t / \hbar}$$

- a) Määritä liikemäärän ja liikemäärän neliön odotusarvot. (2p)
- b) Näytä, että hiukkanen noudattaa Heisenbergin epätarkkuusperiaatetta. (4p)