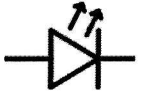


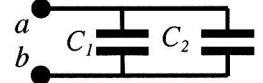
2. Taskulampuissa käytetään nykyään valonlähteenä valodiodia (LED, piirrosmerkki ohessa). Tässä LED mitoitetaan toimimaan 650 mA :n virralla ja $2,1 \text{ W}$:n teholla. Jännitelähteenä käytetään kolmea sarjaan kytkettyä saavapariistoa (lähdejännite $1,5 \text{ V}$, sisäinen vastus $0,12 \Omega$). Virran suuruus säädetään sopivalla vastuksella.

- Piirrä kytkentä.
- Määritä potentiaaliero toiminnassa olevan valodiodin yli.
- Määritä tarvittavan vastuksen suuruus.
- Selvitä mitkä kytkennän osat aiheuttavat hukkathehoa ja mikä on sen vähimmäismäärä.



3. Kaksi samanlaista levykondensaattoria (levyn ala $0,68 \text{ m}^2$, levyjen ilmaväli $1,5 \text{ mm}$) kytketään kuvan mukaisesti. Aluksi pisteiden a ja b välille kytketään jännite $V_0 = 12 \text{ V}$. Pitkän ajan kuluttua jännitelähde irrotetaan. Määritä

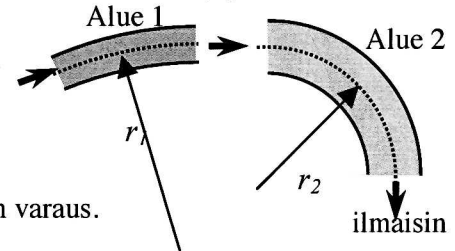
- kondensaattoreiden varaukset ja
- kondensaattoreihin varastoitu energia.
- Tämän jälkeen kondensaattorin 2 levyjen väli täytetään eristeellä, jonka suhteellinen permittiivisyys on $2,4$. Määritä kondensaattoreihin varastoitunut energia tämän jälkeen.



4. Viereisen kuvan mukaisella massaspektrometrillä (eri osat eivät ole mittakaavassa) tutkitaan siihen ammuttua ionisuihkua. Harmaalla väritetyssä alueessa 1 on vain sähkökenttä, jonka itseisarvo on $E = A / r_1^2$ ja alueessa 2 vain homogeeninen magneettikenttä ($B = 0,42 \text{ T}$). Vakiona A on arvo $9,7 \cdot 10^5 \text{ Vm}$.

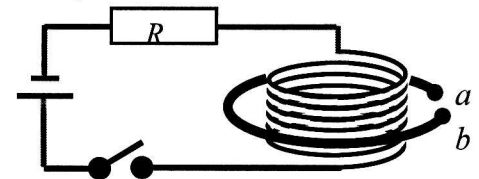
Positiiviset ionit etenevät vakionopeudella nuolien ja katkoviiivojen mukaisesti ilmaisimelle kaartuen alueessa 1 kaarevuussäteellä $r_1 = 5,4 \text{ m}$ ja alueessa 2 säteellä $r_2 = 86 \text{ cm}$. Määritä

- sähkökentän ja magneettikentän suunnat alueissa 1 ja 2,
- ionien nopeus ja massa oletamalla ionien varauksen itseisarvoksi elektronin varaus.



5. Solenoidi (poikkipinta-ala $A = 22 \text{ cm}^2$, pituus $l = 30 \text{ cm}$, kierrosten lukumäärä $N = 750$, induktanssi $L = 5,2 \text{ mH}$) on kytketty vastuksen ($R = 6,0 \Omega$) ja tasajännitelähteen ($\mathcal{E}_0 = 12 \text{ V}$) kanssa oheisen kuvan mukaisesti. Solenoidin ympärillä on yksittäinen johdinsilmukka (säde $r = 4,5 \text{ cm}$), jonka napojen välistä jännitettä V_{ab} mitataan tietokoneella. Määritä

- solenoidin läpi kulkeva virta, kun on kulunut pitkä aika piirissä olevan kytkimen sulkemisesta,
- johdinsilmukassa havaittava jännite kytkintä suljettaessa sekä
- kumpi navoista, a vai b , on tällöin korkeammassa potentiaalissa.



6. **Vaihtoehtoinen tehtävä. Mikä tahansa tehtävistä 1-5 voidaan korvata tällä tehtävällä.** Vastatessaan tehtävään 6 opiskelijan tulee jättää yksi tehtävistä 1-5 vastaamatta, tai merkitä selvästi mikä tehtävistä 1-6 jätetään arvostelematta. **Huomaa**, että tehtävän 6 maksimipistemäärä on $4p$, ja siis pienempi kuin muiden tehtävien.

- Määritä Gaussin lakia käyttäen pistevarauksen $-2Q$ aiheuttama sähkökenttä etäisyydellä R varauksesta.
- Määritä Amperen lain avulla pitkän, suoran, z -akselin suuntaisen virtajohtimen aiheuttaman magneettikentän magneettivuontiheys etäisyydellä r johtimesta, kun johtimessa kulkee virta I .

Opiskelijalla saa olla tentissä mukana yksi seuraavista oppikirjoista, mutta ei muuta materiaalia.

Merkitse tentissä käyttämäsi kirjan koodi tehtäväpaperiin nimiöosan alle ympyröitynä.

Merkitse EI, mikäli sinulla ei ole kirjaa mukana tentissä.

- G = Giancoli, Physics
- HRW = Halliday, Resnick & Walker, Fundamentals of Physics
- KGS = Keller, Gettys & Skove, Physics, Classical and Modern
- K = Knight, Physics for Scientists and Engineers
- T = Tipler (& Mosca), Physics for Scientists and Engineers
- W = Wolfson, Essential University Physics, volume 1 & 2
- YF = Young & Freedman, University Physics, (volume 1 & 2, jos kyseessä on osiin jaettu kirja)

KOODI

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

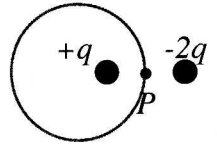
Ratkaise kukin tehtävä omalle sivulleen. Lyhyet perustelut ratkaisuille vaaditaan, ellei tehtävässä toisin mainita.

Pisteet eivät välttämättä jakaudu tasan tehtävien alakohtien kesken.

1. Vastaa alla oleviin monivalintakysymyksiin valitsemalla yksi annetuista vaihtoehdoista.

Vastauksia ei tarvitse perustella.

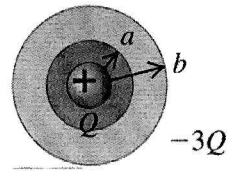
I Pistevaraus $+q$ on onton, varaamattoman pallonkuoren sisällä. Miten muuttuvat sähkökentän vuo Φ pallon pinnan läpi ja sähkökentän voimakkuus E pisteessä P , kun pallon ulkopuolelle tuodaan pistevaraus $-2q$.



- a) Φ pienenee, E pienenee
 b) Φ pienenee, E ei muutu
 c) Φ pienenee, E kasvaa
 d) Φ ei muutu, E pienenee
 e) Φ ei muutu, E ei muutu
 f) Φ ei muutu, E kasvaa
 g) Φ kasvaa, E pienenee
 h) Φ kasvaa, E ei muutu
 i) Φ kasvaa, E kasvaa

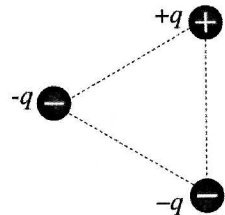
II Johtavan pallonkuoren sisäsäde on a ja ulkosäde b . Pallon sisus on ontto ja sen keskipisteessä on pistevaraus $+Q$. Pallonkuoren kokonaisvaraus on $-3Q$, ja kuori on eristetty ympäristöstään. Mitä voit sanoa sähkökentästä alueessa $a < r < b$?

- a) sähkökentän suunta on pallon keskipisteestä ulospäin
 b) sähkökentän suunta on pallon keskipistettä kohti
 c) sähkökenttä on nolla
 d) sähkökenttä kiertää pistevarausta myötäpäivään
 e) sähkökenttä kiertää pistevarausta vastapäivään



III Pistevarauksen potentiaali on nolla äärettömän kaukana varauksesta. Kolme pistevarausta, $+q$, $-q$ ja $-q$, on sijoitettu tasasivuisen kolmion kärkiin. Varausten aiheuttama potentiaali kolmion keskipisteessä on

- a) negatiivinen
 b) nolla
 c) positiivinen



IV Kolme erilaista hehkulamppua, joiden tehot 240 V :n jännitteellä ovat 60 W , 75 W ja 100 W , on kytketty viereisen kuvan mukaisesti. Pisteiden a ja b välille kytketään 240 V jännite. Mikä lamppuista palaa kirkkaimmin?

- a) 60 W lamppu
 b) 75 W lamppu
 c) 100 W lamppu
 d) Kaikki palavat yhtä kirkkaasti.
 e) Vastaus riippuu siitä käytetäänkö vaihto- vai tasajännitettä.

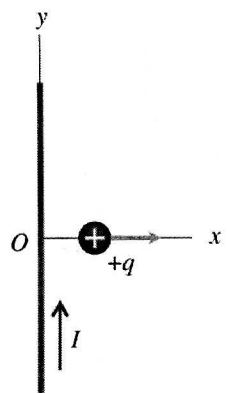


V Millaisessa tilanteessa magneettivuo suljetun pinnan läpi on positiivinen?

- a) Jos pinnan sisäpuolelle jää kestopagneetin pohjoisnapa, mutta ei sen etelänapa.
 b) Jos pinnan sisäpuolelle jää kestopagneetin etelänapa, mutta ei sen pohjoisnapa.
 c) Jos pinnan sisäpuolelle jää kestopagneetista sekä etelänapa että pohjoisnapa.
 d) Jos pinta on kokonaan solenoidin sisällä.
 e) Ei mikään yllä olevista.

VI Pitkässä suorassa virtajohtimessa kulkee virta y -akselin suuntaan. Positiivinen varaus liikkuu x -akselilla positiiviseen suuntaan. Johtimen varaukseen kohdistaman voiman suunta kuvan tilanteessa on

- a) oikealle
 b) vasemmalle
 c) ylöspäin
 d) alaspäin
 e) ulos tasosta
 f) tason sisään.
 g) Ei mikään yllä olevista.



VII Viereinen kuva esittää pitkän, suoran solenoidin sisällä olevaa, tason sisään osoittavaa homogeenista magneettikenttää, jonka magneettivuontiheys pienenee ajan kuluessa. Mihin suuntaan osoittaa pisteessä P olevaan positiiviseen pistevaraukseen kohdistuva sähköinen voima?

- a) Oikealle
 b) Vasemmalle
 c) Ylöspäin
 d) Alaspäin
 e) Tason sisään
 f) Tasosta ulos
 g) Hiukkaseen ei voi kohdistua sähköistä voimaa solenoidin sisällä.

