

---

---

**PHYS-A0130 Sähkömagnetismi, kevät 2023**

Pienryhmäharjoitus, viikko 1.

Tehtävien ratkaisuja ei palauteta.

---

---

**Tehtävä 1. Tämä keho on varattu.**

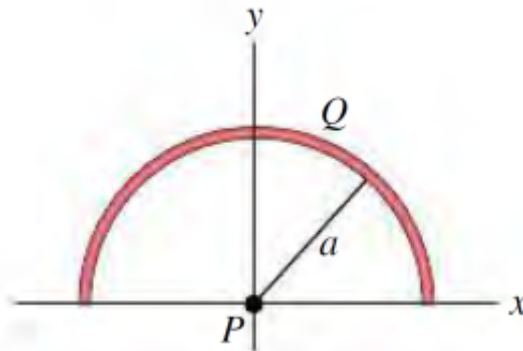
Tee yksinkertaistettu suuruusluokka-arvio sille kuinka monta elektronia kehossasi on.

Yksi coulombi on jo todella suuri määrä sähkövarausta ja tyypillisesti sähköstatiikan ongelmissa käsitellään varauksia suuruudeltaan  $|Q| \sim 1\mu\text{C}$ . Jos kehosi positiivinen varaus olisi tätä suuruusluokkaa, kuinka suuri olisi suhteellinen elektronivaje?

**Tehtävä 2. Tasaisesti varattu puoliympyrä.**

Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista tasaisesti varattua puoliympyrää (lineaarinen varaustiheys  $\lambda$ ). Määritä sähkökenttä  $\vec{E}$  pisteessä P. Symmetrian perusteella voit päätellä jotain sähkökentän suunnasta, mutta harjoituksen vuoksi kirjoita auki yhtälöt sähkökentän  $x$ - ja  $y$ -komponenttien laskemiseksi sekä laske näissä esiintyvät integraalit.

Huom! Laskut tässä eivät ole kovin vaikeita. Mutta tehtävän idea on, että pohditte kohta kohdalta läpi, miten tarpeelliset integraalit muodostetaan ja lasketaan. Lisätehtävänä voitte myös tulkita tulokseksi saatua sähkökentän voimakkuutta.

**Tehtävä 3. Tasaisesti varattu rengas.**

**YF 21.87** Ohuen renkaan sisäsäde on  $R_1$  ja ulkosäde  $R_2 (> R_1)$ . Rengas on tasaisesti varattu ja sen positiivinen varaukate (pintavaraustiheys) olkoon  $\sigma$ .

a) Määritä renkaan kokonaisvaraus.

b) Oletetaan, että rengas on  $yz$ -tasossa ja sen keskipiste on origossa. Määritä renkaan aiheuttama sähkökenttä  $\vec{E}$  mielivaltaisessa pisteessä renkaan keskikohdan läpi kulkevalla  $x$ -akselilla (sekä renkaan ylä- että alapuolella).

c) Osoita, että kyllin lähellä renkaan keskipistettä olevilla pisteillä  $x$ -akselilla sähkökentän voimakkuus on likimäärin verrannollinen pisteen ja renkaan keskipisteen väliseen etäisyyteen.

d) Oletetaan, että meillä on pistemäinen hiukkanen, jonka massa on  $m$  ja negatiivinen varaus  $-q$ . Hiukkanen on vapaa liikkumaan pitkin  $x$ -akselia, mutta ei pysty liikkumaan pois akselilta. Alussa hiukkanen laitetaan levossa pisteeseen  $x = 0,01R_1$  ja vapautetaan liikkumaan. Määritä taajuus, jolla hiukkanen värähtelee renkaan keskipisteen suhteen  $x$ -akselilla.

**Vinkki:** oppikirjassa ja luennolla käsiteltiin tasaisesti varatun ympyrälevyn aiheuttama sähkökenttä tehtävän mukaisessa koordinaatistossa  $x$ -akselilla. Miten tätä kuvausta voisi nyt muuttaa siten, että tasaisesti varatun ympyrälevyn sijaan meillä onkin rengas, jonka keskellä ei siis ole varausta?