

---

---

## PHYS-A0130 Sähkömagnetismi, kevät 2023

Pienryhmäharjoitus, viikko 4.

Tehtävien ratkaisuja ei palauteta.

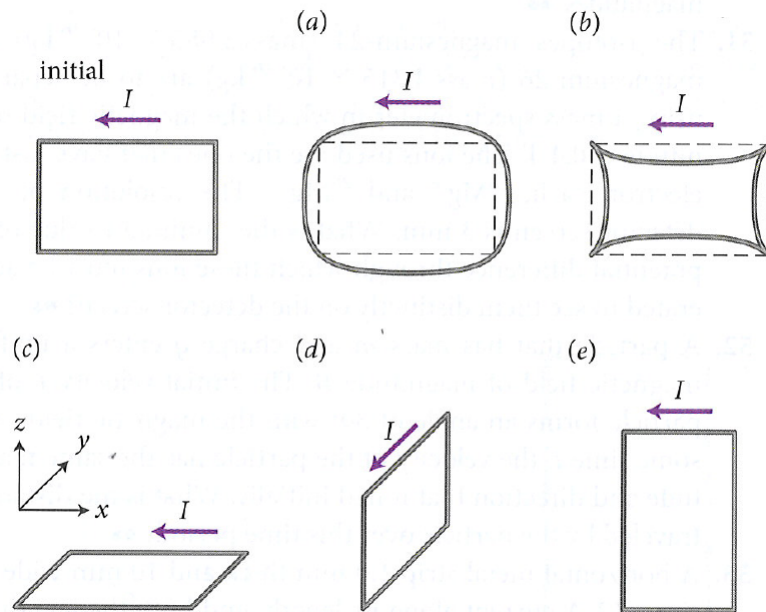
---

---

### Tehtävä 1. Virtasilmukoita magneettikentässä

Alla olevassa kuvassa vasemmalla ylhäällä on hyvin taipuisa suorakulmainen virtasilmukka alkutilassaan. Oletetaan, että silmukka pääsee vapaasti kääntymään mihin tahansa asentoon. Silmukassa kulkevan sähkövirran suunta on kuvan mukaisesti vastapäivään.

Pohdi minkä suuntainen homogeeninen magneettikenttä voisi tuottaa kohtien (a)-(e) mukaiset virtasilmukan suuntautumiset tai muodot.



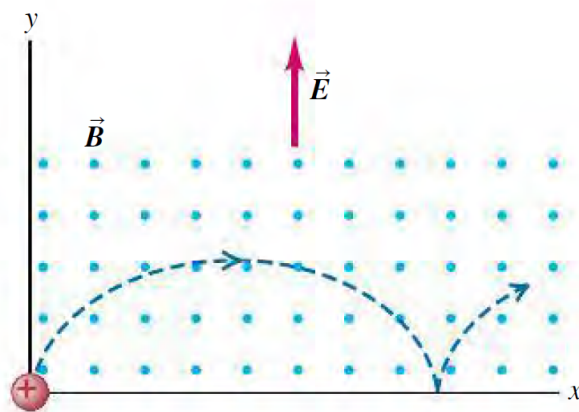
### Tehtävä 2. Sykloidirata

**YF 27.82** Alla olevassa kuvassa positiivinen varaus lähtee liikkeelle levosta vuorovaikutuksessa homogeenisen sähkökentän ja homogeenisen magneettikentän kanssa. Hiukkasen rata on nk. sykloidi, jossa radan kaarevuussäde huippukohtassa on kaksi kertaa sitä vastaava  $y$ -koordinaatin arvo.

a) Pohdi miten rata syntyy ja miksi se on toistuva.

b) Osoita, että hiukkasen vauhti missä tahansa kohtaa radalla on  $v = \sqrt{2qEy/m}$  (vinkki: energian säilyminen).

c) Hyödyntämällä Newtonin toista lakia radan lakipisteessä ja hyödyntämällä tietoa, että radan kaarevuussäde tässä pisteessä on  $2y$ , osoita että hiukkasen vauhti tässä pisteessä on  $2E/B$ .



### Tehtävä 3. Lisää virtasilmuksia magneettikentässä.

Alla olevassa kuvassa on esitetty kuusi erilaista tapausta virtasilmukselle magneettikentässä. Kohdissa (a)-(d) kenttä on homogeeninen, kun taas kohdissa (e)-(f) kenttä on selvästi epähomogeeninen. Nuolet silmuksissa ilmaisevat niissä kulkevien sähkövirtojen suunnat.

Tarkastelkaa pieniä alkioita silmukassa ja luonnostelkaa niihin kohdistuvat magneettiset voimat. Koettakaa tämän avulla päätellä miten magneettiset voimat pyrkivät mahdollisesti siirtämään, kääntämään ja venyttämään (tai puristamaan kasaan) virtasilmuksia.

Tarkastelkaa sitten magneettivuota silmukan läpi. Miten edellä käsitellyt vaikutukset virtasilmukkaan muuttaisivat silmukan läpi kulkevaa magneettivuota?

