



Hooken lain todentaminen kierre- ja lattajousen avulla

P 1.2.1

Voimien staattiset vaikutukset

P 1.2.1.1 Hooken lain todentaminen kierrejousen avulla

P 1.2.1.2 Lattajousen taipuminen

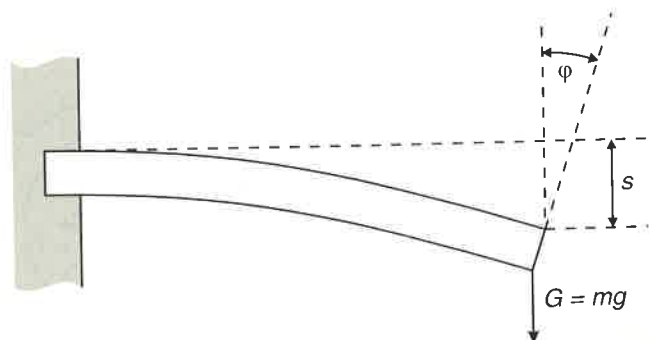
| Kat.-nr | Väline | P 1.2.1.1 | P 1.2.1.2 |
|------------|--|-----------|-----------|
| L35207 | Kierrejousi, 5 N; 0.1 N/cm | 1 | |
| L352 08 | Kierrejousi, 5 N; 0.25 N/cm | 1 | |
| L352 051 | Lehtijousi, $l = 435$ cm | | 1 |
| L340 85 | Punnussarja: 6 x 50 g | 1 | 1 |
| L301 21 | Statiivin jalusta MF | 2 | 2 |
| L301 27 | Statiivitanko, 50 cm, $\varnothing 10$ mm | 2 | 2 |
| L301 26 | Statiivitanko, 25 cm, $\varnothing 10$ mm | 1 | 1 |
| L301 25 | Kiinnityskappale MF | 1 | |
| L666 615 | Kiinnityskappale, $\varnothing 28$ mm, 50 mm | | 1 |
| L311 78 | Mittanauha, 1.5 m / 1 mm | 1 | 1 |
| L301 29 | Osoitinpari | 1 | 1 |
| L340 811 | Akselitanko | 1 | 1 |
| L2006 5559 | Metallilevy | | 1 |
| L309 48 | Lankaa, 10 m | | 1 |

Voimia voidaan tunnistaa niiden vaikutusten perusteella. Niinpä, staattiset voimat voivat esimerkiksi muuttaa kappaleen muotoa. On ilmeistä, että deformaatio on verrannollinen vaikuttavaan voimaan edellyttäen, että tämä voima ei ole liian suuri. Ensimmäisessä kokeessa osoitetaan, että suoran kierrejousen venymä on suoraan verrannollinen voimaan F_s . Hooken lain mukaan on

$$F_s = -D \cdot s$$

D : jousivakio

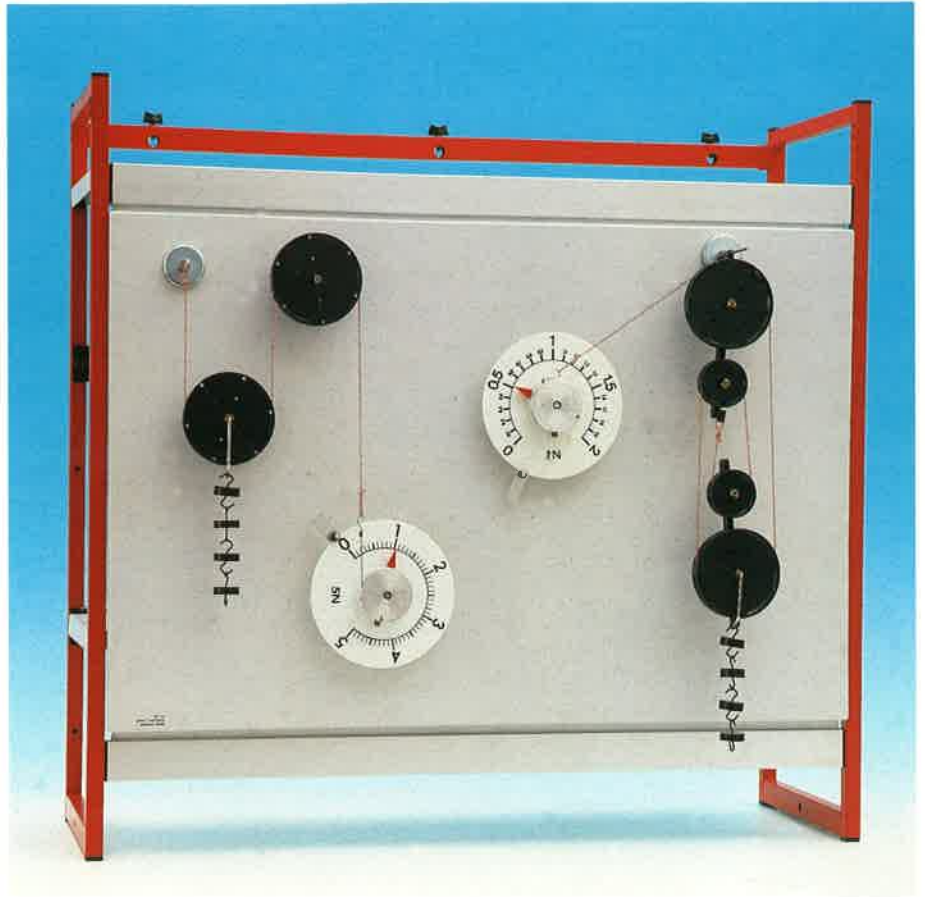
Toisessa kokeessa tutkitaan lehtijousen taipumista, kun se on kiinnitetty toisesta päästään ja sitä kuormitetaan vapaasta päästä erilaisilla painoilla. Tässä tapauksessa poikkeama on myös verrannollinen josta kuormittavaan voimaan.



Kaaviokuva lehtijousen taiputuksesta

P 1.2.4
Väkipyörä ja talja

- P 1.2.4.1 Kiinteä väkipyörä, liikkuva väkipyörä ja talja yksinkertaisina koneina
- P 1.2.4.2 Kiinteä väkipyörä, liikkuva väkipyörä ja talja yksinkertaisina koneina magneettitaululla

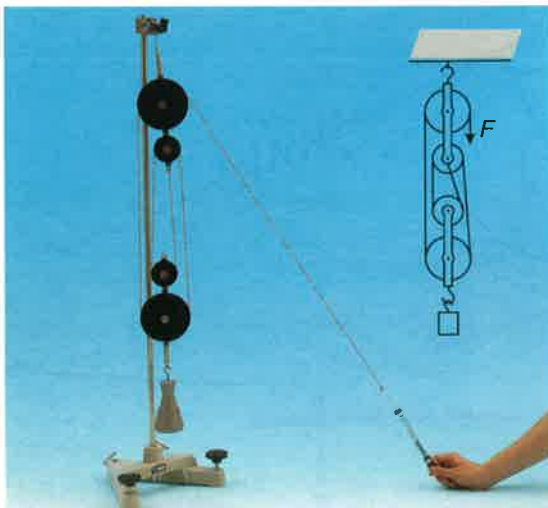


Kiinteä väkipyörä, liikkuva väkipyörä ja talja yksinkertaisina koneina magneettitaululla

Kiinteä väkipyörä, liikkuva väkipyörä, vintturi ja talja ovat klassisia esimerkkejä yksinkertaisista koneista. Kokeet näillä koneilla ovat suositeltavin tapa johdatella mekaanisen työn käsitteeseen. Havainnollistavat kokeet voidaan toteuttaa kahtena eri laiteversioina.

Ensimmäisessä versiossa kootaan talja-systeemi työpöydälle tukevan statiivijalan varaan. Talja voidaan laajentaa kolmeen väkipyöräpariin saakka ja nostaa sillä kuormia aina 20 N:iin saakka. Väkipyörät on varustettu kuulalaakereilla, jotka ovat käytännössä kitkattomat.

Toisen variaation, joka kootaan magneettitaululle, etuna on se, että vaikuttavien voimien suuruudet, suunnat ja vaikutuspisteet voidaan saada suoraan koeasetelmasta graafista esitystä varten. Koejärjestely sopii hyvin myös muiden statiikan ilmiöiden havainnollistamiseen - edellyttäen, että koeasetelma voidaan koota magneettitaululle.



Koeasetelma taljan (L34228) toimintaperiaatteen havainnollistamiseksi

| Kat.-nr. | Väline | P 1.2.4.1 | P 1.2.4.2 (a) | P 1.2.4.2 (b) |
|-----------|--|-----------|---------------|---------------|
| L3342 28 | Talja | 1 | | |
| L301 301 | Magneettitaulu | | 1 | 1 |
| L301 300 | Demonstraatiokehikko | | | 1 |
| L341 65 | Koukulla varustettu väkipyörä | 2* | | |
| L340 911 | Väkipyörä ilman akselia, Ø 50 mm | | 2 | 2 |
| L340 921 | Väkipyörä ilman akselia, Ø 100 mm | | 2 | 2 |
| L340 930 | Väkipyöräsiila | | 2 | 2 |
| L340 87 | Kuormakoukku | | 2 | 2 |
| L301 332 | Magneettijalusta, 4 mm:n akseli | | 1 | 1 |
| L301330 | Magneettijalusta, 4 mm:n tuki | | 1 | 1 |
| L301331 | Magneettijalusta, koukumalli | | 1 | 1 |
| L314 212 | Kiertyvä dynamometri, 2 N | | 1 | 1 |
| L314215 | Kiertyvä dynamometri, 5 N | | 1 | 1 |
| L314181 | Tarkkuusdynamometri, 20 N | 1 | | |
| L31536 | Punnussarja (7 kpl), koukumalli | 1 | | |
| L34261 | Punnussarja, 12 x 50 g | | 1 | 1 |
| L30001 | Statiivin jalusta, V-muoto, 28 cm | 1 | | |
| L30044 | Statiivitanko, 100 cm | 1 | 2 | |
| L30101 | Kaksoispuristin | 1 | 4 | |
| L30107 | Pöytäpuristin | | 2 | |
| L30950 | Demonstraatiolankaa, 20 m (polyamidia) | | 1 | 1 |
| L20065559 | Metallilevy | | 4 | |

* suositus



P 1.2.5

Kalteva taso

P 1.2.5.1 Kalteva taso: tason ja normaalin suuntaiset voimat tasapainossa

P 1.2.5.2 Lepokitkakertoimen määrittäminen kaltevan tason avulla

Kappale kaltevalla tasolla: kappaleeseen vaikuttavat voimat staattisessa tilanteessa

| Kat.-nr. | Väline | P 1.2.5.1 | P 1.2.5.2 |
|----------|------------------------------------|-----------|-----------|
| L34121 | Kalteva taso lisälaitteineen | 1 | 1 |
| L314141 | Tarkkuusdynamometri, 1.0 N | 1 | |
| L34210 | Puukappalepari kitkamäärittäykseen | | 1 |
| L31177 | Teräsmitta, 2 m | | 1 |

Kappaleen liikkuminen kaltevalla tasolla voidaan kuvata helpoiten siten, että kappaleeseen kohdistuva ja sen painon suuruinen voima G jaetaan tason suuntaiseen voimavektoriin F_1 ja tasoa vastaan kohtisuoraan voimaan F_2 . Edellinen voima vaikuttaa kaltevuudella α olevan tason suunnassa ja jälkimmäinen voima kohtisuoraan tasoa vastaan. Näin ollen voimien suuruudet voidaan määrittellä seuraavasti:

$$F_1 = G \cdot \sin \alpha \text{ ja } F_2 = G \cdot \cos \alpha$$

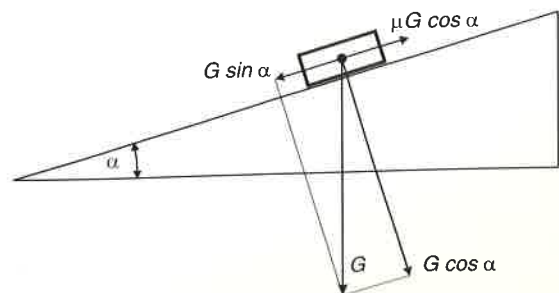
Ensimmäisessä kokeessa todennetaan voiman komponentteihin jako. Voimat F_1 ja F_2 mitataan dynamometrillä tason eri kaltevuuskulmilla α .

Toisessa kokeessa hyödynnetään normaalivoiman riippuvuutta tason kaltevuuskulmasta, kun määritetään kappaleen lepokitkakerrointa μ . Tason kaltevuutta lisätään niin kauan, että kappale ei enää pysy paikallaan vaan alkaa liukua alaspäin. Tason suuntaisen voiman ja kitkavoiman tasapainosta

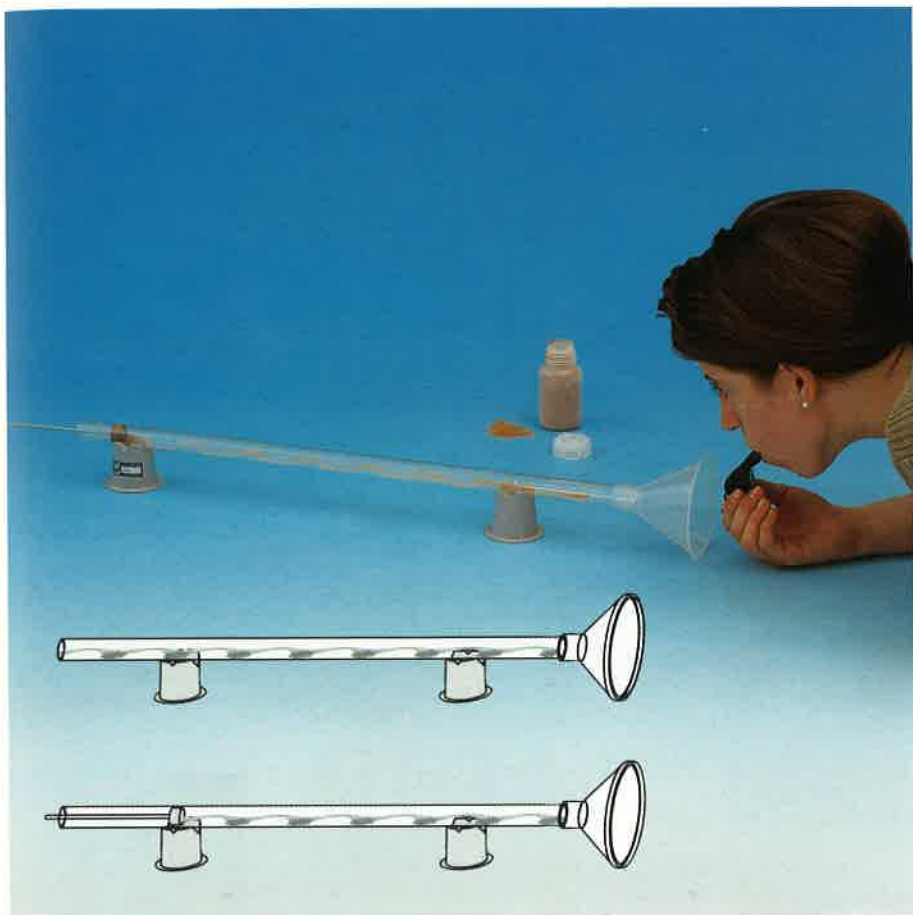
$$F_1 = \mu \cdot F_2$$

voidaan laskea

$$\mu = \tan \alpha.$$



Lepokitkakertoimen μ laskeminen



Aallonpituuden määrittäminen korkkijauheen avulla

P 1.7.3

Äänen aallonpituus ja nopeus

P 1.7.3.1 Äänen aallonpituuden määrittäminen Kundtin putkella

P 1.7.3.2 Seisovan ääniaallon aallonpituuden määrittäminen

| Kat.-nr | Väline | P 1.7.3.1 | P 1.7.3.2 |
|----------|--|-----------|-----------|
| L341 301 | Kundtin putki | 1 | |
| L586 26 | Mikrofoni | | 1 |
| L587 08 | Laajakaista kaiutin | | 1 |
| L587 66 | Heijastuslevy | | 1 |
| L522 62 | Funktiogeneraattori S12, 0.1 Hz - 20 kHz | | 1 |
| L562 73 | Muuntaja, 6 V AC, 12 V AC/30 W | | 1 |
| L531 100 | Volttimittari, DC U ≤ 3 V Yleismittari METRAMax 2 | | 1 |
| L311 77 | Rullamitta | | 1 |
| L460 97 | Mittaviivain, 0,5 m | 1 | |
| L300 11 | Urjalusta | | 3 |
| L501 46 | Parijohdin, 100 cm | | 1 |

Ääniaallot voivat muiden aaltojen tavoin tuottaa heijastuessaan myös seisovan aallon, jossa värähtelyn solmujen väli on

$$d = \frac{\lambda}{2}$$

Näin ääniaaltojen aallonpituus λ voidaan helposti mitata seisovasta aallosta.

Ensimmäisessä kokeessa tutkitaan seisovaa aaltoliikettä Kundtin putkella. Aallot saadaan näkyviin hienorakeisen korkkijauheen avulla, mikä pölisee värähtelyjen kupujen kohdalla voimakkaasti. Kahden solmun välistä etäisyyttä käytetään aallonpituuden λ määrittämiseen.

Toisessa kokeessa seisovat ääniaallot tuotetaan antamalla aaltojen heijastua kiinteästä esteestä. Koejärjestelyssä käytetään funktiogeneraattoria ja kaiutinta tuottamaan ääniaaltoja koko kuuloalueella. Erikoismikrofonilla havaitaan intensiteetin minimi ja aallonpituus määritetään minimien välimatkasta.



Jännitepulssien tuottaminen liikuttamalla kestopagneettia johdekelassa

P 3.4.1

Jännitepulssi

P 3.4.1.1 Jännitepulssien tuottaminen kestopagneetin ja kelan avulla

| Kat.-Nr. | Väline | P 3.4.1.1 |
|----------|--|-----------|
| L51011 | Sauvamagneetti | 3 |
| L56213 | Kela 250r | 1 |
| L56214 | Kela 500r | 1 |
| L56215 | Kela 1000r | 1 |
| L524010 | Sensor CASSY | 1 |
| L524200 | CASSY Lab | 1 |
| L50146 | Parijohdin, 100cm | 1 |
| | Lisäksi tarvitaan: PC, Windows 95/98/NT | 1 |

Mikä tahansa johdesilmukan läpi tapahtuva magneettivuon Φ muutos indusoi jännitteen U , jonka suuruus verrannollinen vuon muutokseen. Tällainen vuon muutos aiheutetaan esimerkiksi silloin, kun kestopagneettia liikutetaan kiinteän johdesilmukan sisällä. Tällöin ei yleensä tarkastella vain ajasta riippuvaa jännitettä

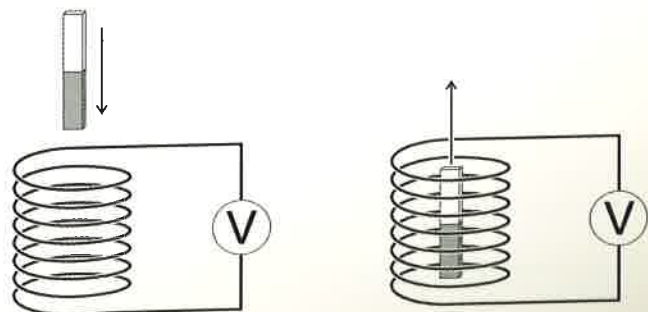
$$U = -\frac{d\Phi}{dt}$$

vaan myös jännitepulssia

$$\int_{t_1}^{t_2} U(t) dt = \Phi(t_1) - \Phi(t_2)$$

Tämä vastaa magneettivuon erotusta ennen ja jälkeen muutoksen.

Tässä työssä jännitepulssi tuotetaan viemällä sauvamagneetti manuaalisesti ilmakelan sisään tai vetämällä se pois kelasta. Jännitteen aikakäyrä mitataan ja käyrän rajoittama pinta-ala määritetään. Pinta-ala on sama kelaan vaikuttavan kestopagneetin vuolle Φ riippumatta siitä, millä nopeudella magneettia liikutetaan, mutta sen sijaan se on verrannollinen kelojen kierrosmäärään.

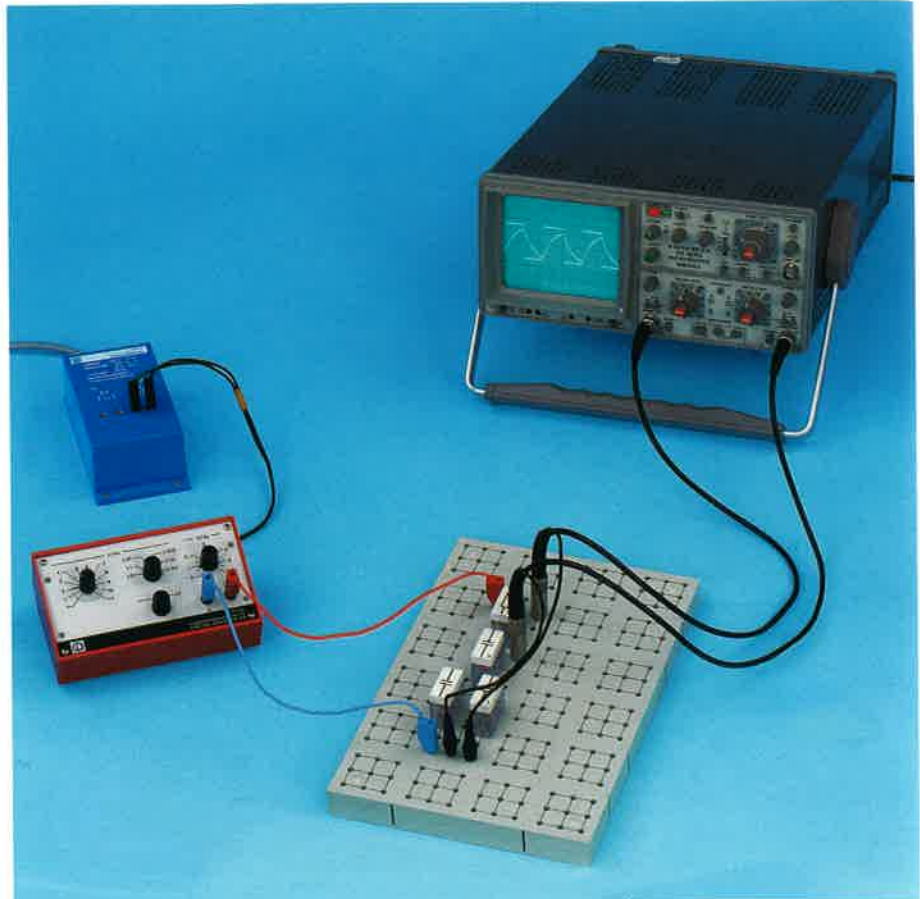


P 3.6.1

Kondensaattori virtapiirissä

P 3.6.1.1 Kondensaattorin varaaminen ja purkaminen tasasähköpiirissä

P 3.6.1.2 Kondensaattorin kapasitiivisen reaktanssin määrittäminen vaihtovirtapiirissä



Kondensaattorin varaaminen ja purkaminen tasasähköpiirissä

Kondensaattoreiden käyttäytymistä tasa- ja vaihtosähköpiireissä tutkitaan 2-kanavaisella oskilloskoopilla mittaamalla kondensaattorin jännite U_C suoraan sekä virta I_C välillisesti sarjavastuksessa R tapahtuvana jännitehäviönä. Mittausten suorittamiseksi piirit rakennetaan kytkentäalustalle käyttäen pistokkeilla varustettuja STE-komponentteja. Funktiogeneraattoria käytetään jännitelähteenä, jonka amplitudia ja frekvenssiä voidaan säätää.

Ensimmäisessä kokeessa tuotetaan funktiogeneraattorilla jaksollista kanttiaalto-signaalia, joka simuloi tasajännitteen päälle ja pois kytkemistä. Kanttiaalto-signaalia näytetään oskilloskoopin kanavalla 1 ja toisella kanavalla näytetään kondensaattorin jännitettä tai virtaa. Työn tarkoituksena on määrittää aikavakio

$$\tau = RC$$

kondensaattorin lataus- tai purkausvirtakäyristä $I(t)$ kondensaattoria vaihdellen.

Toisessa kokeessa kondensaattoripiiri kytketään vaihtojännitteeseen, jonka amplitudi on U_0 ja frekvenssi f . Jännite $U_C(t)$ ja virta $I_C(t)$ näytetään samanaikaisesti oskilloskoopilla. Koe osoittaa, että tässä piirissä virta on 90° edellä jännitettä. Lisäksi jännitteen amplitudin U_0 ja virran amplitudin I_0 välinen riippuvuus todetaan sekä verrannollisuusvakion

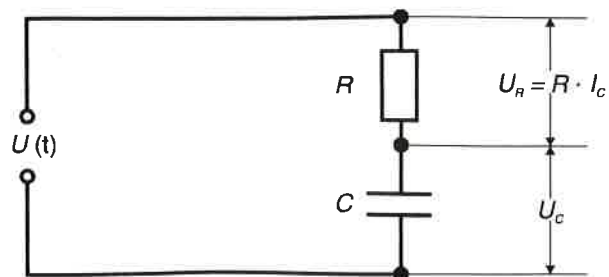
$$Z_C = \frac{U_0}{I_0}$$

riippuvuus

$$Z_C = - \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

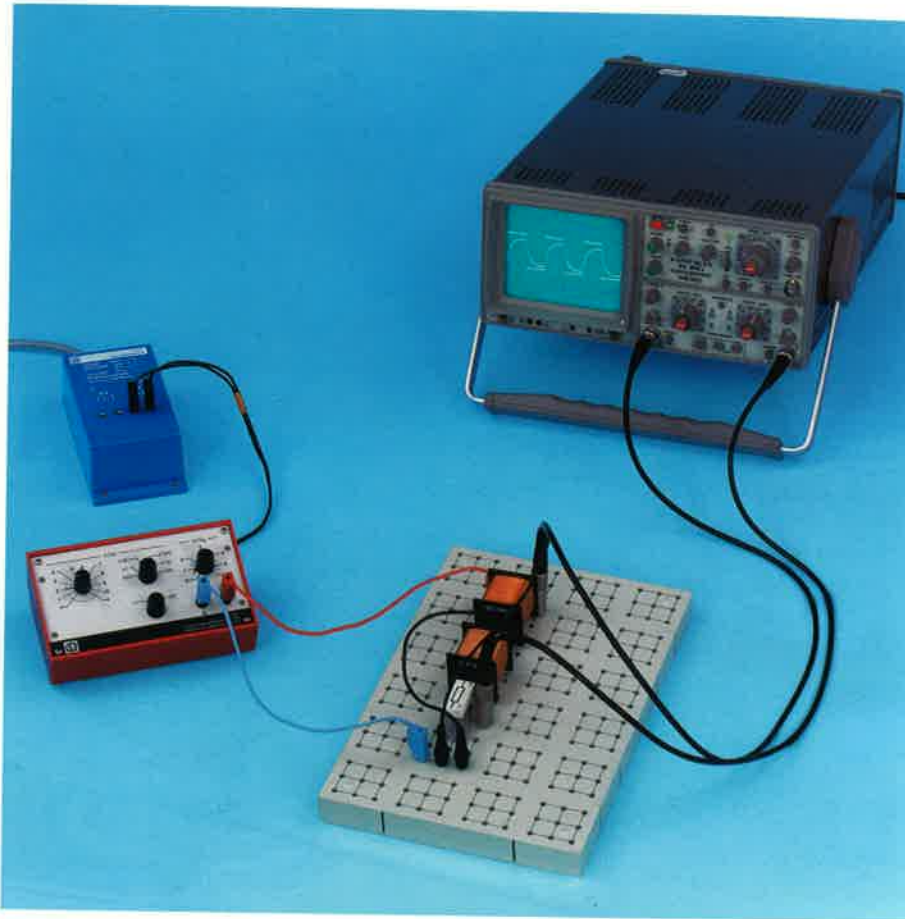
ratkaistaan.

| Kat.-Nr. | Väline | P 3.6.1.1 | P 3.6.1.2 |
|----------|---|-----------|-----------|
| L57674 | KytKentäalusta, A4 | 1 | 1 |
| L57719 | STE vastus 1Ω, 2 W | | 1 |
| L57720 | STE vastus 10 Ω, 2 W | | 1 |
| L57740 | STE vastus 470 Ω, 2 W | 1 | |
| L57744 | STE vastus 1 kΩ, 2 W | 1 | |
| L57748 | STE vastus 2,2 kΩ, 2 W | 1 | |
| L57815 | STE kondensaattori 1 μF, 100 V | 3 | 3 |
| L52262 | Funktiogeneraattori S 12, 0,1 Hz bis 20 kHz | 1 | 1 |
| L56273 | Muuntaja, 6 V-, 12 V-/30 VA | 1 | 1 |
| L575211 | Oskilloskooppi 303, 2-kan. | 1 | 1 |
| L57524 | Mittajohdin, BNC/4 mm | 2 | 2 |
| L50146 | Parijohdin, 100cm | 1 | 1 |



KytKentäkaavio





Kelan virran mittausta tasajännitteen kytkentätilanteissa

P 3.6.2

Kela virtapiirissä

- P 3.6.2.1 Kelan virran mittausta tasajännitteen kytkentätilanteissa
- P3.6.2.2 Kelan induktiivisen reaktanssin määrittäminen AC-piirissä

| Kat.-Nr. | Väline | P 3.6.2.1 | P 3.6.2.2 |
|----------|--|-----------|-----------|
| L57674 | Kytentäalusta A4 | 1 | 1 |
| L57719 | STE vastus 1 Ω, 2 W | | 1 |
| L57720 | STE vastus 10 Ω, 2 W | 1 | 1 |
| L57724 | STE vastus 22 Ω, 2 W | 1 | |
| L57728 | STE vastus 47 Ω, 2 W | 1 | |
| L59084 | Kela, 1000 Windungen | 2 | 2 |
| L50148 | Siltauspistokkeita | 1 | 1 |
| L52262 | Funktiogeneraattori S 12, 0.1MHz - 20kHz | 1 | 1 |
| L56273 | Muuntaja, 6 V-, 12 V-/30 VA | 1 | 1 |
| L575211 | Oskilloskooppi 303, 2-kan. | 1 | 1 |
| L57524 | Mittajohdin BNC/4 mm | 2 | 2 |
| L50146 | Parijohdin, 100cm | 1 | 1 |

Tutkittaessa kelojen käyttäytymistä tasa- ja vaihtosähköpiireissä kelan jännite U_L mitataan 2-kanavaisella oskilloskoopilla ja virta I_L lasketaan jännitehäviöstä, joka tapahtuu kelan kanssa sarjaan kytketyssä vastuksessa R . Tutkittavat virtapiirit kootaan STE-elektroniikkasarjan komponenteista erilliselle kytkentäalustalle. Funktiogeneraattoria käytetään jännitelähteenä, jonka amplitudia ja taajuutta voidaan muuttaa.

Ensimmäisessä kokeessa tuotetaan funktiogeneraattorilla jaksollista kantiaalto-signaalia, joka simuloi tasajännitteen päälle ja pois kytkemistä. Kantiaalto-signaalia näytetään oskilloskoopin kanavalla 1 ja toisella kanavalla näytetään kelan jännitettä tai virtaa. Työn tarkoituksena on määrittää aikavakio

$$\tau = \frac{L}{R}$$

kelan eksponentiaalista U_L -käyristä.

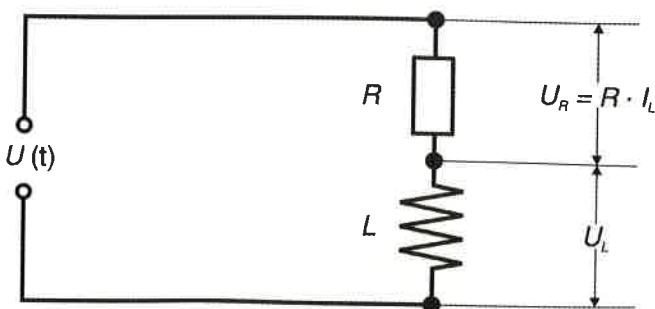
Toisessa kokeessa kelapiiri kytketään vaihtojännitteeseen, jonka amplitudi on U_0 ja frekvenssi f . Jännite $U_L(t)$ ja virta $I_L(t)$ näytetään samanaikaisesti oskilloskoopilla. Koe osoittaa, että fässä piirissä virta on 90° jäljessä jännitteestä. Lisäksi jännitteen amplitudin U_0 ja virran amplitudin I_0 välinen riippuvuus todetaan sekä verrannollisuusvakion

$$Z_L = \frac{U_0}{I_0}$$

riippuvuus

$$Z_L = 2\pi f \cdot L$$

ratkaistaan.



Kaaviomainen piiridiagrammi

P 3.8.3

Purkausputki, Maltan-risti

P 3.8.3.1 Elektronien suoraviivaisen etenemisen havainnollistaminen

P 3.8.3.2 Elektronien poikkeaminen aksiaalisessa magneettikentässä



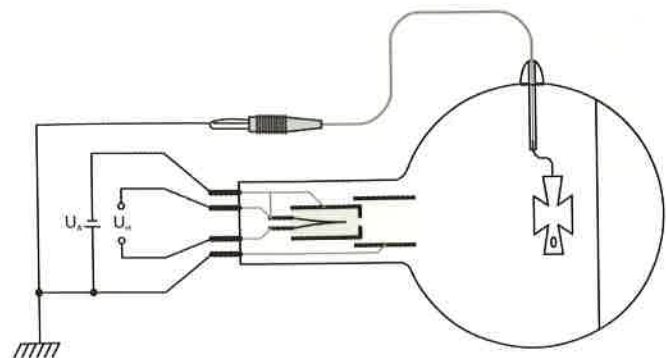
Elektronien poikkeaminen aksiaalisessa magneettikentässä

Maltanristi-putkessa elektronit kiihdytetään anodin avulla kohti fluoroisovaa varjostinta, missä ne voidaan havaita luminesenssi-ilmiönä. Maltan risti on sijoitettu anodin ja varjostimen väliin ja sen varjo voidaan nähdä varjostimella. Ristillä on oma erillinen kontaktinapa niin, että se voidaan kytkeä mihin tahansa potentiaaliin.

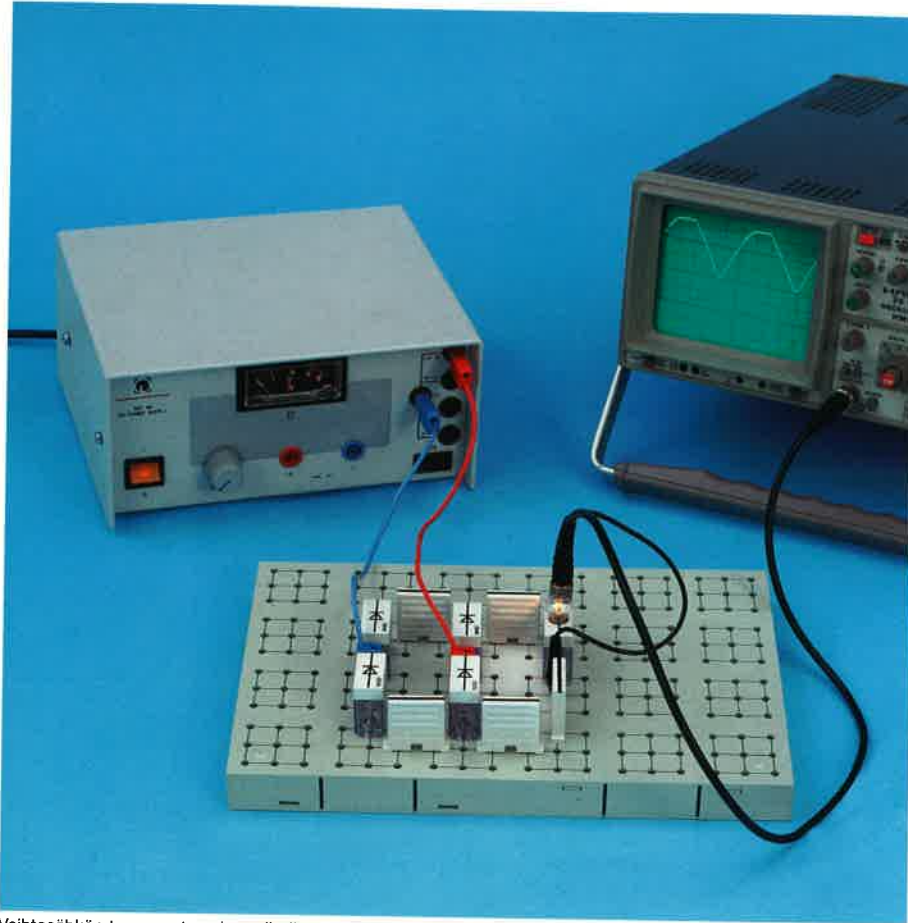
Ensimmäisessä kokeessa todennetaan elektronien lineaarinen eteneminen kentättömässä tilassa. Tässä kokeessa Maltan risti kytketään anodin potentiaaliin ja ristien varjoa elektronisuihkussa verrataan sen valolla tuotettuun varjokuvaan. Varjojen samantyyppisyydestä voidaan päätellä, että elektronit etenevät suoraviivaisesti. Ristin ympärille syntyvä paikkavarauksen aiheuttaa repulsiivisen potentiaalilin niin, että kuva varjostimella tulee suuremmaksi.

Toisessa kokeessa aksiaalinen magneettikenttä tuotetaan sähkömagneetin avulla. Ristin varjo kiertyy ja kutistuu kokoon magnetointikelan virran funktiona. Kun sopiva suhde korkeajännitteen ja kelan virran välille asetetaan, risti fokuusoituu melkein pisteeksi, ja kasvaa jälleen suuremmaksi, kun virtaa kasvatetaan edelleen. Selitys magneettiselle fokusoinnille voidaan havaita elektronien kierteisistä radoista magneettikentässä.

| Kat.-Nr. | Väline | P 3.8.3.1 | P 3.8.3.2 |
|----------|----------------------------|-----------|-----------|
| L555216 | Maltanristi-putki | 1 | 1 |
| L555200 | Putkiteline | 1 | 1 |
| L555204 | Kelapari P | | 1 |
| L52170 | Korkeajännitelähde 10 kV | 1 | 1 |
| L52150 | AC/DC virtalähde 0 ...15 V | | 1 |
| L51048 | Magneettipari, sylint. | 1 | |
| L54100 | Hankaussauvapari | 1 | |
| L500612 | Turvakaapeli, 25 cm | 1 | 1 |
| L500641 | Turvakaapeli, 100cm | 2 | 2 |
| L500642 | Turvakaapeli, 100cm | 3 | 3 |
| L50144 | Parijohdin, 25 cm | | 1 |
| L50146 | Parijohdin, 100cm | | 1 |



Purkausputken kytkentäkaavio.



Vaihtosähkön tasasuuntaaminen diodien avulla

P 4.1.4

Diodipiirit

- P 4.1.4.1 Vaihtosähkön tasasuuntaaminen diodien avulla
- P 4.1.4.2 Zenerdiodin rajajännitteet
- P 4.1.4.3 Jännitteen polariteetin testaus loistiodien avulla

| Kat.-nr | Väline | P 4.1.4.1 | P 4.1.4.2 | P 4.1.4.3 |
|----------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| L576 74 | Kytkeäalusta A4 | 1 | 1 | 1 |
| L577 42 | STE vastus 680 Ω, 2 W | | 1 | 1 |
| L578 48 | STE valodiodeja, LED 2, pun. | | | 1 |
| L578 57 | STE valodiodeja LD 57 G, vihr. | | | 1 |
| L578 51 | STE Si-diodi 1N 4007 | 4 | | |
| L578 55 | STE zenerdiodi ZPD 6.2 | | 1 | |
| L579 06 | Lampun pidin, E 10, yläp. | 1 | 1 | |
| L501 48 | Siltauuspistokkeita, sarja | 1 | | |
| L505 08 | Hehkulamppuja, E 10; 12 V/3.0 W | 1 | 1 | |
| L521 48 | AC/DC virtalähde 0..12 V, 230 V/50 Hz | 1 | 1 | 1 |
| L575 211 | Oskilloskooppi 303, 2-kan. | 1 | | |
| L575 24 | Mittajohdin BNC/4 mm | 1 | | |
| L531 100 | Jännitemittari, AC/DC, U ≤ 12 V | | | |
| L531 100 | Yleismittari METRAMax 2 | 1 | | |
| L531 100 | Jännitemittari, DC, U ≤ 12 V | | | |
| L531 100 | Yleismittari METRAMax 2 | | 2 | |
| L501 45 | Parijohdin, 50 cm | 2 | 3 | 1 |

Diodeja, zenerdiodeja ja valodiodeja käytetään nykyään miltei jokaisessa elektronisessa piirissä.

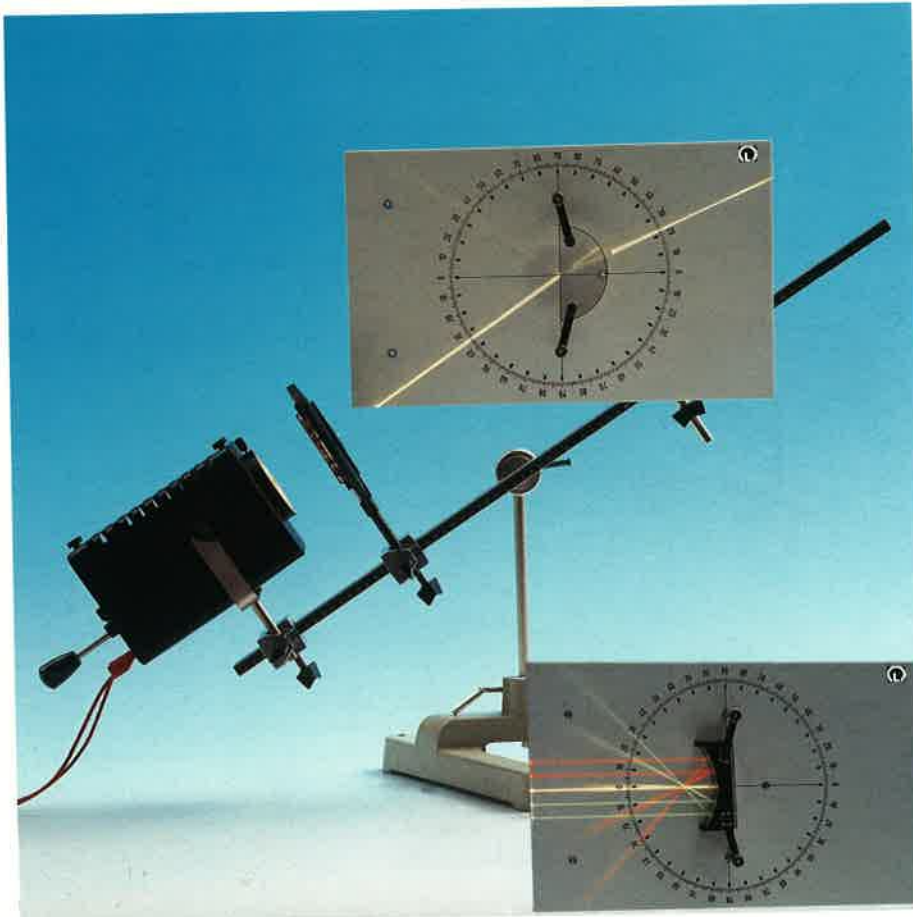
Ensimmäisessä kokeessa valotetaan puoli- ja kokoaaltotasasuuntaajien toimintaperiaatetta vaihtosähkön tasasuuntauksessa. Puoliaaltotasasuuntaaja, joka koostuu yhdestä yksittäisestä diodista, poistaa jokaisesta AC-jaksosta ensimmäisen puoliaallon ja päästää sitten toisen puoliaallon (olettaen, että diodi on kytketty vastaavalla tavalla). Kokoaaltotasasuuntaaja, joka tavallisesti on neljästä diodista koottu siltakytkentä, hyödyntää vaihtosähkön molemmat puolijaksot.

Toisessa kokeessa demonstroidaan, miten zenerdiodia voidaan käyttää ylijännitesuojaukseen. Niin kauan kun käyttöjännite on pienempi kuin zenerdiodin läpilyöntijännitteen U_Z , zenerdiodi toimii eristeen tavoin ja jännite U pysyy muuttumattomana. Jännitteen noustessa U_Z korkeammaksi sähkövirtaa kulkee niin paljon zenerdiodin läpi, että jännite U laskee tasolle U_Z .

Viimeisen kokeen tarkoitus on rakentaa jännitteen polariteetin osoituskytkentä, jossa käytetään vihreää ja punaista polariteetin osoittamiseen. Piiri testataan sekä tasa- että vaihtosähköllä.

P 5.1.1

Heijastuminen ja taittuminen



Valon taittuminen (heijastuminen)

- P 5.1.1.1 Valon heijastuminen tasopeilistä ja kaarevista peilipinnoista
- P 5.1.1.2 Valon taittuminen suorassa rajapinnassa ja valosäteen kulun tutkiminen prismoissa ja linseissä

| Kat.-nr | Väline | P 5.1.1-2 |
|---------|---------------------------------|-----------|
| L463 52 | Optinen levy, optisia malleja 8 | 1 |
| L450 60 | Valaisin | 1 |
| L450 51 | Hehkulamppu, 6 V/30 W | 1 |
| L562 73 | Muuntaja, 6 V-, 12 V-/30 W | 1 |
| L460 43 | Optinen penkki, pieni | 1 |
| L463 51 | Varjostinlevy, 5 rakoa | 1 |
| L460 08 | Linssi f = +150 mm | 1 |
| L300 01 | Statiivin jalusta, V-muot. | 1 |
| L301 01 | Kaksoispuristin | 4 |
| L300 41 | Statiivitanko, 25 cm | 1 |

Valon leviämistä voidaan kuvata riittävän tarkasti määrittämällä yksinkertaisesti valonsäteiden kulku. Esimerkkinä tästä ovat valonsäteiden käyttäytyminen peilien, linssien ja prismojen leikkausmalleissa.

Ensimmäisessä kokeessa tutkitaan, miten peilikuva syntyy tasopeilissä tapahtuvan heijastumisilmiön kautta, ja havainnollistetaan valonsäteiden kulun käänteisyyttä. Heijastumislaki todennetaan kokeellisesti:

$$\alpha = \beta$$

α : tulokulma, β : lähtökulma

Laajempina kokeellisina aiheina ovat yhdensuuntaisten valonsäteiden heijastuminen koveran peilin polttopisteen kautta, kaarevien peilien polttovälin ja kaarevuussäteiden välinen yhteys sekä todellisen ja virtuaalisen kuvan tuottaminen kaarevalla peilillä.

Toisessa kokeessa tarkastellaan valonsäteiden suunnan muutosta, kun valo kulkee kahden aineen rajapinnan läpi. Taittumislaki, jonka on keksinyt *W. Snellius*, todennetaan kvantitatiivisesti:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

α : tulokulma, β : lähtökulma,
 n_1 : väliaineen 1 taitekerroin (tässä ilma),
 n_2 : väliaineen 2 taitekerroin (tässä lasi)

Kokeessa tutkitaan myös kokonaisheijastumista valonsäteiden tullessa optisesti tiheämmästä optisesti harvempaan aineeseen, yhdensuuntaisten valonsäteiden keskittymistä kokoavan linssin polttopisteeseen, valespolttopisteen olemassa oloa, kun valo kulkee hajottavan linssin läpi, todellisen ja virtuaalisen kuvan syntymistä käytettäessä linsejä sekä säteiden kulkua prisman läpi.





P 6.1.3

Elektronin ominaisvaraus

P 6.1.3.1 Elektronin ominaisvarauksen määrittäminen

Elektronin ominaisvarauksen määrittäminen

| Kat.-nr | Väline | P 6.1.3.1 |
|----------|------------------------------------|-----------|
| L555 571 | Ohutsädeputki | 1 |
| L555 581 | Helmholtzin kelapari | 1 |
| L521 65 | DC jännitelähde 0 ... 500 V | 1 |
| L521 54 | DC jännitelähde 0 ... 20 V | 1 |
| L531 100 | Jännitemittari, DC, $U \leq 300$ V | 1 |
| L531 100 | Yleismittari METRAmax 2 | 1 |
| L531 100 | Virtamittari, DC, $I \leq 3$ A | 1 |
| L531 100 | Yleismittari METRAmax 2 | 1 |
| L516 62 | Teslamittari | 1 |
| L516 61 | Aksiaal. B-anturi | 1 |
| L501 16 | Kaapeli, 6-nap., 1.5 m | 1 |
| L311 77 | Rullamitta | 1 |
| L500 614 | Turvakaapeli, 25 cm | 1 |
| L500 624 | Turvakaapeli, 50 cm | 4 |
| L500 644 | Turvakaapeli, 100 cm | 4 |
| L500 422 | Johdin, 50 cm | 4 |
| L501 46 | Parijohdin, 100cm | 1 |

Elektronin massaa m_e on erittäin vaikea määrittää kokeellisesti. Huomattavasti helpompi on mitata elektronin ominaisvaraus

$$\epsilon = \frac{e}{m_e}$$

josta massa m_e voidaan laskea, kun elektronin varaus e tunnetaan.

Tässä kokeessa terävä elektronisuihku poikkeutetaan homogeenisen magneettikentän avulla suljetulle ympyräradalle elektronin ominaisvarauksen määrittämiseksi. Magneettikenttä B , joka taivuttaa elektronit tietylle r -säteiselle radalle, määritetään kiihdytysjännitteen U funktiona. Magneettikentän aiheuttama Lorentzin voima vaikuttaa keskeisvoimana. Se riippuu elektronien nopeudesta, jonka vuorostaan kiihdytysjännite määrää. Elektronin ominaisvaraus voidaan määrittää suureiden U , B ja r mittauksista soveltamalla kaavaa

$$\frac{e}{m_e} = 2 \cdot \frac{U}{B^2 \cdot r^2}$$



Elektronien ympyräraita ohutsädeputkessa.