



## AVOIN SARJA

*Kirjoita tekstaten koepaperiin oma nimesi, kotiosoitteesi, sähköpostiosoitteesi,*

*opettajasi nimi sekä koulusi nimi.*

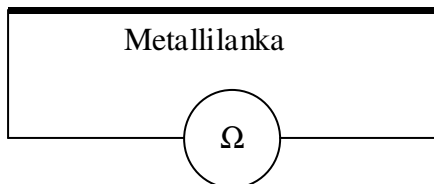
*Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.*

***Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.***

- Määritä oheisen vastuslangan resistiivisyys. Välineet: yleismittari, vastuslanka, johtimia, hauenleukoja, mittanauha, mikrometri, eristepylväät/sinitarraa.

Ratkaisu:

Kytkäkaavio



**1p**

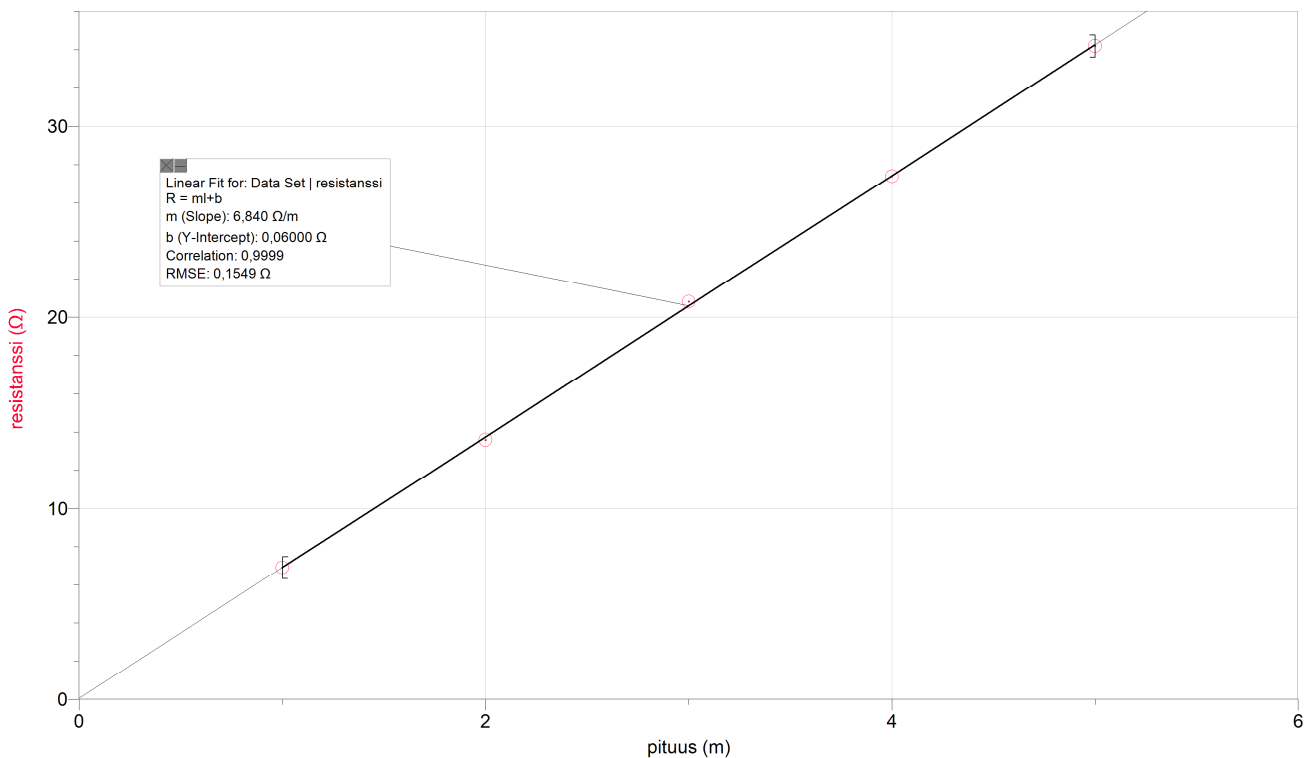
Mitataan yleismittarilla langan resistanssi, metrimittalla pituus, mikrometrillä langan halkaisija. **1p**

Eräissä mittauksessa saatiin oheiset tulokset

pituus (m)	resistanssi ( $\Omega$ )
1,0	6,9
2,0	13,6
3,0	20,8
4,0	27,4
5,0	34,2

**1p**

Piirretään kuvaaja  $l, R$ - koordinaatistoon



**1p**

Ratkaistaan resistiivisyys johtimen resistanssin lausekkeesta:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{R}{l} \cdot A = \frac{\Delta R}{\Delta l} \cdot A$$

, jossa  $\frac{\Delta R}{\Delta l}$  on  $(lR)$ -kuvaajan fysikaalinen kulmakerroin ja  $A = \pi \frac{d^2}{4}$  on langan poikkileikkauksen pinta-ala. **1p**

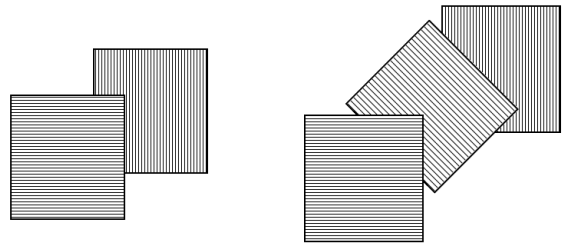
$$\text{Resistiivisyydeksi saadaan } \rho = \frac{\Delta R}{\Delta l} \cdot A = \frac{25 \Omega}{3,5 \text{ m}} \cdot \pi \cdot \left( \frac{0,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2} \right)^2 = 1,40 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m} \approx 140 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} .$$

**1p**

Lisäansio, jos katsottu MAOLista mitä ainetta lanka on esim. konstantaani. Ylläoleva mittaus on tehty kantaalilangalla

2. Väitetehtävät. Vastaa kunkin väittämän kohdalla, onko se oikein vai väärin ja perustele lyhyesti. Perustelun apuna voi käyttää piirroksia.

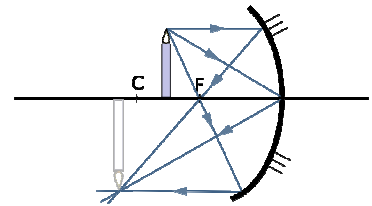
- Peilin tai linssin muodostama suurennettu kuva on aina valeskuva.
- Kun valo etenee esimerkiksi vedessä, valon aallonpituus on eri kuin ilmassa. Tällöin myös silmän havaitsema valon väri muuttuu.
- Kuu on kuunpimennyksen aikaan punainen pääasiassa siksi, että punainen valo taittuu eniten maan ilmakehässä.
- Kuperan linssin avulla tarkennetaan kynttilän liekin kuva varjostimelle. Kun linssistä peitetään pahvinpalasella ylempi puoli, varjostimella olevan kuvan alapuoli jää pois.
- Pekka peilaa itseään eteisen tasopeilistä eikä näe itseään kokonaan. Kun Pekka peruuttaa kauemmas peilistä, hän näkee kuvansa lopulta kokonaan peilistä.
- Kaksi polarisaattoria asetetaan peräkkäin siten, että niiden polarisaatioakselit ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan eikä luonnonvalo pääse niiden läpi. Kun polarisaattorien väliin asetetaan kolmas polarisaattori 45 asteen kulmaan kumpaankin nähden, rakennelman läpi pääsee jonkin verran valoa.



**Ratkaisu:** 0,5 p / oikein-väärin ja 0,5 p / perustelu

a) Väärin.

Kovera peili ja kupera linssi voivat muodostaa suurennetun, todellisen kuvan. Kuva on todellinen, kun esine sijaitsee polttopistettä kauempana peilistä tai linssistä. Todellinen kuva on suurennettu, kun esine sijaitsee kauempana kuin polttoväli ja lähempänä kuin kaksi kertaa polttoväli. (Kuva: Wikimedia Commons)



b) Väärin

Silmän väriaistimus riippuu valon energiasta joka ei muutu aallonpituuden muuttuessa, sillä taajuus pysyy samana valon nopeuden ja aallonpituuden muuttuessa samassa suhteessa. (Sitä paitsi itse silmässä valon aallonpituus on aina sama, kun väliaine on sama.)

c) Väärin

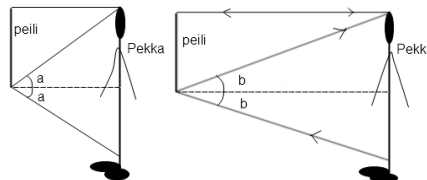
Punainen valo taittuu ilmakehässä itse asiassa vähiten. Auringon valon punaiset ja oranssit aallonpituudet kuitenkin siroavat ilmakehässä vähemmän kuin lyhyemmät aallonpituudet eli siniset, vihreät jne. Siksi varjon alueelle taittuu pääasiassa punaista valoa.

d) Väärin.

Linssin muodostama kuva ainoastaan himmenee tasaisesti. Linssissä ei ole erityistä kohtaa, joka välittäisi valonsäteet vain tietyistä osista esinettä, vaikka sädemalli piirretäänkin usein esimerkiksi vain linssin yläosan kautta. Linssiä on ylipäänsä tarjolla vähemmän, jolloin syntyvä kuva on himmeämpi.

e) Väärin.

Mikäli Pekka ei näe itseään peilistä aluksi, hän ei voi peruuttaa niin kauas, että näkisi itsensä peilistä kokonaan. Peilistä näkyy aina sama alue, kuten oheisista kuvista selviää.



f) Oikein.

Rakennelman ensimmäisen polarisaattorin läpäisevän valon polarisaatioasuunta on nyt (kuvan perusteella) vaakasuuntainen. Koska valon polarisaatioasuunta ei ole kohtisuorassa keskimmäisen polarisaattorin polarisaatioakseliin nähden, osa valosta läpäisee sen. Viimeiselle polarisaattorille saapuvan valon polarisaatioasuunta on keskimmäisen polarisaattorin mukainen, eikä siis kohtisuorassa viimeiseen polarisaatioakseliin nähden. Osa valosta läpäisee nyt myös viimeisen polarisaattorin. Lisäämällä väliin useampia polarisaattoreita siten, että polarisaatio suunnan muutos väleissä on pienempi, saadaan valosta suurempi osa läpäisemään koko rakennelman.

3. Raketti on lähtötelineissä suunnattuna ylöspäin. Sen raketit käynnistyvät ja niistä purkautuu kaasua 1500 kg sekunnissa. Kaasumolekyylin nopeus on 50 km/s. Kuinka suuri voi raketin massa olla alussa, jotta se voi liikkua hitaasti ylöspäin rakettimoottorin avulla?

Ratkaisu:

Koska raketin nopeus on alussa paljon pienempi kuin kaasumolekyylin nopeus, voidaan olettaa, että kaasumolekyylit lähtevät liikkeelle levosta nopeuteen 50 km/s. 1 p

VOIMAKUVIO



1 P

Kaasumolekyylin saama impulssi ajassa  $\Delta t$  alaspäin on

$$F_k \Delta t = \Delta m (v_i - v_a) = m v_i, \text{ josta saadaan} \quad 1 \text{ p}$$

$$F_k = v_i \frac{\Delta m}{\Delta t} = (50000 \text{ m/s})(1500 \text{ kg/s}) = 75 \times 10^6 \text{ N} \quad 1 \text{ p}$$

Yhtä suuri mutta vastakkaisuuntainen voima kohdistuu rakettiin ylöspäin. Rakettimoottorit voivat siis kannatella rakettia, jonka paino on 75 MN. Tätä painoa vastaava massa on 1 p

$$M = \frac{G}{g} = \frac{F_k}{g} = \frac{75 \times 10^6 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 7,645 \times 10^6 \text{ kg} \approx 7,6 \times 10^6 \text{ kg} \quad 1 \text{ p}$$

4. Pallon muotoisen asteroidi Cereksen keskimääräinen halkaisija on 950 km. Ceres koostuu materiaalista jonka keskitiheys on  $2,08 \text{ g/cm}^3$ .

a) Mikä on putoamiskiihtyvyys Cereksen pinnalla?

b) On suunniteltu, että Cereksen pinnalle laskeutuisi tulevaisuudessa tutkimusluotain ottamaan maanäytettä. Näytteen ottamisen jälkeen luotain laukaistaan Cerestä kiertävälle radalle Cereksen pinnalta. Mikä on pienin mahdollinen Cerestä kiertävän luotaimen nopeus?

Ratkaisu:

a) Gravitaatiolaki :

$$F_G = \gamma \frac{Mm}{r^2} = mg \Rightarrow g = \gamma \frac{M}{r^2} = \gamma \frac{\rho V}{r^2} = \gamma \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r^3}{r^2} = \frac{4}{3} \gamma \rho \pi r =$$

$$\frac{4}{3} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 2080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \pi \cdot \frac{950 \cdot 10^3 \text{m}}{2} = 0,276 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$F_G = mg$  1p, sijoittamiset 1p, tulos 1p

b) Lasketaan nopeus kun kiertoradan säde on Cereksen säteen pituinen.

$$F_G = \gamma \frac{Mm}{r^2} = mg \Rightarrow gr^2 = \gamma M$$

$$F_G = ma_n = \frac{mv^2}{r}$$

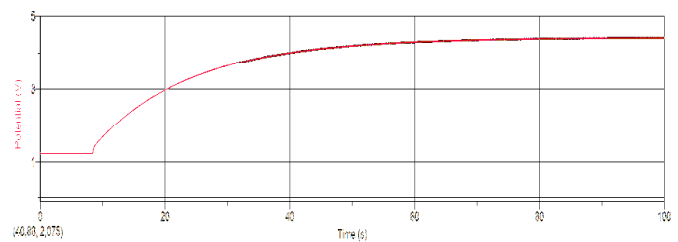
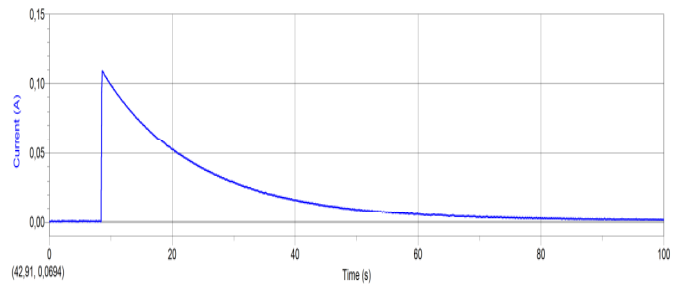
$$\gamma \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$v^2 = \sqrt{\frac{\gamma M}{r}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\gamma M}{r}} = \sqrt{gr} = \sqrt{0,276 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{950 \cdot 10^3 \text{m}}{2}} = 362 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0,36 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

liikeyhtälö 1p, suureyhtälöstä nopeuden ratkaiseminen 1 p, tulos 1p

5. Fysiikan tunnilla ladattiin kondensaattoria pariston avulla. Kondensaattorin ja pariston lisäksi piirissä oli vastus, jotta kondensaattori latautuisi hitaammin. Tietokoneeseen liitettävien virtamittarin ja jännitemittarin avulla mitattiin kondensaattorin latausvirta ja jännite (ks. oheiset kuvaajat).

- Piirrä tutkimuksessa käytetyn kytkennän kytkentäkaavio.
- Toinen mittarien kuvaajista paljastaa, että kondensaattoria ei ollut purettu täysin edellisen käyttökerran jälkeen. Kummassa kuvaajassa tämä näkyy ja miten?
- Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa selvitettiin mittauksen aikana kondensaattoriin siirtyneen varauksen määrä eri ajanhetkillä. Kummasta kuvaajasta ja miten tämä saadaan selvitettyä?
- Lopuksi siirtyneen varauksen ja vastaavan jännitteen arvot koottiin taulukkoon. Määritä sopivan graafisen esityksen avulla kondensaattorin kapasitanssi ja kondensaattorissa tutkimuksen alkaessa ollut varaus.



aika (s)	10	12	14	18	21	30	40	100
varaus (C)	0,17	0,31	0,51	0,78	0,94	1,29	1,51	1,82
jännite (V)	1,7	2,0	2,3	2,8	3,1	3,6	4,0	4,4

### Ratkaisu

- (Kytkenässä paristo, kondensaattori, vastus ja virtamittari sarjaan kytkettyinä sekä jännitemittari kondensaattorin rinnalle kytkettynä. Katkaisijakin saa olla.) **(1p)**
- Jännitteen kuvaajasta nähdään, että kondensaattorin jännite ei ollut nolla mittauksen alkaessa. **(1p)**
- Sähkövirran kuvaajasta saadaan siirtynyt varaus graafisesti integroimalla kuvaajan ja aika-akselin väliin jäävä pinta-ala. **(1p)**
- Laaditaan kuvaaja  $U, Q$  -koordinaatistoon. Kuvaajan yhtälö on  $Q = CU - Q_0$  (yhtälöstä  $Q + Q_0 = CU$ ), missä  $Q$  on kuvaajasta määritetty mittauksen aikana siirtynyt varaus,  $Q_0$  kondensaattorissa jo mittauksen alkaessa ollut varaus,  $C$  kondensaattorin kapasitanssi ja  $U$  kondensaattorin jännite. Kuvaajan kulmakertoimesta saadaan siis kondensaattorin kapasitanssi ja vakiotermistä kondensaattorissa ollut varaus. Kuvaajan yhtälöksi saadaan  $Q = 0,61 \frac{C}{V} \cdot U - 0,90 C$ , joten kondensaattorin kapasitanssi on tämän mittauksen perusteella 0,61 F ja tutkimuksen alkaessa kondensaattorissa oli jo 0,90 C:n varaus. **(graafinen esitys 1p, kulmakertoimesta kapasitanssi 1p, vakiotermistä alkuvaraus 1p)**

