



**Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.**

1. Alla on lueteltu joukko kappaleita ja kokoelma pituuden suuruusluokkia. Valitse kappaleille oikea suuruusluokka. Anna vastauksena numeron ja kirjaimen yhdistelmät, joissa kirjain vastaa kappaleen oikeaa suuruusluokkaa.

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. atomin ydin    | A. $10^{-18}$ m |
| 2. tiikeri        | B. $10^{-15}$ m |
| 3. Aurinko        | C. $10^{-12}$ m |
| 4. veren punasolu | D. $10^{-10}$ m |
| 5. Maa            | E. $10^{-5}$ m  |
| 6. vesimolekyyl   | F. $10^{-3}$ m  |
|                   | G. $10^0$ m     |
|                   | H. $10^3$ m     |
|                   | I. $10^5$ m     |
|                   | J. $10^7$ m     |
|                   | K. $10^9$ m     |
|                   | L. $10^{11}$ m  |

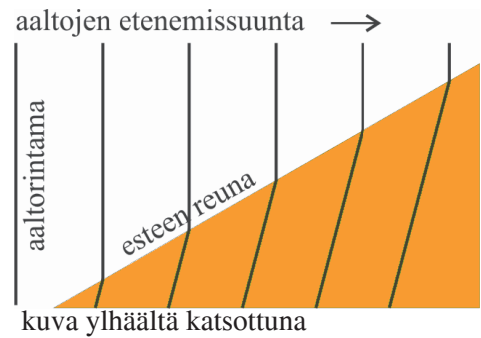
2. Pallo heitettiin suoraan ylöspäin, ja tapahtuma kuvattiin videolle. Videolta mitattiin pallon paikka ajan funktiona. Mittauksessa saatiin oheisen taulukon mukaiset tulokset.

aika (s)	0,00	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60
paikka (m)	0,00	0,26	0,38	0,37	0,19	-0,09

- a) Piirrä pallon paikka ajan funktiona. (3 p.)
- b) Arvioi kuvaajan perusteella, milloin pallo on lakipisteessä ja kuinka korkealla pallo käy. (2 p.)
- c) Arvioi kuvaajan perusteella, millä hetkellä pallo on takaisin lähtökorkeudellaan. (1 p.)
3. Lyijykuula, jonka massa on 9,30 g, on raskaan alasimen päällä. Kuulaa lyödään pajavasarella, jolloin se litistyy ja lämpenee. Vasara pysähtyy litistyneen kuulan päälle.
- a) Mistä kuulan lämpeneminen johtuu? (2 p.)
- b) Kuinka paljon kuulan lämpötila hetkellisesti nousee yhdellä iskulla? Vasaran massa on 1,2 kg ja sen nopeus ennen kuulaan osumista on 5,3 m/s. Oletetaan, että iskun vaikutus ilmenee vain kuulan lämpötilan nousuna. (4 p.)

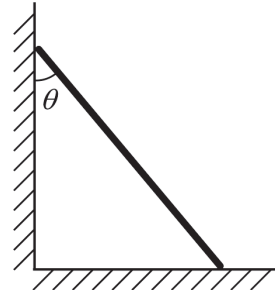
4. Vesialtaassa etenee tasoaaltoja, joiden taajuus on 7,1 Hz. Aallot kohtaavat veden alle jäävän, allasta madaltavan esteen, jonka reuna on aaltojen kannalta rajapinta. Ennen estettä vesiaaltojen aallonpituus on 3,2 cm ja esteen päällä 2,6 cm. Esteen reuna on suora ja  $30^\circ$ :n kulmassa aaltojen etenemissuuntaan nähden.

- Kuinka suuri on vesiaaltojen nopeus ennen estettä?
- Kuinka suuri on vesiaaltojen taajuus ja nopeus esteen päällä?
- Laske vesiaaltojen taitekulma rajapinnassa.



5. Urheiluharjoituksissa kilpaillaan siitä, kuka liu'uttaa voimistelupatjaa pisimmälle hyppämällä vauhdilla sen päälle. Poika, jonka massa on 29 kg, hyppää patjalle vaakasuoralla nopeudella 5,0 m/s, jolloin patja ja poika liukuvat yhdessä 1,3 m. Laske patjan ja lattian välinen liukukitkakerroin, kun patjan massa on 21 kg.

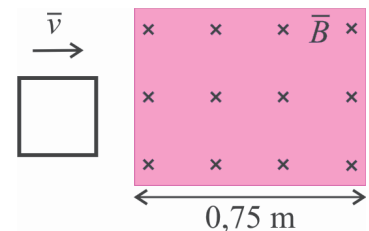
6. Tasapaksu lankku asetetaan nojaamaan liukasta seinää vasten. Lankun ja lattian välinen kitkakerroin on 0,42. Kuinka suureen kulmaan lankku voidaan korkeintaan asettaa seinään nähden, jotta lankku ei lähde liukumaan?



7. Sähköankerias (*Electrophorus electricus*) pystyy antamaan saaliilleen lamaannuttavia sähköiskuja. Sähkö tuotetaan erityisten sähköelinten avulla, jotka koostuvat suuresta joukosta sähkösoluja. Kukaan voi luoda 0,15 V lähdejännitteen, ja solun sisäinen resistanssi on  $0,25 \Omega$ . Sähköelimessä on rinnankytkettynä 140 riviä sähkösoluja, ja kussakin rivissä on 5 000 sähkösolua sarjaankytkettynä. Ankerias saa aikaan sähkövirran ympäröivään veteen, jonka resistanssi on  $800 \Omega$  muodostuvassa virtapiirissä.

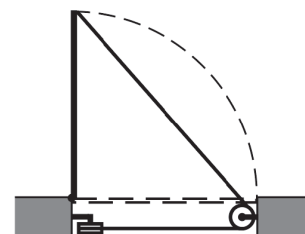
- Piirrä periaatteellinen kytkentäkaavio.
- Kuinka suuren maksimivirran ankerias voi aiheuttaa veteen?
- Kuinka suuri virta kulkee tällöin yhden sähkösolun läpi?

8. Neliön muotoinen johdinsilmukka, jonka sivun pituus on 25 cm ja resistanssi  $1,25 \Omega$ , liikkuu vakionopeudella 0,20 m/s kuvan mukaisesti homogeenisen magneettikentän poikki. Magneettikentän magneettivuon tiheys on 15 mT. Esitä graafisesti silmukassa kulkeva virta ajan funktiona.



9. a) Mitä  $\beta^+$ -hajoamisessa tapahtuu? Kirjoita  $^{22}\text{Na}$ :n hajoamisen reaktioyhtälö.  
 b) Yleensä  $\beta^+$ -hiukkanen häviää nopeasti. Mitä sille tapahtuu? Kirjoita reaktioyhtälö.  
 c) Elektronisieppaus kilpailee  $\beta^+$ -hajoamisen kanssa. Mitä elektronisieppauksessa tapahtuu? Kirjoita  $^{127}\text{Xe}$ :n hajoamisen reaktioyhtälö.

10. Oheiset kuvat esittävät perinteistä ovensulkijaa. Punnus on ripustettu naruun, joka on kiinnitetty kahden väkipyörän kautta oven yläreunaan. Oven leveys on 1,0 m ja hitausmomentti saranoiden kautta kulkevan akselin suhteen  $11 \text{ kgm}^2$ . Kuinka suurella nopeudella oven ulkoreuna törmää karmiin, kun se päästetään sulkeutumaan  $90^\circ$ :n kulmasta? Punnuksen massa on 1,1 kg, ja vastusvoimat aiheuttavat keskimäärin  $1,5 \text{ Nm}$ :n liikettä vastustavan momentin.



11. Ihmisen sydämen oikea kammio pumpppaa verta pieneen verenkiertoon ja vasen isoon verenkiertoon. Kammioden toimintaa voidaan verrata yksinkertaisen mäntäpumpun toimintaan (kuva).

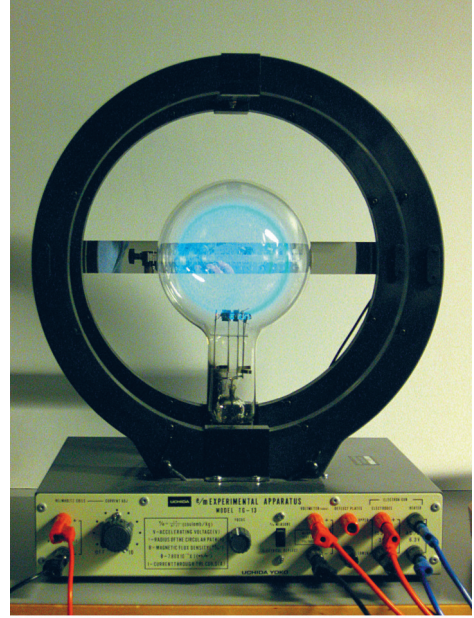


- a) Osoita, että mäntäpumpun siirtäessä nestettä tilavuuden  $\Delta V$ , mäntään kohdistuva voima tekee työn  $p\Delta V$ , jossa  $p$  on nesteen paine.  
 b) Kuinka suuren työn sydän tekee yhden syklin aikana, kun vasemman kammion supistuksessa verta siirtyy 70 ml ja verenpaine supistuksen aikana (systolinen paine) on  $120 \text{ mmHg}$ ? Oikean kammion työ on kuudesosa vasemman kammion tekemästä työstä.  
 c) Kuinka suuri on sydämen keskimääräinen teho, kun syke on  $76 \text{ min}^{-1}$ ?

- +12. Elektronin varauksen ja massan suhde  $e/m$  voidaan määrittää kuvan esittämällä laitteella. Keskellä sijaitsevan lasikuvun sisällä on pienipaineista heliumkaasua sekä elektronitykki, joka kiihdyttää elektroneja sähkökentän avulla. Elektronisuihku osuu heliumatomeihin, jotka virittyvät. Tällöin suihkun rata näkyy putken sisällä vihreänä juovana. Kuvun ympärillä olevilla käämeillä saadaan aikaan elektronisuihkuun nähden kohtisuora homogeeninen magneettikenttä. Elektronit asettuvat magneettikentässä ympyräradalle. Taulukossa on eri kiihdytysjännitteillä ja magneettivuon tiheyksillä mitattuja radan säteitä.

$U$ (V)	$B$ (mT)	$r$ (cm)
111	0,94	3,8
140	0,94	4,2
171	0,94	4,6
220	1,48	3,4
261	1,48	3,7
296	1,48	3,9

- Miksi elektronisuihku asettuu ympyräradalle? (2 p.)
- Miten elektronisuihkun rata muuttuu, kun kiihdytysjännitettä kasvatetaan ja magneettivuon tiheys pidetään vakiona? Perustele. (2 p.)
- Määritä sopivaa graafista esitystä käyttäen elektronin varauksen ja massan suhde. (5 p.)



Kuva: Ari Hämäläinen

- +13. Euroopan unionissa on päätetty luopua asteittain hehkulamppujen käytöstä valaistuksessa. Aluksi hehkulamput korvataan useimmiten pienoisloisteputkilla, mutta tulevaisuudessa yleisimmät valolähteet lienevät LED-lamppuja.
- Miksi hehkulampuista ollaan luopumassa? (1 p.)
  - Mitä haittapuolia pienoisloisteputkissa on verrattuna LED-lamppuihin? (2 p.)
  - Miten valo syntyy hehkulamputta, pienoisloisteputkessa ja LED-lamputta? (6 p.)