



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

1. Tehtävänäsi on määrittää alla olevan taulukon suuret a–f. Mikä tai mitkä taulukon ensimmäisen rivin suuret täytyy tuntea, jotta kukin suure a–f voidaan määrittää? Merkitse vastauksesi rasteilla vastauspaperille kopioimaasi taulukkoon.

	aika	jännite	massa	matka	sähkövirta	tilavuus
a) nopeus						
b) liikemäärä						
c) aallonpituus						
d) tiheys						
e) resistanssi						
f) vaihtojännitteen taajuus						

2. Kestävyyssuoksun 10 000 metrin maailmanennätys vuodelta 2005 on Etiopian Kenenisa Bekelen nimissä. Bekelen ennätysjuoksun väliajat on annettu taulukossa. Samassa taulukossa on esitetty myös Paavo Nurmen väliajat vuoden 1921 maailmanennätysjuoksusta.

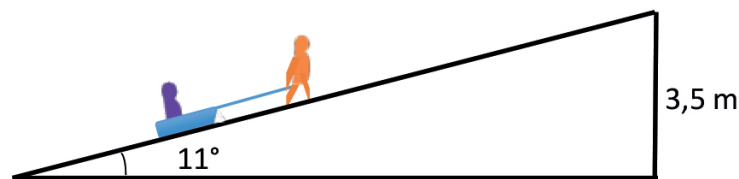
Matka (m)	0	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000
Bekelen aika (min:sek)	0:00	5:16	10:30	15:45	21:05	26:18
Nurmen aika (min:sek)	0:00	5:52	11:58	18:11	24:27	30:40

- a) Piirrä Bekelen juoksema matka siihen käytetyn ajan funktiona. (3 p.)
 b) Oliko Bekelen nopeus ennätysjuoksussa vakio? Perustele. (1 p.)
 c) Jos Bekele ja Nurmi olisivat juosseet samassa kilpailussa, kuinka pitkälle Bekele olisi jo ehtinyt, kun Nurmi olisi saavuttanut matkan puolivälin? Anna vastaus 100 metrin tarkkuudella. (2 p.)
3. Kattilassa on 1,2 litraa kasviskeittoa. Keitto jäähdytetään jäävesiseoksessa, jonka lämpötila pysyy vakiona jäähtymisen ajan. Keiton lämpötilan muutosta tarkkaillaan jäähtymisen aikana. Havaitaan, että keiton alkulämpötila on 65,0 °C, ja se jäähtyy 25 minuutissa 8,0 °C:n lämpötilaan. Keiton voidaan olettaa olevan kokonaan vettä.
- a) Kuinka suuri on keskimääräinen teho, jolla keitto jäähtyy lämpötilan tarkkailun aikana?
 b) Hahmottele kuvaaja keiton lämpötilasta ajan funktiona tarkkailun aikana. Selitä lyhyesti piirtämäsi kuvaajan muoto.

4. Lääketieteellisissä tutkimuksissa kehon sisäosia kuvannetaan ultraääntä käyttämällä.
- Mitä ovat ääni ja ultraääni? (2 p.)
 - Taulukossa on annettu ultraäänen nopeuksia eri kudoksissa. Kuinka suuri on ultraäänen aallonpituus rasvakudoksessa, kun sen taajuus on 11 MHz? (1 p.)
 - Selitä, mihin aaltoliikkeen ominaisuuksiin perustuu ultraäänitutkimuksen käyttö elimien kuvantamisessa. (3 p.)

kudos / elin	äänen nopeus (m/s)
rasva	1 450
munuainen	1 570
lihas	1 590
luu	4 080

5. Isosisko vetää pikkusiskon pulkalla lumisen mäen päälle nopeudella 0,65 m/s. Mäen muodostama kulma vaakatason suhteen on 11° ja mäen korkeus 3,5 m. Pikkusiskon ja pulkan yhteinen massa on 15 kg. Pulkan ja mäen välinen liikekitkakerroin on 0,056. Kuinka suuren työn isosisko tekee pulkkaan vetäessään pulkan mäen päälle?

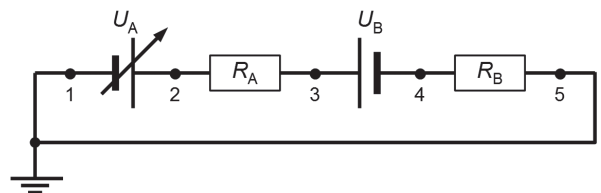


6. Maija ja Timo rakensivat keinulaudan tasapaksusta ja tasaleveästä lankusta ja tukista. Mihin kohtaan keinulaudan alle tukki on laitettava, jotta lankku olisi vaakasuorassa, kun lapset istuvat lankun päissä? Maijan massa on 28 kg, Timon 17 kg ja lankun 11 kg. Lankun pituus on 3,2 m.

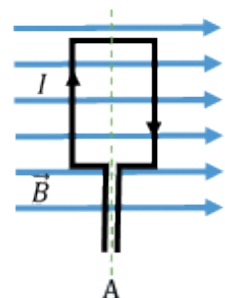


<<https://pixabay.com>>
Luettu 5.3.2017.

7. Kuvan esittämässä kytkennässä $R_A = 220 \Omega$, $R_B = 330 \Omega$ ja $U_B = 3,0 \text{ V}$. Jännitelähteiden sisäinen resistanssi jätetään huomioimatta. Tarkastellaan tilannetta, jossa
- $U_A = 6,0 \text{ V}$ (4 p.)
 - $U_A = 1,5 \text{ V}$. (2 p.)
- Piirrä tilanteista a ja b kuvaajat (potentiaalikäyrät), joista ilmenevät potentiaalierot pisteissä 1–5. Ilmoita myös potentiaalierot näissä pisteissä.



8. Suorakulmainen virtasilmutta on sijoitettu homogeeniseen magneettikenttään. Kentän magneettivuon tiheys on 0,22 T. Silmutkassa kulkee sähkövirta, jonka voimakkuus on 1,3 A. Silmutkan korkeus on 15 cm ja leveys 7,3 cm.
- Kuinka suuri momentti silmutkan akseliin A kohdistuu, kun kenttä on kuvan mukaisesti silmutkan tason suuntainen?
 - Silmutkan annetaan kääntyä momentin vaikutuksesta akselin A ympäri. Kuinka momentin suuruus muuttuu? Määritä momenttien suurin ja pienin arvo silmutkan kääntyessä?



9. a) Esittele kaksi ionisoivan säteilyn lajia ja anna esimerkki kummankin syntymekanismista.
 b) Esittele kaksi keinoa, joilla voidaan vähentää ionisoivan säteilyn haittavaikutuksia?
 c) Esittele lyhyesti yksi sovellus, jossa ionisoivaa säteilyä käytetään hyödyksi.

10. Nelikopteri pystyy lentämään, koska sen roottorien siivet saavat aikaan alaspäin suuntautuvan ilmavirran. Kuvan nelikopterin massa on 420 g ja jokaisen neljän roottorin pituus (kärkiväli) on 21 cm. Tarkasteltavassa tilanteessa nelikopteri leijuu paikallaan ilmassa.



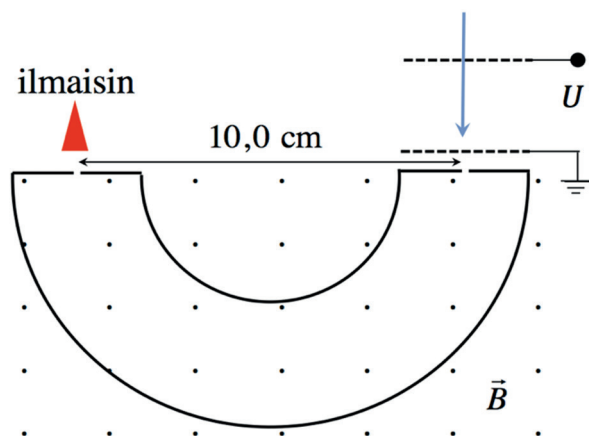
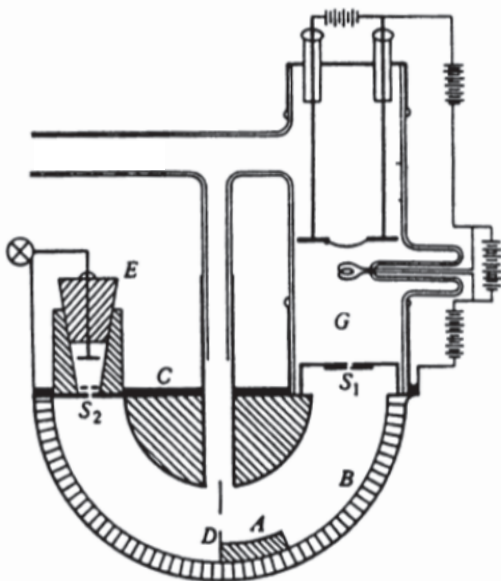
<www.parrot.com>.
 Luettu 15.3.2016.

- a) Kuinka suuri on roottorien aikaansaaman ilmavirran nopeus? Oletetaan, että ilma virtaa pystysuoraan nopeudella, joka on yhtä suuri koko roottorin siipien pyyhkäisemällä pinta-alalla. (5 p.)
 b) Kuinka suuri teho vähintään tarvitaan ilmavirran tuottamiseen? Riittääkö valmistajan ilmoittama 58 W? (1 p.)

11. A. J. Dempster rakensi sata vuotta sitten aikansa muihin laitteisiin verrattuna ylivoimaisen massaspektrometrin. Hän pyrki selvittämään muun muassa magnesiumin eri isotooppien pitoisuuksia. Ohessa on kuva alkuperäisestä julkaisusta ja sen perusteella piirretty yksinkertaistus.

Tutkittavat metalli-ionit (Mg^+) kiihdyttiin käyttäen jännitettä U . Tämän jälkeen ne ohjattiin pienen sisäänmenoaukon läpi spektrometrikammioon. Ioneista pystyttiin havaitsemaan ne, jotka osuivat ulostuloaukkoon ja sieltä edelleen ilmaisimelle. Massaspektrometrin kammio oli sijoitettu homogeeniseen magneettikenttään, jonka magneettivuon tiheys oli 0,520 T ja jonka suunta oli kuvassa paperista kohti katsojaa. Aukkojen keskikohtien välinen etäisyys oli 10,00 cm ja kummankin aukon leveys 1,4 mm.

Millaista kiihdytysjännitettä tulee käyttää, jotta magnesiumin yleisin isotooppi päätyy ilmaisimelle? Nimeä vastauksessasi käyttämäsi fysikaaliset lait ja mallit.



- +12. a) Esittele, miten energian säilyminen toteutuu termodynaamisissa systeemeissä. (2 p.)
 b) Selitä, miksi lämpöopin II pääsäännöstä seuraa, että lämpövoimakoneen hyötysuhde on aina pienempi kuin 1. (2 p.)
 c) Kerro, miten lämpövoimakone, jäähdytyskone ja lämpöpumppu toimivat. Esitä kaaviona, miten energian siirto tapahtuu kussakin tapauksessa. (5 p.)
- +13. Veden pinta-aaltojen nopeuden riippuvuutta veden syvyydestä tutkittiin aaltoammekokeessa, jossa veden syvyyttä voitiin muuttaa. Vesiaallot synnytettiin värähtelijällä, jonka taajuus oli 10,0 Hz. Aallonpituuden λ mittaustulokset eri veden syvyyksillä h on annettu taulukossa.

h (mm)	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,3	6,3
λ (mm)	13,9	14,5	16,0	16,8	17,7	18,3	19,6

- a) Selvitä, mikä seuraavista malleista i–iii kuvaa aaltojen nopeuden riippuvuutta veden syvyydestä kaikkein parhaiten:

i) $v = kh$ ii) $v = kh^2$ iii) $v = k\sqrt{h}$

Perustele vastauksesi graafisesti mittaustulosten avulla. (4 p.)

- b) Määritä valitsemassasi mallissa esiintyvä verrannollisuuskerroin k yksikköineen. (2 p.)
 c) Aaltoammeen pohjalle asetetaan koroke, joka on esitetty keltaisella kuvassa ylhäältä päin. Ennen koroketta veden syvyys on 6,0 mm, ja korokkeen kohdalla 3,2 mm. Aaltorintamat saapuvat jyrkkäreunaisen korokkeen muodostamaan rajapintaan vinosti kuvan mukaisesti 63° :n tulokulmassa. Määritä aaltorintamien etenemissuunta korokkeen päällä. Kopioi kuva vastauspaperiisi, ja täydennä siihen tilanne, jossa aaltorintamat osuvat rajapintaan ja ylittävät sen. Kuvassa pitää näkyä aaltorintamat ja niiden etenemissuunta ennen koroketta ja korokkeen päällä. (3 p.)

