



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. Valitse annettuihin kohtiin 1–6 sopiva massan **suuruusluokka**. Anna vastauksena kuusi numero–kirjain-paria.

- |                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| 1) Kuu                            | a) $10^{27}$ kg |
| 2) Abiturientti                   | b) $10^{23}$ kg |
| 3) Kannettava tietokone           | c) $10^{21}$ kg |
| 4) Afrikkalainen urosnorsu        | d) $10^{19}$ kg |
| 5) Jupiterin massa                | e) $10^6$ kg    |
| 6) Maan kaikkien valtamerien vesi | f) $10^4$ kg    |
|                                   | g) $10^2$ kg    |
|                                   | h) $10^0$ kg    |

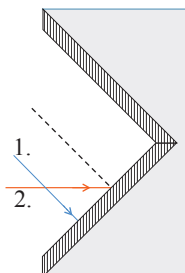
2. Taulukossa on annettu pomppivan pallon etäisyys lattiasta ajan funktiona.

$t$ (s)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
$h$ (m)	1,16	0,93	0,62	0,20	0,17	0,48	0,69	0,80	0,82	0,74	0,56	0,29	0,01	0,28	0,45

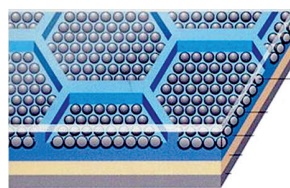
- a) Piirrä etäisyyden kuvaaja ajan funktiona. (3 p.)
- b) Merkitse kuvaajaan kohdat, joissa pallon nopeus on nolla. (2 p.)
- c) Kuinka korkealle pallo nousee osuttuaan ensimmäisen kerran lattiaan? (1 p.)
3. Kylpytynnyri täytetään juuri ennen lämmitystä pumppaamalla siihen 2 000 litraa  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa olevaa kaivovettä. Kylpytynnyrin tulipesän teho on 30 kW. Lämmitykseen käytetään kuivia puuhalkoja, joiden lämpöarvo on 18 MJ/kg. Kuivan puun tiheys on  $520\text{ kg/m}^3$ .
- a) Kuinka kauan kestää veden lämmitys  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$  käyttölämpötilaan täydellä teholla, kun lämpöhäviöt lämmityksen aikana ovat keskimäärin 25 % lämmitystehosta? (4 p.)
- b) Puun palamisessa syntyy noin 1 000 kg hiilidioksidia yhtä puukuutiometriä kohti. Kuinka paljon hiilidioksidia (kg) syntyy kylpytynnyrin veden lämmityksestä yhden tunnin aikana? (2 p.)
4. a) Perinteisen heijastimen (kuva A) pinnassa on koloja, jotka muodostuvat toisiaan vastaan kohtisuorista heijastavista tasoista. Kuvassa B on poikkileikkauskuva yhdestä tällaisesta kolosta. Piirrä valonsäteiden 1 ja 2 kulku heijastimessa. (2 p.)
- b) Valoa heijastavan teipin pinnassa on pieniä lasihelmiä kuvan C mukaisesti. Helmien taakse on asetettu heijastava pinta (kuvassa D viivoitettu). Piirrä ja selitä lasihelmeen tulevan ja sieltä takaisinpäin heijastuvan valonsäteen kulku kuvan D tapauksessa. (3 p.)
- c) Miksi tasopeiliä ei käytetä heijastimena? (1 p.)



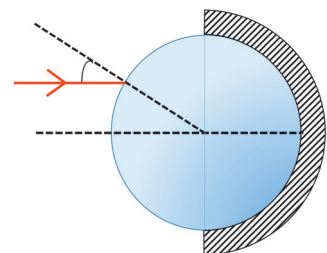
Kuva A



Kuva B



Kuva C

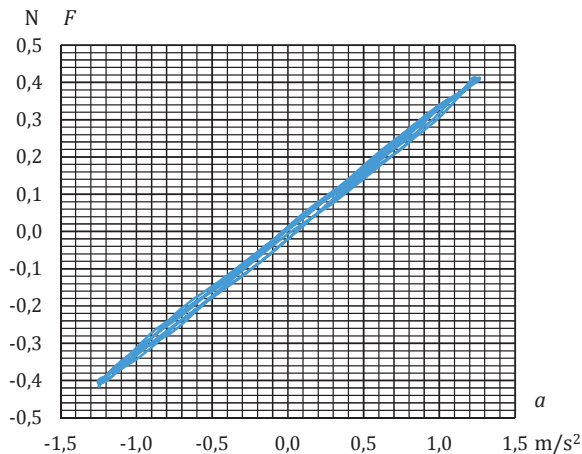
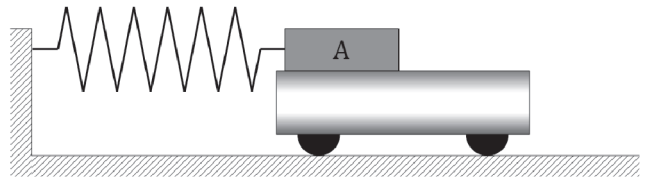


Kuva D

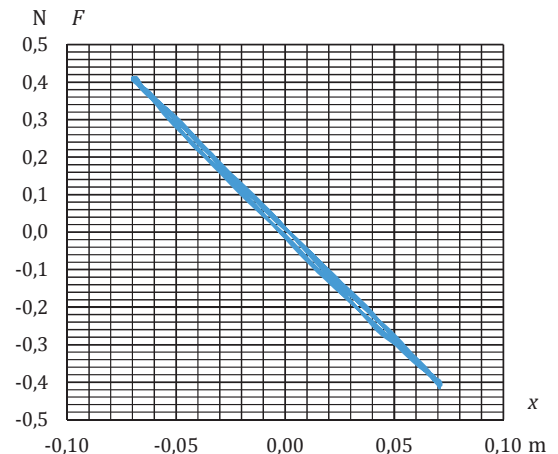
5. Vaakasuoralla radalla oleva herkkäliikkeen vaunu on kytketty kevyellä jousella radan pätyyn. Vaunun langaton voima-anturi A mittaa jousen vaunuun kohdistamaa voimaa  $F$ , ja ultraäänianturi mittaa vaunun paikkaa  $x$ . Mittausarvoista lasketaan vaunun nopeus  $v$  ja kiihtyvyys  $a$ . Vaunu laitetaan värähtelemään, jolloin saadaan kuvien A–C mukaiset mittaustulokset.

Kuinka suuri on

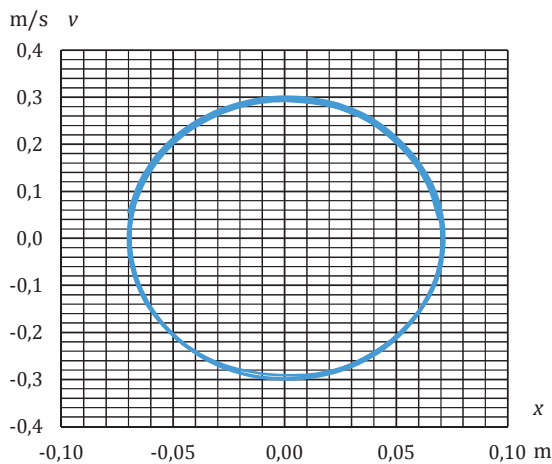
- a) vaunun massa (1 p.)  
 b) jousen jousivakio (2 p.)  
 c) värähdysliikkeen energia (2 p.)  
 d) värähtelyn taajuus? (1 p.)



Kuva A



Kuva B



Kuva C

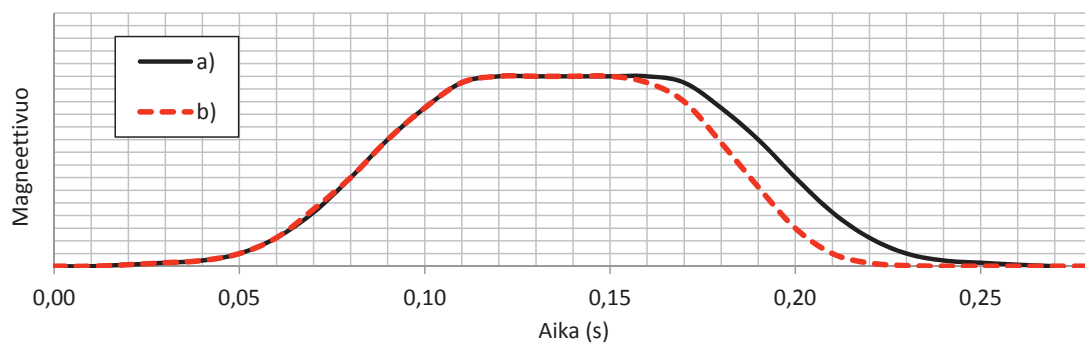
6. Moukarinheitossa 7,26 kg rautakuula kiertää vaijerin varassa 2,0 m etäisyydellä pyörähdysakselista. Viimeinen täysi pyörähdys ennen moukarin irrottamista kestää 0,45 s. Vaijerin massaa ja moukariin kohdistuvaa ilmanvastusta ei oteta huomioon.

- a) Kuinka suuri on moukarin lähtönopeus, kun se irttaa? (1 p.)  
 b) Kuinka kauas moukari lentää, kun heitto lähtee 1,8 m korkeudelta  $42^\circ$  kulmassa vaakatasosta ylöspäin? (3 p.)  
 c) Kuinka suuri on moukarin nopeus, kun se osuu maahan? (2 p.)



<www.gettyimages.fi>. Luettu 1.10.2015.

7. Kaksi samanlaista varattua metallikuulaa on ripustettu kattoon samasta pisteestä yhtä pitkien eristelankojen avulla. Kuulilla on sama varaus, ja kummankin massa on 8,5 g. Lankojen pituus on 0,20 m.
- Määritä kuulien varaus, kun kuulien välinen tasapainoetäisyys on 4,2 cm. (4 p.)
  - Toisen kuulun varaus poistetaan. Miten kuulat liikkuvat tämän jälkeen? Mitä kuulien varauksille tapahtuu? (2 p.)
8. Pitkä sauvamagneetti vedetään lyhyen käämin läpi pohjoisnapa edellä tasaisella nopeudella (kuvaaja a) ja tasaisella kiihtyvyydellä (kuvaaja b). Käämin läpäisevä magneettivuo muuttuu kuvaajien mukaisesti. Hahmottele käämiin indusoituvan jännitteen kuvaajat ajan funktiona kun sauvamagneetti vedetään
- tasaisella nopeudella (4 p.)
  - tasaisella kiihtyvyydellä. (2 p.)
- Selitä ilmiö ja kuvaajien muoto.



9. a) Vertaile atomeja  $^{18}_7\text{N}$ ,  $^{20}_7\text{N}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{18}_8\text{O}$ ,  $^{19}_9\text{F}$ . (3 p.)
- Mitkä atomit ovat keskenään isotooppeja?
  - Millä atomeilla on keskenään samanlaiset ytimet?
  - Millä atomeilla on keskenään samanlaiset emissiospektrit?
- b) Mikä tai mitkä seuraavista ydinreaktioista eivät ole mahdollisia? Miksi? (2 p.)
- $^{234}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + \alpha$
  - $^{52}_{25}\text{Mn} \rightarrow ^{52}_{24}\text{Cr} + \beta^+ + \nu$
  - $^{23}_{11}\text{Na} \rightarrow ^{19}_9\text{F} + \alpha$
- c) Atomi  $^{57}_{27}\text{Co}$  hajoaa elektronisieppauksella. Kirjoita reaktioyhtälö. (1 p.)
10. Kultaseppä selvittää asiakkaan pyynnöstä punakultaisen kolikon kultapitoisuuden. Punakulta on kullan ja kuparin seos. Kun metallit yhdistetään seokseksi, metallien tilavuuden oletetaan pysyvän samana. Kolikko punnitaan ensin ilmassa ja sitten vedessä. Punnitustulokseksi saadaan ilmassa 11,90 g ja vedessä 11,11 g.
- Piirrä kaksi kuviota, joista ilmenevät kolikkoon ilmassa ja vedessä kohdistuvat voimat. (2 p.)
  - Kuinka monta painoprosenttia kolikosta on kultaa? (4 p.)

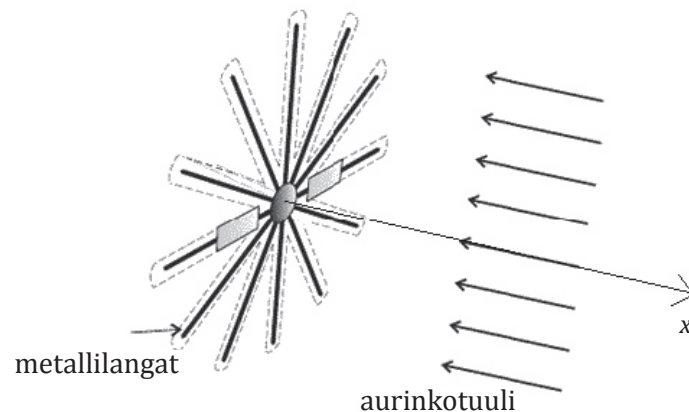
11. Sähköinen aurinkotuulipurje eli sähköpurje on Pekka Janhusen ideoima laite, jonka avulla avaruusluotaimet voisivat liikkua avaruudessa. Sähköpurje käyttää työntövoiman aikaansaamiseksi aurinkotuulta. Täysikokoinen sähköpurje koostuu noin 20 km pitkistä ohuista, positiivisesti varatuista metallilangoista. Lankojen sähkökenttä kääntää aurinkotuulen protonit luotaimesta poispäin.

a) Selitä, miten sähköpurjeen työntövoima syntyy.

b) Lankojen sähkökenttä heikkenee siirryttäessä lankojen muodostamasta tasosta poispäin. Tällöin kentän sähköpotentiaalin voidaan olettaa olevan muotoa

$$V(x) = V_0 \ln \frac{x_0}{x},$$

missä  $x$  on kohtisuora etäisyys purjeesta,  $V_0 = 0,50$  kV ja  $x_0 = 100$  m on purjeen sähkökentän ulottuvuus. Etäisyyttä  $x_0$  suuremmilla etäisyyksillä  $V = 0$  V. Protonien nopeus kaukana purjeesta on 400 km/s. Kuinka lähelle purjetta protonit pääsevät?



<<http://www.electric-sailing.fi>>. (muokattu) Luettu 1.10.2015.

- +12. Atomin rakenteen selvittäminen on ollut fysiikan suuria edistysaskelia. Tarkastele Rutherfordin ja Bohrin atomimalleja sekä kvanttimekaanista (Schrödingerin) atomimallia.
- a) Millaisia nämä atomimallit ovat, ja mitkä ovat niiden keskeiset fysikaaliset oletukset? (4 p.)
- b) Tarkastele kustakin atomimallista yhtä merkittävää koetta, johon malli perustuu. (3 p.)
- c) Mitä atomin ominaisuuksia kukin malli pystyy selittämään? (2 p.)
- +13. Energiaa voidaan siirtää tai muuntaa mekaaniseksi työksi mekaanisella koneella, lämpövoimakoneella ja sähkömoottorilla. Tarkastele kolmen erityyppisen esimerkin avulla näitä energian siirto- tai muuntotapoja. Kiinnitä kuvaamissasi esimerkeissä huomiota energiahäviöiden syihin ja menetelmän hyötysuhteeseen.