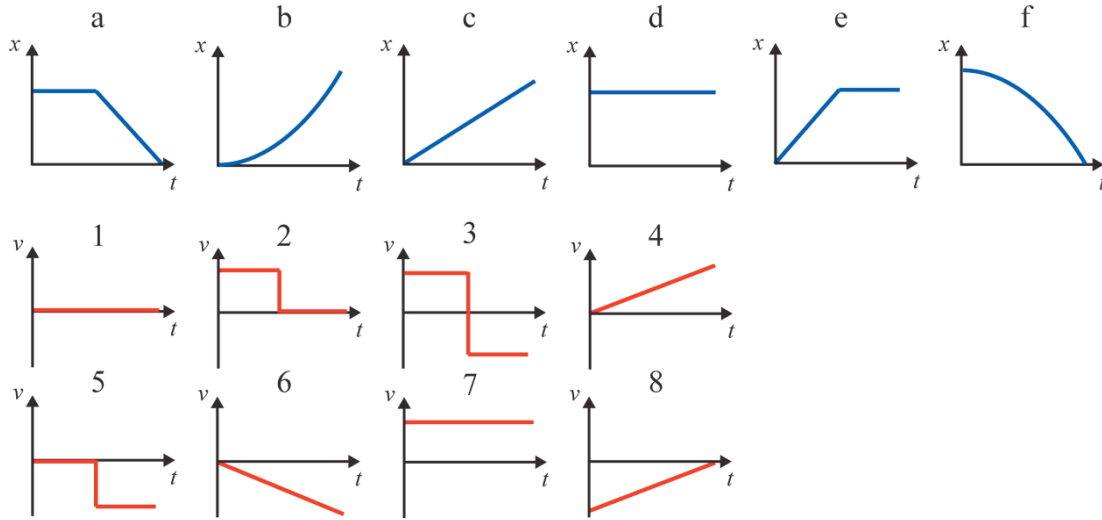




Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.

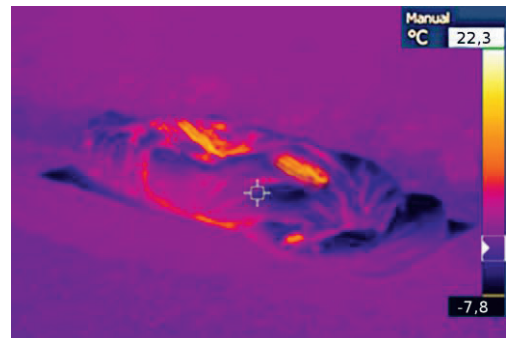
1. Kuvissa a–f on eräiden kappaleiden paikan x kuvaajat ajan funktiona. Jokaista paikan kuvaajaa vastaa yksi nopeuden v kuvaaja ajan funktiona. Etsi kutakin paikan kuvaajaa vastaava nopeuden kuvaaja vaihtoehdoista 1–8. Anna vastauksena 6 kirjain–numero-paria.



2. Härkäsammakoille (*Rana catesbeiana*) pidetään hyppykilpailuja, joissa parhaat yksilöt hyppäävät yli kaksi metriä pitkiä loikkia. Biologit videoivat tuhansia kilpailuhyppyjä. Taulukko esittää erään härkäsammakon ratanopeuden sammakon ponnistaessa.

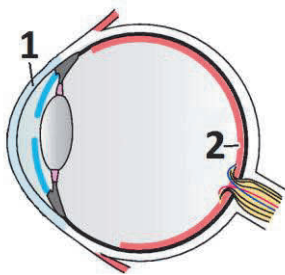
t (s)	0,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40
v (m/s)	0,00	0,31	1,02	1,99	2,85	3,57	4,22	4,56	4,57	4,35	3,86

- a) Piirrä sammakon ratanopeuden kuvaaja ajan funktiona. (3 p.)
 b) Merkitse ratanopeuden kuvaajalle piste, jossa sammakon ratanopeus on suurin. (1 p.)
 c) Määritä ratanopeuden kuvaajasta sammakon kiihtyvyys hetkellä 0,24 s. (2 p.)
3. a) Makuupussien lämmöneristävyyttä testattiin seuraamalla arkkupakastimessa olevan makuupussin sisälämpötilaa. Pussin sisään laitettiin keveissä muoviastioissa 45,0 litraa vettä. Veden lämpötila oli aluksi 37,0 °C, ja pakastimen lämpötila oli kokeen ajan –10,0 °C. Tasan tunnin kuluttua veden lämpötila oli 35,8 °C. Kuinka paljon energiaa vesi oli menettänyt?
 b) Oletetaan, että a-kohdassa lämpöä siirtyi vakionopeudella makuupussista ympäristöön. Kuinka suurella teholla vettä pitäisi lämmittää, että vesi pysyisi 37,0 °C:n lämpöisenä makuupussin sisällä?
 c) Makuupussien rakenteellisia eroja tutkittiin ottamalla ulkona pakkasessa olevista makuupusseista lämpökamerakuvia. Makuupussin sisällä oli koehenkilö. Miksi vetoketju on lämpimin kohta makuupussin pinnalla?



<http://www.sll.fi/luonnonsuojelija/lehtiarkisto/2013/6-1013/copy_of_milletkk.JPG>. Luettu 20.1.2014. (muokattu)

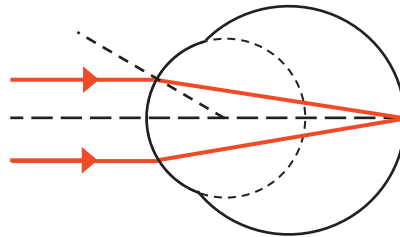
4. a) Kuvassa A on esitetty ihmisen silmän rakenne. Uloimpana silmässä on sarveiskalvo (numero 1), jonka taitekerroin on 1,38. Se toimii tarkan näkemisen kannalta tärkeimpänä taittavana pintana. Sarveiskalvon pinta on pallopinta. Ihminen katselee kaukana olevaa esinettä. Esineestä tulevat valonsäteet taittuvat sarveiskalvon pinnassa kuvan B mukaisesti, kun esine ja silmänpinta ovat ilmassa. Tarkka kuva muodostuu, kun säteet leikkaavat tarkan näkemisen alueella (numero 2). Miksi ihminen ei pysty veden pinnan alla näkemään kaukaisia esineitä tarkasti? Miksi se on mahdollista uimalasien avulla (kuva C)? Piirrä kuva molemmista tapauksista. (4 p.)
- b) Henkilön sanotaan olevan likinäköinen, jos hän ei näe kauas tarkasti. Tämä taittovirhe saadaan korjattua käyttämällä silmälaseja, joissa on kovera linssi. Eräällä uudenaikaisella leikkausmenetelmällä voidaan korjata silmän taittovirheitä siten, että sarveiskalvon kaarevuutta muutetaan laserilla. Tuleeko sarveiskalvon kaarevuussädettä kasvattaa vai pienentää, jos likinäköiselle henkilölle tehdään sarveiskalvoa muokkaava leikkaus? (2 p.)



Kuva A.

Silmän rakenne

<<https://peda.net/id/Ndm2RN>>. Luettu 20.1.2014. (muokattu)



Kuva B.

Valonsäteet taittuvat sarveiskalvon ja ilman rajapinnalla, kun ihminen katsoo kaukaista esinettä.



Kuva C.

<<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Tauchen1.jpg>>. Luettu 20.1.2014.

5. Kuvat esittävät kahta kitkattomalla vaakasuoralla ilmatyynyradalla liukuvaa vaunua.

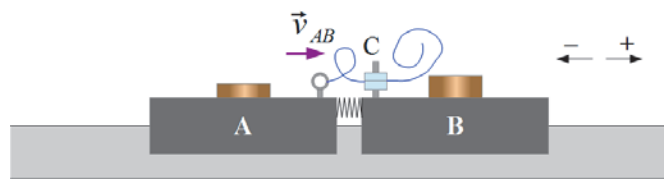
Aluksi vaunut liikkuvat yhdessä samalla nopeudella v_{AB} kuvan 1 mukaisesti. Vaunujen välissä on kokoon puristettu jousi. Vaunuun A on kiinnitetty lanka, joka on aluksi löysänä.

Kun jousi laukaistaan, se työntää vaunut irti toisistaan, ja lanka kiristyy. Tällöin lanka liikkuu vaunussa B olevan kitkajarrun C läpi ja alkaa jarruttaa vaunujen liikettä toistensa suhteen (kuva 2).

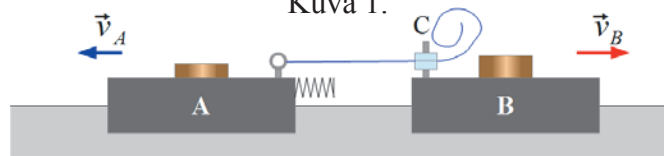
Vaunujen nopeuksia mitataan vasta kun lanka on kiristynyt ja liikkuu kitkajarrun C läpi. Nopeudet on esitetty kuvassa 3.

Vaunujen liikkeeseen vaikuttaa vain langan ja kitkajarrun välinen vuorovaikutus. Vaunun A massa on 222 g, vaunun B massaa ei tunneta.

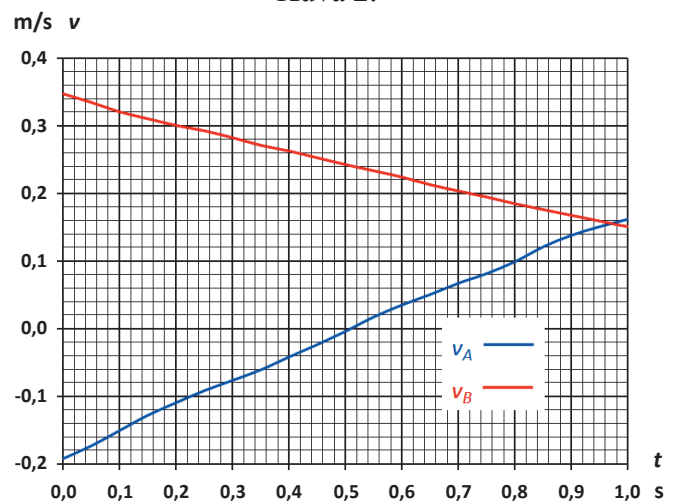
- a) Kuinka suurella kitkavoimalla kitkajarru vaikuttaa lankaan?
 b) Kuinka suuri on vaunun B massa?
 c) Kuinka suuri oli vaunujen yhteinen nopeus v_{AB} ennen jousen laukaisua?



Kuva 1.

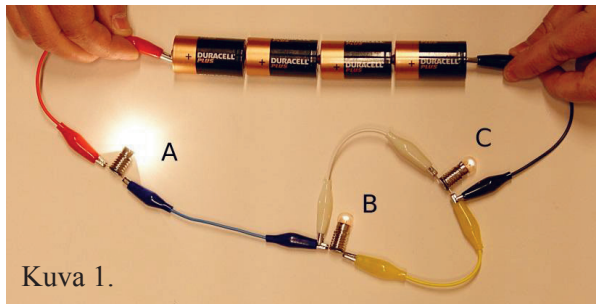


Kuva 2.

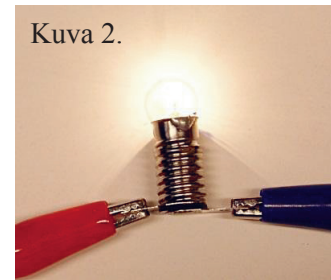


Kuva 3.

6. Oletetaan maapallo homogeeniseksi palloksi, joka kiertää Aurinkoa ympyräradalla.
- Kuinka suuri on maapallon liike-energia rataliikkeessä Auringon ympäri? Kuinka suuri on maapallon pyörimisenergia oman akselinsa ympäri?
 - Laske maapallon mekaaninen energia ympyräradallaan.
7. Lamputta, 1,5 V:n paristoista ja johtimista rakennetaan kuvan 1 mukainen kytkentä. Kuvasta 2 näkyy, miten johtimet on kytketty lampun kantaan.
- Piirrä kuvan kytkennästä kytkentäkaavio käyttäen komponenttien symboleja. Merkitse kytkentäkaavioon myös lamppujen tunnuskirjaimet A, B ja C. (4 p.)
 - Piirrä a-kohdan kytkentäkaavio uudelleen ja lisää samaan kytkentäkaavioon mittarit, joilla mitataan lampun A napajännitettä ja lampun C läpi kulkevaa sähkövirtaa. (2 p.)



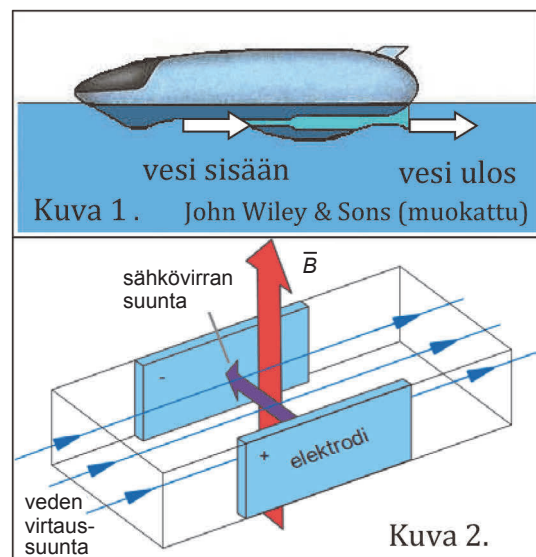
Kuva 1.



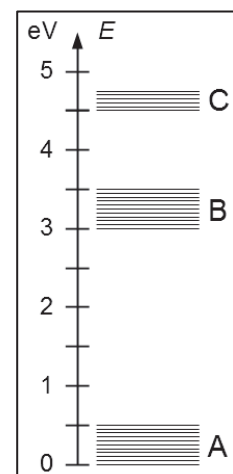
Kuva 2.

Kuvat: YTL

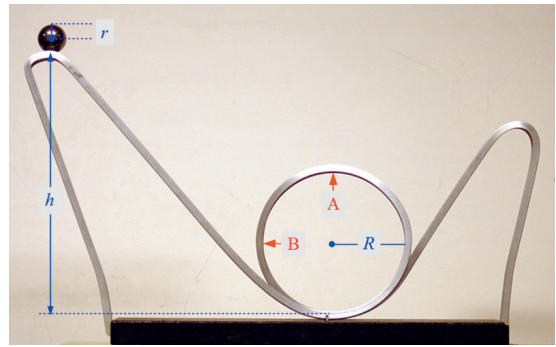
8. Kuvassa 1 on japanilainen Yamato-prototyypin laiva. Laivan moottori on molemmista päistään avoin metalliputki, jonka läpi merivesi pääsee virtaamaan. Putkessa sijaitsevien elektrodien välillä on jännite, joka synnyttää meriveteen sähkövirran kuvan 2 osoittamaan suuntaan. Vettä kiihdytetään suprajohtavan sähkömagneetin magneettikentän avulla. Tällöin syntyy laivaa eteenpäin työntävä voima. Sähkövirtaa vastaan kohtisuoran magneettikentän magneettivuon tiheys on 15 T.
- Miten elektrodien välille syntyy sähkövirta? (1 p.)
 - Miten moottorin työntövoima syntyy? (3 p.)
 - Laske moottorin työntövoima, kun elektrodien välinen etäisyys on 0,30 m. Niiden välinen 82 V:n jännite synnyttää sähkövirran, jonka suuruus on 0,70 kA. (2 p.)



9. Kvartsikiteen rakennepoikkeamien energiatiloja voidaan mallintaa kuvassa esitetyllä tavalla lähekkäisten tilojen ryhminä. Ryhmiä kutsutaan tässä energiavyöhykkeiksi. Vyöhykettä A kutsutaan perustilojen vyöhykkeeksi. Kun kvartsikide ottaa vastaan energiaa, se voi virittyä kaikille kuvassa näkyville energiavyöhykkeille, mutta kun se luovuttaa energiaa, se palautuu aina vyöhykkeelle A.
- Millä aallonpituuksilla kvartsikide absorboi ja emittoi säteilyä? (4 p.)
 - Miten energiatilojen ryhmittäminen energiavyöhykkeiksi näkyy kvartsikiteen emittoiman säteilyn spektrissä? (2 p.)



10. Teräskuula, jonka säde on r ja massa m , lähtee levosta vierimään alaspäin pitkin oheisen kuvan mukaista rataa. Alamäen (korkeus h) jälkeen kuula ohjautuu ympyränmuotoisen (säde R) silmukan sisäpinnalle. Kuula kiertää ”surmansilmukan” irtoamatta radan pinnasta. Kuula vierii liukumatta. Vierintä- ja ilmanvastusta ei huomioida.



Kuva: YTL

- a) Piirrä voimakuviot kuulaan vaikuttavista voimista kohdissa A ja B. (2 p.)
 b) Kuinka suuri korkeuseron h on vähintään oltava, että kuula kiertää silmukan irtoamatta radan pinnasta? (4 p.)

11. Positiivisesti varattu hiukkanen asetetaan varauksettoman ontton pallon keskipisteeseen. Pallon kuoren paksuus on yksi kolmasosa sen ulkosäteestä. Tarkastele kahta tapausta:

- a) Pallon kuori on johde.
 b) Pallon kuori on eriste.

Piirrä a- ja b-kohdan tapauksista selkeät kuvat, joista käyvät ilmi sähkövaraukset pallon kuoressa. Piirrä kuviin myös sähkökentät kenttäviivoina pallojen sisällä, pallojen kuorissa ja pallojen ulkopuolella.

- +12. Kuva esittää painepuhdistinpulloa. Kun pullon venttiili avataan, suuttimesta purkautuu voimakas kaasusuihku, jolla voidaan puhaltaa pölyä ja roskia pois vaikeapääsyisistä kohteista. Kauppanimestään huolimatta pullo ei sisällä ilmaa, vaan 1,1,1,2-tetrafluorietaania (TFE) neste- ja kaasufaasissa. Taulukossa on listattu 1,1,1,2-tetrafluorietaanin, typen ja hapen fysikaalisia ominaisuuksia.

	TFE	typpi	happi
kiehumispiste normaalipaineessa (°C)	-26,3	-195,8	-183,0
kriittinen lämpötila (°C)	101,1	-145,0	-116,6
kriittinen paine (kPa)	4060	3396	5043
ominaislämpökapasiteetti nesteinä (kJ/kg)	1,42		
höyrynpaine lämpötilassa 25 °C (kPa)	666,1		
höyrystymislämpö kiehumispisteessä (kJ/kg)	217,2	199,2	213,1
itsesyttymislämpötila (°C)	770		



<http://www.biltema.fi/ProductImages/23/large/23-556_1.jpg>
 Luettu 20.1.2014.

- a) Mikä taulukossa mainituista ominaisuuksista määrää pullossa vaikuttavan paineen, kun venttiili on kiinni? (1 p.)
 b) Mitä pullossa olevalle kaasulle ja nesteelle tapahtuu, kun venttiili avataan? (2 p.)
 c) Vakiolämpötilassa kaasusuihku pysyy yhtä voimakkaana, vaikka tetrafluorietaanin määrä pullossa vähenee. Miksi? (2 p.)
 d) Kun kaasua purkautuu pullosta, pullo jäähtyy. Lämpötilan lasku on sitä suurempi, mitä vähemmän nestemäistä tetrafluorietaania on jäljellä. Selitä ilmiö. (2 p.)
 e) Voiko hyvin suuren paineen kestävä säiliön täyttää ilmalla niin, että säiliössä on huoneenlämpöistä ilmaa sekä neste- että kaasufaasissa? (2 p.)

- +13. Hiukkasfysiikan standardimalli

- a) Mitkä ovat standardimalliin kuuluvat perushiukkaset? (2 p.)
 b) Miten standardimalli selittää hiukkasten väliset vuorovaikutukset? (2 p.)
 c) Miten standardimallissa selitetään hiukkasten massat? (2 p.)
 d) Miksi neutriinon havaitseminen ja Higgsin hiukkasen tutkiminen on vaikeaa kokeellisesti? (3 p.)