



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 ala-kohtien enimmäispistemäärät.

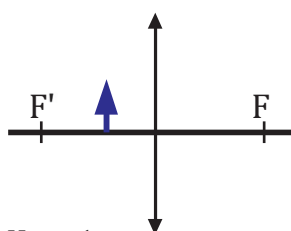
1. Taulukossa on lueteltu kolme säteilyn lajia ja neljä säteilyn ominaisuutta. Mitkä säteilyn ominaisuudet liittyvät kuhunkin säteilyn lajiin? Kopioi taulukko vastauspaperiisi ja merkitse vastaus siihen rasteilla. Merkitse enintään kuusi rastia. Yhteen säteilyn lajiin voi liittyä monta ominaisuutta. Vastauksia ei tarvitse perustella.

	Hiukkas-säteilyä	Ionisoivaa säteilyä	Hirsiseinä pysäyttää säteilyn	Maan pinnalla havaittavan säteilyn merkittävä lähde on Aurinko
Alfasäteily				
Gammasäteily				
Näkyvä valo				

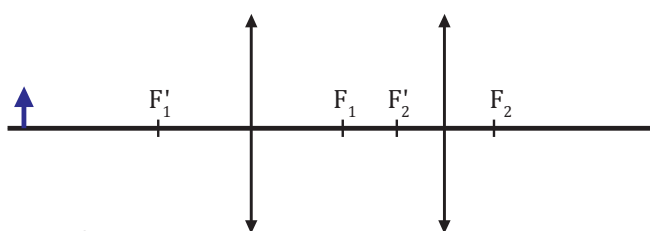
2. Levosta lähtevä rautakuula pudotetaan eri korkeuksilta. Kuulan putoamisaika mitataan. Putoamiskorkeudet ja -ajat on annettu taulukossa.

h (m)	1,00	5,00	10,0	15,0	20,0
t (s)	0,47	1,00	1,41	1,76	2,04

- a) Piirrä mittaustuloksista kuvaaja putoamiskorkeudesta putoamisajan neliön funktiona (t^2, h)-koordinaatistoon. (4 p.)
- b) Määritä kuvaajan avulla kuulan kiihtyvyys. (2 p.)
3. Maija tutkii löytämänsä metalliketjun materiaalia koulunsa laboratoriossa.
- a) Maija punnitsee ketjun ja saa sen massaksi 522 g. Seuraavaksi hän määrittää ketjun tilavuuden upottamalla sen vedellä täytettyyn mittalasiin, jolloin hän saa tilavuudeksi 73 ml. Mikä materiaalin tunnistamiselle hyödyllinen suure voidaan näin määrittää? Kuinka suuri on suureen arvo kyseiselle metallille? (2 p.)
- b) Maija laittaa ketjun puoleksi tunniksi kiehuvaan veteen. Tämän jälkeen ketju upotetaan kalorimetriin, jossa on 0,400 litraa vettä, jonka lämpötila on 22,0 °C. Kalorimetrin veden lämpötila nousee arvoon 30,4 °C. Mikä ketjun materiaaliin liittyvä suure näin voidaan määrittää? Kuinka suuri on tämän suureen arvo? (3 p.)
- c) Mitä metallia ketju voi tulosten perusteella olla? (1 p.)
4. a) Suurennuslasissa on yksi kupera linssi. Piirrä säteiden kulku kuvan 1 suurennuslasissa ja osoita, että suurennuslasi muodostaa lähellä olevasta esineestä suurennetun, oikeinpäin olevan valekuvan.
- b) Keplerin kaukoputkessa on kaksi kuperaa linssiä kuvan 2 mukaisesti. Ensimmäinen linssi muodostaa kaukana olevasta esineestä kuvan polttopisteen F'_2 ja toisen linssin väliin. Piirrä säteiden kulku kaukoputkessa ja osoita, että se muodostaa kaukana olevasta esineestä suurennetun, ylösalaisin olevan valekuvan.

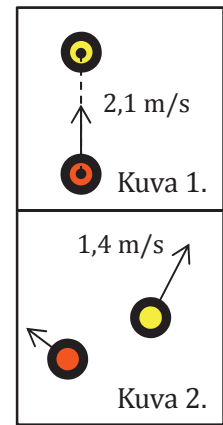


Kuva 1.

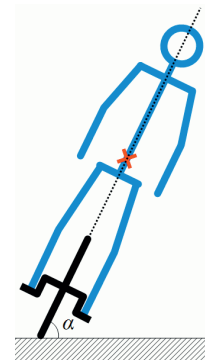


Kuva 2.

5. a) Curling-pelissä punainen ja keltainen joukkue laittavat vuorotellen kiven (massa $20,0 \text{ kg}$) liukumaan tasaista jäätä pitkin kohti maalialuetta. Punaisen joukkueen kivi liikkuu nopeudella $2,1 \text{ m/s}$ jäätä pitkin. Kivi törmää kimmoisasti vastustajan samanlaiseen, levossa olevaan keltaiseen kiveen kuvan 1 mukaisesti. Mihin suuntaan ja millä nopeudella kivet liikkuvat törmäyksen jälkeen? Perustele. (4 p.)
- b) Punainen kivi liikkuu kohti levossa olevaa vastustajan kiveä nopeudella $1,5 \text{ m/s}$. Punainen kivi törmää vinosti ja kimmoisasti keltaiseen kiveen. Osuman jälkeen kivet liikkuvat eri suuntiin kuvan 2 mukaisesti. Keltaisen kiven nopeus on $1,4 \text{ m/s}$. Kuinka suuri on punaisen kiven nopeus? (2 p.)



6. a) Valokuva esittää tilannetta, jossa testataan sähkökäyttöisen yksipyörän soveltuvuutta talviajoon. Kaavakuva esittää pitävällä alustalla kaarretta ajavaa yksipyörää ja sen kuljettajaa. Hahmottele kaavakuva vastauspaperiisi, mukaan lukien rastilla merkitty pyörän ja kuljettajan yhteinen massakeskipiste. Merkitse kuvaan kokonaisuuteen vaikuttavat voimat ja nimeä ne.

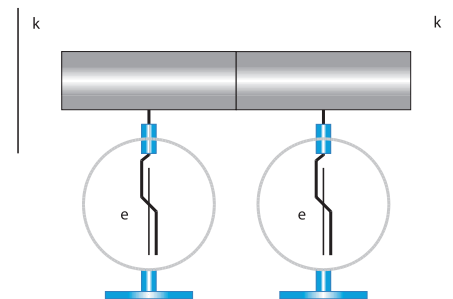


Lähde: YLE

Seuraavissa kohdissa liikevastuksia ei huomioida. Tarkastele liikettä massakeskipisteen liikkeenä.

- b) Yksipyörällä ajetaan vaakasuoralla kuivalla jäällä ympyrää huippunopeudella 15 km/h . Kuinka pientä ympyrää tällä nopeudella voi ajaa, ilman että pyörän kumirengas lähtee liukumaan? Kumin ja jään välinen lepokitkakerroin on $0,20$.
- c) Kuinka suuri on b-kohdan tilanteessa pyöräilijän ja jään pinnan välinen kulma α pienintä mahdollista ympyrää ajettaessa? Tarkastele kokonaisuuteen kohdistuvia momentteja massakeskipisteen suhteen.

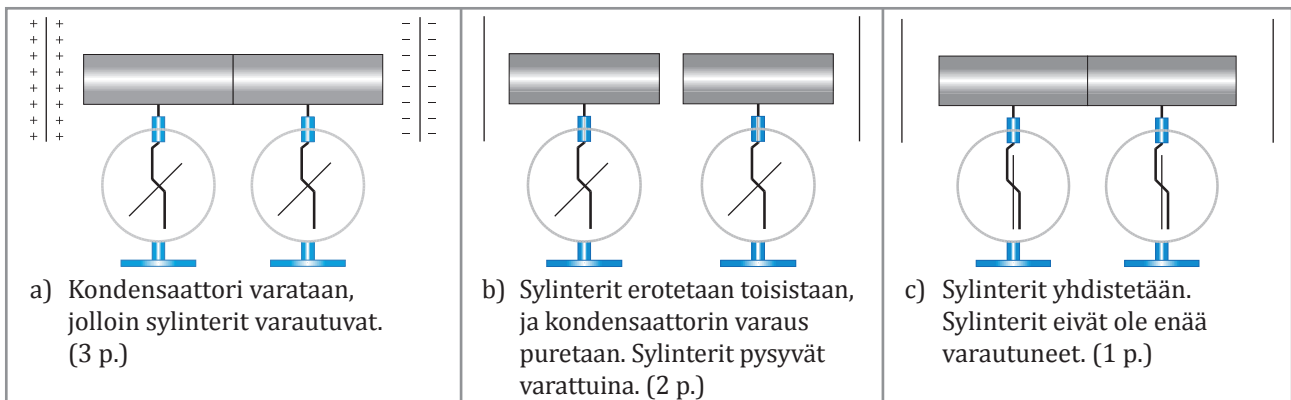
7. Kondensaattorin levyjen k väliin on sijoitettu kaksi metallisylinteriä, jotka on kytketty sähkövarauksen ilmaisimiin e. Sylinterit on eristetty kondensaattorilevyistä ja maasta. Viereinen kuva esittää alkutilannetta, jossa sylinterit koskettavat toisiaan ja ne eivät ole varautuneet. Selitä, miksi sylinterien varaukset käyttäytyvät kohdissa a, b ja c esitetyillä tavoilla.



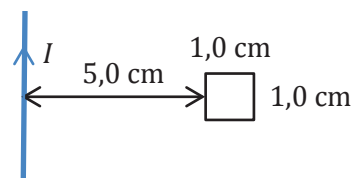
- a) Kondensaattori varataan, jolloin sylinterit varautuvat. (3 p.)

- b) Sylinterit erotetaan toisistaan, ja kondensaattorin varaus puretaan. Sylinterit pysyvät varattuina. (2 p.)

- c) Sylinterit yhdistetään. Sylinterit eivät ole enää varautuneet. (1 p.)



8. Piirilevyllä on neliön muotoinen johdinsilmukka, jonka sivun pituus on 1,0 cm. Lähellä olevassa suorassa johtimessa kulkee 2,0 A:n sähkövirta. Johdin on silmukan tasossa, ja johtimen etäisyys silmukan reunasta on 5,0 cm kuvan mukaisesti.



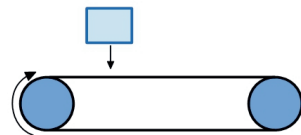
- Arvioi silmukkaan indusoituvan jännitteen arvo, kun virta pienenee nollaan 1 μ s:n aikana. Käytä silmukan keskikohdan etäisyyttä johtimesta. (4 p.)
- Miten jännitteen indusoitumista johdinsilmukkaan voitaisiin pienentää tällaisessa virranmuutoksessa? Esitä kaksi tapaa. (2 p.)

9. Hiukkaskiihdyttimellä tuotetaan radioaktiivista fluorin ^{18}F -isotooppia, jonka puoliintumisaika on 109,77 minuuttia. Sitä käytetään merkkiaineena lääketieteellisessä PET-kuvauksessa (positroniemissiotomografia). Radioaktiivinen fluori yhdistetään glukoosiliuokseen, ja näyte injektoidaan kuvattavan potilaan verenkiertoon, josta aine kulkeutuu aineenvaihdunnaltaan nopeisiin kudoksiin, kuten aivoihin ja syöpäkasvaimiin.

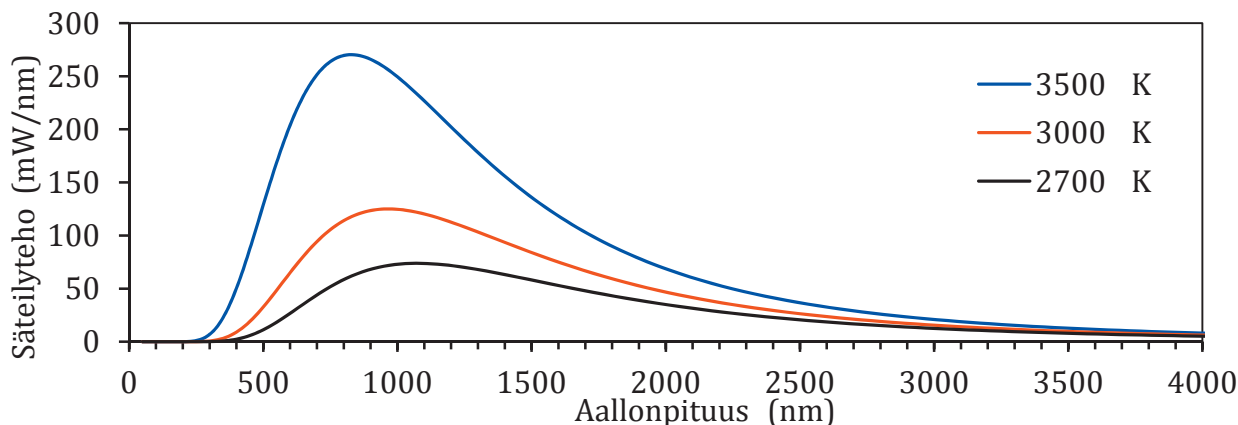
- ^{18}F -isotooppi hajoaa β^+ -hajoamisella. Kirjoita vastaava reaktioyhtälö. (1 p.)
- Näyte injektoidaan potilaaseen 45 minuutin kuluttua sen valmistamisesta. Injektoitaessa näytteen aktiivisuus on 250 MBq. Kuinka suuri oli näytteen aktiivisuus heti sen valmistamisen jälkeen? (2 p.)
- Miksi näyte täytyy antaa potilaalle mahdollisimman nopeasti valmistamisen jälkeen? Miksi tunnin suuruusluokkaa oleva puoliintumisaika on sopiva PET-kuvauksessa käytettävälle merkkiaineelle? Mitä säteilyä PET-kuvauksessa havaitaan? (3 p.)

10. Pakkauskone pudottaa laatikon liukuhihnalle, joka liikkuu vaakasuunnassa vakionopeudella 1,5 m/s. Laatikon massa on 15 kg. Aluksi laatikko liukuu hihnalla. Hihnan ja laatikon välinen liikekitkakerroin on 0,45.

- Kuinka pitkän ajan kuluttua hihnalle putoamisesta laatikko lakkaa liukumasta?
- Kuinka pitkän matkan laatikko liukuu hihnalla? Kuinka pitkän matkan laatikko tällöin etenee maan suhteen?
- Tarkastellaan kitkavoiman laatikkoon tekemän työn tehoa ajan funktiona, kun laatikko liukuu hihnalla. Piirrä tehon kuvaaja sekä hihnalla olevan havaitsijan että hihnan vieressä seisovan havaitsijan kannalta.

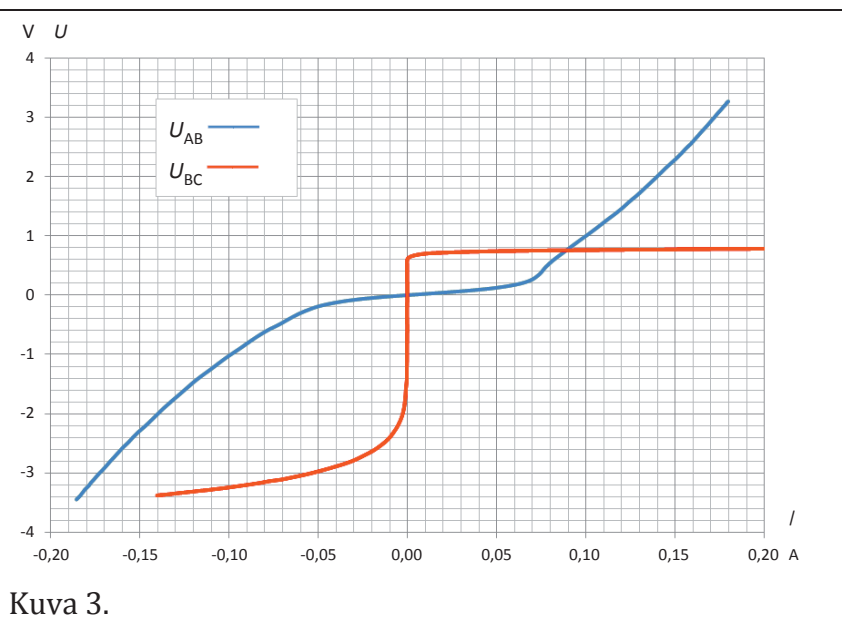
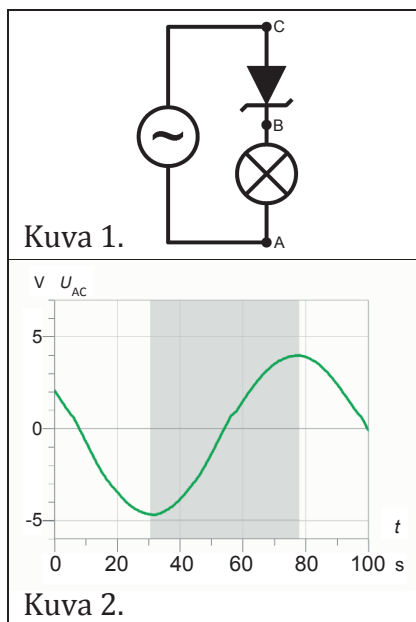


11. a) Kuvassa on esitetty mustan kappaleen säteilytehon jakauma aallonpituuden funktiona eri lämpötiloissa. Hehkulampun, jonka sähköteho on 60 W ja valovirta 700 lm, säteilytehon jakauma voidaan mallintaa 2700 K:n lämpötilassa olevan mustan kappaleen säteilyinä. Selitä, miksi hehkulampun valotehokkuus (lm/W) on pieni.
- b) Selitä oheisen kuvaajan avulla, miten mustan kappaleen säteilytehon jakauma muuttuu, kun mustan kappaleen lämpötila kasvaa. Millaisia eroja havaitaan lampun lähettämässä valossa, kun lämpötilaa kasvatetaan?



+12. Vaihtojännitelähde, zenerdiodi ja hehkulamppu on kytketty virtapiiriksi kuvan 1 esittämän kytkentäkaavion mukaisesti. Kuvassa 2 on esitetty jännitelähteen napajännite U_{AC} ajan funktiona. Piirin käyttäytymistä tarkastellaan kuvassa 2 harmaaksi merkityllä aikavälillä. Kuvassa 3 esitetään hehkulampun jännite U_{AB} ja zenerdiodin jännite U_{BC} piirin sähkövirran funktiona tarkasteltavalla aikavälillä.

- Noudattavatko hehkulamppu ja zenerdiodi Ohmin lakia mittausalueella? Miten tämä ilmenee kuvasta 3? (2 p.)
- Miten hehkulampun käyttäytyminen selittyy lampun rakenteella ja toiminnalla? (3 p.)
- Kuinka suuri on virtapiirissä kulkevan sähkövirran voimakkuus, kun U_{AC} on 3,5 V? (2 p.)
- Heikoin sähkövirran voimakkuus, jolla lamppu valaisee havaittavasti, on 0,075 A. Millä virtalähteen napajännitteen arvoilla lamppu ei valaise? (2 p.)



+13. Monet maapallolla käytetyt energialähteet ovat peräisin joko suoraan tai välillisesti Aurin-gosta. Mainitse neljä tällaista energialähdettä. Kuvaile, miten nämä energialähteet syntyvät tai ovat syntyneet ja miten niitä hyödynnetään energiantuotannossa. Selvitä vastauksessasi, mitä fysikaalisia ilmiöitä niiden syntyyn ja hyödyntämiseen liittyy. Käsittele monipuolisesti erilaisia energialähteitä.