



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. Sarjakuvassa Lassi ja Leevi seikkailevat avaruudessa. Esitä neljä perusteltua syytä, miksi kuvattu toiminta ei ole mahdollista avaruudessa vallitsevissa fysikaalisissa olosuhteissa.

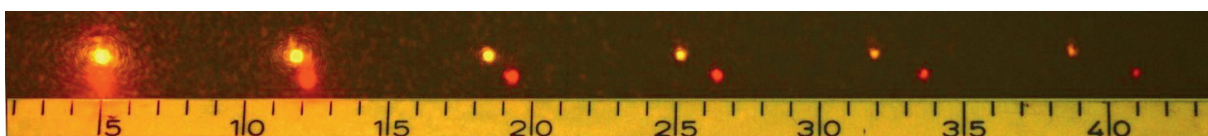


Bill Watterson, *Lassi ja Leevi juhla-kirja* (suom. Juhani Walli), 1995

2. Luiden kimmoisuus vähenee ihmisen ikääntyessä. Luun kimmoisuutta voidaan tutkia kuormittamalla luuta erilaisilla voimilla ja mittaamalla luun venymä tai taipuma. Kohtuullisilla kuormituksilla luu noudattaa Hooken lakia  $\sigma = E\varepsilon$ , jossa  $\sigma$  on jännitys,  $E$  on luun kimmo-kerroin ja  $\varepsilon$  on suhteellinen venymä. Oheisessa taulukossa on eräässä kokeessa mitatut reisiluun suhteelliset venymät ja vastaavat jännitykset.

$\sigma$ (MN/m <sup>2</sup> )	0,0	5,00	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0
$\varepsilon$	0,0	0,00031	0,00063	0,00094	0,0013	0,0016	0,0019	0,0022

- a) Piirrä jännitys suhteellisen venymän funktiona.  
b) Määritä kuvaajan avulla reisiluun kimmokerroin.
3. a) Monen ravintoaineen ominaislämpökapasiteetti voidaan arvioida olettamalla, että se koostuu pääosin vedestä. Arvioi 1,8 kg:n hauen lämpökapasiteetti.  
b) Mikroaaltouunissa kuumennetaan 2,0 dl kylmää vettä 750 W:n teholla 30 s:n ajan. Kuinka paljon veden lämpötila nousee?  
c) Pakastimessa 1,8 dl huoneenlämpöistä (+20 °C) vettä pakastetaan jääkuutioiksi, joiden lämpötila on –18 °C. Kuinka paljon lämpöenergiaa on poistettava vedestä?
4. Yhdensuuntaiset punainen ja keltainen lasersäde osuvat kohtisuorasti tasohilaan. Kuva esittää hilan tason suuntaiselle varjostimelle muodostuvia diffraktiokuvioita. Nollannen kertaluvun maksimit (keskusmaksimit) ovat äärimmäisinä vasemmalla. Kuvassa näkyy senttimetriasteikko. Punaisen laservalon aallonpituus on 632,8 nm ja hilan etäisyys varjostimesta 139 cm.



Kuva: Ari Hämäläinen

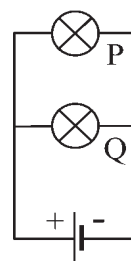
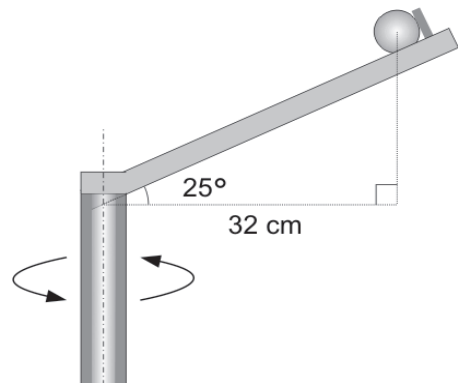
- a) Määritä hilavakio kuvan avulla.  
b) Laske keltaisen laservalon aallonpituus.

5. Taljajousessa on väkipyöräjärjestelmä, joka pienentää jousen jännittämiseen tarvittavaa voimaa vedon loppuvaiheessa. Kuvaaja esittää voiman riippuvuutta vetopituudesta eräälle taljajouselle.

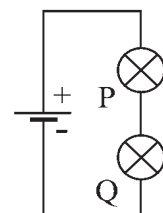


<[http://nageen.com/shop/images/arch\\_mansonik.gif](http://nageen.com/shop/images/arch_mansonik.gif)>. Luettu 22.9.2010.

- a) Kuinka suuren työn ampuja tekee, kun hän jännittää jousen 45 cm:n vetopituuteen?  
 b) Jousella ammuttiin 31,5 g:n massainen nuoli, jonka lähtönopeudeksi mitattiin 63 m/s. Kuinka suuri osuus jousen jännittämiseen tehdystä työstä muuttui nuolen liike-energiaksi?
6. Teräskuula on kuvan esittämällä tavalla kaltevassa kourussa, joka pyörii pystysuoran akselin ympäri. Laite pyörii aluksi niin nopeasti, että kuula nojaa kourun yläpäässä olevaan tappiin. Kulmanopeus alkaa hitaasti laskea. Tietyllä kulmanopeudella kuula irtaantuu tapista. Kuulan ja kourun välinen kitka ja vierimisvastus voidaan jättää huomiotta.
- a) Piirrä kuvio, josta ilmenevät kuulaan vaikuttavat voimat hetkellä, jolloin kuula on juuri irronnut tapista.  
 b) Laske laitteen kulmanopeus kuulan irtaamishetkellä.
7. Piireissä 1 ja 2 on kaksi polttimoa Q ja P kytketty paristoon oheisten kytkentäkaavioiden osoittamalla tavalla. Polttimon P hehkulanka palaa poikki. Mitä tällöin tapahtuu seuraaville suureille piireissä 1 ja 2:
- a) piirissä kulkeva sähkövirta,  
 b) polttimon Q napajännite,  
 c) paristosta otettu teho?  
 Perustele vastauksesi.



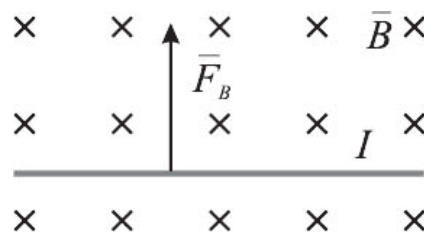
①



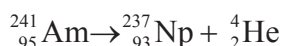
②

8. Pitkä suora johdin on paikallaan homogeenisessa magneettikentässä kohtisuorassa kentän suuntaan nähden. Johtimessa kulkevan sähkövirran voimakkuus on 25 A. Johtimen 51 cm:n pituiseen osaan vaikuttaa 17 mN:n suuruinen magneettinen voima kuvan mukaisesti.

- Mihin suuntaan sähkövirta kulkee johtimessa? (1 p.)
- Kuinka suuri on kentän magneettivuon tiheys? (2 p.)
- Asetetaan johtimen kanssa yhdensuuntaiseksi toinen johdin, jossa kulkee yhtä suuri sähkövirta samaan suuntaan. Johtimien välinen etäisyys on 5,0 cm. Piirrä kuva, josta ilmenevät johtimien toisiinsa kohdistamien voimien suunnat. Laske näiden voimien suuruudet pituusyksikköä kohden. (3 p.)



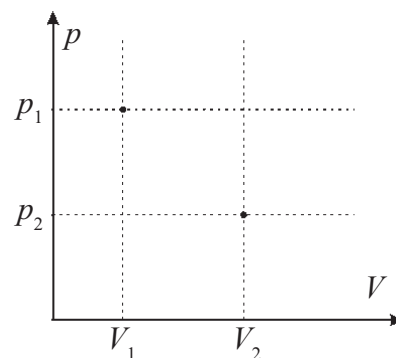
9. Palovaroitinissa on  $\alpha$ -aktiivista  $^{241}\text{Am}$ -isotooppia, jonka hajoamisreaktio on



- Palovaroitin  $^{241}\text{Am}$ -aktiivisuus on 38 kBq. Kuinka monta grammaa  $^{241}\text{Am}$ -isotooppia varoitinissa on?
- Varoitin lakkaa toimimasta, jos sen aktiivisuus laskee alle 25 kBq:n. Kuinka pitkä aika tähän kuluu?
- Laske alfahiukkasen kineettinen energia  $^{241}\text{Am}$ -isotoopin alfahajoamisessa.  $^{241}\text{Am}$ -isotoopin puoliintumisaika on 432 a ja sen atomimassa 241,05682 u.

10. a) Piirrä kaasun (i) isokoorisen, (ii) isobaarisen ja (iii) isotermisen termodynaamisen prosessin  $Vp$ -kuvaajat. Merkitse kuvaajiin nuolilla se prosessin suunta, jossa kaasun ottaa vastaan lämpöä. Perustele.

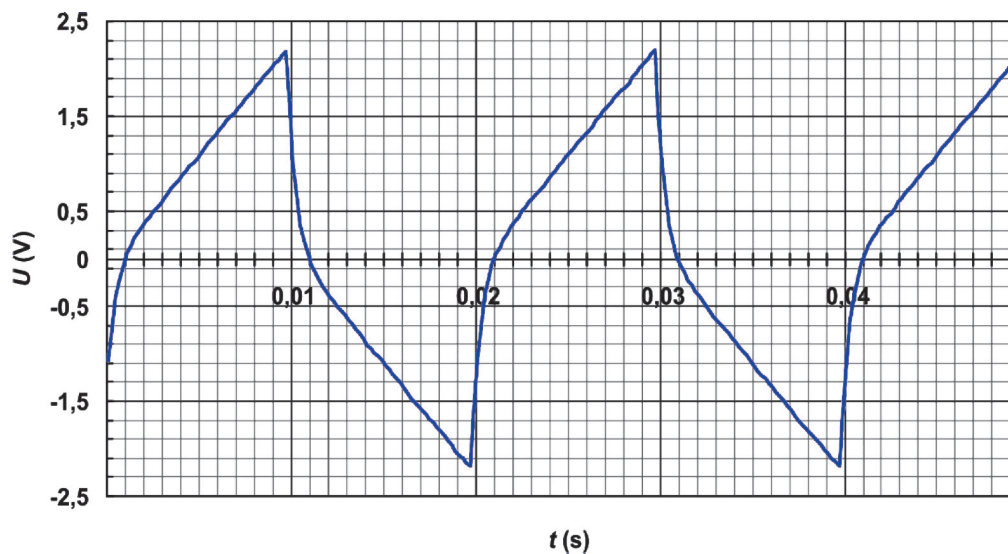
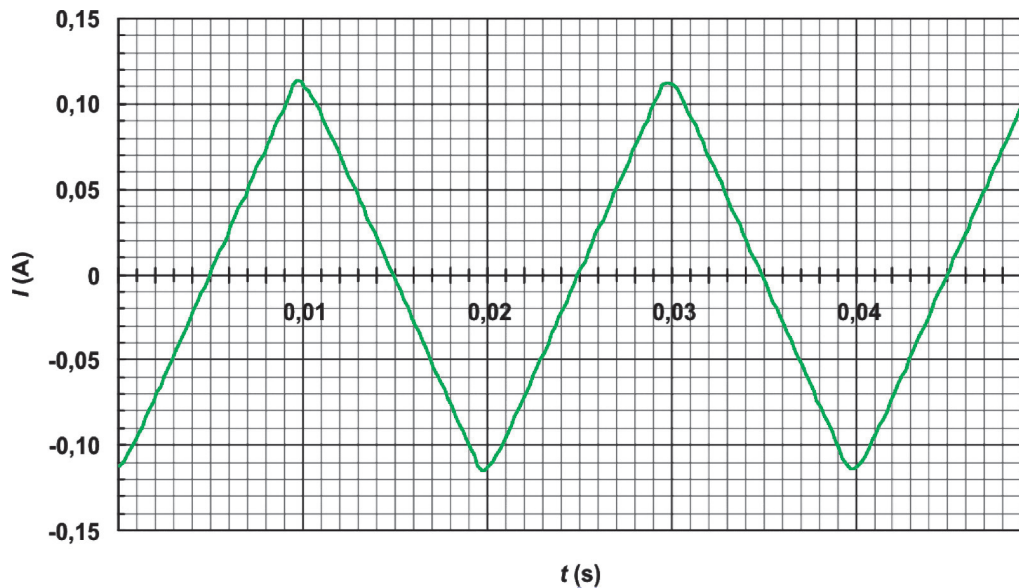
- Miten isokoorinen, isobaarinen ja isotermisen prosessi on yhdistettävä (järjestys ja suunta), jotta tilojen  $(V_1, p_1)$  ja  $(V_2, p_2)$  välillä toimivassa kiertoprosessissa työ on mahdollisimman suuri? Piirrä kiertoprosessi  $Vp$ -kuvaajaan.



11. Erään teorian mukaan dinosaurusten häviäminen johtui maapalloon noin 65 miljoonaa vuotta sitten törmänneestä asteroidista. Oletetaan, että asteroidin massa oli  $1,0 \cdot 10^{15}$  kg, törmäysnopeus Maahan nähden oli 29 km/s, ja törmäyksen jälkeen asteroidi jäi Maan kuoren sisään.

- Kuinka suuren muutoksen maapallon ratanopeuteen törmäys aiheutti, jos oletetaan, että törmäys tapahtui Maan säteen suunnassa? Voit tarkastella törmäystä koordinaatistossa, jossa Maa on levossa. Oliko muutos ratanopeuteen merkittävä?
- Oletetaan, että samanlainen asteroidi samalla törmäysnopeudella osuu Kuuhun lähes pinnan suuntaisesti ja jää Kuun pintaan. Asteroidin rataliikkeen pyörimismäärä Kuun keskipisteen suhteen ennen törmäystä saadaan lausekkeesta  $L_a = R m_a v_a$ , jossa  $R$  on Kuun säde,  $m_a$  on asteroidin massa ja  $v_a$  on asteroidin nopeus. Oletetaan Kuu homogeeniseksi palloksi. Kuinka paljon Kuun pyörimisen kulmanopeus muuttuisi törmäyksen johdosta?

- +12. a) Itseinduktio (2 p.)  
 b) Käämien tekniset sovellukset (2 p.)  
 c) Käämin läpi kulkee ylemmän kuvaajan mukainen lineaarisesti muuttuva sähkövirta. Alem-  
 pi kuvaaja esittää käämin napajännitettä samalla aikavälillä. Määritä kuvaajien perusteella  
 käämin induktanssi ja resistanssi. (5 p.)



- +13. Kesäisiin sääilmiöihin kuuluvat mm. matala- ja korkeapaineiden vaihtelut, merituulet ranni-  
 koilla ja ukonilmat.
- a) Miten syntyvät matalapaineen alueet ja korkeapaineen alueet? (2 p.)
- b) Kesäaamuina on usein tyynä, mutta auringon noustessa korkeammalle alkaa rannikon lähei-  
 syydessä puhalttaa ns. merituuli. Selitä, miten merituuli syntyy. (2 p.)
- c) Ukonilmalla saattaa Suomessakin sataa suuria rakeita, jotka vaurioittavat esimerkiksi au-  
 toja. Kuinka suuren keskimääräisen voiman korkealta putoava rae, jonka halkaisija on  
 4,5 cm, aiheuttaa auton peltipintaan? Oletetaan, että törmäys kestää 3,2 ms ja että rae pomp-  
 paa takaisin nopeudella 0,5  $v$ , missä  $v$  on törmäysnopeus. Putoavaan rakeeseen vaikuttava  
 ilmanvastus saadaan lausekkeesta  $F = \frac{1}{2} c_w A \rho v^2$ , jossa  $c_w$  on kappaleen muodosta riippuva  
 vastuskerroin,  $A$  on poikkipinta-ala liikesuuntaa vastaan,  $\rho$  on ilman tiheys ja  $v$  rakeen no-  
 peus. Pallonmuotoisen rakeen vastuskerroin on 0,5. (5 p.)