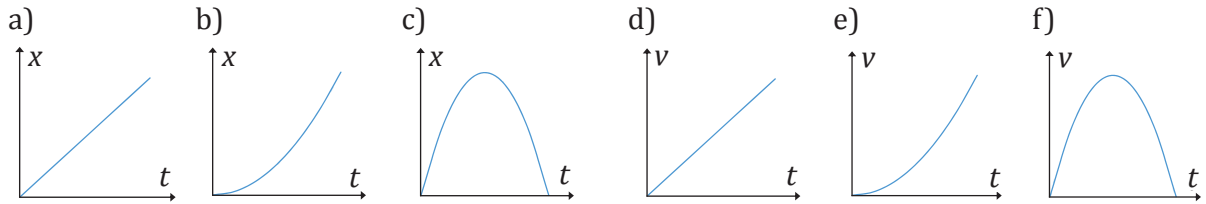




Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.

1. Kuvaajat a–f esittävät erilaisia tilanteita, joissa kappale liikkuu suoraviivaisesti. Kuvaajissa t on aika, x kappaleen paikka ja v kappaleen nopeus. Jokaisessa kuvassa akselit leikkaavat origossa. Kopioi oheinen taulukko vastauspaperiisi ja valitse jokaiseen tilanteeseen parhaiten sopivat liikkeen kuvaukset. Jokaiseen tilanteeseen sopii yksi tai useampi vaihtoehto.



	a	b	c	d	e	f
A) Kappaleen liike on tasaista.						
B) Kappaleen liike on kiihtyvää tai hidastuvaa.						
C) Hetkellä $t = 0$ s kappale on levossa.						
D) Kappale on samassa paikassa liikkeen alussa ja lopussa.						

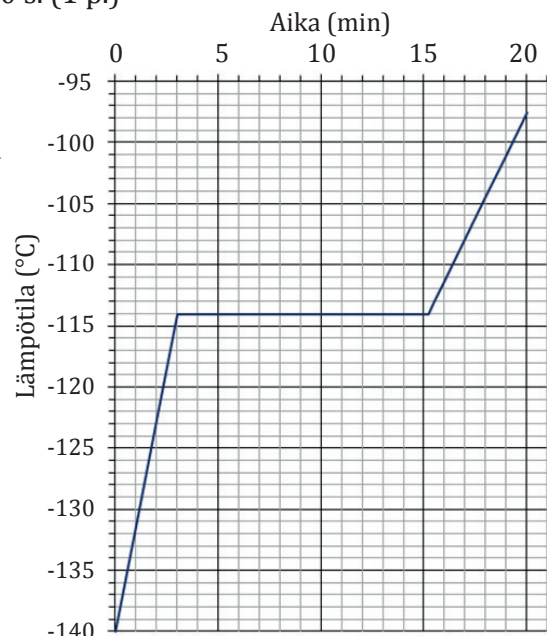
2. Liikennevaloista suoraan eteenpäin lähtevän auton nopeus mitattiin ajan funktiona. Mitatut arvot on annettu oheisessa taulukossa.

t (s)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
v (m/s)	0,0	0,1	0,5	2,0	4,0	8,5	12,5	15,0	16,0	16,0

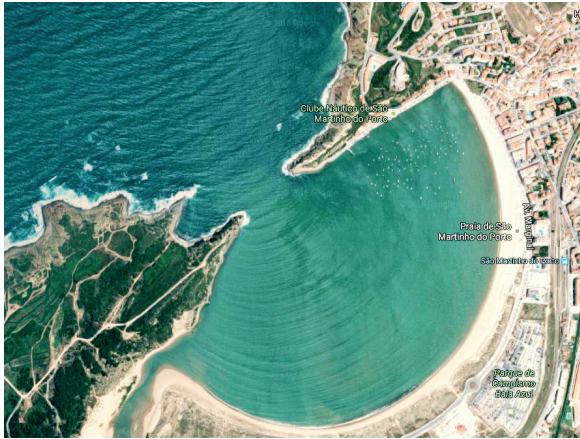
- a) Piirrä kuvaaja auton nopeudesta v ajan t funktiona. (3 p.)
 b) Määritä auton kulkema matka aikavälillä 0,0...14,0 s käyttäen graafista integrointia tai laskinta. (2 p.)
 c) Määritä auton keskinopeus aikavälillä 0,0...14,0 s. (1 p.)

3. Kylmää kiinteää kappaletta, jonka massa on 0,394 kg, aletaan lämmittää 55,0 W vakio teholla. Kappaleen lämpötila ajan funktiona on esitetty kuvassa.

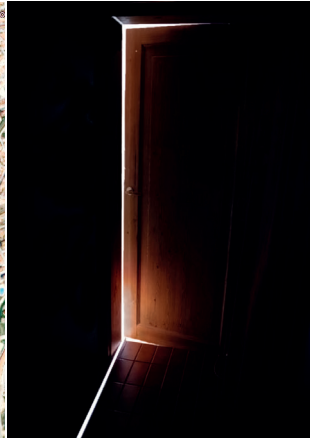
- a) Jonkin ajan kuluttua lämmityksen aloittamisesta aine, josta kappale muodostuu, alkaa sulaa. Missä lämpötilassa tämä tapahtuu? (1 p.)
 b) Määritä aineen ominaisulamlämpö kuvaajan avulla. (2 p.)
 c) Määritä aineen ominaislämpökapasiteetti nesteenä. (2 p.)
 d) Mikä aine on kyseessä? (1 p.)



4. a) Satelliittikuvassa A näkyy erään portugalilaisen kylän edustalla sijaitseva poukama. Avomereltä saapuvat aallot kulkevat poukamaan 200 m leveän aukon lävitse. Arvioi kuvan perusteella mereltä aukkoon saapuvien maininkien aallonpituus. (1 p.)
 b) Selitä kuvassa A näkyvä aaltorintamien muodon muuttuminen. (2 p.)
 c) Kuvassa B on esitetty pimeään huoneeseen kapeasta ovenraosta kajastava valo. Miksi kuvassa A vesiaallot leviävät täyttämällä poukaman, mutta kuvassa B valo ei leviä ovenraosta kulkiessaan? (3 p.)

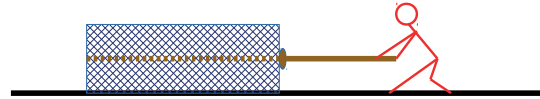


Kuva A (kuva: Google Maps)

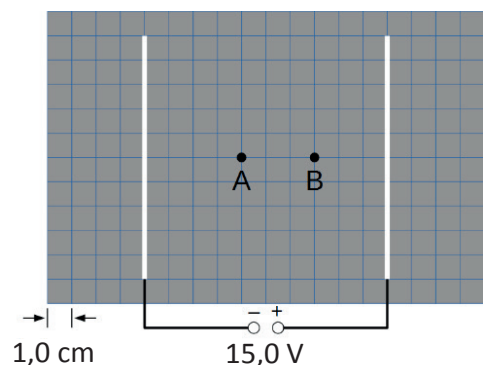


Kuva B (kuva: YTL)

5. Painavaa puulaatikkoa yritetään siirtää vetämällä sitä köydellä pitkin puulattiaa. Köysi on kiinnitetty laatikon massakeskipisteen korkeudelle kuvan mukaisesti. Puupintojen välinen lepokitkakerroin on 0,50. Vetäjän massa on 85 kg, ja puulaatikon massa on 120 kg.
 a) Kuinka suuri kitkavoima laatikkoon suurimmillaan kohdistuu, kun kenkien ja puulattian välinen lepokitkakerroin on 0,50, eli sama kuin puupintojen välinen lepokitkakerroin? Laatikko ei lähde tässä tapauksessa liikkeelle. (4 p.)
 b) Kuinka suuri pitää kenkien ja puulattian välisen lepokitkakerroimen vähintään olla, jotta laatikko lähtisi liikkeelle? (2 p.)

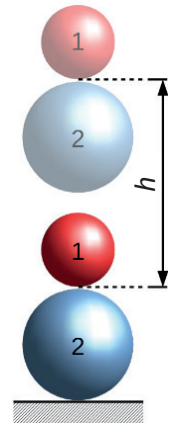


6. Geostationaarinen rata on yleinen tietoliikennesatelliittien kiertorata. Tällöin päiväntasaajan yläpuolella kiertävät satelliitit näyttävät Maasta katsottaessa pysyvän paikoillaan.
 a) Miksi tietoliikennesatelliitit kannattaa sijoittaa geostationaariselle radalle? (1 p.)
 b) Mitä voimia satelliittiin vaikuttaa? Piirrä ja nimeä. (1 p.)
 c) Kuinka korkealla maanpinnan yläpuolella satelliitti kiertää geostationaarisella radalla? (4 p.)
7. Tutkitaan potentiaalieroja sähkökentässä. Grafiittipitoiselle, heikosti sähköä johtavalle paperille on piirretty hyvin sähköä johtavalla hopeamusteella elektrodit kuvan mukaisesti.
 a) Kytetään elektrodien välille 15,0 V jännite kuvan mukaisesti. Paperiin syntyy elektrodien välille homogeeninen sähkökenttä. Kuinka suuri on sähkökentän voimakkuus elektrodien välissä? Mikä on sähkökentän suunta? (3 p.)
 b) Kytetään jännitemittarin miinusjohto pisteeseen A ja plusjohto pisteeseen B. Kuinka suuri on mittarin näyttämä jännite? (1 p.)
 c) Piirretään hopeamusteella suljettu ympyrä elektrodien väliin siten, että pisteet A ja B jäävät ympyrän sisäpuolelle. Kuinka suuri on jännite, jota pisteisiin kytketty jännitemittari nyt näyttää? (2 p.)

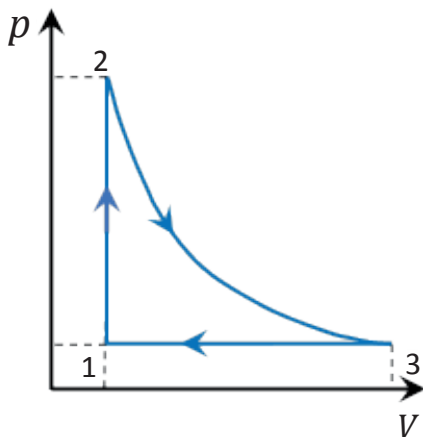


8. a) Selitä lyhyesti muuntajan toimintaperiaate. Havainnollista selitystäsi muuntajan kaavio-kuvan avulla. (4 p.)
 b) Mistä muuntajan tehohäviöt aiheutuvat? (2 p.)
9. Tšernobylin ydinvoimalaonnettomuus tapahtui Neuvostoliitossa vuonna 1986. Tuuli kuljetti useiden kuukausien ajan radioaktiivista ainesta myös Suomeen. Vuonna 1987 onnettomuus-alueelta Suomeen tulleen ^{137}Cs -laskeuman aktiivisuus neliometriä kohden oli keskimäärin 11 kBq.
 a) ^{137}Cs -isotooppi hajoaa ^{137}Ba -isotoopiksi. Kirjoita hajoamisyhtälö. (1 p.)
 b) Kuinka suuri oli ^{137}Cs -laskeuman massa neliometriä kohden? (3 p.)
 c) Montako prosenttia ^{137}Cs -isotoopin määrä vuonna 2017 on vuonna 1987 mitatusta määrästä? (2 p.)

10. Pallot 1 ja 2, joiden massat ovat m_1 ja m_2 ($m_1 < m_2$), pudotetaan yhtä aikaa korkeudelta h kovalle alustalle kuvan mukaisesti. Pudotessaan pallot ovat hieman irti toisistaan. Pallo 2 kimpoaa alustasta ja osuu välittömästi vielä putoavaan palloon 1. Törmäykset ovat täysin kimmoisia.
 a) Johda lauseke pallon 1 nousukorkeudelle ratansa alimmasta kohdasta, jossa se törmäsi palloon 2. (5 p.)
 b) Kuinka korkealle pallo 1 nousee, jos sen massa on paljon pienempi kuin pallon 2 massa ($m_1 \ll m_2$)? (1 p.)



11. Sysäysputkimoottorissa ilma ja polttoainekaasu käyvät läpi Vp -kuvaajassa esitetyn kierto-prosessin $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$. Osaprosessi $2 \rightarrow 3$ on adiabaattinen, eli kaasu ei vaihda lämpöä ympäristönsä kanssa. Taulukossa 1 on annettu eräiden tilanmuuttujien arvoja tiloista 1, 2 ja 3. Käsitellään kaasua ideaalisena.
 a) Kuinka suuri on kaasuseoksen ainemäärä? (1 p.)
 b) Laske taulukosta 1 puuttuvat muuttujien arvot. (3 p.)
 c) Kopioi taulukko 2 vastauspaperiisi. Merkitse taulukkoon jokaiselle osaprosessille sopivin vaihtoehto:
Lämpö Kaasu ottaa lämpöä (+), kaasu luovuttaa lämpöä (-), lämmönsiirto on nolla (0)
Työ Kaasuun tehdään työtä (+), kaasu tekee työtä (-), työ on nolla (0)
 Jokaiseen tyhjään ruutuun tulee vain yksi merkki. Perusteluja ei vaadita. (2 p.)



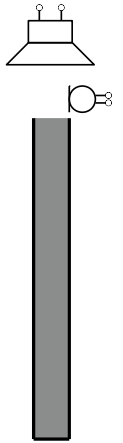
Taulukko 1

	T (K)	V (l)	p (kPa)
tila 1	291	0,45	101
tila 2			760
tila 3	1230		

Taulukko 2

	Lämpö	Työ
1 \rightarrow 2		
2 \rightarrow 3		
3 \rightarrow 1		

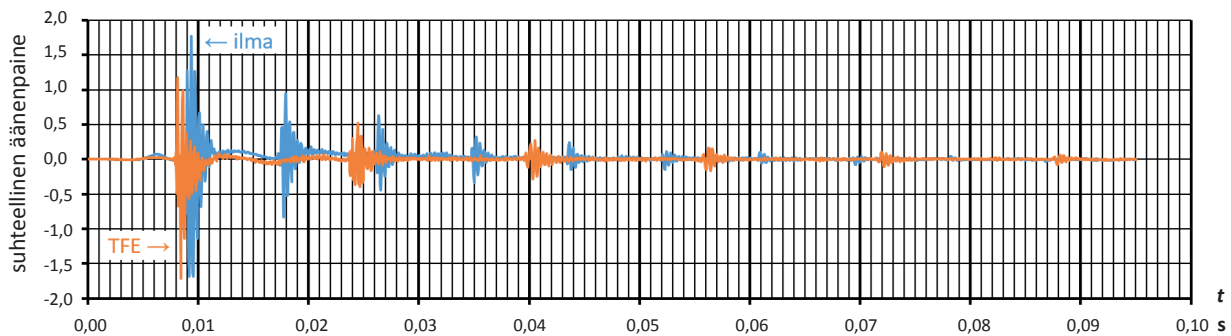
+12. Määritetään äänen nopeudet ilmassa ja tetrafluorietaanikaasussa (TFE, $C_2H_2F_4$) huoneenlämmössä. Käytetään kahta eripituista pystysuoraa putkea. Putket ovat suljettuja alapäästään. Avoimien päiden lähelle asetetaan mikrofoni ja kaiutin kuvan 1 mukaisesti. Tehdään kohtien a ja b kokeet ensin ilmassa, jonka jälkeen putkiin suihkutetaan TFE:tä, ja kokeet toistetaan. TFE on ilmaa tiheämpää ja siten pysyy putkissa.



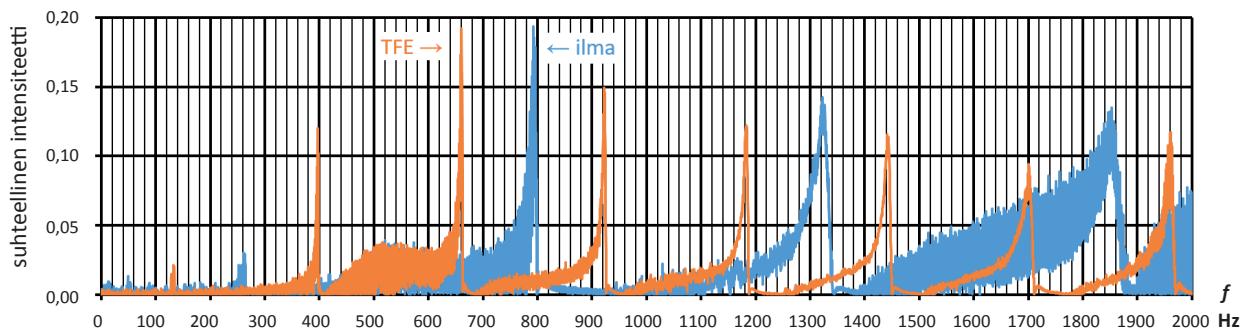
Kuva 1.

- Käytetään 148,2 cm pituista putkea. Tuotetaan kaiuttimella yksi noin 3 ms pituinen äänipulssi. Mikrofoniin kytketyllä mittaustietokoneella saadaan kuvan 2 mukaiset äänenpaineen kuvaajat. Miksi kuvaajissa näkyy useita äänipulsseja? Määritä mittaustulosten perusteella äänen nopeudet ilmassa ja TFE:ssä. (3 p.)
- Käytetään 33,1 cm pituista putkea. Tuotetaan kaiuttimella taajuudeltaan muuttuvaa ääntä vakiovoimakkuudella. Mikrofonilla ja mittaustietokoneella havaitaan, että ääni voimistuu joillakin taajuuksilla kuvan 3 mukaisesti. Mistä äänen voimistuminen johtuu? Määritä mittaustulosten perusteella äänen nopeudet ilmassa ja TFE:ssä. (3 p.)
- Selitä, miksi äänen nopeus ilmassa on suurempi kuin TFE:ssä, vaikka kaasujen lämpötilat ovat samat. (2 p.)
- Kohdissa a ja b saadaan äänen nopeuksille TFE:ssä eri tulokset. Mistä tämä voi johtua? (1 p.)

Kuva 2.



Kuva 3.



+13. Luonnonvakiot ovat fysiikassa keskeisiä suureita. Uusia mittausten menetelmiä kehitetään jatkuvasti luonnonvakioiden arvon määrittämiseksi mahdollisimman tarkasti. Monien modernien sovellusten toiminnan kannalta on luonnonvakioiden arvon tunteminen oleellista. Sellaisia sovelluksia ovat esimerkiksi satelliittipaikannus, laserit, korkeiden lämpötilojen mittaaminen, mikropiirit, erilaiset spektroskooppiset menetelmät ja kuvantamismenetelmät.

Valon nopeus c ja Planckin vakio h ovat eräitä keskeisiä luonnonvakioita.

- Valitse toinen luonnonvakioista h ja c . Kerro yhdestä ilmiöstä, johon valitsemasi luonnonvakio liittyy. (2 p.)
- Valitse toinen luonnonvakioista h ja c . Esitä yksi menetelmä, jolla valitsemasi luonnonvakioiden arvo voidaan määrittää kokeellisesti. (3 p.)
- Valitse toinen luonnonvakioista h ja c . Esittele yhden modernin sovelluksen tai laitteen toimintaperiaatetta, jossa valitsemasi luonnonvakio on keskeinen. Selitä, millä tavoin kyseinen luonnonvakio ja sen arvo ovat keskeisiä tarkastelemasi sovelluksen tai laitteen toiminnan kannalta. (4 p.)