

PERUSSARJA

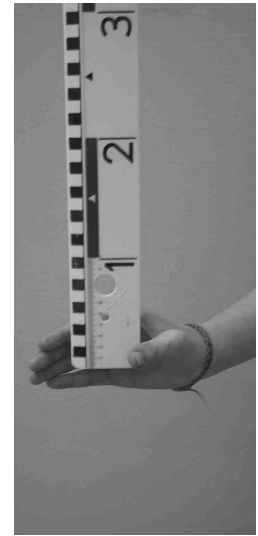
Vastaa huolellisesti ja siististi!

Kirjoita tekstaten koepaperiin oma nimesi, kotiosoitteesi, sähköpostiosoite, opettajasi nimi sekä koulusi nimi.

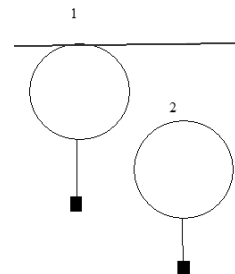
Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.

Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.

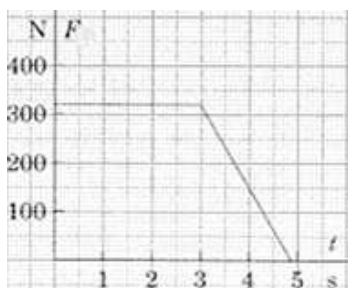
1. Reaktioaika voidaan määrittää pudottamalla kämmenen yläpuolella pystyssä oleva viivoitin avonaisen kämmenen ohi. Kun viivoitin päästetään putoamaan, koehenkilö yrittää ottaa sen kiinni mahdollisimman pian.
 - a) Esitä yhtälö, josta reaktioaika voidaan määrittää mittauksen perusteella.
 - b) Mikä on koehenkilön reaktioaika, jos hän saa kiinni viivoittimesta 13,4 cm:n kohdalta (vastaa 20 €:n setelin pituutta)?



2. Ohessa on esitetty väittämiä. Vastaa **perustellen** fysiikan tietojesi pohjalta, pitävätkö väittämät paikkansa vai ovatko ne virheellisiä.
 - a) Kun skootterilla kiihdytetään ylämäessä, kitka on merkityksettömän pieni.
 - b) Kuparikappaleeseen kohdistuva noste on suurempi kuin samankokoiseen alumiinikappaleeseen kohdistuva noste, koska kupari on painavampaa.
 - c) Trampoliinilla pomppivan lapsen nopeus on suurin juuri, kun lapsi osuu trampoliinin pintaan.
 - d) Jalkapalloa potkaistaan. Potkun jälkeen jalkapalloon kohdistuva eteenpäin vievä voima on sitä suurempi mitä kovempi potku on.
 - e) Ilmapalloon on kiinnitetty punnus, ja pallo kelluu vedessä ylimmän kohdan ollessa veden pinnan tasalla (1). Kun pallo työnnetään syvemmälle veteen (2), se palaa takaisin alkuperäiseen asemaansa (1).



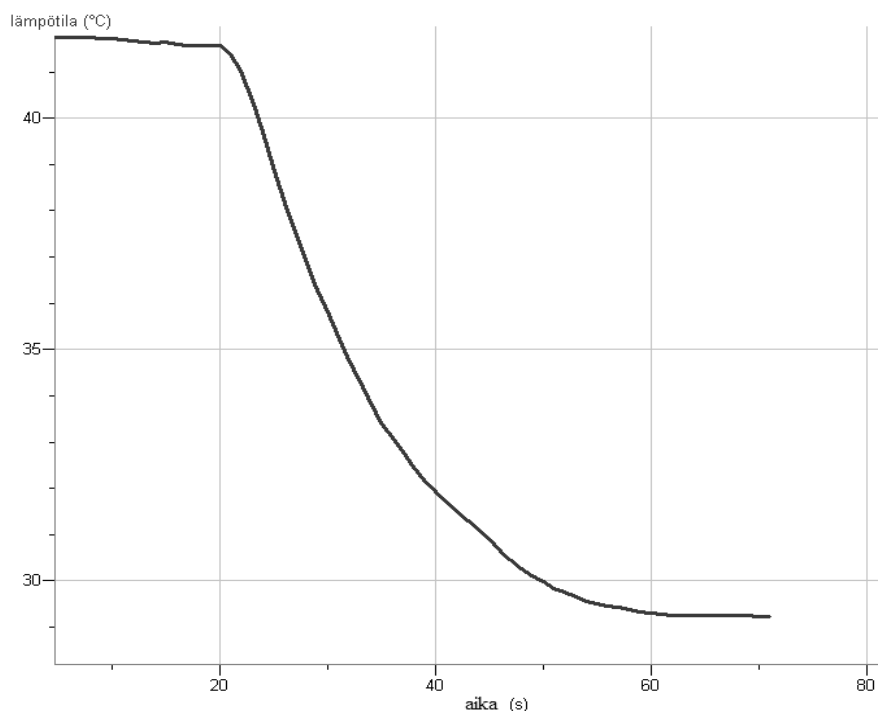
f)



Esinettä työnnetään vaakasuoralla lattian suuntaisella voimalla, jonka suuruus muuttuu oheisen kuvaajan mukaisesti. Esineeseen vaikuttaa koko ajan 200 N suuruinen kitka. Esineen nopeus on suurin ajanhetkellä 3,0 s.

3. Oppitunnilla määritettiin jään ominaissulamislämpö. Pakastimesta, jossa lämpötila oli -18 °C , otettiin 32 g:n jääpala ja laitettiin keitinlasiin, jossa oli 312 g vettä. Keitinlasissa olevan veden lämpötilan mittaaminen aloitettiin ennen jääpalan lisäämistä ja lopetettiin, kun jää oli kokonaan sulanut. Ohessa on lämpötilan kuvaaja.

- Mikä oli mittauksen perusteella jään ominaissulamislämpö?
- Pohdi, mitkä tekijät vaikuttavat mittaustarkkuuteen.



4. Lukiolainen pääsi kesätöihin kodinkoneliikkeeseen pakettiauton kuljettajaksi. Hän kuljettaa auton tavaratilassa pesukonetta. Pesukonepakkauksen ja tavaratilan lattian välinen lepokitkakerroin on 0,40 ja liukukitkakerroin 0,30.

- Piirrä ja nimeä pesukonelaatikkoon kiihdytyksen aikana vaikuttavat voimat.
- Mikä on lyhin aika, jossa kuljettaja voi kiihdyttää tasaisesti levosta auton sallittuun kaupunkinopeuteen 40 km/h ilman, että laatikko liikkuu?

5. a) Esitä piirros tilanteesta, jossa kovera pallopeili synnyttää valeskuvan.

- Oppilastyössä tutkittiin koveraa pallopeiliä pimennetyssä luokassa. Esineenä oli palava kynttilä, jonka kuva heijastettiin peilistä varjostimelle. Kynttilän etäisyys sekä kynttilän kuvan etäisyys peilipinnasta mitattiin, jolloin saatiin oheiset tulokset:

esineen etäisyys (m)	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34
kuvan etäisyys (m)	1,39	0,99	0,77	0,64	0,51

Piirrä mittaustuloksista kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla pallopeilin polttoväli.

AVOIN SARJA

Kirjoita tekstaten koepaperiin oma nimesi, kotiosoitteesi, sähköpostiosoitteesi, opettajasi nimi sekä koulusi nimi.

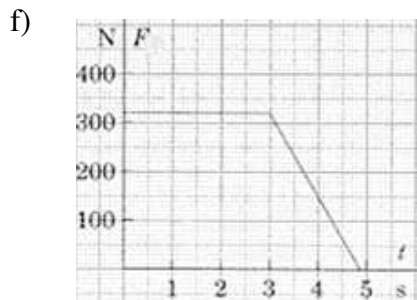
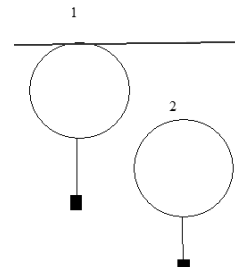
Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.

Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.

1. Määritä pariston sisäinen resistanssi. Esitä käyttämäsi menetelmä, kytkentäkaavio(t), mittaustulokset sekä suorittamasi laskut. Esitä ajatuksia mittaustarkkuuden parantamiseksi.
Välineet: kaksi yleismittaria, johtimia, 1,5 V:n (4,5 V:n) paristo, vastus

2. Ohessa on esitetty väittämiä. Vastaa **perustellen** fysiikan tietojesi pohjalta, pitävätkö väittämät paikkansa vai ovatko ne virheellisiä.

- Kun skootterilla kiihdytetään ylämäessä, kitka on merkityksettömän pieni.
- Kuparikappaleeseen kohdistuva noste on suurempi kuin samankokoiseen alumiinikappaleeseen kohdistuva noste, koska kupari on painavampaa.
- Trampoliinilla pomppivan lapsen nopeus on suurin juuri, kun lapsi osuu trampoliinin pintaan.
- Jalkapalloa potkaistaan. Potkun jälkeen jalkapalloon kohdistuva eteenpäin vievä voima on sitä suurempi mitä kovempi potku on.
- Ilmapalloon on kiinnitetty punnus ja pallo kelluu vedessä ylimmän kohdan ollessa veden pinnan tasalla (1). Kun pallo työnnetään syvemmälle veteen (2), se palaa takaisin alkuperäiseen asemaansa (1).



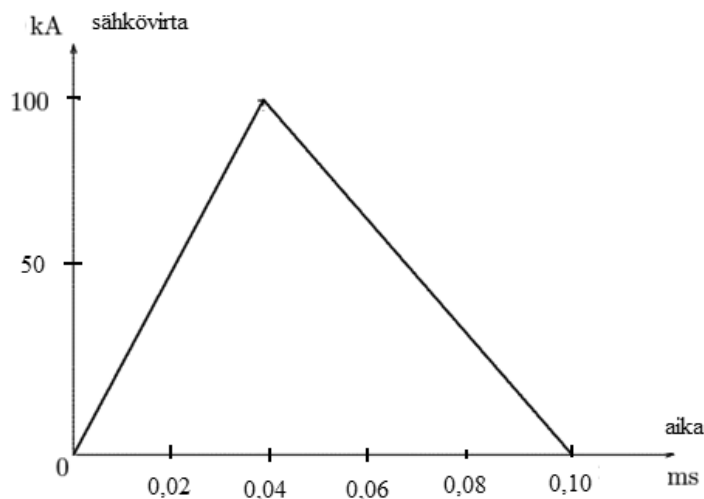
Esineitä työnnetään vaakasuoralla lattian suuntaisella voimalla, jonka suuruus muuttuu oheisen kuvaajan mukaisesti. Esineeseen vaikuttaa koko ajan 200 N suuruinen kitka. Esineen nopeus on suurin ajanhetkellä 3,0 s.

3. a) Esitä piirros tilanteesta, jossa kovera pallopeili synnyttää valekuvan.
b) Oppilastyössä tutkittiin koveraa pallopeiliä pimennetyssä luokassa. Esineenä oli palava kynttilä, jonka kuva heijastettiin peilistä varjostimelle. Kynttilän etäisyys sekä kynttilän kuvan etäisyys peilipinnasta mitattiin, jolloin saatiin oheiset tulokset:

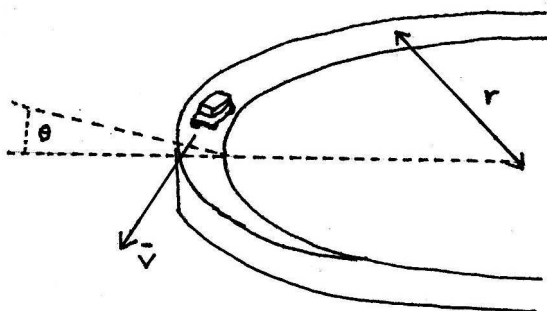
esineen etäisyys (m)	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34
kuvan etäisyys (m)	1,39	0,99	0,77	0,64	0,51

Piirrä mittaustuloksista kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla pallopeilin polttoväli.

4. Salama syntyy, kun sähköisesti varautunut pilvi purkautuu. Ukkospilven alaosa varautuu yleensä positiivisesti ja yläosa negatiivisesti. Pilven alapuolella oleva maa varautuu tällöin negatiivisesti. Kun pilven ja maan pinnan välinen sähkökentän voimakkuus ylittää ilman läpilyöntikestävyyden, tapahtuu sähköpurkaus eli salama iskee. Alla olevassa kuviossa on yksinkertainen malli sähkövirrasta maan ja pilven välillä salamaniskun aikana.



- Kuinka suuri varaus purkautuu salamaniskussa?
 - Kuinka suuri keskimääräinen sähkövirta kulkee pilven alaosan ja maan pinnan välillä salamaniskun aikana?
 - Pääkaupunkiseudun ukkosmyrskyssä elokuun 2010 alussa salaman iskuja rekisteröitiin vuorokaudessa 22 000. Ajatellaan, että tämän ukkosmyrskyn energia saataisiin talteen ja jaettaisiin suomalaisille. Kuinka kauan kukin suomalainen voisi tällä energialla käyttää 15 W energiansäästölamppua? Pilven alaosa on maan pinnasta 1 km etäisyydellä, kostean ilman läpilyöntikestävyys on 300 kV/m ja Suomen väkiluku on 5,3 miljoona.
5. Auto ajaa pitkin ympyrärataa, jossa on kallistettu kaarre. Kaarteen kaltevuuskulma θ on 11° ja radan kaarevuussäde r on 220 m.

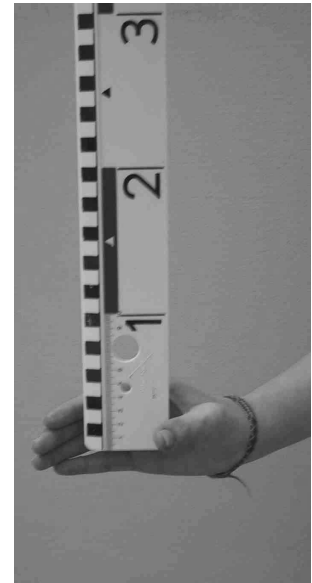


- Mikä on suurin nopeus, jolla auto pysyy kaarteessa radalla, kun radan ja auton välinen lepokitkakerroin on 0,35 ja liukukitkakerroin 0,20?
- Mikä on suurin mahdollinen nopeus, jolla auto pysyy kaarteessa radalla, jos radan pinta on hyvin liukas?

PERUSSARJA

Vastaa huolellisesti ja siististi!
Kirjoita tekstaten koepaperiin oma nimesi, kotiosoitteesi, sähköpostiosoite,
opettajasi nimi sekä koulusi nimi.
Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.
Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.

1. Reaktioaika voidaan määrittää pudottamalla kämmenen yläpuolella pystyssä oleva viivoitin avonaisen kämmenen ohi. Kun viivoitin päästetään putoamaan, koehenkilö yrittää ottaa sen kiinni mahdollisimman pian.
 - a) Esitä yhtälö, josta reaktioaika voidaan määrittää mittauksen perusteella.
 - b) Mikä on koehenkilön reaktioaika, jos hän saa kiinni viivoittimesta 13,4 cm:n kohdalta (vastaa 20 €:n setelin pituutta)?



Ratkaisu:

- a) Viivaimen liike on tasaisesti kiihtyvää. **1p**

Kun lähtö on levosta, putoamismatka s on $s = \frac{1}{2}gt^2$. **1p**

Tästä ratkaistaan putoamisaika, joka on reaktioaika $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$.

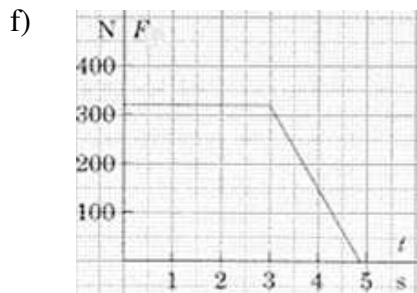
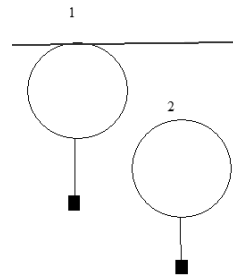
Ratkaisu ja maininta reaktioajasta **2p**

- b) Setelin nappaamiseksi reaktioajan tulee olla $t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,134 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 0,165 \text{ s} \approx 0,17 \text{ s}$.

Sijoitus ja lopputulos **2p**

2. Ohessa on esitetty väittämiä. Vastaa **perustellen** fysiikan tietojesi pohjalta, pitävätkö väittämät paikkansa vai ovatko ne virheellisiä.

- Kun skootterilla kiihdytetään ylämäessä, kitka on merkityksettömän pieni.
- Kuparikappaleeseen kohdistuva noste on suurempi kuin samankokoiseen alumiinikappaleeseen kohdistuva noste, koska kupari on painavampaa.
- Trampoliinilla pomppivan lapsen nopeus on suurin juuri, kun lapsi osuu trampoliinin pintaan.
- Jalkapalloa potkaistaan. Potkun jälkeen jalkapalloon kohdistuva eteenpäin vievä voima on sitä suurempi mitä kovempi potku on.
- Ilmapalloon on kiinnitetty punnus, ja pallo kelluu vedessä ylimmän kohdan ollessa veden pinnan tasalla (1). Kun pallo työnnetään syvemmälle veteen (2), se palaa takaisin alkuperäiseen asemaansa (1).



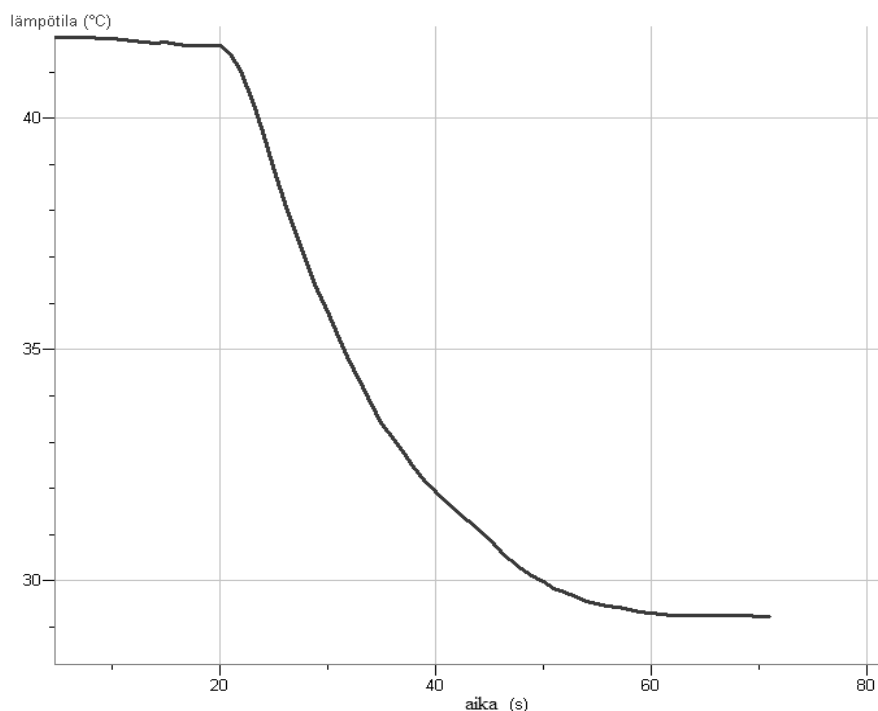
Esinettä työnnetään vaakasuoralla lattian suuntaisella voimalla, jonka suuruus muuttuu oheisen kuvaajan mukaisesti. Esineeseen vaikuttaa koko ajan 200 N suuruinen kitka. Esineen nopeus on suurin ajanhetkellä 3,0 s.

Ratkaisu:

- Väärin.** Renkaiden ja tien välinen kitkavoima on liikettä kiihdyttävä voima.
- Väärin.** Molempiin kohdistuva noste on yhtä suuri, koska kappaleet ovat samankokoisia.
- Väärin.** Lapsen nopeus on suurin kohdassa, mihin trampoliini painuu lapsen seistessä paikallaan trampoliinin päällä.
- Väärin.** Pallo jatkaa liikettään jatkavuuden lain nojalla. Liikkeen aikana palloon kohdistuvat voimat ovat paino ja ilmanvastus.
- Väärin.** Pallo uppoaa syvemmälle, koska hydrostaattinen paine puristaa palloa kokoon, jolloin palloon kohdistuva noste pienenee.
- Väärin.** Nopeus kasvaa niin kauan kun työntövoima on suurempi kuin kitka, joten nopeus on suurin hetkellä, jolloin työntövoima on kitkan suuruinen.

pisteytys: 1p / kohta perusteluineen

3. Oppitunnilla määritettiin jään ominaissulamislämpö. Pakastimesta, jossa lämpötila oli -18 °C , otettiin 32 g :n jääpala ja laitettiin keitinlasiin, jossa oli 312 g vettä. Keitinlasissa olevan veden lämpötilan mittaaminen aloitettiin ennen jääpalan lisäämistä ja lopetettiin, kun jää oli kokonaan sulanut. Ohessa on lämpötilan kuvaaja.
- Mikä oli mittauksen perusteella jään ominaissulamislämpö?
 - Pohdi, mitkä tekijät vaikuttavat mittaustarkkuuteen.



Ratkaisu:

- Lämmönsäilymlain mukaisesti (keitinlasin ja) veden luovuttama lämpömäärä on yhtä suuri kuin jään vastaanottama lämpömäärä.

Lämpöä tarvitaan kolmeen vaiheeseen:

- Jää, jonka lämpötila on -18 °C , lämmitetään jääksi, jonka lämpötila on 0 °C .
- Jää sulatetaan saman lämpöiseksi vedeksi.
- ”Jäävettä”, jonka lämpötila on 0 °C , lämmitetään $29,3\text{ °C}$:een. **1p**

Luetaan kuvaajalta veden alkulämpötila ennen jään lisäämistä ja loppulämpötila, kun jää on sulanut.

$$m_{\text{vesi}} = 312\text{ g}, m_{\text{jää}} = 32\text{ g}, |\Delta t_{\text{jää}}| = 18\text{ °C}, |\Delta t_{\text{jäävesi}}| = 29,3\text{ °C}, |\Delta t_{\text{vesi}}| = |\Delta t_{\text{termos}}| = 12,3\text{ °C}$$

$$\text{Veden luovuttama lämpö on } Q_1 = c_{\text{vesi}} m_{\text{vesi}} \Delta t_{\text{vesi}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 0,312\text{ kg} \cdot 12,3\text{ K} = 16,07\text{ kJ}$$

Jään lämpenemiseen -18 °C :sta 0 °C :een kului energiaa

$$Q_2 = c_{\text{jää}} m_{\text{jää}} |\Delta t_{\text{jää}}| = 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 0,032\text{ kg} \cdot 18\text{ K} = 1,20\text{ kJ}.$$

Jääveden lämpenemiseen jäästä, joka on 0°C , vedeksi, joka on $29,3^\circ \text{C}$, kului energiaa

$$Q_3 = c_{\text{jäävesi}} m_{\text{jäävesi}} |\Delta t_{\text{jäävesi}}| = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 0,032 \text{ kg} \cdot 29,3 \text{ K} = 3,93 \text{ kJ}. \quad \mathbf{2p}$$

Jään sulamiseen jäi energiaa $Q_4 = Q_1 - Q_2 - Q_3 = 16,07 \text{ kJ} - 1,20 \text{ kJ} - 3,93 \text{ kJ} = 10,94 \text{ kJ}$.

Jään ominaissulamislämmöksi saadaan

$$s = \frac{Q_4}{m_{\text{jää}}} = \frac{10,94 \text{ kJ}}{0,032 \text{ kg}} = 342 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \approx 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}. \quad \mathbf{1p}$$

b) saatua ominaissulamislämmön tulosta pienentää:

- Pakastimesta otettu jää lämpenee, kun sitä siirretään keitinlasiin, jolloin todellisuudessa jään alkulämpötila on korkeampi kuin pakastimen lämpötila ja sen lämpenemiseen menee laskettua vähemmän lämpöä.

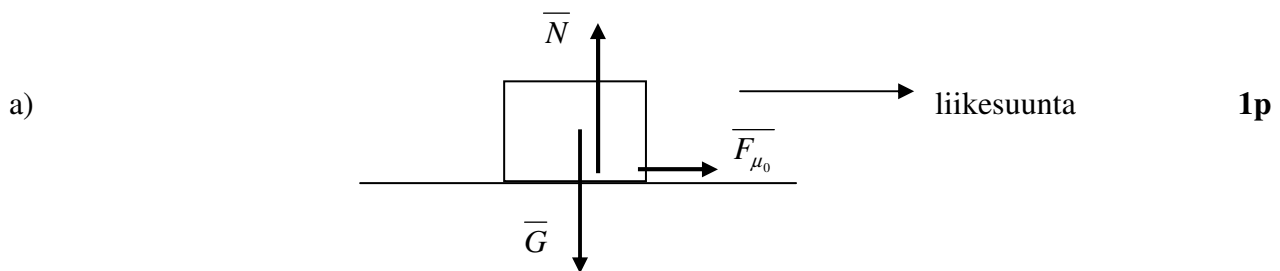
(- Keitinlasikin luovuttaa hieman lämpöä, mitä ei oteta laskelmissa huomioon.)

saatua ominaissulamislämmön tulosta suurentaa:

- Lämpimästä vedestä siirtyy lämpöä myös ympäristöön mittauksen aikana. Laskelmissa oletetaan kaiken lämmön siirtyvän jääpalalle/jäävedelle.

2p

4. Lukiolainen pääsi kesätöihin kodinkoneliikkeeseen pakettiauton kuljettajaksi. Hän kuljettaa auton tavaratilassa pesukonetta. Pesukonepakkauksen ja tavaratilan lattian välinen lepokitkakerroin on 0,40 ja liukukitkakerroin 0,30.
- Piirrä ja nimeä pesukonelaatikkoon kiihdytyksen aikana vaikuttavat voimat.
 - Mikä on lyhin aika, jossa kuljettaja voi kiihdyttää tasaisesti levosta auton sallittuun kaupunkinopeuteen 40 km/h ilman, että laatikko liikkuu?

Ratkaisu.


Laatikkoon vaikuttavat kiihdytyksen aikana auton lattian tukivoima \bar{N} , lattian ja laatikon välinen lepokitka \bar{F}_{μ_0} ja laatikon paino \bar{G} .

1p

Huom.! Jos laatikko liikkuu lavan suhteen, kysymyksessä on liikekitka.

1p

- b) Dynamiikan peruslain mukaisesti laatikkoon vaikuttavien voimien summa aiheuttaa kiihtyvyyden eli $\sum \bar{F} = m\bar{a}$, jossa m on laatikon massa ja a laatikon saama kiihtyvyys.

Koska paino ja pinnan tukivoima tasapainottavat toisensa, laatikon ja lattian välinen kitkavoima toimii kiihdyttävänä voimana $F_{\mu_0} = ma_{\max}$.

1p

Tällöin $\mu_0 mg = ma_{\max}$. Laatikon kiihtyvyydeksi saadaan $a_{\max} = \mu_0 g = 0,4 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,93 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Oletetaan, että liike on tasaisesti kiihtyvää $v = at$, jolloin kiihdytysajaksi saadaan vähintään

$$t = \frac{v}{a} = \frac{40 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3,93 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 10,2 \text{ s}$$

2p

5. a) Esitä piirros tilanteesta, jossa kovera pallopeili synnyttää valekuvan.
- b) Oppilastyössä tutkittiin koveraa pallopeiliä pimennetyssä luokassa. Esineenä oli palava kynttilä, jonka kuva heijastettiin peilistä varjostimelle. Kynttilän etäisyys sekä kynttilän kuvan etäisyys peilipinnasta mitattiin, jolloin saatiin oheiset tulokset:

esineen etäisyys (m)	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34
kuvan etäisyys (m)	1,39	0,99	0,77	0,64	0,51

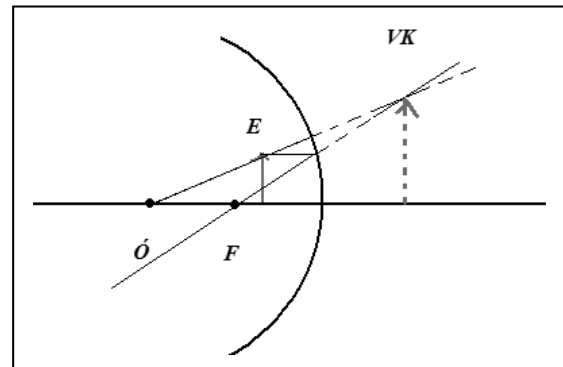
Piirrä mittaustuloksista kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla pallopeilin polttoväli.

Ratkaisu:

- a) Valekuva syntyy, kun esine on polttovälillä. **2p**
- b) Ratkaistaan kuvausyhtälöstä esineen kuvan etäisyyden käänteisarvo $1/b$:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b} = -\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = -1 \cdot \frac{1}{a} + \frac{1}{f}.$$

Kuvaajan fysikaalinen kulmakerroin on -1 ja $1/b$ -akselin leikkauskohta on polttovälin käänteisarvo $1/f$.



a (m)	b (m)	$1/a$ (1/m)	$1/b$ (1/m)
0,24	1,39	4,16666666667	0,719424460432
0,26	0,99	3,84615384615	1,0101010101
0,28	0,77	3,57142857143	1,2987012987
0,30	0,64	3,33333333333	1,5625
0,34	0,51	2,94117647059	1,96078431373

2p

Sovitetaan pistejoukkoon suora ja luetaan polttovälin käänteisarvo pysty akselin leikkauskohdasta.

$1/f = 4,97$ 1/m, josta
 $f = 0,20$ m.

2p
