280
Kartat
Kello
keskiviikko
19
Kalenteri
Yhteystiedot
Muistiinpa
Muistutukset
Lehtikioski
iTunes
App Store
Game Center
Asetukset

280
Kartat
Kello
keskiviikko
19
Kalenteri
Yhteystiedot
Muistiinpanot
Lehtikioski
iTunes
App Store
Game Center
Asetukset

280
Kartat
Kello
keskiviikko
19
Kalenteri
Yhteystiedot
Muistiinpa
Muistutukset
Lehtikioski
iTunes
App Store
Game Center
Asetukset

280
Kartat
Kello
keskiviikko
19
Kalenteri
Yhteystiedot
Muistiinpanot
Lehtikioski
iTunes
App Store
Game Center
Asetukset

LUKION FYSIIKKAKILPAILU 2.11.2016

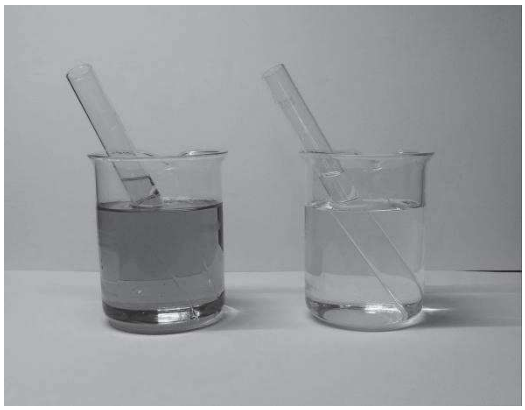
PERUSSARJA

*Kirjoita tekstaten **jokaiseen vastauspaperiin oma nimesi***
*ja yhteen vastauspaperiin **kotiosoitteesi, sähköpostiosoitteesi, opettajasi nimi sekä koulusi nimi.***
Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.
Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.

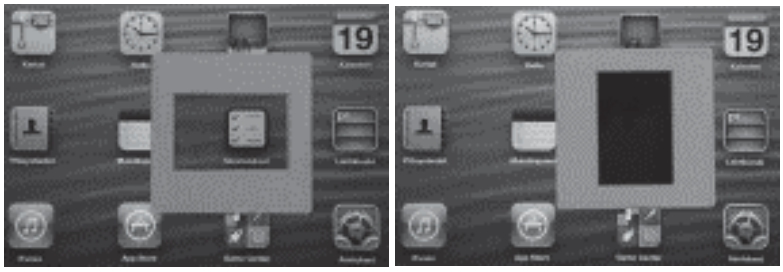
Vastaa vain neljään (4) tehtävään.

Graafista esitystä vaativissa tehtävissä kuvaaja voidaan laatia (millimetri)paperille ja ratkaista siitä tarvittaessa kuvaajan yhtälö. Vaihtoehtoisesti graafinen esitys voidaan tehdä graafisella tai symbolisella laskimella. Tällöin vastauksessa esitetään periaatekuva, josta käy ilmi, mitä suureita akseleilla on ja minkä muotoinen kuvaaja on sekä tarvittaessa annetaan laskimen ilmoittama kuvaajan yhtälö yksiköineen.

1. Mitä huomionarvoista voidaan havaita kustakin kuvasta A-C? Anna kullekin ilmiölle fysikaalinen selitys.



Kuva A. Rypsiöljyllä täytetty koeputki rypsiöljyssä ja vedellä täytetty koeputki vedessä (2p)



Kuva B. Valoa suodattava dia iPad-laitteen näytöllä eri asennoissa (2p)

2. Kokeellisena kotitehtävänä kaksi fysiikan opiskelijaa tutki mopon kiihdytystä mittaamalla aikaa tietyn nopeuden saavuttamiseen levosta liikkeelle lähtien. Tulokset ovat oheisessa taulukossa.

   a) Esitä tulokset aika,nopeus -koordinaatistossa ja piirrä mittauspisteisiin sopiva kuvaaja.
   b) Kuinka pitkän matkan mopo kulki mittauksen aikana?
   c) Kuinka suuri oli mopon suurin kiihtyvyys mittauksen aikana?

3. Laske seuraavien energioiden suuruudet ja järjestä energiat suurimmasta pienimpään.

   Energia, joka
   A. tarvitaan yhden vesilitran kuumentamiseen 15 °C:een lämpötilasta kiehumispisteeseen normaalissa ilmanpaineessa,
   B. kuluu, kun 1 300 watin mikroaaltouuni on päällä 1,5 minuuttia,
   C. vapautuu bensiinistä, kun autolla ajetaan 2,0 km (oleta auton keskikulutukseksi 4,8 litraa/100 km ja bensiinin tiheydeksi 0,75 kg/l),
   D. saadaan 45 gramman suklaapatukasta, jonka kääreessä ilmoitetaan sen energiasisällöksi 535 kcal/100 g,
   E. sitoutuu jouseen (jousivakio k = 490 N/m), kun sitä puristetaan kokoon 10 cm.

4. Oppitunnilla tutkittiin kaasun paineen ja tilavuuden välistä riippuvuutta muuttamalla lääkeruiskussa olevan ilman tilavuutta liikuttamalla lääkeruiskun mäntää. Kutakin tilavuutta vastaava paine mitattiin tietokoneeseen liitetyllä paineanturilla.

   Eräässä mittauksessa saatiin oheisen taulukon tulokset. Lämpötila oli mittauksen aikana luokkahuoneessa 22 °C ja ilmaa oli ruiskussa 420 µmol.

tilavuus (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
paine (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

   Piirrä mittaustulosten perusteella kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla arvo mooliselle kaasuvakiolle. Vertaa tulosta taulukkokirjan arvoon ja pohdi tutkimuksen virhelähteitä.

LUKION FYSIIKKAKILPAILU 2.11.2016

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.

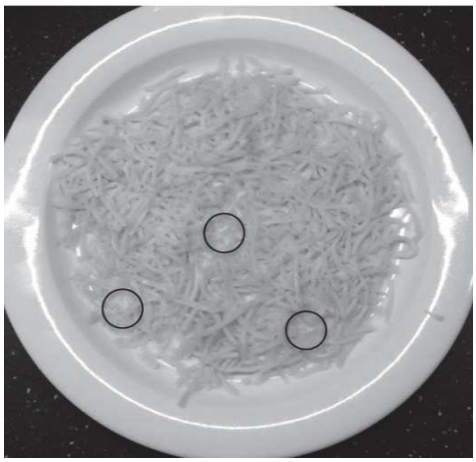
Vastaa vain neljään (4) tehtävään. Kokeellinen tehtävä eli tehtävä 1 on pakollinen. Muut kolme tehtävää voit valita vapaasti tehtävistä 2-5.

Graafista esitystä vaativissa tehtävissä kuvaaja voidaan laatia (millimetri)paperille ja ratkaista siitä tarvittaessa kuvaajan yhtälö. Vaihtoehtoisesti graafinen esitys voidaan tehdä graafisella tai symbolisella laskimella. Tällöin vastauksessa esitetään periaatekuva, josta käy ilmi, mitä suureita akseleilla on ja minkä muotoinen kuvaaja on sekä tarvittaessa annetaan laskimen ilmoittama kuvaajan yhtälö yksiköineen.

1. Määritä kokeellisesti pariston sisäinen resistanssi.

   Käytettävissä olevat välineet: 4,5 V paristo, virtamittari, jännitemittari, pieni lamppu sekä johtimia ja hauenleukoja.

   Tee selkoa mittauksistasi, kytkennästä ja tulosten käsittelystä. Muista perustella ratkaisusi.



3. Oppitunnilla tutkittiin kaasun paineen ja tilavuuden välistä riippuvuutta muuttamalla lääkeruiskussa olevan ilman tilavuutta liikuttamalla lääkeruiskun mäntää. Kutakin tilavuutta vastaava paine mitattiin tietokoneeseen liitetyllä paineanturilla.

Eräässä mittauksessa saatiin oheisen taulukon tulokset. Lämpötila oli mittauksen aikana luokkahuoneessa 22 °C. Alkutilanteessa kaasua oli 10,0 cm^3 paineen ollessa 102,14 kPa.

tilavuus (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
paine (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

Piirrä mittaustulosten perusteella kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla arvo mooliselle kaasuvakiolle.

Kuva 1. Renaultin ja Goodyearin uusi rengasmalli, Tall and Narrow.

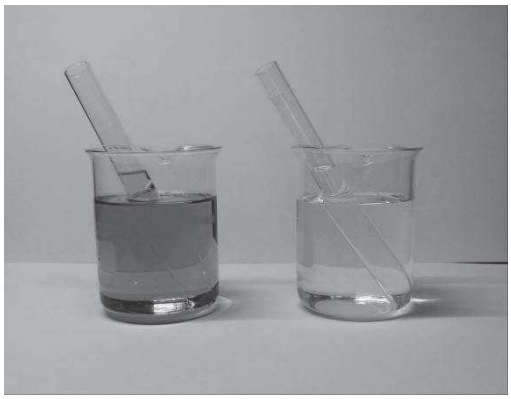
FYSIKTÄVLINGEN FÖR GYMNASIET 2.11.2016

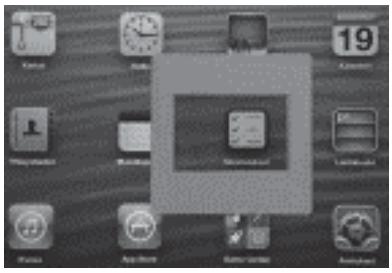
GRUNDSERIEN

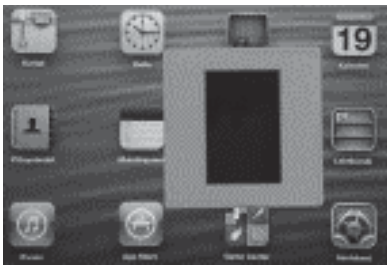
Texta ***ditt namn på varje provpapper***
och på ett av pappren ***din hemadress, epost-adress, samt lärarens och skolans namn.***
Tävlingstiden är 100 minuter.
Både uppgifts- och provpappren returneras efter tävlingen.

Svara på bara fyra (4) uppgifter.

I uppgifter som kräver en grafisk framställning, kan du rita grafen på (millimeter)papper och vid behov reda ut grafens ekvation via bilden. Du kan alternativt göra en grafisk framställning med en grafisk eller symbolisk räknare. I så fall måste det i lösningen finnas en principskiss ur vilken framgår vilka storheter koordinataxlarna visar. Också grafens utseende ska visas. Vid behov kan också den ekvation räknaren föreslår skrivas ut. I ekvationen ska även enheter finnas med.







2. Två fysikstuderande får en experimentell hemuppgift. De undersöker en mopeds acceleration. De noterar de tider som krävs för att från vilostart nå bestämda hastigheter. Resultaten visas i tabellen till höger.

$t\,(s)$	$v\,(\frac{km}{h})$
0	0
1,0	10
2,2	20
3,7	30
6,0	40

a) Markera resultaten i ett tids,hastighets -diagram och rita en graf som anpassas till mätpunkterna.
b) Vilken sträcka rör sig mopeden under den visade mätningen?
c) Vilken var mopedens acceleration under mätningen?

3. Beräkna de följande energiernas storlek och sortera dem i ordningsföljd från den största till den minsta.

Energi som

A. behövs för att värma en liter vatten med temperaturen 15 °C till kokpunkten vid normalt lufttryck,
B. åtgår då en mikrovågsugn med effekten 1 300 Watt, står påslagen 1,5 minuter,
C. frigörs ur bensin då en bilist kör 2,0 km (anta att bilens medelförbrukning är 4,8 liter/100 km och bensinen har en densitet på 0,75 kg/l),
D. man får ur ett chokladstycke med massan 45 g då omslagspappret anger ett energiinnehåll på 535 kcal/100 g,
E. binds i en fjäder (fjäderkonstanten är k = 490 N/m), då den sammanpressas 10 cm.

FYSIKTÄVLINGEN FÖR GYMNASIET 2.11.2016

Öppna serien

*Texta **ditt namn på varje provpapper***
*och på ett av pappren **din hemadress, epost-adress, samt lärarens och skolans namn.***
Tävlingstiden är 100 minuter.
Både uppgifts- och provpappren returneras efter tävlingen.

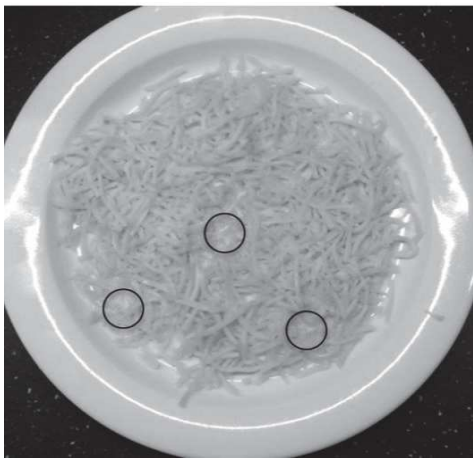
Svara på bara fyra (4) uppgifter. Den experimentella uppgiften 1 är obligatorisk. De tre övriga uppgifterna kan du fritt välja bland uppgifterna 2-5.

I uppgifter som kräver en grafisk framställning, kan du rita grafen på (millimeter)papper och vid behov reda ut grafens ekvation via bilden. Du kan alternativt göra en grafisk framställning med en grafisk eller symbolisk räknare. I så fall måste det i lösningen finnas en principskiss ur vilken framgår vilka storheter koordinataxlarna visar. Också grafens utseende ska visas. Vid behov kan också den ekvation räknaren föreslår skrivas ut. I ekvationen ska även enheter finnas med.

1. Bestäm experimentell inre resistansen i ett batteri.

   Du har följande utrustning: Ett batteri på 4,5 V, en voltmätare, en amperemätare , en liten lampa samt ledningar och alligatorklämmor.

   Redogör för dina mätningar, dina kopplingar och hur du behandlar resultaten. Kom ihåg att motivera.



3. Under lektionen undersöktes sambandet mellan trycket och volymen i luft med en spruta. Man kunde ändra på luftens volym genom att tycka in sprutans kolv i cylindern. Trycket mättes samtidigt med en givare ansluten till en dator.

En mätning gav det resultat tabellen visar. Temperaturen i klassrummet var 22 °C. I början av experimentet var luften volym 10,0 cm^3 medan trycket var 102,14 kPa.

volym (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
tryck (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

Använd mätdata för att rita upp en graf i ett lämpligt koordinatsystem och bestäm med hjälp av grafen ett värde för den molara gaskonstanten.

Bild 1. Renault och Goodyears nya däckmodell, Tall and Narrow.

a) Beskriv situationen då däcket inte belastas, (t.ex. i en lagerlokal då det är upphängt vid sin axel). Red ut fjäderkonstanten *k*. (1p)

b) Då däcken bär en bil, fäst vid axlarna, sammanpressas de i kontakt med underlaget. Minibussen har massan 2000 kg och ett övertryck på P = 2,5 bar i däcken. Uppskatta det tillplattade däckområdets längd och bredd vid kontakten med underlaget. (3p)

Då bilen rör sig, påverkas däcken också av rullfriktion, som har sin förklaring i en deformation av däcket, då kontaktytan mot marken förskjuts längs däckets ytterkant.

c) Tag med hjälp av fysikaliska begrepp ställning till följande tillverkarlöfte för däckets del: ”Den större diametern gör att däckets form ändras mindre, vilket leder till en mindre värmeutveckling. Detta minskar rullmotståndet.” (2p)

LUKION FYSIIKKAKILPAILU 2.11.2016

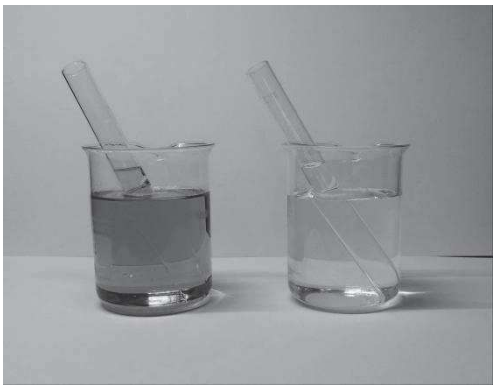
PERUSSARJA

*Kirjoita tekstaten **jokaiseen vastauspaperiin oma nimesi***
*ja yhteen vastauspaperiin **kotiosoitteesi, sähköpostiosoitteesi, opettajasi nimi sekä koulusi nimi.***
Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.
Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.

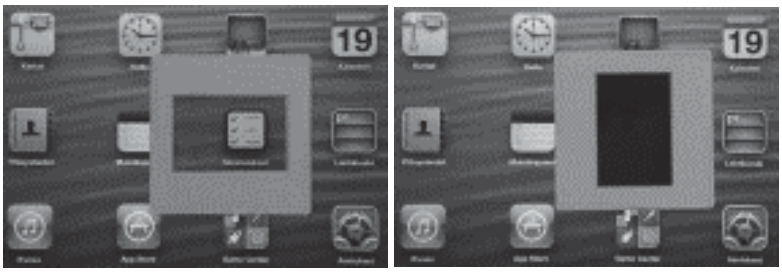
Vastaa vain neljään (4) tehtävään.

Graafista esitystä vaativissa tehtävissä kuvaaja voidaan laatia (millimetri)paperille ja ratkaista siitä tarvittaessa kuvaajan yhtälö. Vaihtoehtoisesti graafinen esitys voidaan tehdä graafisella tai symbolisella laskimella. Tällöin vastauksessa esitetään periaatekuva, josta käy ilmi, mitä suureita akseleilla on ja minkä muotoinen kuvaaja on sekä tarvittaessa annetaan laskimen ilmoittama kuvaajan yhtälö yksiköineen.

1. Mitä huomionarvoista voidaan havaita kustakin kuvasta A-C? Anna kullekin ilmiölle fysikaalinen selitys.



Kuva A. Rypsiöljyllä täytetty koeputki rypsiöljyssä ja vedellä täytetty koeputki vedessä (2p)



Kuva B. Valoa suodattava dia iPad-laitteen näytöllä eri asennoissa (2p)

Ratkaisu:

A

Ilmiö: öljyssä koeputkea ei erota, vaikka sen voi havaita vedessä.

Selitys: ruokaöljyn ja koeputken taitekerroin on hyvin tarkalleen sama (Pyrex-lasi n = 1,473, rypsiöljy 1,48, oliiviöljy 1,44-1,47). Veden taitekerroin taas on pienempi, n = 1,33. Öljyn ja koeputken rajapinnalla ei tapahdu valon taittumista tai heijastumista havaittavissa määrin (tai ollenkaan), jolloin valo kulkee häiriöttä läpi rajapintojen eikä niitä voi havaita. Veden ja koeputken rajapinnalla valo taittuu ja näemme (tässä tapauksessa suurennetun) kuvan koeputkesta – tämän voi päätellä esimerkiksi Snellin lain avulla. Jos taitekertoimet ovat samat, ei taittumista tapahdu eli säteen tulo- sekä lähtökulma θ rajapinnassa ovat identtiset: $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$.

(Huom: myös öljy pyöreässä lasissa toimii linssinä, eli havaittu ilmiö ei voi olla ”öljylasi ei ole linssi”).

B

Ilmiö: dia on polarisoiva suodin / iPad tuottaa polarisoitua valoa

Selitys: iPadista tuleva valo on polarisoitua. (Nestekidenäytön toiminnan kannalta näytöllä on oltava polarisoiva suodin, sillä valaistujen ja tummien kohtien ero saadaan käyttämällä sähkökenttää nestekiteiden suuntien muuttamiseksi. Läpäisevän valon määrää säädetään siten, että nestekiteiden kiertosuunta kääntyy sähkökentässä ja samalla kääntää valon polarisaatiota suotimen suuntaiseksi tai vastaiseksi, jolloin eri määrä valoa läpäisee suotimen. Näyttöteknologiaa ei tarvitse tuntea pisteiden saamiseksi.)

Kun dia on asetettu valonlähteen päälle siten, että polarisaatioakseli on samansuuntainen tulevan valon polarisaatiosuunnan kanssa, (lähes) kaikki valo läpäisee suotimen ja kuva näkyy kirkkaasti. Toisessa kuvassa suodinta on käännetty 90 astetta, jolloin sen polarisaatioakseli on kohtisuorassa tulevan valon polarisaatiosuuntaan nähden. Tällöin valo ei voi läpäistä suodinta ja se näkyy mustana.

C

Ilmiö: pakasterasian pintaan on muodostunut jäätä / kerääntynyt kosteutta / huurretta ym.

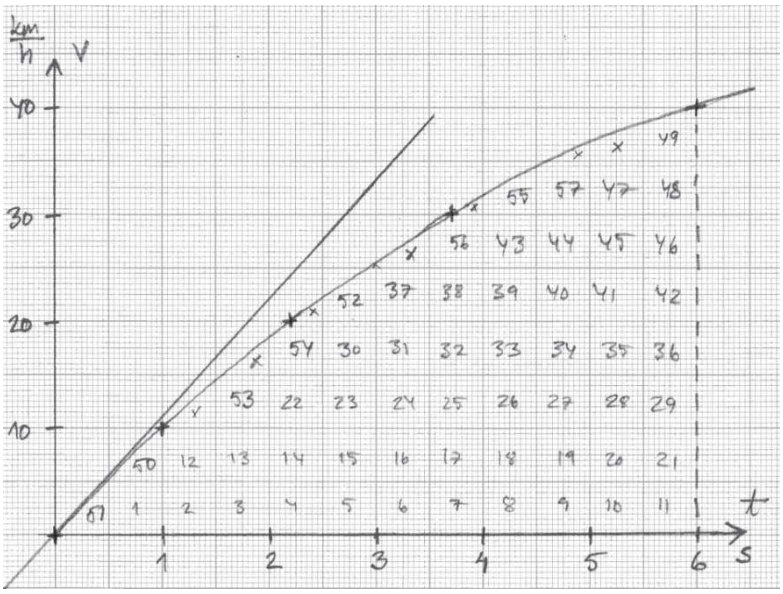
Selitys: Pakasterasia on otettu pakastimesta ja nostettu pöydälle, jolloin sen lämpötila ei ole olennaisesti ehtinyt laskea. Koska se on paljon ympäristöään kylmempi, rasiaa lähestyttäessä ilman suhteellinen kosteus on suurempi / ilman lämpötila lähestyy kastepistettä tai huurrepistettä / ilma voi sitoa itseensä vähemmän kosteutta ennen tiivistymistä. Rasian läheisyydessä suhteellinen kosteus on 100% / lämpötila alittaa kastepisteen tai huurrepisteen ja kosteus tiivistyy pinnalle. Koska rasia sisältöineen on reilusti pakkaslämpötilassa ja sen lämpökapasiteetti on suuri, ja tiivistyvän veden määrä on verraten pieni, veden energia ei riitä sulattamaan koko rasiaa. Vedestä siirtyvä energia lämmittää rasiaa hitusen ja vesi muodostaa suoraan jäätä/huurretta rasian pinnalle.

Vaihtoehto: Rasian pintaan voisi tietenkin olla kertynyt huurretta jo pakastimessa, jolloin selityksessä pitäisi tuoda esille pakastimen toimintaolosuhteet jollakin tavalla. Esim. pakastimen huurtuminen ylipäätään ei kuulu pakastimen normaaliin toimintaan, vaan sinne kertyy ylimääräistä kosteutta tiivisteiden pettämisen takia / paljon avaamisen takia / kun sinne on laitettu ruokia kuumina, jolloin ilmankosteus pakastimessa voi nousta tavallista korkeammaksi ja kosteus tiivistyy kylmimmille pinnoille eli pakastelämpötilassa oleviin rasioihin, pakastimen seiniin jne. koska suhteellinen kosteus/kastepiste kuten yllä.

2. Kokeellisena kotitehtävänä kaksi fysiikan opiskelijaa tutki mopon kiihdytystä mittaamalla aikaa tietyn nopeuden saavuttamiseen levosta liikkeelle lähtien. Tulokset ovat oheisessa taulukossa.

   a) Esitä tulokset aika,nopeus -koordinaatistossa ja piirrä mittauspisteisiin sopiva kuvaaja.
   b) Kuinka pitkän matkan mopo kulki mittauksen aikana?
   c) Kuinka suuri oli mopon suurin kiihtyvyys mittauksen aikana?

Ratkaisu:



Huom! Kuvaaja, joka kaartuu vaakasuoraksi nopeuteen 40 km/h tultaessa, on toki hyväksyttävä.

b) Integroidaan graafisesti nopeuden kuvaajan ja aika-akselin väliin jäävä alue aikaväliltä 0…6,0 sekuntia: 0,50 sekunnin levyisiä ja 5,0 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ korkuisia ruutuja on noin 57,5 kappaletta.

$$s = 57{,}5 \cdot 0{,}50\ \text{s} \cdot \frac{5{,}0}{3{,}6}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 39{,}93\ \text{m} \approx \underline{\underline{40\ \text{m}}}$$

c) Kuvaaja on jyrkin heti alussa, joten suurin kiihtyvyys on heti liikkeelle lähtiessä. Derivoidaan graafisesti eli piirretään kuvaajalle tangentti ja lasketaan sen fysikaalinen kulmakerroin:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{39}{3{,}6}\frac{\text{m}}{\text{s}}}{3{,}5\ \text{s}} \approx 3{,}0952\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx \underline{\underline{3{,}1\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

pisteytys:
a) akselin merkinnät 0,5 p
mittauspisteet 1,0 p
kuvaaja 0,5 p (kaareva, muuten 0p)
b) graafisen integroinnin idea 1p
lasku ja tulos 1p
c) graafisen derivoinnin idea 1p (jollekin ajanhetkelle)
lasku ja tulos 1p (oikealle ajanhetkelle eli kilpailijan kuvaajan jyrkimmälle kohdalle)

3. Laske seuraavien energioiden suuruudet ja järjestä energiat suurimmasta pienimpään.

Energia, joka

A. tarvitaan yhden vesilitran kuumentamiseen 15 °C:een lämpötilasta kiehumispisteeseen normaalissa ilmanpaineessa,
B. kuluu, kun 1 300 watin mikroaaltouuni on päällä 1,5 minuuttia,
C. vapautuu bensiinistä, kun autolla ajetaan 2,0 km (oleta auton keskikulutukseksi 4,8 litraa/100 km ja bensiinin tiheydeksi 0,75 kg/l),
D. saadaan 45 gramman suklaapatukasta, jonka kääreessä ilmoitetaan sen energiasisällöksi 535 kcal/100 g,
E. sitoutuu jouseen (jousivakio *k* = 490 N/m), kun sitä puristetaan kokoon 10 cm.

Ratkaisu:

A. Veden tiheys on noin 1,0 kg/litra, joten vesilitran massa on 1,0 kg.
Tarvittava energiamäärä

$$Q = cm\Delta t = 4{,}19\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg°C}} \cdot 1{,}0\ \text{kg} \cdot (100-15)\ \text{°C} = 356{,}15\ \text{kJ} \approx \underline{360\ \text{kJ}}$$ **1 p**

B. $E = Pt = 1300\ \text{W} \cdot 1{,}5 \cdot 60\ \text{s} = 117\ 000\ \text{J} \approx \underline{120\ \text{kJ}}$ **1 p**

C. Jos auto kuluttaa niin 4,8 l/100 km, niin polttoainetta kuluu 2,0 km:n matkalla n.

$\frac{4{,}8\ \text{l}}{100\ \text{km}} \cdot 2{,}0\ \text{km} = 0{,}096\ \text{l}$, joka on $m = \rho V = 0{,}75\ \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 0{,}096\ \text{l} = 0{,}072\ \text{kg}$.

Bensiinin lämpöarvo on 43,5 MJ/kg, joten vapautuva energia on

$$E = Hm = 43{,}5\ \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 0{,}072\ \text{kg} = 3{,}132\ \text{MJ} \approx \underline{3\,100\ \text{kJ}}$$ **1 p**

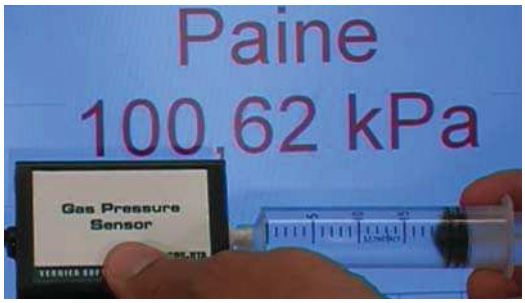
D. Suklaapatukassa on energiaa $\frac{535\ \text{kcal}}{100\ \text{g}} \cdot 45\ \text{g} = 240{,}75\ \text{kcal}$

$$240\ 750\ \text{cal} = 240\ 750 \cdot 4{,}1868\ \text{J} = 1\ 007\ 972{,}1\ \text{J} \approx \underline{1\ 000\ \text{kJ}}$$ **1 p**

E. Jousen potentiaalienergia: $E = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \cdot 490\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0{,}10\ \text{m})^2 = 2{,}45\ \text{J} \approx \underline{2{,}5\ \text{J}}$ **1 p**

Energiat suurimmasta pienimpään: C, D, A, B, E. **1 p (yksi energia väärässä paikassa: -0,5 p)**

4. Oppitunnilla tutkittiin kaasun paineen ja tilavuuden välistä riippuvuutta muuttamalla lääkeruiskussa olevan ilman tilavuutta liikuttamalla lääkeruiskun mäntää. Kutakin tilavuutta vastaava paine mitattiin tietokoneeseen liitetyllä paineanturilla.



Eräässä mittauksessa saatiin oheisen taulukon tulokset. Lämpötila oli mittauksen aikana luokkahuoneessa 22 °C ja ilmaa oli ruiskussa 420 µmol.

tilavuus (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
paine (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

Piirrä mittaustulosten perusteella kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla arvo mooliselle kaasuvakiolle. Vertaa tulosta taulukkokirjan arvoon ja pohdi tutkimuksen virhelähteitä.

Ratkaisu:

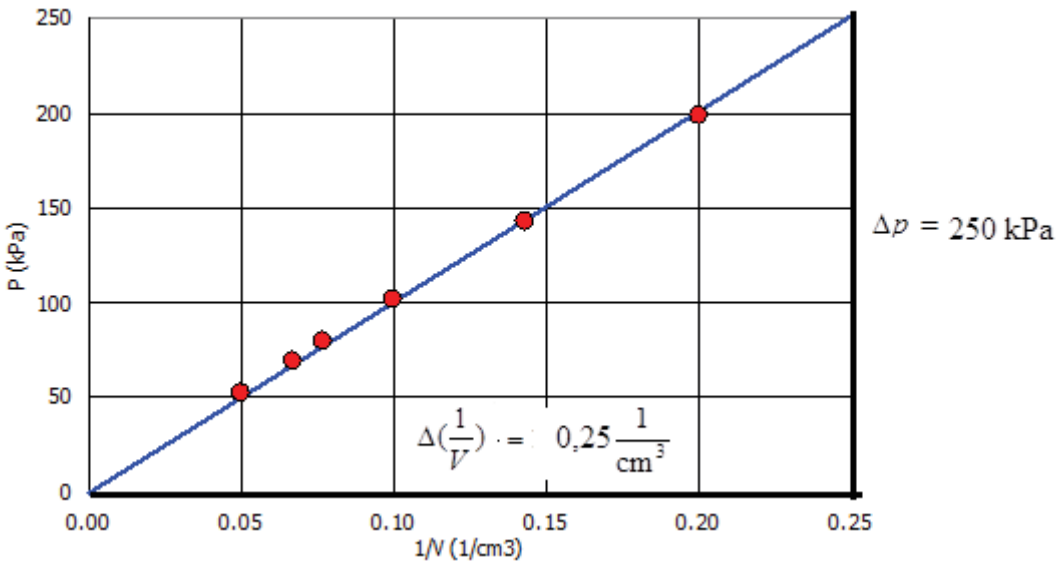
Ideaalikaasun tilanyhtälöstä $pV = nRT$ saadaan sopivan kuvaajan yhtälöksi $p = nRT \cdot \frac{1}{V}$, minkä mukaan (origon kautta kulkevan) suoran kulmakerroin on $kk = nRT$, josta saadaan edelleen $R = \frac{kk}{nT}$.

(teoria / sopivan graafisen esityksen perustelu 1p)

Lasketaan graafista esitystä varten tilavuuden käänteisarvot:

V (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
$1/V$ ($1/cm^3$)	0,200	0,14285	0,100	0,07692	0,06667	0,050
p (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

(muunnos 1p)



(graafinen esitys 1p; graafinen esitys voidaan laatia laskimella, ei tarpeen pakottaa origon kautta**)**

Kuvaajan fysikaalinen kulmakerroin on $\frac{\Delta p}{\Delta(\frac{1}{V})} = \frac{250\ \text{kPa}}{0{,}25\frac{1}{\text{cm}^3}} = 1000\ \text{kPacm}^3$.

(kulmakerroin 1p; kulmakerroin voidaan ottaa graafisen laskimen antamasta yhtälöstä)

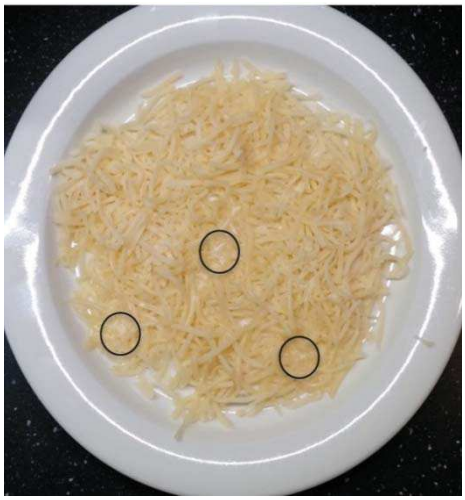
Moolisen kaasuvakion arvoksi saadaan

$$R = \frac{kk}{n \cdot T} == \frac{1\,000\ \text{kPa} \cdot \text{cm}^3}{420\ \mu\text{mol} \cdot (22+273)\text{K}} = \frac{1\,000\ \cdot 10^3\ \text{Pa} \cdot 10^{-6}\ \text{m}^3}{420 \cdot 10^{-6}\ \text{mol} \cdot (22+273)\text{K}} \approx \underline{\underline{8{,}1\ \frac{\text{J}}{\text{mol K}}}}$$

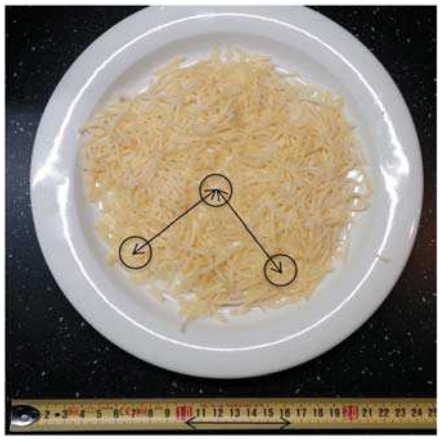
(lasku ja tulos 1p)

Saatu tulos on lähes sama kuin taulukkokirjassa (3 % pienempi). Ero voi aiheutua ruiskussa olevan ilman lämpötilan muuttumisesta mittauksen aikana, tilavuuden ja paineen mittausvirheistä ja/tai ainemäärän muuttumisesta, jos ilmaa karkaa ruiskusta tai tulee lisää ruiskuun mittauksen aikana.

(vertailu ja virhelähteitä 1p)



MOD. MAX 24/WH
SUPPLY: 230V ~ 50Hz
INPUT: 1300W
FREQUENCY: 2450MHz
Service: 8587 024 99292
42 0626 000465
MADE IN PRC / FABRIQUÉ EN RPC
CE



LUKION FYSIIKKAKILPAILU 2.11.2016

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.

Vastaa vain neljään (4) tehtävään. Kokeellinen tehtävä eli tehtävä 1 on pakollinen. Muut kolme tehtävää voit valita vapaasti tehtävistä 2-5.

Graafista esitystä vaativissa tehtävissä kuvaaja voidaan laatia (millimetri)paperille ja ratkaista siitä tarvittaessa kuvaajan yhtälö. Vaihtoehtoisesti graafinen esitys voidaan tehdä graafisella tai symbolisella laskimella. Tällöin vastauksessa esitetään periaatekuva, josta käy ilmi, mitä suureita akseleilla on ja minkä muotoinen kuvaaja on sekä tarvittaessa annetaan laskimen ilmoittama kuvaajan yhtälö yksiköineen.

1. Määritä kokeellisesti pariston sisäinen resistanssi.

   Käytettävissä olevat välineet: 4,5 V paristo, virtamittari, jännitemittari, pieni lamppu sekä johtimia ja hauenleukoja.

   Tee selkoa mittauksistasi, kytkennästä ja tulosten käsittelystä. Muista perustella ratkaisusi.

<u>Ratkaisu</u>:

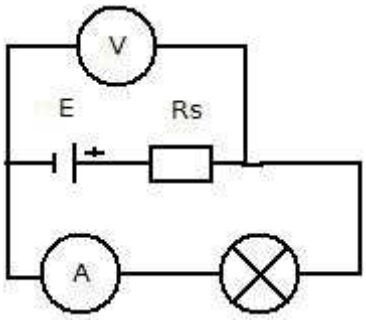
Kirchhoffin 2. lain mukaan suljetussa virtapiirissä potentiaalimuutosten summa on nolla $\sum \Delta V=0$.

Jännitelähteen sisäinen resistanssi aiheuttaa jännitehäviön. Potentiaalin muutos on $R_s I$.
Kuormitetun jännitelähteen napajännite U on $U = E - R_s I$,

missä E on lähdejännite, R_s on jännitelähteen sisäinen resistanssi ja I piirissä kulkeva sähkövirta.
Kuormittamattoman jännitelähteen napajännite on yhtä suuri kuin lähdejännite: $U = E$.

(taustateoria 2 p)

Mittauksen kytkentäkaavio:



Mitataan aluksi lähdejännite ilman lamppua.
Kytketään seuraavaksi lamppu.
Kolmantena mittauksena jännitelähde voidaan oikosulkea, jolloin napajännite on likimain nolla.

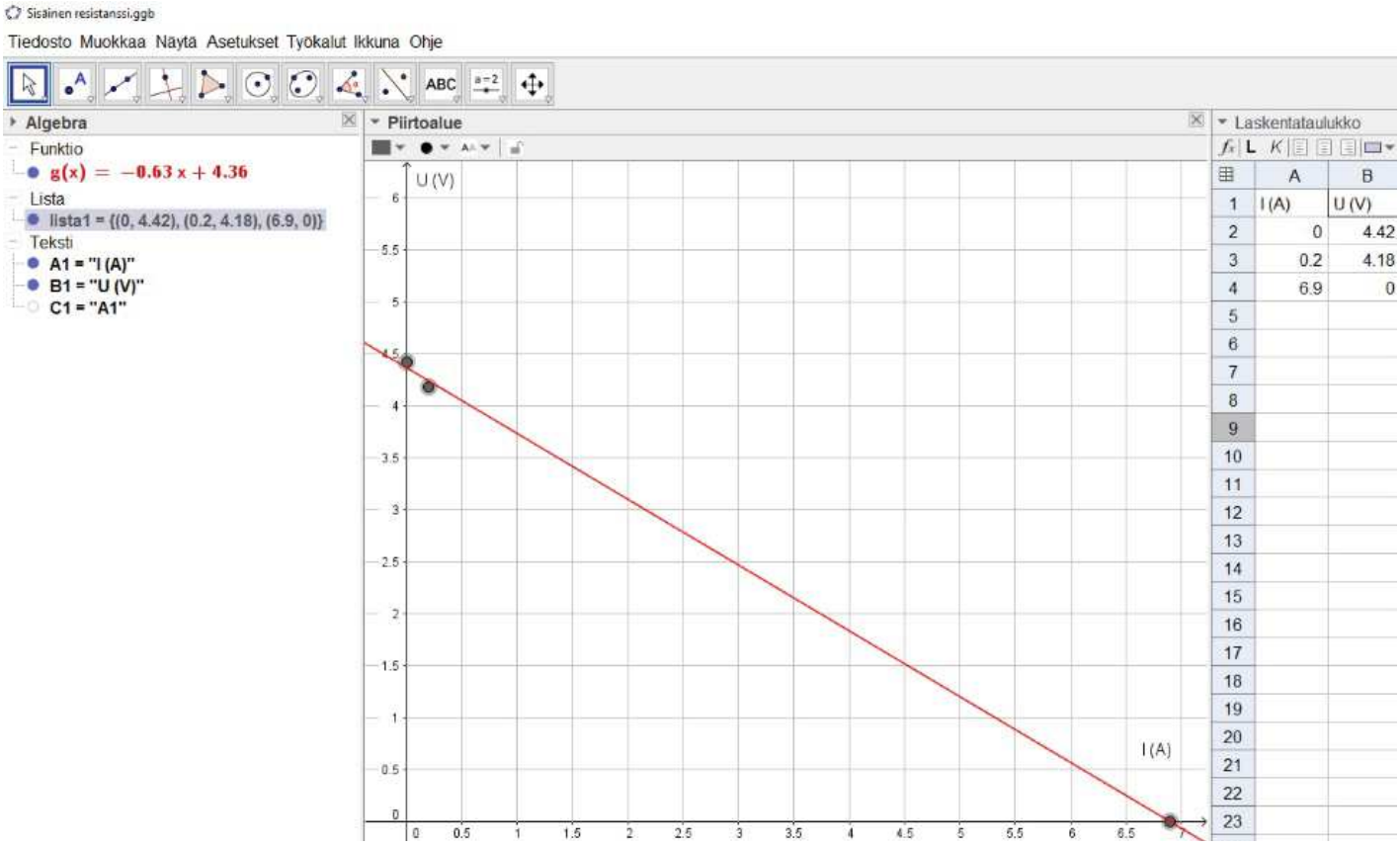
Esimerkkimittauksessa jännitteeksi ilman lamppua saatiin 4,42 V, lampun kanssa jännite oli 4,18 V ja sähkövirta 0,20 A ja ns. oikosulkukytkennässä sähkövirta oli 6,9 A.

(mittaukset/kytkennät ja mittaustulokset 2p)

Kahdella mittauksella ratkaistaan napajännitteen yhtälöstä sisäinen resistanssi:

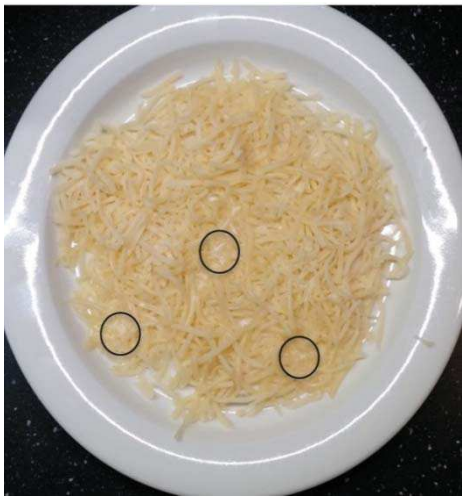
$$R_s = \frac{E-U}{I} = \frac{4{,}42\ \mathrm{V} - 4{,}18\ \mathrm{V}}{0{,}20\ \mathrm{A}} = \underline{\underline{1{,}2\ \Omega}}$$

Jos mittaustuloksia on enemmän kuin kaksi, piirretään mittaustuloksista suora I, U -koordinaatistoon, jolloin sisäinen resistanssi saadaan suoraan kulmakertoimesta: $R_s = -kk$.

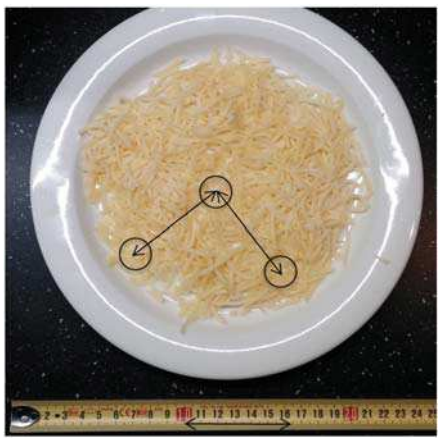


Tässä esimerkkimittauksessa kolmella mittauspisteellä sisäinen resistanssi on 0,63 Ω.

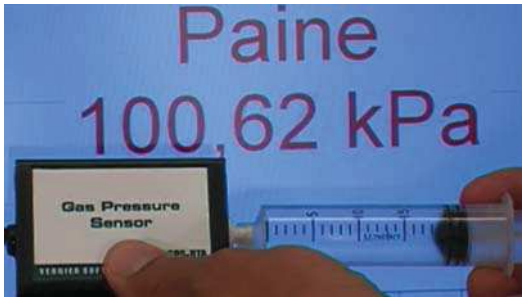
(laskut ja tulos 2 p)



MOD. MAX 24/WH
SUPPLY: 230V ~ 50Hz
INPUT: 1300W
FREQUENCY: 2450MHz
Service: 8587 024 99292
42 0626 000465
MADE IN PRC / FABRIQUÉ EN RPC
CE



3. Oppitunnilla tutkittiin kaasun paineen ja tilavuuden välistä riippuvuutta muuttamalla lääkeruiskussa olevan ilman tilavuutta liikuttamalla lääkeruiskun mäntää. Kutakin tilavuutta vastaava paine mitattiin tietokoneeseen liitetyllä paineanturilla.



Eräässä mittauksessa saatiin oheisen taulukon tulokset. Lämpötila oli mittauksen aikana luokkahuoneessa 22 °C ja lähtötilavuus 10,0 cm^3.

tilavuus (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
paine (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

Piirrä mittaustulosten perusteella kuvaaja sopivaan koordinaatistoon ja määritä kuvaajan avulla arvo mooliselle kaasuvakiolle.

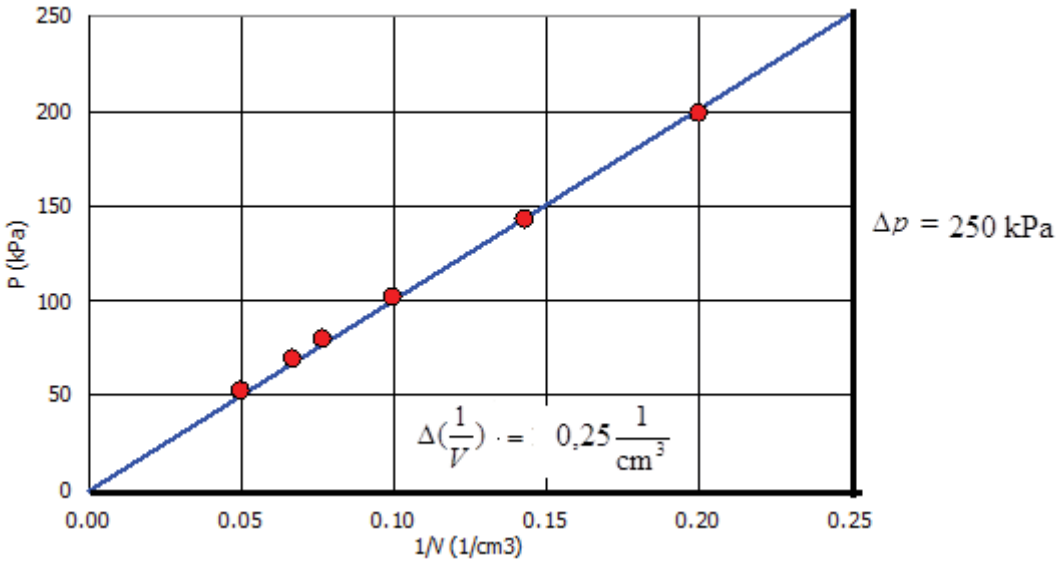
Ratkaisu:

Ideaalikaasun tilanyhtälöstä $pV = nRT$ saadaan kuvaajan yhtälöksi $p = nRT \cdot \frac{1}{V}$, minkä mukaan origon kautta kulkevan suoran kulmakerroin on $kk = nRT$, josta saadaan edelleen $R = \frac{kk}{nT}$. **(teoria 1p)**

Lasketaan tilavuuden käänteisarvot

V (cm^3)	5,0	7,0	10,0	13,0	15,0	20,0
$1/V$ (1/cm^3)	0,200	0,14285	0,100	0,07692	0,06667	0,050
p (kPa)	198,56	143,13	102,14	79,36	69,68	52,15

(muunnos 1p)



(graafinen esitys 1p; graafinen esitys voidaan laatia laskimella)

Kuvaajan fysikaalinen kulmakerroin on $\frac{\Delta p}{\Delta(\frac{1}{V})} = \frac{250\ \text{kPa}}{0{,}25\frac{1}{\text{cm}^3}} = 1000\ \text{kPacm}^3$.

(kulmakerroin 1p; kulmakerroin voidaan ottaa graafisen laskimen antamasta yhtälöstä)

Lisäksi tarvitaan ainemäärä ja lämpötila. Ruiskussa olevan ilman ainemäärä saadaan, kun selvitetään tilavuus NTP-olosuhteissa ja tiedetään ideaalikaasun moolitilavuus: $n = \frac{V_{NTP}}{V_m}$. Tilavuus NTP-olosuhteissa saadaan tilanyhtälöstä $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_{NTP} V_{NTP}}{T_{NTP}} \rightarrow V_{NTP} = \frac{p_1 T_{NTP}}{p_{NTP} T_1} V_1$. **(ainemäärä 1p; numeerinen arvo on tarkoitus laskea lähtötilanteen arvoista, mutta hyväksytään myös jostain toisesta pisteestä laskettu arvo)**

Moolisen kaasuvakion arvoksi saadaan

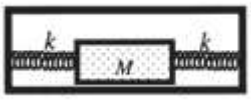
$$R = \frac{kk}{\frac{V_{NTP}}{V_m} \cdot T} = \frac{kk}{\frac{\frac{p_1 T_{NTP}}{p_{NTP} T_1} V_1}{V_m} \cdot T} = \frac{1\,000\ \text{kPa} \cdot \text{cm}^3}{\frac{\frac{102{,}14\ \text{kPa} \cdot 273\ \text{K}}{101{,}325\ \text{kPa} \cdot (22+273)\ \text{K}} \cdot 10{,}0\ \text{cm}^3}{22\,400\ \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}} \cdot (22+273)\text{K}} \approx \underline{\underline{8{,}1\ \frac{\text{J}}{\text{mol K}}}}$$

(tulos 1p; tulospiste annetaan oikeaa suuruusluokkaa olevasta tuloksesta, vaikka ainemäärä olisi laskettu väärin)

Saatu tulos on käytännössä sama kuin taulukkokirjassa (2 % pienempi).

Ratkaisussa hyväksytään myös, jos on ottanut ainemääränkin muuttujaksi, vaikka lähtökohtaisesti sen oletetaan pysyvän vakiona mittauksen aikana. Esimerkiksi graafinen esitys $\frac{n}{V}, p$ -koordinaatistossa on OK; tällöin moolinen kaasuvakio R on $\frac{kk}{T}$. Sen sijaan ei hyväksytä ratkaisua, jossa ainemäärälle saatu lauseke sijoitetaan ideaalikaasun tilanyhtälöön siten että ja V on mahdollista supistaa pois. Tehtävä tulee ratkaista graafista esitystä käyttäen.

4. Auton turvatyynyn laukaisussa käytetään järjestelmää, jossa on kahteen jouseen kiinnitetty kappale, jonka heilahtaessa paikaltaan riittävän paljon turvatyyny laukeaa. (Ks. oheinen kuva.) Olkoon kummankin jousen jousivakio $k = 4{,}2\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{m}}$ ja kappaleen massa $M = 0{,}15\ \mathrm{kg}$.



a) Mihin suuntaan ja kuinka paljon kappale siirtyy, kun autolla kiihdytetään tasaisesti $2{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$?

b) Äkkijarrutuksessa auton kiihtyvyys on $9{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

   i. Arvioi laskemalla, kuinka kauan kestää ennen kuin kuljettajan pää iskeytyy rattiin. Pään ja ratin välinen etäisyys on noin 60 cm.

   ii. Turvatyynyn laukaiseva kappale joutuu äkkijarrutuksessa harmoniseen värähtelyyn. Kuinka kauan kestää ennen kuin kappale on saavuttanut ääriasentonsa ja turvatyyny laukeaa?

Ratkaisu:

a) Jos kiihtyvyys on oikealle (auto liikkuu oikealle), niin kappale on siirtynyt vasemmalle, jolloin vasemman puoleinen jousi työntää ja oikean puoleinen vetää kappaletta. Jousien yhdessä aiheuttama voima on $F_j = 2kx$ (oikealle), missä x on kummankin jousen pituuden muutos ja kappaleen siirtymä vasemmalle. Newtonin II laista saadaan

$$F_j = Ma \rightarrow 2kx = Ma \rightarrow x = \frac{Ma}{2k}$$

ja sijoituksineen

$$x = \frac{0{,}15\ \mathrm{kg} \cdot 2{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}{2 \cdot\ 4\,200\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}} \approx \underline{\underline{43\ \mu\mathrm{m}}}$$

b) i. Kun auto hidastuu nopeasti kiihtyvyydellä $9{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, kuljettajan pää (ja ylävartalo) jatkaa liikettään suhteessa autoon. Jos oletetaan, että tätä liikettä ei hidasteta mitenkään, pään kiihtyvyys autoon nähden on sama $9{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Tasaisesti kiihtyvän liikkeen matkan yhtälöllä voidaan laskea aika, joka menee ennen kuin pää iskeytyy rattiin (ratti päähän): $s = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$.

Arvioksi saadaan $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}6\ \mathrm{m}}{9{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} \approx \underline{\underline{0{,}36\ \mathrm{s}}}$.

ii. Kappale laukaisee turvatyynyn viimeistään, kun se on heilahtanut ääriasentoonsa. Tähän menee aikaa puolet harmonisen värähdysliikkeen jaksonajasta (tilanne on samankaltainen kuin jos pystysuuntaiseen jouseen kiinnitetty punnus päästettäisiin putoamaan; se ei pysähdy systeemin tasapainoasemaan, vaan menee siitä ohi heilahtelun ääriasentoon). Eli saadaan $t_{turvatyyny} = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} = \pi\sqrt{\frac{0{,}15\ \mathrm{kg}}{2 \cdot 4\,200\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}} \approx \underline{\underline{0{,}013\ \mathrm{s}}}$. Turvatyyny ehtii siis laueta hyvissä ajoin.

pisteytys: **a) idea 1p, lasku ja tulos 1p; jos vain k eikä $2k$, max 1p**

b) i. idea (tas. kiiht. liike) 1p, tulos 1p

ii. harmonisen värähtelyn jaksonaika 1p, arvio jollakin perustellulla alle yhden olevalla kertoimella 1p; jousivakion kertoimen 2 puuttumisesta ei sakoteta uudelleen

5. Goodyear ja Renault suunnittelivat yhteistyössä energiatehokkaamman, vain 195mm leveän rengasmallin, joka asennetaan kaikkiin uusiin Renault Scenic –tila-autoihin. Tall and Narrow -rengas (*kuva 1*) on halkaisijaltaan tavallista suurempi ja leveydeltään hieman pienempi.

Kuva 1. Renaultin ja Goodyearin uusi rengasmalli, Tall and Narrow.

Voit olettaa, että renkaan paine tai leveys ei muutu litistyneenä. Renkaan pinnan elastinen jännitysvoima alalle, jolta rengas on pingottunut, voidaan mallintaa muodossa $\frac{F}{A} = k\Delta P$, missä *F* on jännitysvoima, *A* sen vaikutuspinta-ala, *k* vakiokerroin ja ΔP pintojen välinen paine-ero. Pinta-alalta, jolta rengas on litistynyt, elastinen voima oletetaan olevan mitätön. (Elastinen voima tarkoittaa voimaa, jolla kalvo tai tässä rengas puristaa sisältöä, koska kalvo vastustaa muodon muutoksia.)

a) Tarkastele tilannetta, jossa rengasta ei ole kuormitettu (esim. varastossa keskusakselista ripustettuna). Selvitä vakiokerroin *k*. [1p]

b) Kun renkaat kannattelevat auton massaa akselin välityksellä, ne litistyvät maata vasten pohjastaan. Tila-auton massa on 2000 kg ja rengaspaine P = 2,5 bar ylipainetta. Arvioi litteän alueen pituus ja leveys renkaan pohjassa. [3p]

Autolla ajettaessa renkaisiin kohdistuu myös vierintävastusvoima, joka johtuu renkaan muodonmuutoksista maakosketuskohdan siirtyessä pitkin renkaan pintaa.

c) Perustele fysiikan käsitteitä käyttäen valmistajan lupaus uudelle rengastyypille: ”Suuremman halkaisijan ansiosta renkaan muoto muuttuu vähemmän, jolloin renkaassa muodostuu vähemmän lämpöä, ja tämä auttaa alentamaan vierintävastusta.” [2p]

Ratkaisu:

a)

Kirjoitetaan ensin renkaiden pintoihin kohdistuvat voimat tilanteessa, jossa renkaita ei ole kuormitettu. Koko rengas on pingottunut, ja elastinen voima riippui siis pinta-alasta ja paine-erosta. Annetaan voimille suunnat + renkaan sisusta kohden, - renkaasta poispäin. Renkaan pintaan kohdistuvan kokonaisvoiman tulee olla nolla, sillä se ei liiku tai muuta muotoaan. [0,5p voimien suunnat ja päättely kokonaisvoimalle]

Siis:

$$\sum \vec{F}_{renkaat} = \vec{F}_{sisäilman\ paine} + \vec{F}_{ulkoilman\ paine} + \vec{F}_{elastinen} = 0$$

$$-F_{sisäilman\ paine} + F_{ulkoilman\ paine} + k \cdot A_{renkaat} \cdot \Delta P_{sisä-ulko} = 0$$

$$-A_{renkaat} \cdot \Delta P_{sisä-ulko} + k \cdot A_{renkaat} \cdot \Delta P_{sisä-ulko} = 0$$

$$k = 1$$

[0,5p yhtälö ja tulos]

b)

Kussakin renkaassa mainittiin olevan 2,5 bar ylipainetta eli paine-eroa ulkoilmaan ($\Delta P_{sisä-ulko}$= 2,5 bar).

Jos renkaat koskettavat maata pinta-alalta A_{maa}, yhtälö muuttuu seuraavasti:

$$\sum \vec{F}_{renkaat} = \vec{F}_{maa} + \vec{F}_{sisäilman\ paine} + \vec{F}'_{ulkoilman\ paine} + \vec{F}_{elastinen} = 0$$

$$\Rightarrow F_{maa} - F_{sisäilman\ paine} + F'_{ulkoilman\ paine} + (A_{renkaat} - A_{maa}) \cdot \Delta P_{sisä-ulko} = 0$$

Huom: Auton paino ei kohdistu rengaspintaan! Pintoihin kohdistuu maanpinnan tukivoima koko autolle, samoin sisä- ja ulkoilmojen paineista aiheutuvat voimat. Ulkoilmaa on myös maanpinnan ja renkaan litteän alueen välissä – auto ei ole tarttunut imukupin lailla tien pintaan.

Mutta pinta-ala, jolla elastinen voima vaikuttaa, on maata vasten litistyneiden osien A_{maa} verran pienempi.

Rengaspaineen sanotaan tässä pysyvän suunnilleen samana litistyksestä huolimatta. Tukivoiman suuruus vastaa auton painoa, sillä kokonaisuudessaan auto ei ole kiihtyvässä liikkeessä (NIII laki ajateltuna koko autolle yhtenä kappaleena).

Siispä yhtälön auki kirjoittamalla saadaan

$$F_{maa} - F_{sisäilman\ paine} + F_{ulkoilman\ paine} + (A_{renkaat} - A_{maa}) \cdot \Delta P_{sisä-ulko} = 0$$

$$M_{auto}g - A_{renkaat} \cdot \Delta P_{sisä-ulko} + (A_{renkaat} - A_{maa}) \cdot \Delta P_{sisä-ulko} = 0$$

$$M_{auto}g + (-A_{renkaat} + A_{renkaat} - A_{maa}) \cdot \Delta P_{sisä-ulko} = 0$$

$$M_{auto}g = \Delta P_{sisä-ulko} A_{maa}$$

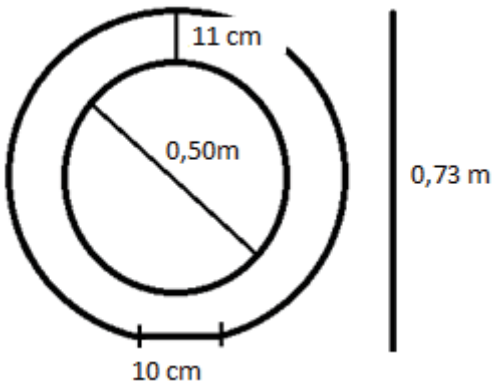
josta

$$A_{kosketusalue} = \frac{A_{maa}}{4} = \frac{M_{auto}g}{4 \cdot \Delta P} = \frac{2000kg \cdot 9{,}81m/s^2}{4 \cdot 2{,}5bar \cdot 100kPa/bar} = 0{,}01962 \frac{kgm/s^2}{kg/ms^2} = 0{,}01962m^2$$

Kun kerran renkaan leveys pysyi 0,195 m suuruisena, saadaan litistyneen alueen pituudeksi

$$x = \frac{A_{kosketusalue}}{l} = \frac{0{,}01962m^2}{0{,}195m} = 0{,}1006 \ldots m \approx 0{,}10m.$$

Kuvassa mitat olisivat suunnilleen tällaiset:



Todellisuudessa alue on hivenen suurempi kuin laskettu, sillä renkaan elastisuudesta johtuen litistyneen alueen reunoihin kohdistuu hyvin vähän painetta. Tehtävässä käytetty malli elastisille voimille on yksinkertaistus.

Pisteytys:

0,5p rengaspintoihin vaikuttavien kappaleiden/voiman lähteiden tunnistaminen
0,5p vaikutuspinta-alojen tunnistaminen kullekin paineelle (jos väärin, ei vähennyksiä muualla)
0,5p maan kohdistaman tukivoiman suuruus

0,5p yhtälön muodostaminen ja ratkaiseminen
0,5p yhden renkaan kosketusalueen ratkaisu
0,5p renkaan litistyneen alueen pituuden ratkaiseminen ja tarkkuus

d)

Täydet pisteet saa esittämällä ainakin kaksi perustelua seuraavista kolmesta [1p + 1p]:

1 - Valmistaja lupaa, että renkaan muoto muuttuu vähemmän, koska sen halkaisija on suurempi.

Perustelu: litistyneen alueen pinta-ala ei riipu renkaan halkaisijasta, vaan ainoastaan auton massasta ja rengaspaineesta. Mikäli renkaan halkaisija on suurempi, on litistynyt alue suhteellisesti pienempi osa renkaan koosta. Geometrisesti: suurella halkaisijalla litistyneen kalottialueen pinta-ala ja siten litistyneen alueen tilavuus on pienempi, sillä kaarevuussäde on suurempi. Kuva tms. sopii myös vastaukseksi.

2 - Valmistaja lupaa, että renkaassa muodostuu vähemmän lämpöä.

Vierintävastusvoimat johtuvat renkaan muodonmuutoksista. Auton etenemiseksi on osa energiasta käytettävä vierintävastuksen voittamiseen. Osa tästä energiasta menee auton liikkeen kannalta hukkaan, koska renkaan muodonmuutos ei ole täysin elastinen - renkaan palautuminen alkuperäiseen muotoonsa vapauttaa vähemmän energiaa kuin sen litistäminen vaati. Yli jäänyt energia lämmittää rengasta ja ympäristöä.
Mikäli tarvittava muodonmuutos on pienempi, tähän käytetään vähemmän energiaa, eikä rengas lämpene yhtä paljoa.

3 - Valmistaja lupaa, että isolla renkaalla vierintävastus pienenee.

Kun muodonmuutoksissa hukattava energia on pienempi, vierintävastus on pienempi. Vierintävastukseen vaikuttaa tässä tilanteessa sekä muodonmuutokset, renkaan lipsuminen (maata vasten tai vanteella) sekä ilmamassan kiertoliike renkaan sisällä. Muihin komponentteihin renkaan halkaisijan kasvattaminen ei merkittävästi pitäisi vaikuttaa.