

TKK, TTKK, LTKK, OY ja ÅA insinööriostasojen valintakuulustelujen fysiikan koe 30.5.2001

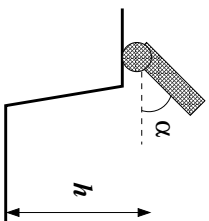
Sarja A

Merkitse jokaiseen koepaperiin nimesi, hakijamumerosi ja tehtäväsarjan kirjain. Laske jokainen tehtävä siististi omalle sivulleen. Perustele lyhyesti esittämäsi ratkaisut.

A1 Jyrkänteen reunalle on sijoitettu tykki korkeudelle

$h=310$ m alla olevasta merestä. Tykillä ammutaan kuula (massa 11 kg) 35° kulmassa vaakatasosta ylöspäin siten, että kuula saa lähtönsään liike-energian 430 kJ.

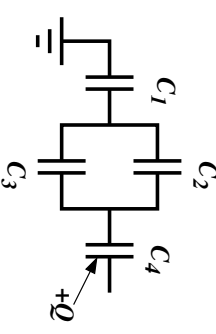
- Määritä kuulan vauhti sen osuessa veteen.
- Kuinka korkealla merepinnasta mitattuna tykin kuula käy?
- Kuinka kauas kuula lentää?



A4 Neljä kondensaattoria on kytketty oikeisen kuvan

mukaan. Kondensaattorin C_1 vasen levy on maadoitettu. Aluksi systeemin kaikki kondensaattorit ovat varauksettomia, jonka jälkeen kondensaattorin C_4 oikeanpuoleiselle levyille tuodaan varaus $+Q=+11 \mu\text{C}$. Kondensaattoreiden kapasitanssit ovat $C_1=120$ nF, $C_2=160$ nF, $C_3=180$ nF ja $C_4=140$ nF.

- Laske kondensaattorisysteemin kapasitanssi.
- Määritä varaukset jokaisella kondensaattorilevyllä.



A2 Suihkusta halutaan ulos 11 litraa 31°C vettä minuutissa. Suihkun tulevan

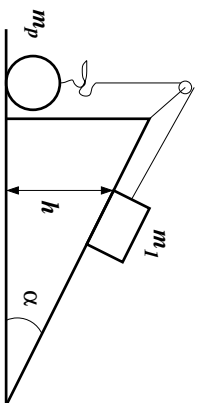
kylmän veden lämpötila on $+4^\circ\text{C}$ ja kuuman veden $+55^\circ\text{C}$.

- Kuinka suuri virtaama (ℓ/min) tarvitaan kylmälle ja kuinka suuri kuumalle vedelle?
- Kuinka suuri lämmitysteho tällöin tarvitaan suihkusta saatavan veden lämmittämiseen kylmästä vedestä, jos lämmitys tapahtuu vasta vettä käytettäessä?

A3 Messinkikappale ($m_1=950$ g) päästetään liukumaan pitkän kaltevan tasoa

($\alpha=35^\circ$) korkeudelta $h=1,2$ m. Kappaleen ja pinnan välinen liikekitkeron on 0,17. Kappale on kiinnitetty palloon ($m_p=550$ g) kevyellä verryntämällä langalla, joka kulkee kitkatomasti tuen yli. Lanka sallii messinkikappaleen liukua 12 cm matkan ennenkuin lanka kiristyy (eli langassa on 12 cm "löysää").

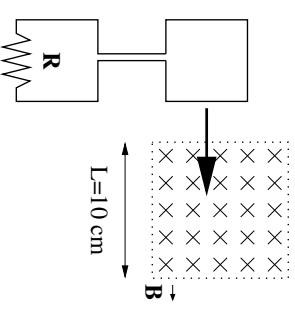
- Piirrä messinkikappaleeseen ja palloon kohdistuvat voimat heti sen jälkeen, kun pallo on noussut ilmaan.
- Millä nopeudella pallo nousee maasta?
- Mikä on pallon kiihtyvyys sen noustua ilmaan?



A5 Neljän muotoinen johdinsilmukka (sivun pituus

$6,0$ cm) vedetään tasaisella nopeudella vierisen kuvan mukaisesti magneettikentän ($B=0,10$ T) läpi. Johdinsilmukkaan kytketyn vastuksen ($R=43 \Omega$) yli mitataan jännite, joka on suurimmillaan 24 mV.

- Kuinka suuri virta vastuksen läpi suurimmillaan kulkee?
- Piirrä mitattu jännite ajan funktiona.
- Määritä millä nopeudella silmukkaa vedettiin?



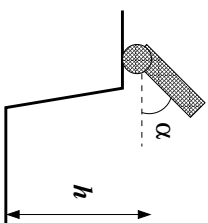
A6 Fotoni, jota vastaavan infrapunasäteilyn aalloppituus on $1,314 \mu\text{m}$, tulee kohti-

suoraan kohti pilkappaletta ($m=0,12$ g). Se osuu tällä kylmällä ($T=78$ K) pinnalla olevaan ^{16}O happiatomiin, jolloin fotonin koko energia siirtyy happiatomille ja liikemäärä jakaantuu pilkappaleen ja happiatomin kesken. Koska happiatomin voidaan kuvitella olevan kiinni piipinnassa "jousella", jonka jousivakio on $1,0$ kN/m, happiatomi alkaa värähdellä pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa.

- Laske happiatomin värähtelyn taajuus.
- Kuinka suuri on happiatomin maksimipolkkeama tasapainoasemasta, jos se oli levossa ennen törmäystä?
- Pilkappaleeseen absorboituu 10^{18} vastaavaa infrapunafotonia. Määritä, miten pilkappaleen tila muuttuu.

Write down your name and applicant number on each paper. Solve each problem on a separate sheet of paper and briefly justify the solutions you present.

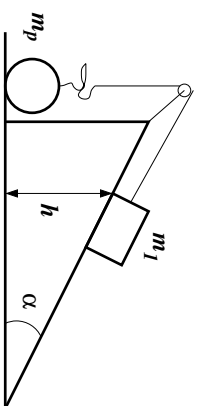
- A1** A cannon has been placed at the edge of a cliff $h = 310$ m above the sea. A cannon ball (mass 11 kg) is fired in a direction 35° above the horizontal, thus giving the cannon ball an initial kinetic energy of 430 kJ.
- Determine the speed of the cannon ball when it hits the water.
 - What is the maximum altitude above sea level that the cannon ball reaches?
 - How far does the cannon ball fly?



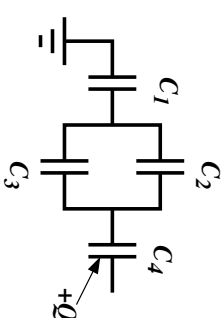
- A2** From a shower a flow of water at 11 litres per minute with a temperature 31°C is required. The temperatures of the cold and warm water supplies are $+4^\circ\text{C}$ and $+55^\circ\text{C}$, respectively.
- How large (litres/min) is the flow of the cold and warm water, respectively, to achieve this?
 - What is the power needed to heat the water in this shower from the cold water, if the heating is done as the water is used?

- A3** A block of brass ($m_1 = 950$ g) is released on an inclined plane ($\alpha = 35^\circ$) from a height $h = 1.2$ m. The coefficient of kinetic friction between the block and the plane is 0.17 . The block is attached to a ball ($m_p = 550$ g) by a light inextensible thread, which runs without friction over a stay. The thread allows the block to glide freely for 12 cm (i.e., there is 12 cm of "slack" on the thread).

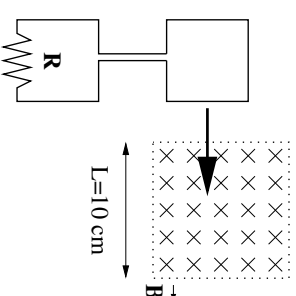
- Draw all the forces acting on the block and the ball at the instant after the ball has lifted from the ground.
- With what velocity does the ball rise from the ground?
- What is the acceleration of the ball after it has lifted from the ground?



- A4** Four capacitors are connected as shown in the figure. Capacitor C_1 is grounded on one side. Initially all capacitors are uncharged. A charge of $+Q = +11$ μC is then added to the plate of capacitor C_4 , which is farthest to the right in the diagram. The capacitances of the capacitors are $C_1 = 120$ nF, $C_2 = 160$ nF, $C_3 = 180$ nF, and $C_4 = 140$ nF.
- Calculate the equivalent capacitance of the capacitor combination.
 - Determine the charge on each capacitor plate.



- A5** A square conducting loop (side 6.0 cm) is pulled with constant velocity through a magnetic field ($B = 0.10$ T), as shown in the figure. The voltage across the resistor ($R = 43$ Ω) is measured and a maximum value of 24 mV obtained.
- What is the maximum value of the current in the loop?
 - Draw a graph of the measured voltage as a function of time.
 - Determine the speed with which the loop was pulled?



- A6** A photon corresponding to infrared radiation with a wavelength 1.314 μm is perpendicularly incident on a piece of silicon ($m = 0.12$ g). It strikes a ^{16}O oxygen atom on this cold surface ($T = 78$ K). In this process all of the photon's energy is transferred to the oxygen atom, and the momentum is shared between the silicon and the oxygen atom. The oxygen atom is assumed to be connected to the silicon by a "spring" with a force constant 1.0 kN/m. Thus, the oxygen atom starts to oscillate perpendicularly to the surface.
- Calculate the frequency of the oxygen atom's oscillation.
 - What is the maximum displacement from equilibrium for the oxygen atom assuming it was at rest before the collision?
 - The silicon piece absorbs 10^{18} such infrared photons. Determine the change in the state of the silicon piece.