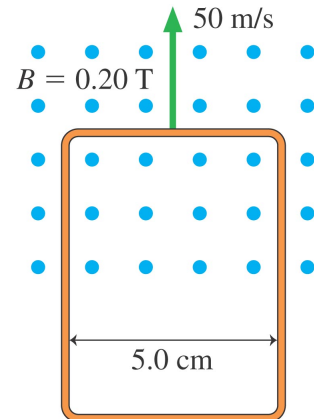
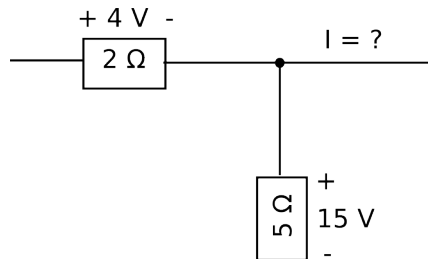


Tentti koostuu viidestä tehtävästä. Kokonaispistemäärä on $5 \times 12 = 60$ pistettä. **Aloita** jokainen tehtävä **puhtaalta** konseptin sivulta. Kirjoita vastaukseen kaikki olennaiset tekemäsi oletukset. Mukana ko-
keessa saa olla tavallisten juttujen lisäksi maksimissaan A4-kokoinen kaksipuoleinen lunttilappu.

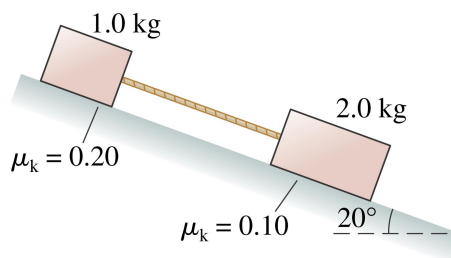
1. (12p) *Sekalaista. Muista perustella lyhyesti mutta huolellisesti.*

- Pikkuauto tekee pystysuoran kiepin muovisella autoradalla. Auton alkunopeus sen lähtiessä nousuun kiepin alussa riittää pitämään sen koko kiepin ajan kiinni radassa. Piirrä kuva au-
toon vaikuttavista voimista sekä kokonaisvoimasta auton liikkua eteenpäin, ylöspäin,
taaksepäin (suhteessa alkuperäiseen suuntaansa mutta nyt tietysti ylösalaisin) sekä alaspäin.
(2p)
- Kappaleen, jonka massa on 34 g, paikkaa ajan funktiona kuvaa lauseke
 $x(t) = (23 \text{ cm})\cos[(2.2 \text{ s}^{-1})t + 1.0]$. Minkälaisessa liikkeessä kappale on? Määritä lauseke,
joka kuvaa kappaleen liikkeeseen liittyvää potentiaalienergiaa paikan funktiona. (2p)
- Bernoullin yhtälön avulla voi määrittää esimerkiksi veden virtausnopeuksia ja painetta put-
kistossa. Millaisia oletuksia virtauksesta ja fluidista tehdään käytettäessä em. yhtälöä? (2p)
- Vasemmanpuoleinen alla oleva kuva esittää osaa virtapiiristä. Mikä on virta oikealle mene-
vässä johtimessa ja mihin suuntaan virta kulkee? (2p)
- Kahteen vierekkäiseen rakoon osuva aaltorintama aiheuttaa rakojen taakse varjostimelle in-
terferenssikuvion. Piirrä riittävin merkinnöin varustettu kuva, josta voit johtaa ensimmäisen
intensiteettiminimin sijainnin varjostimella. (2p)
- Laske oikealla alla olevan kuvan esittämässä tilanteessa johdinlenkkiin indusoituvan virran
suuruus ja suunta kun johdinlenkin vastus on $0.10 \ \Omega$. (2p)

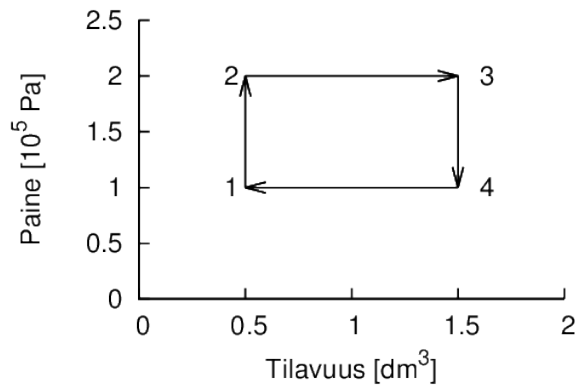


2. (12p) *Useamman kappaleen mekaniikkaa.* Oheinen kuva esittää kahta köydellä toisiinsa sidot-
tua laatikkoa, jotka liukuvat pitkin kaltevaa tasoa. Laatikkojen massat ja niiden ja luiskan väli-
set kitkakertoimet sekä luiskan kaltevuus on annettu kuvassa.

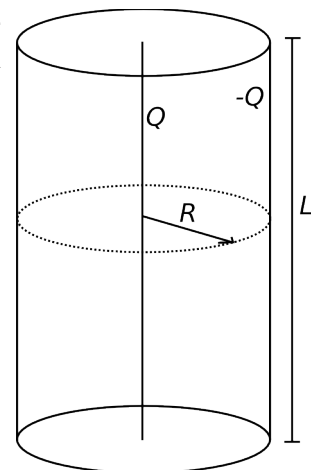
- Piirrä tilanteesta vuorovaikutusdiagrammi ja vapaakappalekuvat. Yhdistä vapaakappaleku-
vien voima ja vastavoimaparit katkoviivoin. (6p)
- Laske köyden jännitys. (6p)



3. (12p) *Jäykän kappaleen pyöriminen ja siihen liittyviä juttuja.* Tasapaksu levossa oleva ohut tanko ulottuu origosta pisteeseen $(2.0 \text{ m})\hat{i}$. Tangon massa on 3.0 kg. Tanko on kiinnitetty origon kautta kulkevaan, z-akselin suuntaiseen pyörimisakseliin. Tanko voi pyöriä kitkatta tämän akselin ympäri xy-tasossa. Aluksi tanko on paikallaan. Yhtäkkiä tangon vapaaseen päähän, pisteeseen $(2.0 \text{ m})\hat{i}$, osuu tahmea pallo, jonka massa on 1.0 kg. Pallon nopeus ennen törmäystä on $(1.0 \text{ m/s})\hat{i} + (-1.0 \text{ m/s})\hat{j}$. Pallo jää kiinni tankoon. *Tangon hitausmomentti, kun pyörimisakseli on kohtisuorassa tankoa vasten ja kulkee tangon massakeskipisteen läpi, on $1/12 ML^2$.*
- Piirrä tilanteesta kuva. (2p)
 - Laske tangon ja pallon muodostaman systeemin massakeskipisteen etäisyys origosta. (3p)
 - Mikä on tangon kulmanopeus törmäyksen jälkeen? (5p)
 - Säilyykö liike-energia törmäyksessä? Perustele hyvin. (2p)
4. (12p) *Lämpöoppia.* Oheinen kuva esittää erään lämpövoimakoneen työaineen sykliä pV -diagrammissa. Työaine on kaksiatomista ideaalikaasua. Tilassa yksi työaineen lämpötila on $T_1 = 300 \text{ K}$.
- Kerro sanallisesti mitä tarkoittaa kaava $\Delta E_{\text{th}} = Q - W_s$ ja mikä se on nimeltään? (2p)
 - Laske T_2 , T_3 ja T_4 (2p)
 - Tämän tehtävän ideaalikaasulle terminen energia voidaan lausua muodossa $E_{\text{th}} = 2,5 nRT$. Laske jokaiselle prosessille ΔE_{th} , Q ja W_s ja merkitse tulokset taulukkoon. (5p)
 - Laske näistä edelleen tämän lämpövoimakoneen hyötösuhde. (3p)



5. (12p) *Koaksiaalinen johdin.* Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista kahdesta elektrodista koostuvaa sylinterin muotoista kondensaattoria. Sylinterin pituus on L ja ulomman sylinterin muotoisen elektrodin sisäsäde on R . Elektrodien välissä on ilmaa. Sylinteri on auki molemmista päistään.
- Oleta, että sisemmän elektrodin varaus on Q ja ulomman $-Q$. Oletetaan varaus jakaantunut tasaisesti pituudelle L . Laske sähkökenttä elektrodien välissä säteellä r . (6p)
 - Laske kondensaattorin kapasitanssi. (6p)



Joitakin hyödyllisiä vakioita:

$$\begin{aligned}
 R &= 8.314510 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)} \\
 N_A &= 6.0221367 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 k &= 1.380658 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \\
 c &= 2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s} \\
 u &= 1.6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
 e &= 1.6021773 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\
 \epsilon_0 &= 8.85419 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \\
 \mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2
 \end{aligned}$$