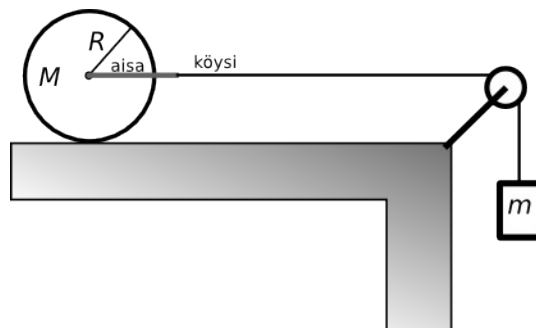


Tehtävä 1 on pakollinen kaikille. Tehtävistä 2–5 valitse korkeintaan 3 tehtävää, joita käsittelet. Mikäli yrität kaikkia tehtäviä, niin merkitse selvästi tehtävä, jota et halua arvosteltavan. Kokonaispistemäärä on  $4 \times 12 = 48$  pistettä. Aloita jokainen tehtävä puhtaalta konseptin sivulta. Kirjoita vastaukseen kaikki olennaiset tekemäsi oletukset. Tarvittavia kaavoja voi etsiskellä oheisesta kaavakokoelmasta.

1. (12 p) Selitä lyhyesti tai laske. Vastaa kaikkiin esitettyihin kysymyksiin.
  - a) Kappale koostuu kolmesta massasta, jotka on yhdistetty toisiinsa kevyillä tangoilla. Massat ovat kohdissa:  $1.0 \text{ kg}$  pisteessä  $-4\hat{i}-\hat{j}$ ,  $2.0 \text{ kg}$  pisteessä  $2\hat{i}+\hat{j}$  ja  $1.0 \text{ kg}$  pisteessä  $3\hat{j}$ . Laske kappaleen massakeskipiste (2p).
  - b) Kerro omin sanoin Arkimedeen periaate. Arvioi karkeasti, kuitenkin laskien, mikä on sinuun kohdistuva noste maan pinnalla, kun ilman tiheys on  $1.2 \text{ kg/m}^3$  (3p).
  - c) Massa  $m$  liikkuu edestakaisin  $x$ -akselilla kuten yksinkertainen harmoninen värähtelijä. Olkoon  $A$  sen suurin poikkeama tasapainopisteestä  $x=0$ . Piirrä värähtelijään kohdistuva voima  $x$ -koordinaatin funktiona. Piirrä toiseen kuvaan systeemin potentiaalienergia, massan kineettinen energia ja mekaaninen kokonaisenergia. Missä kohdassa  $x$ -akselia massan kiihtyvyys on suurin? (4p)
  - d) Kaksi radiomastoa lähettävät identtistä siniaaltoa taajuudella  $30 \text{ MHz}$ . Mastojen etäisyys on yhden aallonpituuden verran. Kuinka paljon tämä on? Piirrä kuva tilanteesta ja merkitse selkeästi kuvaan pisteitä (myös mastoja yhdistävän suoran ulkopuolelta), joissa havaitaan täydellinen destruktiivinen interferenssi. (3p)
  
2. (12p) Oheinen kuva esittää vaakasuoralla pinnalla olevaa umpinaista sylinteriä, joka on kytketty kevyellä köydellä punnuksen hyvin kevyen väkipyörän kautta. Köysi on kiinnitetty sylinterin pyörimisakseliin kevyen vetoaisan avulla. Sylinterin massa on  $M=3,0 \text{ kg}$  ja säde on  $R=15 \text{ cm}$ . Sylinterin hitausmomentti sen pyörimisakselin suhteen on  $\frac{1}{2}MR^2$ . Punnuksen massa on  $m=0.80 \text{ kg}$ . Sylinteri on aluksi levossa. Kun sylinteristä päästetään irti, niin se alkaa vieriä kiihtyvästi kohti väkipyörää.
  - a) Perustelee sanallisesti ja käyttämällä Newtonin toista lakia, miksi köyden jännitykselle pätee  $T < mg$  silloin kun sylinteri ja punnus ovat kiihtyvässä liikkeessä. (2p)
  - b) Piirrä vapaakappalekuvat sylinterille ja punnukselle. Merkitse mahdolliset voimat ja vastavoimaparit. (2p)
  - c) Kirjoita b-kohtaa vastaavat liikeyhtälöt ja ratkaise sylinterin sekä massan kiihtyvyyden suuruus. (8p)



3. (12p) Kaksi fyysikkoa viettävät aikaansa leikkipuiston karusellissa. Molempien massa on noin  $m=70$  kg. Karusellin massa on  $M=65$  kg ja säde on  $R=1.0$  m. Voit olettaa karusellin hitausmomentiksi  $\frac{1}{2}MR^2$ . Kaverukset seisovat aluksi vastakkaisilla puolilla karusellia aivan karusellin reunalla. Karuselli pyörähtää yhden kierroksen ajassa 1.5 s.
- Laske karusellin ja fyysikoiden muodostaman systeemin hitausmomentti karusellin akselin suhteen. (3p)
  - Fyysikot siirtyvät yhtenäkkäisesti 35 cm:n etäisyydelle pyörähdysakselista. Kuinka kauan kestää nyt yksi kierros? (6p)
  - Laske pyörimisenergia alkutilanteessa ja lopputilanteessa. Säilyykö pyörimisenergia? Jos ei säily, niin kerro mistä energia on tullut tai mihin sitä on hukkunut. (3p)
  - (bonuspiste) Miksi tässä tehtävässä on kaksi identtistä fyysikkoa?
4. Äänen syntyminen huilussa perustuu seisoviin aaltoihin. Käsitellään tässä molemmista päistään avointa putkea.
- Mitä ääni on? Vastaa muutamalla lauseella. (2p)
  - Mitä tekemistä seisovilla aalloilla on etenevien aaltojen kanssa. (2p)
  - Piirrä putken poikkileikkaus, jossa näkyy kvalitatiivisesti putken sisällä olevan paineeron vaihteluväli. Eli piirrä seisoviin aaltoihin liittyvät kuvut ja solmut. Tee tämä kolmelle alimmalle mahdolliselle moodille. (4p)
  - Sinulla on kaksi eripituista molemmista päistään avointa putkea, A ja B. Tiedät, että putken A pituus on 9,5 cm. Mittaat mikrofoniin ja tietokoneella tämän putken perustaajuudeksi 1805 Hz. Putken B perustaajuudeksi mittaat 686 Hz. Mikä on tämän putken pituus? Entä mikä on äänen nopeus? (4p)

5. Oheinen kuva esittää putkea, josta suihkuaa vettä nopeudella 4.0 m/s. Hieman ennen putken päättymistä putkessa on avoin haara ylöspäin.
- Mitä oletuksia vedestä ja virtauksesta on tehtävä, jotta voisimme laskea vaikkapa vesipatsaan korkeuden  $h$ ? (4p)
  - Laske vesipatsaan korkeus  $h$ . (8p)

