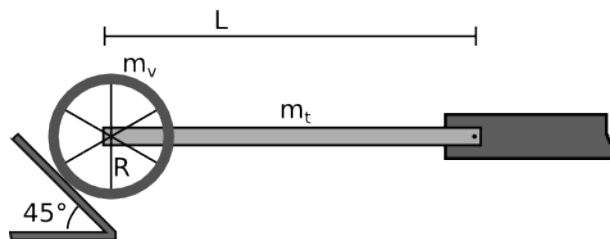
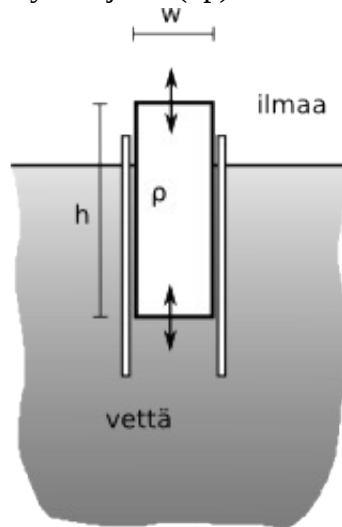


Tentti koostuu neljästä tehtävästä. Kokonaispistemäärä on $4 \times 12 = 48$ pistettä. **Aloita** jokainen tehtävä **puhtaalta** konseptin sivulta. Kirjoita vastaukseesi kaikki olennaiset tekemäsi oletukset. Tarvittavia kaavoja voi etsiskellä oheisesta kaavakokoelmasta. **Kirjoita** päällimmäiseen vastauspaperiisi **sähköpostiosoitteesi**, johon voin ilmoittaa tenttituloksen.

- (12 p) Selitä lyhyesti tai laske. Vastaa kaikkiin esitettyihin kysymyksiin.
 - Keksi yksinkertainen esimerkki täysin kimmottomasta (epäelastisesta) törmäyksestä, jonka laskemisessa pitäisi käyttää pyörimismäärän säilymistä. Täydet pisteet saa, kun kuvaa esimerkin 1–2 lauseella ja yksinkertaisella kuvalla sekä kirjoittaa lausekkeet pyörimismäärälle alussa ja lopussa. (4p)
 - Mitä tarkoittaa ekvivalenssiperiaate? (1p)
 - Mitä tarkoittaa resonanssi? Mitä vaaditaan, jotta tällainen ilmiö voisi syntyä? (2p)
 - Laitat kevyen paperinsuikaleen toisen pään alahuulesi päälle ja puhallat ilmaa pitkin suikaletta (älä tee tätä tentissä). Mitä tapahtuu ja miksi? (2p)
 - Valoaalto etenee ilmassa ennen osumistaan lasilevyyn. Valoaalto etenee lasilevyn normaalin suuntaisesti. Osa valosta heijastuu takaisin lasilevyn pinnasta ja osa jatkaa etenemistä lasissa. Piirrä periaatteellinen pysäytyskuva, $D(x, t = \text{vakio})$, siten, että kuvassa esiintyy alkuperäinen, heijastunut ja lasissa etenevä valoaalto. Huomioi mahdolliset vaihesiirrot ja nopeuden muutokset. (3p)
- (12p) Oheinen kuva esittää jäykkää kappaletta, joka koostuu ohuesta tangosta ja sen päähän kiinnitetystä ohutseinäisestä vanteesta. Vanne on kiinni tangossa hyvin kevyillä pinnoilla. Tangon massa on $m_t = 1.3$ kg ja pituus on $L = 120$ cm. Vanteen massa on $m_v = 2.9$ kg ja säde on $R = 15$ cm. Tanko on kiinnitetty pyörimisakseliin vannetta vastapäisistä päästään.
 - Laske jäykän kappaleen massakeskipisteen etäisyys pyörähdysakselista. (2p)
 - Laske jäykän kappaleen hitausmomentti pyörähdysakselin suhteen. Tangon hitausmomentti *massakeskipisteensä* suhteen on $\frac{1}{12}m_t L^2$. Vanteen hitausmomentti sen *massakeskipisteen* suhteen pitäisi olla selvä. (3p)
 - Vanne tukeutuu 45° kulmassa olevaan tasoon siten, että jäykkä kappale on staattisessa tasapainossa. Tanko on vaakasuorassa (ks. kuva). Piirrä tilanteesta huolellinen vapaakappalekuva ja laske vinon tason kappaleeseen kohdistama voima (suuruus ja suunta). (4p)
 - Vino, 45 asteen, taso poistetaan yhtäkkiä ja jäykkä kappale alkaa pyöriä. Laske tangon sen pään, johon vanne on kiinnitetty, nopeus hetkellä, kun tanko osoittaa pyörähdysakselista pystysuorasti alaspäin. (3p)



3. (12p) Suorakulmainen särmiö, jonka pohja on neliö, kelluu veden pinnalla pystysuorassa. Särmiön korkeus on $h=10.0$ cm ja pohjan sivujen pituudet ovat $w=2.5$ cm. Kappale on umpinainen ja sen tiheys on $\rho=750$ kg/m³. Se pidetään pystysuorassa pienten kitkattomien tukien avulla, jotka mahdollistavat sen liikkeen vain pystysuorassa. Oheinen kuva esittää tilannetta sivusta katsottuna.
- Piirrä särmiölle vapaakappalekuva (2p)
 - Olkoon särmiö staattisessa tasapainossa. Kuinka korkealla vedenpinta on särmiön pohjasta? (3p)
 - Aseta y -koordinaatisto siten, että y -koordinaatti kertoo särmiön pystysuuntaisen poikkeaman tasapainopisteestään. Piirrä kuva tilanteesta jollakin $y \neq 0$, siten että koordinaatisto näkyy kuvassa. Muodosta lauseke kappaleen kokonaisvoimalle y :n funktiona, mutta älä sijoita annettuja suureiden arvoja. (4p)
 - Jos särmiötä painetaan hieman syvemmälle ja vapautetaan, se alkaa värähdellä. Millaista värähtely on? Laske värähtelyn taajuus. (3p)



4. (12p)
- Kuinka ääni etenee ilmassa? Mitä äänen intensiteetti tarkoittaa ja kuinka se riippuu amplitudista? Kuinka monta prosenttia intensiteetti muuttuu jos se vähenee 5 dB? (4p)
 - Sinulla on kaksi kaiutinta jotka tuottavat identtistä 440.0 Hz:n siniaaltoja. Mikä on lyhin kaiutinten välinen etäisyys (nollasta poikkeava), jolla ääniaallot muodostavat **i**) täydellisen konstruktivisen tai **ii**) täydellisen destruktiivisen interferenssin kaiuttimia yhdistävällä suoralla (ei kaiutinten välissä)? Piirrä myös kuva molemmista tilanteista. (4p)
 - Muutat toisen kaiuttimen taajuuden 441.0 Hz:iin. Mitä kuulet? Piirrä laadullisesti $D(x=\text{vakio}, t)$ selityksesi tueksi. (4p)

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \quad (2)$$

$$p_{atm} = 101.3 \text{ kPa} \quad (3)$$

$$\theta_1 = \theta_0 + \omega t + 1/2 \alpha t^2 \quad (4)$$

$$\omega_1 = \omega_0 + \alpha t \quad (5)$$

$$\tau_{tot} = I\alpha \quad (6)$$

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int x dm \quad (7)$$

$$I = \int r^2 dm \quad (8)$$

$$I = I_{cm} + Md^2 \quad (9)$$

$$E = K_{rot} + K_{cm} + U_g \quad (10)$$

$$= 1/2 I \omega^2 + 1/2 M v_{cm}^2 + M g y_{cm}$$

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p} \quad (11)$$

$$\mathbf{L} = I \boldsymbol{\omega} \quad (12)$$

$$\boldsymbol{\tau}_{tot} = \frac{d\mathbf{L}}{dt} \quad (13)$$

$$F_{mM} = F_{Mm} = GMm/r^2 \quad (14)$$

$$v = \sqrt{GM/r} \quad (15)$$

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM} \right) r^3 \quad (16)$$

$$E_{mech} = K + U_g \quad (17)$$

$$= K - \frac{GMm}{r}$$

$$E_{mech} = K + U_g = -1/2 U_g + U_g = 1/2 U_g \quad (18)$$

$$g_{surface} = GM/R^2 \quad (19)$$

$$v_{escape} = \sqrt{2GM/R} \quad (20)$$

$$r_{geo} = \left(\frac{GM}{4\pi^2 T^2} \right)^{1/3} \quad (21)$$

$$F = -kx \quad (22)$$

$$\omega = \sqrt{k/m} \quad (23)$$

$$\omega = \sqrt{g/L} \quad (24)$$

$$\omega = \sqrt{Mgl/I} \quad (25)$$

$$x(t) = Ae^{-bt/2m} \cos(\omega t + \phi_0) \quad (26)$$

$$E = E_0 e^{-t/\tau} \quad (27)$$

$$\tau = m/b \quad (28)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}} \quad (29)$$

$$= \sqrt{\omega_0^2 - \frac{b^2}{4m^2}}$$

$$f = T^{-1} = (2\pi)^{-1} \omega \quad (30)$$

$$p = p_0 + \rho g d \quad (31)$$

$$\rho = m/V \quad (32)$$

$$p = F/A \quad (33)$$

$$p_g = p - 1 \text{ atm} \quad (34)$$

$$F_B = \rho_f V_f g \quad (35)$$

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (36)$$

$$p_1 + 1/2 \rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2 + \rho g y_2 \quad (37)$$

$$(F/A) = Y(\Delta L/L) \quad (38)$$

$$p = -B(\Delta V/V) \quad (39)$$

$$D(x, t) = A \sin(2\pi(x/\lambda - t/T) + \phi_0) \quad (40)$$

$$= A \sin(kx - \omega t + \phi_0)$$

$$v = \sqrt{T/\mu} \quad (41)$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10}(I/I_0), \quad I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 \quad (42)$$

$$f_+ = (1 - v_s/v)^{-1} f_0, \quad f_- = (1 + v_s/v)^{-1} f_0 \quad (43)$$

$$f_+ = (1 + v_0/v) f_0, \quad f_- = (1 - v_0/v) f_0 \quad (44)$$

$$A(x) = 2a \sin(kx) \quad (45)$$

$$\lambda_m = 2L/m, \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (46)$$

$$\lambda_m = 4L/m, \quad m = 1, 3, 5, 7, \dots \quad (47)$$

$$\Delta\phi = 2\pi \Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = m \cdot 2\pi \quad (48)$$

$$\Delta\phi = 2\pi \Delta r/\lambda + \Delta\phi_0 = (m + 1/2) \cdot 2\pi \quad (49)$$

$$D = 2a \cos(\Delta\phi/2) \sin(kx_{ave} - \omega t + (\phi_0)_{ave}) \quad (50)$$

$$A = |2a \cos(\Delta\phi/2)| \quad (51)$$

$$f_{beat} = f_1 - f_2 \quad (52)$$