

FYS-1150 Fysiikka S I (Partanen)

2. välikoe ja tentti 17.5. 2013

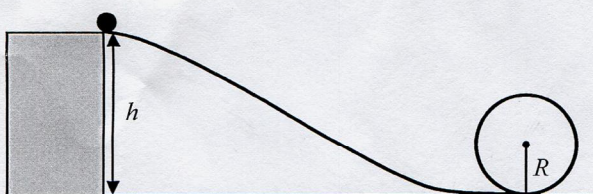
Tentissä saa olla mukana funktiolaskin, joka ei ole ohjelmoitava.

Tehtävät 1.-3. on kaikille. Tehtävät 4.-5. on vain 2. välikokeeseen osallistuville. Tehtävät 6.-7. on vain tenttiin osallistuville.

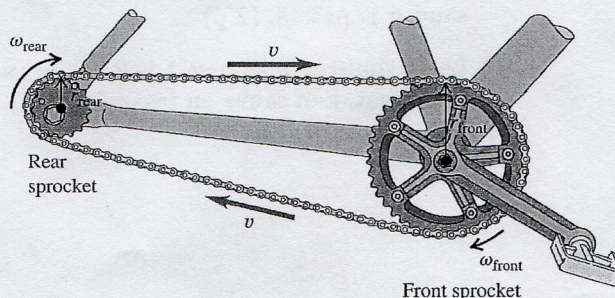
Käytä putoamiskiihtyvyyden arvoa $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Levossa oleva umpinainen marmorikuula lähtee korkeudelta h vierimään alaspäin kuvan 1. mukaista rataa pitkin. Marmorikuula vierii radan pintaa liukumatta ja marmorikuulan säde r on paljon pienempi kuin silmukan säde R . Ilmanvastusta tai vierintävastusta ei oteta huomioon. Kuulan hitausmomentti keskipisteensä kautta kulkevan akselin suhteen on $I = \frac{2}{5}mr^2$.
 - Piirrä voimakuvio marmorikuulaan vaikuttavista voimista radassa olevan ympyräsilmukan korkeimmassa kohdassa. Laske, kuinka suuri täytyy marmorikuulan nopeuden vähintään olla $R = 15,0 \text{ cm}$ säteisen ympyräsilmukan korkeimmassa kohdassa, että se pääsee kiertämään silmukan ympäri putoamatta. (4 p)
 - Laske pienin mahdollinen korkeus h , jolta kuula on laitettava vierimään, että se pääsee kiertämään ympyräsilmukan. (2 p)
- Polkupyörän polkimia pyöritetään vakio kierrostaajuudella $1,50$ kierrosta/sekunnissa. Ketju kulkee etuketjurattaan (front sprocket) ja takaketjurattaan (rear sprocket) kautta (Kuva 2.) Takaketjuratas pyörittää takarengasta, kun polkimet pyörivät. Oletetaan, että takarengas ja ketju eivät luista lainkaan. Etuketjurattaan säde on $r_1 = 0,120 \text{ m}$, takaketjurattaan (rear sprocket) säde on $r_2 = 0,040 \text{ m}$ ja takarengaan säde on $r_3 = 0,315 \text{ m}$.
 - Laske, millä nopeudella ketju kiertää rataansa. (1 p)
 - Laske polkupyörän etenemisnopeus maan suhteen. (3 p)

☒ Pienemmällä vaihteella ajettaessa pyörä etenee lyhyemmän matkan yhdellä polkimen kierrolla kuin suuremmalla vaihteella ajettaessa. Kun vaihdetta muutetaan pienemmäksi esimerkiksi ylämäkeä ajettaessa, muuttuuko takaketjuratas suurempi- vai pienempisäteiseksi? Perustele. (2 p)
- Kun omakotitalon yläkerrassa olevan pesukoneen tulovesihana aukaistaan, sieltä tulee vettä $0,350$ litraa sekunnissa. Putken halkaisija on $10,0 \text{ mm}$. Käyttövesi tuodaan omakotitaloon halkaisijaltaan $40,0 \text{ mm}$ paineputkessa. Kuinka suuri paine-ero on taloon tulevan vesiputken ja pesukoneeseen menevän putken välillä, kun pesukoneen putki on $4,20 \text{ m}$ käyttövesiputkea korkeammalla maahan nähden? Virtauksen voidaan olettaa olevan tasaista, vesi on kokoonpuristumatonta ja veden viskositeettia ei oteta huomioon. Putken poikkipinta-ala on πr^2 . Veden tiheys on 1000 kg/m^3 .



Kuva 1.



Kuva 2.

KÄNNÄ

Tehtävät 4. ja 5. vain 2. välikokeen tekijöille:

4. Tikkaat on asetettu nojalleen seinää vasten 60° kulmaan maahan nähden. Tikkaiden pituus on 3,0 m. Tikkaiden alapäässä tikkaiden ja maan välillä vaikuttaa lepokitka. Tikkaiden yläpää nojaa seinään, jonka pinta oletetaan kitkattomaksi. Piirrä tikkaisiin vaikuttavien voimien voimakuvio. Laske pienin mahdollinen lepokitkakerroin tikkaiden ja maan välillä, että tikkaat eivät lähde liukumaan.
5. Heiluri muodostuu kattoon kiinnitetystä 0,600 m pituisesta, kevyestä ja venymättömästä langasta, johon on ripustettu 0,500 kg massainen punnus.
- a) Heiluria poikkeutetaan tasapainoasemasta $5,5^\circ$ ja heiluri vapautetaan. Laske heilahduksen jaksonaika ja heilurin mekaaninen kokonaisenergia, kun ilmanvastusta ei oteta huomioon. (2 p)
- b) Otetaan huomioon heiluriin vaikuttava ilmanvastus, jolloin heiluri tekee vaimenevaa jaksollista, edestakaista heilahdusliikettä. Vaimenevan heilahdusliikkeen amplitudin A_v havainnoidaan pienenevän puoleen alkuperäisestä amplitudista A_0 35,0 sekunnissa. Vaimenevan värähtelijän paikka ajan hetkellä t saadaan funktiosta

$$x = A_v \cos(\omega' t + \phi) = A_0 e^{-(b/2m)t} \cos(\omega' t + \phi), \quad (1)$$

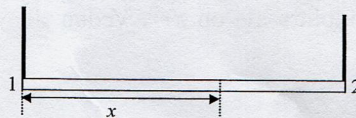
ja värähtelijän energia saadaan kaavalla

$$E = \frac{1}{2} k A_v^2. \quad (2)$$

Vaimenevan värähtelyn aikavakioksi τ kutsutaan aikaa, jonka kuluessa värähtelyn energia on vaimentunut $\frac{1}{e}$:nteen ($\approx \frac{1}{2,718}$) osaan alkuperäisestä energiastaan. Laske vaimenemisen aikavakion τ suuruus heilurille. (4 p)

Tehtävät 6. ja 7. vain tentin tekijöille:

6. Suuri laatikko on asetettu kuorma-auton lavalle. Laatikon ja lavan välinen lepokitkakerroin on 0,40. Auto liikkuu aluksi tasaisella nopeudella 70 km/h suoraan eteenpäin. Sitten kuljettaja jarruttaa, ja auton nopeus tippuu. Laske auton kiihtyvyyden suurin mahdollinen arvo jarrutettaessa, ettei laatikko alkaisi liukumaan lavaa pitkin. Piirrä laatikon vapaakappalekuvat ennen jarrutusta ja jarrutuksen aikana.
7. Sauva (pituus 2,00 m) roikkuu horisontaalisessa tasossa kuvan mukaisesti kahden vaijerin varassa. Vaijerit on kiinnitetty aivan sauvan päihin. Sauvan tiheys λ = massa/pituusyksikkö ei ole vakio, vaan se kasvaa 2. päästä kohti mentäessä lineaarisesti. Paikallinen tiheys etäisyydellä x sauvan 1. päästä saadaan kaavasta $\lambda = a + bx$, missä vakioiden arvot ovat $a = 1,0 \text{ kg/m}$ ja $b = 1,0 \text{ kg/m}^2$.
- a) Laske sauvan kokonaismassa M . (2 p)
- b) Laske sauvan massakeskipisteen etäisyys x_{cm} sauvan 1. päästä. (2 p)
- c) Laske ripustusvaijereissa 1 ja 2 vallitsevat jännitysvoimat, kun sauva on tasapainossa. (2 p)



markku.ouvalanen@utu.fi