



PERUSSARJA

Kirjoita tekstaten koepaperiin

oma nimesi, kotiosoitteesi, sähköpostiosoitteesi, opettajasi nimi sekä koulusi nimi.

Kilpailuaikaa on 100 minuuttia.

Sekä tehtävä- että koepaperit palautetaan kilpailun loputtua.

Graafista esitystä vaativissa tehtävissä kuvaaja voidaan laatia (millimetri)paperille ja ratkaista siitä tarvittaessa kuvaajan yhtälö. Vaihtoehtoisesti graafinen esitys voidaan tehdä graafisella tai symbolisella laskimella. Tällöin vastauksessa esitetään periaatekuva, josta käy ilmi, mitä suureita akselleilla on ja minkä muotoinen kuvaaja on sekä tarvittaessa annetaan laskimen ilmoittama kuvaajan yhtälö yksiköineen.

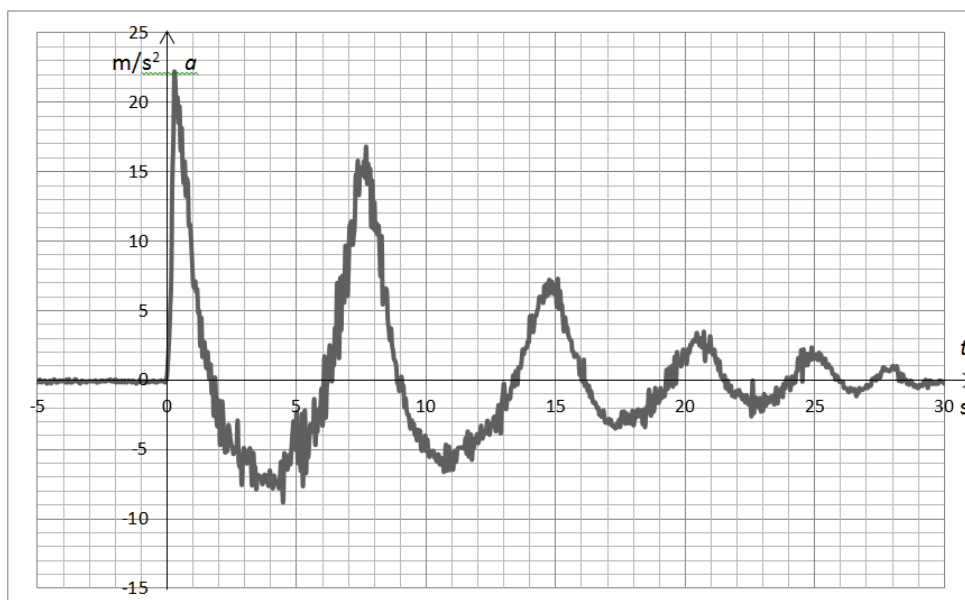
1. Linnanmäen huvipuistossa on Raketti-niminen laite (kuva), joka sinkoaa raketin lailla kyydissä istuvat 60 metrin korkeuteen. Ylimmästä asemasta laite pudottaa matkustajat alas ”pomppujen” kera eli laite tulee jonkin matkaa alaspäin painovoiman avulla, mutta sitten se nousee jälleen vähän matkaa ylöspäin kaasun avulla. ”Pomppuja” tulee useita eli edellä kuvailtu pudotus-nousu toistuu laitteessa muutamaan otteeseen.



Kuva:<http://www.linnanmaki.fi/index.php/laitteet/raketti/>

Fysiikan työkurssin opiskelija testasi laitetta ja mittasi kiihtyvyyden sen kyydissä. Alla on esitetty kuvaaja mittauksesta, jossa kiihtyvyyssanturia pidettiin niin päin, että positiivinen suunta oli ylöspäin.

- a) Laitteen valmistaja lupaa raketin kiihtyvyydeksi 4g:tä. Kuinka monta g:tä huippukiihtyvyys todellisuudessa on? Kuinka suuri istuimen tukivoima on verrattuna matkustajan painoon ajanhetkellä, jolloin kiihtyvyys on suurimmillaan?
- b) Mikä oli huipunopeus ensimmäisessä nousussa?
- c) Perustele millä ajanhetkellä laite on korkeimmalla kohdalla.



2. Kylpytynnyriin lasketaan 1800 litraa vettä, jonka lämpötila on 8 °C. Vesi on tarkoitus lämmittää lämpötilaan 30 °C kierrättämällä vettä laitteessa, joka kuumentaa veden öljypolttimella.
- a) Kuinka monta litraa kevyttä polttoöljyä vähintään tarvitaan veden lämmittämiseen? Polttoöljyn tiheys on 0,9 kg/l. (4 p)
- b) Miksi polttoöljyn kulutus on todellisuudessa suurempi? (2 p)
3. Polkupyöräilyssä keskeisimmät vastusvoimat ovat vierintävästus ja ilmanvastus. Jos pyöräilijä liikkuu tasaisella (mäettömällä) tiellä ja tuulettomalla ilmalla, voidaan käyttää seuraavia lausekkeita:

$$\text{Vierintävästus} \quad F_v = C_v mg$$

$$\text{Ilmanvastus} \quad F_i = \frac{1}{2} C_i \delta A v^2$$

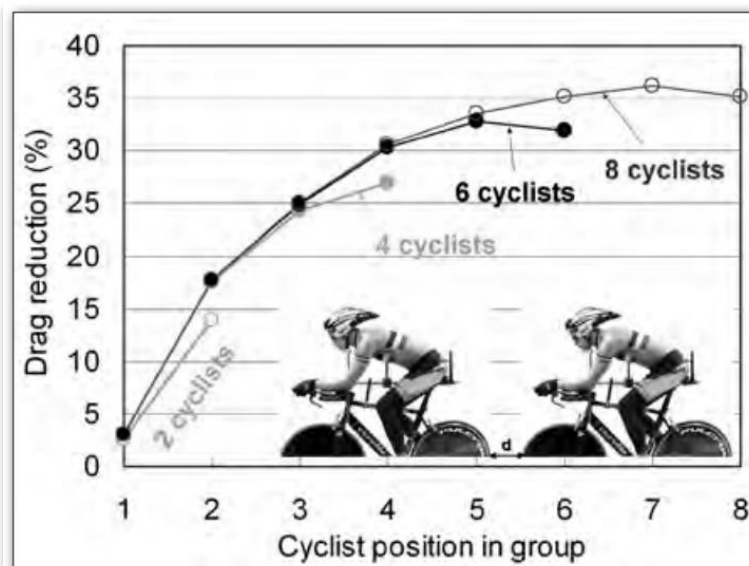
Vierintävästuserroin C_v on tavallisesti noin 0,005.

Ilmanvastuksen muotokerroin C_i on tangon alaoteella noin 0,9.

Pyörän ja pyöräilijän kokonaispinta-alana voidaan pitää 0,4 m².

Ilman tiheyttä merkitään tunnuksella δ .

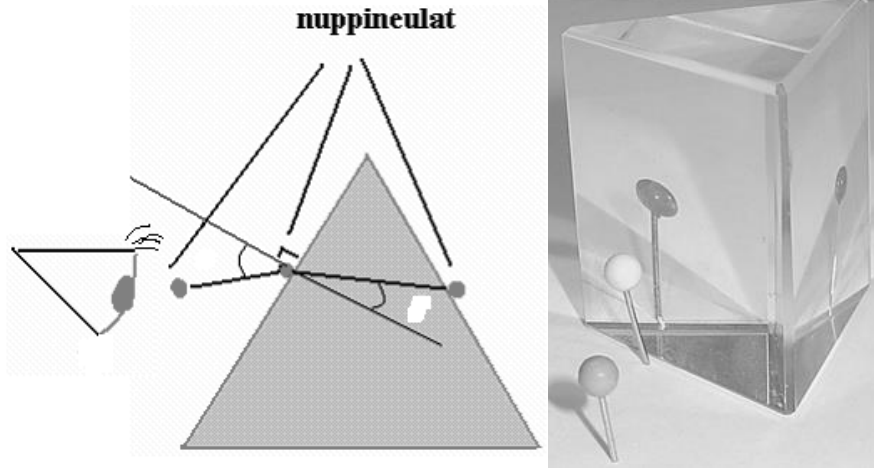
- a) Kuinka monta prosenttia vastusvoimista on ilmanvastuksen osuus, kun pyörä ajaa nopeudella 47 km/h? Pyörän ja pyöräilijän kokonaismassa on 88 kg. (2p)
- b) Katso oheisia kuvaajia. Pysty akseli on ilmanvastuksen suhteellinen väheneminen ja vaakakseli pyöräilijän paikka ryhmässä. Tarkastellaan neljän pyöräilijän ryhmää, joka ajaa kilpailussa nopeudella 47 km/h. Kuinka paljon pienempi voi enintään olla viimeisenä ajavan pyöräilijän tehonkulutus verrattuna siihen, että hän ajaa yksin? (4p)



◀ FIG. 5: Numerically simulated drag reduction in groups of 2, 4, 6 and 8 cyclists, in time-trial position with bicycle separation distance $d = 0.01$ m.

Lähde: B. Blocken ym. Surprises in cycling aerodynamics (Europhysicsnews.org 2013)

4. Oppitunnilla määritettiin prisman taitekerroin asettamalla kolme nuppineulaa siten, että ne näyttävät olevan samalla linjalla katsottaessa niitä prisman läpi (kuvat).



Tulokulma ja vastaava taitekulma mitattiin astelevyllä, jolloin saatiin oheiset tulokset.

Tulokulma	15	20	25	30	60
Taitekulma	11	14	17	20	36

Selvitä sopivaa graafista esitystä käyttäen mittaustuloksista prisman taitekerroin.