

Heilurin heilahdusaikaan vaikuttavat tekijät

Jarmo Vestola
Koulun nimi
Fysiikka luonnontieteenä
FY1-Projektityö
20.9.2000
Arvosana: K (9)

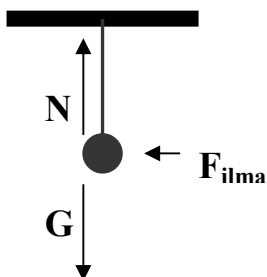
1. Tutkittava ilmiö

Tehtävänä oli tutkia mitkä tekijät vaikuttavat heilurin heilahdusaikaan.

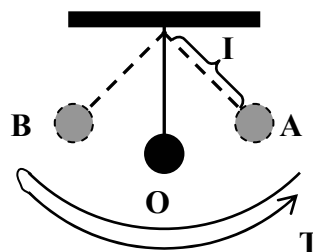
2. Teoriaa

Telineessä kiinni oleva heiluri on gravitaatiovuorovaikutuksessa Maan kanssa ja kosketusvuorovaikutuksessa ilman ja narun kanssa. Alla olevaan kaavioon on piirretty edellä mainitut, heiluriin vaikuttavat voimat. (G = Maan vetovoima, N = narun tukivoima, F_{ilma} = ilmanvastus)

Kuva 1. Telineessä kiinni olevaan heiluriin kohdistuvat voimat. Heiluri menossa oikealle.



Kuva 2. Heilahdusaika



Heilurin pituus I on punnuksen etäisyys ripustuspisteestä. Kun heiluri poikkeutetaan tasapainoasemastaan O ja päästetään vapaaksi, se alkaa heilahdella edestakaisin ääriasentojen A ja B välillä. Tähän kuluutta aikaa nimetään heilahdusajaksi T .

Kun heiluri on nostettu, vaikkapa vasemmalle 40° kulmaan, osa lihasten kemiallisesta energiasta on siirtynyt nostotyön välityksellä heilurin potentiaalienergiaksi. Kun heiluri on vielä ylhäällä paikoillaan, ilmanvastusta ei ole ja sen energia on kokonaisuudessaan potentiaalienergiaa. Kun heilurista päästää irti potentiaalienergia alkaa siirtyä liike-energiaksi, samalla ilmanvastus kasvaa. Heilurin liikuttua alas potentiaalienergia on siirtynyt kokonaisuudessaan liike-energiaksi, tällöin myös ilmanvastus on suurin. Ilmanvastus ja liike-energia alkavat jälleen pienentyä ja siirtyä potentiaalienergiaksi heilurin noustessa ylöspäin. Oikealla noin 40° asteen kulmassa energia on taas kokonaisuudessaan potentiaalienergiaa. Heiluri jatkaisi liikettään loputtomiin jos energiaa ei kuluisi ilmanvastukseen ja narun sekä telineen väliseen kitkaan.

3. Hypoteesi

Kulma ja massa eivät vaikuta heilurin heilahdusaikaan. Mitä pitempi naru sitä suurempi on heilahduksessa kuluva aika

4. Työn suoritus

1. Laitoimme heilurin kiinni telineeseen ja mittasimme vaikuttavatko seuraavat muuttujat heilahdusaikaan: heilahduskulma, heilurin paino ja narun pituus.
2. Heilahduskulma mitattiin kulmamitalla 10° välein, tällöin vakioidut muuttujat olivat: naru 40cm ja massa 50g.
3. Heilurin painoa lisättiin kiinnittämällä siihen 50 gramman painoisia ”magneetteja”, tällöin vakioidut muuttujat olivat: naru 40cm ja kulma 40° .
4. Heilurin narun pituus mitattiin viivoittimella. Pituutta lisättiin aina 10cm seuraavaa arvoa mitattaessa. Tällöin vakioidut muuttujat olivat: massa 50g ja kulma 40°
5. Aikoja laskettiin viisi, eri muuttujilla, jokaisesta ajasta otimme kahden luvun keskiarvon satunnaisten mittausvirheiden eliminoimiseksi.

6. Aika alkoi kun heiluri oli nostettu ylös ja päästetty irti, se loppui heilurin heilahtaessa edestakaisin 10 kertaa. Tulos on siis saatu: aika jaettuna kymmenellä heilahduksella.

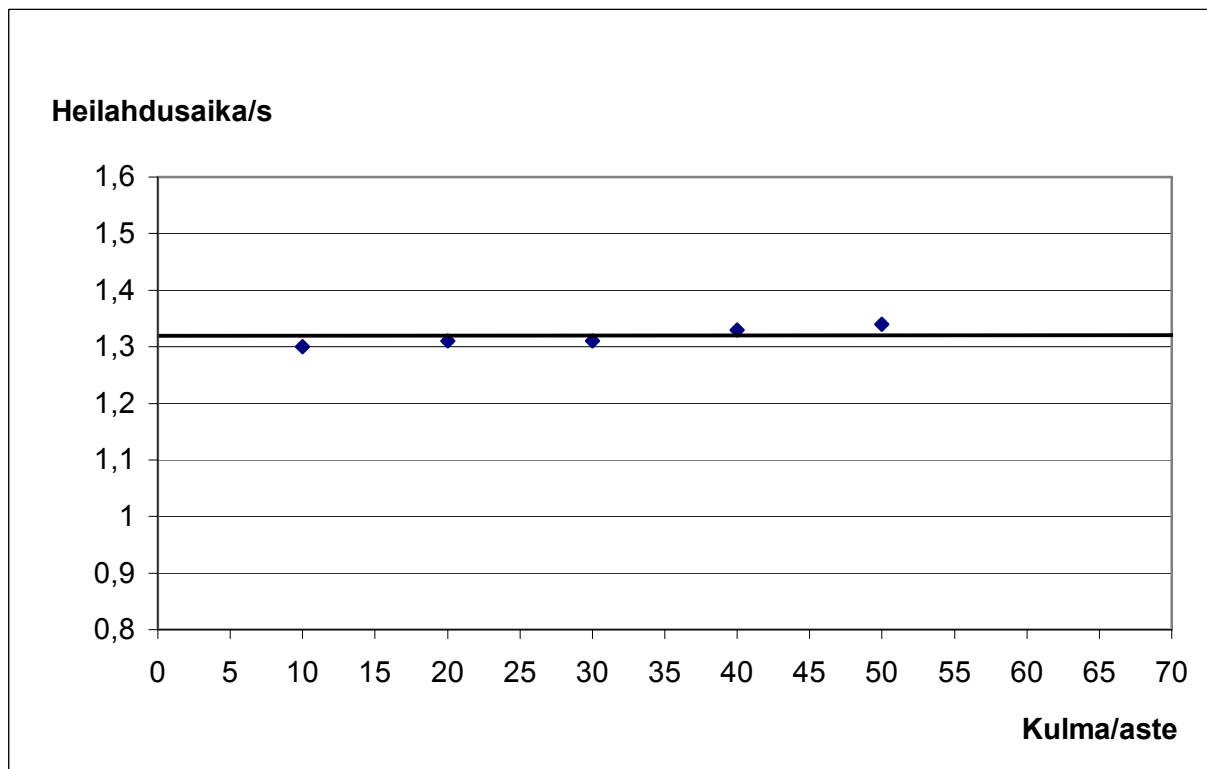
7. Saatujen heilahdusaikojen perusteella piirsimme kullekin muuttujalle oman kuvaajan.

5. Työn tulokset

Taulukko 1. Kulman vaikutus heilahdusaikaan. Vakiot: narunpituus 40cm ja massa 50g.

Kulma	Heilurin heilahdusaika (s)	Mittaustulokset
10°	~1,30	$(13,03+13,06)/2 = 13,045$
20°	~1,31	$(13,13+13,09)/2 = 13,11$
30°	~1,31	$(13,09+13,03)/2 = 13,06$
40°	~1,33	$(13,32+13,32)/2 = 13,32$
50°	~1,34	$(13,35+13,50)/2 = 13,452$

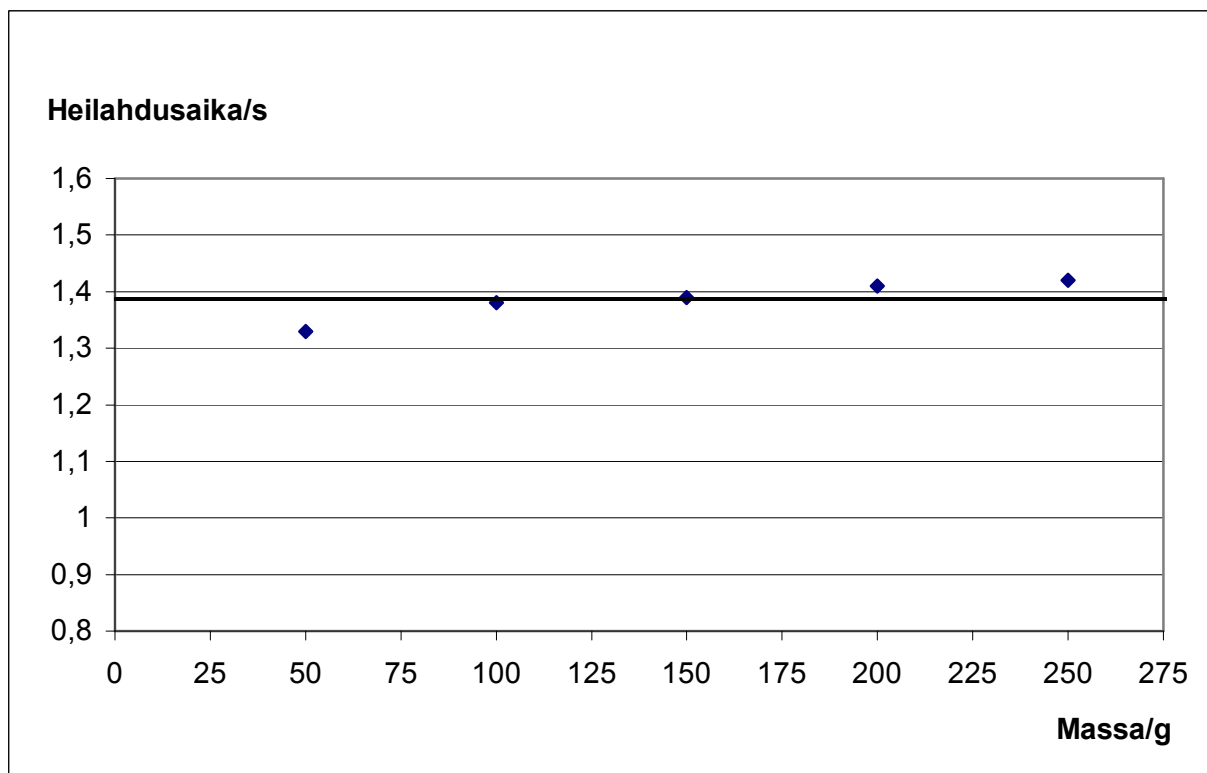
Kuvaaja 1. Kulman vaikutus heilahdusaikaan.



Taulukko 2. Massan vaikutus heilahdusaikaan. Vakiot: narunpituus 40cm ja kulma 40°.

Massa (g)	Heilurin heilahdusaika (s)	Mittaustulokset
50	~1,33	$(13,32+13,32)/2 = 13,32$
100	~1,38	$(13,75+13,85)/2 = 13,80$
150	~1,39	$(14,03+13,82)/2 = 13,925$
200	~1,41	$(14,00+14,22)/2 = 14,11$
250	~1,42	$(14,28+14,18)/2 = 14,23$

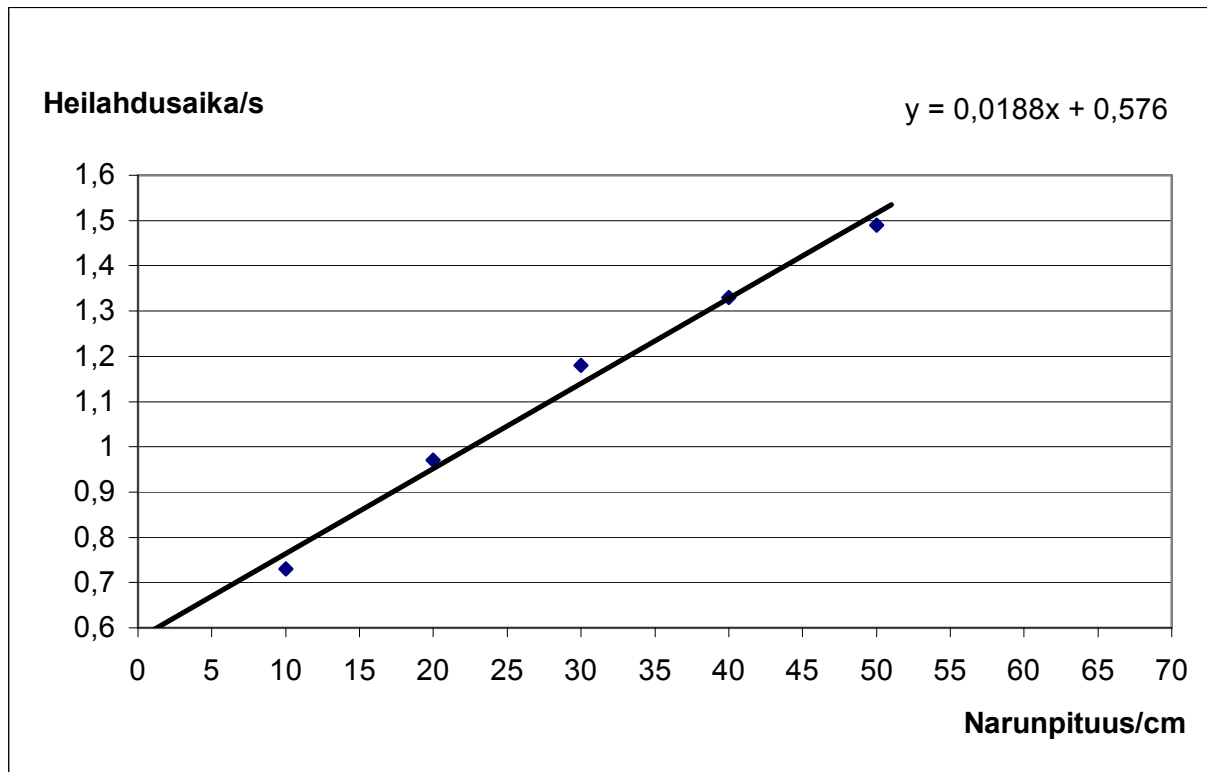
Kuvaaja 2. Massan vaikutus heilahdusaikaan.



Taulukko 3. Narunpituuden vaikutus heilahdusaikaan. Vakiot: Massa 50g ja Kulma 40°

Narunpituus (cm)	Heilurin heilahdusaika (s)	Mittaustulokset
10	~0,73	$(7,35+7,32)/2 = 7,335$
20	~0,97	$(9,66+9,72)/2 = 9,69$
30	~1,18	$(11,82+11,72)/2 = 11,77$
40	~1,33	$(13,32+13,32)/2 = 13,32$
50	~1,49	$(14,78+14,94)/2 = 14,86$

Kuvaaja 3. Narunpituuden vaikutus heilahdusaikaan



6. Tulosten tarkastelu

Kokeellisesti saadut havainnot ovat yhtäpitäviä kirjallisuudessa ilmoitetun teorian kanssa. Kulman erittäin pieni vaikutus heilahdusaikaan johtui luultavasti mittausvirheestä, koska kulma oli vaikea mitata. Massan vaikutus heilahdusaikaan johtui kasvaneesta ilmanvaikutuksesta. Kun lisäsimme heilurin painoa kiinnitimme siihen ”magneettipainoja” ja näin ilmanvastus kasvoi tietämättämme. Kuvaajasta 3 näkee selvästi, että narunpituus vaikuttaa merkittävästi heilahdusaikaan.

Koetta olisi mielekäästä jatkaa siten, että selvitetäisiin heilurin nopeus eri muuttujia mitattaessa. Olisi myös mielenkiintoista tietää millä narunpituudella heiluri saavuttaisi rajanopeuden, eli nopeuden jonka jälkeen heilahdusaika ei enää kasva, sekä millä tavalla heiluri käyttäytyisi kuussa.

7. Lopputulos

Heilurin kulma ja massa eivät vaikuta heilurin heilahdusaikaan. Mitä pidempi naru sitä suurempi on heilahdusaika.

8. Lähteet

1. Hirvonen, Hongisto, Lavonen **Aine ja Energia Fysiikan tietokirja**, Weilin & Göös, Porvoo 2000, s. 62-63 ja 145-148.
2. Lehto H. ja Luoma T. **Fysiikka 1 Fysiikka luonnontieteenä**, Kirjayhtymä, Jyväskylä 1999, s.52-53.