

# INSINÖÖRIN NÄKÖKULMA FYSIIKAN TEHTÄVÄÄN

Heikki Sipilä

LF-Seura 18.9.2018

# Sisältö

- Henkilökohtaista taustaa
- Insinööri ja fysiikka
- Dimensioanalyysi insinöörin menetelmänä
- Esimerkki havainnon ja teorian yhdistämisestä
- Toinen esimerkki
- Insinöörin ja fyysikon näkökulmien ero

# Insinöörin ja fyysikon roolit

- Henkilökohtainen taustani
- Työni yritys- ja tutkimusmaailma välillä
- Avaruusinstrumentit

# Tuomo Suntolan esitelmä LF-seurassa 1998

- Tuomo antoi kvantitatiivisen selityksen kappaleen hitaudelle.
- Massan nopeuden muutoksessa tehdään työtä neljännen ulottuvuuden suuntaan koko avaruuden massaa vastaan

# Dimensioanalyysi, insinöörimäinen lähestymistapa

- Kilogrammoja ja kilometrejä ei voi laskea yhteen
- Dimensioanalyysin periaate ja sen soveltaminen (insinööri)ongelmien ratkaisuun

# Kuun etäisyys maasta, hieno mittaustekniikka

- Laser mittauksella on tutkittu kuun etäisyyttä maasta 40 vuotta.
- Kuu loittonee maasta nopeudella 3.82cm/vuosi
- Pääsyyksi loittonemiseen ajatellaan kuun aiheuttamaa vuorovesijarrutusta, joka hidastaa maan pyörimistä. Tässä prosessissa kuu saa liike-energiaa ja loittonee

# Paleoastronomia

- Maan ja Kuun taivaanmekaniikasta on löydetty hyvää historiatietoa korallifossiileista ja vuoroveden synnyttämistä hiekkakerroksista.
- Kun on kairattu eräiden hiekkakivikerrosten läpi , porasydämissä on huomattu jaksollisuus, joka on syntynyt vuoroveden aiheuttamista kerroksista

# ESIMERKKI

- 620Ma vuotta sitten vuodessa oli 401 päivää ja 14.1 sid.kuukautta vuodessa
- Näistä voidaan Keplerin lain mukaan laskea, mikä oli kuun etäisyys maasta 620 miljoonaa vuotta sitten

George E.Williams

Geophysical Research Letters , Vol.24, Pages 421-424 , February 15, 2003



# Kuun etäisyys

- $(T(0)/T)^2 = (R(0)/R)^3$  , josta saadaan  $R = R(0) / ((T(0)/T))^{2/3} = R(0) / ((27,3/25,9))^{2/3} = 0.965 \times R(0)$
- Nykyinen keskietäisyys on 384400km. 620 miljoonaa vuotta sitten se oli 371138km eli kuu on etääntynyt 13262km. Vuodessa se on keskimäärin  $13262 \times 1000000 \text{cm} / 6200000000 \text{a} = 2,14 \text{cm/a}$
- Tämä on pienempi kuin nykyään mitattu arvo 3,82 cm/a

# Edellisen laskun epävarmuus

- Havainnot päivien lukumäärästä vuodessa ja kuukausien lukumäärä vuodessa ovat vahvoja havaintoja
- Kukaan ei ole mitannut montako tuntia vuoden pituus on. On oletettu, että maan rata on säilynyt vakiona. Näin yleensä oletetaan ja siksi edellisen laskun teoriaosuutta ei edes helposti huomaa

# Tehdään sama lasku olettaen, että Aurinkokunta laajenee saman säännön mukaan kuin avaruus

- Suntolan mukaan maan etäisyys Auringosta 620 Ma vuotta sitten oli 143,2 Mkm, kun se nyt on 150Mkm, Keplerin lain mukaan vuoden pituudeksi saadaan 340,75 vuorokautta.
- Kuukauden pituus on tällöin 24,17vrk
- Tästä voidaan laskea edelleen Keplerin lakiin perustuen, mikä oli Kuun etäisyys
- Edellisestä seuraa, että  $R=R(0)/ ((T(0)/T)^{2/3} = R(0)/ ((27,3/24,17))^{2/3} =0.922 \times R(0)$  eli 620 miljoonaa vuotta sitten km. Kuu on etääntynyt 29984 km. Vuodessa siis 4,84 cm/a
- Nykyinen malli 2.17 cm/a

# 2450 Ma vuotta sitten olettaen, että Aurinkokunta laajenee

- Maan etäisyys Auringosta 125,5 Ma km
- Kuukauden pituus 16,74 vrk
- Etääntymisnopeus keskimäärin 4,36cm/a
- Nykyinen malli 1.47 cm/a

# Toinen esimerkki

- Supernovien kirkkaus ja punasiirtymä mitattiin 20 vuotta sitten aikaisempaa tarkemmin ja pitemmiltä etäisyyksiltä
- Nykyisiin malleihin perustuen pääteltiin, että avaruus laajenee kiihtyvällä nopeudella.
- Selitykseksi keksittiin pimeä energia, joka saa tämän aikaan
- Tässä esimerkissä havainto ja malli yhdistettiin ja saatiin tulos, jota pidetään yhtä varmana kuin havaintoja

# Insinöörin ja fyysikon näkökulman ero

- Insinöörille on tärkeätä, että malli toimii hyvin ennakkoon valitulla parametrialueella. Sen ulkopuolella ei ole väliä mallin toimivuudesta. Ei ole väliä minkä värinen kissa on, kunhan se pyydystää hiiriä.
- Fyysikon ja kosmologin tavoite on, että malli toimii aina ja kaikkialla
- Ongelma on , että malleja ei useinkaan voi testata äärirajoilla ja vaarana on , että matemaattista mallia aletaan pitää todellisuutena.