

MITÄ HAVAINNOT JA MALLIT KERTO VAT TODELLISUUDESTA?

Ari Lehto

Pohdintoja (alkoi 1960-luvulla)

Alkeishiukkaset

- Mistä elektronin massa tulee?
- Mistä alkeisvaraus tulee?
- Mistä elektronin magneettinen momentti tulee?
- Entä protoni ja neutroni, samat kysymykset
- Entä muut alkeishiukkaset?

Aurinkokunta

- Bode-Titius sääntö $r_n = 0.4 + 0.3 * n$ (AU), $n = 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$

Ovatko yo. suureiden arvot ja aineen rakenteet sattumaa, vai onko taustalla jokin luonnonilmiö

Yksinkertainen vai monimutkainen ¹

Otetaan ajattelulle yksinkertaisin lähtökohta:

- jotakin on tai ei ole, eli numeroina 0 tai 1
- 0 tai 1 , eli binäärisyys on yksinkertaisimmillaan kakkosen potensseja, eli itsensä kahdentaminen
 - esim. solun jakautuminen: $2^0, 2^1, 2^2, 2^3 \dots 2^N = 1, 2, 4, 8, \dots$

¹ n. vuonna 1982

Ajatusleikki

Binäärisyys voisi siten tarkoittaa sitä, että aineen *invarianttien* ominaisuuksien lukuarvojen m_1 ja m_2 suhteet R ovat muotoa :

$$R = \frac{m_2}{m_1} = 2^{\pm N} \quad \text{Kahdentuminen!}$$

(N =kokonaisluku)

Ominaisuudet voivat olla mitä tahansa yhteismitallisia suureita, esim. energioita, pituuksia, periodeja jne.

Jos kahdentuminen on universaalia, niin sen pitäisi näkyä kaikissa suuruusluokissa.

Tämä ajatus testattavissa. Lasketaan R :lle arvoja!

EkspONENTIN desimaalien jakautuma

Kakkosen eksponentin *desimaaliosien .xx* jakautuma saadaan kaavoista:

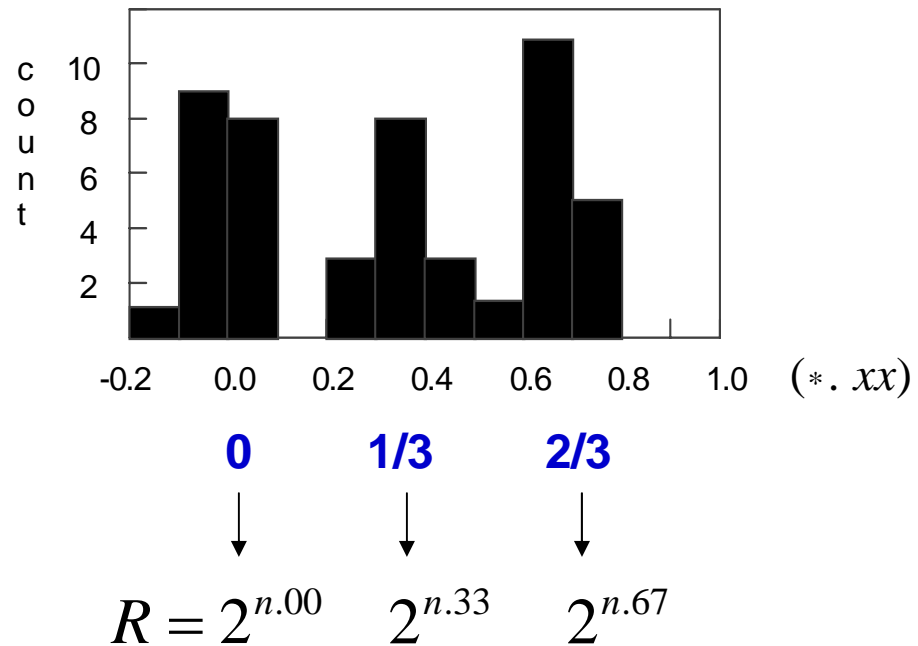
$$R = \frac{m_n}{m_0} = 2^{n.xx}$$

ja $n.xx = \log(m_n / m_0) / \log(2)$

Esimerkki:

$$R = \frac{\textit{elektronin_lepoenergia}}{\textit{Planckin_energia}} = 2^{-75.665}$$

Suhdeluvut saavat arvoja:



Desimaalien jakautuman viesti

Suhdeluvut R ovat siis muotoa

$$R = \frac{m_2}{m_1} = 2^{\pm n.xx} = 2^{\pm \frac{N}{3}} \quad \text{eli} \quad R^3 = \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^3 = 2^{\pm N}$$

Koska N on *kokonaisluku*, niin tämä havainto tarkoittaa sitä, että k.o. suureeseen liittyvä *tilavuus* kahdentuu.

$$m_2^3 = 2^{\pm N} m_1^3$$

Havaintomme (= skalaari m) on peräisin prosessista, jossa on *kolme vapausastetta* (l. dimensiota)!

Max Planck



1858 -1947

Max Planck (1900) esittää kaavan, jonka mukaan luonnonvakioista saadaan massa

$$m_0 = \sqrt{\frac{hc}{G}}$$

Planckin massasta m_0 saadaan *energia*, siitä *taajuus*, *periodi*, *pituus* jne.

Otetaan Planckin skaala x_0 referenssiksi!

$$x_N^3 = 2^{\pm N} x_0^3 \quad (x \text{ on esim. energia})$$

Epälineaarinen dynaaminen systeemi

Ilmaistaan energia periodin avulla:

$$E = hf = \frac{h}{\textit{periodi}}$$

Miksi periodi?

- aikaa t ei voi käyttää kuvattaessa ajasta riippumattomia ilmiöitä
- *periodin kahdentuminen* on epälineaaristen dynaamisten systeemien yleinen ominaisuus

M. J. Feigenbaum, *Universal behavior in nonlinear systems*, Los Alamos Science, Summer 1980

Periodin kahdentuminen

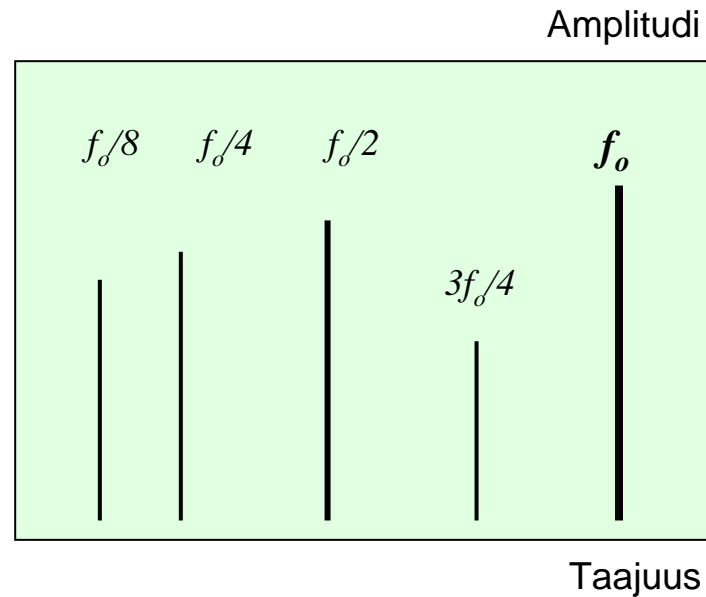
Periodin kahdentuminen synnyttää *subharmonisia* ja niiden sekoitustuloksia (esim. $3f_0/4$).

Taajuudet

$$f_n = 2^{-n} f_0$$

Periodit

$$\tau_n = 2^n \tau_0$$



Millainen on Planckin skaala?

Laskuissa käytetyt arvot

TABLE I. Planck scale units.

Unit	Symbol	Value	Unit	Comment
Time (period)	t_o	$1.3513 \cdot 10^{-43}$	s	
Length	l_o	$4.0513 \cdot 10^{-35}$	m	
Single level energy	E_{os}	$3.0603 \cdot 10^{22}$	MeV	
Double level energy	E_{od}	$3.4581 \cdot 10^{22}$	MeV	$1/2(E_{oe} + \text{next level})$
Electrostatic energy	E_o^E	$3.5543 \cdot 10^{19}$	MeV	
Electric charge	q_o	$4.7012 \cdot 10^{-18}$	As	
Electric current	i_o	$1.1856 \cdot 10^{24}$	A	e/t_o
Magnetic moment	μ_{oe}	$1.5485 \cdot 10^{-46}$	Am^2	Bohr geometry
Magnetic moment	μ_{op}	$3.8208 \cdot 10^{-46}$	Am^2	Radial geometry
Temperature	T_o	$3.55 \cdot 10^{22}$	K	

Kaksoistaso = viereisten tasojen energioiden summa

Peter J. Mohr and Barry N. Taylor, *CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2002*, published in *Review of Modern Physics* **77**, 1 (2005)

$$t_o = \sqrt{\frac{hG}{c^5}}$$

$$l_o = ct_o$$

$$E_o = \frac{h}{t_o}$$

$$i_o = \frac{e}{t_o}$$

$$E_o^E = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \frac{e^2}{ct_o}$$

$$q_o^2 = 4\pi\epsilon_o hc$$

Planckin skaala

Planckin skaala on aineen rakenteen luonnollinen mittatikka, koska se määräytyy luonnonvakioista (h, c, G, ε_0).

- Hyvää: Skaala on absoluuttinen, eikä sitä voi säätää
 - paitsi säätämällä luonnonvakioiden arvoja
- Huonoa: Planckin skaala on kovin kaukana aineen rakenteesta, epähavainnollinen
 - Planckin energia on 10^{17} - 10^{22} kertaa perushiukkasten energia
 - Planckin pituus on 10^{44} - 10^{47} liian lyhyt esim. aurinkokunnan mittoihin

Geneerinen yhtälö

$$E_o = h/t_o \quad \Rightarrow \quad \text{Energiataso (3-d)} \quad \Rightarrow \quad E_n = 2^{-N/3} \cdot E_o = 2^{-n} \cdot E_o$$

$$\mu_o = \frac{e}{t_o} \pi (ct_o)^2 \quad \Rightarrow \quad \text{Magn. momentti (3-d)} \quad \Rightarrow \quad \mu_n = 2^{N/3} \cdot \mu_o = 2^n \cdot \mu_o$$

$$l_o = ct_o \quad \Rightarrow \quad \text{Pituus (3-d)} \quad \Rightarrow \quad l_n = 2^{N/3} \cdot l_o = 2^n \cdot l_o$$

$$t_o \quad \Rightarrow \quad \text{Periodi (3-d)} \quad \Rightarrow \quad t_n = 2^{N/3} \cdot t_o = 2^n \cdot t_o$$

$$T_o = h/kt_o \quad \Rightarrow \quad \text{Lämpötila (3-d)} \quad \Rightarrow \quad T_n = 2^{-N/3} \cdot T_o = 2^{-n} \cdot T_o$$

$$v_n = \frac{l_i}{t_j} = \frac{2^i l_o}{2^j t_o} = 2^{i-j} \frac{l_o}{t_o} = 2^{-n} c \quad \Rightarrow \quad \text{Nopeus (3-d)} \quad \Rightarrow \quad v_n = 2^{-N/3} \cdot c = 2^{-n} \cdot c$$

$$q_o^2 = 4\pi\epsilon_o hc \quad \Rightarrow \quad \text{Varuksen neliö (4-d)} \quad \Rightarrow \quad q_n^2 = 2^{-N/4} \cdot q_o^2 = 2^{-n} \cdot q_o^2$$

Periodin kahdentumisen seuraus:
kaikki yhtälöt ovat samaa muotoa

$$x_n = 2^{\pm n}$$

Ilmeneekö kvantittunut rakenne?

Periodin kahdentuminen

(3-d) on mielenkiintoinen, koska

- se synnyttää sarjan alenevia energiatasoja

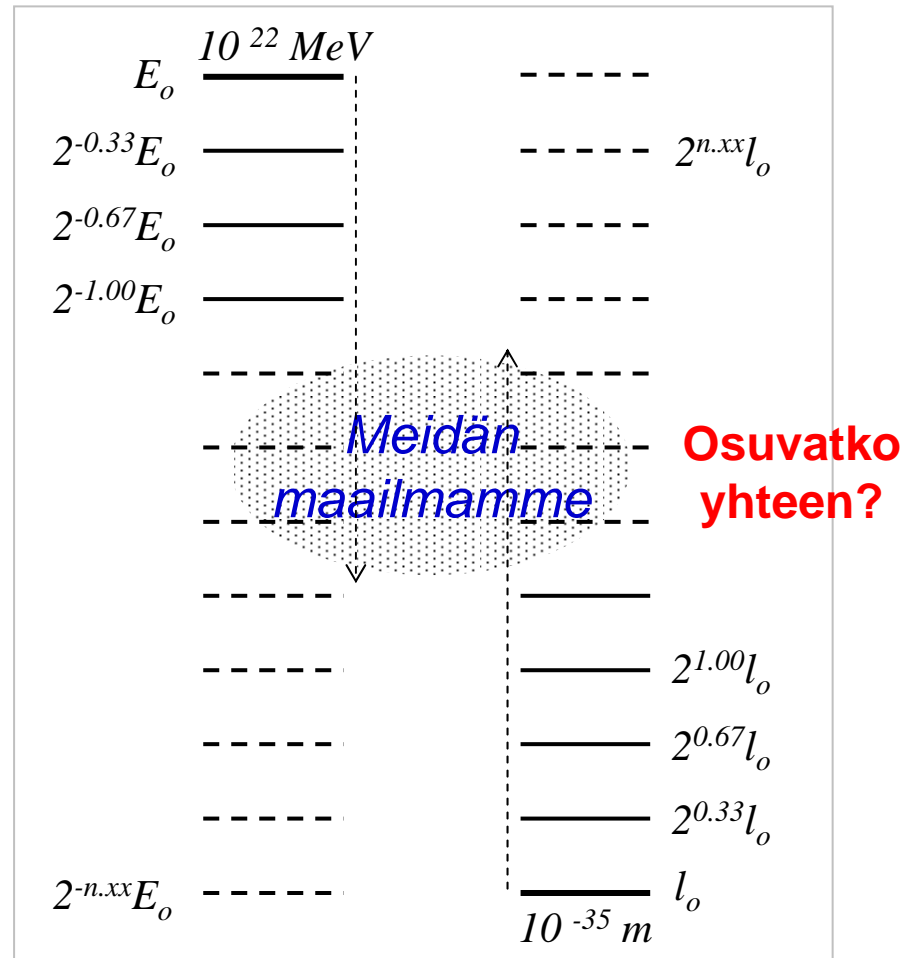
- $E_n = hf = h / (\textit{periodi} * 2^{n.xx})$

- se synnyttää sarjan kasvavia pituuksia

- $l_n = c \cdot \textit{periodi} * 2^{n.xx}$

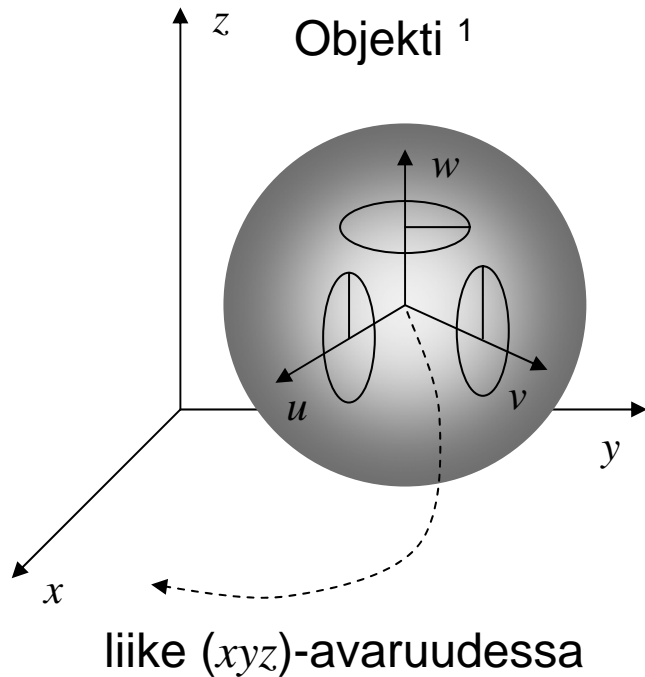
E_o = Planckin energia

l_o = Planckin pituus



Jossakin kohdassa Planckin tasot menevät maailmamme tasojen läpi

Tehdään rakenteen malli



Mallinnetaan objektin invariantteja ominaisuuksia sisäisillä rotaatioilla, joita karakterisoi **periodi**.

Perusperiodi on siis Planckin aika ($\tau = h/\text{Planckin energia}$), josta periodin kahdentuminen tuottaa esim. sarjan pieneneviä energioita ($E_n = h/\tau_n$).

A. Lehto, *On (3+3)-Dimensional Discrete Space-Time*, University of Helsinki, Report Series in Physics, HU-P-236 (1984)

A. Lehto, *Periodic Time and the Stationary Properties of Matter*, Chin. J. Phys., 28, 3, pp. 215-235 (1990)

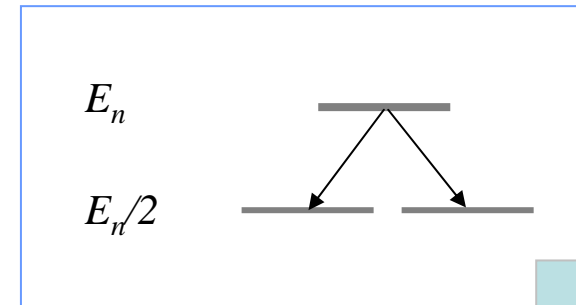
¹ esim. elektroni

Perusprosessi - parin muodostus

Oletetaan, että energia muuttuu aineeksi *parin muodostuksella*

- Planckin taso E_n puolittuu kahdeksi tasoksi $E_n/2$
- jotka materialisoituvat varautumisen avulla (ts. alkavat vuorovaikuttaa)

Esim.: Planckin taso E_n halkeaa tasopariksi



ei vielä varauksia

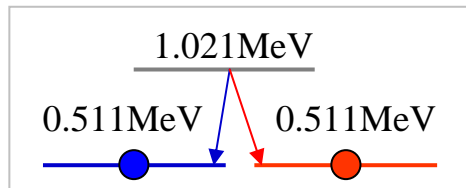
Jos $N = 224$, niin

$$E_n = 2^{\frac{224}{3}} \cdot E_o = 1.021 MeV$$

- e-p parin (varaukseton) 3-d energia-taso
- seuraava askel: laitetaan tasolle varaus

Elektroni-positroniparin lepoenergia

Kokonaisenergia = Planckin energia + varausten Coulombin energia:



$$E_n = 2^{-n} \left(E_0 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{l_0} \right)$$

Planckin energia	1.0206 MeV
Coulomb energia	0.0012 MeV
<hr/>	
Yhteensä	1.021804 MeV
Mitattu	1.021998 MeV
Ero	194 eV

Parin $n = N/3 = 224/3$

Magneettinen momentti μ

Planckin skaalan magneettiset momentit

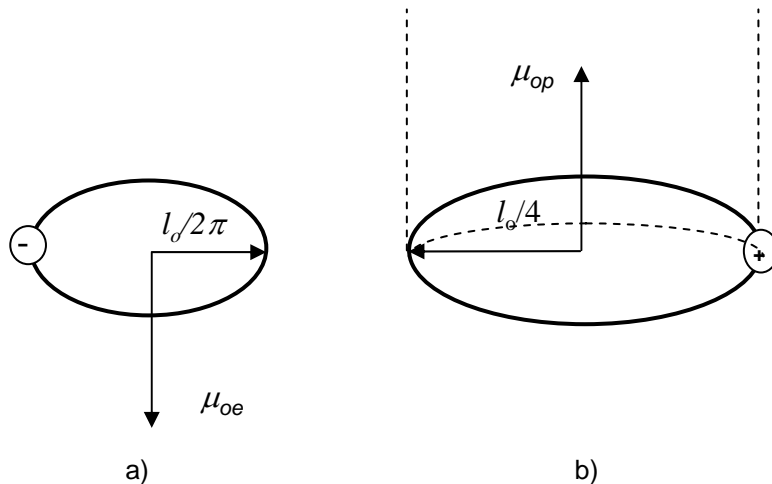


Fig. 1. Planckin skaalan magneettiset momentit. a) Bohr-tyyppinen (kehä = l_o) ja b) säteistyyppinen (potentiaalikuopan perustila, leveys $l_o/2$, l_o = Planckin pituus).

Klassinen määritelmä

$$\mu = iA \quad \text{ja} \quad i = \frac{e}{t}$$

a) Bohr-tyyppinen geometria

$$\mu_{oe} = \frac{e}{t_o} \pi \left(\frac{l_o}{2\pi} \right)^2 = \frac{1}{4\pi} \cdot ec^2 t_o$$

$$\mu_{oe} = 1.5485 \cdot 10^{-46} \text{ (Am}^2\text{)}$$

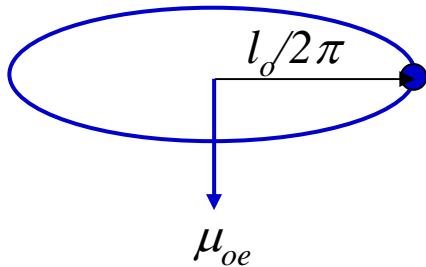
b) Säteistyyppinen geometria

$$\mu_{op} = \frac{e}{t_o} \pi \left(\frac{l_o}{4} \right)^2 = \frac{\pi}{16} ec^2 t_o$$

$$\mu_{op} = 3.8208 \cdot 10^{-46} \text{ (Am}^2\text{)}$$

Elektronin magneettinen momentti μ_e

Bohr-tyyppinen geometria ja edelleen $N = 224$ (sama kuin energialle)



$$\mu_n = 2^{N/3} \cdot \mu_o = 2^n \cdot \mu_o$$

$$N=224: \mu = 4.643 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$$

$$N=227: \mu = 9.286 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$$

$$\text{Mitattu: } \mu = 9.285 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$$

- Elektronin *lepoenergia* ja *magneettinen momentti* tulevat *samanmuotoisista faasiavaruuden 3-d rakenteista* $N = 224$ tilavuuden kahdentumisella.

Alkeisvaraus e

Koska *energia* ($=h/\text{period}$) on verrannollinen varauksen neliöön, niin lasketaan suhde e^2 / q_o^2 ($q_o^2 = 4\pi\epsilon_0 hc$ on Planckin varauksen neliö).
Havaittu kahdennusten lukumäärä n on:

$$n = \log\left(\frac{e^2}{q_o^2}\right) / \log(2) = -9.7499 \cong -\frac{39}{4} \quad (4-d!)$$

Alkeisvarauksen neliöksi tulee:

$$e^2 = 2^{-\frac{39}{4}} \cdot q_o^2$$

Jonka neliöjuuri on $e = \pm 1.60213 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

- suositusarvo on $e=1.60218 \cdot 10^{-19} \text{ As}$
- vastaava faasiavaruuden (energia)objekti on 4-d

Hienorakennevakio

Sähköistä voimavakiota kutsutaan *hienorakennevakioiksi alfa*.
Määritelmä on:

$$\alpha = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc} = 2\pi \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 hc} = 2\pi \left(\frac{e^2}{q_0} \right) = 2\pi 2^{-9.75}$$

Paljas luku,
joka tulee
faasiavaruuden
geometriasta.

$$\alpha^{-1} = \frac{1}{2\pi} 2^{39/4} = 137.045$$

- 66 ppm ero suositusarvoon (137.036)

Massakeskittymät

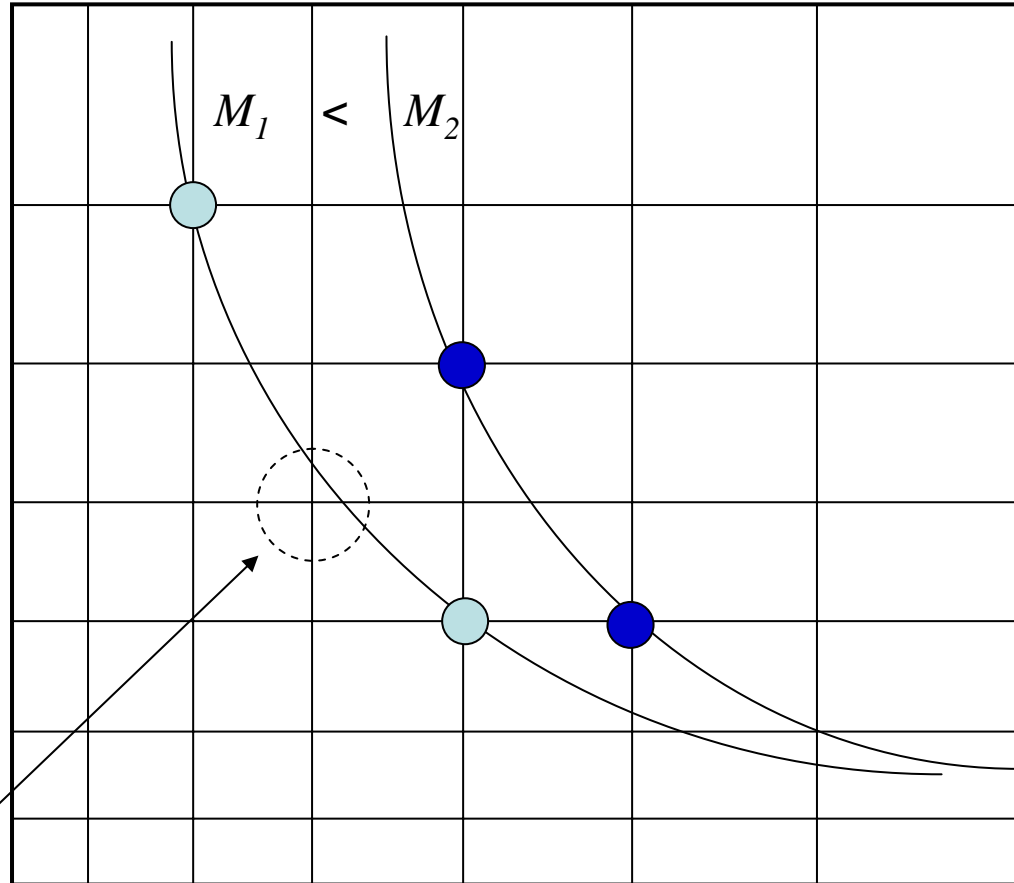
Kepler

$$v = \sqrt{\frac{GM_{\text{keskusmassa}}}{r}}$$

Massan pitäisi kasaantua sinne, missä yo. hyperbeli ohittaa hilapisteen lähietäisyydeltä

Sallittu säde, nopeusehto ei toteudu

Ratanopeus v_m



Radan säde r_m

Malli

$$r_m = 2^m r_0$$

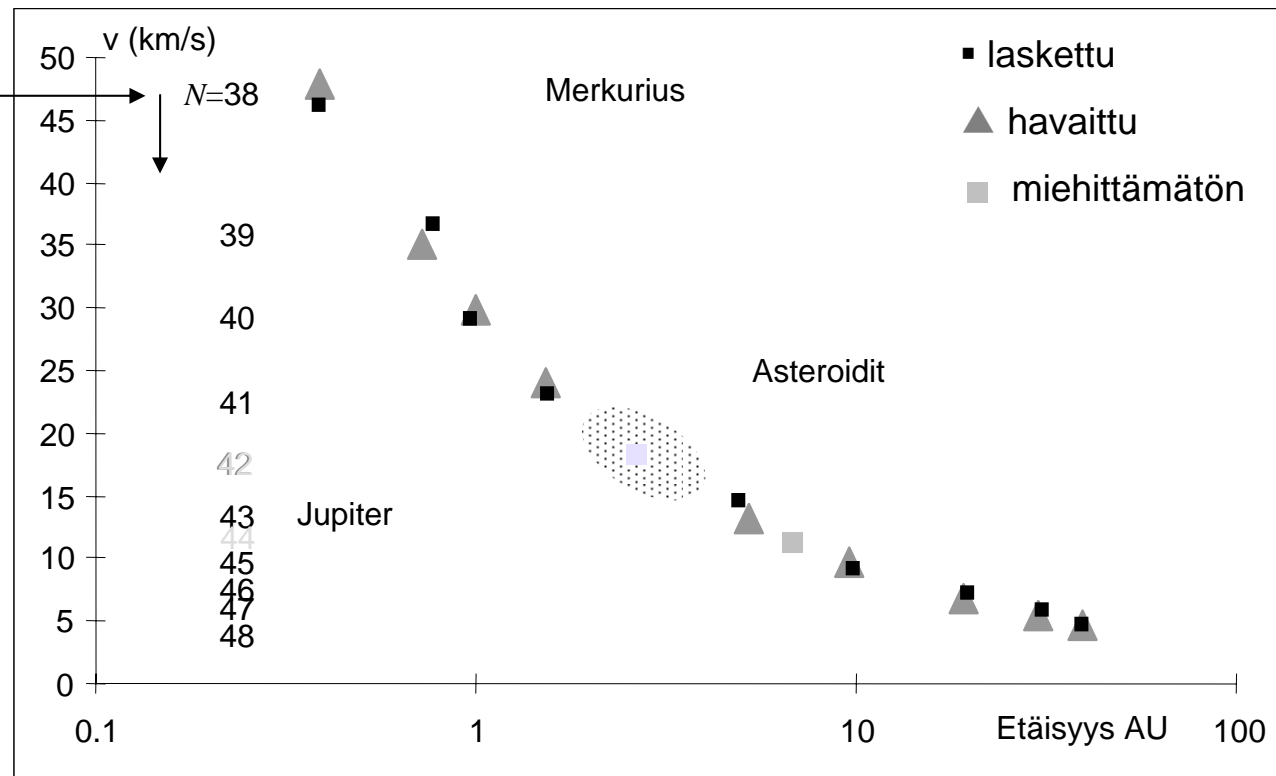
$$v_n = 2^{-n} c$$

(kuvan hila)

Aurinkokunta

Ratanopeus isoakselilla vs. isoakseli

Peräkkäiset kahdentumiset



$$v_n = 2^{-N/3} \cdot c = 2^{-n} \cdot c$$

$$r_m = 2^{M/3} \cdot r_o = 2^m \cdot r_o$$

55 Cancri eksoplaneettajärjestelmä

55 Cancrin etäisyys meistä on 13.4 pc ja se sijaitsee Ravun tähtikuviossa.

Radius (m)	n (obs)	n (theor)
$5.60 \cdot 10^9$	146.63	146.67
$1.80 \cdot 10^{10}$	148.32	148.33
$3.59 \cdot 10^{10}$	149.31	149.33
$1.17 \cdot 10^{11}$	151.01	151.00
$8.68 \cdot 10^{11}$	153.91	154.00

Desimaaliosat muotoa 0 , $1/3$ ja $2/3$

NASA: Exploring the Universe. *Scientists Discover Record Fifth Planet Orbiting Nearby Star.*
[Http://www.nasa.gov/vision/universe/newworlds/exoplanet-20071106.html](http://www.nasa.gov/vision/universe/newworlds/exoplanet-20071106.html). Cited 8 Nov 2007 (2007)

Galaksien kvantittuneet punasiirtymät

W.G. Tifft (University of Arizona) on mitannut galaksien punasiirtymiä yli 25 vuotta käyttäen aluksi optisia havaintoja ja myöhemmin radioteleskooppeja.

$$v_n = 2^{-n} \cdot c$$

lab
hav



Suurilla radioteleskoopeilla saavutetaan 21 cm aallonpituudella punasiirtymien mittaukseen huomattavasti suurempi tarkkuus kuin optisilla havainnoilla. Tifft on havainnut hyvällä S/N suhteella, että punasiirtymät eivät ole pelkästään kvantittuneet, vaan ne myös muuttuvat 15-20 vuoden kuluessa.

Kvantittumisen ovat vahvistaneet Napier ja Guthrie 1996 ja Napier 2003.

W.G. Tifft, *Evidence for quantized and variable redshifts in the CBR rest frame*, *Astrophysics and Space Science*, 244, 29 (1996)

B.N.G. Guthrie and W.M Napier, *Redshift periodicity in the Local Supercluster*, *Astron. Astrophys.* 310, 353-370 (1996)

W.M. Napier, *A statistical evaluation of anomalous redshift claims*, *Astrophysics and Space Science* 285: 419-427 (2003)

Teoriaa

Lähdetään epälineaarista $-1/r$ – potentiaalista:

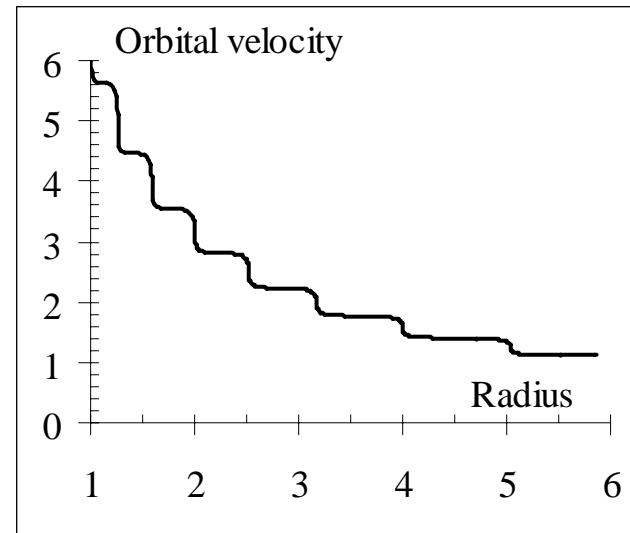
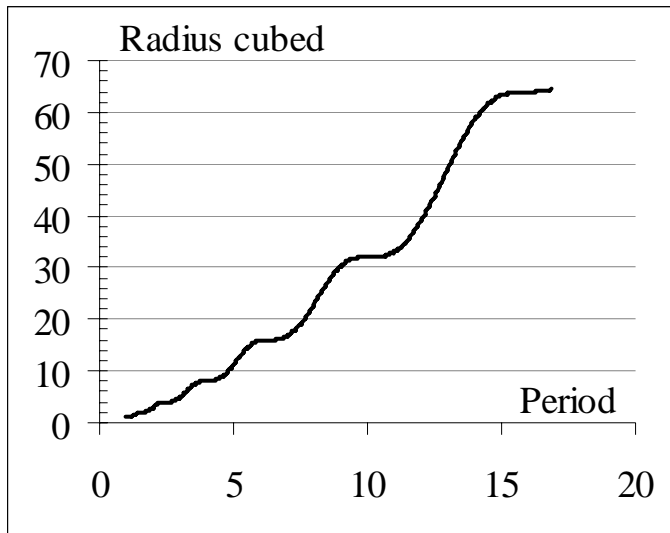
Siitä ja sen gradientista $1/r^2$ voidaan johtaa

$$\frac{d^2 r}{d\tau^2} = -\frac{a}{\tau^2} r$$

joka on muodollisesti harmoninen oskillaattori $\frac{d^2 y}{dt^2} = -ky$
jonka jousivakio on a/τ^2

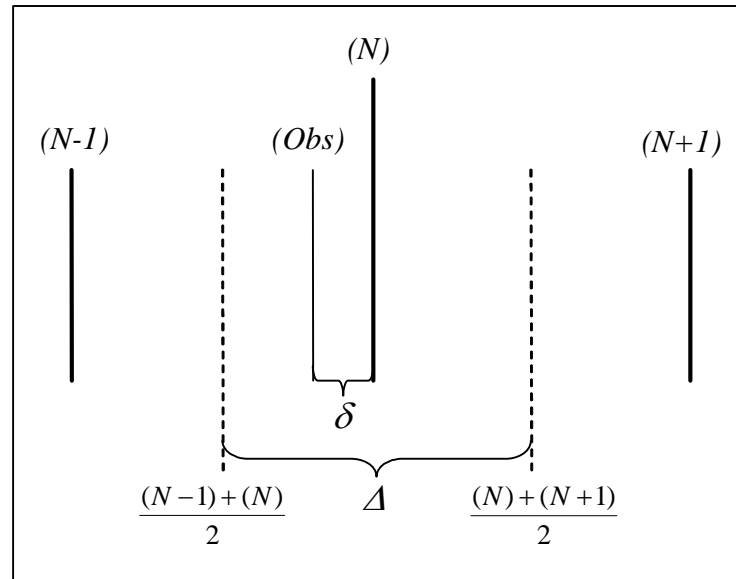
Teoriaa

Numeerinen ratkaisu antaa kahdentuvan tilavuuden r^3 periodin τ kasvaessa! Ratanopeudet kvantittuvat.



Tilavuuksien r^3 suhde on 2^N . Tilavuus voi yhtä hyvin olla mikä tahansa em. faasiavaruuden tilavuus!

Havaintojen ja mallin yhteensopivuus?



Δ on teoreettiseen arvoon (N) liittyvä väli ja δ havaintoarvon (Obs) etäisyys teoreettisesta arvosta (N) .

Luku $Q=\delta/\Delta$ kertoo kuinka lähellä havaittu arvo on teoreettista arvoa suhteessa teoreettiseen väliin.

Mitatut ja teoreettiset arvot

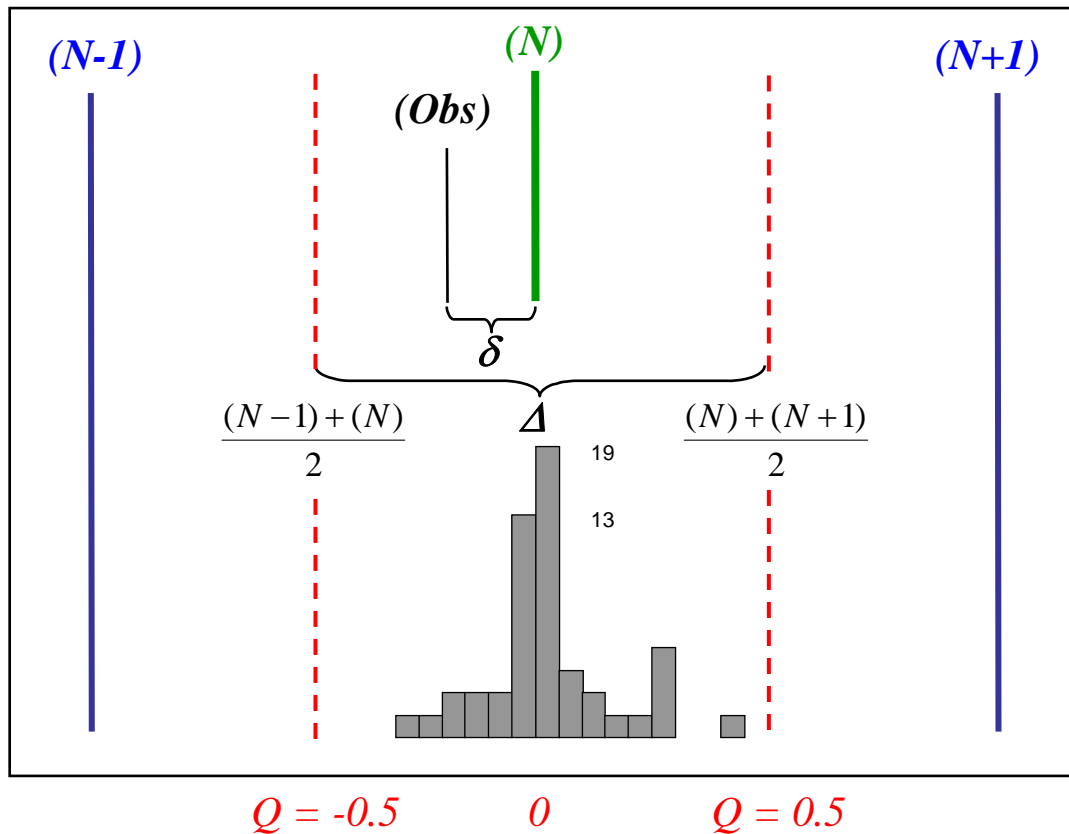
Observable	(<i>N-1</i>)	(<i>N</i>)	(<i>Obs</i>)	(<i>N+1</i>)	<i>Q</i>	#dim
e^2	2.1584E-38	2.567E-38	2.567E-38	3.052E-38	-0.0004	4
1/alpha	115.240649	137.045	137.036	1.630E+02	0.0004	4
Electron magnetic moment	7.37E-24	9.29E-24	9.29E-24	1.170E-23	0.0005	3
Proton magnetic moment	1.12E-26	1.410E-26	1.411E-26	1.776E-26	-0.0030	3
Neutron magnetic moment	7.66E-27	9.656E-27	9.662E-27	1.217E-26	-0.0026	3
Electron rest energy	0.4055	0.5109	5.11E-01	0.6437	-0.0008	3
Proton rest energy	744.75	938.32	938.27	1182.21	0.0002	3
Neutron rest energy	745.77	939.61	939.57	1183.83	0.0002	3
Fig. 15 vertex	1576.68	1875	1877	2229.76	-0.0061	4
Fig. 15 vertex	697.52	829.5	828	986.45	0.0104	4
Fig. 15 vertex	348.80	414.8	414.2	493.28	0.0083	4
π -pair	234.36	278.7	279.2	331.43	-0.0103	4
K-pair	829.12	986	987	1172.56	-0.0058	4
D-pair	3152.52	3749	3739	4458.34	0.0153	4
F-pair	3318.18	3946	3937	4692.61	0.0131	4
B-pair	8916.87	10604	10559	12610.35	0.0244	4
π -triplet	348.80	414.8	414.2	493.28	0.0083	4
K-triplet	1181.05	1488	1485	1874.76	0.0086	3
21 cm spin flip	16.70	21.04	21.12	26.51	-0.0163	3
3 K CBR	2.19	2.76	2.73	3.48	0.0466	3
Mercury semimaj (AU)	0.307	0.387	0.387	0.487	-0.0067	3
Venus	0.614	0.773	0.723	0.974	0.2758	3
Earth	0.773	0.974	1	1.227	-0.1145	3
Mars	1.23	1.55	1.52	1.95	0.0610	3
Jupiter	3.90	4.91	5.20	6.18	-0.2587	3
Saturn	7.79	9.82	9.58	12.37	0.1027	3
Uranus	15.58	19.63	19.23	24.73	0.0874	3
Neptune	24.74	31.17	30.1	39.27	0.1473	3
Pluto	31.17	39.27	39.48	49.48	-0.0229	3
Mercury velocity (km/s)	36.62	46.14	47.87	58.13	-0.1609	3
Venus	29.07	36.62	35.02	46.14	0.1874	3
Earth	23.07	29.07	29.78	36.63	-0.1048	3
Mars	18.31	23.07	24.08	29.07	-0.1878	3
Jupiter	11.53	14.53	13.07	18.31	0.4311	3
Saturn	7.27	9.16	9.69	11.54	-0.2482	3
Uranus	5.77	7.27	6.81	9.16	0.2714	3
Neptune	4.58	5.77	5.43	7.27	0.2528	3
Pluto	3.64	4.58	4.67	5.77	-0.0843	3
55 Cancri e semimaj (km)	4.55E+09	5.74E+09	5.70E+09	7.23E+09	0.0273	3
b	1.45E+10	1.82E+10	1.72E+10	2.29E+10	0.2385	3
c	2.89E+10	3.64E+10	3.59E+10	4.59E+10	0.0618	3
f	9.18E+10	1.16E+11	1.17E+11	1.46E+11	-0.0503	3
d	7.34E+11	9.25E+11	8.63E+11	1.17E+12	0.2882	3

$Q = \delta / \Delta$ histogrammi

vier. pienempi
teor. arvo

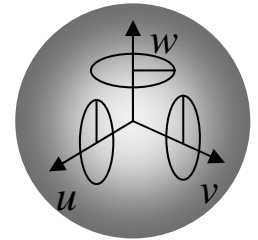
lähin teor.
arvo

vier. suurempi
teor. arvo



Mitkä ovat viestit?

1. On mahdollista, että aineen invariantit ja pitkäikäiset rakenteet syntyvät yksinkertaisimmalla tavalla
 1. jotakin on
 2. se jokin kahdentuu
2. Yksinkertaisesta tulee monimutkaista, kun prosessi on epälineaarinen
3. Aineen invariantteja ominaisuuksia voidaan kuvata mallilla, jossa on neljä sisäistä vapausastetta



Mitkä ovat viestit?

4. Esiintyy erityisiä $N:n$ arvoja (kokonaislukujen osajoukko, jota ei tässä lyhytesityksessä johdettu), joita vastaavat rakenteet ovat erityisen stabiileja
5. $1/r$ potentiaaliin perustuvalla differentiaaliyhtälöllä on (faasiavaruuden) tilavuuden kahdentava ratkaisu
6. Havaintoja voidaan kuvata geneerisellä yhtälöllä:

$$\textit{Havainto} = 2^{\pm n} \cdot \textit{Planckin skaalan yksikkö}$$

($n=N/3$ tai $n=N/4$ riippuen objektin sisäisten vapausasteiden määrästä)



Tarinan loppu, kiitos !