



Komeettojen rata- ja kirkkausparametreista

Aurinkokuntatapaaminen 12.2.2023

Veikko Mäkelä

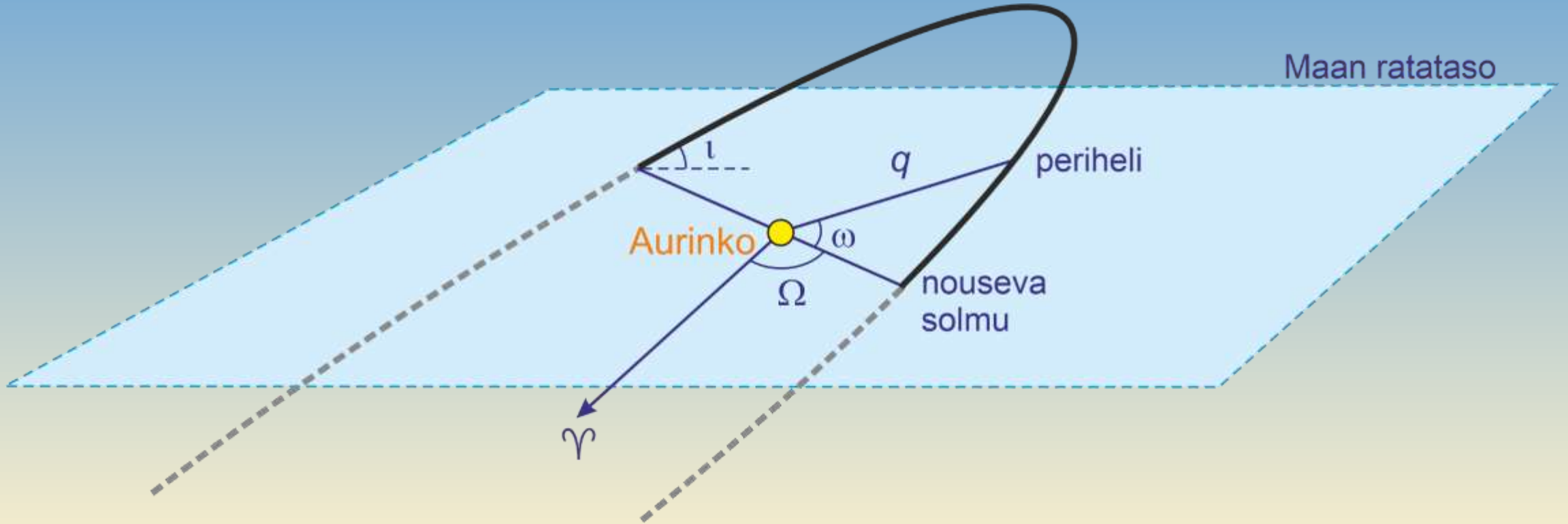
Ursa / Asteroidit ja komeetat -ryhmä

Parametreista – Mitä ihmettä?

T τ q i Δ m_1 H_0 G
 ω Ω e R ε m_2 m_0 g k α

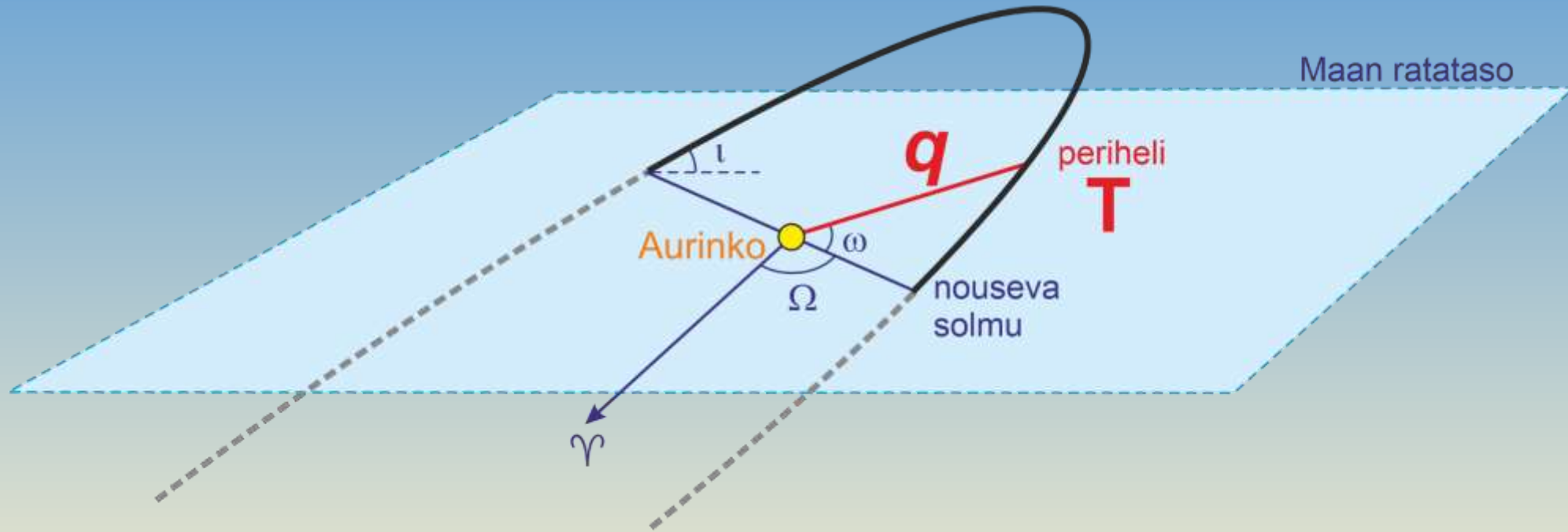
- Tähtiharrastaja saattaa komeettojen tietoja selaillessa törmätä joukkoon käsitteitä ja kirjainlyhenteitä
- Mitä nämä kertovat ja mitä näistä saattaisi olla hyvä tietää?

Komeetan rata



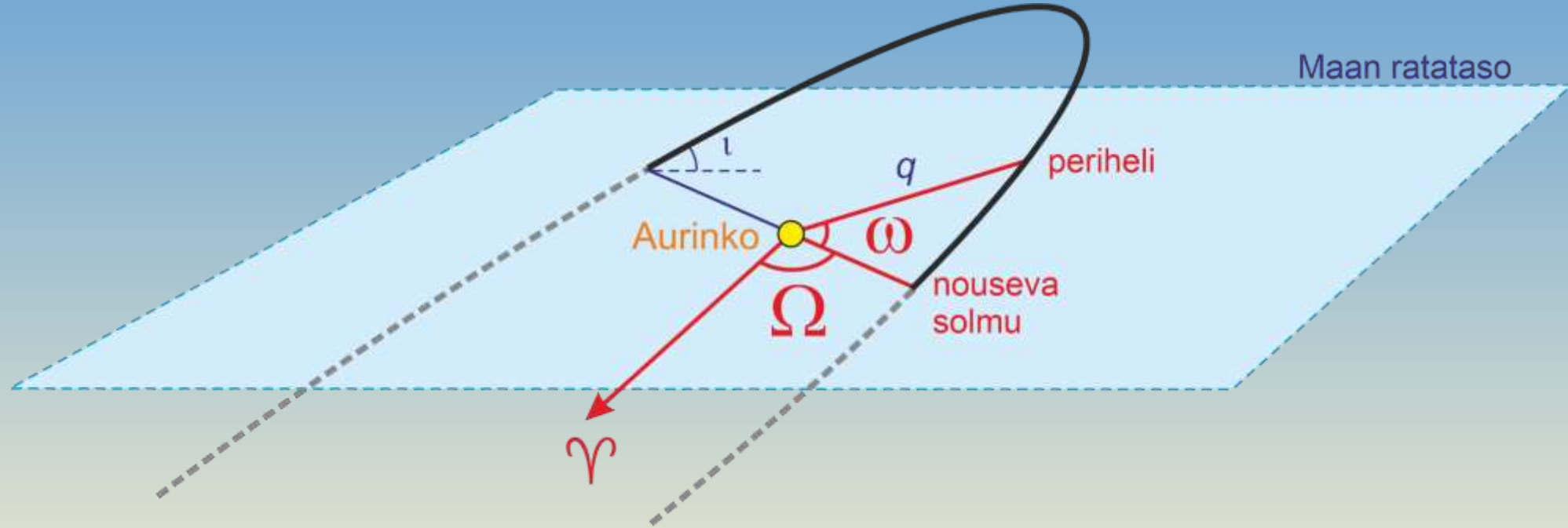
- Taivaankappaleen radan asentoa ja muotoa kuvataan muutamalla rata-arvolla eli rataelementillä: T , q , Ω , ω , i , e
- Aurinkokunnan kappaleilla vertailutasona on Maan ratataso ja suunta kevättasauspisteen suunta (γ)

Periheli



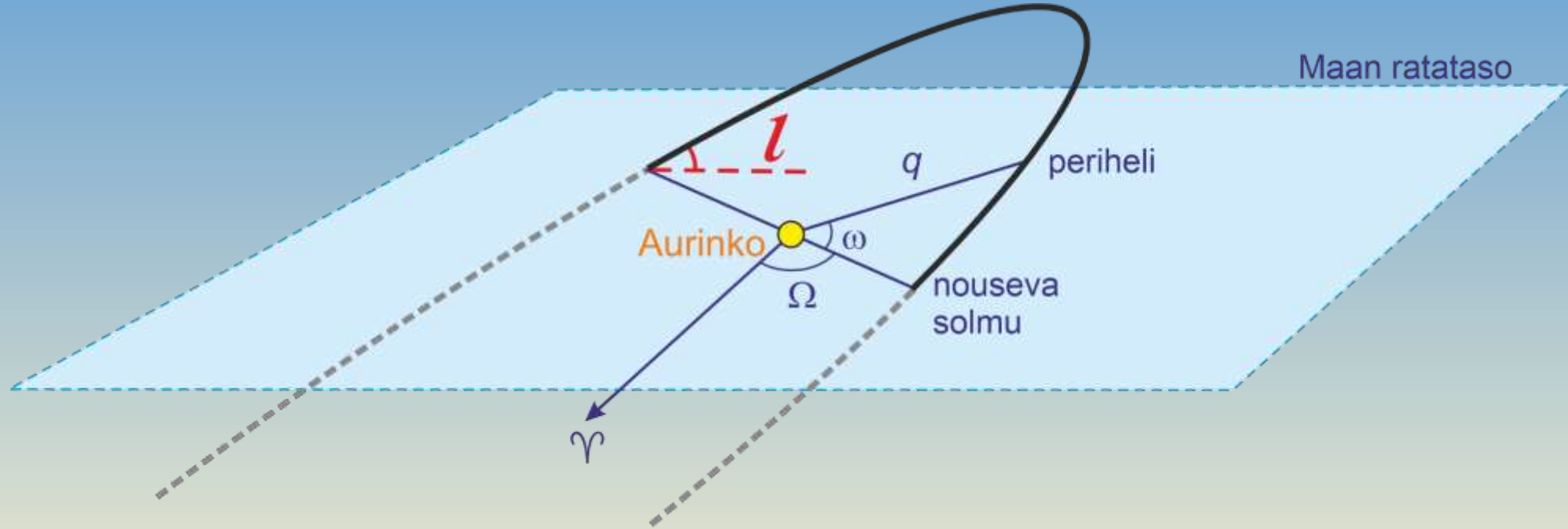
- Komeetan radan lähin piste Aurinkoon
- T (τ) = *periheli aika*, hetki jolloin komeetta on lähimmillään Aurinkoa (pvm tai J.D.)
- q = *perihelietäisyys*, komeetan etäisyys Auringosta perihelin hetkellä, astronomisina yksikköinä (au)
 - $q < 1$, periheli Maan radan sisäpuolella
 - $q > 1$, periheli jää Maan radan ulkopuolelle

Perihelin suunta



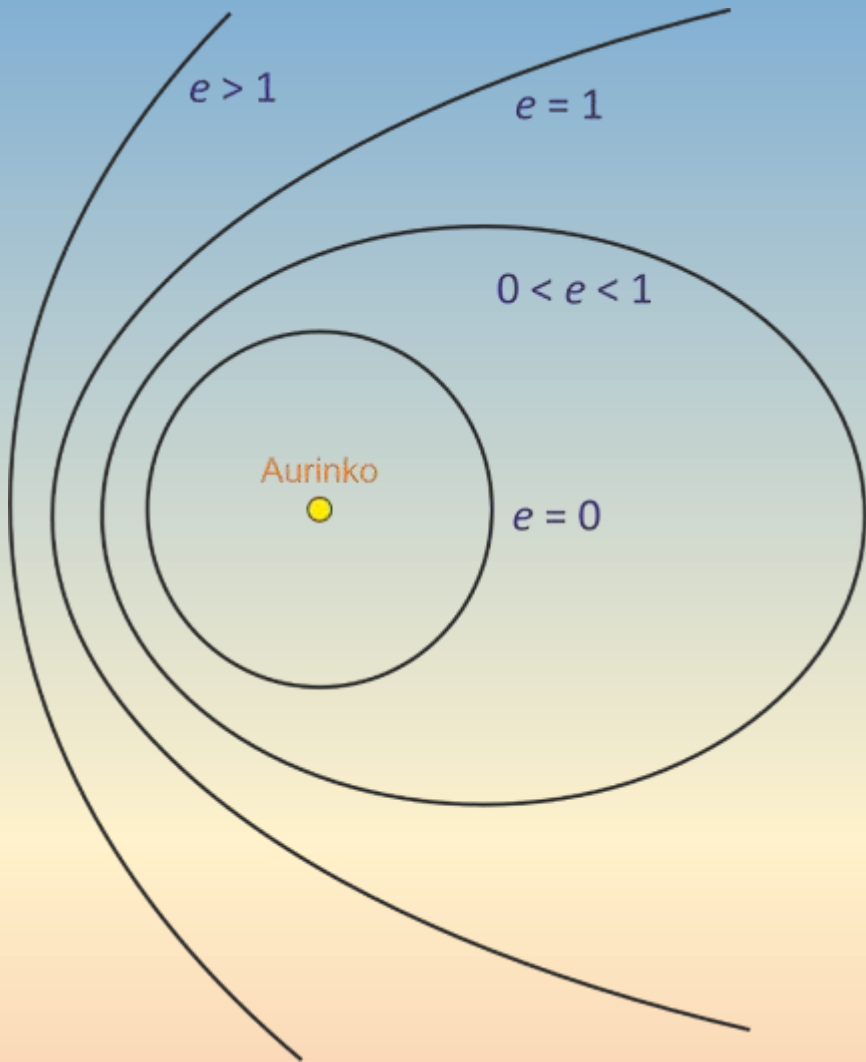
- Perihelin suuntaa suhteessa Maan ratatasoon ja kevättasauspisteen suuntaan kuvataan elementeillä:
- Ω = *nousevan solmun pituus*, kulma kevättasauspisteen suunnasta pisteeseen, jossa komeetan rata nousee Maan ratatason pohjoispuolelle (= nouseva solmu)
- ω = *perihelin argumentti*, kulma nousevasta solmusta perihelipisteeseen

Radan kaltevuus



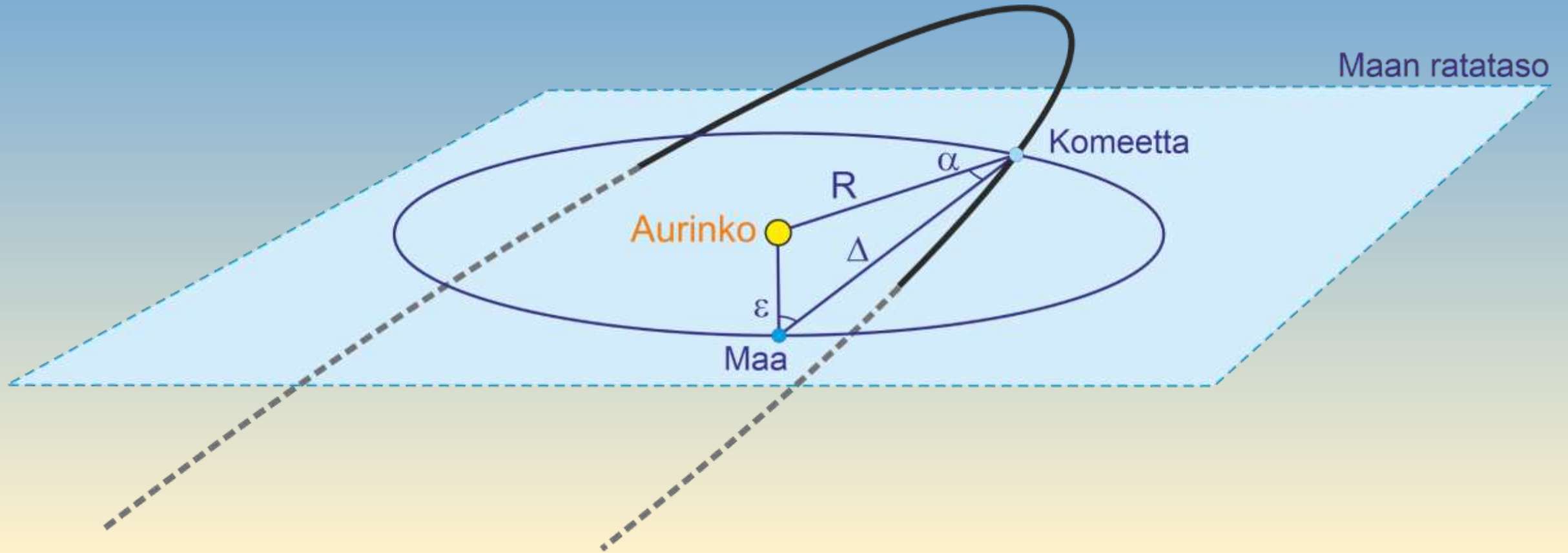
- i (i) = *inklinaatio*, komeetan radan kaltevuus Maan ratatasoon nähden
 - $i \approx 0^\circ$ tai 180° , komeetta rata on lähes sama kuin Maan ratataso eli kulkee taivaalla ekliptikan lähellä
 - $i = 90^\circ$, komeetan rata on kohtisuorassa Maan ratatasoa vastaan
 - $0^\circ < i < 90^\circ$, komeetta kiertää Aurinkoa samaan suuntaan kuin planeetat
 - $90^\circ < i < 180^\circ$, komeetta kiertää Aurinkoa vastakkaiseen suuntaan kuin planeetat

Radan muoto



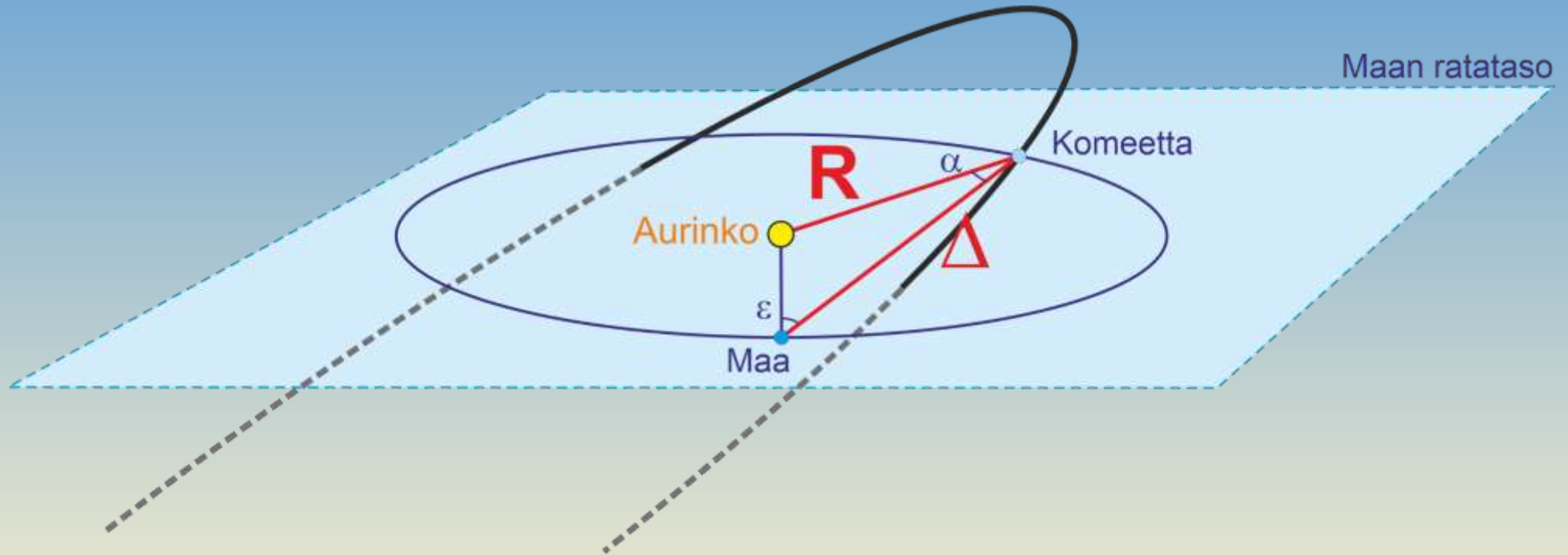
- $e = \text{eksentrisyys}$, kuvaa radan epäkeskisyyttä ja muotoa
 - $e = 0$, ympyrärata
 - $0 < e < 1$, elliptinen rata eli jaksollinen komeetta
 - $e = 1$, parabolinen rata
 - $e > 1$, hyperbolinen rata
- Parabolisilla ja hyperbolisilla radoilla olevat komeetat ovat ei-jaksollisia, eli eivät palaa takaisin aurinkokunnan sisäosiin
 - Komeetta lähtöisin Oortin pilvestä ja erityisesti hyperbolisilla radoilla ovat jopa interstellaarisia
- Esimerkkejä:
 - 29P/Schwassmann-Wachmann, $e = 0,045$
 - 9P/Tempel, $e = 0.51$
 - C/1996 B2 (Hyakutake), $e = 0,99989$
 - 1I/'Oumuamua, $e = 1,20$

Komeetan paikka ja suunta



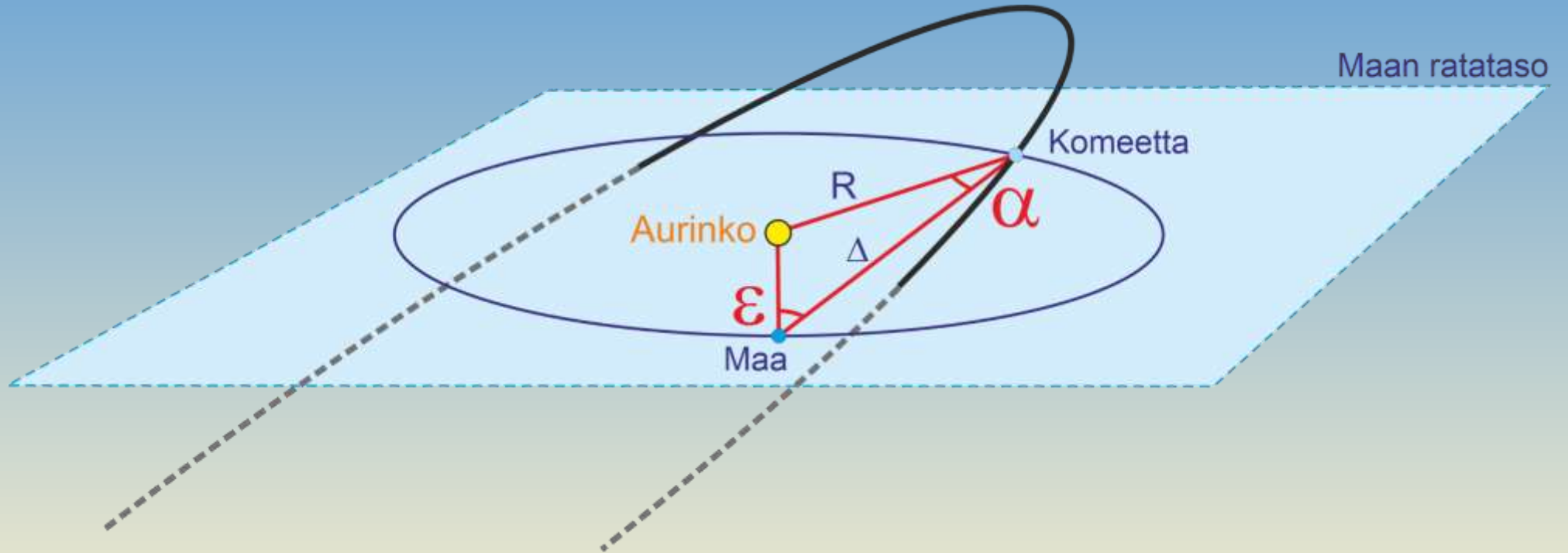
- Komeetan paikkaa ja suuntaa Auringon ja Maan suhteen kuvataan parametrein:
 $R, \Delta, \alpha, \epsilon$

Komeetan etäisyys



- Komeetan etäisyyttä Auringosta ja Maasta kuvataan seuraavilla parametreilla:
- **R** (**r**) = komeetan etäisyys Auringosta, yksikkönä au,
 - $R > 1$ au, komeetta on Maan radan ulkopuolella
 - $R > 1,54$ au Marsin radan ulkopuolella, $R > 5,2$ au Jupiterin radan ulkopuolella
- Δ = komeetan etäisyys Maasta, yksikkönä au
- Nämä hyödyllisiä mm. kirkkausennusteen määrittelyssä

Komeetan suuntakulmat



- Komeetan, Maan ja Auringon välisiä kulmia kuvataan seuraavasti:
- ϵ = *elongaatio*, kulma Aurinko–Maa–komeetta, kertoo komeetan kulmaetäisyyden Auringosta taivaalla,
 - merkityksellinen näkyvyyden arvioinnin kannalta, pienillä elongaatioilla vaalealla taivaalla
- α = *vaihekulma*, kulma Aurinko-komeetta-Maa

Komeetan kirkkaus

- Komeetalle on yleensä määritelty:
 - m_1 = kokonaismagnitudi, yleensä koman ja ytimen yhteiskirkkaus, ehkä myös pyrstöä
 - m_2 = ytimen kirkkaus
- Komeetan kirkkauden kehitykselle määritelty empiirinen kaava:
 - $m_1 = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5 n \log R$
 - $m_0 (H_0)$ = absoluuttinen magnitudi, komeetan, jos se olisi teoreettisesti 1 au:n etäisyydellä sekä Auringosta että Maasta
 - Δ = komeetan etäisyys Maasta, etäisyyden vaikutus magnitudiin on geometrinen eli mitä kauempana kohde, sitä himmeämmältä näyttää ja päinvastoin
 - R = komeetan etäisyys Auringosta, etäisyyden vaikutus perustuu pääosin komeetan pöly- ja kaasutuoton aktivoitumiseen komeetan lähestyessä Aurinkoa
 - n = komeettakohtainen kerroin, uusille komeetoille annetaan yleensä $n = 4$

Kaksi kirkkausparametrijärjestelmää

- **HG-järjestelmä:**
 - $m_1 = H + 5 \log \Delta + 2,5 G \log R$
 - eli $H = m_0$ ja $G = n$
- **gk-järjestelmä:**
 - $m_1 = g + 5 \log \Delta + k \log R$
 - eli $g = m_0$ ja $k = 2,5 n$
- HG-järjestelmää käyttävät mm.:
 - MPC-formaatti (Minor Planet Center), SkyMap, Guide, xephem, MyStars, SkyChart, SkyTools, TheSky
- gk-järjestelmää käyttävät mm.:
 - Starry Night, DeepSpace, PC-TCS, ECU, MegaStar, Autostar, Cartes du Ciel

Yhteenveto parametrien merkintätavoista

Parametri	lyh.	muu lyh.	MPC	JPL Horizons	Yoshida	COBS	Van Buitenen
Periheliaika	T	τ	T	TP	T	T	T
Perihelietäisyys	q		Q	QR	q	q	q
Nousevan solmun pituus	Ω		Node	OM	Node	Ω	Ω
Perihelin argumentti	ω		Peri.	W	Peri.	ω	Ω
Inkлинаatio	i	i	Incl.	IN	Incl.	i	i
Eksentrisyys	e		E	EC	e	e	e
Etäisyys Auringosta	R	r	R	r	r	r	radius
Etäisyys Maasta	Δ	d	Delta	delta	d	Delta	delta
Elongaatio	ε		Elong. ; El.	S-O-T		Elong	elong
Vaihekulma	α		Phase ; Ph.	Phi ; S-T-O		Phase	phase
Kokonaiskirkkaus	m_1		m1	T-mag	m1	Mag	magn
Ytimen kirkkaus	m_2		M2	N-mag			
Absoluuttinen magnitudi	m_0	H ; H_0 ; g	H	M1		H_0	
Kirkkauskerroin	n	G	G			n	
Kirkkauskerroin	2,5 n	k		K1			

MPC = Minor Planet Center; Yoshida = www.aerith.net; COBS = Comet Observation Database cobs.sj; Van Buitenen = astro.vanbuitenen.nl