# 5 Planeettojen ja satelliittien liike

## ESIMERKKI 2 s 47

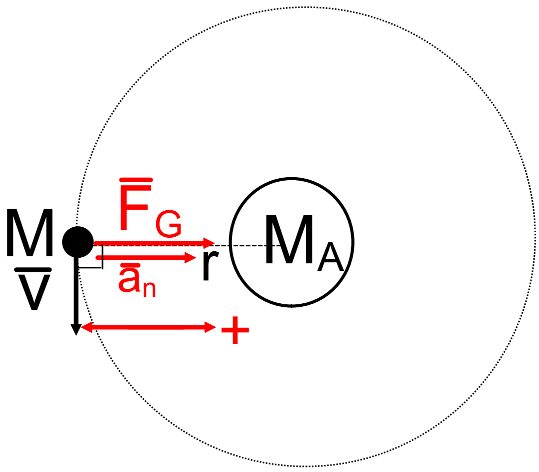
Maapallon kiertoaika Auringon ympäri

Oletukset:

- tasainen ympyräliike (r = vakio ja v = vakio)
- Aurinko pysyy paikallaan Maan radan

keskipisteessä (Tämä ei pidä ihan tarkalleen paikkaansa.)

helmi 5-9:00




Liikeyhtälö: $\bar{F}_G = M\bar{a}_n$

Skalaariyhtälö: $F_G = \dfrac{Mv^2}{r}$

helmi 5-9:03

$$\frac{\gamma M_A \cancel{M}}{\cancel{r^2}} = \frac{\cancel{M} v^2}{\cancel{r}} \quad |:M \quad |\cdot r$$

$$\frac{\gamma M_A}{r} = v^2 \quad |\text{Tasainen ympyräliike: } v = 2\pi r/T$$

$$\frac{\gamma M_A}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} \qquad \gamma M_A T^2 = 4\pi^2 r^3 \quad |:\gamma M_A$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{\gamma M_A} \quad |\sqrt{\phantom{x}}$$

Tämä on Keplerin
III lain mukainen tulos

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{\gamma M_A}}$$

$$= \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot (149{,}6 \cdot 10^9)^3 \cancel{m^3}}{6{,}67259 \cdot 10^{-11} \frac{\cancel{kg} \cancel{m^2}}{s^2 \cancel{kg^2}} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30} \cancel{kg}}}$$

$$\approx 31{,}558 \cdot 10^6 s \approx 365d{,}2d.$$

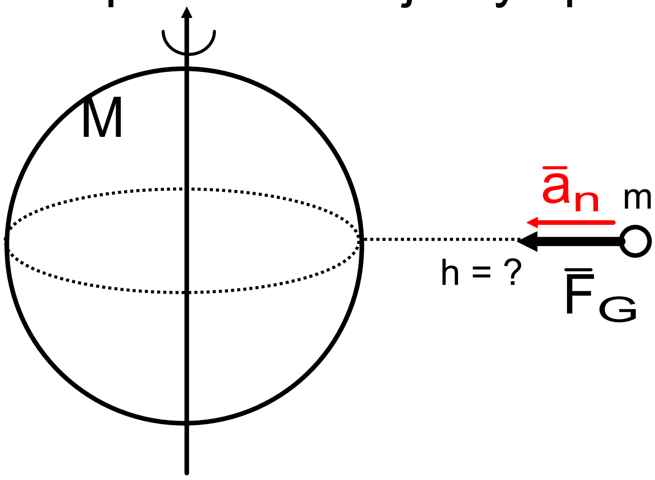
joulu 19-13:15

# ESIMERKKI 3: Geostationäärinen satelliitti

- sijaitsee päiväntasaajan yläpuolella
- kiertää maapallon samassa ajassa kuin maapallo pyörähtää yhden kierroksen
- näyttää olevan Maasta katsottuna paikallaan
- kuinka korkealla se on?

helmik. 13-16.19

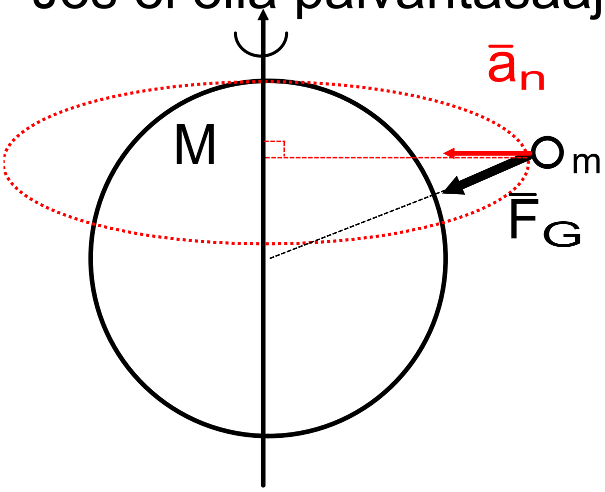
# Miksi päiväntasaajan yläpuolella?




Ainoastaan päivän-tasaajalla normaali-kiihtyvyys ja gravitaatiovoima ovat samansuuntaisia.

helmik. 13-16.19

# Jos ei olla päiväntasaajalla...

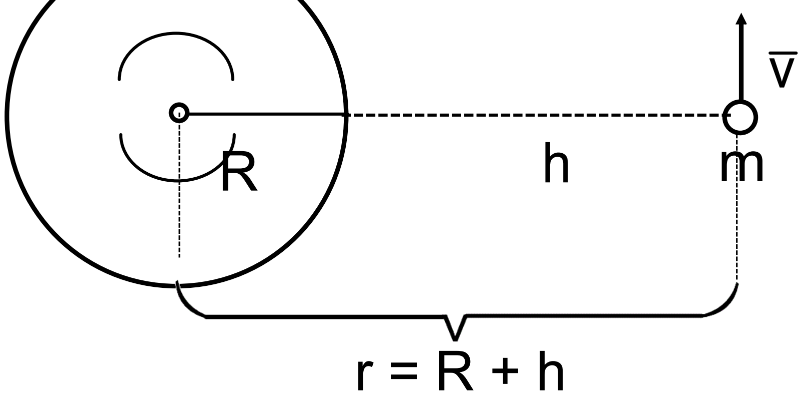



Gravitaatiovoima osoittaa maapallon keskipisteeseen ja normaalikiihtyvyys ratatason keski-pisteeseen eli

$$\bar{F}_G \nparallel \bar{a}_n$$

helmik. 13-16.19

# Pohjoisnavalta katsottuna...




maalisk. 12-17.03

Liikeyhtälö: $\overline{F}_G = m\overline{a}_n$ eli

$$\frac{\gamma Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Sijoitetaan $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ ,

jolloin saadaan sievennyksen jälkeen kaava

$$\frac{\gamma Mm}{r^2} = \frac{m4\pi^2 r^2}{rT^2} \quad |:m \;|\cdot r^2 \quad \text{eli}$$

$$\gamma M = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2}$$

maalisk. 12-17.11

Satelliitin etäisyys maapallon keskipisteestä on

$$r = \sqrt[3]{\frac{T^2 \gamma M}{4\pi^2}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{(86164{,}1\,s)^2 \cdot 6{,}67428 \cdot 10^{-11} Nm^2/kg^2 \cdot 5{,}974 \cdot 10^{24}\ kg}{4\pi^2}}$$

$\approx$ 42168,4 km ja kysytty korkeus

$h = r - R = 42168{,}4km - 6378km \approx \underline{35790km}$

maalisk. 12-17.27

maalisk. 13-17.11