

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Zadania dotyczące ruchu orbitalnego

28 lutego 2016

# Przypomnienie

- pod wpływem jakich sił porusza się satelita?

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Przypomnienie

- pod wpływem jakich sił porusza się satelita?
  - grawitacji

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Przypomnienie

- pod wpływem jakich sił porusza się satelita?
  - grawitacji

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$M = 5,975 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$GM = 398\,600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$$

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sily

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Przypomnienie

- pod wpływem jakich sił porusza się satelita?
  - grawitacji

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$M = 5,975 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$GM = 398\,600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$$

- bezwładności

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Przypomnienie

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- pod wpływem jakich sił porusza się satelita?
  - grawitacji

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$M = 5,975 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$GM = 398\,600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$$

- bezwładności

$$F = a \cdot m$$

$$\vec{F} = \vec{a} \cdot m$$

Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Przypomnienie

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- pod wpływem jakich sił porusza się satelita?
  - grawitacji

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

$$G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$M = 5,975 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$GM = 398\,600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$$

- bezwładności

$$F = a \cdot m$$

$$\vec{F} = \vec{a} \cdot m$$

- pozostałe

Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Prawa Keplera

- Z obserwacji
- Siły centralne, brak perturbacji  $\vec{\ddot{r}} + \frac{G \cdot M}{r^3} \cdot \vec{r} = 0$

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania



# Prawa Keplera

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- 1 Orbitą każdej planety (*SSZ*) jest elipsa (*krzywa stożkowa*), a Słońce (*Ziemia*) znajduje się w jednym z jej ognisk.

Sity

Prawa Keplera

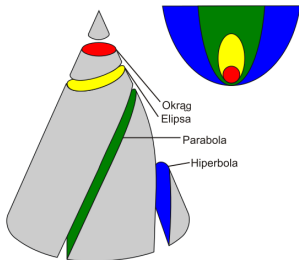
Rodzaje orbit

Zadania

# Prawa Keplera

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- 1** Orbitą każdej planety (SSZ) jest elipsa (krzywa stożkowa), a Słońce (Ziemia) znajduje się w jednym z jej ognisk.



Rysunek: [wikipedia.pl](http://wikipedia.pl)

Sity

Prawa Keplera

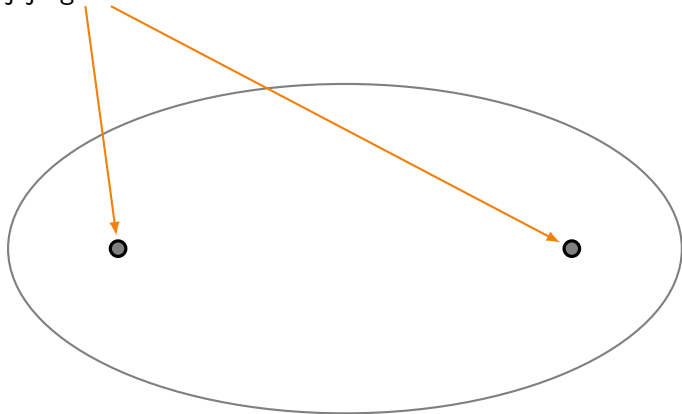
Rodzaje orbit

Zadania

# Prawa Keplera

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- 1 Orbitą każdej planety (SSZ) jest elipsa (krzywa stożkowa), a Słońce (Ziemia) znajduje się w jednym z jej ognisk.



Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Prawa Keplera

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- 1 Orbitą każdej planety (*SSZ*) jest elipsa (*krzywa stożkowa*), a Słońce (*Ziemia*) znajduje się w jednym z jej ognisk.
- 2 Promień wodzący planet (*SSZ*) zakreśla w równym czasie równe pola (stała prędkość polowa).

$$S = \frac{r_1 \cdot r_2}{2} \cdot (\Delta\vartheta) \quad \frac{dS}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \frac{d\vartheta}{dt} = \text{const}$$

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

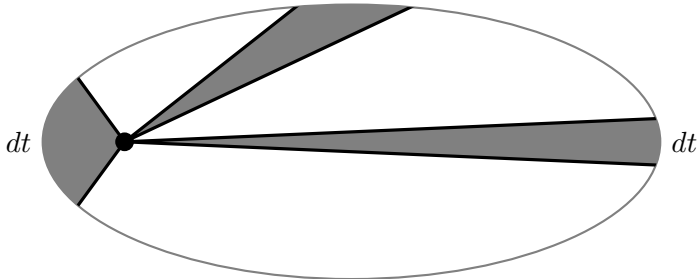
Zadania

# Prawa Keplera

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- 1 Orbitą każdej planety (SSZ) jest elipsa (krzywa stożkowa), a Słońce (Ziemia) znajduje się w jednym z jej ognisk.
- 2 Promień wodzący planet (SSZ) zakreśla w równym czasie równe pola (stała prędkość polowa).

$$S = \frac{r_1 \cdot r_2}{2} \cdot (\Delta\vartheta) \quad \frac{dS}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \frac{d\vartheta}{dt} = \text{const}$$



Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Prawa Keplera

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- 1 Orbitą każdej planety (*SSZ*) jest elipsa (*krzywa stożkowa*), a Słońce (*Ziemia*) znajduje się w jednym z jej ognisk.
- 2 Promień wodzący planet (*SSZ*) zakreśla w równym czasie równe pola (stała prędkość polowa).

$$S = \frac{r_1 \cdot r_2}{2} \cdot (\Delta\vartheta) \quad \frac{dS}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \frac{d\vartheta}{dt} = \text{const}$$

- 3 Kwadraty okresów obiegów planet (*SSZ*) są proporcjonalne do sześciąt ich średnich odległości od Słońca (*Ziemi*).

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{const} \quad \frac{a^3}{T^2} = \frac{G(M + m)}{4\pi^2}$$

Sily

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sity

Prawa Keplera

**Rodzaje orbit**

Zadania

# Rodzaje orbit

- Kształt

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sity

Prawa Keplera

**Rodzaje orbit**

Zadania



# Rodzaje orbit

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne
- Wysokość

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sily

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne
- Wysokość
  - Niskie (Low Earth Orbit)
  - Średnie (MEO)
  - Wysokie (HEO)

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne
- Wysokość
  - Niskie (Low Earth Orbit)
  - Średnie (MEO)
  - Wysokie (HEO)
- Kierunek ruchu

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne
- Wysokość
  - Niskie (Low Earth Orbit)
  - Średnie (MEO)
  - Wysokie (HEO)
- Kierunek ruchu
  - Proste
  - Wsteczne  $i > 90^\circ$

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne
- Wysokość
  - Niskie (Low Earth Orbit)
  - Średnie (MEO)
  - Wysokie (HEO)
- Kierunek ruchu
  - Proste
  - Wsteczne  $i > 90^\circ$
- Inne właściwości

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Rodzaje orbit

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

- Kształt
  - kołowe
  - eliptyczne
  - paraboliczne
  - hiperboliczne
- Wysokość
  - Niskie (Low Earth Orbit)
  - Średnie (MEO)
  - Wysokie (HEO)
- Kierunek ruchu
  - Proste
  - Wsteczne  $i > 90^\circ$
- Inne właściwości
  - Geosynchroniczne
    - Geostacjonarne
  - Polarne

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

# Zadania

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

**1** Obliczyć wysokość satelity geostacjonarnego.



Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

- 1** Obliczyć wysokość satelity geostacjonarnego.

$$GM = 398\,600,4356 \text{ km}^3/\text{s}^2,$$

$$T = 23^{\text{h}}56^{\text{m}}4^{\text{s}},$$

$$R = 6371 \text{ km}$$

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

- 1** Obliczyć wysokość satelity geostacjonarnego.

$$GM = 398\,600,4356 \text{ km}^3/\text{s}^2,$$

$$T = 23^{\text{h}}56^{\text{m}}4^{\text{s}},$$

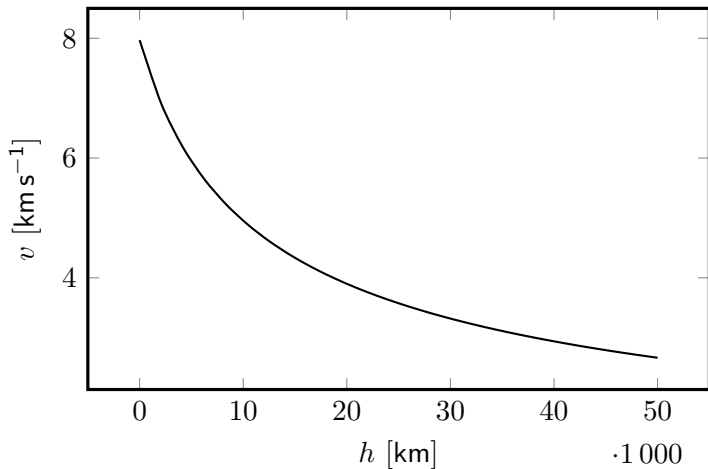
$$R = 6371 \text{ km}$$

- 2** Obliczyć okres obiegu i prędkość liniową satelity w zależności od wysokości (zał: orbita kołowa)

## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



Sily

Prawa Keplera

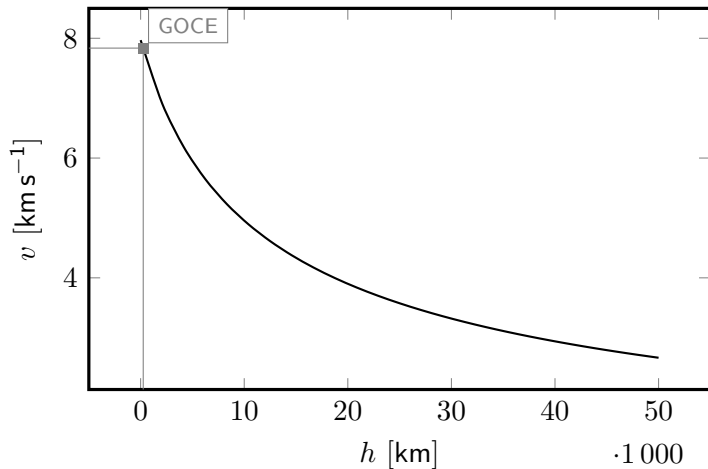
Rodzaje orbit

Zadania

## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



Sily

Prawa Keplera

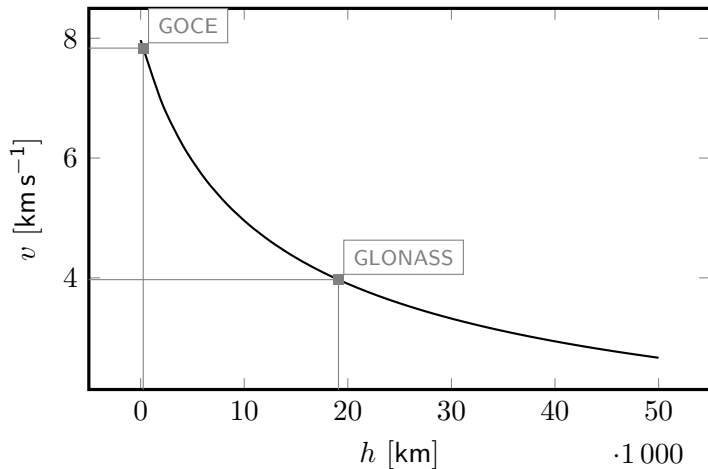
Rodzaje orbit

Zadania

## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



Sily

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

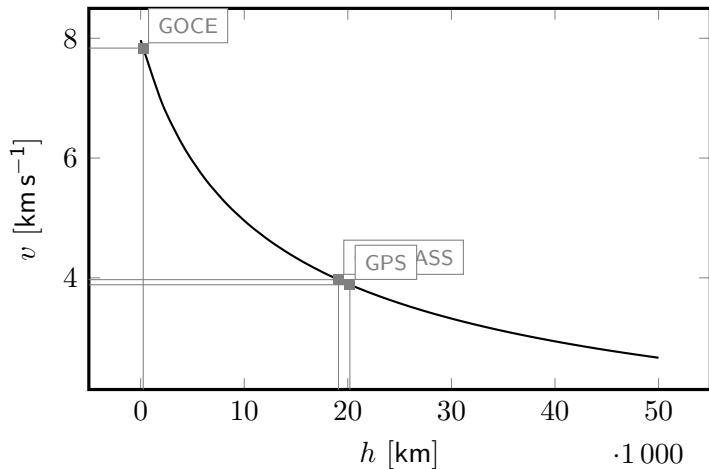
Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

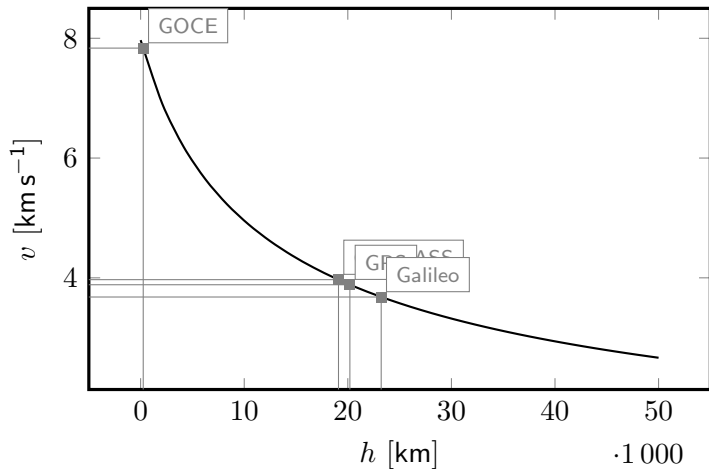
Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

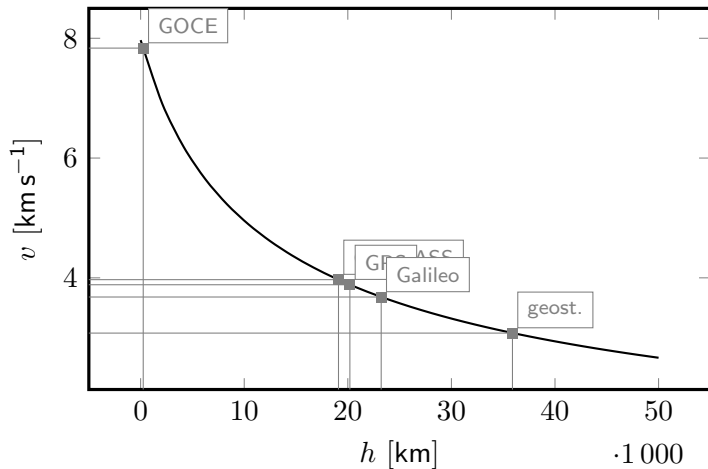
$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$



Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

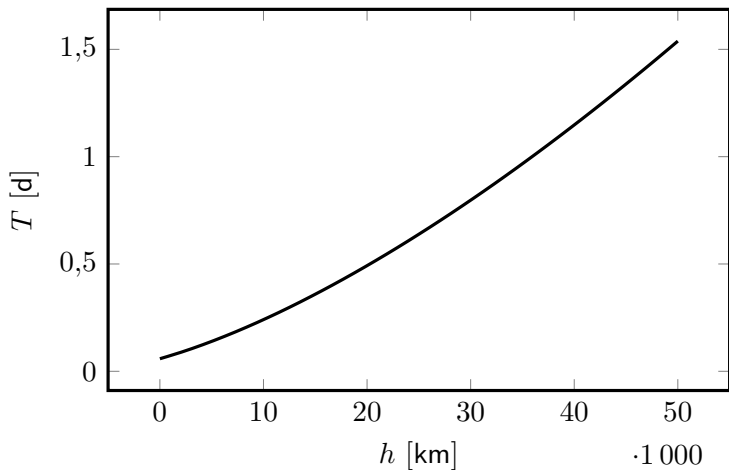
Sily

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$T = 2\pi \cdot (R + H)^{\frac{3}{2}} \cdot (GM)^{-\frac{1}{2}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

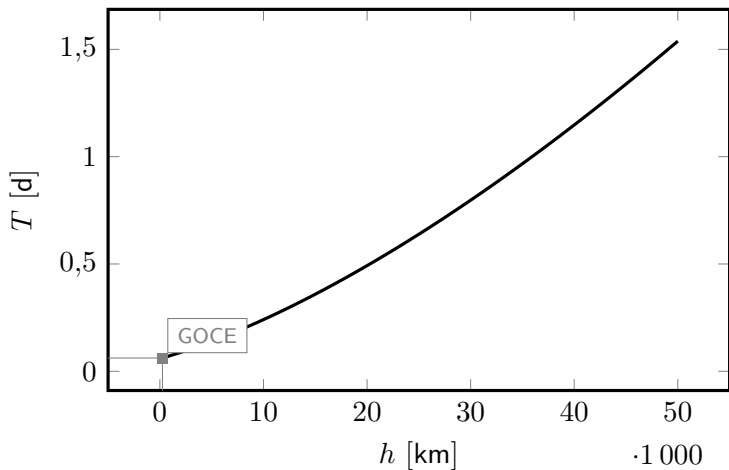
Sily

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$T = 2\pi \cdot (R + H)^{\frac{3}{2}} \cdot (GM)^{-\frac{1}{2}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

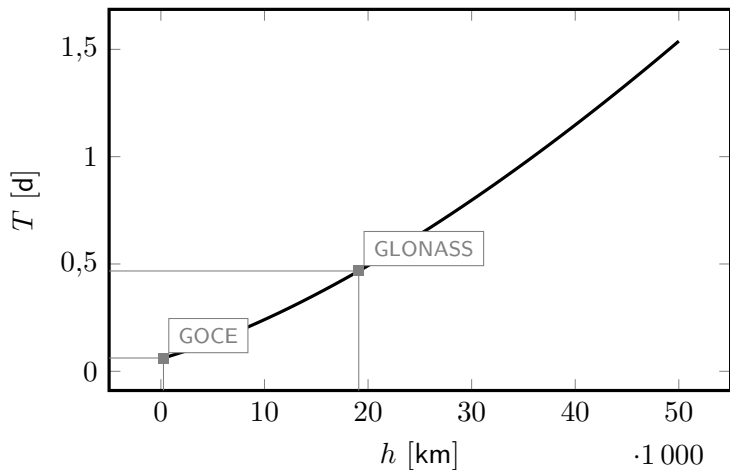
Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$T = 2\pi \cdot (R + H)^{\frac{3}{2}} \cdot (GM)^{-\frac{1}{2}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

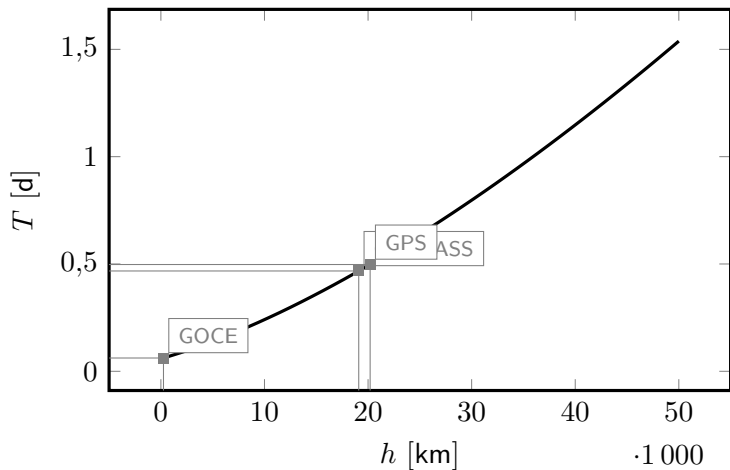
Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$T = 2\pi \cdot (R + H)^{\frac{3}{2}} \cdot (GM)^{-\frac{1}{2}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

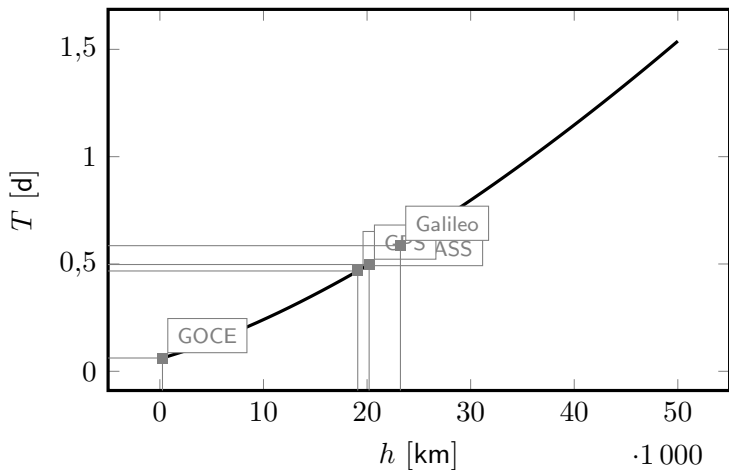
Siły

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$T = 2\pi \cdot (R + H)^{\frac{3}{2}} \cdot (GM)^{-\frac{1}{2}}$$



## Ad. 2

Zadania dotyczące  
ruchu orbitalnego

Sity

Prawa Keplera

Rodzaje orbit

Zadania

$$T = 2\pi \cdot (R + H)^{\frac{3}{2}} \cdot (GM)^{-\frac{1}{2}}$$

