

GRAVITACE

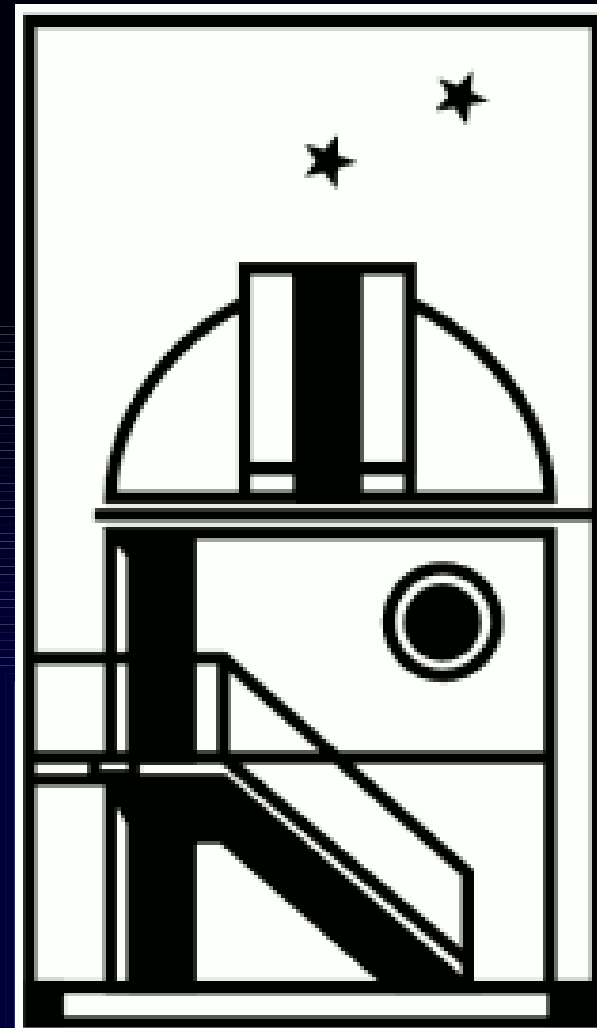
Newtonův gravitační zákon

Keplerovy zákony

kosmické rychlosti

...

Hvězdárna Vsetín



Gravitace a historie



- první gravitační experimenty provedl **Galileo Galilei (1564-1642)**, (volný pád, šikmý vrh, nakloněné rovině a závislost periody kyvadla na délce závěsu), objevil základní zákony těchto pohybů



- **Tycho Brahe (1546-1601)** dánský astronom vynikající pozorovatel, na základě jeho pozorování pohybů planet formuloval němec



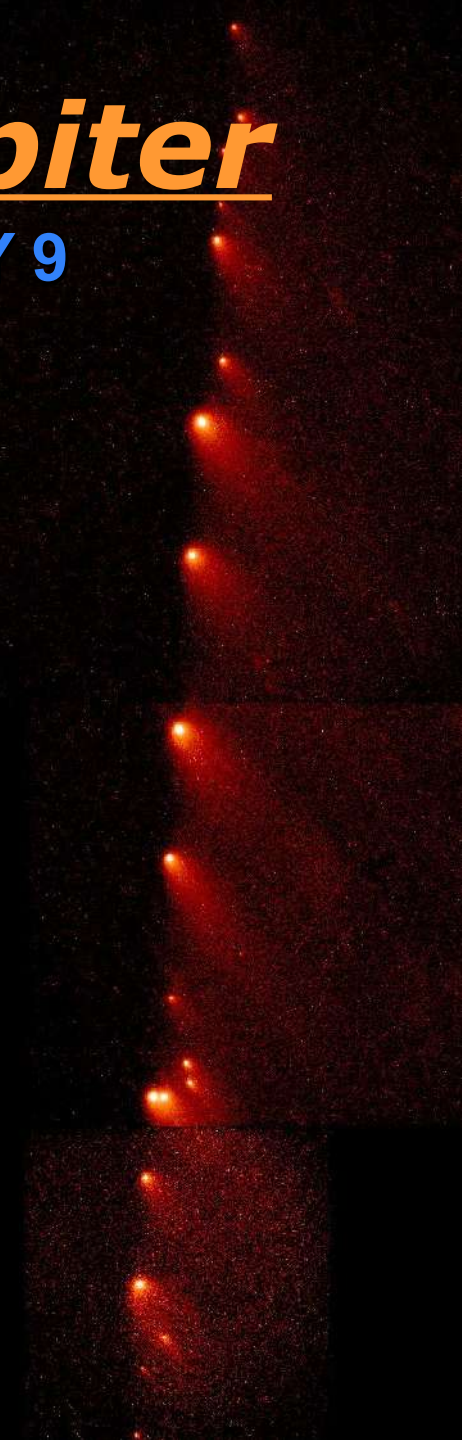
- **Johannes Kepler (1571-1630)** zákony pohybu planet (počátkem 17. století působili oba na dvoře Rudolfa druhého)

- zákon gravitace objevil **Isaac Newton (1643 - 1727)**, z gravitačního zákona je možné vypočítat nejen volný pád, šikmý vrh a pohyby na povrchu Země, ale i pohyb Měsíce, planet, gravitační působení dvojhvězd, hvězdokup a galaxií

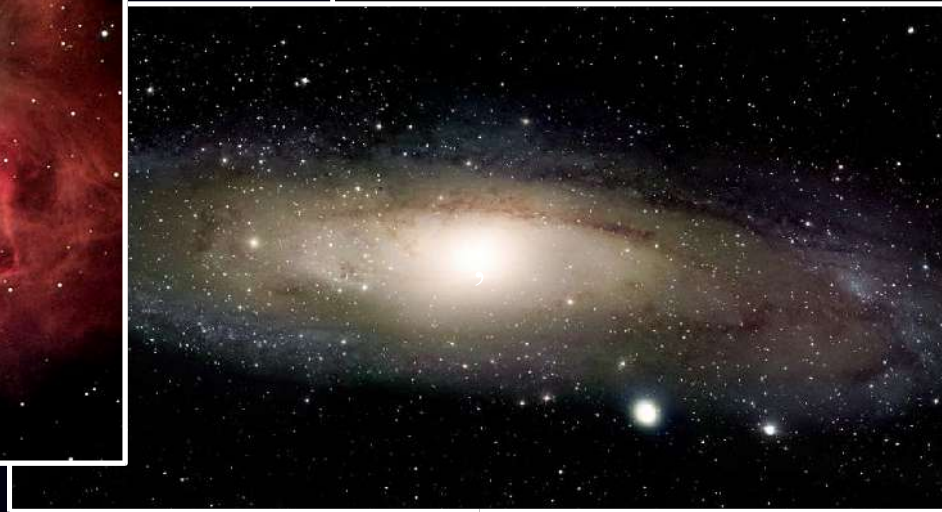


Zajímavost č.1 - Jupiter

SRÁŽKA S KOMETOU SHOEMAKER-LEVY 9



Gravitace ve vesmíru



má základní význam pro stavbu a vývoj objektů ve vesmíru ale i vesmíru samotného, je však silou nejslabší

Newtonův gravitační zákon

Každá 2 tělesa se navzájem přitahují stejně velkými gravitačními silami F_g a $-F_g$ opačného směru

$$F_g = K \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Velikost gravitační síly F_g pro 2 tělesa je přímo úměrná součinu jejich hmotností m_1 a m_2 a nepřímo úměrná 2. mocnině vzdálenosti středů r .

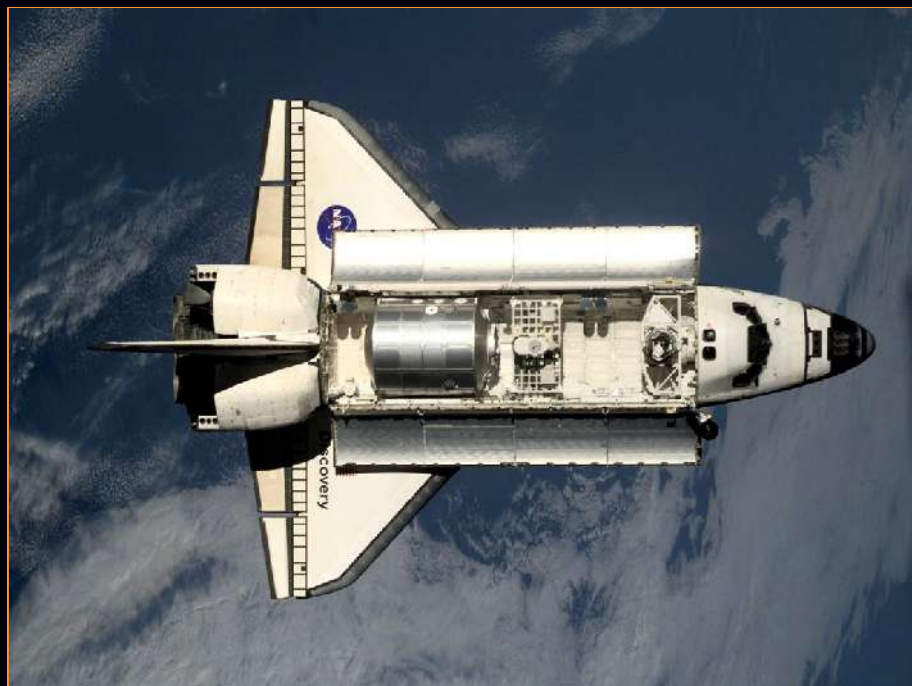
$$K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

Gravitační konstanta –
poprvé experimentálně určena Henry Cavendishem (1731-1810)

První kosmická rychlost

KRUHOVÁ RYCHLOST

Oběžná dráha kosmických lodí a US raketoplánů:



h = 200 - 300 km
 v_k = 7,75 km/s
 T = 90 min



Druhá kosmická rychlost

ÚNIKOVÁ (PARABOLICKÁ) RYCHLOST

Úniková rychlost ze sféry vlivu Země. Těleso odlétá po trajektorii ve tvaru paraboly.

Její ohnisko se nachází ve středu Země.

$$v_p = \sqrt{\frac{2GM_z}{R_z+h}}$$

$$M_z = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg (hmotnost Země)}$$

$$R_z = 6378 \text{ km (poloměr Země)}$$


$$v_p = v_k \sqrt{2}$$

2. kosmická rychlost: $v_p = 11,2 \text{ km/s}$

Třetí kosmická rychlost

ÚNIKOVÁ RYCHLOST ZE SLUN. SOUSTAVY (od Země)

$v = 16,7 \text{ km/s}$

V současnosti letí ven ze sluneční soustavy 4 americké meziplanetární sondy

Pioneer 10 a 11,
Voyager 1 a 2

Keplerovy zákony

3 ZÁKONY POPISUJÍCÍ POHYB V CENTR. GRAV. POLI

1. KEPLERŮV ZÁKON popisuje tvar dráhy planet

Planety obíhají kolem Slunce po eliptických drahách málo odlišných od kružnic v jejichž jednom společném ohnisku je Slunce.



Keplerovy zákony

3 ZÁKONY POPISUJÍCÍ POHYB V CENTR. GRAV. POLI

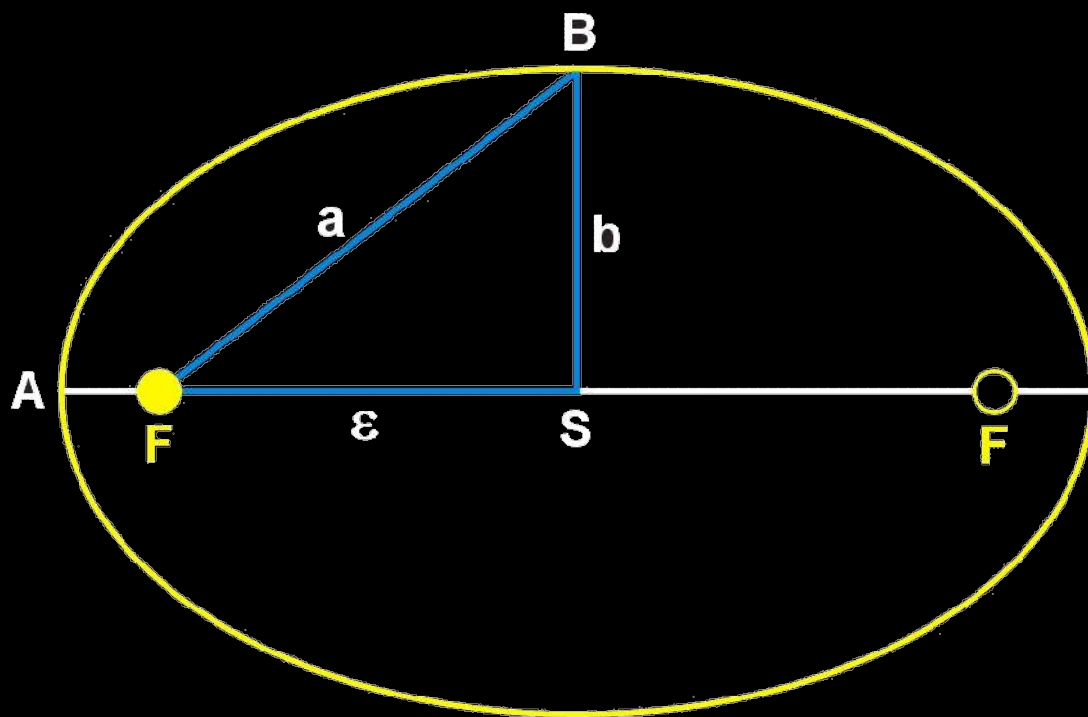
1. KEPLERŮV ZÁKON
popisuje tvar dráhy planet

$$e = \frac{\varepsilon}{a}$$

EXCENTRICITA
(číselná výstřednost)

Vyjadřuje odlišnost eliptické, parabolické nebo hyperbolické dráhy tělesa od kružnice.

ε - délková výstřednost
 a, b - hlavní a vedlejší



Keplerovy zákony

3 ZÁKONY POPISUJÍCÍ POHYB V CENTR. GRAV. POLI

2. KEPLERŮV ZÁKON

nerovnoměrný pohyb

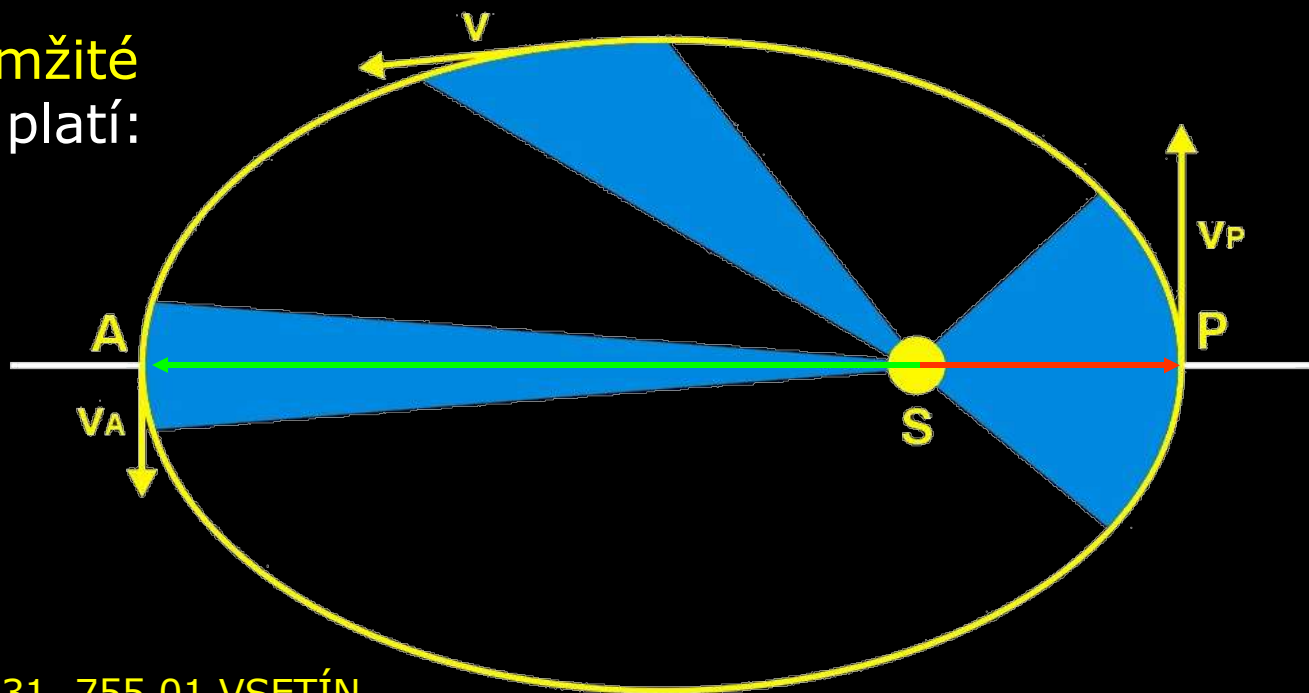
P - perihélium (přísluní), pericentrum, perigeum (přízemí)

A - afélium (odsluní), apocentrum, apogeum (odzemí)

Pro velikosti okamžité
oběžné rychlosti platí:

$$v_P > v > v_A$$

Pohyb těles po
dráze není
rovnoměrný!



Keplerovy zákony

3 ZÁKONY POPISUJÍCÍ POHYB V CENTR. GRAV. POLI

3. KEPLERŮV ZÁKON - zjednodušený
vztah mezi oběžnými dobami a hlavními poloosami planet

Poměr druhých mocnin oběžných dob T dvou planet se rovná poměru třetích mocnin hlavních poloos a jejich oběžných drah okolo Slunce.

$$M_S \gg m_p$$

r = střední vzdálenost

a = hlavní poloosa

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = \frac{T^2}{a^3} = \text{konst.}$$

Pro planetu Zemi platí:
 $T = 1$ rok, $a = 1$ AU ($r = 1$ AU)