

Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal

- Aula 35 / Página 238 / Alfa 5

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](https://www.fisicasp.com.br)

Professor Caio

1. Um pouquinho de história da gravitação

Modelo geocêntrico

Terra como centro do universo. Os demais corpos descreviam órbitas em torno da Terra.

Aristóteles (384 a.C – 322 a.C.)



Cláudio Ptolomeu (Século II)



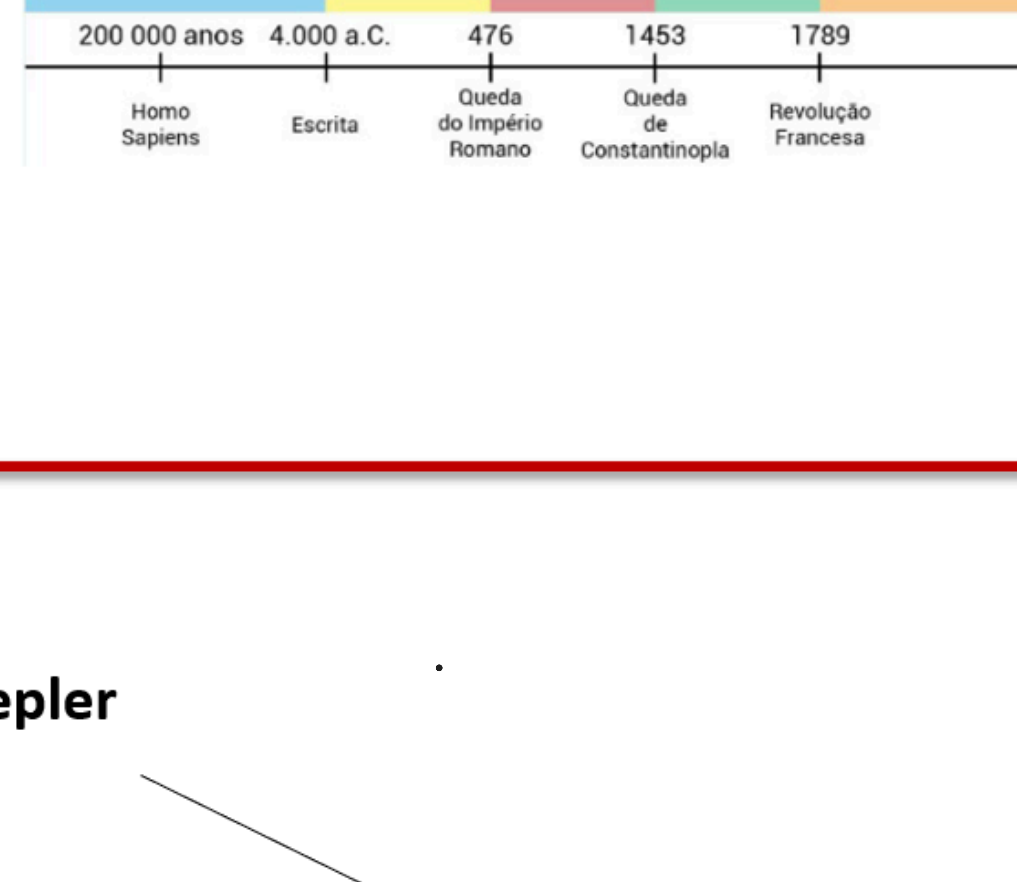
Modelo heliocêntrico

Sol como centro do universo. Os demais astros, inclusive a Terra, descreviam órbitas em torno do Sol.

Nicolau Copérnico (1473 – 1543)

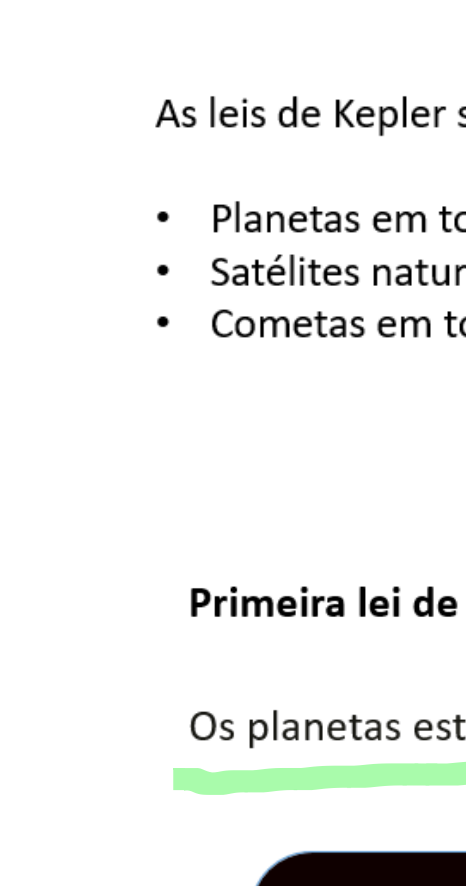


Tycho Brahe (1546 – 1601)

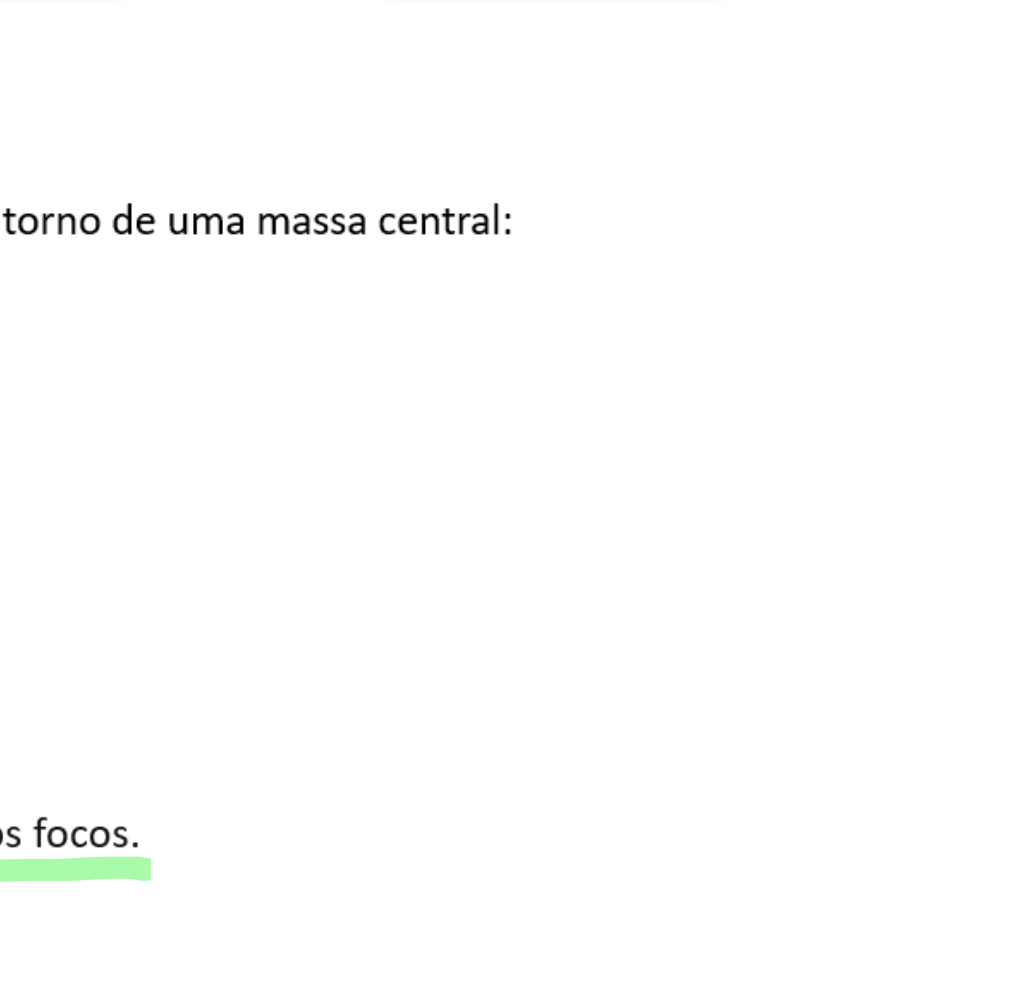
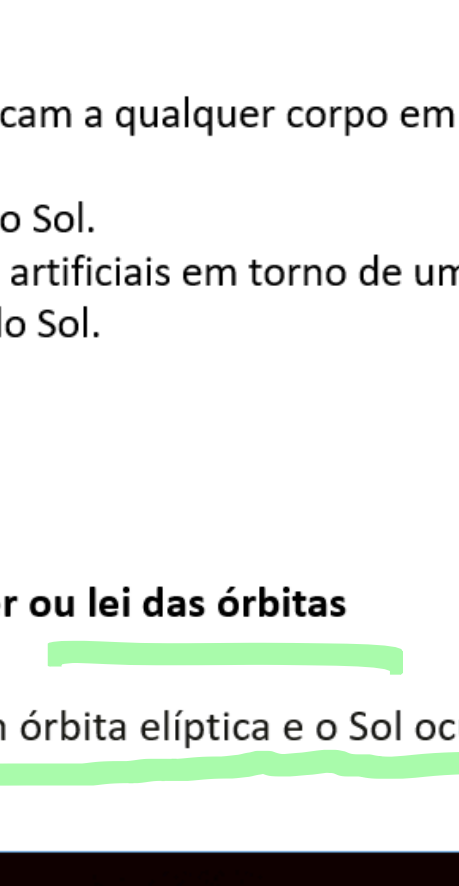


Sol como centro do universo. Os demais astros, inclusive a Terra, descreviam órbitas em torno do Sol.

Galileu Galilei (1564 – 1642)



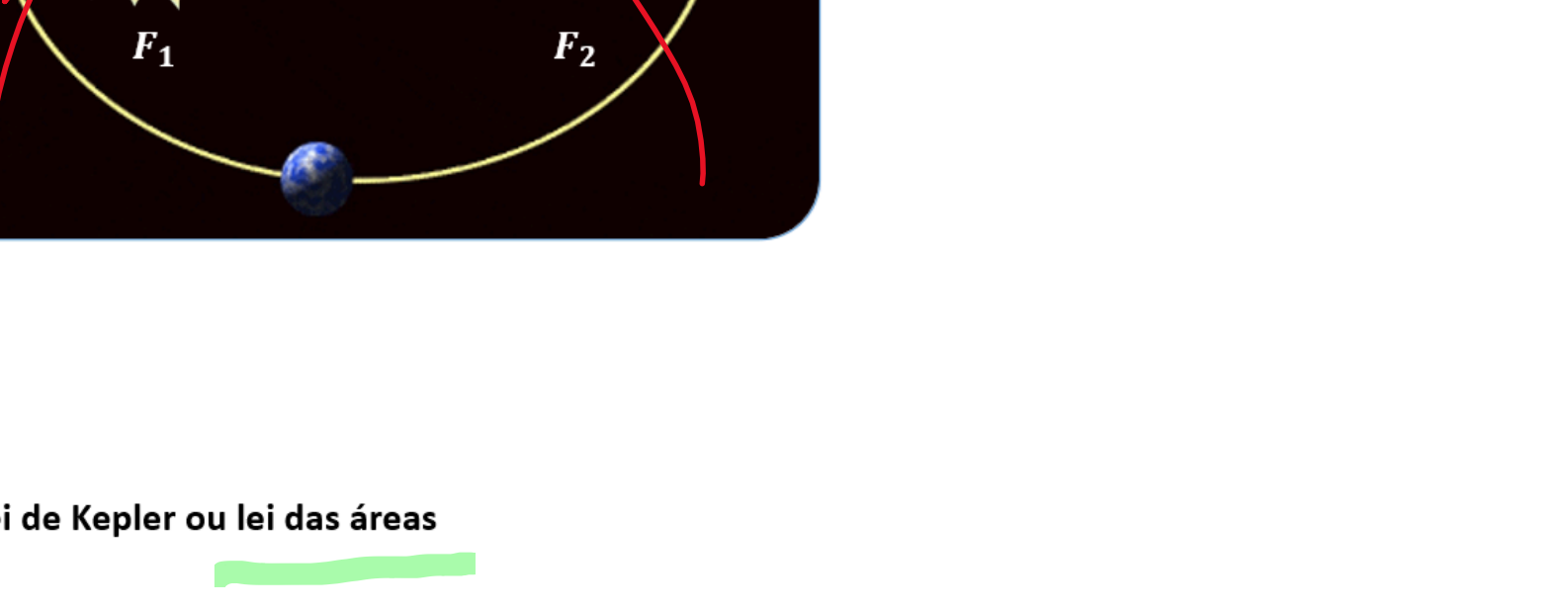
Johannes Kepler (1571 – 1630)



As três leis de Kepler foram deduzidas com base nos dados das observações de Tycho Brahe.

2. Leis de Kepler

Leis de Kepler

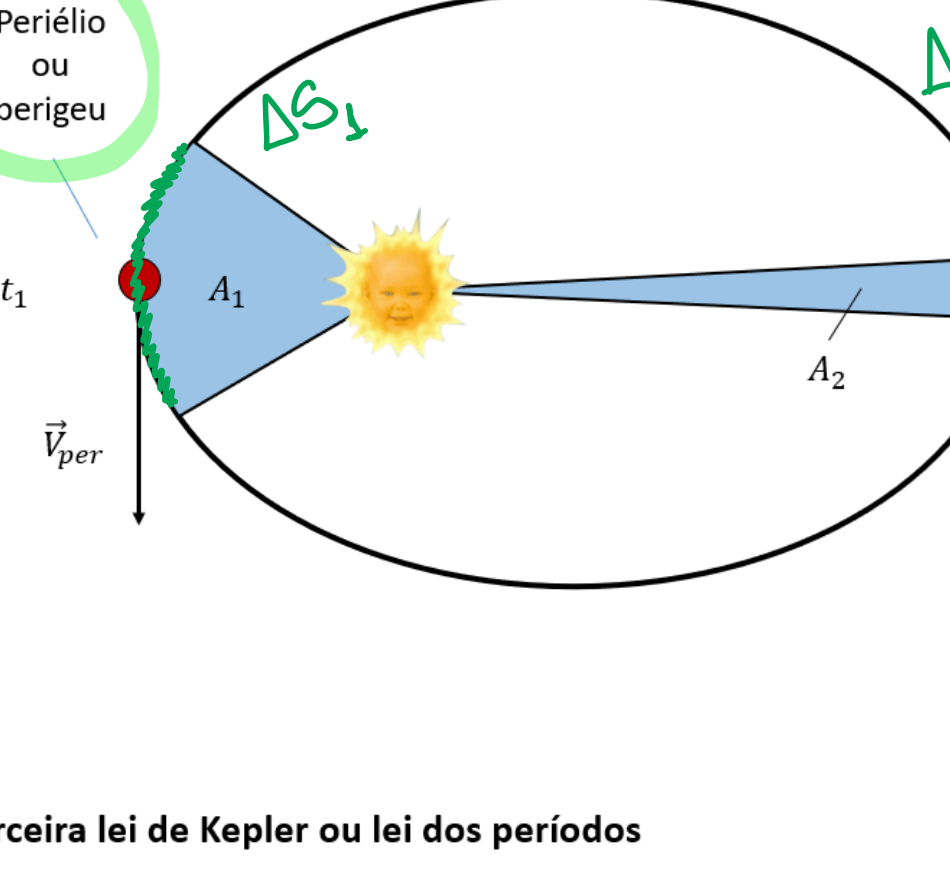


As leis de Kepler se aplicam a qualquer corpo em órbita em torno de uma massa central:

- Planetas em torno do Sol.
- Satélites naturais ou artificiais em torno de um planeta.
- Cometas em torno do Sol.

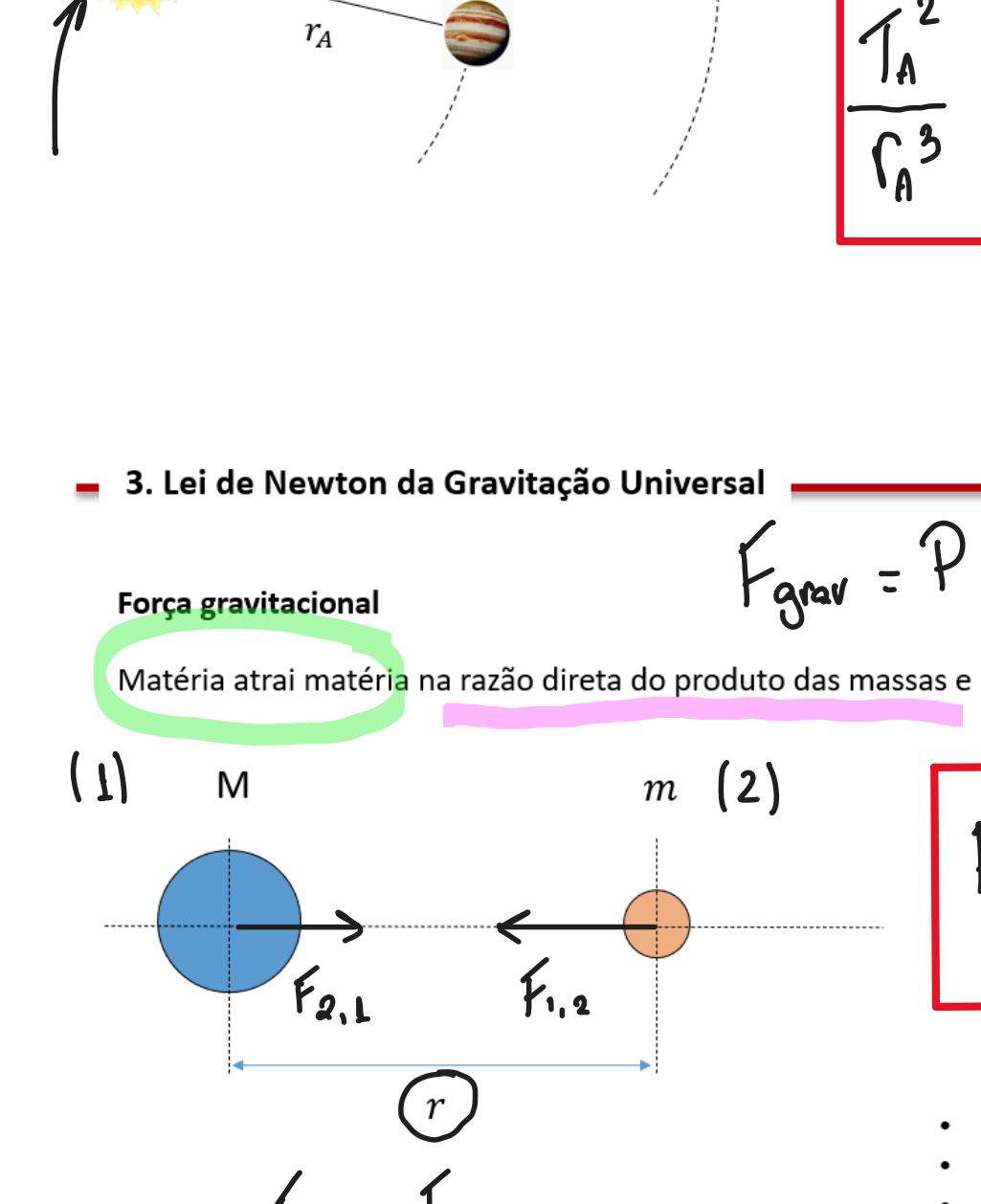
Primeira lei de Kepler ou lei das órbitas

Os planetas estão em órbita elíptica e o Sol ocupa um dos focos.



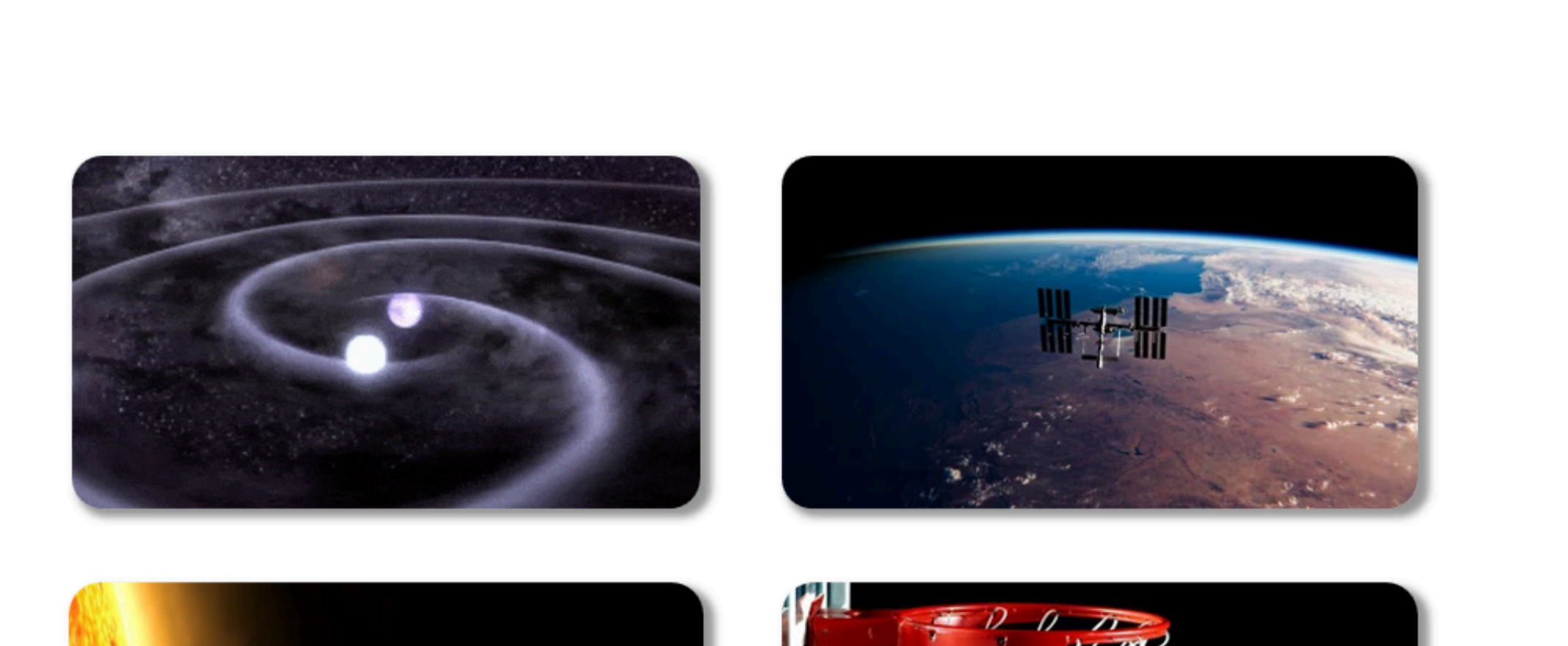
Segunda lei de Kepler ou lei das áreas

O segmento que une o planeta ao Sol varre, ao longo de sua trajetória, áreas iguais em intervalos de tempo iguais.



$A_1 = A_2 = A_3$
 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$

Velocidade da órbita



Terceira lei de Kepler ou lei dos períodos

A relação entre o período de translação (T) e o raio médio (r) da órbita de um planeta é dada por

Exemplo: $\frac{T^2}{r^3} = K$ (constante) $\rightarrow T^2 = K \cdot r^3$

3. Lei de Newton da Gravitação Universal

Força gravitacional: Matéria atrai matéria na razão direta do produto das massas e na razão inversa do quadrado da distância.



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

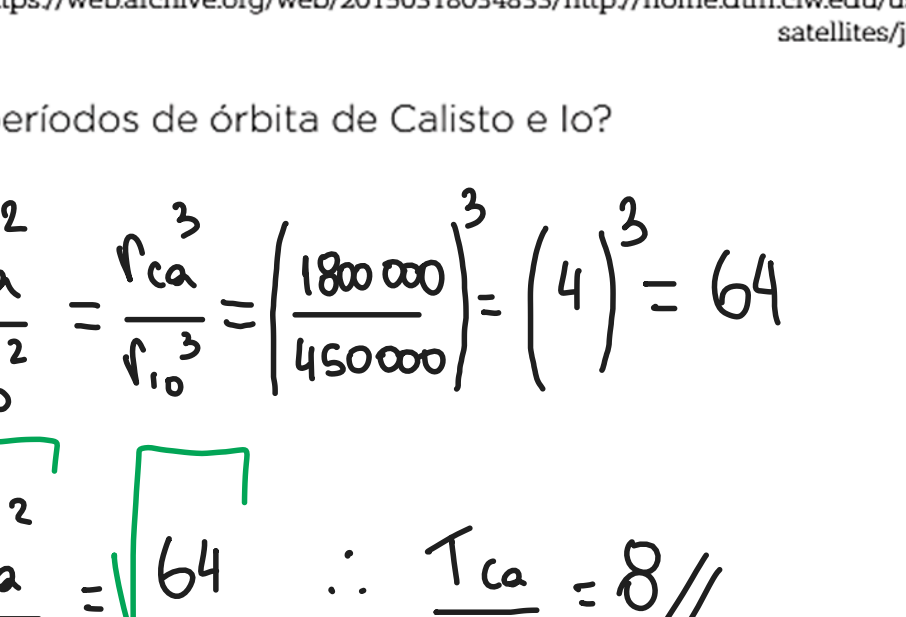
- F: Força de atração - SI: N
- M e m: massas dos corpos - SI: kg
- r ou d: distância entre os centros de massa dos corpos - SI: m
- G: constante da gravitação universal - SI: $6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$



$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$
a) $M' = 5M \rightarrow F' = 5F$
b) $r' = 3r \rightarrow F' = \frac{F}{9}$
c) $M' = 2M$ e $r' = 5r$
 $F' = \frac{2}{25} F$

Exercícios da apostila

1 A terceira lei de Kepler relaciona o período e o raio médio (r) de órbita de corpo celestes que orbitam o mesmo corpo celeste central.



$r = \frac{a + b}{2}$ e $\frac{a^2}{T^2} = k_p$

Júpiter possui 79 satélites naturais conhecidos, sendo, Io, Europa, Ganimedes e Calisto os mais conhecidos. A tabela seguir representa os raios médios (r) de órbita de aproximados desses satélites em torno de Júpiter.

	r (km)
Io	450 000
Europa	700 000
Ganimedes	1100 000
Calisto	1800 000

$\frac{T_{ca}}{T_{lo}} = ?$

Dados: <https://web.archive.org/web/20150318034833/http://homedm.cw.edu/users/ahsepgard/satellites/fspasdata.html>

Qual a razão entre os períodos de órbita de Calisto e Io?

$\frac{T_{ca}^2}{r_{ca}^3} = \frac{T_{lo}^2}{r_{lo}^3} \rightarrow \frac{T_{ca}^2}{T_{lo}^2} = \frac{r_{ca}^3}{r_{lo}^3} = \left(\frac{1800000}{450000}\right)^3 = 4^3 = 64$
 $\sqrt{\frac{T_{ca}^2}{T_{lo}^2}} = \sqrt{64} \therefore \frac{T_{ca}}{T_{lo}} = 8 //$

2 (Unesp-SP) A imagem mostra o exoplaneta 2M1207b em órbita ao redor de sua estrela 2M1207 na constelação de Centauro, distantes 40 UA um do outro. Esse é o primeiro exoplaneta do qual se obteve uma imagem direta. Em comparação com objetos do sistema solar, sabe-se que esse exoplaneta tem uma massa correspondente a 5 vezes a massa do planeta Júpiter e que sua estrela tem massa igual a 0,025 vezes a massa do Sol.

- Considere os seguintes dados:
- Massa do Sol: $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Massa de Júpiter: $2 \cdot 10^{27} \text{ kg}$
- 1 UA = $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$
- G = constante universal da gravitação = $6 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$



A intensidade da força de atração gravitacional entre o exoplaneta 2M1207b e sua estrela é de, aproximadamente,

Tarefa do Caio

Caderno de Estudos 3 – Física – Mecânica newtoniana – Capítulo 23

- Nível I: 1 a 4
- Nível II: 5 a 7
- Nível III: 9 e 10