

Astrofísica, Cosmologia e Gravitação

Júlio C. Fabris

Cosmo-ufes/PPGCosmo/Universidade Federal do Espírito Santo

Novembro/Dezembro de 2020

Plano de curso

O que abordaremos neste curso?

- O Sol, a Terra, o Sistema Solar.
- As interações fundamentais da natureza.
- Estrelas: o que são e como se classificam?
- As galáxias: descrição e classificação?
- Aglomerado de galáxias.
- O universo como um todo: sua descrição.
- A evolução do universo.
- Teorias gravitacionais.
- Matéria e energia escura.
- Buracos negros.
- Ondas gravitacionais.

Plano de curso

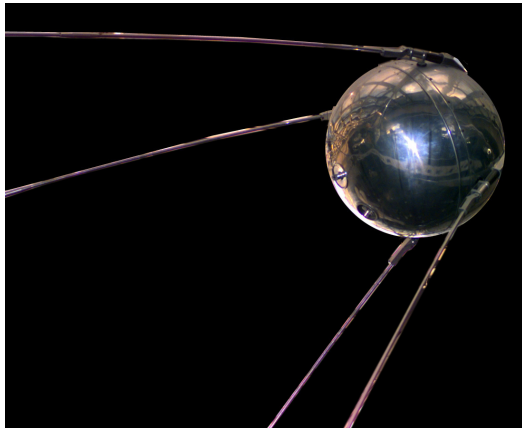
Os objetivos do curso

- Discutir de forma simples, mas rigorosa, o que se faz hoje em Astrofísica, Cosmologia e Gravitação, assim como em Física.
- Apresentar os sucessos e os desafios atuais naquelas áreas do conhecimento.
- Mostrar o que fazemos nas instituições de ensino e pesquisa no país no que diz respeito àqueles tópicos.
- Despertar e motivar o interesse pela Ciência entre os participantes do curso.

Sputnik

- A era espacial começa com o lançamento, pela União Soviética, em 4 de outubro de 1957 do satélite *Suptnik*.
- Em 12 de abril de 1961, o primeiro homem ia ao espaço, na nave espacial *Vostok 1*.

O primeiro satélite

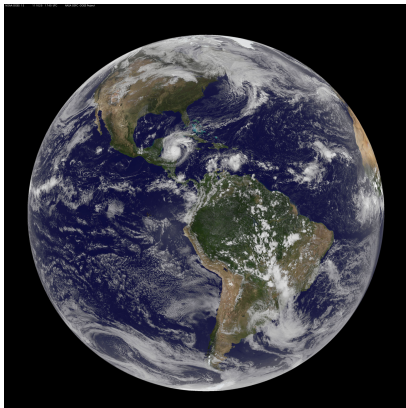


Yuri Gagarin



Yuri Gagarin (9 de março, 1934, Klushino, Rússia; 27 de março, 1968, Novoselovo, Rússia)

A Terra visto do espaço



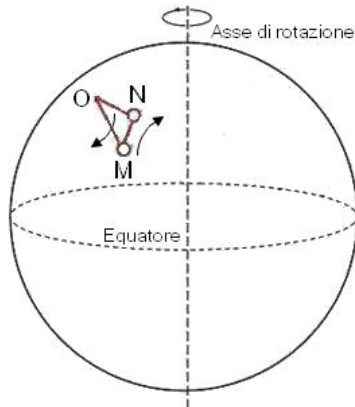
Gagarin

- "Земля голубая" (Zemlia Golubaia).
- "A Terra é azul"

JCF
Astrofísica, Cosmologia e Gravitação

- Sabemos que a Terra é redonda desde a antiguidade, muito antes do homem ir ao espaço.
 - 1 A sombra da Terra na Lua denota um objeto esférico.
 - 2 Os navios desaparecem no horizonte.
 - 3 Aviões voando alto revelam a curvatura da Terra.
 - 4 Medidas da gravidade na superfície da Terra.
 - 5 O pêndulo de Foucault.

Pêndulo de Foucault



- Exploramos e investigamos o espaço por
 - ① Satélites,
 - ② Naves espaciais,
 - ③ Telescópios na Terra,
 - ④ Telescópios no espaço.

Telescópios



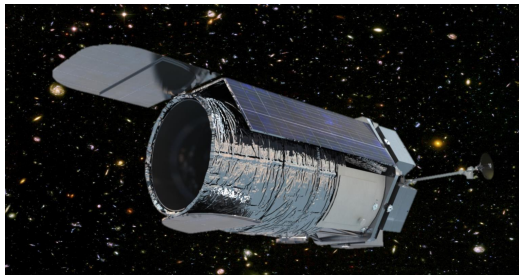
Satélites



Satélites



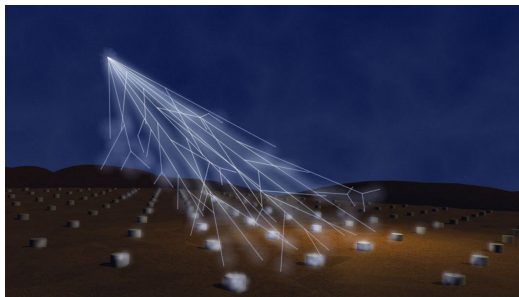
Satélites



Raios cósmicos



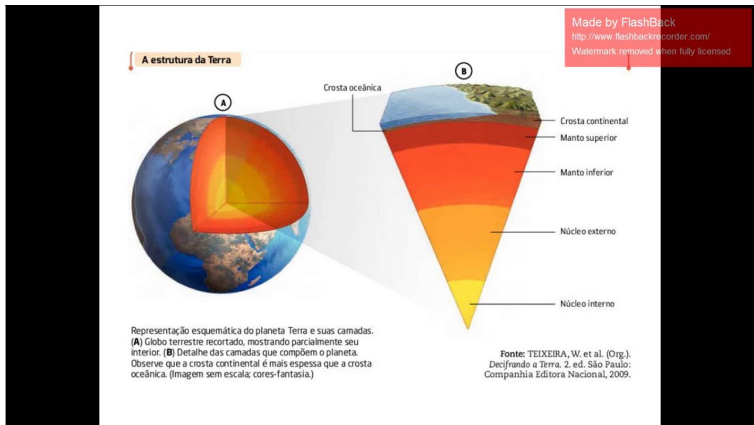
Raios cósmicos



O interior da Terra

- O fato é que podemos conhecer muito de objetos muito distantes apenas os observando.
- Ou mesmo de objetos próximos, como o interior da Terra.

O interior da Terra



O interior da Terra

- Conhecemos o interior da Terra estudando as ondas sísmicas que emergem do seu interior.
- Vulcões também são boas fontes de informação sobre o interior da Terra.

O Sistema Solar

- Vivemos no Sistema Solar, formado pelo Sol, os planetas que giram entorno do Sol, os meteoros, os cometas, etc.
- Conhecemos hoje muito bem o Sistema Solar, sua constituição, sua composição química, as distâncias entre seus vários componentes, etc.

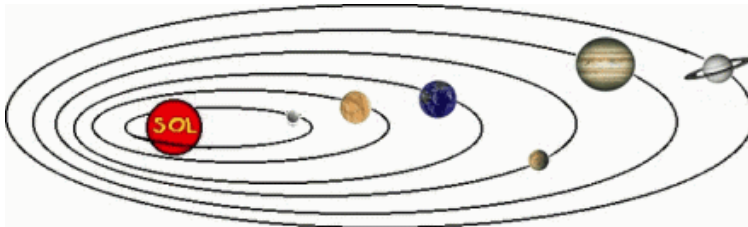
O Sistema Solar



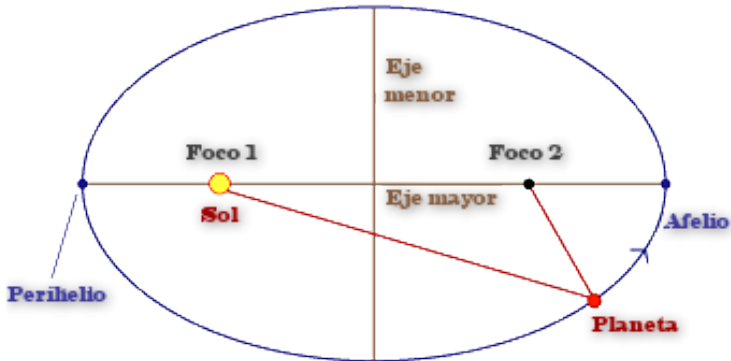
O Sistema Solar

- Os planetas giram em torno do Sol em órbitas que são elipses

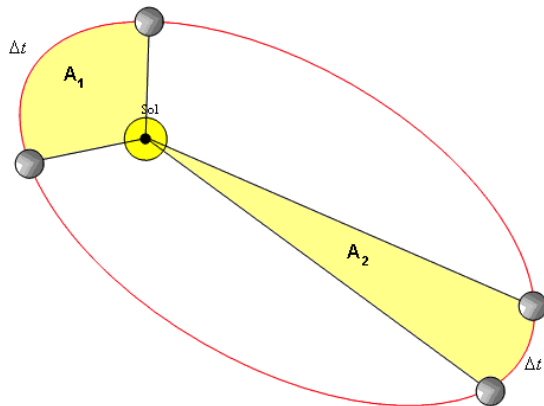
O Sistema Solar



Órbitas



O Sistema Solar



O Sistema Solar

- As leis de Kepler foram deduzidas matematicamente a partir das equações fundamentais da Mecânica e da Gravitação:

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad (1)$$

$$\vec{F}_g = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r}. \quad (2)$$

O Sistema Solar

- A Mecânica e a Gravitação Newtonianas descrevem tão corretamente o movimento dos planetas que através dela foi possível, no século XIX prever teoricamente a existência de um planeta até então desconhecido, *Netuno*.
- A teoria newtoniana não apenas explicou o que se tinha observado até então como previu a existência de objetos que não tinham sido observados e que seriam posteriormente detectado, com todas as características previstas.

O raio da Terra

- Conhecemos muito bem o raio da Terra hoje em dia:

$$R_{\oplus} = 6.371 \text{ km.} \quad (3)$$

O raio da Terra

- Eratóstenes mediu o raio da Terra no século III a.C. (2.300 anos atrás) obtendo um valor:

$$R_{\oplus} \sim 6.200 \text{ km.} \quad (4)$$

O raio da Terra

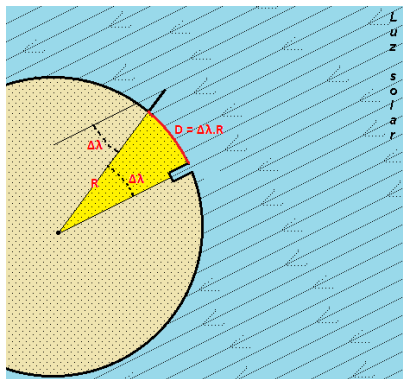


Figura 4 - Relação entre a distância angular $\Delta\lambda$ em radianos, o raio da Terra e a distância D entre os dois locais.

Lua

- A Lua é o único satélite da Terra.
- Ela gira em torno da Terra em uma órbita elíptica de pequena excentricidade, com um período de 27 dias.
- A distância da Terra à Lua hoje é calculada como sendo igual a aproximadamente 380.000 km.

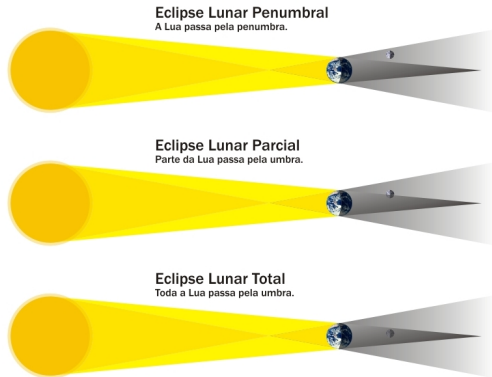
Lua

- A medida da distância da Terra à Lua foi feita por Hiparcos no século II a.C.
- Ele encontrou um valor maior que o conhecido hoje, algo como 400.00 km.

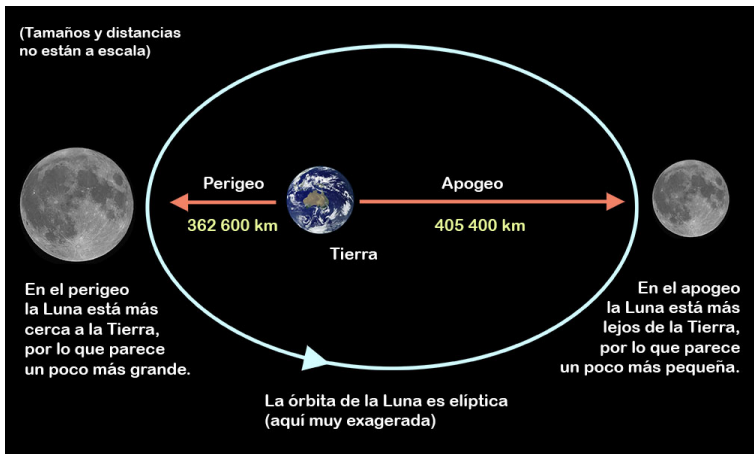
Lua



Lua



Lua



Distância Terra-Sol

- A distância Terra-Sol foi calculada por Aristarco de Samos no século III a.C.

Astrofísica, Cosmologia e Gravitação^{JCF}

Distância Terra-Sol

- Aristarco encontrou um valor para a distância Terra-Sol que seria 40 vezes a distância Terra-Lua.
- Sabemos que o valor correto é na verdade 400 vezes a distância Terra-Lua, algo como 150.000.000 km.
- As medidas envolvendo o Sol são sempre muito difíceis, sobre sem instrumentos apropriados.