

Po stopách Isaaca Newtona

Lukáš Vejmelka, Jakub Šindelář,
Zuzka Černáková, Hana Nováková

Newtonova myšlenka

- Měsíc je k zemi přitahován stejnou silou, jakou je k zemi přitahováno padající těleso



Miniprojekt

- Naším cílem bylo najít závislost mezi vzdáleností tělesa a zrychlením, které mu udává Země
- Využíváme zrychlení při povrchu Země a zrychlení Měsíce

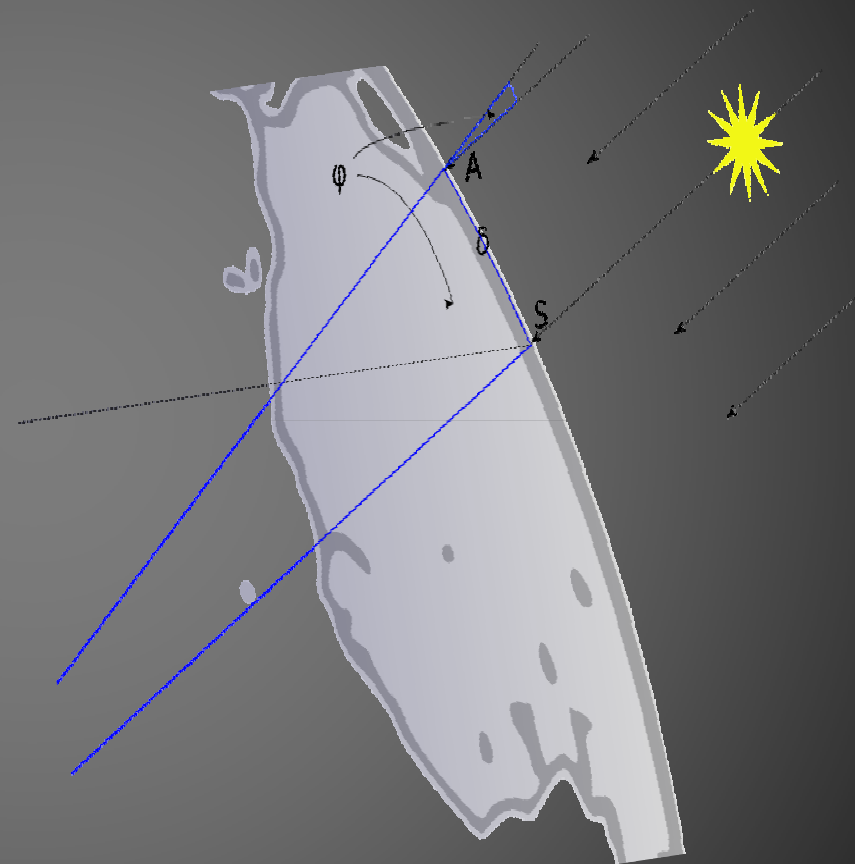
Zrychlení při Zemi

- Víme, že zrychlení na povrchu Země lze snadno změřit
- Při vzdálenosti $r=R_z$ zrychlení $a=g\approx 9,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



Eratosthenovo měření

- Lokalizoval obratník Raka přes studnu v Syeně
- Změřil vzdálenost od obratníku do Alexandrie
- Zde měřil výšku Slunce nad obzorem přes délku stínu tyče
- Takto určil obvod Země s odchylkou ! 2 % !

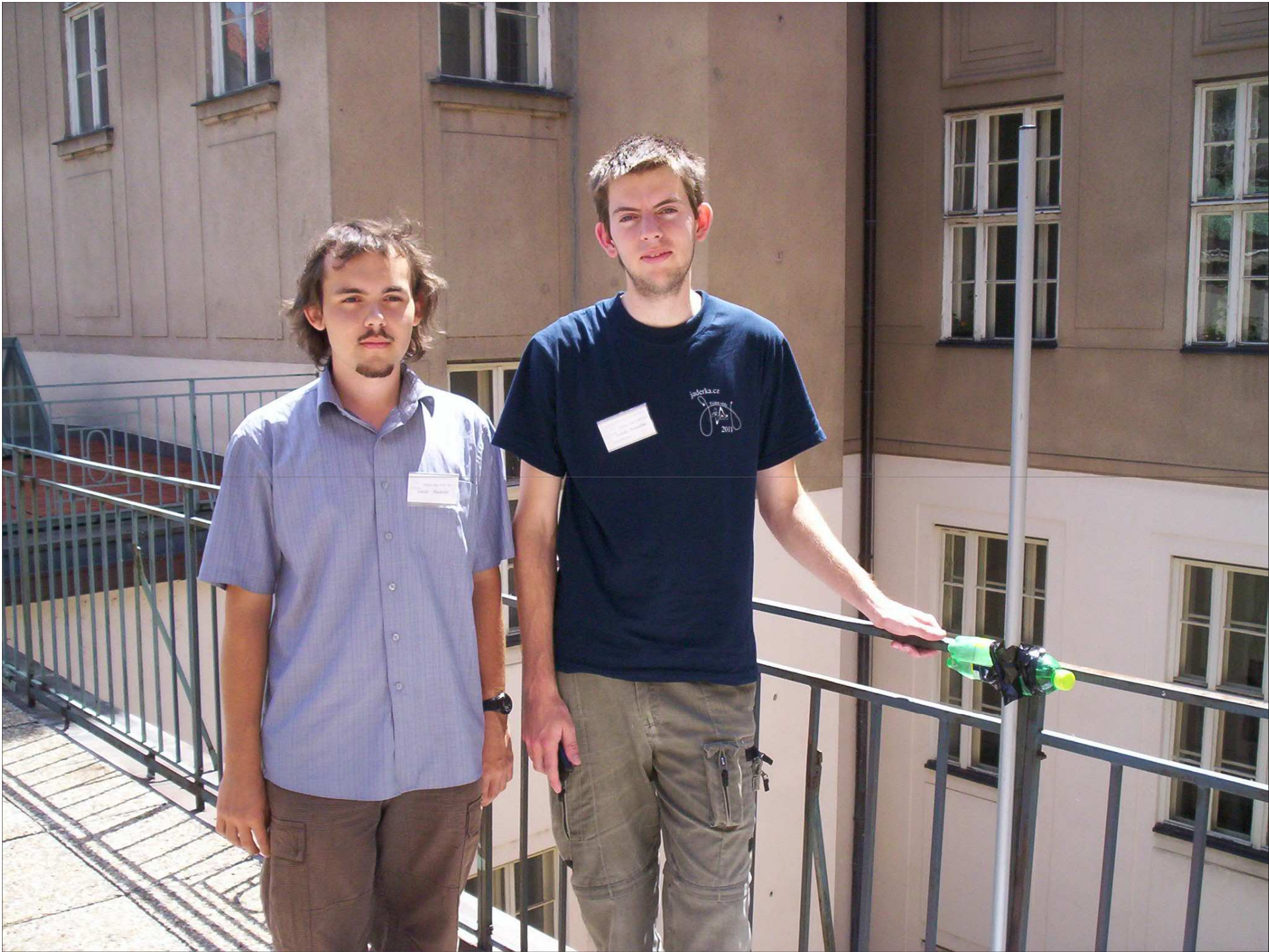


Naše měření

- Po vzoru Eratostena jsme provedli dvě na sobě nezávislá improvizovaná měření s tyčí
- Měli jsme štěstí, protože Týden vědy připadl na letní slunovrat 21. června
- Měřili jsme v hodinovém rozmezí kolem pravého poledne (13:04) na terase budovy FJFI Břehová



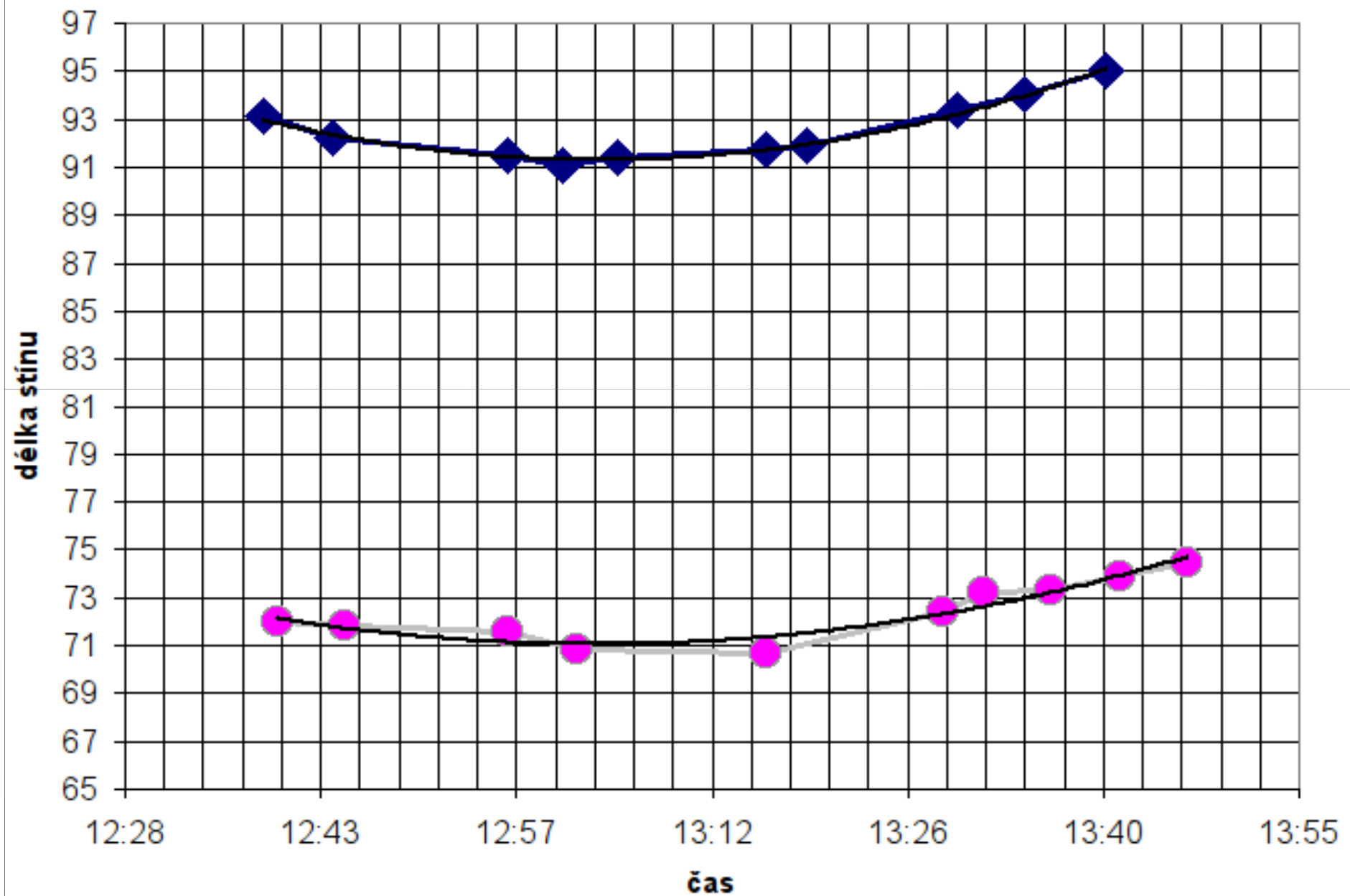




$$y = 5685,4x^2 - 6188x + 1775$$

a = f(t)

$$y = 4029,8x^2 - 4385,1x + 1264$$



Závěr měření

- Vzdálenost od Obratníku Raka jsme změřili v aplikaci Google Earth
- Takto jsme získali hodnoty k vypočtení obvodu Země, který jsme využili pro výpočet poloměru Země
- $R_z \approx 6432 \text{ km}$ (realita: $R_z \approx 6378 \text{ km}$)
- O kulatosti Země jsme se přesvědčili jevy při zatmění Měsíce

Zrychlení Měsíce

- Pro určení zrychlení Měsíce jsme využili hodnot zjistitelných pozorováním ze Země

Pro výpočet jsme potřebovali:

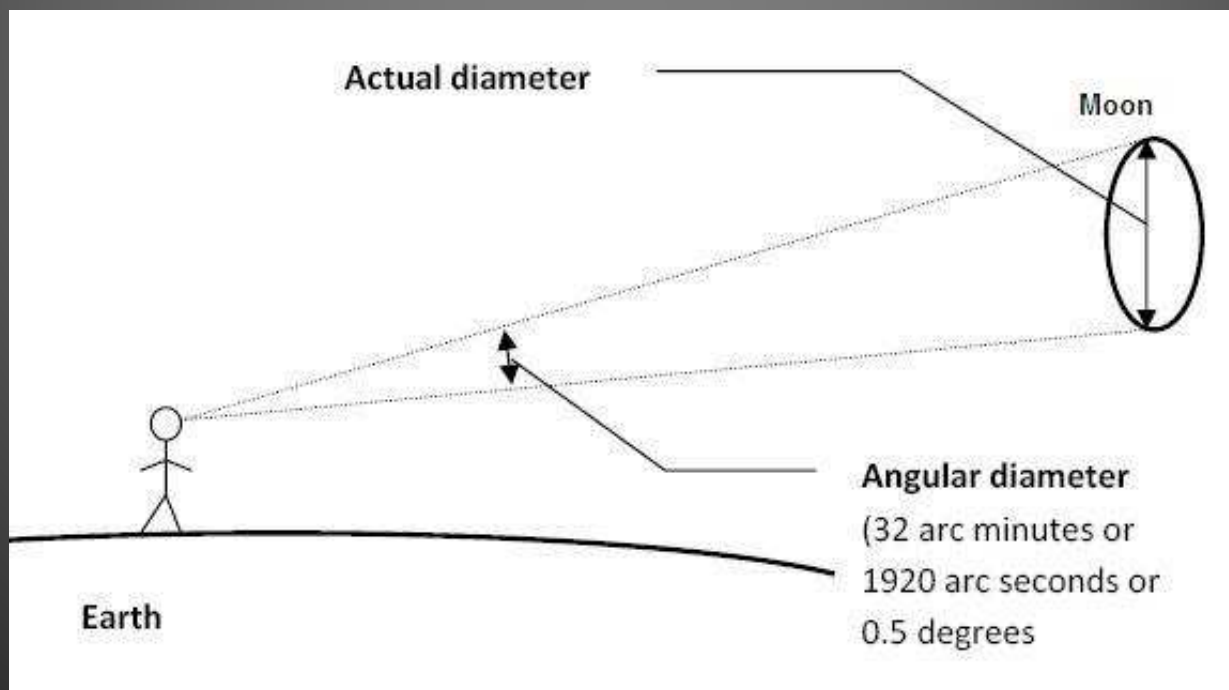
- Vzdálenost Měsíce od středu Země
- Úhlovou rychlost pohybu Měsíce kolem Země

Vzdálenost Měsíce

- Potřebný poloměr Měsíce (R_M) jsme zjistili z času průchodu Měsíce přes stín Země
- Využili jsme zatmění Měsíce ze dne 16. července 2000
- $R_M \approx 1537$ km
- (realita: $R_M \approx 1737$ km)



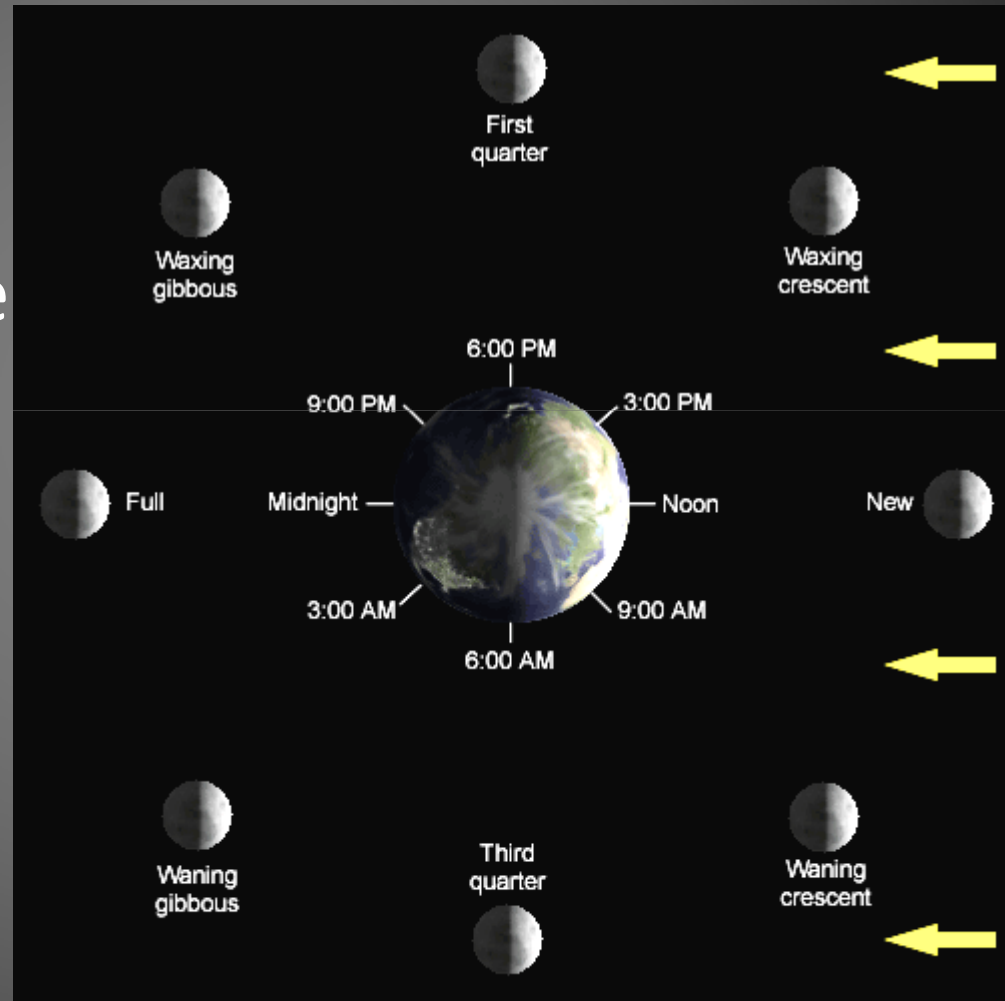
- Zorný úhel Měsíce, zjištěný předchozími pozorovateli $\beta \approx 31,7'$
- Zjištěné hodnoty jsme využili k zjištění vzdálenosti Měsíce od středu Země
- $r_M \approx 339\,796\text{ km}$ (realita: $R_M \approx 384\,403\text{ km}$)



Úhlová rychlost Měsíce

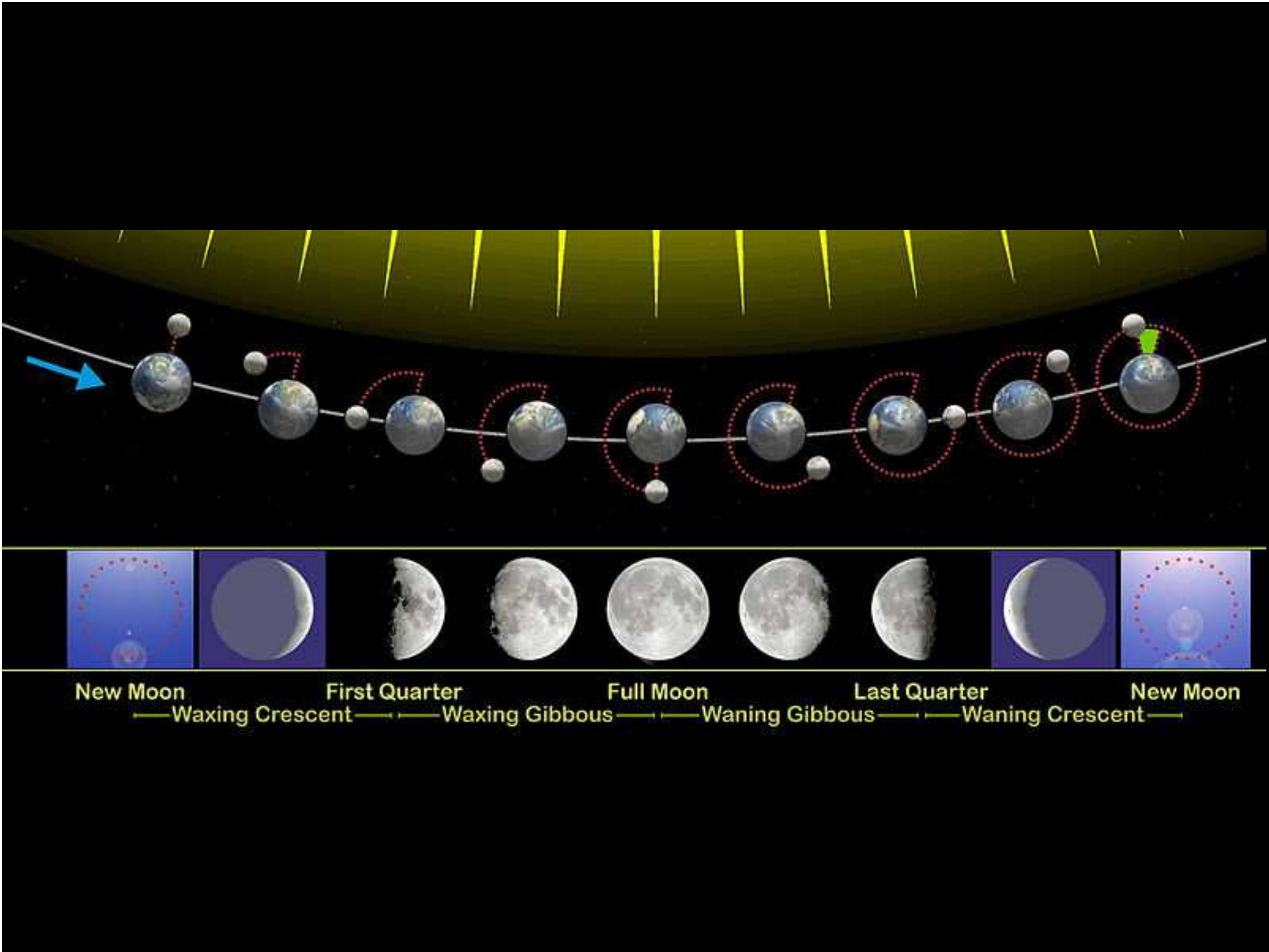
- Při obíhání Měsíce kolem Země se objevuje v různých fázích
- Mezi dvěma úplňky uběhne synodický měsíc

$T_{\text{SYN}} \approx 29,5$ dne



Synodický a Siderický měsíc

- Při měření periody změny fází Měsíce je nutné vzít v úvahu pohyb Země kolem Slunce.
- Úplněk nastane ve stejném pozorovacím místě o něco později.
- =>synodický X siderický měsíc
- $T_{SID} \approx 27,3$ dne (vzhledem k hvězdám)



New Moon

First Quarter

Full Moon

Last Quarter

New Moon

—Waxing Crescent—

—Waxing Gibbous—

—Waning Gibbous—

—Waning Crescent—

Zrychlení Měsíce

- Pomocí siderického měsíce T_{SID} vypočítáme úhlovou rychlost pohybu Měsíce kolem Země
- $\omega \approx 2,66 \cdot 10^{-6} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$
- Pomocí vzdálenosti Měsíce r_M a úhlové rychlosti ω zjistíme ze závislosti pro zrychlení při pohybu na kružnici zrychlení na Měsíci
- $a_M \approx 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Závislost vzdálenosti a zrychlení

- Máme dvě hodnoty zrychlení pro dvě hodnoty vzdálenosti.
- Náš návrh závislosti byl následující:

$$g = K / R_z^x$$

$$a_M = K / r_M^x$$

- Z této závislosti nám vyšlo, že $x \approx 2,09$
- Vztah tedy vychází $a = K / r^{2,09}$ (realita: $a = K / r^2$)

Poděkování

- Naší drahé supervisorce Ing. Heleně Šedivákové za vedení a trpělivé úsilí.
- Naší v boji padlé kolegyni Zuzce za obětavé nasazení.
- Ing. V. Svobodovi za organizaci Týdne vědy@FJFI
- Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské při Českém vysokém učení technickém v Praze za poskytnutí zázemí našemu „vědeckému“ bádání.

Děkujeme za pozornost

