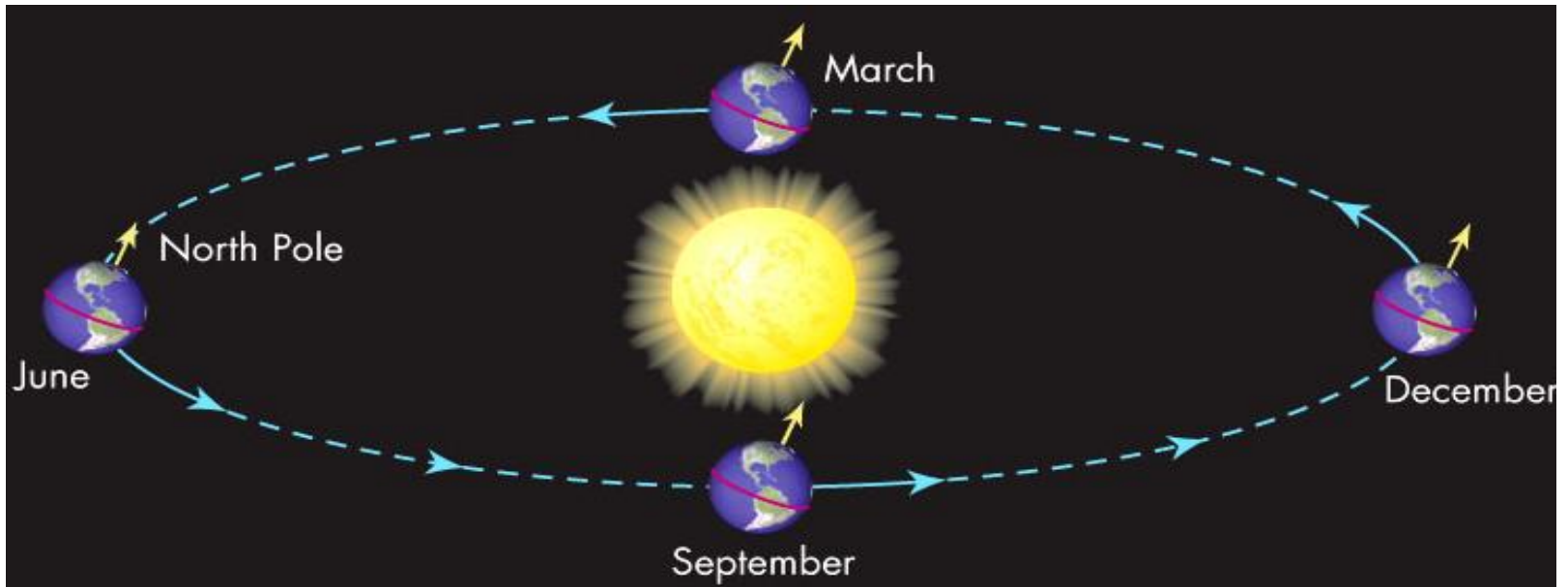


Planetárna geografia

Zem a jej pohyb v slnečnej sústave a vesmíre

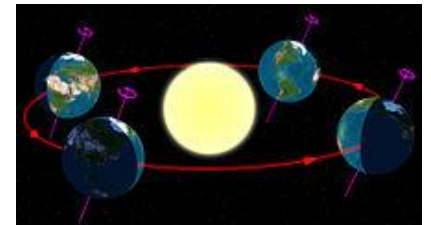


Zem a jej pohyb v slnečnej sústave a vesmíre

Základné pohyby, ktoré najvýznamnejšie vplyvajú na život na Zemi sú:

rotačný a obežný pohyb

- **Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)** rýchlosťou **465,11 m/s**, resp. **1 670 km/h** (merané na rovníku) → **striedanie dňa a noci na Zemi**
- **Zem obieha okolo Slnka** po elipse rýchlosťou **29,783 km/s** voči Slnku a jeden obeh trvá **365,242 dňa** → **zmena ročných období**
- **Zem spolu so Slnečnou sústavou rotuje okolo stredu Mliečnej cesty** rýchlosťou **230 km/s**
- **Mliečna cesta sa relatívne pohybuje vzhľadom ku okolitému vesmíru**



A diagram illustrating the Earth's rotation. The Earth is shown as a sphere with a tilted axis. The axis is labeled 'Axis'. The Sun is shown as a large, glowing yellow and orange sphere in the upper right. The Earth is divided into a 'Day' side (facing the Sun) and a 'Night' side (facing away from the Sun). A curved arrow around the Earth indicates the direction of rotation. A white rounded rectangle is overlaid on the Earth, containing the text 'A) Rotačný pohyb Zeme'.

A) Rotačný pohyb Zeme

A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

Zdá sa, že všetko na oblohe stúpa a zapadá raz za deň (otočenie Zeme okolo osi)

→ Sledovanie hviezd vykazuje tento pohyb



A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

Zdá sa, že všetko na oblohe stúpa a zapadá raz za deň (otočenie Zeme okolo osi)
→ Sledovanie hviezd vykazuje tento pohyb

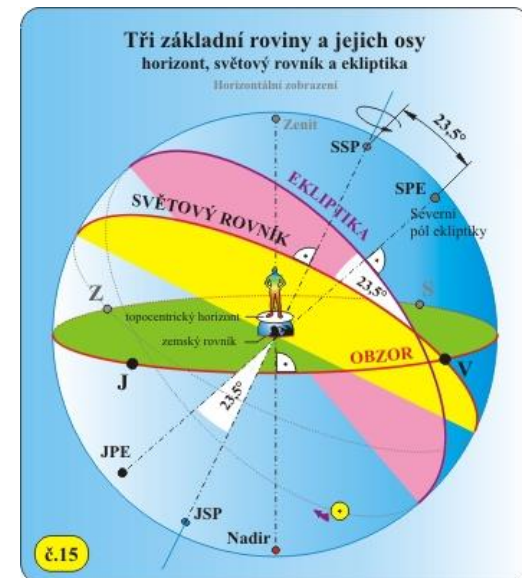
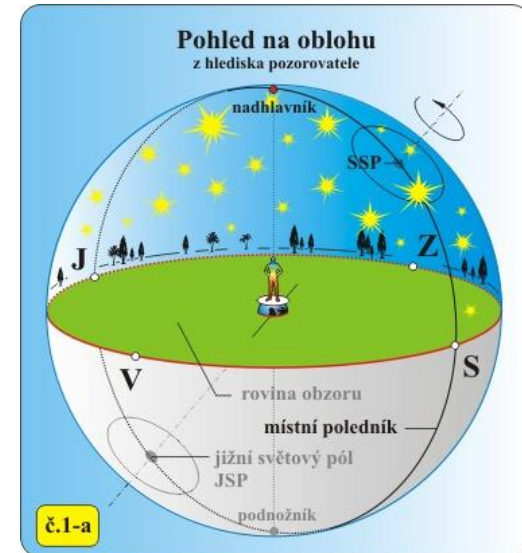
Všetko (mimo slnečnej sústavy) sa na oblohe javí nemenné.

Súhvezdia = pevné usporiadanie hviezd, ktoré NIE sú nevyhnutne fyzicky spojené.



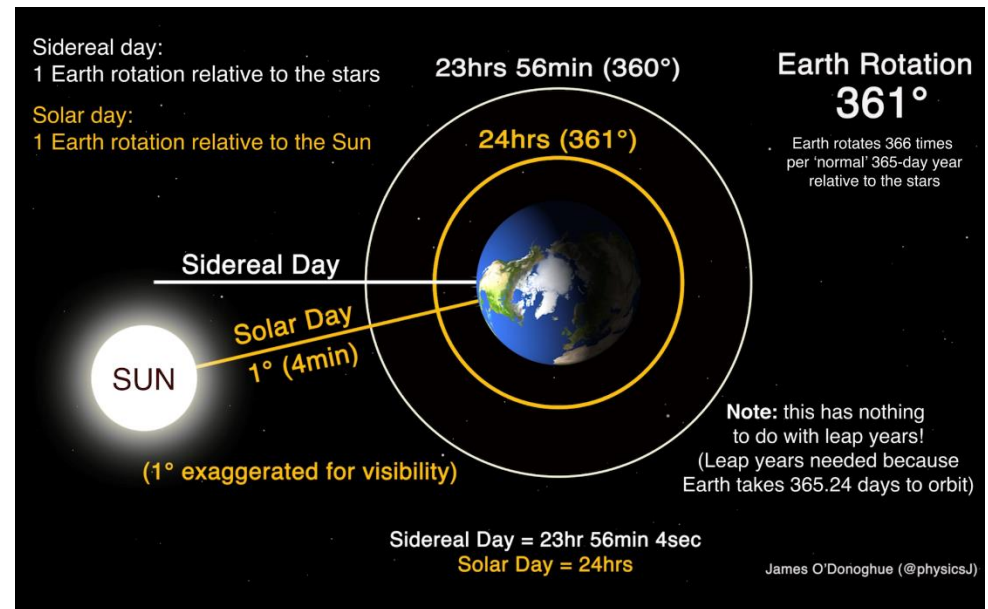
A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

- **Zdanlivá nebeská klenba:** voľným okom sa zdá, že všetky vesmírne telesá ležia na klenbe guľového polkruhu
- **Ekliptika:** hlavná kružnica, v ktorej je pretínaná nebeská sféra. Rovina ekliptiky zvierá s rovinou svetového rovníka sklon približne $23^{\circ}30'$
- **Svetový rovník:** hlavná kružnica, v nej rovina zemského rovníka pretína nebeskú sféru. Svetový rovník pretína ekliptiku v **jarnom a jesennom bode**
- **Zenit (nadhlavník)** - Nebeské objekty, ktoré sa nachádzajú v zenite alebo v jeho blízkosti sú najlepšie pozorovateľné, pretože ich svetlo prechádza cez najtenšiu vrstvu atmosféry
- **Nadir (podnožník)**



A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

- Zem rotuje smerom **na východ** (Slnko „vychádza na východe“)
- Hviezdy sa „vracajú“ na to isté miesto na nočnej oblohe každých **23 h 56 min a 4,09 s = siderický deň**
- Ak sa má Slnko „dostať“ späť na to isté miesto na dennej oblohe, trvá mu to **24 hodín = solárny deň, pretože** Zem pri pohybe okolo Slnka sa každý deň posunie o jeden stupeň

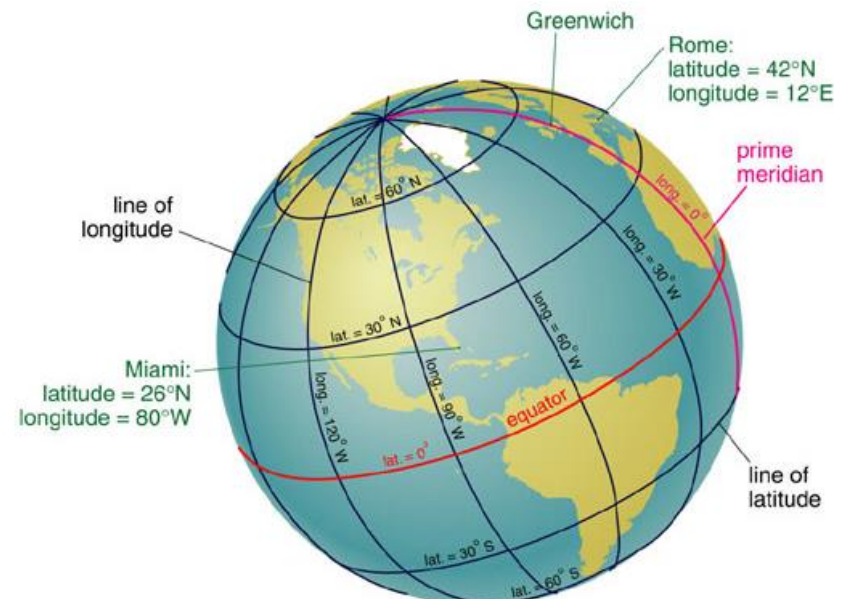
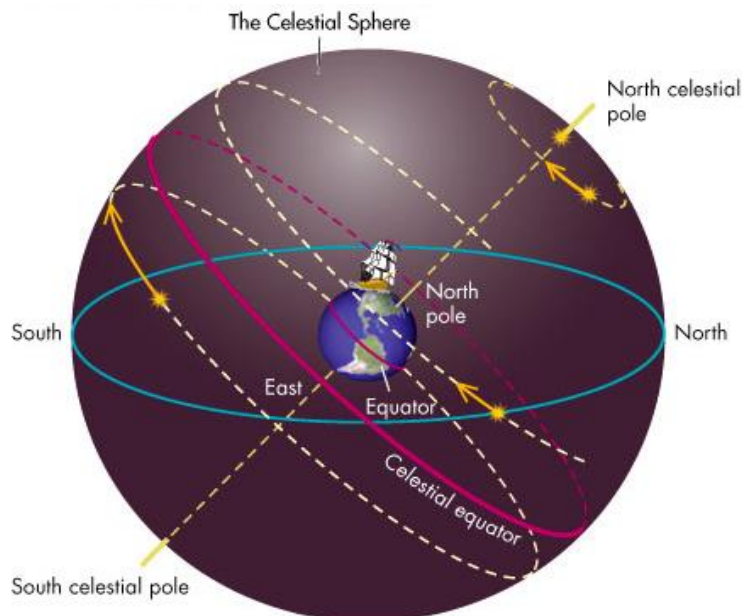


A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

Môžeme definovať súradnicový systém na Zemi: absolútny a lokálny

Absolútne súradnice (nemenné):

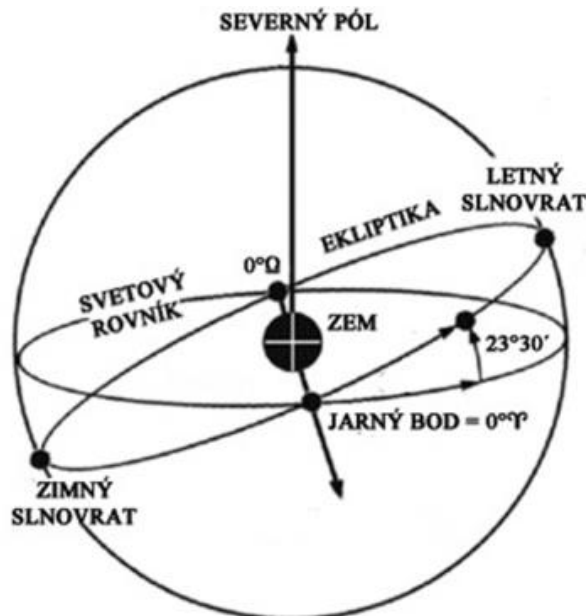
- Severný pól
- Južný pól
- Svetový rovník



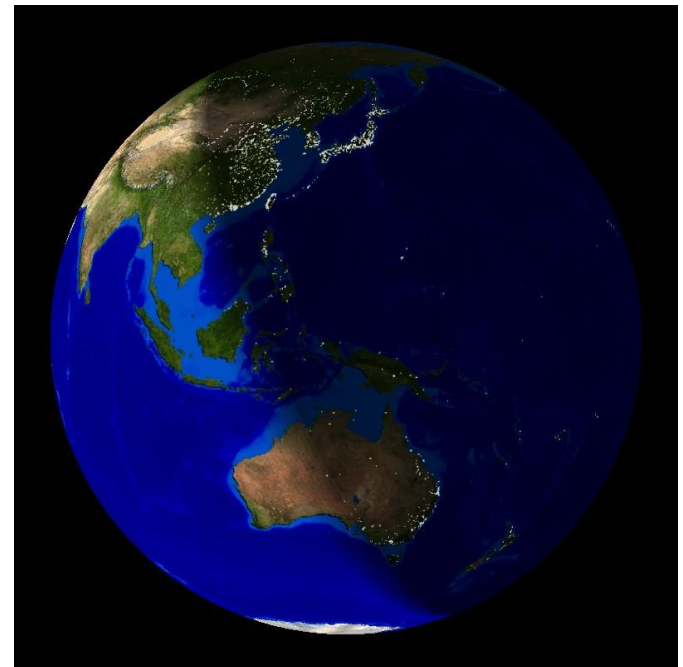
A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

Ďalšie súradnice

- **Obratník:** rovnobežka $23^{\circ}30'$ (presnejšie $23^{\circ}26'22''$) s. z. š. (obratník Raka) a j. z. š. (obratník Kozorožca) na povrchu Zeme, na nej je Slnko v nadhlavníku (zenite) napoludnie len raz za rok. Na obratníku Raka je Slnko v zenite v čase letného slnovratu, na obratníku Kozorožca v čase zimného slnovratu
- **Terminátor:** ostrá hranica medzi osvetlenou a nočnou pologouľou planéty



obr. EKLIPTIKA (zdanlivá dráha Slnka)



A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

- **Severný polárny kruh (severná polárna kružnica)** je myslená kružnica, ktorá pretína všetky najjužnejšie miesta na severnej pologuli, z ktorých je možné vidieť po dobu 24 hodín Slnko za letného slnovratu, teda kde Slnko za letného slnovratu nezapadne za obzor, a na ktorých Slnko za zimného slnovratu nevyjde nad obzor.
- Geograficky je definovaný rovnobežkou $66^{\circ}30'$ severnej zemepisnej šírky (s.z.š.), presne $66^{\circ}33''$ s.z.š.
- **Južný polárny kruh (južná polárna kružnica)** – opak SPK
- Geograficky je definovaný rovnobežkou približne $66^{\circ}30'$ južnej zemepisnej šírky (j.z.š.), presne $66^{\circ}33''$ j.z.š.



Poloha severného polárneho kruhu.



Poloha južného polárneho kruhu.

A. Zem rotuje okolo svojej osi (raz za deň)

Lokálny súradnicový systém

- zenit
- horizont



V blízkosti Severného pólu



V blízkosti rovníka



Rovníkové oblasti dostávajú zo Slnka viac tepla ako iné časti sveta. To vedie k rozdielom v teplote, hustote a tlaku vzduchu, ktoré následne spôsobujú pohyb vzduchu – vytváranie vetra. Všeobecná cirkulácia atmosféry, prenáša teplo preč z rovníkových oblastí smerom k pólom a vracia chladnejší vzduch do oblastí trópov. Keďže Zem rotuje, vetry sa nepohybujú priamo z oblastí vysokého tlaku do oblastí s nízkym tlakom. Coriolisova sila pôsobí v pravom uhle k smeru pohybu tak, aby spôsobila vychýlenie doprava na severnej pologuli a doľava na južnej pologuli.

B) Obežný pohyb Zeme



- **Až do 16. storočia** – presvedčenie, že „Zem je **stredom vesmíru** a že všetko - Mesiac, Slnko, planéty a hviezdy – krúžia okolo nej“
- **Mikuláš Kopernik** - ako prvý naznačil, že v strede vesmíru je Slnko a že Zem krúži okolo neho (**heliocentrický názor**)
- **Keplerove 3 zákony** o pohyboch planét sú tri pravidlá týkajúce sa pohybov telies v slnečnej sústave, ktoré na základe astronomických pozorovaní formuloval v r. 1609 až 1619 **Johannes Kepler**, zástanca Koperníkovej heliocentrickej sústavy.



❖ **Johannes Kepler** - objaviteľ troch základných zákonov pohybu nebeských telies.

- ❖ **Mikuláš Kopernik** nahradil geocentrický obraz sveta heliocentrickým. V roku **1543** Kopernik navrhol revolučnú teóriu - Zem a ostatné planéty krúžia okolo Slnka.
- ❖ Kopernikova teória bola prvýkrát overená v roku 1609, keď **Galileo** (cez ďalekohľad) uvidel mesiace krúžiace okolo Jupitera.



- **Giordano Bruno**
- *V astronómii sa preslávil tézami o tom, že Zem ani Slnko nie je stredom vesmíru a že vesmír je nekonečný.*
- Bol súdený za svoje „rúhačské“ myšlienky, **odsúdený k trestu smrti upálením**
- Rozsudok prijal slovami: „*Vynášate nado mnou rozsudok s väčším strachom než s akým ho ja počúvam.*“

Giordano Bruno taliansky
renesančný filozof a dominikán.

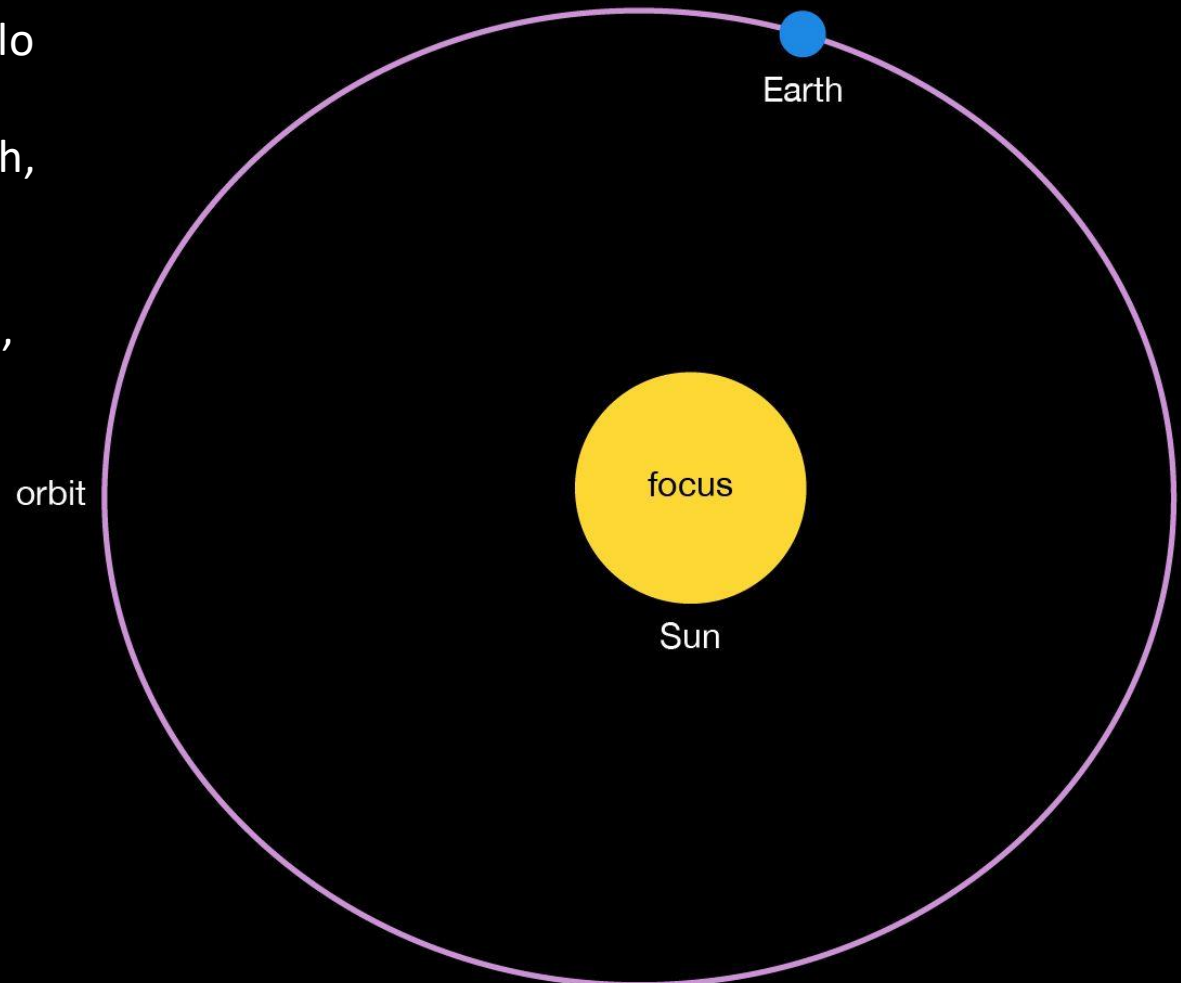


Zem a jej pohyb v slnečnej sústave a vesmíre

Keplerove zákony

I. Prvý Keplerov zákon (zákon dráh)

Planéty obiehajú okolo Slnka po eliptických trajektóriách (dráhach, orbitách) s malou výstrednosťou a spoločným ohniskom, ktorým je Slnko.



$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

Zem a jej pohyb v slnečnej sústave a vesmíre

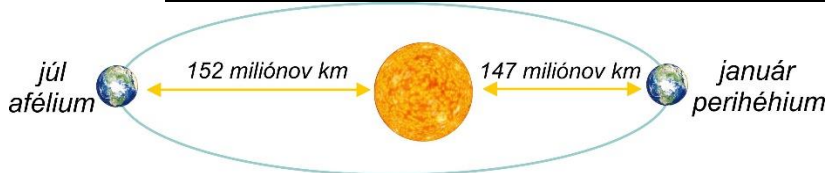
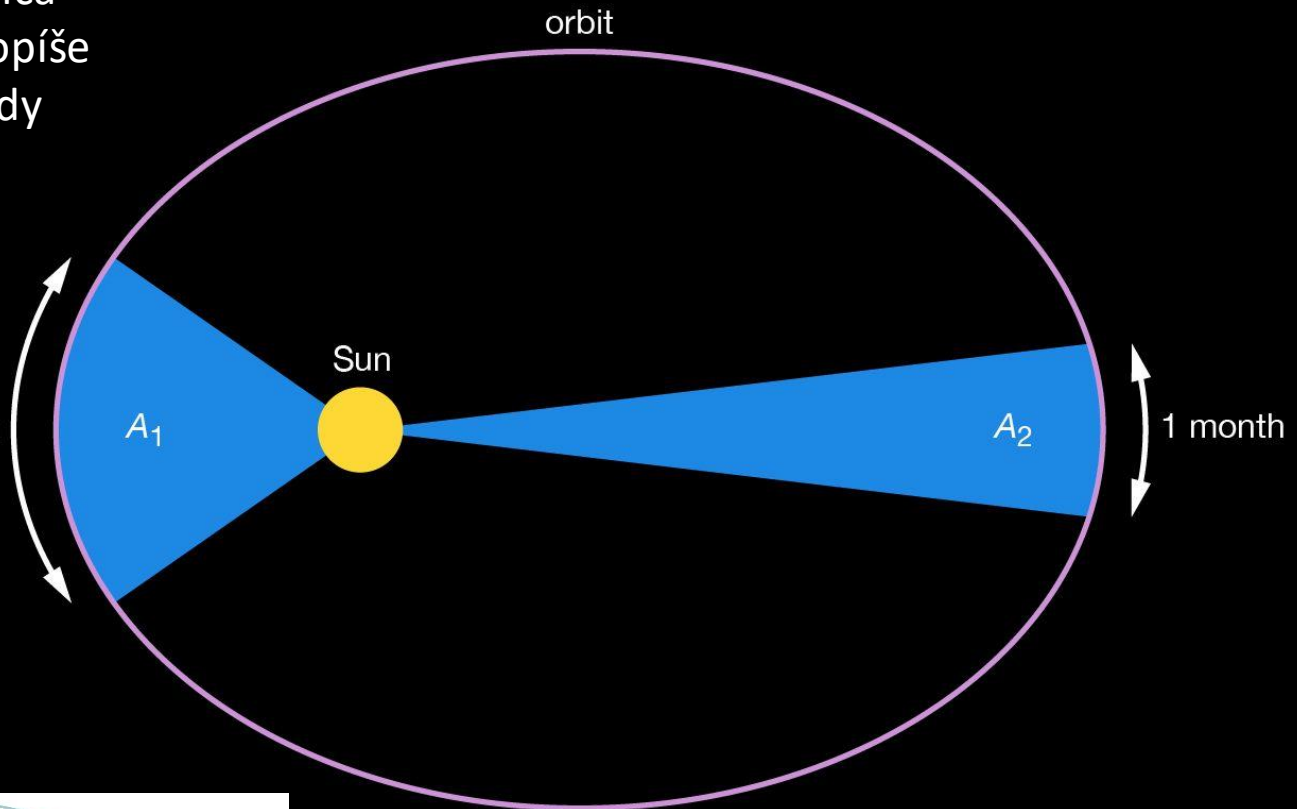
Keplerove zákony

II. Druhý Keplerov zákon (zákon plôch)

Sprievodič (spojnica Slnka a planéty) opíše za rovnaký čas vždy rovnakú plochu

kratší sprievodič
rýchlejší pohyb

1 month



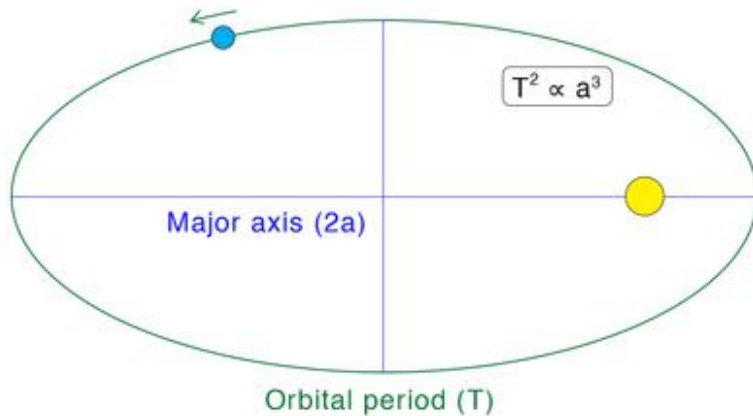
$$A_1 = A_2$$

Zem a jej pohyb v slnečnej sústave a vesmíre

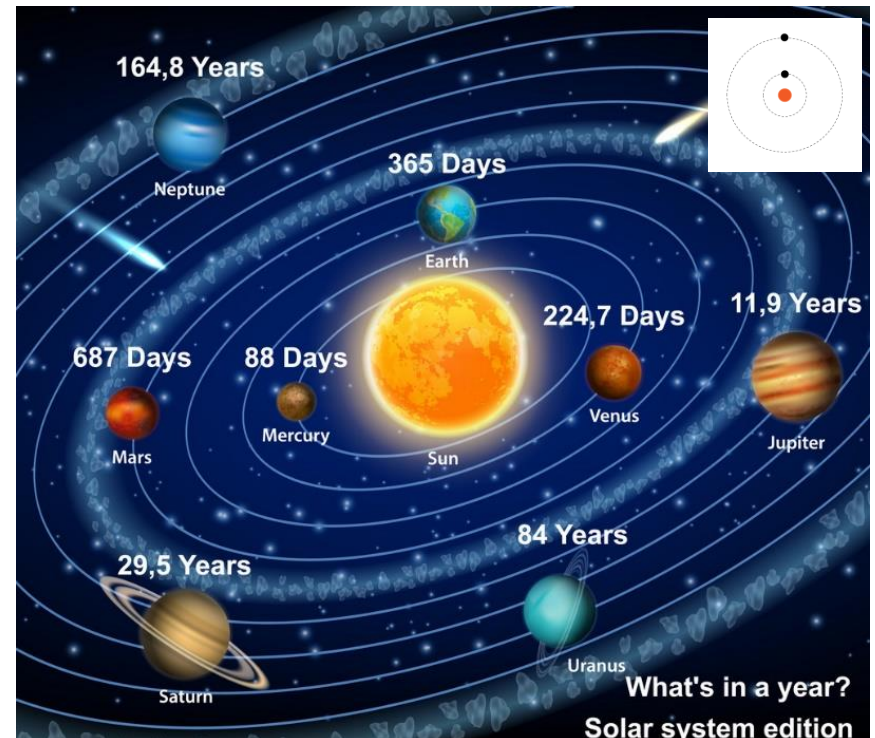
Keplerove zákony

III. Tretí Keplerov zákon (zákon obežných dôb)

- **Pomer druhej mocniny** obežnej doby planéty a **tretej mocniny** jej strednej vzdialenosti od Slnka má pre všetky planéty **rovnakú** hodnotu
- Perióda obehu planéty okolo Slnka sa rapídne zvyšuje s veľkosťou jeho orbity

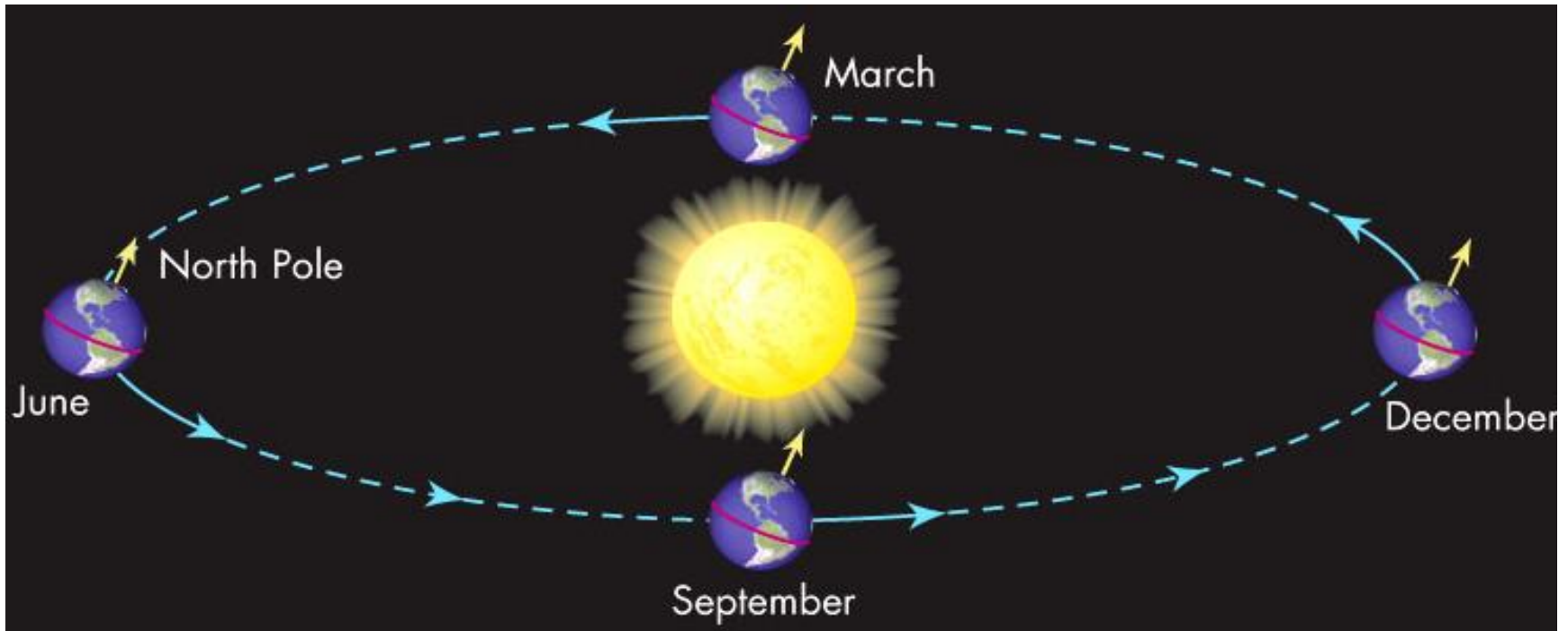


<https://www.exploratorium.edu/explore/solar-system/age>



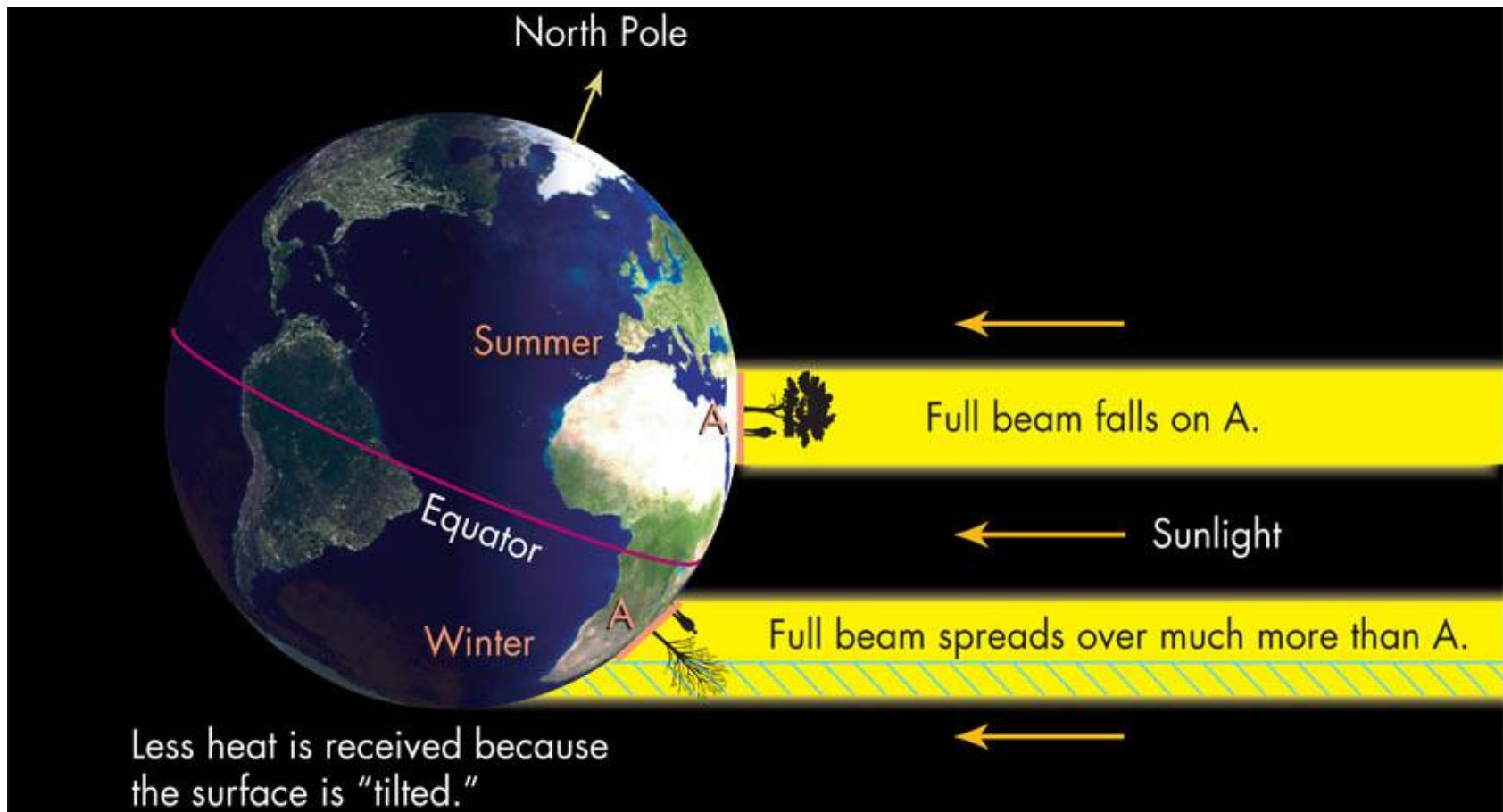
B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

Rotačná os Zeme je naklonená o $23,5^\circ$ vzhľadom na rovinu obežnej dráhy



B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

Ohrev závisí od energie na jednotku plochy



B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

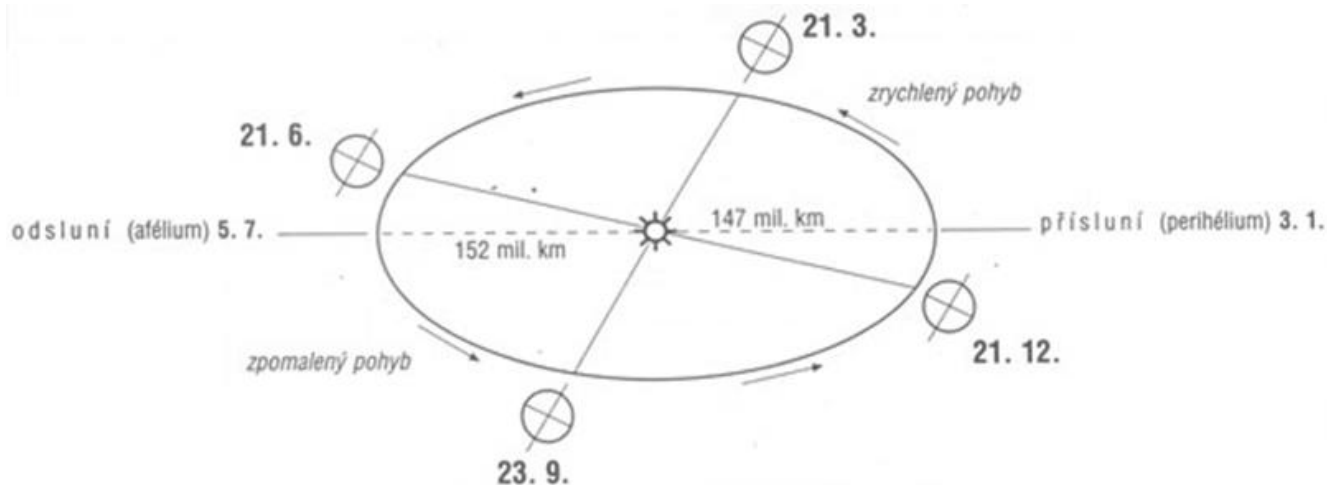
Ročné obdobia:

- Pohybom Zeme po ekliptike okolo Slnka a v dôsledku sklonu zemskej osi mení sa prikláňanie / odkláňanie severnej / južnej polgule k / od Slnka. To má za následok striedanie 4 ročných období: **jar, leto, jeseň a zima**.



B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

- **Okolo 4. januára (resp. 3 januára)**, keď Zem je na svojej obežnej dráhe v najbližšom bode k Slnku (**perihélium, príslnie**), je od neho vzdialená **147 097 149 km**.
- **Dňa 5. júla**, keď je v najvzdialenejšom bode – (**afélium, odslnie**), jej vzdialenosť od Slnka dosahuje **152 098 704 km**.
- **Apsída** je priamka, ktorá spája **perihélium** a **afélium**.

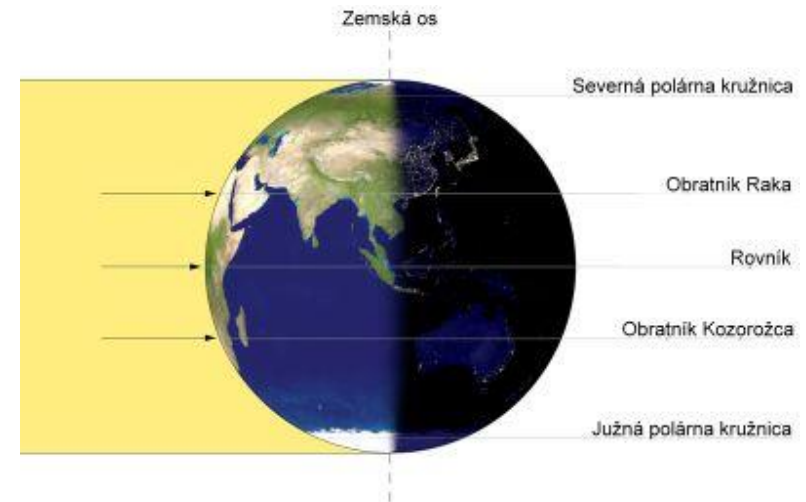
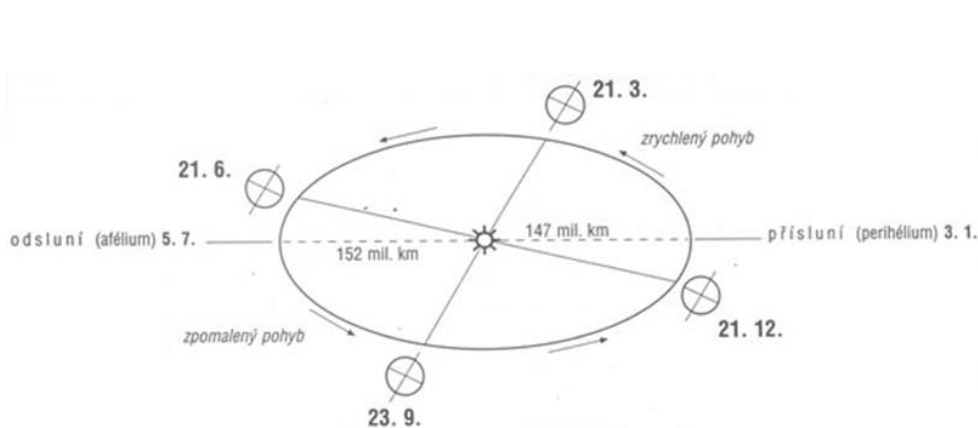


B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

Rovnodennosť

Rovnodennosť alebo ekvinokcium:

- Jeden z dvoch okamihov za rok, počas ktorých existuje jedno miesto na rovníku, na ktorom slnečné lúče dopadajú **kolmo** na zemský povrch (zdanlivá geocentrická ekliptikálna dĺžka Slnka je **0°** resp. **180°**)
- Jeden z dvoch dní za rok, počas ktorých sú svetlá časť dňa aj noc „takmer“ rovnako dlhé, teda trvajú **12 hodín**.



B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

Slnovrat

Slnovrat alebo solstícium:

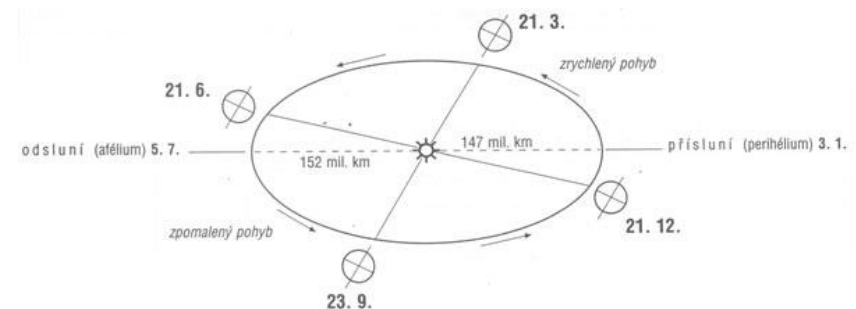
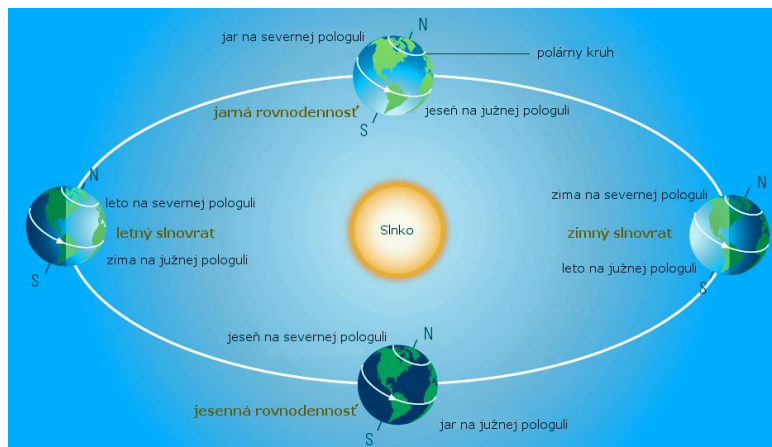
- Jeden z dvoch okamihov (dní) za rok, počas ktorých obraz Slnka je **najďalej** od svetového rovníka
- Jeden z okamihov za rok, keď je svetlá časť dňa takmer **najkratšia**, alebo keď je noc takmer **najdlhšia**



B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

Slnovrat

- **Júnový / letný slnovrat** - nastáva okolo **21. júna**
 - slnečné lúče dopadajú kolmo na obratník Raka, Zem v aféliu
 - dňom letného slnovratu sa začína na severnej pologuli **leto**, na južnej pologuli **zima**
 - 24 h slnko nezapadne na Severnom póle
- **Decembrový alebo zimný slnovrat** - nastáva okolo **21. decembra**
 - slnečné lúče dopadajú kolmo na obratník Kozorožca, Zem v perihéliu
 - dňom zimného slnovratu sa začína na severnej pologuli **zima**, na južnej pologuli **leto**
 - 24 h slnko nevyjde na Severnom póle



Termín "**letný**" resp. "**zimný**" slnovrat síce prísne vzaté platí len pre severnú pologuľu, ale v astronómii sa tradične používa aj pre južnú. Bod ekliptiky, v ktorom sa nachádza Slnko v okamihu slnovratu, sa nazýva **bod slnovratu** (solsticiálny bod), t.j. buď **letný bod** alebo **zimný bod**.

B. Zem obieha okolo Slnka (1 obeh = 1 rok)

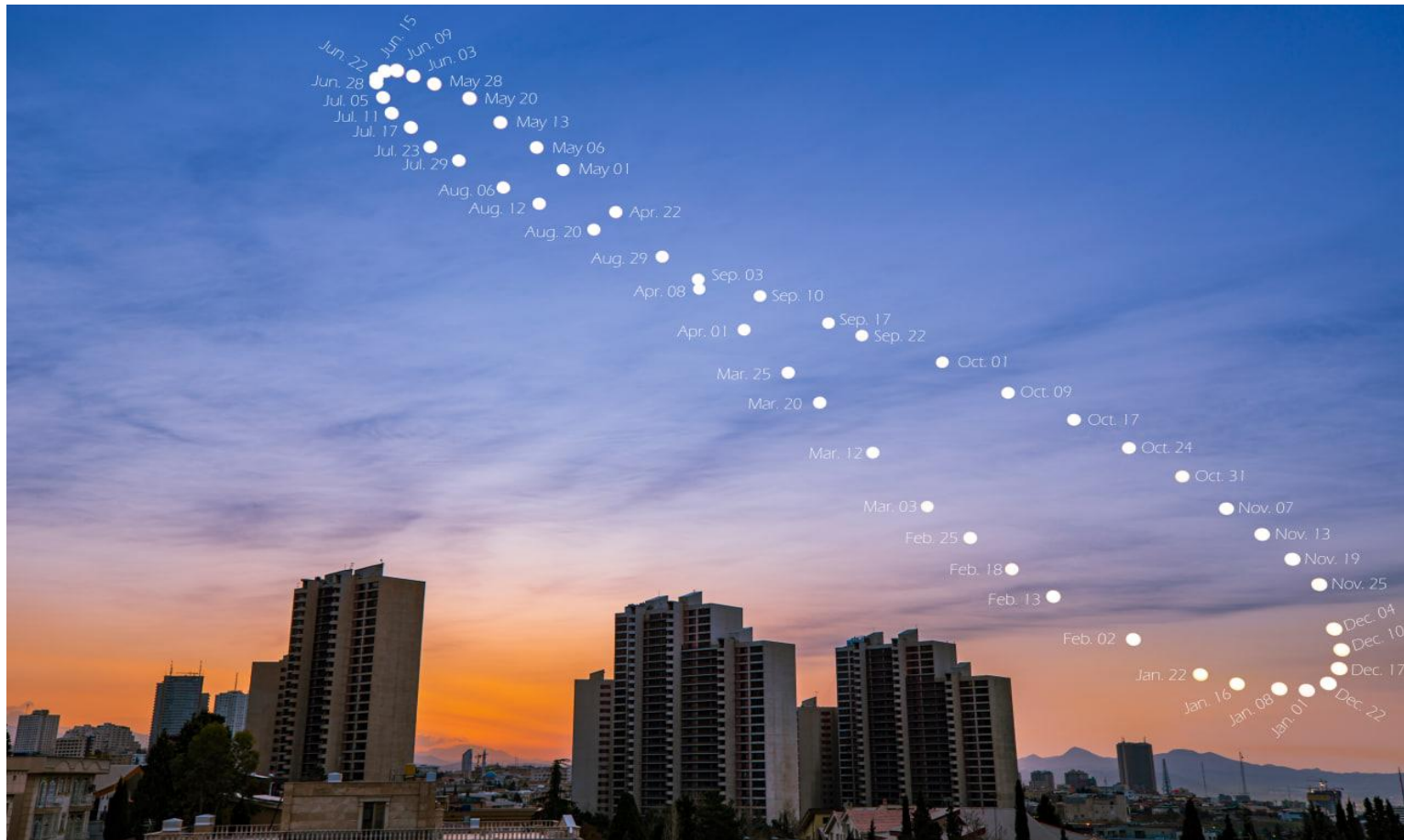


Oslavy Slnovratu



ANALEMA

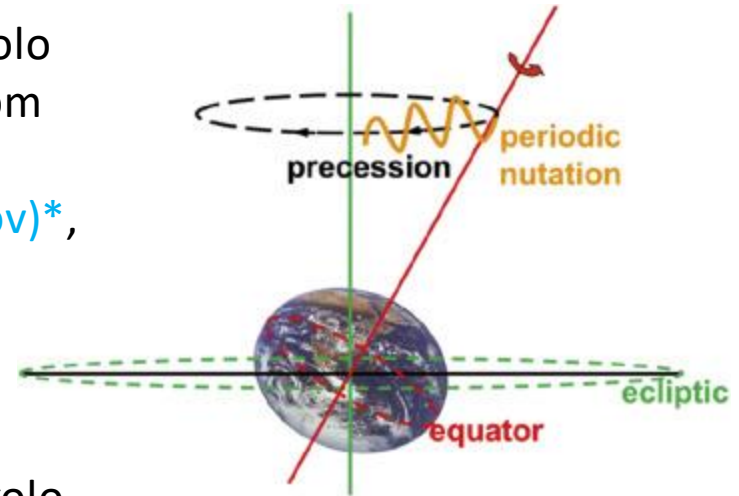
- Označenie pre dráhu Slnka po oblohe pre danú zemepisnú šírku a dĺžku
- Slnko sa pohybuje približne po osmičke, stúpajúcej a klesajúcej $\sim 23,5^\circ$ nad a pod ekliptiku



Zem a jej pohyb v slnečnej sústave a vesmíre

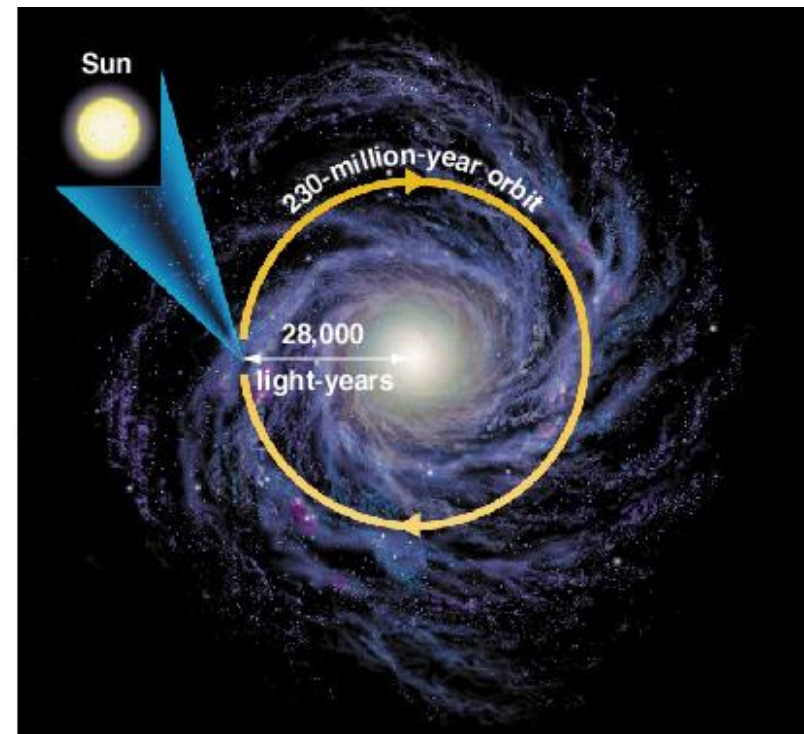
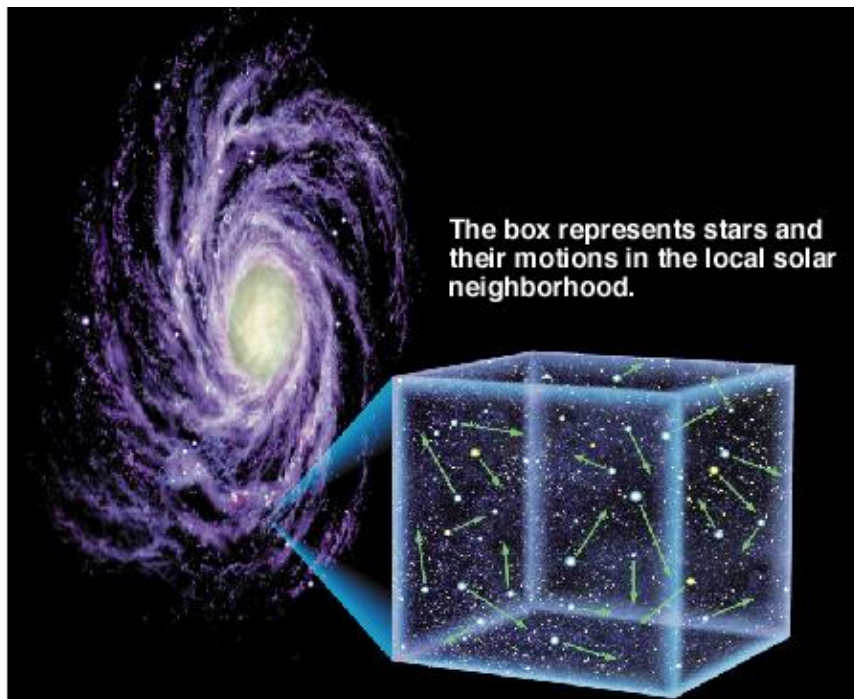
Precesia a nutácia

- **Precesia Zeme** je pohyb svetového pólu rovníka okolo stredného pólu (pól ekliptiky) po kružnici v zápornom smere (proti pohybu hodin. ručičiek)
 - perióda **25 725 rokov** (Platónsky rok = 25 700 rokov)*, **50,26"** za rok
 - objavil ju **Hipparchos**
- **Nutácia Zeme** je pohyb skutočného pólu rovníka okolo stredného pólu (pól ekliptiky) po kružnici v zápornom smere s periódou **18,61 rokov**. + voľná nutácia (Chandlerov pohyb, tiež „kolísanie pólu“)
- **Príčinou P-N-CH pohybov** sú periodické zmeny **gravitačných účinkov Mesiaca** na rotujúcu Zem.



C) Zem spolu so Slnekom a ostatnými hviezdami Slnecnej sústavy rotuje okolo stredu Mliečnej cesty

Slnko (a blízke hviezdy) obiehajú okolo stredu Mliečnej dráhy raz za 230 000 000 rokov



D) Mliečna cesta sa pohybuje vzhľadom ku okolitému vesmíru

Samotný vesmír sa rozširuje → priestor medzi objektami sa zväčšuje

