



NEHYBNÉ HVIEZDY SMERUJÚ NA ZÁPAD

OTÁČANIE ZEME

V KONTEXTE

KLÚČOVÁ OSOBNOSŤ

Árjabhata

(476 – 550 n. l.)

PREDTÝM

350 pred n. l. Platónov žiak Hérakleidés Pontský tvrdí, že Zem sa raz za deň otočí okolo svojej osi. Táto téza nenachádza odzvu, pretože je v rozpore s názorom Aristotela, ktorý je považovaný za väčšiu autoritu.

4. stor. pred n. l. Aristoteles vyhlasuje, že Zem sa vo vesmíre nepohybuje.

POTOM

950 n. l. Iránsky astronóm al-Sijzi podporuje myšlienku, že Zem sa otáča.

1543 Mikuláš Kopernik tvrdí, že Zem sa ako súčasť heliocentrického ponímania vesmíru otáča.

1851 Prvá demonštrácia kyvadla Léona Foucaulta v Paríži sa stáva definitívnym vedeckým dôkazom, že Zem sa otáča okolo svojej osi.

Od 4. storočia pred n. l. do 16. storočia n. l. v západnom svete prevládal názor, že Zem je nehybná a nachádza sa uprostred vesmíru. Teórie, že by sa mohla otáčať, boli zamietnuté s odôvodnením, že potom by objekty nachádzajúce sa na jej povrchu museli odletieť do vesmíru. Indický astronóm Árjabhata však bol presvedčený, že pohyb hviezd po nočnej oblohe nie je spôsobený ich obíehaním okolo Zeme vo vzdialenej sfére, ale rotáciou samotnej Zeme.

Zdanlivý pohyb

Podľa Árjabhatu sú hviezdy nehybné a ich zdanlivý pohyb smerom na západ je iba ilúzia. Jeho predstava rotujúcej Zeme však bola v širšom meradle akceptovaná až v polovici 17. storočia – celé storočie po tom, čo túto myšlienku podporil Mikuláš Kopernik.

Árjabhatove úspechy boli značné. Jeho spis *Árjabhatija* bol najdôležitejším astronomickým dielom 6. storočia. Predstavu-

„
Bol otcom indickej cyklickej astronómie... presnejšie určil skutočné polohy a vzdialenosti planét.“
Helaine Selinová
historička astronómie
“

je súhrn základných poznatkov z astronómie a matematiky, čím výrazne ovplyvnil celú arabskú astronómiu. Okrem iných úspechov Árjabhata s vysokou presnosťou vypočítal dĺžku hviezdneho dňa (čas, ktorý Zem potrebuje na jedno svoje otočenie vzhľadom na hviezdy) a vymyslel originálne a pomerne presné spôsoby zostavovania astronomických tabuliek. ■

Pozri: Geocentrický model 20 ■ Kopernikov model 32 – 39
■ Braheho model 44 – 47 ■ Eliptické obežné dráhy 50 – 55



V KONTEXTE

KLÚČOVÁ OSOBNOSŤ
Kuo Šou-ting (1231 – 1314)

PREDTÝM

100 pred n. l. Cisár Wu-ti z dynastie Chan zavádza čínsky kalendár založený na princípe slnečného roku.

46 pred n. l. Gaius Iulius Caesar reformuje rímsky kalendár: rok má 365 dní a 6 hodín, každý štvrtý rok je priestupný (pridáva sa 1 deň).

POTOM

1437 Timuridský astronóm Ulugbek pomocou 50-metrového gnómonu (konštrukcia určujúca uhlovú výšku Slnka) ustanovuje slnečný rok na 365 dní, 5 hodín, 49 minút a 15 sekúnd.

1582 Pápež Gregor XIII. reformuje juliánsky kalendár a zavádza gregoriánsky kalendár, podľa ktorého má rok 365,2425 dňa, rovnako ako Kuov kalendár Šou-š'.

NOVÝ ČÍNSKY KALENDÁR

SLNEČNÝ ROK

Tradičný čínsky kalendár je kombináciou mesačných a slnečných cyklov s 12 alebo 13 lunárnymi mesiacmi zodpovedajúcimi ročným obdobiam odvodeným od Slnka. Prvú oficiálnu podobu dostal v 1. storočí pred n. l. za vlády dynastie

Chan a vychádzal zo slnečného roku pozostávajúceho z 365 dní a 6 hodín (365,25 dňa). Číňania vo svojich výpočtoch predbehli Západ: rovnakú dĺžku roku použil o päťdesiat rokov neskôr aj Gaius Iulius Caesar v juliánskom kalendári v Rímskej ríši.

V čase, keď mongolský chán Chubilaj dobyl v roku 1276 väčšinu Číny, používal sa variant pôvodného kalendára (Ta-ming), ktorý však bol starý niekoľko storočí a potreboval revíziu. Chán sa rozhodol uplatniť svoju autoritu a presadiť nový, presnejší kalendár, označovaný ako Šou-š' („dobre usporiadaný“). Touto úlohou poveril Kua Šou-tinga, brilantného hlavného čínskeho astronóma.

Meranie roku

Úlohou Kua Šou-tinga bolo zmerať dĺžku slnečného roku. Na tento účel zriadil observatórium v Chánbalyku („Chánovo Mesto“), novom cisárskom hlavnom meste, ktoré sa neskôr stalo známym pod názvom Peking. Observatórium bolo v tom čase zrejme najväčšie na svete. V spolupráci s matematikom Wangom Čchunom začal Kuo sériu pozor-



Technicky zdatný Kuo Šou-ting vynášiel vodnú verziu armilárnej sféry, čo je prístroj na meranie polohy nebeských telies.



**NAŠE VLASTNÉ OČI NÁM
UKAZUJÚ ŠTYRI HVIEZDY
OBIEHAJÚCE
OKOLO JUPITERA**
GALILEIHO ĎALEKOHL'AD



V KONTEXTE

KLÚČOVÁ OSOBNOSŤ

Galileo Galilei (1564 – 1642)

PREDTÝM

1543 Kopernik prichádza s teóriou heliocentrického vesmíru, potrebuje však dôkaz, pretože Zem sa javí ako nehybná.

1608 Holandskí výrobcovia okuliarov vyvíjajú prvé ďalekohľady.

POTOM

1656 Holandský vedec Christiaan Huygens stavia čoraz väčšie ďalekohľady, ktoré sú schopné odhaliť vzdialenejšie objekty a viac detailov.

1668 Isaac Newton prichádza s prvým zrkadlovým ďalekohľadom, ktorý je oveľa menej zaťažený skreslením vinou chromatickej aberácie.

1733 Začína sa výroba achromatických šošoviek s kombináciou kamienkového a flintového skla, ktoré výrazne zlepšia potenciálnu kvalitu obrazu refrakčných ďalekohľadov.

Keď Galileo Galilei začal efektívne využívať ďalekohľad, znamenalo to prelom v dejinách astronómie. Vyskytli sa aj ďalšie zlomové body, napr. zavedenie fotografie, objav kozmických rádiových vln či vynález elektronického počítača, ale vynález ďalekohľadu bol základom pokroku v tomto odbore.

Hranice ľudského oka

V predgalileiovskom období mali ľudia pri pozorovaní oblohy k dispozícii iba vlastné oči. Ľudský zrak je obmedzený dvoma zásadnými spôsobmi: nedokáže zaznamenávať detaily a rozlišuje iba objekty, ktoré sú dostatočne jasné.

Pri pohľade na Mesiac v splne priemer jeho disku zaberá uhol $1/2^\circ$ voči povrchu Zeme. To znamená, že dve priamky vedené z protiahlych strán Mesiaca sa v ľudskom oku stretávajú v $1/2^\circ$ uhle. Voľným okom však človek dokáže rozpoznať iba samostatné objekty, ktoré sú od seba vzdialené viac než $1/60^\circ$. To je rozlišovacia schopnosť oka, ktorá vypovedá o úrovni detailov, ktoré človek dokáže rozpoznať. Pri pohľade voľným okom na Mesiac v splne je jeho priemer

”

Mliečna cesta nie je nič iné ako nespočetné množstvo hviezd zoskupených do zhlukov.

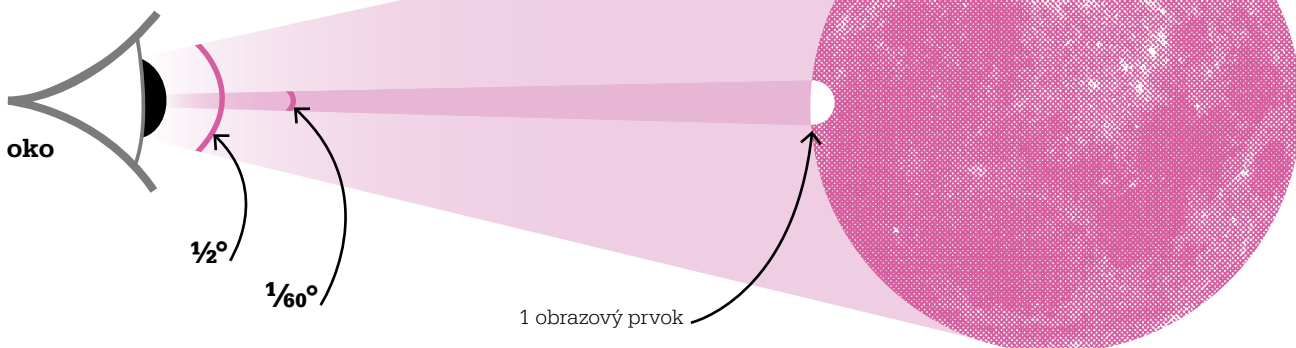
Galileo Galilei

“

rozložený iba na 30 obrazových prvkov analogických k pixelom na digitálnej fotografii. Tmavé mesačné moria a svetlejšie mesačné vysočiny sú rozoznateľné, ale jednotlivé pohoria a ich tieň nedokážeme pozorovať.

Pri pohľade na nočnú oblohu za bezoblačnej a bezmesačnej noci v talianskej domovine Galilea Galileiho bolo nad obzorom vidieť asi 2 500 hviezd. Mliečna cesta – disk slnečnej sústavy viditeľný z boku – vyzerá voľným okom ako rieka plná mlieka. Len cez ďalekohľad sa dá zistiť, že Mliečnu cestu tvoria jednotlivé hviezdy,

Rozlišovacia schopnosť ľudského oka je asi $1/60^\circ$. Pohľad zo Zeme na Mesiac zvierá uhol $1/2^\circ$, čo znamená, že priemer jeho disku možno rozložiť na 30 obrazových prvkov.





ZISTIL SOM, ŽE JE TO KOMÉTA, PRETOŽE MENILA POLOHU

POZOROVANIE URÁNA

V KONTEXTE

KLÚČOVÁ OSOBNOSŤ

William Herschel

(1738 – 1822)

PREDTÝM

60. roky 17. stor. Isaac Newton a ďalší vynálezcovia pričádzajú so zrkadlovým ďalekohľadom.

1690 John Flamsteed pozoruje Urán, pokladá ho však za hviezdu.

1774 Charles Messier publikuje katalóg vesmírnych objektov, ktorý inšpiruje Herschela k práci na vlastnom súpise.

POTOM

1846 Nevysvetliteľné zmeny na obežnej dráhe Urána privádzajú Urbaina Le Verriera k predpovedi existencie a polohy aj ôsmej planéty – Neptúna.

1930 Americký astronóm Clyde Tombaugh objavuje Pluto, pôvodne označované za deviatu planétu, neskôr preklasifikované na trpasličiu planétu. Je najjasnejším objektom Kuiperovho pásu malých ľadových telies.

Urán bol pozorovaný, ale **neklasifikovaný** ako planéta.

Pozorovania s odstupom niekoľkých dní ukázali, že sa **pohol**, čo znamenalo, že by **mohlo ísť o kométu**.

Výpočty ukázali, že **dráha Urána je takmer kruhová**, takže **musí ísť o planétu**.

Nepravidelnosti na jeho obežnej dráhe naznačovali, že v slnečnej sústave môže existovať aj **ôsma planéta**.

Urán, siedma planéta od Slnka, je viditeľný voľným okom a predpokladá sa, že ho pozoroval už staroveký grécky astronóm a matematik Hipparchos v roku 128 pred n. l. Vývoj ďalekohľadov v 17. storočí viedol k ďalším pozorovaniam. Venoval sa im aj anglický astronóm John Flamsteed, ktorý v roku 1690 objekt za-

znamenal ako hviezdu 34 Tauri. V rokoch 1750 – 1769 ho niekoľkokrát pozoroval aj francúzsky astronóm Pierre Lemonier. Nikto však neprišiel na to, že ide o planétu.

Až nadišiel 13. marec 1781. William Herschel hľadal viacnásobné hviezdy a popritom spozoroval Urán. Všimol si ho aj o štyri noci neskôr a pri tejto druhej



JASNOŠŤ TEJTO HVIEZDY SA MENÍ

PREMENNÉ HVIEZDY

V KONTEXTE

KLÚČOVÁ OSOBNOSŤ

John Goodricke (1764 – 1786)

PREDTÝM

130 pred n. l. Hipparchos definuje stupnicu zdanlivej magnitúdy pre jasnosť hviezd, ktorú spopularizuje Ptolemaios v *Almageste*.

1596 David Fabricius zisťuje, že jasnosť hviezd Mira Ceti sa periodicky mení.

POTOM

1912 Henrietta Swan Leavittová zisťuje, že perióda niektorých premenných hviezd súvisí s ich absolútnou (skutočnou) jasnosťou.

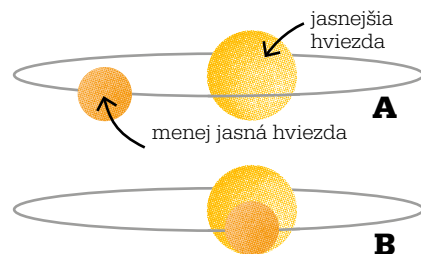
1913 Ejnar Hertzsprung kalibruje túto zmenu jasnosti, čo umožňuje použiť premenné cefeidy ako „štandardné sviečky“ na výpočet vzdialeností ku galaxiám.

1929 Edwin Hubble zisťuje súvislosť medzi rýchlosťou galaxií a ich vzdialenosťou od našej Galaxie.

S tarovekí grécki astronómovia ako prví klasifikovali hviezdou podľa ich zdanlivej jasnosti, teda svietivosti pozorovanej zo Zeme. V 18. storočí sa britský amatérsky astronóm John Goodricke začal zaujímať o zmeny zdanlivej jasnosti. Impulz mu dal jeho sused, astronóm Edward Pigott, keď mu poskytol zoznam hviezd, o ktorých je známe, že sa menia. Pri svojich pozorovaniach ich objavil viac.

V roku 1782 Goodricke pozoroval zmeny na Algole, hviezde v súhvezdí Perzeus. Bol prvým človekom, ktorý načrtnol dôvod tejto zmeny. Podľa neho je Algol v skutočnosti dvojica hviezd, ktoré obiehajú okolo jedného ťažiska, pričom jedna je jasnejšia ako druhá. Keď menej jasná hviezda prejde popred jasnejšiu, zatmenie zníži jasnosť, ktorú zachytili pozorovatelia. Dnes máme pre tento jav pomenovanie zákrytová dvojhviezda (príčom je už známe, že Algol je v skutočnosti trojhviezda).

Goodricke tiež zistil, že hviezda Delta Cephei v súhvezdí Ce-



Zákrytová dvojhviezda má maximálnu jasnosť, keď sú viditeľné obe hviezdy (A); minimálna jasnosť nastane, keď menej jasná hviezda prekryje jasnejšiu hviezdu (B).

feus mení svoju jasnosť v pravidelných intervaloch. S odstupom rokov je známe, že Delta Cephei patrí do skupiny hviezd, ktorých zdanlivá jasnosť sa mení, pretože sa menia samotné hviezdy. Tieto premenné hviezdy sa nazývajú cefeidy a sú kľúčom k výpočtu vzdialeností k iným galaxiám.

Goodricke predložil svoje zistenia fóru Royal Society v roku 1783. Krátko nato zomrel na zápal pľúc vo veku necelých dvadsaťdva rokov. ■