

Astronomijas vēsture

Jay M. Pasachoff , Magda Stavinschi , Mary Kay Hemenway

*Starptautiskā astronomijas savienība
Viljamsas koledža, Viljamstauna, Masačūsetsa, ASV
Rumānijas akadēmijas Astronomijas institūts
Teksasas Universitāte Ostinā, ASV*



1. Ievads



- ❑ Astronomijas vēsture ir plaša un sarežģīta, un to nevar apkopot vienā prezentācijā. Tāpēc mēs piedāvājam tikai dažas tēmas:
- ❑ heliocentriskās pasaules uzbūves jēdziens;
- ❑ vairāku lielu pagātnes kultūru un civilizāciju dažas astronomiskās koncepcijas.

2. Sengrieķu astronomija

- ❑ Šķiet, ka planētas lēni pārvietojas vienā virzienā (no rietumiem uz austrumiem) attiecībā pret fona zvaigznēm: tiešā kustība.
- ❑ Bet dažreiz planēta kustas pretējā virzienā (no austrumiem uz rietumiem) attiecībā pret zvaigznēm: pretējā kustība.



2. Sengrieķu astronomija

- ❑ Senie grieķi veidoja teorētiskus Visuma (jeb pasaules uzbūves) modeļus, lai izskaidrotu planētu kustību.
- ❑ Lai salīdzinātu planētu pretējās kustības ilgumu, viņi sakārtoja debess ķermeņus atkarībā no attāluma.



2. Sengrieķu astronomija



- ❑ Aristotelis (350. g. pmē) domāja, ka Zeme noteikti ir Visuma centrs, un planētas, Saule un zvaigznes riņķo ap Zemi.
- ❑ Pēc Aristoteļa domām, Visums sastāvēja no 55 debess sfērām, kas ir ievietotas viena otrā.



2. Sengrieķu astronomija

- ❑ Katras sfēras dabiskā kustība bija rotācija. Planētas pārvietojās vienā no sfērām, un katras sfēras kustība ietekmē citas sfēras kustību. Retrogrādu kustību ar to varēja izskaidrot.
- ❑ Vistālākā sfēra atbilst fiksētajām zvaigznēm. Ārpus šīs sfēras tas bija "primārais mehānisms", kas izraisa zvaigžņu rotāciju.
- ❑ Aristoteļa teorija dominēja zinātniskajā domāšanā 1800 gadus, līdz pat renesansei, un neļāva zinātnē apsvērt jaunus modeļus.



2. Sengrieķu astronomija

- Apmēram mūsu ēras 140. gadā grieķu zinātnieks Klaudijs Ptolemajs no Aleksandrijas ieviesa detalizētu Visuma teoriju, kas izskaidro planētu pretējo jeb cilpveida kustību.
- Ptolemaja modelis bija ģeocentrisks (Zeme centrā), tāpat kā Aristoteļa modelis. Lai izskaidrotu planētu pretējo kustību, viņš uzskatīja, ka planētas pārvietojas pa maziem apliem, kas pārvietojas pa planētu lielo orbītu apliem.



2. Sengrieķu astronomija

- ❑ Lai izskaidrotu pretējo kustību, Ptolemajs ierosināja, ka planētas pārvietojas pa maziem apliem, ko sauc par epicikliem; lielākos apļus, pa kuriem pārvietojas epiciklu centrs, sauc par deferentiem.
- ❑ Epicikla centrs pārvietojas ar nemainīgu leņķisko ātrumu attiecībā pret punktu, ko sauc par ekvantu.
- ❑ Tā kā tika uzskatīts, ka apļi ir ideālas formas, šķita loģiski, ka planētas savās kustībās seko apļiem.



2. Sengrieķu astronomija

- ❑ Ptolemaja vissvarīgākais darbs *Almagests* (tulkojumā: lielākais) tika izmantots gandrīz 15 gadsimtus, un tajā bija ne tikai viņa idejas, bet arī viņa priekšgājēju ideju kopsavilkums.
- ❑ Viņa planētu kustību tabulas bija pietiekami precīzas, ņemot vērā laikmetu.



3. Visums, kura centrā ir Saule

- ❑ 16. gadsimtā poļu astronoms Nikolajs Koperniks ierosināja heliocentrisko pasaules uzbūves modeli (ar Sauli centrā).
- ❑ Aristarhs no Samas ierosināja heliocentrisko teoriju 18 gadsimtus pirms Kopernika. Tomēr mēs nezinām šīs agrīnās teorijas detaļas.



3. Visums, kura centrā ir Saule

- ❑ Koperniks pieņēma, ka planētas pārvietojas pa riņķiem, lai gan Saule nebija precīzi riņķu centrā.
- ❑ Koperniks izmantoja dažus epiciklus, lai prognozes labāk atbilstu novērojumiem dabā (un likvidēja ekvantu).



3. Visums, kura centrā ir Saule

- ❑ Šis modelis izskaidroja ārējo planētu (tādu kā Marsa) pretējo kustību ar projekcijas efektu:
 - Kad Zeme apsteidz Marsu, līnijas, kas savieno Zemi un Marsu, projekcija parāda acīmredzamu otrādu kustību starp zvaigznēm pretēji faktiskajam kustības virzienam.
 - Tad, kad Zeme un Marss turpina pārvietoties savā orbītā, līnijas projekcija, kas savieno abas planētas, atkal pārvietojas sākotnējā kustības virzienā.



3. Visums, kura centrā ir Saule

- Ar domu, ka Saule atrodas aptuveni Saules sistēmas centrā, Koperniks:
 - Aprēķināja planētu relatīvos attālumus, kas salīdzināti ar Zemes un Saules attālumu.
 - No novērojumiem viņš izsecināja, cik ilgā laikā katra planēta apriņķo Sauli.



4. Tiho Brahe



16. gadsimta otrajā pusē, neilgi pēc Kopernika nāves, dāņu muižnieks Tiho Brahe no savas observatorijas Uraniborgas sāka novērot Marsu un citus debess ķermeņus, lai uzlabotu prognozes par to atrašanās vietu.



4. Tiho Brahes 'asās acis'

- Tā kā teleskops vēl nebija izgudrots, Tiho izmantoja milzīgus novērošanas instrumentus, kuriem precizitātes ziņā nebija precedenta.
- Pēc Tiho nāves 1601. gadā un pēc zināma cīņiņa, lai piekļūtu novērošanas datiem, Johannes Keplers tos ieguva.



5. Johannes Keplers un viņa likumi

- ❑ Jaunie, ticamākie un precīzākie Tiho novērojumi parādīja, ka tolaik izmantotās planētu pozīciju tabulas nebija pārāk precīzas.
- ❑ 1600. gadā Tiho nolīga Kepleru, lai viņš veiktu detalizētus aprēķinus, kas izskaidrotu planētu pozīcijas.
- ❑ Sākumā Keplers mēģināja izskaidrot Marsa orbītu, izmantojot riņķus, pēc tam citas orbītas formas, iekams atrada atbildi.



5a. Keplera pirmais likums

- Keplera likums, kas publicēts 1609. gadā, saka, ka planētas riņķo ap Sauli pa elipsēm, kuras vienā fokusā ir Saule.

5a. Keplera pirmais likums

- Elipses formu nosaka attālums starp tās fokusiem un zīmēšanā izmantotās auklas garums.
- Elipses formu var mainīt, ja maina auklas garumu vai attālumu starp fokusiem.



5b. Keplera otrais likums

- ❑ Tas apraksta ātrumu, ar kādu planētas pārvietojas pa orbītu:
 - ❑ līnija, kas savieno planētu ar Sauli, apraksta vienādus laukumus vienādos laikos;
 - ❑ to sauc arī par vienādo laukumu likumu.



5b. Keplera otrais likums

- ❑ Keplera otrais likums ir īpaši noderīgs, apskatot komētu kustību, kurām ir ļoti ekscentriskas eliptiskas orbītas (t.i., saplacinātas).
- ❑ Piemēram, viņš parādīja, ka Haleja komēta pārvietojas daudz lēnāk, kad tā atrodas tālu no Saules, jo līnija, kas to savieno ar Sauli, ir ļoti gara.



5c. Keplera trešais likums

- Keplera 3. likums saista planētu periodu ar planētas attālumu līdz Saulei.
- Planētas apriņķojuma perioda kvadrāts ir proporcionāls elipses orbītas lielās pusass kubam:

$$P^2 = kR^3, \text{ kur } k \text{ ir konstante}$$

- Tas ir, ja elipses lielās pusass kubs palielinās, perioda kvadrāts palielinās ar tādu pašu koeficientu.



5c. Keplera trešais likums

- Keplera trešā likuma pielietojums ir, piemēram, ģeostacionārie satelīti, kas atrodas tādā attālumā, kur to apriņķošanas periods ir tāds pats kā Zemes rotācijas periods. Tie vienmēr paliek virs tā paša ģeogrāfiskā garuma uz Zemes.



- Škiet, ka tie 'peld' virs ekvatora (skatīt attēlu pa kreisi), tos izmanto TV un telefona signālu pārraidīšanai.



6. Ptolemaja modeļa krišana: Galileo Galilejs

- ❑ 1609. gada beigās Galileo bija pirmais, kurš izmantoja teleskopu sistemātiskiem astronomiskiem pētījumiem.



6. Ptolemaja modeļa krišana: Galileo Galilejs

- 1610. gadā viņš publicēja savus novērojumus, ko veica ar teleskopu. Viņš saskatīja daudz vairāk zvaigžņu, nekā varēja redzēt ar neapbruņotu aci.
- Piena Ceļš satur daudzas atsevišķas zvaigznes.
- Kalni, krāteri un tumšas "jūras" uz Mēness.
- Četri mazi ķermeņi, kas riņķo ap Jupiteru (tas pierādīja, ka ne visi ķermeņi riņķo ap Zemi).
- Turklāt, Jupiteram pārvietojoties, pavadoņi «nepalika aizmugurē», liekot domāt, ka Zemei vajadzētu «rīkoties» līdzīgi, neatstājot objektus aiz sevis.



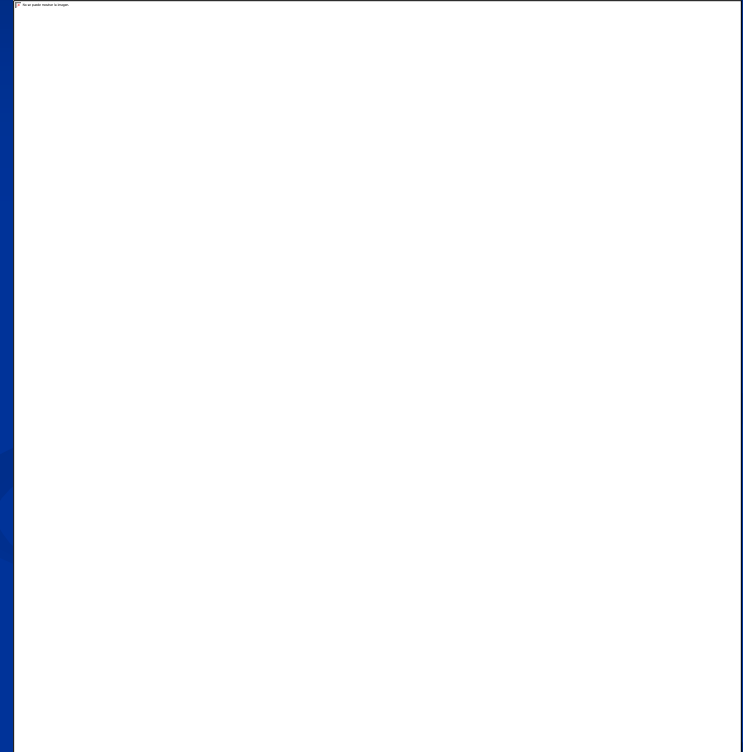
6. Ptolemaja modeļa krišana: Galileo Galilejs

- ❑ Galileo arī atklāja, ka Venerai ir novērojamas visas fāzes; to nevar izskaidrot Ptolemaja sistēmā.



6. Ptolemaja modeļa krišana: Galilejs Galilejs

- 1612. gadā viņš aprakstīja Saules plankumus (pierādījums, ka debess objekti nebija ideāli), parādot, ka tie pārvietojas kopā pa Saules virsmu.



6. Ptolemaja modeļa krišana: Galileo Galilejs

□ Mūsdienās, apmēram četrsimt gadus pēc tam, kad Galilejs veica savus atklājumus, un vairāk nekā četrsimt gadus kopš viņa laikabiedrs Džordāno Bruno tika sadedzināts uz sārta, daļēji pateicoties viņa redzējumam par citām pasaulēm ārpus mūsu Saules sistēmas, starp Baznīcu un zinātniekiem valda miers. Piemēram, Vatikāns uztur modernu observatoriju, kurā strādā vairāki cienījami astronomi.



7. Uz milžu pleciem: Īzaks Ņūtons

- ❑ Tikai pateicoties Īzakam Ņūtonam 60 gadus vēlāk, mēs varējam saprast fiziku, kas ir Keplera empīrisko likumu pamatā.
- ❑ Ņūtons dzimis Anglijā 1642. gadā, tajā gadā, kad Galilejs nomira.
- ❑ Ņūtons bija sava laika lielākais zinātnieks:
 - ❑ viņš pētīja optiskās parādības;
 - ❑ viņš izgudroja spoguļteleskopu;
 - ❑ viņš atklāja redzamās gaismas sadalīšanos krāsu spektrā;
 - ❑ bet vēl svarīgāks bija viņa darbs pie kustības un gravitācijas (viņš ieviesa diferenciāļu un integrāļu aprēķinus).



7. Uz milžu pleciem: Īzaks Ņūtons

- Ņūtona «*Dabas filozofijas matemātiskie principi*» (*Principia*) apraksta trīs Ņūtona kustības likumus.
- Pirmais likums nosaka, ka kustībā esošie ķermeņi kustas taisnā virzienā ar nemainīgu ātrumu, ja vien uz tiem neiedarbojas ārējs spēks.

Šis ir inerces likums, ko patiesībā atklāja Galilejs.

- Otrais likums attiecas uz spēku, kas saistīts ar tā ietekmi uz masai piešķirto paātrinājumu (ātruma pieaugumu).

Lielāks spēks liek tai pašai masai paātrināties vairāk ($F = ma$, kur F ir spēks, m ir masa un a ir paātrinājums).



7. Uz milžu pleciem: Īzaks Ņūtons

- Trešo likumu bieži formulē šādi: "Katrai darbībai ir tik pat liela un pretēja pretdarbība".

Reaktīvā kustība ir viens no daudziem procesiem, ko izskaidro šis likums.

- *Principia* apraksta arī gravitācijas likumu.

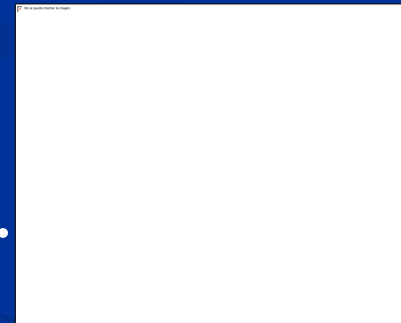
Viens no Ņūtona gravitācijas likuma pielietojumiem ir svara jēdziens.



7. Uz milžu pleciem : Īzaks Ņūtons

Viens no slavenākajiem zinātnes stāstiem ir par ābolu, kas uzkrita Ņūtonam uz galvas un viņš, atklāja gravitācijas jēdzienu.

Lai gan Ņūtonam uz galvas neuzkrita neviens ābols, stāsts, ko pats Ņūtons stāstīja pēc gadiem, ir tāds, ka viņš redzēja ābolu krītot un saprata, ka tāpat kā ābols krīt uz Zemi, Mēness krīt uz Zemi, taču turpina attālināties no mums. (Jebkurā īsā laika intervālā, kad Mēness kustas Zemes virzienā, jo Zeme to pievilk, to kompensē Mēness kustība uz priekšu pa orbītu, tādējādi vairāku kustības intervālu rezultāts ir stabila orbīta, nevis sadursme ar Zemi).



7. Uz milžu pleciem: Īzaks Ņūtons

- Viena slavena Ņūtona frāze ir: «Ja arī es redzēju tālāk, tad tāpēc, ka stāvēju uz milžu pleciem».



Papildu slaidi



8. Astronomijas saknes: BABILONIJA

Rietumu astronomijas saknes ir meklējamas Haldejā. Te izmantoja sešdesmitnieku skaitļu sistēmu (līdzīgu mūsu decimālsistēmai, bet ar bāzi 60), tas veicināja algebras un aritmētikas attīstību. No šīs senās sistēmas mums ir riņķa dalījums 360 grādos vai vienas stundas dalījums 60 minūtēs un 60 sekundēs.

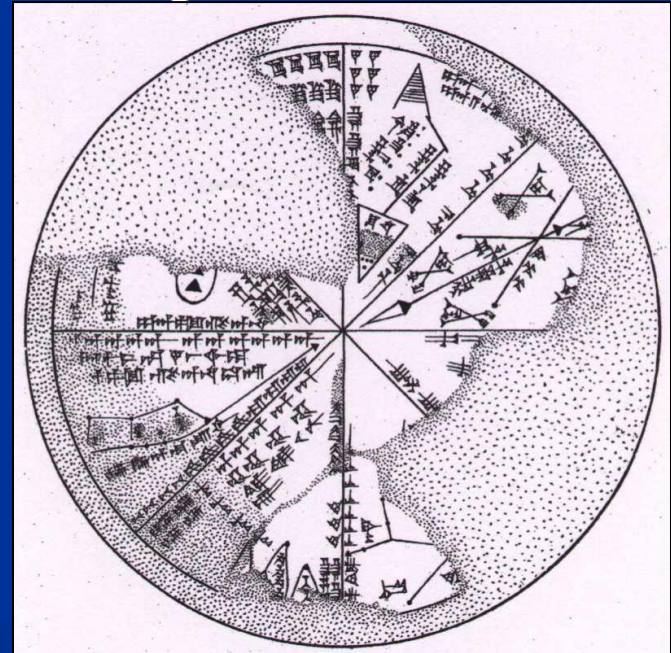


8. Astronomijas saknes: BABILONIJA

Haldeji novēroja Mēness aptumsumus un atklāja *sarosa sēriju*, lai paredzētu parādības. Lai gan viņi izmantoja šo sēriju tikai Mēness aptumsumiem, to var izmantot, arī lai prognozētu Saules aptumsumus.



Vēstule karalim Ašurbanipalam, kurā aprakstīts Mēness aptumsums.



Planisfēra, Ašurbanipala Ninīves bibliotēka (ap 800. g. pmē).

8. Astronomijas saknes: BABILONIJA

Piecas zināmās planētas

Hamurapi

Vārds	Nozīme	Planēta
Neberu	Enģe	Jupiters
Delebat	Kas pasludina	Venera
Situ , Ištara	Lēcējs	Merkurs
Kajamanu	Nemainīgais	Saturns
Salbatanu	Sārtais	Marss

8. Astronomijas saknes: ĒĢIPTE



Debesu dieviete
Nuta aptver
Gebu, zemes
dievu.

Nuta veido
robežu starp zemi
un debesīm,
mirušo pasauli.



8. Astronomijas saknes: ĒĢIPTE

Ēģiptieši ievēroja, ka tad, kad Sīriuss (saukts par Sotisu) uzlēca tieši pirms Saules, tas sakrita ar Nīlas upes plūdiem. Tuksnesis kļuva auglīgs, un šī iemesla dēļ Sīriusu saistīja ar auglības dievieti Izīdu.



8. Astronomijas saknes: ĒĢIPTE

Ēģiptes Grieķijas
perioda zvaigznāji
attēloti Hatoras
tempļa velvē
Denderā.

Lielākā daļa
zvaigznāju ir laika
gaitā zaudēti,
piemēram,
krokodils un
nīlzirgs.



8. Astronomijas saknes: ĒĢIPTE

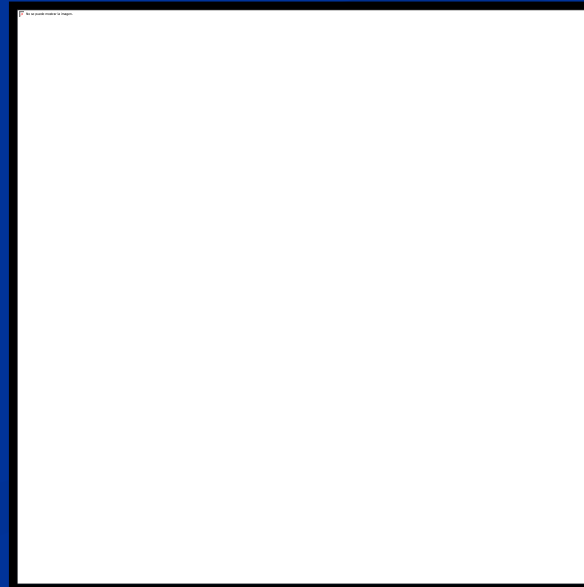
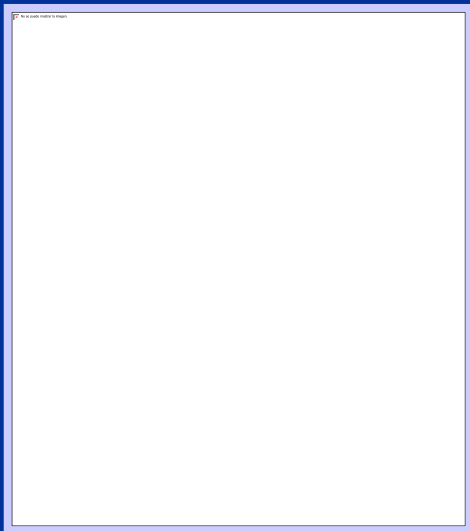
Ēkas bija orientētas atbilstoši īpašām Saules un zvaigžņu pozīcijām.



8. Astronomijas saknes: INDIJA

Pirmie astronomiska satura teksti atrodami Indijas reliģiskajā literatūrā (otraajā tūkstošgadē pirms mūsu ēras).

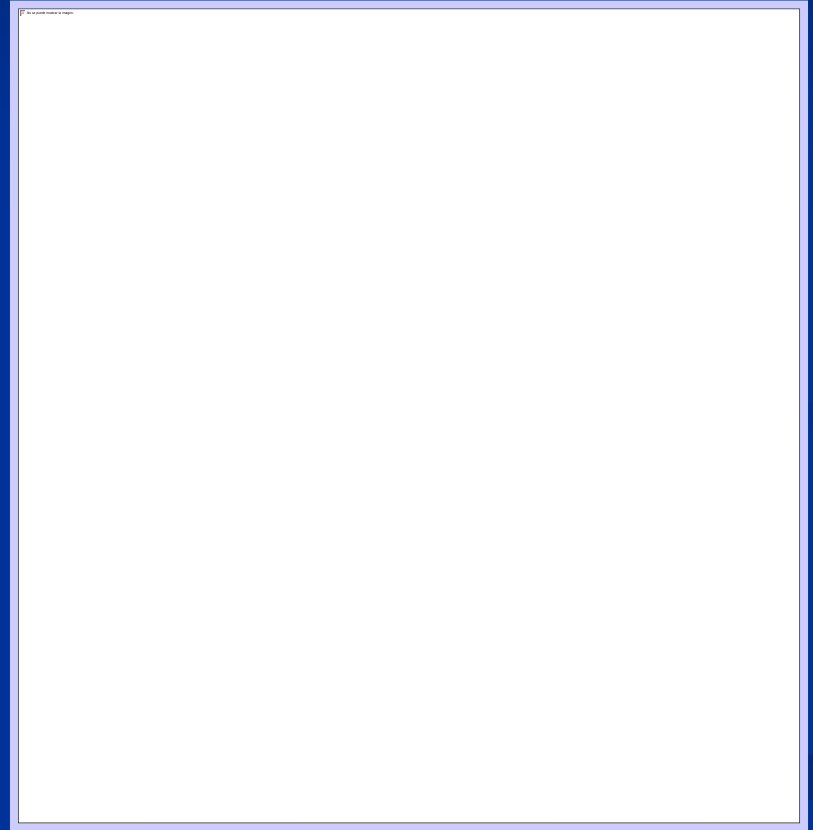
Turpmākajos gadsimtos vairāki Indijas astronomi pētīja dažādus astronomijas aspektus.



8. Astronomijas saknes: INDIJA

Senatnē izmantotais hinduistu kalendārs ir piedzīvojis daudzas izmaiņas. Mūsdienās ir vairāki Indijas reģionālie kalendāri, kā arī Indijas nacionālais kalendārs.

Hinduistu kalendārā diena sākas ar saullēktu. Tai piešķirtas piecas īpašības, sauktas *angas*.



8. Astronomijas saknes: INDIJA

Ekliptika sadalīta 27 nakšatrās, kuras sauc par Mēness mājām vai asterismiem. Tie atspoguļo Mēness kustību attiecībā pret zvaigznēm no 27 līdz $27 \frac{3}{4}$ diennaktīm, daļveida daļu kompensēja, iespraužot 28. nakšatru. Šķiet, ka Rigvēdas laikā nakšatru aprēķins bija labi zināms (otrais - pirmais tūkstotis pirms mūsu ēras).



8. Astronomijas saknes: ARĀBIJA



Astronomiskie notikumi, kas veikti islāma pasaulē, īpaši islāma zelta laikmetā (8.–15. gadsimts), un rakstīti arābu valodā.

Lielākā daļa tika izstrādāta Tuvajos Austrumos, Vidusāzijā, Al-Andalusā, Ziemeļāfrikā un vēlāk Dienvidaustrumāzija un Indijā.



8. Astronomijas saknes: ARĀBIJA

Pirmie astronomiskie novērojumi Islama pasaulē tika veikti Al-Mamuna (786-833) vadībā daudzās observatorijās no Damaskas līdz Bagdādei:

- izmērīja ģeogrāfisko garumu,
- noteica Saules kustības parametrus,
- veica detalizētus Saules, Mēness un planētu novērojumus.



8. Astronomijas saknes: ARĀBIJA

Liels skaits zvaigžņu debesīs (piem., Aldebarans un Altairs) un astronomisko terminu (piemēram, alidāde, azimuts, almukantarāts) ir saglabājuši arābu nosaukumus.

Rīki

- Debess globuss
- Armilārā sfēra
- Astrolābija
- Saules pulkstenis
- Kvadrants



8. Astronomijas saknes: MAIJI

Maijus ļoti interesēja zenīta šķērsošana, laiks, kad Saule ir tieši virs galvas.

Lielākā daļa maiju pilsētu atrodas zem Vēža tropa, un zenīta šķērsošana notiek divas reizes gadā, vienādu laika periodu pirms un pēc saulgriežiem.

Lai attēlotu saules stāvokli tieši virs galvas, maijiem bija dievs, ko sauca par «Nirstošo dievu».



8. Astronomijas saknes: MAIJI

Venera bija vissvarīgākais maiju astronomiskais objekts, pat svarīgāks nekā Saule.



Maiju civilizācija, šķiet, ir vienīgā pirmsteleskopa civilizācija, kam bija zināšanas par Oriona miglāju kā izkliedētu objektu, nevis atsevišķu zvaigžņu punktu.



8. Astronomijas saknes: MAIJI

Maiju kalendārs ir kalendāru un almanahu sistēma, ko izmantoja pirmskolumba maiju civilizācijā un dažās mūsdienu maiju kopienās Gvatemalā un Oahakā, Meksikā.



8. Astronomijas saknes: MAIJI

Lai gan Vidusamerikas kalendārs nav cēlies no maiju kalendāra, tā turpmākie uzlabojumi bija ļoti moderni.

Maiju kalendārs kopā ar acteku kalendāru ir vislabāk dokumentētie un visaptverošākie kalendāri.



8. Astronomijas saknes: ACTEKI

Kopš 13. gadsimta Meksikas ieleja bija acteku civilizācijas sirds.



Tās bija Meksikas centrālās daļas etniskās grupas, īpaši tās, kuras runāja nahuatlu valodā, kas dominēja lielā daļā Vidusamerikas 14., 15. un 16. gadsimtā, kas ir zināms kā pēdējais pēcklasiskais periods Vidusamerikas hronoloģijā.

8. Astronomijas saknes: ACTEKI

Acteku kalendārs uz vecākā monolīta, kas saglabājies no pirmsspāņu kultūras. (aptuveni 1479. gads).

Kalendārs ir aplūveida ar četriem koncentriskiem apliem. Centrā atrodas Tonatiu (Saules dievs), kas tur mutē nazi.

Četras saules jeb agrākos laikmetus attēlo kvadrātveida figūras, kas atrodas blakus centrālajai Saulei.

Ārējais aplis sastāv no 20 apgabaliem, kas attēlo dienas katrā no 18 mēnešiem, kas veido acteku kalendāru. Lai aptvertu 365 Saules gada dienas, acteki iekļāva piecas «liktenīgās» dienas.



8. Astronomijas saknes: ACTEKI

Acteki spožās zvaigznes grupēja zvaigznājos:

Mamalhuaztli (Oriona josta),
Tianquiztli (Plejādes), Citlaltlachtli (Dvīņi),
Citlalkolotl (Skorpions) un
Xonecuilli (Mazais Lācis, dažos gadījumos Dienvidu Krusts), utt.

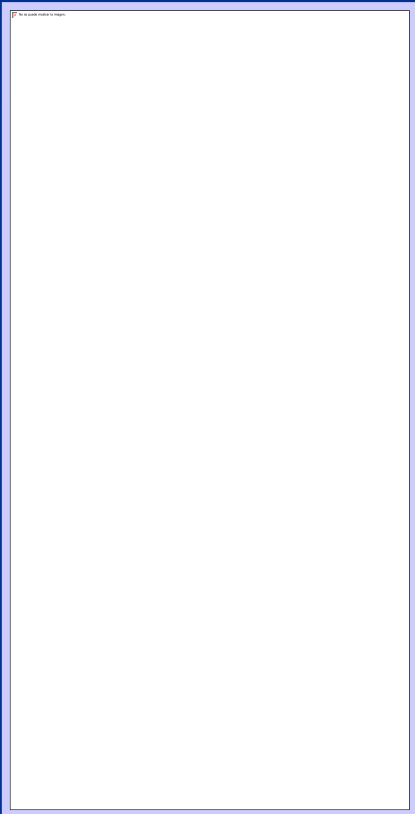
Komētas sauca par "zvaigznēm, kas dūmo".



8. Astronomijas saknes: INKI

Inku civilizācija pieder pirmskolumba Andu grupai. Tā uzplauka 13. gadsimta sākumā Kusko upes baseinā Peru un pēc tam stiepās gar Kluso okeānu un Andiem, aptverot Dienvidamerikas rietumu daļu.

Savā kulminācijā tā stiepās no Kolumbijas līdz Argentīnai un Čīlei, caur Ekvadoru, Peru un Bolīviju.



8. Astronomijas saknes: INKI

Inki izmantoja Saules kalendāru lauksaimniecībai un atšķirīgu Mēness kalendārus reliģiskajiem svētkiem.



Saskaņā ar spāņu konkistadoru hronikām, Kusko nomalē bija novietots liels «publiskais kalendārs», kas sastāvēja no 12 piecus metrus augstiem pīlāriem, kurus varēja redzēt no liela attāluma. Ar to varēja noteikt datumu.

Inki svinēja divus lielus svētkus — Inti Raymi un Capac Raymi, attiecīgi, vasaras saulgriežus un ziemas saulgriežus.



8. Astronomijas saknes: INKI

Inki savu karali Sapa Inku uzskatīja par Saules dēlu.

Lielākās pilsētas tika veidotas pēc debesu līdzības, izmantojot pamata punktus.

Viņi identificēja dažādus tumšos apgabalus (tumšos miglājus) Piena Ceļā kā dzīvniekus, "tumšos zvaigznājus«, un saistīja to parādīšanos ar sezonālajām lietavām.



8. Astronomijas saknes: INKI

Zvaigznāju Yutu , vienu no tumšajiem zvaigznājiem un Debesu Liesmu, inki izmantoja, lai ietu kopsolī ar gadalaikiem un notikumiem, lai atzīmētu svētos notikumus

Piemēram: Senajā Peru upurus un melnas krāsas ugunskurus ieplānoja aprīlī un oktobrī, kad "Debesu liesmas acis" "Alfa un Beta Kentauri" bija pretstatā Saulei un bija tuvu tai.



8. Astronomijas saknes: ĶĪNA

Ķīniešus varētu uzskatīt par neatlaidīgākajiem un precīzākajiem debess parādību novērotājiem pirms arābiem.

Detalizēti astronomisko novērojumu pieraksti sākās 4. gadsimtā pirms mūsu ēras. Indijas astronomijas elementi sasniedza Ķīnu līdz ar budisma ekspansiju vēlās Haņu dinastijas laikā (25-220 m.ē.), bet plasāki indiešu astronomiskie priekšstati tika ieviesti Tanu dinastijas laikā (618-907).



8. Astronomijas saknes: ĶĪNA



Astronomija atkal uzplauka pēc un Rietumu tehnoloģiju un kosmoloģijas ienākšanas, kad jezuīti 16. gadsimtā nodibināja savas misijas.

Rīki

Armilārā sfēra.

Debess globuss.

Hidrauliski darbināma armilārā sfēra.

Debess globusa tornis.

Teleskopu ieviesa 17. gadsimtā.



8. Astronomijas saknes: KĪNA



Kīniešu zinātnieks Šens Kuo (1031-1095) bija pirmais, kas:

- aprakstīja magnētiskā kompasu adatu;
- precīzi izmērīja leņķi starp virzienu uz Polārzvaigzni un patieso ziemeļu virzienu, lai to izmantotu navigācijā.

8. Astronomijas saknes: ĶĪNA



Šens Kuo un Vei Pu piecus gadus veica nakts debess pētījumus, kas varētu konkurēt ar Tiho Brahes novērojumiem. Viņi arī atzīmēja precīzas planētu koordinātas zvaigžņu kartē un izveidoja teoriju par planētu kustību, ieskaitot pretējo kustību.



8. Astronomijas saknes: ĶĪNA

Ķīniešu astronomija koncentrējās uz novērošanu.

Viņiem bija dati sākot ar 4000 gadiem pirms mūsu ēras, tostarp par pārnovu uzliesmojumiem, aptumsumiem un komētu parādīšanos.

- 2100. gadā pirms mūsu ēras viņi aprakstīja Saules aptumsumu.
- 1200. gadā pirms mūsu ēras viņi aprakstīja Saules plankumus, nosaucot tos par «*tumšajiem plankumiem*» uz Saules.
- Pārnovas* parādīšanos Ērgļa zvaigznājā.
- 240. un 164. gadā pirms mūsu ēras novēroja Haleja komētu.



8. Astronomijas saknes: ĶĪNA

Citi novērojumi:

- noteica precesiju pa *ekvinokciju* par vienu grādu ik 50 gados;
- novēroja, ka komētu astes vienmēr ir vērstas prom no Saules;

•1006. gadā viņi pamanīja pārnovas parādīšanos, kas bija tik spilgta, ka to varēja redzēt dienā.

•1054. gadā viņi novēroja pārnovas sprādzienu, kas vēlāk radīja *Krabja miglāju*.



**Liels paldies
par uzmanību!**