

KRAJSKÁ HVEZDÁREŇ - P R E Š O V

PRVÉ PREDSTAVY O VESMÍRE

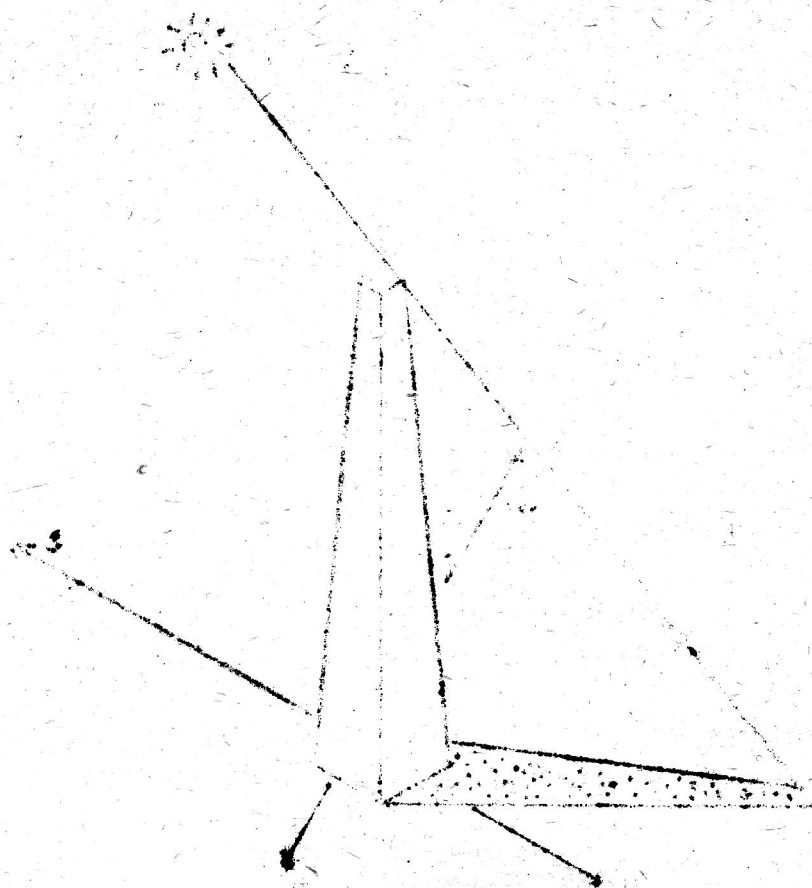
Metodický materiál pre astronomické krúžky Východoslovenského kraja

Astronómiu môžeme právom označiť za jednu z najstarších vied, ktoré človek pozná. Zisťujeme, že pamiatky svedčiace o pozorovaní Slnka, Mesiaca a hviezd, ich pohybov, sú rovnako staré ako prvé doklady o rozumovej činnosti človeka. Archeológia nám neustále viac odкрýva rúsko tajomstva zastierajúce staré kultúry Egypta, Babylónie, Číny a pod. Pozoruhodné vedomosti kultúr svedčia o ich vyspelejšej matematike, astronómii, čo po mnohých tisícročiach udivuje vedcov našej doby.

Trochu sa však zamyslime nad tým, čo viedlo človeka k tomu, aby sa zaoberal sledovaním hviezd, Mesiaca, Slnka. Napriek vzdelanostiam národov žijúcich na zemeguli sa všade stretávame s rovnakým výsledkom. Každá kultúra vytvára vlastné základy astronómie, základy prastarej vedy.

Ukazuje sa, že základom boli praktické potreby každodenného života ľudí. Práve tieto donútili človeka pozorovať hviezdy, hviezdnu oblohu a jej pohyb. Rytmus života, potreba každého dňa záviseli na prírode a jej podmienkach, na striedaní ročných období, dňa a noci. Určenie smeru, času, bolo prvou neodmysliteľnou úlohou človeka v jeho existencii. Človek lovec pozoruje oblohu aby sa dokázal orientovať, určovať si čas najvhodnejšieho lovu. Človek roľník je odkázaný na striedanie ročných období, preto tiež závislý na primitívnych formách pozorovania. Ešte tu nehovoríme o vede, ale základy praktického poznávania prírody už máme dané jednoduchou formou. Určenie času je pre človeka veľmi ťažké a komplikované. Cez deň bolo dané Slnkom, ktoré svojou dráhou samo rozdeľovalo intervaly jednotlivých dní. Pozdejšie pribudli drobnejšie delenia, napríklad na hodiny. K meraniu časových intervalov slúžili človeku rôzne pomôcky a jednoduché prístroje. Medzi najstaršie z nich patrí aj gnómon. Fôvodne rovná tyč zvisle zatlačená do zeme slúžila k určovaniu smeru a dĺžky tieňa. Neskoršie k tomu pribudli: určovanie dĺžky roku, určenie smertových strán, doba slnovratu a rovnodennosti, sklon ekliptiky a zemepisná šírka stanovili.

Obr. gnomónu



Prvé pozorovania, ktoré boli základom pre určenie dlhších časových úsekov, boli pozorovania mesačných fáz. V poznaní, že úkaz je pravidelný, bol daný základ vytvorenia kalendára. Vývoj bol veľmi pomalý a komplikovaný. Len veľmi pomaly zbieral človek jednotlivé poznatky, pozorovania, ktoré prerastali v systém, pozdejšie nazvaný vedou. Od prvých poznatkov až k začínajúcej astronómii vedie veľmi dlhá a namáhavá cesta.

Primitívny človek nedokázal pozerieť na pohyby hviezd ako na prirodzený jav. Bol nútený sa nimi zaoberať, ale nedokázal si vysvetliť ich podstatu. Postupoval teda ako pri výklade ostatných prírodných úkazov. Predpokladal nejaké vyššie bytosti božstvá, ktoré sa takto prejavujú človeku, aby mu ukázali svoju vládu a moc. Potom už začína prirodzený krok k tomu, že človek začína uctievať nebeské telesá ako božstvá.

Tento prístup k úkazom na oblohe podstatne ovplyvnil celý počiatkový vývoj astronómie. Pôvodne sa človek obracal k hviezdám aby našiel odpoveď na praktické otázky, ale zároveň tým bol donútený k tomu, aby včlenil uctievanie hviezd do svojich náboženských predstáv. Od tejto doby po veľmi dlhý čas sa

astronómia v histórii objavuje vždy v dvojakej podobe:

- a/ zameraná na riešenie praktických úloh,
- b/ ako súčasť náboženstva.

Obe zložky sa však navzájom prelínajú. Napríklad kalendár má dať rytmus hospodárskemu životu, ale zároveň aj pevné miesto pre náboženské sviatky a slávnosti. Uctievanie nebeských telies a náboženská funkcia kalendára bola príčinou, prečo sa astronómiou v začiatkoch jej vývoja zaoberali práve kňazi. Ako jedna z málo vzdelaných vrstiev, práve kňazi mali veľmi dobré predpoklady, nakoľko mali prístup k písomným záznamom. Pracovali v miestach, kde sa zhromažďovali a uchovávali poznatky zo všetkých druhov ľudskej činnosti. Astronomické znalosti tak dostali funkciu, ktorú vôbec nemali, stávali sa oporou vládnucej triedy. Tu možno hľadať aj korene pseudovedy, astrológie, hľadajúcej v postavení hviezd a planét budúcnosť vládcov, štátov i jednotlivcov. Pritom je nutné podotknúť, že astrológia bola v niektorých dobách súčasťou náboženstva, inokedy ju cirkeň prenasleduje a zavrhuje.

ASTRONÓMIA V PRVÝCH CIVILIZÁCIACH

Pri štúdiu dávnej histórie sme odkázaní na množstvo odhadov a rekonštrukcií, ktorými dopĺňujeme medzery v zachovaných prameňoch. Výskum nám jednoznačne ukazuje na pôvod mesačného kalendára. Od jedného úplňku k druhému plynie doba viac ako 29,5 dňa. Z tejto periódy boli odvodené kalendáre s rokom o dvanástich mesiacoch a mesiacmi striedavo trvajúcimi 29 a 30 dní. Výhodou bola kontrola s fázami Mesiaca.

Druhá cesta vychádzala z merania dĺžky tieňa, ktorý vrhajú vysoké predmety v slnečnom svetle v rôznych denných a ročných dobách. Touto cestou najpravdepodobnejšie postupovala astronómia čínska.

Objavy na ktorých majú zásluhu prvé vyspelé civilizácie vznikajúce v 4. a 3. tisícročí pred n. l. v Egypte, Mezopotámii, Indii, Číne, prinášajú prvé potrebné výsledky pre rozvoj poľnohospodárstva. Civilizácie vznikajú vždy v povodiach

veľkých riek a poľnohospodárstvo tu nachádza široké formy upletnenia. Tu už panuje vyššia forma spoločnosti - otrokárstvo. Vládnuca skupina kňazov a slobodných občanov na čele s panovníkom musí pre množstvo otrokov vypracovávať plány práce a rozvrhy režimu, čo má za následok rozvoj matematiky-počtárstva. Tým je daný výborný predpoklad pre vznik astronómie. Ňou sa zaoberajú kňazi, ktorí nemuseli vyrábať a mohli sa plne venovať štúdiu a riešeniu úloh.

Hlavným impulzom pre rozvoj astronómie boli potreby poľnohospodárstva. Níl v Egypte sa pravidelne vylieval z brehov a obdobia záplav boli hlavným predelom roku. V Mezopotámii a Indii bola situácia podobná. Rozvrh poľnohospodárskych prác vyžadoval hlavne v riadenej otrokárskej spoločnosti presné rozvrhnutie práce počas celého roku a týmto potrebám mesačný kalendár nemohol vyhovovať. Chyba 11 dní bola veľká a práce sa museli riadiť podľa podmienok počasia. V Egypte uľahčovali astronomické pozorovania výborné atmosferické podmienky a veľmi jasné nebo až k obzoru. Egypťania pozorovali pohyb Sluka a hviezd, hlavne Sírta. Astronómia je tu úzko spojená s kňazmi a vládnuou triedou. Na poznatky astronómie sa pozeralo ako na posvätné. Pochy mŕtvemu panovníkovi a posvätnosť sa odrážajú na presnosti stavieb. Steny sú priamo orientované k hlavným svetovým stranám. Odchýlky sú menšie ako 1° . Táto presnosť vylučuje meranie pomocou tieňa cez deň. Meranie muselo vychádzať jedine z pozorovania hviezd, najpravdepodobnejšie z merania krajných polôh niektorej hviezdy v blízkosti severného pólu. Napriek tomu, že astronómia zapustila hlboké korene v Egypte už v 31. tisícročí pred n. l., nezaznamenáva za dlhú dobu veľký pokrok.

V rovnakej dobe ako v Egypte, začína astronómia aj v Mezopotámii, Indii a Číne. Vývoj v Indii je podobný ako v Egypte. Kalendár sa prispôsobuje fázam Mesiaca. Koncom 2. tisícročia pred n. l. pozorujú indovia aj planéty a využívajú ich k pozoruhodným metódam pre určenie polohy Mesiaca a Sluka medzi hviezdami.

V Číne mala astronómia odlišný vývoj. Už v 2. tisícročí pred n. l. používajú číňania kalendár, ktorý počíta s dĺžkou roku $365 \frac{1}{4}$ dňa. To je v staroveku najpresnejšie určenie dĺžky tropického roku /dnes $365,2422$ dňa/. Číňania dosahujú presnosť julianskeho kalendára, ktorý platí v Európe až do konca 16. storočia. Pozorovania blízko pri obzore nedávali spoľahlivé výsledky, preto sa číňania orientujú hlavne k pozorovaniu hviezd pri prechode hlavným poludníkom. V meraní času dospeli číňania ďaleko. Vyšli z gnómonu, no už začiatkom nášho letopočtu konštruujú slnečné hodiny. Veľkú pozornosť venovali zatmeniu Slnka a Mesiaca. Zachované doklady svedčia o pozorovaniach úkazov už v roku 1361 pred n. l. Planetár sa číňania venovali už menej. Obmedzovali sa len na jasné planéty ako Jupiter, Venuša. Oproti tomu sa však zachovávajú záznamy o sledovaní komét a nových hviezd. Je len na škodu, že vývoj tu bol izolovaný od národov Afriky, Európy.

Pre ďalší vývoj astronómie mala veľký význam staroveká Mezopotámia. Z tejto vyspelej kultúry prevzala základ vedomostí neskoršie grécka astronómia a dopracovala sa vynikajúcich výsledkov. Babylónska astronómia /od mesta Babylón/ sa líši od ostatných kultúr predovšetkým uplatnením vyspelej matematiky. Príkladom sú pozorovania Slnka, Mesiaca a planét a zápis ich pozícií do tabuliek. Podľa nich zhrnuli výsledky za dlhú dobu a podarilo sa im určiť aj dĺžku periódy, ktorú nazvali Saros, v ktorej sa opakuje vzájomné postavenie Slnka a Mesiaca. Astronómia u Babylončanov bola v útkom kontakte s astrologiou.

Pozornosť si zasluži aj kultúra stredomerických indiánov národov. Najväčšie úspechy astronómie Mayov môžeme datovať do 7. storočia n. l. Mayovia na rozdiel od národov starého sveta začali pozorovať hviezdy omnoho pozdejšie. Pracujú úplne izolovane a samostatne. Aj tu je astronómia úzko spätá s astrologiou. Slnko, Mesiac a planéty boli uctievané a pri náseli sa im časté obety. Mayovia nepoužívali dokonalé prístroje, skôr sa spoliehali na významy vizuálnych pozorovaní

uskutočňované po dlhé stáročia. Napriek tomu nás výsledky ku ktorým sa astronómia u Mayov dopracovala udivujú. Napríklad pozorovaním zistili, že za 2 392 dní nastane práve 81 lunácií. /Za túto dobu prejde Mesiac 81 krát všetkými fázami/. Z uvedeného určenia vypočítali dĺžku synodického mesiaca 29,530 864 dňa /dnešný výsledok je 29,53 059 dňa/. Zachoval sa však aj doklad svedčiaci o väčšej presnosti. Pozorovatelia v meste Copan určili, že 4 400 dní je práve 149 lunácií. Z daného vychádza dĺžka synodického mesiaca na 29,53 020 dňa.

Nezávislý vznik astronómie a jej rozvoj na americkom kontinente svedčí o vzniku tejto vedy z hmotnej potreby spoločnosti, ináč povedané, že ľudia na určitom stupni vývoja dospejú k vytvoreniu kalendára založeného na astronomických základoch tak prirodzene ako ku konštrukcii napríklad kladiva, sekery a pod.

Ak chceme hodnotiť astronómiu staroveku, núti nás zamyslieť sa a obdivovať presnosť pozorovaní i výsledkov dosiahnutých vyspelými kultúrami. Ak to porovnávame so stredovekom a technickými možnosťami, pomôckami grékov, rimanov a pod., zistíme veľké rozdiely. Dnešná astronómia má fantastické možnosti, ale vládne nimi len veľmi krátku dobu /ďalekohľad napríklad od 16. stor./. Oproti tomu staroveká astronómia sa opiera o dlhé pozorovacie rady viac než tisíc rokov staré. To dávalo dobré predpoklady pre odvodenie základných periód a ich využitie v praktickom živote. Civilizácie staroveku nedokázali previesť výsledky pozorovaní do teoretických úvah, nestačili vysvetliť usporiadanie vesmíru. Obracali sa na mystické vysvetlenie a nadprirodzené sily. Tieto otázky za-
býna čiastočne riešiť až antická grécka veda.

ANTICKÁ ASTRONÓMIA

Vysoká úroveň gréckej kultúry čerpá z poznatkov histórie a prvých civilizácií. Rozvojom obchodu a remesiel vzniká aj potreba kozmologických úvah. Nečudujme sa preto, že otázka: čo je z čoho, sa premieta aj do novej rodiacej sa vedy. Ako prvý sa zapísal do dejín stredovekej astronómie Thales z Miletu. Mnoho názorov preberá z babylónskej astronómie. Domnieva sa, že základnou pralátkou je veda. Zem je doska, ktorá pláva v nekonečnom oceáne. Jeho výklad je primitívny, predsa predstavuje v dejinách vedy obrovský pokrok v usporiadaní Zeme a oblohy. Thalesovi sa pripisuje aj predpoveď zatmenia Slnka r.585 pred n.l. Nasledovníkom Thalesovým je filozóf Anaximandros. Vyslovuje domnienku, že hviezdy a Slnko sú otvory v akýchsi trubiciach v ovzduší, kde je uzatvorený oheň. Zatmenie vzniká upchatím trubice. Z uvedeného vidíme, že antickí učitelia si predstavujú vesmír skôr ako záležitosť meteorológie, nie astronómie.

Pozoruhodnou je postava Demokrita, najvýznamnejšieho mysliteľa dejín. Vyslovuje veľa hypotéz, ktoré sa potvrdzujú až o niekoľko storočí. Najvýznamnejší je jeho materialistický názor o nekonečnosti vesmíru a o tom, že vo vesmíre nie je iba Zem, Mesiac, Slnko a planéty, ale, že podobných svetov je veľké množstvo. Demokritos tvrdí, že stále vznikajú nové svety, zatiaľ čo staré zanikajú a rozpadajú sa. Usúdil, že mliečna dráha je zoskupením veľkého počtu hviezd a ich svetlo sa zlieva spolu v súvislý pás. Prvotné predstavy nám jasne ukazujú na zameranie gréckej vedy, jej silu a odvahu.

Osobitnou kapitolou základom ktorej sa stala matematika, bola v dejinách antickej vedy grécka Pythagorova škola. Škola sa sústredila v meste Kraton v južnom Taliansku. Je pravdou, že žiaci tejto školy hľadajú vo všetkom matematické formuly a pripisujú všetkému čísla, predsa napriek číselnej mystike pythagorizmus rieši mnoho geometrických úloh a popisuje prírodné javy. Poznanie guľového tvaru Zeme je cenným prínosom pre astronómiu.

Vesmír je podľa pythagorovcov obrovskou dutou guľou nesúcou hviezdy. Poznanie, že Zem sa otáča okolo osi, vysvetľovanie striedania dňa a noci dosiahli žiaci školy vďaka poznaniu geometrie a matematiky. Tento názor zastáva aj mnoho učencov v pozdejších dobách, napríklad Platón. Na vtedajšiu dobu veľmi kladne musíme hodnotiť aj výsledky, že zdánlivý pohyb planét sa vysvetľuje skladaním pohybu planét a pohybu Zeme.

Aristotelov zásah do astronómie vytvára samostatnú kapitolu dejín. Len málokedy sa stáva, že systém vytvorený jednotlivcom sa udrží tak dlhú dobu. Možnosť pohybu Zeme skúmal Aristoteles podľa pohybov jej častí. Vychádzal z pozorovaní, že kamene padajú k zemi, naopak dym a oheň stúpajú hore. Na základe pozorovaní sa Aristotelovi podarilo vytvoriť obecnú teóriu pohybu vychádzajúcu z doterajších skúseností a matematiky. Teória vysvetľuje aké mechanické deje môžu nastať za daných okolností. Ďalšie závery sú už poznačené chybou. Aristotelova predstava vesmíru je zložená z dvoch kvalitatívne odlišných častí. Vnútoraná časť je nehybná a je vytvorená známymi prvkami - zem, voda, oheň, vzduch. Tieto prvky sa medzi sebou miešajú a tak dochádza ku všetkým zmenám, vzniku a zániku. Ich oblasť siaha až k Mesiacu, preto ju nazýva sublunárna. Sférou Mesiacu začína celý obrovský vesmír z éteru a je večný, nemenný. Tento názor sa stáva na dlhú dobu oporou všetkých geocentrických modelov a hlavne oporou cirkevného učenia.

ZAČIATKY MERANIA ZEME A VESMÍRU

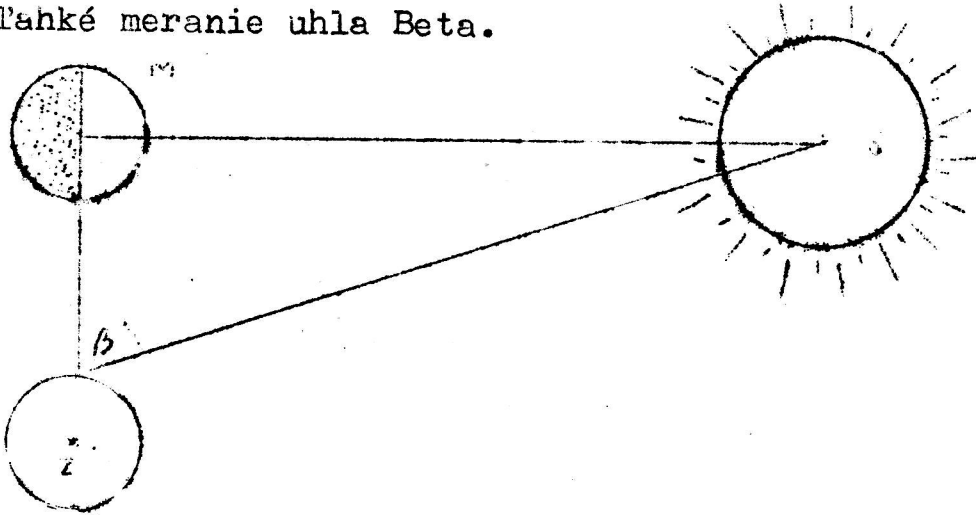
Pri skúmaní histórie astronómie nemožno vynechať obdobie rozvoja Alexandrijskej vedy. Základom sa stáva veľká knižnica, ktorá obsahuje takmer celé kultúrne dedičstvo Grécka.

Prvým alexandrijským astronómom je Aristarchos zo Samu. Aristarchos zaoberajúci sa geometriou si postavil úlohu zmerať vzdialenosti Zem - Mesiac a Zem - Slnko. Vychádzal

z pravouhlého trojuholníka tvoreného Mesiacom v prvej alebo poslednej štvrti, Slnkom a miestom pozorovania na Zemi. Meral uhol Beta, ktorého hodnota mu vyšla 87° . Vypočítal, že Slnko je vzdialené od Zeme 19 x viac ako Mesiac. Výsledok nie je dokonalý, preto ani výpočet nedopadol najlepšie. V skutočnosti je uhol Beta väčší - $89^{\circ}51'$ a vzdialenosť vychádza 20 x väčšia. Aristarchovi však stáli v ceste dve prekážky:

- a/ obtiažné určenie presného okamihu, kedy je Mesiac v polovici;
- b/ neľahké meranie uhla Beta.

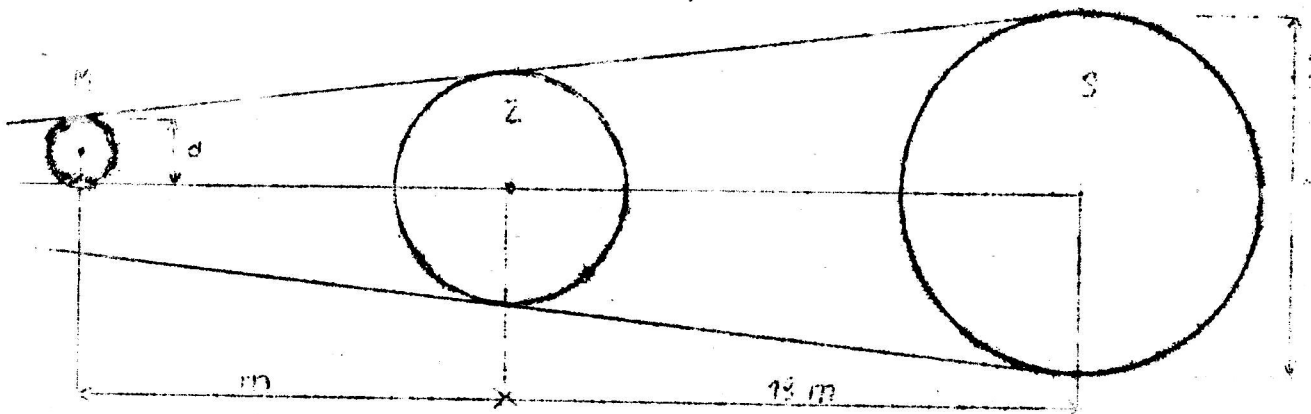
obr.



Napriek nedostatkom je metóda, ktorú použil Aristarchos pozoruhodná a správna. Znamená kvalitatívny skok v prístupe k štúdiu vesmíru.

Pre určenie vzájomnej veľkosti Zeme, Slnka a Mesiaca vychádzal Aristarchos z úplného zatmenia Mesiaca, ktoré je najdlhšie.

obr.



Z geometrickej úvahy vyplýva, že ak poznáme pomer vzdialenosti Slnka a Mesiaca od Zeme a pomer Slnka a Mesiaca, potom vypočítame vzájomný pomer všetkých troch telies. Výsledky boli poškodené tým, že zdánlivý priemer Slnka a Mesiaca sa určil veľmi nepresne.

Tabuľka:

	Aristarchos	Dnešný výsl.
Priemer Mesiaca	0,36	0,27
Priemer Slnka	6,75	108,9
Vzdialenosť Mesiaca od Slnka	9,5	30,2
Vzdialenosť Slnka od Zeme	180,0	11 726,0

Aristarchos presvedčivo dokázal, že Slnko je omnoho väčšie než Zem. Tvrdenie bolo v rozpore s gréckou vedou, pretože tu panujú dohady o tom, že Slnko je veľký žeravý kameň.

Pokračovateľom myšlienok Aristotela bol Eratosthenes, ktorému sa z pozorovaní Slnka podarilo určiť rozmery Zeme. Použil prístroj zvaný Skafé. Má tvar dutej pologule obrátenej otvorenou stranou hore. Uprostred je hrot vysoký práve ako okraje prístroja. Jeho tieň dopadá na steny dutej plochy, kde možno na súradných kružniciach priamo odčítať výšku Slnka, Mesiaca nad obzorom. Eratosthenes meral výšku Slnka na dvoch miestach Zeme. Bolo známe, že v Egyptskom meste Syene /Asuán/ v dobe letného slnovratu ~~svieti~~ Slnko priamo do studne. Pomocou skafé meral v dobe letného slnovratu poludňajšiu výšku Slnka v Alexandrii. Výsledok z uvedených meraní pri prepočte na dnešné miery ukázal, že Zem má 39 690 km /50 x 5000 štádií t.j. asi 250 000 štádií/. Ak berieme grécke štádie 177,6 m potom výsledok bol 44 755 km.

Obr. skafé:

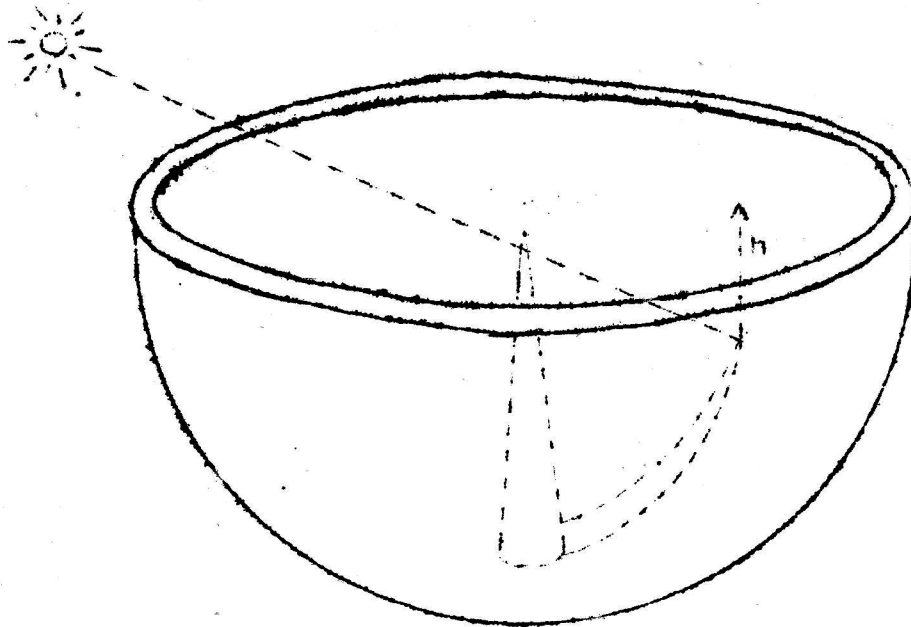
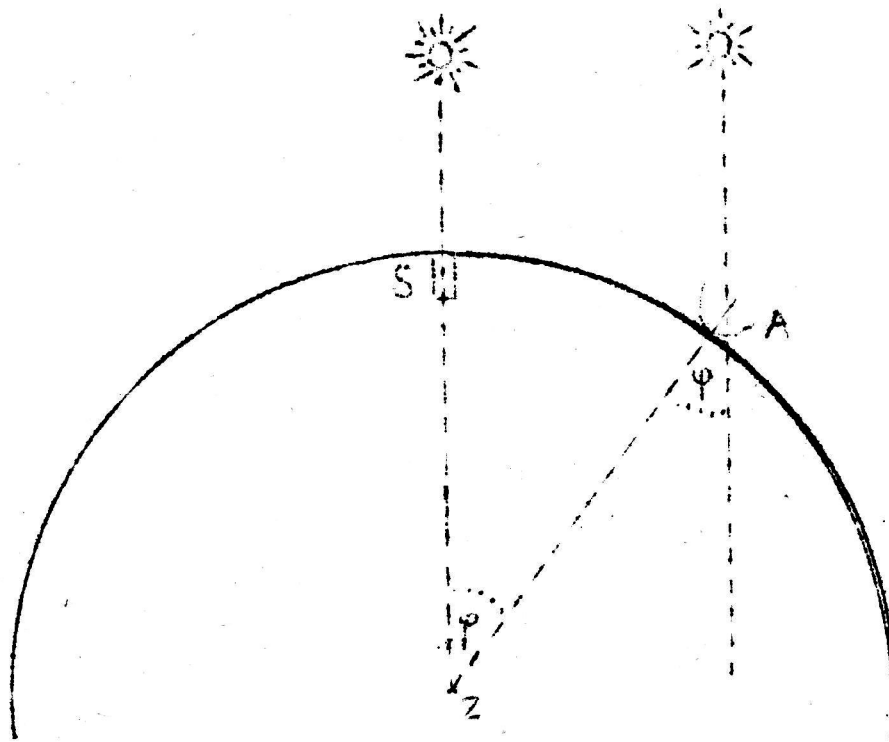


Schéma Eratostenového merania:



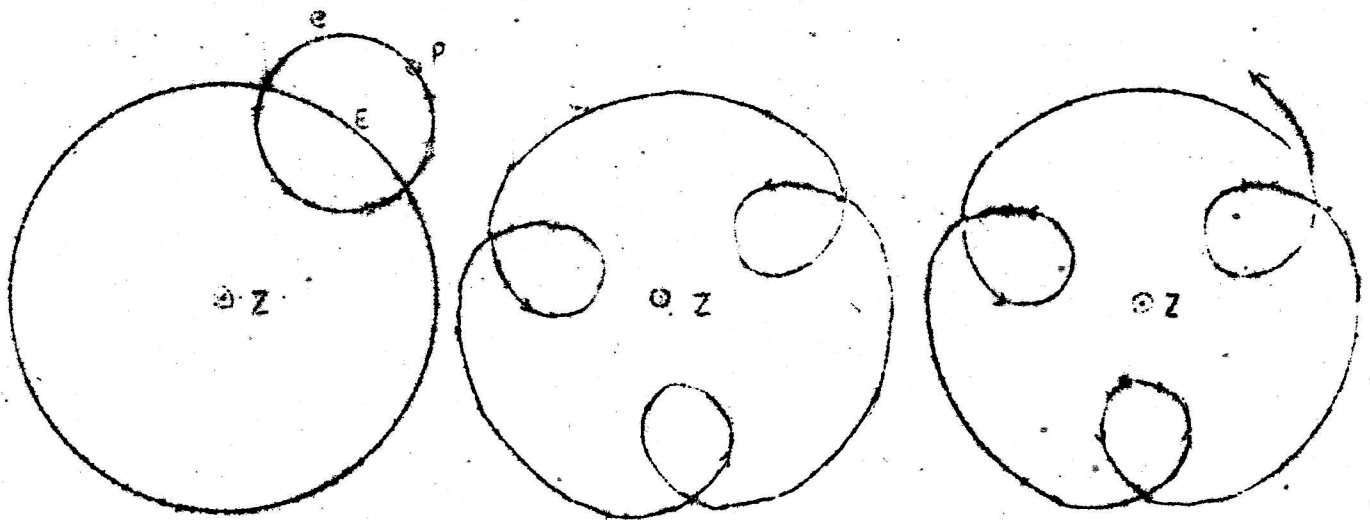
HELIOCENTRIZMUS A GEOCENTRIZMUS

Aristotelovo fyzikálne zdôvodnenie geocentrizmu malo v gréckej vede veľkú cenu. Preto nás zarazí, že vznikajú nové názory, pochybujúce o tom, že Zem je stredom vesmíru. Dôležitý stupeň k vrcholu antickej vedy predstavuje heliocentrický systém Herakleita z Pontu. Zastával názor, že niektorá planéta môže obiehať okolo druhej /musíme si uvedomiť, že gréci považovali za planéty aj Mesiac a Slnko/. Pritom za stred planetárnych dráh vybral Herakleitos Slnko. Stáva sa tak prvým tvorcom heliocentrickej sústavy, i keď len pre dve planéty /Merkúr a Venuša/.

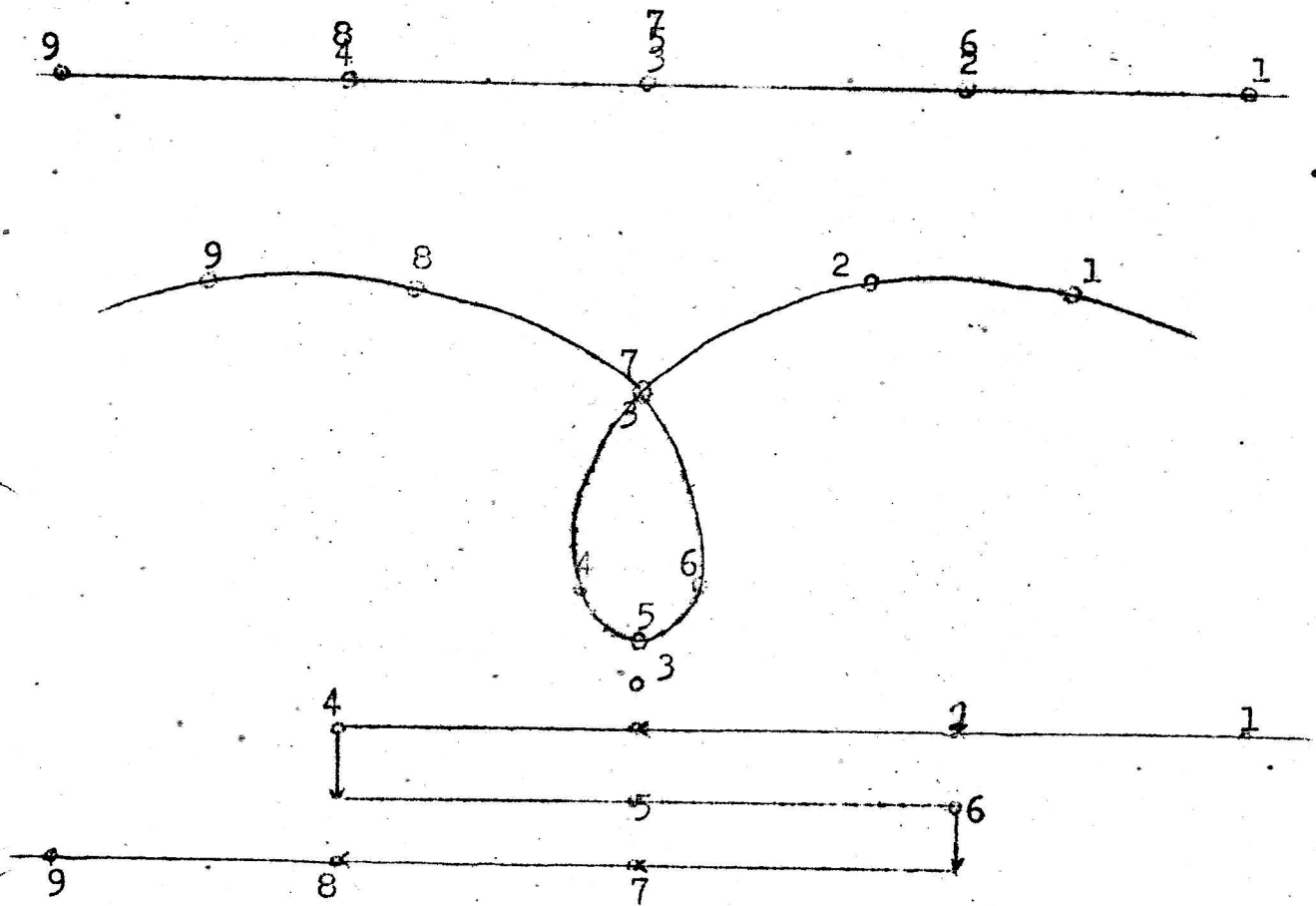
Od Herakleita bol už len krok k heliocentrizmu Aristarcha. Jeho práce sa nám však nezachovali úplne, preto sa história opiera o záznamy iných autorov súčasníkov Aristarcha. Pri svojich meraniach o ktorých sme už vraveli dospel k názoru, že Zem musí obiehať okolo Slnka, prípadne naopak. Pretože zmeral veľkosť Slnka usúdil, že Zem ako menšie teleso bude obiehať okolo neho. Doplnil tak Herakleita a okolo Slnka už obiehalo viac planét /nezachovali sa nám však výsledky pre pohyb ďalších planét/. Rozhodujúce však bude, že Aristarchos vychádza z podobných zásad ako neskoršie Koperník. Isto nás prekvapí, že Koperník musel bojovať o svoje názory, ktoré už Aristarchos popísal presne a presvedčivo. Musíme však poznamenať, že učenie Aristarcha bolo zabudnuté pre spory s fyzikálnym učením o pohybe telies v antickej vede.

Pri listovaní históriou astronómie sa musíme zmieniť aj o známom matematikovi Apolloniosovi z Pergy. Vypracoval veľmi presne matematicky a geometricky teóriu pohybu telies okolo Zeme. Presnejšie ide o teóriu epicyklov a excentrov.

Obrázok: Základné usporiadanie deferentu



Obrázok: Vznik zdánlivých spätných pohybov planéty

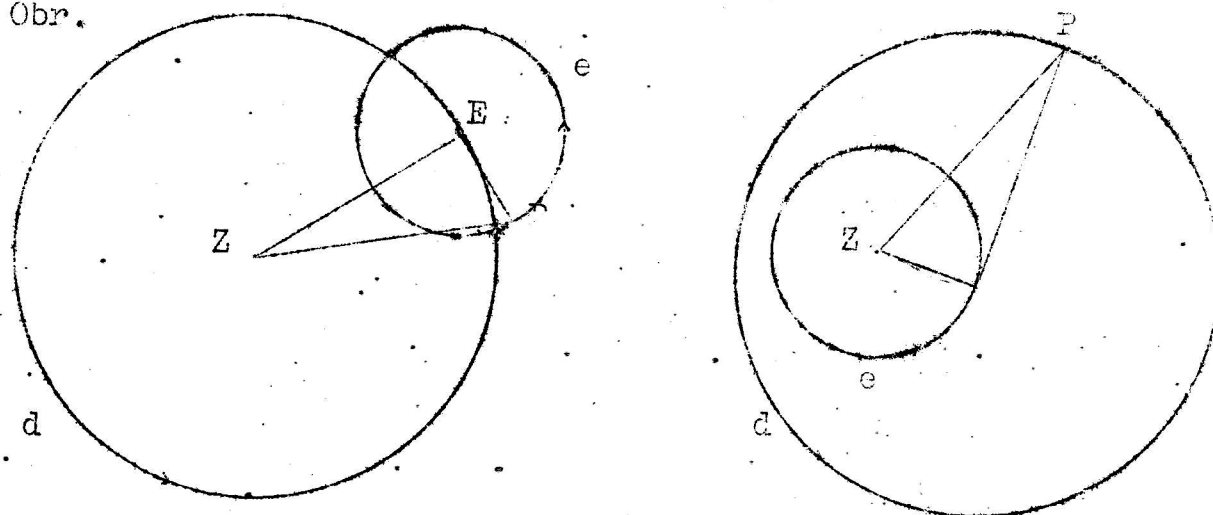


Čo môžeme pri výklade pohybu planéty získať zavedením epicyklov a deferentov? V podstate ide o dve veci:

1. Vzdialenosť planéty od Zeme je v určitom rozmedzí premennivá. Najmenšia môže byť ako polomer deferentu, zmenšený o polomer epicyklu, najväčšia ako súčet oboidvoch.
2. Skladaním pohybov deferentu a epicyklu v rovnakom smere otáčania síce prevažuje pohyb planéty v smere otáčania deferentu, ale periodicky dochádza i k dočasným spätným pohybom planéty /obr./.

Úplne rovnaký výsledok dostaneme ak zameníme poradie kruhov, to znamená dáme Zem do stredu doterajšieho epicyklu, necháme po obvoде epicyklu obiehať stred deferentu a pritom obidvom kruhom ponecháme ich pôvodné obežné doby /obr./.

Obr.



Epicyklus sa tak stane malým deferentom a deferent veľkým epicyklom. V gréckej astronómii sa udržal názov pre malý kruh - excenter.

Obdobie antickéj a gréckej vedy má mnoho rozporných názorov. Veľmi veľkú zásluhu tu má Hipparchos práve na upresnení nielen doterajších výsledkov vedy, ale aj ako navigátor pri zakladaní presného pozorovania. História nám síce zachovala len málo prác Hipparcha, ale aj to stačí, aby sme dokázali vysloviť svoj údiv nad presnosťou a svedivosťou

pozorovaní. Hipparchos videl úlohy astronómie v odhalení zákonitostí, ktoré sa skrývajú za zdanlivo nepravidelnými pohybní planét. Východiskom pre teóriu Slnka Hipparchovi boli pozorovania rovnodennosti a slnovratov. Dospel k záveru, že Zem musíme postaviť mimo stred slnečnej dráhy, aby rovnomerný pohyb Slnka v dráhe vzbudil dojem jeho nerovnomerného pohybu po ekliptike.

Podrobné štúdiu pohybu Slnka priviedlo Hipparcha k záveru, že Slnko potrebuje trochu viac času k tomu, aby sa vrátilo do toho miesta ekliptiky, než aby sa vrátilo do jarného bodu. Rozdiel medzi obidvoma časmi určil na 14. min. 48 sek. /dnes 20 min. 24 sek./. Hipparchos zistil, že jarný bod sa posúva po ekliptike proti smeru pohybu Slnka tak, že opíše 36 oblúkových sekúnd a za 36 000 rokov obehne celý kruh ekliptiky /správne 26 000/.

Hipparchos našiel potvrdenie správnosti svojho objavu v starých babylónskych pozorovaniach. Za starej babylónskej ríše bol jarný bod v súhvezdí Býka, za čias Hipparcha v súhvezdí Barana. Hipparchos tak poznal veľkú cenu presného pozorovania. Sám chcel poslúžiť budúcemu vývoju astronómie. Vypracoval veľmi podrobný katalóg stálic, ktorý zahrňoval viac ako 800 hviezd. Ptolemaios pozdejšie doplnil 200 stálic.

Pre celú astronómiu má Hipparchova činnosť provratný význam. Stáva sa definitívne presnou vedou, v ktorej vládne aritmetika, geometria a presné pozorovania.

PTOLEMAIOVA SÚSTAVA

Po Hipparchovi nasleduje v antickej astronómii veľká medzera, vyplňovaná pozorovaniami a vydávaním nových učebníc. Tieto systematizujú získané poznatky. Ďalšie nové teoretické práce chýbajú, rozsah vedomostí prakticky nerastá.

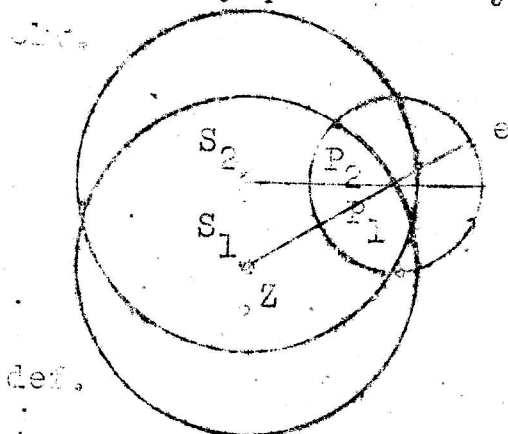
Veda v tejto dobe preniká do rímskeho impéria, kde však práve astronómia nemá patričné uplatnenie a podporu. Tvár astronómie sa mení a uplatňuje sa viac astrologia, ktorá preniká z východu.

Za tejto situácie v polovici III. storočia n. l. vzniká Ptolemaiovo dielo. Je posledným významným výtvorom alexandrijskej astronómie. Dvojakosť diela - astronómia a astrológia sa stáva základom pre budúce generácie. Ptolemaios je autorom Almagestu i Štyroch kníh o astronomických predpovediach. Almagest sa stal na plných 1400 rokov bibliou astronómie a druhý spis skoro rovnakú dobu bibliou astrológie.

Ptolemaiov spis Almagest je skutočne predurčený zastupovať celú epochu astronomického bádania. Almagest - arabská skratka pre pôvodný názov Megalé syntaxis - Veľká skladba. Vystihoval skutočný stav, pretože spis zahrňoval všetko, čo bolo pre astronómiu potrebné - od stavby pozorovacích prístrojov a matematiky až po trigonometrické tabuľky, katalóg súhviezd a výborné prepracovanú planetárnu sústavu.

Pozornosť venujme teraz práve Ptolemaiovmu výkladu "slnecnej" sústavy. Sústava je dôsledne geocentrická - Zem je nehybný stred vesmíru chránený sférou súhviezd. Pohyb planét je vysvetľovaný užitím epicyklov, deferentov a excentrov, ako sme už písali na predchádzajúcich stranách. Ptolemaios zavádza do výkladu nový prvok, ktorý nazval ekvant.

Obr.

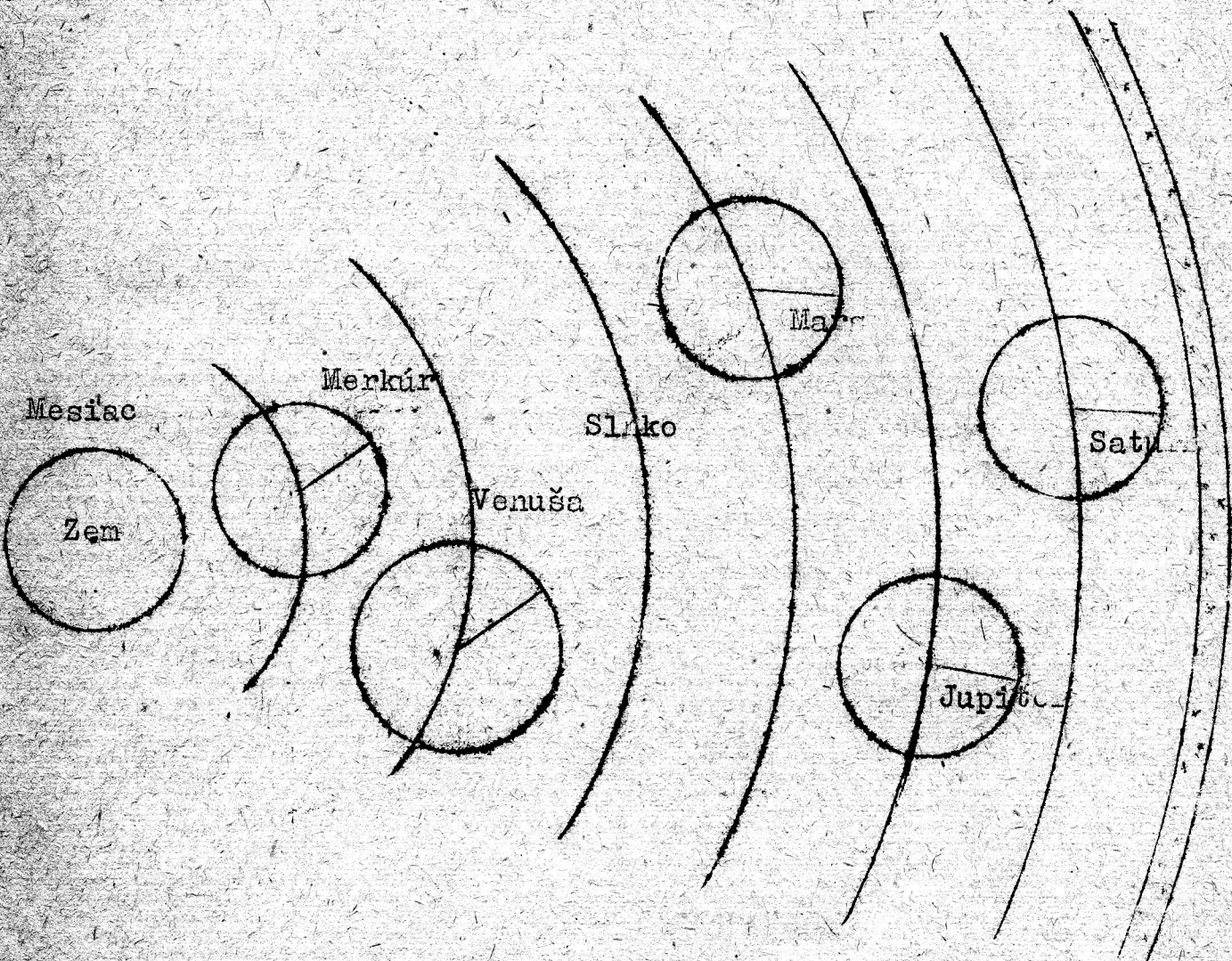


Funkciu si vysvetlíme na vonkajších planétach. Máme známu zostavu epicyklu nesúceho planétu a deferentu v ktorom je umiestnená naša Zem. K sústave pridal Ptolemaios ešte jeden kruh ekvant, rovnako veľký ako deferent. /Stred symetricky položený k Zemi podľa stredu deferentu/. Planéta sa opäť pohybuje po obvode epicyklu, stred epicyklu po obvode deferentu. Tu je podstatný rozdiel - stred epicyklu sa nepohybuje po

deferente rovnomerne /rovnomerne znamená, že za rovnakú dobu opíše rovnaký uhol/. Rovnomerne sa pohybuje len sprievodič stredu epicyklu $/P_2/$ vychádzajúci zo stredu ekvantu, preto sprievodič $/P_2/$ opíše na ekvanťe za rovnaký čas rovnaké oblúky. Sprievodič $/P_1/$ sa však pohybuje nerovnomerne.

Ptolemaios tak dosiahol veľkého priblíženia k pohybu po keplerovskej elipse o ktorej nemal tušenia. Hipparchos ako sme vraveli vypracoval teóriu Slnka a Mesiaca. Ptolemaios prevzal celú teóriu a upravil jedine pohyb Mesiaca. Celok doplnil o pohyby ďalších planét.

Obr. Zjednodušené schéma Ptolemaiovej sústavy



V Ptolemaiovom diele vrcholí grécka astronómia. Pre sústavu hovorí hlavne množstvo výsledkov. Tie boli na vtedajšiu dobu výborné. Umožňovali dostatočne presne vypočítať do budúcnosti pohyby planét i javy ako je zatmenie Slnka a Mesiaca. Preto o sústave hovoríme ako o veľkom vedeckom úspechu.

Zároveň však odstupom času nepozerali na daný problém zjednodušene. Poučení vývojom hodnotíme kladne všetky predstavy a názory negeocentrické, predovšetkým systém Aristarcha, pretože tie signalizovali správnu cestu k vysvetleniu slnečnej sústavy. Ptolemaiova sústava má pred uvedenými vysvetleniami jedinou výhodu v tom, že sa nám uchovala v plnom rozsahu s podrobnosťami a detailami presného matematického spracovania. Ptolemaiov Almagest zhrňuje všetko, čo pre vtedajšiu dobu bolo potrebné k astronomickej práci. Práca bola vyhradeným dedičstvom antickej vedy v odbore astronómia. V tieni práce Ptolemaia ostali skryté ostatné výsledky antickej astronómie /napríklad návrhy negeocentrických autorov/, ktoré boli schopné ďalšieho rastu a rozvoja.

Antická veda predstavuje jasnú dobu astronómie. Prevzala ju ako súbor jednoduchých poznatkov babylónskej vedy a dokázala ich pretvoriť k vysokej dokonalosti. Antická spoločnosť a antická kultúra sa však pomaly ale isto rozkladá. V prvom storočí nášho letopočtu môžeme v strediskách Alexandrii, Ríme pozorovať úpadok, rozklad. Otrckárska spoločnosť prekračuje kulminačný bod a pomaly vytvára predpoklady pre vznik feudálneho spoločenského rádu.

V západnom svete sa začína ujímať kresťanstvo, spoločnosť prenasledované, pozdejšie však uznávané a chápané sa moci. 4. storočie n. l. považujeme za definitívny koniec antickej vedy. Rímska ríša po mnohých bojoch podľahla Germánom. Tí zničili ohnisko kultúry a vedeckej práce. Podobný osud stihol aj Alexandriu.

Ako samostatný celok v ohnisku bojov a zmien spoločenských systémov stojí Byzancia s hlavným mestom Konštantínopolom. Ríša vznikla v 4. storočí n. l. pri rozdelení pôvodného rímskeho impéria na východnú a západnú časť.

Byzancia mala najväčšie možnosti pokračovať v antickej vede a kultúre. Chybou je však nízka úroveň výrobných síl, ktoré nedávajú pre štúdiu prírody patričné predpoklady. Cirkev sa nechovala k vede veľmi prívetivo. Zavrhla všetky filozofické školy. Byzantská kultúra teda nemala pre svoj rozvoj potrebné predpoklady, aby mohla podstatnejšie prispieť k rozvoju astronómie.

ARABSKÁ VEDA

V začiatočných štádiách postupovala určite rýchlejšie kultúra arabská ako európska. V 9. storočí n. l. poznala už dielo Ptolemaia a Aristotela. Zásluhy arabskej vedy nemôžeme plne zhodnotiť z nedostatku prebádaných materiálov. Vieme určite, že v strediskách kultúrneho a politického života vznikali veľmi vyspele a dobre vybavené pozorovateľne a hviezdárne. Základom arabskej astronómie bola Ptolemaiova sústava. Geocentrický systém najlepšie vyhovoval náboženstvu. Pozornosť sa preto sústreďuje na presné pozorovanie a kritiku Ptolemaiovej sústavy. Výsledky, ktoré sa v tejto oblasti dosiahli, vysoko prevýšili vývoj v Európe. Na bagdadskej hviezdárni pracovala skupina vedcov pod vedením astronóma Al - Farganiho. Skupine sa podarili spresniť sféry jednotlivých planét a určiť ich vzdialenosti v zemských polomeroch. Predstava pevných sfér stojí a padá určovaním vzdialenosti od Zeme. /Chýba tu však predstava polomeru sféry sféry sféric - nedokázali určiť jej polomer, zaradenie za sféru Saturna./ Aj napriek tomu sa posúva hranica poznaného o niekoľko málo tisíc km. V uvedení dobu už merali astronómovia časť poludníka na Arabskom poloostrove. Výsledok dĺžky zemského obvodu 44 000 km je na vtedajšiu dobu veľmi presný.

Veľmi dobrých výsledkov dosiahol v 9. - 10. storočí n. l. Al - Battani. Je autorom veľmi presných tabuliek pre výpočet pohybu Slnka a Mesiaca. Tabuľkami prekonal aj Ptolemaia. Európa preberá cez španielsky most nielen astronómické vedomosti ale aj astrológiu, ktorú Arabi hojne pestujú.

Hlavné spomeniem Abu Ma šar, ktorý predstavoval vedľa Ptolemaia jednu z najväčších autorít európskej astrologie.

Pozoruhodné úspechy dosiahla astronómia Strednej Ázie v činnosti pozorovateľne v Samarkande asi v prvej polovici 15. storočia. Pod vedením uzbeckého vládcu Samarkanďu astronómia Ulughbega tu pôsobí celá astronomická škola. Hvezdáreň bola na túto dobu výnimočne dobre vybavená. V Európe si museli na podobné vybavenie čakať do dôb Tycha Brahe.

Základným prístrojom bol obrovský sextant o polomere 40,21 m takže značky boli od seba vzdialené na 70 cm. Slúžil na meranie súradníc hviezd pri kulminácii. Zbytky hvezdárne a prístroja sa nám zachovali do dnešného dňa. Výsledkom bádania Ulughbega boli presné tabuľky pre výpočet planét a katalóg 1 019 stálic. Dielo si našlo cestu do sveta a roku 1665 ho knižne vydali v Oxforde. Činnosť hvezdárne bola násilne prerušená, škola zaniká a hvezdáreň po zavraždení panovníka sfanatizovaní mohamedáni zbúrali.

Spoločenský vývoj v Ázii a Afrike nedal už príležitosť k ďalšiemu rozvoju vedeckej činnosti. Veda rýchle upadala a odumierala. Ťažisko činnosti sa prenáša do Európy.

Tak zapadá sláva a rozvoj nielen tradície astronómie vyspelých kultúr, ktoré čerpali svoje poznatky z dlhodobých pozorovaní, často vykonávaných pod hrozbou náboženských fanatikov či nepriaznivo naladených vládarov. História však vyšla z kolisky primitívneho a jednoduchého. Práve z nej sa Európa mnoho naučila a zistila kladné, zároveň aj záporné stránky vývoja astronómie ako vedy.

Druhé vydanie zabezpečila Okresná ľudová hvezdáreň v Rožňave

Zodpovedný: riaditeľ OĽH - Viera K o v á ě o v á

Náklad: 500 výtlačkov

Nepredajné!

Len pre vnútornú potrebu!

Autor: Juraj Humeňanský prom. ved.

Odborný posudok: RNDr. J. Zverko, CSc.