

# Csillagászat az iszlám középkorban

A csillagászat története 1.  
2014. november 21.





Korrektció a címfóliához: természetesen *nem* középkori az ábra.  
Részlet a Robin Hood, a tolvajok fejedelme c. filmből (1991).  
Abban nem túloz a film, hogy a 13. századi iszlám tudomány sokkal fejlettebb volt az európainál, de abban igen, hogy a 17. sz. előtt sehol sem ismerték a távcsövet.

# Az iszlám birodalom

7. sz.: arab törzsek hódításaival létrejön egy világbirodalom  
néhány évtized alatt: Hispániától Indiáig terjed



# Az iszlám kultúra

- Nem egységes sem etnikailag, sem nyelvileg, sem vallásilag
  - vallás: azért az iszlám vallás az uralkodó, és ez a szerep időben nő
  - nyelv: az arab nyelv az uralkodó, de ez egyrészt változatos és rugalmas, másrészt szerepet kapnak a meghódított területek helyi nyelvei
  - etnikumok: multikulturális birodalom, a helyi területek eredeti kultúrája alapvető szerepet játszik lokálisan → „olvasztótégely”
- Az iszlám alapvetően támogatja a tudás keresését
  - néhány korai kivételtől eltekintve (könyv- és könyvtárégetések)
  - nem volt „saját” tudományos tradíció, így összeolvasztják a meghódított területek tudományait (főleg görög, perzsa, indiai forrásokból)
  - aranykor: 7. sz. közepe – 13. sz. (1258: mongol hódítás Bagdadban)
- Magaskultúra:
  - képzőművészetek, irodalom, költészet, zene
  - teológia és filozófia
  - tudományok: matek, csillagászat, orvoslás + egyéb (geográfia, alkímia...)

# Az iszlám tudomány

- Nem területekre bontva művelték, hanem egységes rendszerként
- *Hakim*: olyan polihisztor, aki főleg költő/író, és ért a filozófiához, matekhoz, csillagászathoz és orvosláshoz stb. is
- Általában a kalifa szponzorálta, vagy saját magukat finanszírozták
- Hárún ar-Rasíd, Al-Mamún kalifák: *Bölcsesség Háza* nevű intézmény
  - Bagdad, 8. századtól 13. századig
  - főleg perzsa eredetű tudósok
  - művek fordítása arabra
  - hatalmas könyvtár (9. századra a világon a legnagyobb)
  - csillagászati obszervatóriumok





Fent: világtérkép (felfelé dél!).  
Jobbra fent: sebészeti oktatás.  
Jobbra lent: a könyvtár (Abasszid).

# Az iszlám csillagászat

- Két réteg:
  - Népi csillagászat: megfigyelés-alapú, elmélet és matematika nélkül. Főleg vallási célokat szolgál. Széles körben elterjedt.
  - Matematikai csillagászat: magas szintű, elmélet- és észlelés-vezérelt. Egy szűk professzionális réteg műveli. Eléggé öncélú, társadalmi jelentősége kicsi (főként asztrológiai jóslatok)
- Sok forrás maradt fenn: kb. 10 000 kézirat és 1000 műszer, de ezek többsége az aranykor utáni
  - Pl. a 13. századi kairói könyvtárban 6500 tudományos kézirat volt, de ezek egyike sem maradt fenn
- Kezdetben egy sajátos hagyományt építettek fel a forrásokból, később ezt fejlesztették tovább
  - ↔ Európára elsősorban az első évszázadokban hatottak, így inkább a forrásokat közvetítették, mint saját elméleteiket

# Népi csillagászat 1: A naptár

- Rituális naptár
  - szigorúan lunáris, 12 db hónap, 29 és 30 naposak váltakozva
  - a 354 napos év folyamatosan elcsúszik a szoláris évhez képest (32,5 évente esett vele egybe)
  - az iszlám korszak előtt 3 évente beszúrtak egy interkalációs (szent) hónapot (valószínűleg a zsidó naptárból vették), de ezt a Korán (9: 37) betiltotta:
    - „Az elhalasztás [a Szent Hónapra korlátozás] növeli a hitetlenséget és még rosszabb útra vezeti azokat, akik eleve hitetlenkedtek. Egyik évben törvényként tisztelik, a másokban pedig nem tisztelik törvényként a számot, melyet Allah törvénytelené nyilvánított...”
  - vallási célokat szolgál, nem mezőgazdasági és adminisztrációs célokat
- Szoláris naptár
  - a meghódított területek naptárait átvették adminisztrációs célokra
  - főleg Julián-naptár, de lehet más is



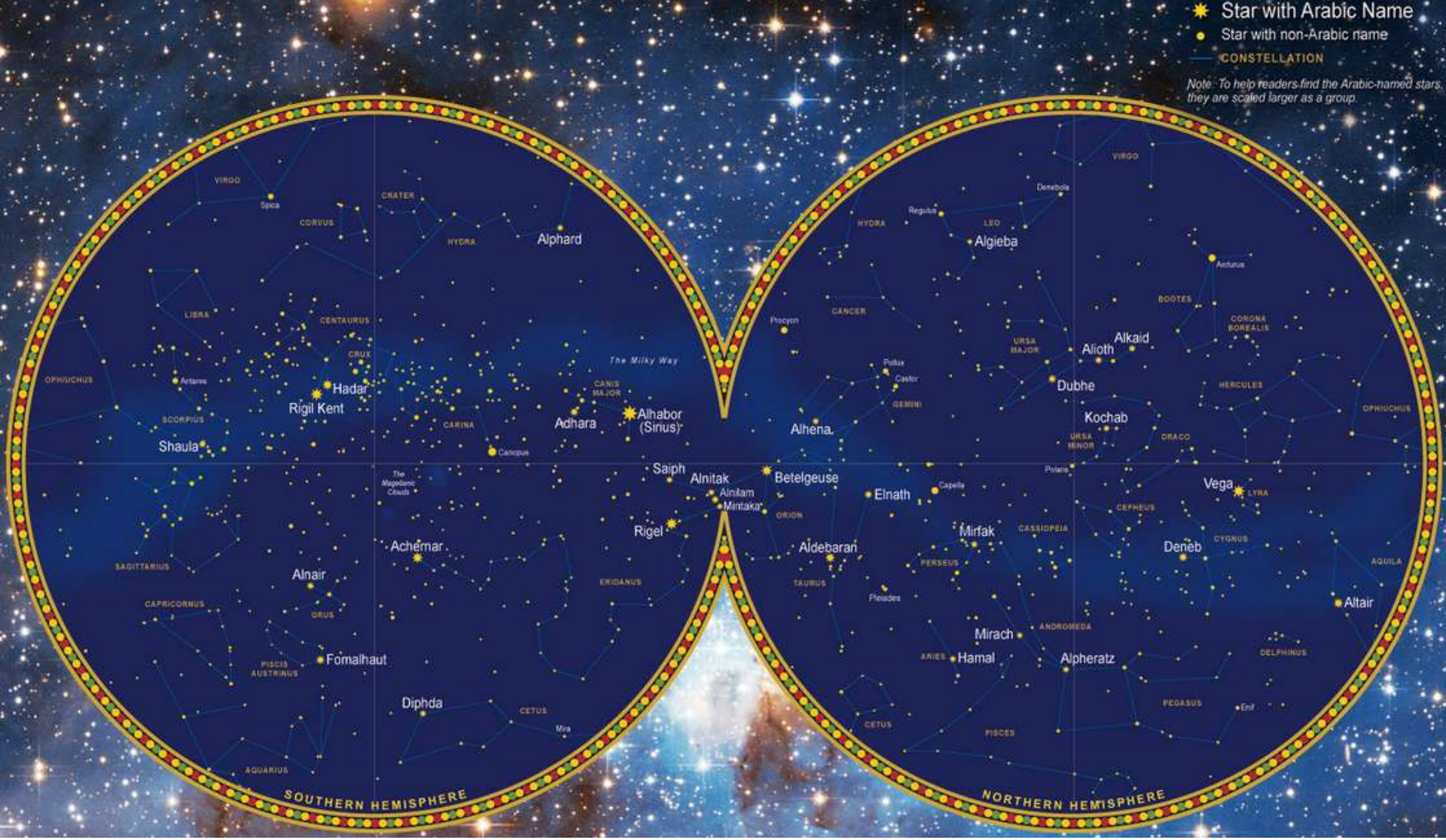
# Népi csillagászat 2: A zodiákus

- Hold alapú: a Hold minden nap más „csillagképben” tartózkodik → 28
- A házak: egy-egy csillag, vagy csillagok szűk csoportjai
- Valószínűleg indiai eredetű
- Néhol szétszegtették a szoláris év mentén: 27 db 13 napos és 1 db 14 napos időszak (össz. 365)
- Néhol használták az állatöv 28 egyenlő részre történő osztását is
- De asztrológiában inkább a görög eredetű 12 zodiákus jelet vették figyelembe

1	<i>sharaṭān</i>	β γ Arietis
2	<i>butayn</i>	ε δ ρ Arietis
3	<i>thurayyā</i>	Pleiades
4	<i>dabarān</i>	α Tauri
5	<i>haq'a</i>	λ φ <sup>1</sup> φ <sup>2</sup> Orionis
6	<i>han'a</i>	γ ξ Geminorum
7	<i>dhirā'</i>	α β Geminorum
8	<i>nathra</i>	ε γ δ Cancrī
9	<i>ṭarf</i>	κ Cancrī, λ Leonis
10	<i>jabha</i>	ζ γ η α Leonis
11	<i>zundra</i>	δ Leonis
12	<i>ṣarfa</i>	β θ Leonis
13	<i>'awwā'</i>	β η γ δ ε Virginis
14	<i>simāk</i>	α Virginis
15	<i>ghafr</i>	ι κ λ Virginis
16	<i>zubānān</i>	α β Librae
17	<i>iklīl</i>	β δ π Scorpii
18	<i>qalb</i>	α Scorpii
19	<i>shawla</i>	λ υ Scorpii
20	<i>na'ā'im</i>	σ φ τ ζ γ δ ε η Sagittarii
21	<i>balda</i>	
22	<i>sa'd al-dhābiḥ</i>	α β Capricorni
23	<i>sa'd bula'</i>	μ ε Aquarii
24	<i>sa'd al-su'ūd</i>	ε <sup>1</sup> Capricorni, β ξ Aquarii
25	<i>sa'd al-akhbiya</i>	γ π ζ η Aquarii
26	<i>al-farḡ al-muqaddam</i>	α β Pegasi
27	<i>al-farḡ al-mu'akhkhar</i>	δ γ Pegasi
28	<i>batn al-ḥūt</i>	β Andromedae

# Népi csillagászat 3: A csillagok

- Csillagnevek: sokat örököltünk (Aldebaran, Altair, Vega, stb).  
Részben saját nevek, részben görög és egyéb nevek fordításai
- Legfontosabb csillagcsoport: Pleiádok
  - utolsó hajnali nyugvása (ősz közepe) az esős évszak kezdetét jelenti
  - májusi eltűnése a szárazság kezdetét jelöli
  - 40-50 nap múlva hajnali megjelenése a nyári forróságot jelöli
  - csomó közmondás kapcsolódik hozzá, fontos volt figyelni
  - Mohammed prófétához kötik → asztrológiai és orvoslási jelentőség
  - különösen a Hold-Pleiádok együttállás a fontos (erre külön lokális naptár volt Jemenben)
- A csillagokat sokszor szelekhez kötik (kijelölik, honnan fújnak a legfőbb szelek – vallási jelentősége is van)
  - déli szél: a Canopus kelési és a Pleiádok nyugvási helye között keletkezik
  - keleti: a Pleiádok nyugvási és a Nagy Medve kelési helye között
  - északi: a Nagy Medve kelési és az Altair nyugvási helye között
  - nyugati: Altair nyugvási és Canopus kelési helye között



Néhány arab csillagnév az égbolt modern ábrázolásán

# Népi csillagászat 4: Asztrológia

- Néha túrt, néha támogatott státusz (akár udvari asztrológusok)
  - idegen eredetű, nem a Koránból ered
  - eretnokség azt állítani, hogy az égitestek hatnak ránk
  - DE: Allah akarata megnyilvánulhat az égitestekben

„Következésképpen az általunk leírt asztrológia a látható bolygómozgásoknak és a világunkban megjelenő erőiknek a tudománya, amelyet az általános tapasztalat és az alapos tudás felfed a szakértők és laikusok számára egyaránt. Ezt mutatja az erős hőség, hideg, nedvesség vagy szárazság, hiszen ezek az év bármely szakában felléphetnek, mikor is a bolygók megváltoztatják a mozgásukat vagy pályájuk egy bizonyos szakaszára érkeznek. Így a bolygók mozgása, természete, és az év szakai szakadatlan hatást gyakorolnak világunkra, mint azt a tapasztalat mutatja.” (Ibn al-Szalt, 9. sz.)

- Természetes asztrol.: az égitestek hatása a természetre;  
Judiciális asztrol.: az égitestek hatása az emberek sorsára.
  - Ez utóbbi lehet: genethialógia: egyéni sorsok jóslása, *vagy*  
hemerológia: a kedvező és kedvezőtlen hatások általában
- Kapcsolódik egy tágabb, főleg keleti forrásokból örökölt okkult hagyományhoz (jövendőmondás, mágia, alkímia, stb.)  
→ az égitestek mindennel kapcsolatban vannak

# Népi és matematikai csillagászat határán 1: a holdnaptár követése



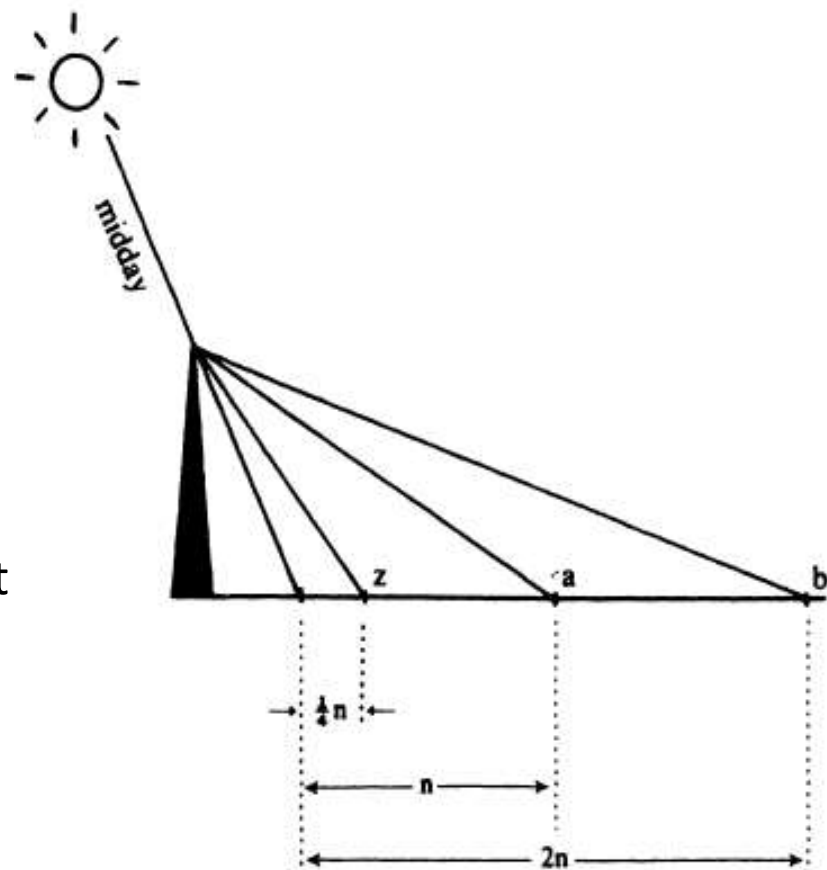
A hónap az újhold első alkonyati megpillantásával kezdődik

- Legfontosabb hónap: Ramadán (szent hónap), a böjt hónapja
- Voltak külön erre szakosodott megfigyelők és kapcsolódó gyakorlatok
- Alapban ha a Hold legalább 48 perccel később nyugszik, mint a Nap, akkor látható, egyébként nem. De a valóságban bonyolultabb: Nap-Hold távolság, horizont feletti magasságok, horizont lokális jellege, stb. befolyásolja
- Erre születtek komplikált matematikai javaslatok (pl. al-Hvázizmi), ill. ezek alapján táblázatok
- Ennek időpontja lokálisan változik: földrajzi hosszúságtól és szélességtől is függhet az első megpillantás estéje, ezért nem volt egységes naptár
  - mai javaslat: legyen mindenütt a mekkai láthatóságra vonatkoztatva

# Népi és matematikai csillagászat határán 2: a napi imák szabályozása

Az 5 napi ima ideje árnyékokkal és fényességekkel van definiálva

- napnyugtai ima ideje: a Nap lenyugvása után közvetlenül
- esti ima ideje: az esti szürkület kihunyása után az éjszaka első harmadában
- reggeli ima ideje: a pirkadat első fénye és a napfelkelte között
- déli ima ideje: a Nap delelése és azon időpont között, amikor a bot árnyéka mínusz a bot minimális (déli) árnyéka egyenlő a bot hosszával
- délutáni ima ideje: a déli után kezdődik, és akkor végződik, amikor a bot árnyéka mínusz a déli árnyék hossza egyenlő a bot hosszának kétszeresével



(Ez egy meghatározás, de több verzió is van.)

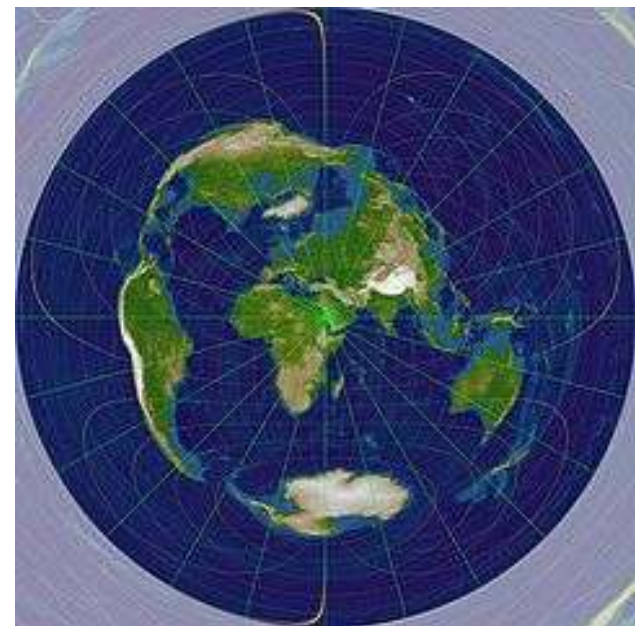
- (A muszlim nap a napnyugtával kezdődik)
- Ezt eleinte megfigyelés alapon végzik, de ez is tárgyalható és tárgyalandó a matematikai csillagászat számára
- A fenti időpontok lokális jellegűek: földrajzi szélességtől függ (legalább)
- Al-Hvárizmi: Bagdad szélességére → 9-10. sz.: táblázatok, hogy lehet a szélességből kiszámítani az időpontokat
- 13. századra megjelennek a professzionális csillagászok a mecsetekben: eszközöket készítenek, szövegeket írnak, tanítanak, és megmondják, mikor legyen ima
- Később: általános probléma a helyszín és a nap időpontjának összefüggése objektumok járása (Nap magassága) alapján → minden nagyobb városra külön táblázatokat számolnak
- Ehhez műszereket is használnak: asztrolábium, kvadráns, stb.
- Meg ma ilyesmi képleteket:

$$A(T) = \frac{1}{15} \arccos \left( \frac{\sin(\operatorname{arccot}(t + \tan(L - D))) - \sin(L) * \sin(D)}{\cos(L) * \cos(D)} \right)$$

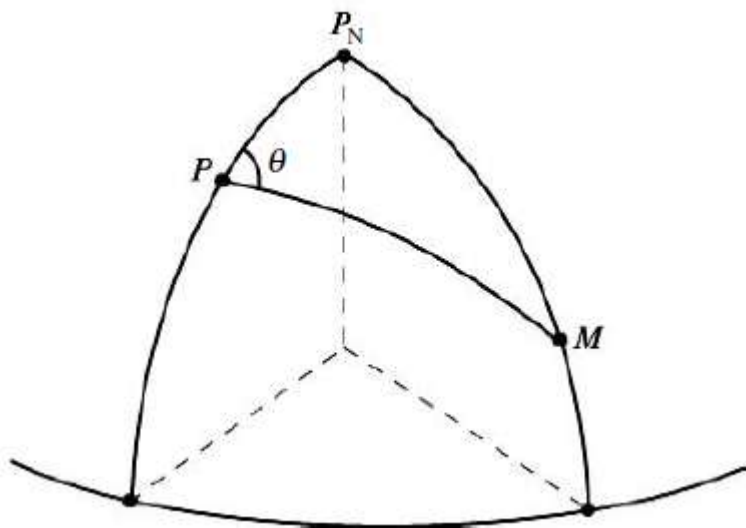
# Népi és matematikai csillagászat határán 3: az imairány (*kibla*) meghatározása

Az ima a mekkai Kába szentély irányába zajlik

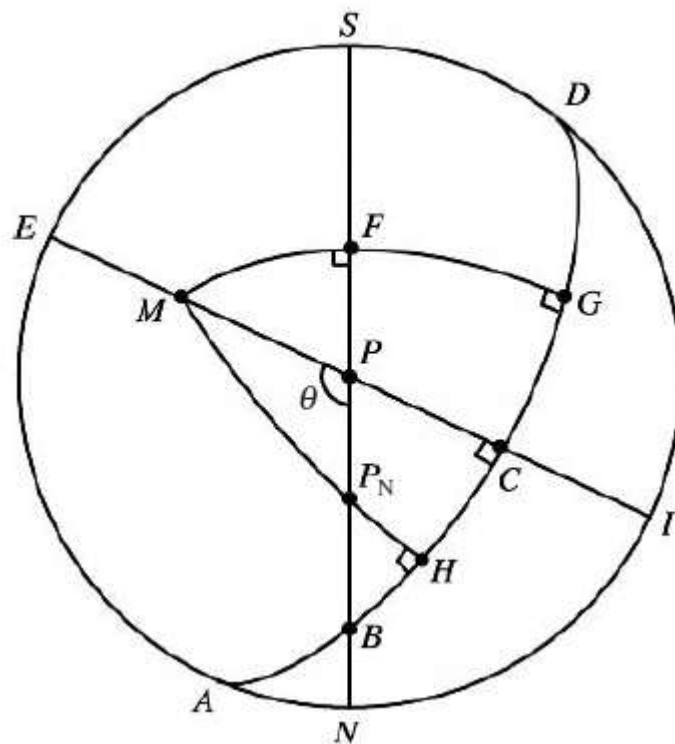
- Eleinte körülbelüli alapon:
  - ÉNy-Afrika: a napéjegyenlőségi napfelkelte felé
  - Egyiptom: a télközépi napfelkelte felé
  - Jemen: a Sarkcsillag vagy az északi szél felé
  - Szíria: a Canopus (csillag) kelési pontja felé
  - Irak: a télközépi napnyugta felé
  - India: a napéjegyenlőségi napnyugta felé
- 8. századtól ez a matematikai földrajz problémája lesz (ez az ún. csillagászati kibla, de ezt gyakran nem használták a gyakorlatban)
  - kell: koordináták meghatározása
  - koordináta-különbségekből az irány meghatározása
  - vannak elvi megoldások, és vannak ebből számolt táblázatok (pl. hosszúsági és szélességi fokonként megadva), de nincs egységes kezelés







A kibla-probléma szférikus geometriában:  
 P pontból az É-hoz ( $P_N$ ) képest  $\Theta$  szög alatt  
 látszik Mekka (M)



Al-Birúni megoldása  
 (Kell hozzá szinusztétel  
 szférikus háromszögekre...)

# A matematikai csillagászat

Zidzs: a csillagászati művek általános típusa, kb. 200-at ismerünk

- Eleinte indiai és perzsa, később túlnyomórészt görög forrásokból (Ptolemaiosz táblázatai a minta)
- Efemerisz: Nap, Hold, és bolygó pozíciók minden napra
- Csillagkoordináták: egyenlítői vagy ekliptikai vagy mindkét KR-ben
- Táblázatok: arab számjegyekkel, de 60-as számrendszerben
- szinusz és tangens értékek egész, fél vagy negyed fokként, 3 jegyre (→ ez kb. 5 decimális jegy lenne)
- Modellek pontosítása (eleinte a Nap, majd a Hold, később bolygók)

## Tipikus szerkezet:

- kronológia
- trigonometria
- szférikus csillagászat
- Nap, Hold, bolygók középmozgásai
- Nap, Hold, bolygók egyenletei
- Hold , bolygók kitérése az ekliptikától
- bolygók álló helyzetei
- parallaxis
- Nap és Hold epiciklusai
- Hold és bolygók láthatósága
- matematikai földrajz
- uranometria (csillagtáblázatok)
- matematikai asztrológia

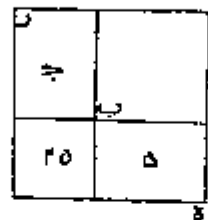
# Muhammad ibn Músza al-Hvárizmi



- Perzsa, kb. 780-850, Bölcsesség Háza
- Matematikai munkák
  - Az indiai számjegyekkel való számításról (L: *Algoritmi de numero Indorum*)
    - az arab/indiai számírás legfőbb forrása Európa számára
    - az „algoritmus” szó forrása: a szerző nevének latin torzítása (Latin szövegek: *Dixit algorismi...* - Ezt mondta al-Hvárizmi...)
  - Mennyiségek összerakása és egyensúlyozása (L: *Liber algebrae et almucabala*)
    - az algebra történelmi alapműve, számítások első- és 2.fokú egyenletekkel
    - az európai algebrai hagyomány is ebből ered (később)
    - az „algebra” szó a mű első szavának (al-dzsabr) latin torzítása
- Földrajzi munka: A Föld látszó alakjáról
  - főleg Ptolemaiosz alapján, de néhol pontosít rajta (pl. Földközi-tenger hossza)
  - szélességek és hosszúságok táblázata, „időjárési zónák” szerint



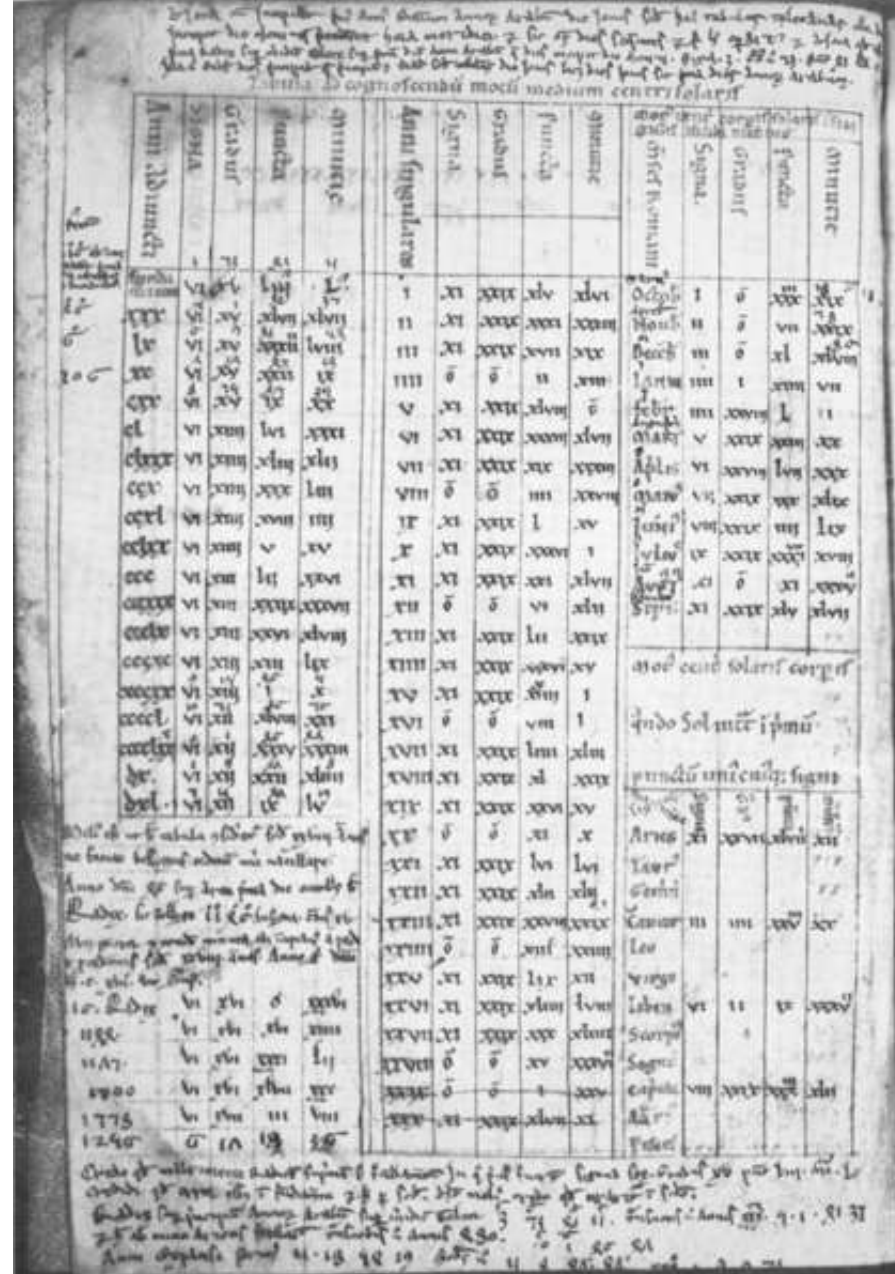
علي تسعة وثلاثين ليتم السطح الاعظم الذي هو سطحه ره فبلغ ذلك كله اربعة وستين فاحذنا جذرها وهو ثمانية وهو احد اضلاع السطح الاعظم فاذا نقصنا منه مثل ما زدنا عليه وهو خمسة بقي ثلثة وهو ضلع سطح اب الذي هو المال وهو جذره والمال تسعة وهذه صورته



واما مال واحد وعشرون فترهما يعدل عشرة اجذاره فانا نجعل المال سطحاً مربعاً مجهول الاضلاع وهو سطح اد ثم نصم اليه سطحاً متوازي الاضلاع عرضه مثل احد اضلاع سطح ان وهو ضلع من والسطح ب فصار طول السطحين جميعاً ضلع ج ه وقد علمنا ان طوله عشرة من العدد لان كل سطح مربع متساوي الاضلاع والزوايا فان احد اضلاعه مضروباً في واحد جذر ذلك السطح وفي اثنين جذراه فلما قال مال واحد وعشرون يعدل عشرة اجذاره علمنا ان طول ضلع ه ج عشرة اعداد لان ضلع ج د جذر المال فتسما ضلع ج ه بنصفين علي نقطة

Az algebrai alapmű egy-egy oldala kéziratos változatban, ill. arab nyomtatásban

- Csillagászati zidzs is fennmaradt
  - kb. 37 fejezet, 116 táblázat
  - alapvetően Ptolemaioszból indul ki
  - az első olyan munka, ami túlmegegy az örökölt tudás összefoglalásán: pontosít, újraszámol
  - viszonylag kevés elmélet, főleg számításokat tartalmaz
  - naptárszámítási és asztrológiai célokat szolgál
  - trigonometriai táblázatok: használ szinusznak és koszinusznak megfelelő fogalmakat geo-ban
  - mind az iszlámban, mint Európában nagy hatást fejt ki
  - a 12. században fordítják latinra

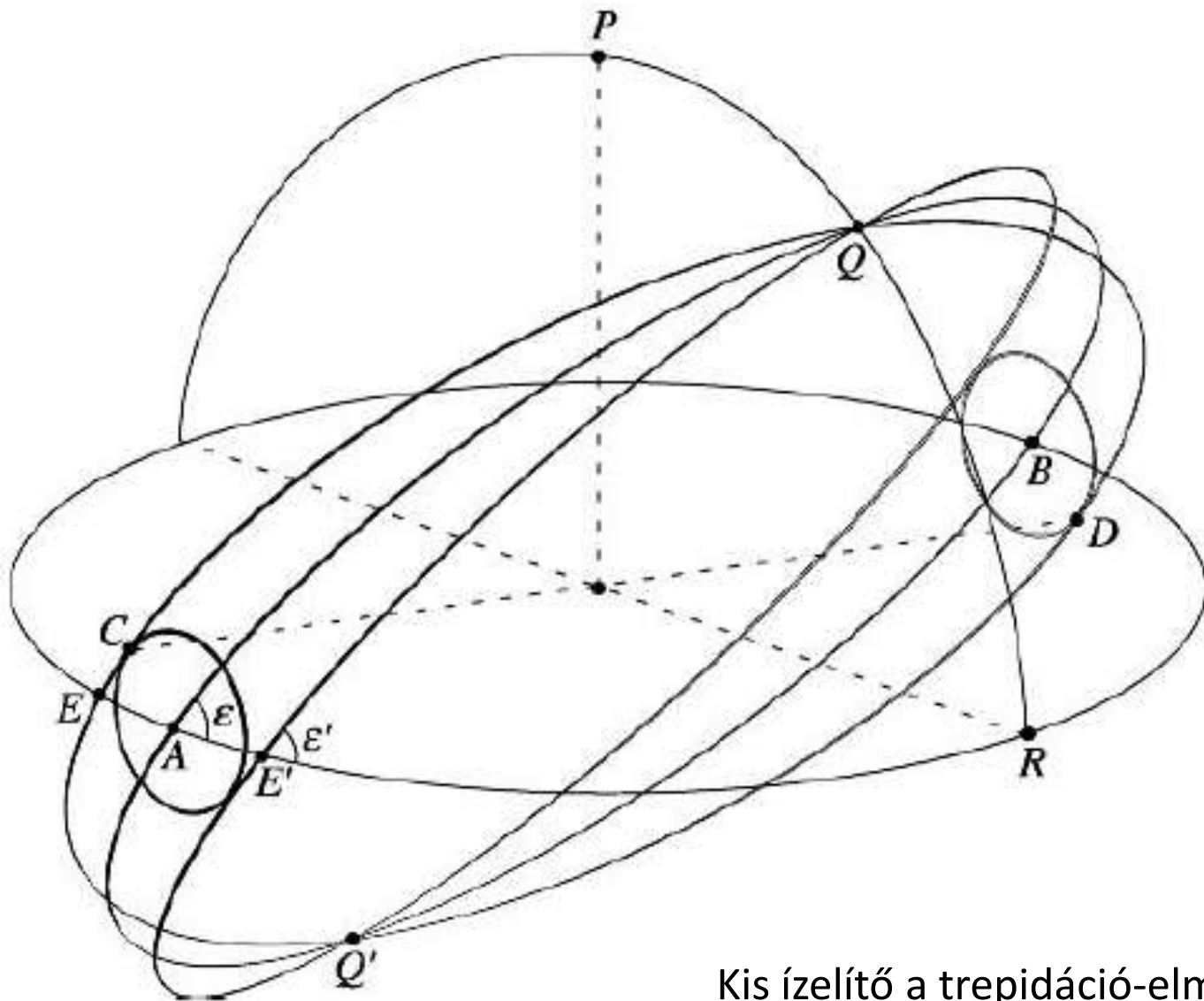


Latin fordításban

# Abu I-Haszan Szábit **ibn Kurra** al-Harráni



- Szír, 826-901, Bölcsesség Háza, latinul Tebit v. Thebit
- Apollóniosz, Arkhimédész, Eukleidész, Ptolemaiosz fordító
- Matek: számelmélet (pl. barátságos számok keresésére egyenlet)
- Csill.: *A nyolcadik szféra mozgásáról* (csak a latin fordítás maradt fenn)
  - Ptolemaiosz értékeit újraszámolja és pontosítja kritikus szellemben
  - az év hossza 365 nap, 6 óra, 9 perc és 12 másodperc (2 mp pontos!)
  - változást észlelt a Nap apogeumának hosszúságában, de ezt a precessziónak tulajdonította (pedig valódi, csak kb. akkora, mint a precesszió → 11. sz.)
  - trepidáció-elmélet: szerinte a precesszió mértéke nem állandó, hanem periodikusan változik (és emiatt az ekliptika hajlása is)
    - ókori gyökerei vannak a fogalomnak (Alexandiai Theón, +4. sz.)
    - több korábbi pontatlan mérés összevetése miatt gondolta így
    - ez később az iszlámban és Európában is népszerű, bár vitatott elmélet
  - ő is nagy hatással van Európára



Kis ízelítő a trepidáció-elméletből:  
az ekliptika kezdőpontja 4 fokkal sugárú kört  
rajzol 4000 éves periódussal.

# Muhammad ibn Dzsabir al-Harráni al-Battáni

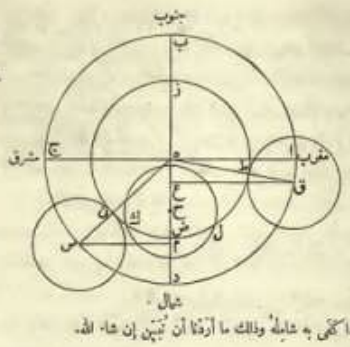


- Arab, kb. 858-929, latinul Albategnius
- Fennmaradt tőle egy zidzs
  - pontosítja Ptolemaiosz adatait: ekliptika hajlása, a Nap középmozgása (→ a precesszió üteme), a Nap excentricitása és apogeumának hosszúsága
  - az ekliptika hajlásszöge változik (ami igaz, de kevésbé, mint gondolta, mert Ptolemaiosz pontatlan adatából indult ki)
  - kritizálta a trepidáció-elméletet
  - az év hossza 365 nap, 5 óra, 46 perc és 24 másodperc
  - a trigonometrikus függvényeket (szinusz, koszinusz (tangens, kotangens)) háromszöghöz köti a kör helyett
- Sok műszert használt
  - armilláris szféra, fali kvadráns, párhuzamos vonalzó, asztrolábium, gnómón, horizontális napóra...
  - észlelései nem bagdadiak, az ottani iskoláktól függetlenek (vitában állnak)
- Az európai csillagászok igen sokat idézik (a középkor után is: Peurbach, Kopernikusz, Tycho, Kepler, Galilei...)



# Ábrák al-Battáni művének későbbi kiadásából

وكذلك تام الأقطاب من عقلة  
 وهي في سمت من دائرة  
 الأقطاب قوس  $\alpha$  وسنلم أن  
 عقلة  $\alpha$  هي سمت الجزء الثواب  
 وعلامة  $\alpha$  علامة سمت الجزء  
 الطالع وكذلك سمت وسط  
 الكسوف يصكون على زاوية  
 قاطعة  $\alpha$  تقطع خط  $\alpha$  دائرة  
 الأقطاب بنسب نده من وسط  
 القطر وتزبه من الأقطاب كما  
 بيّننا في القمر والنسب ولي هذا كفى به شاملاً وذلك ما أردنا أن نبين إن شاء الله

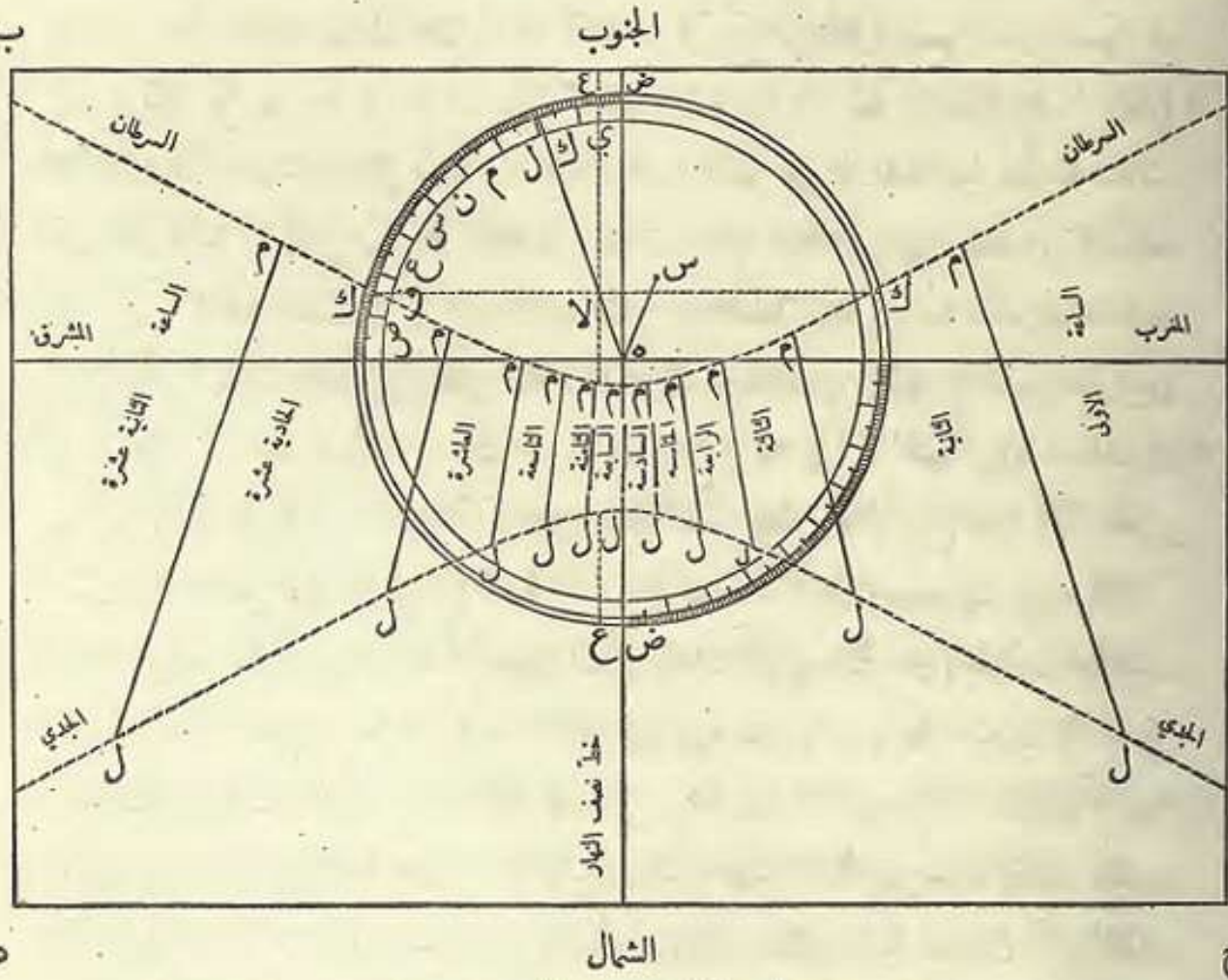
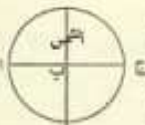


## الباب الخامس والأربعون

في معرفة مواضع الكواكب النجمية من تلك البروج بأربع العزب والأرهم

قال لما أردت معرفة موضع أي الكواكب النجمية أردت فأعرف وسط الكوكب في اليوم الذي  
 تريد والساعة المروضة بساعات الزمان التي تأريخين حيث على ما وصفت في معرفة وسط الشمس  
 وأعرف وسط الشمس أيضاً في ذلك الوقت الذي تعرف فيه وسط الكوكب وإن كان سابقاً لوسط  
 الشمس

وقد تبين يا مدح طهر أن بالقدار  
 الذي به تكون دائرة القمر التي تدعى لها  
 الطول كدائرة حاسة خضر في يكون كل  
 التي عشر جزءاً من بُعد عن الشمس  
 جزءاً واحداً إلى تمام  $\alpha$  التي تستكمل  
 المسر عشرة كلها والاكملت دائرة القمر  
 $\alpha$  جزءاً كل حاسة عشر جزءاً من  
 البعد جزءاً واحداً من اجزاء الشو. وعلى  
 هذه القسب تسمت الدائرتين وبيّنناهما  
 إن شاء الله تعالى.



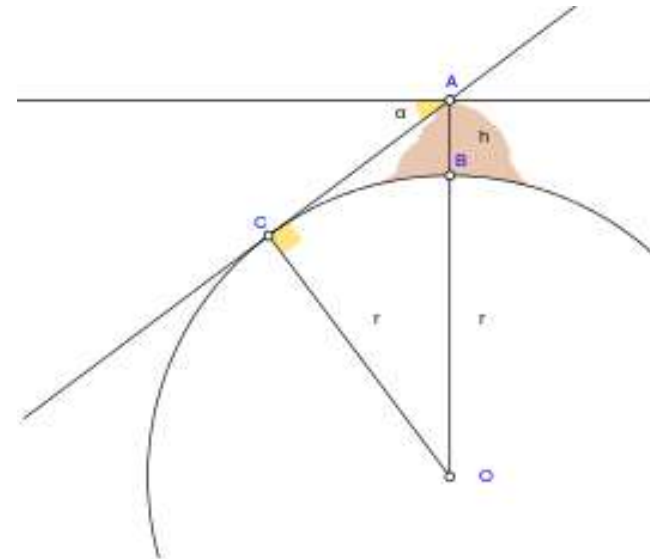
وعلى نحو قسمة هذين الربعين تقسيم الربعين الباقيين ان شاء الله

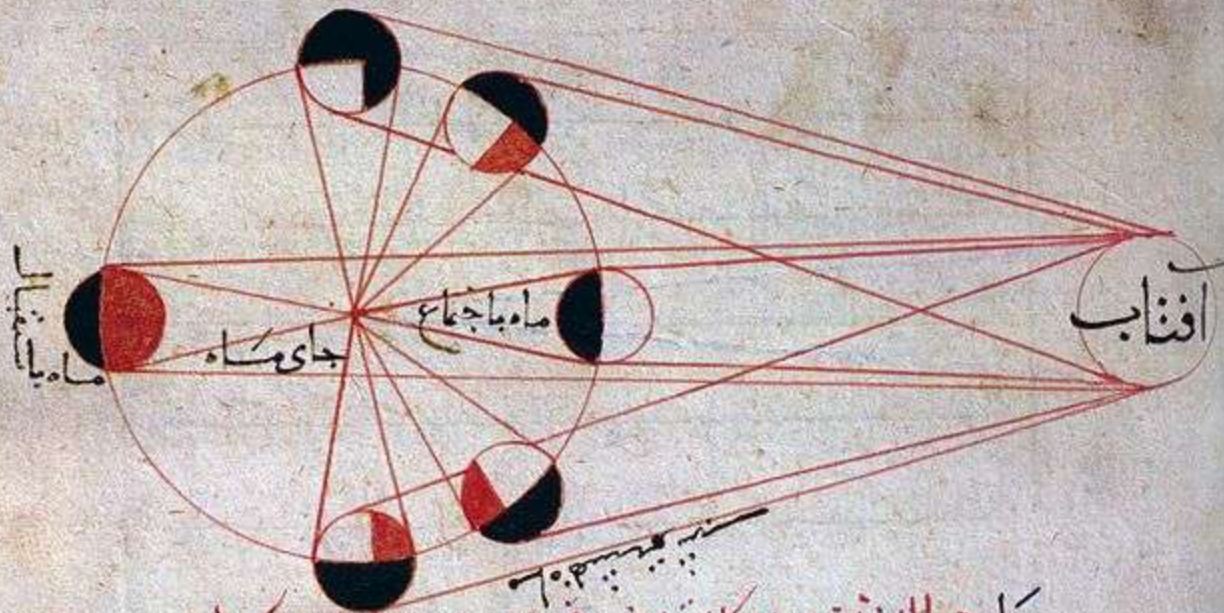
# Abu al-Raján ... al-Birúni



- Perzsa, 973-1048, latinul Alberonius
- Állítólag 146 művet írt, ebből 95 csillagászat és matek
  - nem eldönthető a Föld forgásának kérdése (bár ő a forgás felé hajlik)
  - Arisztotelész-kritika: kell léteznie vákuumnak
    - Ari. érvei az elliptikus pályák ellen (azok feltételeznék a vákuumot) nem állnak meg, semmi abszurd nem lenne az elliptikus pályákban (!)
  - mint mindenki, ő is elfogadja az asztrológia alapjait, de a pontos igényű horoszkóp-asztrológiát boszorkányságnak tartja
  - sajátos módszer a Föld méretének mérésére:

Egy hegytetőről (A) nézve a horizont (C) távolsága AC. Mivel C-nél a látovonal derékszöget zár be a Föld sugarával (r), így  $r^2 + AC^2 = (r + h)^2$ , ahol h a hegy magassága.



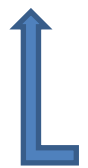
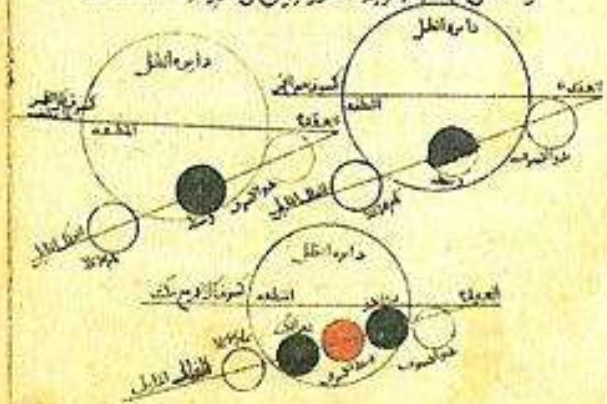


al-Birúni magyarázó ábrája  
a holdfogyatkozásról



جرای این فرودن و کاستن نور مقرر است و سنارگان دیگر را نیست  
 میان مردمان نگرستن و ناسندن این معنی بهار اخلافت  
 در روشنائی مشارگان که ایشان از روشنائی از خوبتر است

المشرق والاطلاق ثم يفرج عن طرف المشرق والجزء الشمالي والجنوبي  
 من موعود من العلم ان تمام الكسوف في العمودين من جهة المغرب وهو الضلع  
 من ناحية المشرق وتمام المظالم من ناحية المغرب ثم اوقات الكسوف الكسوف  
 الكلي والجزئي الكسوف الكلي اوله تمام الكسوف من المشرق او المشرق الكسوف  
 وهو الاطلاع في نور القمر والثاني تمام الكسوف من المشرق الكسوف الكلي  
 وهذا الكسوف في وقت الاستقبال والاطلاق والاطلاق الكسوف الكلي  
 والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف الكلي  
 تمام الكسوف والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف  
 الكلي والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف الكلي  
 والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف الكلي



al-Birúni magyarázó  
ábrája a holdfázisokról

تريفقا ووجه استقباله عن حوربها الى سر فبها عننا وعلينا فبها حتى  
 فوسطها بين الاضواء مستورا اننا كلفنا والباقي فبها حتى  
 الكسوف الكلي والجزئي الكسوف الكلي والجزئي الكسوف الكلي  
 فبها حتى فبها حتى فبها حتى فبها حتى فبها حتى فبها حتى  
 من جهة المشرق الكسوف الكلي والاطلاق الكسوف الكلي  
 الكسوف الكلي والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف  
 الكلي والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف الكلي  
 والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف الكلي  
 والاطلاق الكسوف الكلي في وقت المشرق او المشرق الكسوف الكلي

# Naszír al-Dín al-Túszí



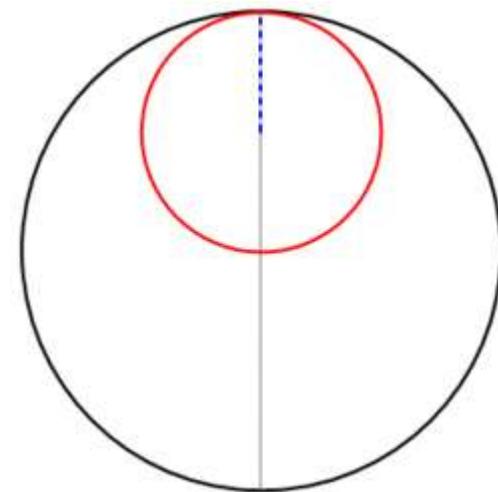
- Perzsa, 1201-1274, latinul Tusi (angolul gyakran Nasir Addim)
- A Maraga obszervatóriumot a tanácsára építették
  - így sok segéddel dolgozhatott, évtizedes észlelések alapján
- Vizsgálja (bár elveti) a Föld forgásának lehetőségét
- a Tejutat sok kicsi, szorosan csoportosuló csillag alkotja
- A Kopernikusz előtti legjobb bolygómozgás-elméletek
  - nem hipotézisekben (jelenségek megőrzése) gondolkodik, hanem fizikai testek reális mozgásának elméleteiben
  - egymásban gördülő (nem közös kp-ú, de nem metsző) szférákat tételez
  - elveti az ekváns pontot (és az excentrikus deferentst), mert fiktív pont körül nem lehet mozgás, csak fizikai test körül
  - kiváltásukra kidolgozza az ún. Túszí-pár fogalmát: a nagyobb körben egy feleakkora gördül úgy, hogy mindig érinti a kerületet és kp-ot, és gördülésével ellentétes irányban, egyenletes sebességgel forog →

## A Túszi-pár szemléltetése

(animáció:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/TusiCouple.gif>)

→ két körmozgással kiváltható az egyenes mozgás, így Arisztotelésznek nincs igaza, amikor a kettőt élesen elválasztja egymástól



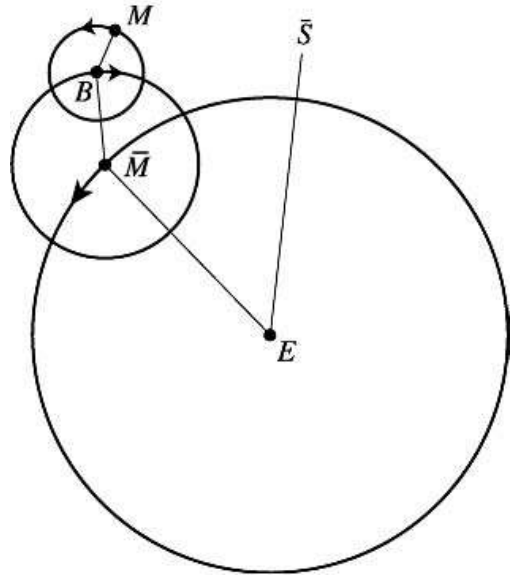
Al-Túszi magyarázata  
(az egyetlen hely az adott műben, ahol matekot szemléltet, egyébként mindig Ptolemaioszra utalja az olvasót)



## Maraga obszervatórium

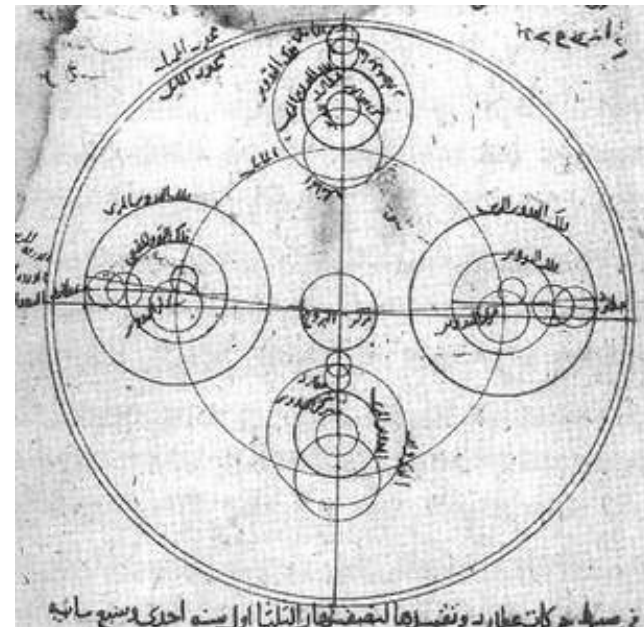
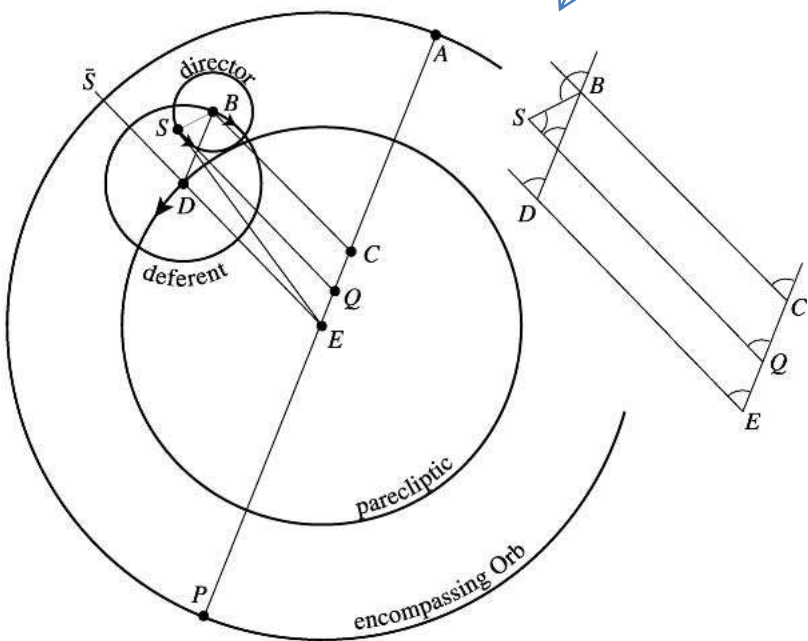
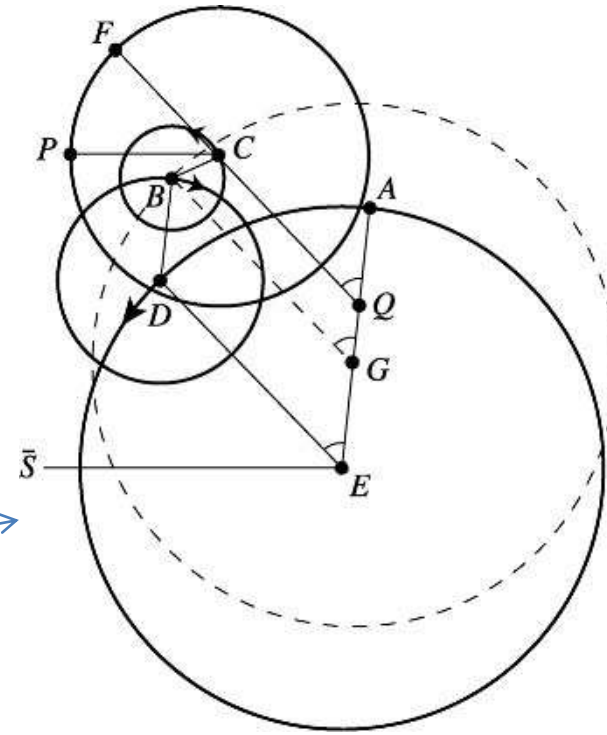
- A mai Azerbajdzsán területén, 1259-1316
- 150 m x 350 m területen egy négyemeletes, 28 m átmérőjű torony, ill. több más épület
- 40 000 kötetes könyvtár
- Meridián-tájolású falikvadráns, meg egy csomó más műszer
- Sok további jeles tudós dolgozik itt („Maraga-forradalom”) Pl. Ibn al-Satír (1304-1375)
- A későbbi szamarkandi csillagvizsgáló mintaképe

# Egyre bonyolultabb elméletek



al-Satír elméletei:

- Holdra
- Napra
- külső bolygókra
- Merkúrra



# Egyre pontosabb észlelések

- Szamarkandi obszervatórium, Ulug bég, 1420-1449
- Akár 60-70 csillagász dolgozott ott
- Műszerek:
  - 3 emeletes földrengés-biztos szerkezet tartotta a nagy műszereket, 2 méter széles ívelt árok felett forogtak
  - 11 méteres szextáns
  - 40 m sugarú kvadráns
  - 50 m sugarú meridián-ív



- Az észlelések pontossága meghaladja a 16. sz-i európai (távcső előtti) észlelésekét (Kopernikusz, Tycho Brahe)



# A legfontosabb iszlám csillagászati műszerek

## Éggömb

- a csillagképek ábrázolása mellett meridián-gyűrűt is tartalmaz  
→ leolvashatók a csillagkoordináták
- 126 maradt fenn (ez 1362ből →)



## Armilláris szféra

- hasonló, de bonyolultabb: az égi körök és mozgások fizikai modellje
- eredetiben egy sem maradt fenn (mármint régi), de ábrázolásokban jónéhány
- állítólag Kairóban volt egy akkora, hogy át lehetett lovagolni a gyűrűin
- (Portugália zászlaján is látható, a földrajzi felfedezők emlékére →)

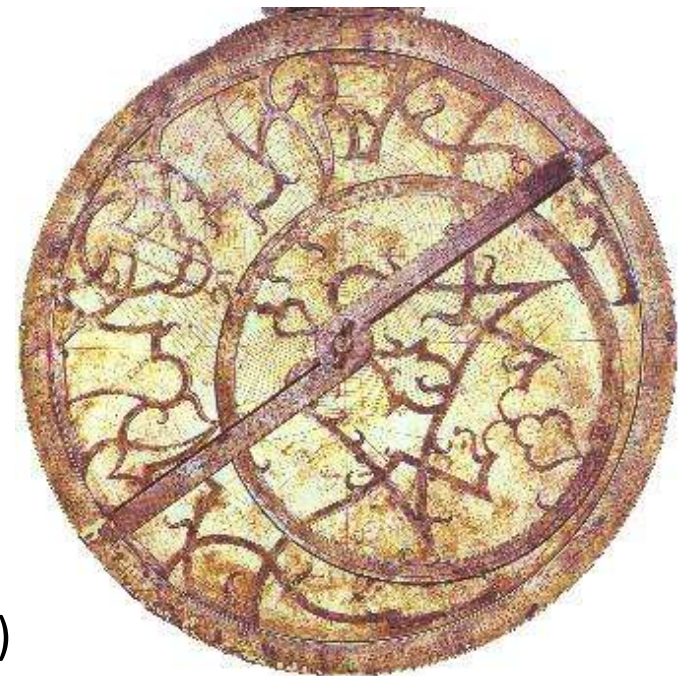




← Szférikus asztrolábium:  
kifejezetten iszlám találmány, az éggömb  
és az asztrolábium ötvözete

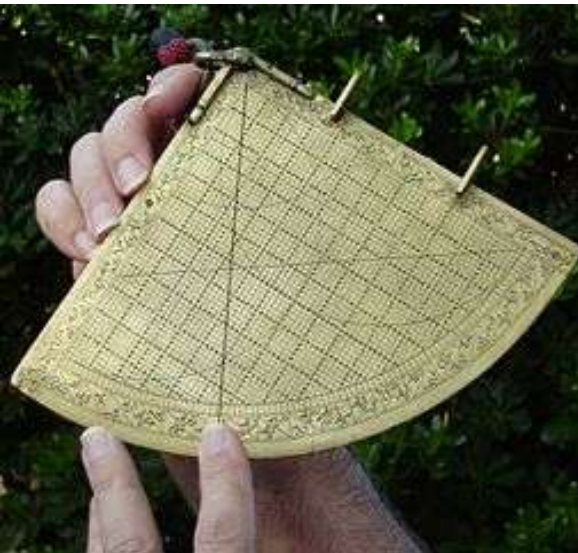
Asztrolábium:

- komplex hajlásszög-mérő eszköz
- effektíve egy analóg számológép csillagászati kérdések megválaszolására
- néhány iszlám újítás:
  - szögskála
  - azimutgörbék
  - horizontsík
- Egy 10. századi szerző 1000 használati módját írja le (csillagászat, asztrológia, ima, időmérés, kibla, navigáció, naptár...)



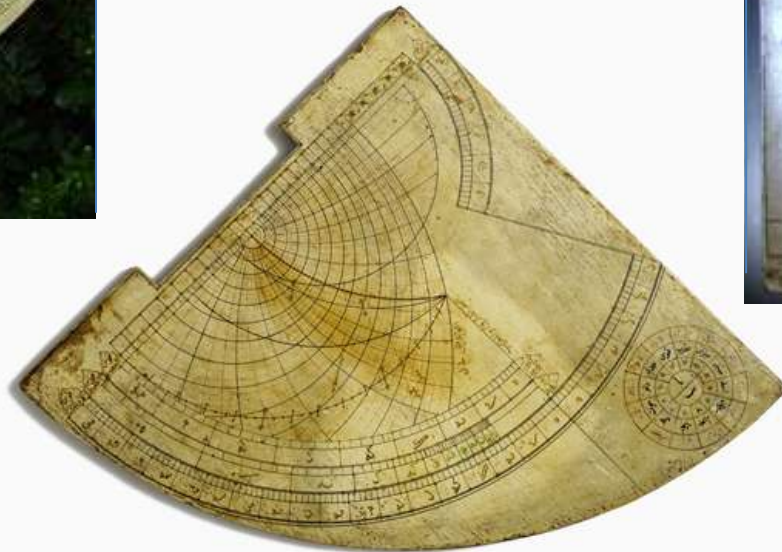
# Kvadráns: 90 fok alatti függőleges szögtávolságot mérő eszköz

Szinuszkvadráns:  
merőleges skálázással,  
zsinór + mozgó mutató



Órakovadráns: időmérésre  
→ körívek jelölik a Nap  
magasságát az évszak  
órái mentén

→ a napra irányítva  
megállapítható az idő  
a földrajzi szélességből  
vagy fordítva



Asztrolábikus kvadráns:  
rögzített szélességre jelöli  
egy asztrolábium azimut- és  
magasság-köreinek felét, stb.  
→ később felváltja az  
asztrolábiumot

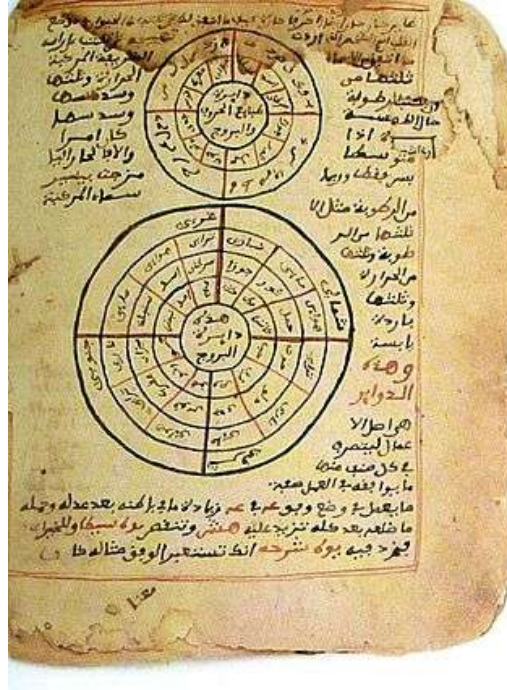


+ vannak még  
nagy, rögzített  
falikvadránsok...

# Napórák

- imaidők miatt alapvető
  - erre standard, általában 7 láb hosszú gnómón szolgált
  - a legtöbb nagyobb mecset használt ilyen
- eleinte sík és vízszintes, később egyre komplexebb elrendezés
- több elméleti tárgyalás fennmaradt (ugyanúgy, mint a többi eszközre is)

Ekvatórium, torquetum, stb.: egyre komplexebb analóg csillagászati számítógépek...





## Műszerek Európában:

- éggömb
- hengeres napóra
- napműszer
- kvadráns
- többlapú napóra
- torquetum

Hans Holbein  
*A követek* c.  
festményén  
(1553).

(Lásd:  
John North:  
*A követek titka*.  
Typotex, 2007)