

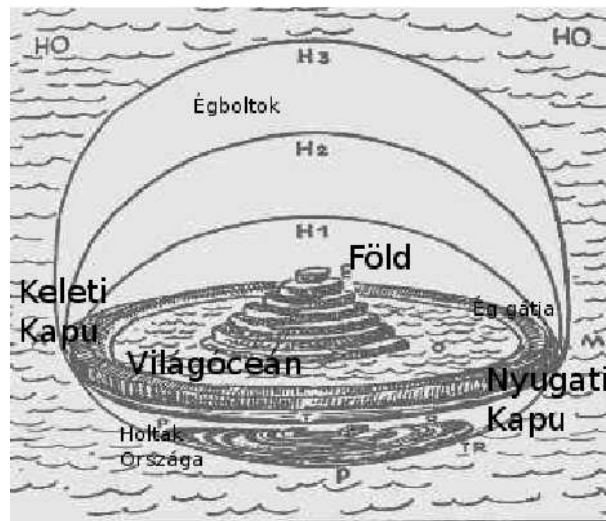
## 1. Babilónia csillagászata

A mezopotámiai csillagászat gyökerei az időszámításunk előtti III. évezredik nyúlnak vissza, míg fénykorát az időszámítás előtti VI. évszázadban érte el. Mezopotámia Jelen-tése: folyamköz. A Tigris és az Eufrátesz folyam által közrezárt terület alakult ki. Ha megnézzük a térképen, hogy ez a terület most Irak. Földjeiket a folyamok vizével öntözték, de ehhez kellett, hogy jól ismerjék az évszakos áradásokat, amik jótékonyak voltak akkor, ha előre tudták, hogy mikor jött, tehát kellett egy jó naptár. Másrészt kereskedtek, és a kereskedelem akkori egyetlen éjszakai tájékozódási eszköze a csillagos égbolt volt. Harmadrészt a papok a csillagjóslással foglalkoztak, ami mindig is egy áltudomány volt. Mi is maradt ránk tőlük?



1. ábra. Az ókori Mezopotámia a mai Irak területén

**Világmodell:** A babiloniak szerint a lépcsőzetes felépítés, kúp alakú Föld a világóceánon úszik. Föléje az első, második és harmadik égbolt borul, alatta hét fallal körülvéve a holtak birodalmának palotáját találjuk. A világóceánt az ég gátja határolja, ezen helyezkedik el a hegyekből formált keleti, illetve nyugati kapu, melyeken keresztül a Nap felkel illetve lenyugszik.

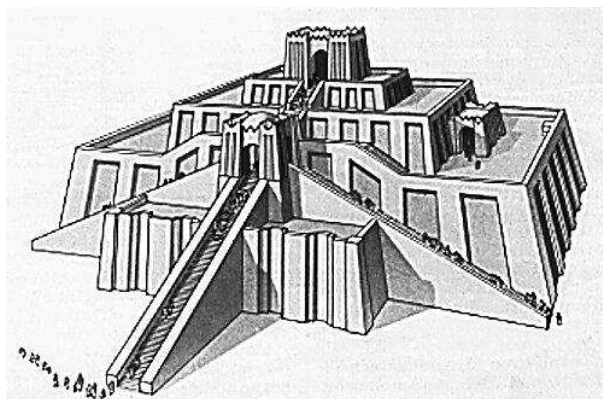


2. ábra. A babiloni világkép

**Asztroarchitektúra** Az ókori Mezopotámia legmonumentálisabb építészeti alkotásai a csillagászati megfigyelőhelyként is szolgáló lépcsős templomok, a zikkuratok voltak. Négyzetes alaprajzú teraszokból, valamint három, egymást derékszögben metsző és a felső szentélyhez vezető lépcsőből álltak. A legelső zikkuratok a Kr. e. 21. század körül épültek; maradványaikat 16 helyen tárták fel, de írott forrásokból és az általuk jelzett dombok alakjából következően jóval több ismeretes.

A vastag fallal körülvelt Babilón városát az Eufrátesz két részre osztotta. A folyó keleti partján állt a Marduk isten kultuszának szentelt templom, valamint zikkurat, a Bibliából is jól ismert Bábel tornya (magassága 90 m lehetett). A Jupiternek szentelt Marduk templom melletti másik hat főtemplomot a Napnak, a Holdnak és a másik négy akkoriban ismert nagybolygónak ajánlották. A keresztutakon és tereken felállított áldozati oltárok sokasága szolgált a csillagképek, a Vénusz, sőt a Plejádok tiszteletére. A város főútja, a Felvonulási út Marduk templomától a 14,3 méteresként rekonstruált, mázas téglákból rakott domborművekkel díszített Istar-kapuhoz vezetett. A különböző szárnyakból, belső udvarokból, bástyákból és trónteremből álló királyi palotában halt meg a világhódító Nagy Sándor, és itt kaptak helyet az ókor hét csodája között számontartott függőkertek is. A város trapéz alakú alaprajza, utcáinak és tereinek fekvése a babilóniak által alkotott csillagképek alakját tükrözte: világosan felismerhetőek a Bikát és a Kost összekötő vonalak. A nyári napforduló időpontjában ünnepelték Marduk bevonulását magas szentélyébe: ekkor a felkelő nap a másik főút, a Marduk út vonalán haladt, és délben a zikkurat felett állt. A Jupiter legnagyobb északi deklinációját elérve pontosan Bábel tornya felett delett.

Babilón régészeti feltárását 1899 és 1918 között a Német Keleti Társaság megbízásából Robert Koldewey építészmérnök végezte.



3. ábra. Bábel tornya: a leghíresebb zikkurat

**A babiloni csillagászat forrásai:** A sumer civilizáció csillagászatáról úgyszólván semmit sem tudunk. Mindössze a legfeltűnőbb csillagok és csillagképek vallási elnevezéséről, továbbá néhány, a Nappal, a Holddal és a Vénusszal, mint istenségekkel foglalkozó mitológiai elképzelésről tud a csillagászat-történet.

Míg tisztán matematikai szövegek-számítások elsősorban az Óbabilóni Birodalomból, a Kr. e. 1800-1600 közötti időszakból maradtak ránk, addig a csillagászati vonatkozású emlékek főképp a Kr. e. 300-tól Krisztus születéséig tartó Szeleukida-korból származnak, de töredékes anyagok ismeretesebbek a kasszita és asszír hódítás, továbbá a parthus királyok időszakából is.

A babilóniai világ csillagászati emlékei ékírásos agyagtáblákon, továbbá történeti forrásmunkák révén maradtak fenn. A jeleket éles nád vesszővel mélyítették a lágy agyagba, úgy hogy az egyes benyomatok egy szélesebb fejből és egy ehhez kapcsolódó vékonyabb vonalból álltak.

A ránk maradt szövegmaradványok két csoportra oszthatók: Az elsőt a mai csillagászati évkönyvekhez hasonló efemeriszek alkotják, melyek a Hold és a bolygók helyzetét adják meg bizonyos évre vagy évekre. A leletek másik nagy csoportja az úgynevezett tanszövegek. Ezek az efemeriszek kiszámítására vonatkozó szabályokat rögzítik.

**Az asztrológia gyökerei:** Az első olyan bizonyíték, ami azt mutatja, hogy mezopotámiai csillagászok konkrét észleléseket végeztek, az Óbabilóni Birodalomból származik. Ezek valószínűleg jóslás céljára gyűjtött anyagok, melyek több évre vonatkozóan tartalmazzák a Vénusz megjelenését és eltűnését. Az ilyen jellegű feljegyzések képezték a később kiteljesedő, a hellenisztikus, római, majd bizánci korokban virágzó asztrológiai tanok alapját. Azt nehéz lenne megmondani, hogy pontosan hol és mikor keletkezett a csillagjóslás. Az előkerült adatok minden esetben nagyobb szövegsorozatok részei. Általánosságban megállapítható az, hogy ezek, a későbbi korokkal ellentétben, minden esetben csillagászati jelenségek megfigyelésén alapultak - nem számításokon és születési időpon-  
ton. A legfontosabb lelet 70 számozott, összesen 7000 óment tartalmazó táblából áll. A hatalmas mennyiségű anyag rendszerezése több évszázadon át történhetett, míg Kr. e.

1000 tájékán végleges formába öntötték.

Az állatöv, a zodiákus a babilóniai jóslatokban soha nincs megemlítve. Felállítása nagyjából a Kr. e. 4. század környékére esik, de a benne szereplő csillagképek ennél sokkal régebbiek (a ma is létező csillagképek közül 45 tekinthető babilóniai örökségnek). Asztronómusaik a Kost tartották az állatöv "vezérének", vagyis a tavaszi újholdkor kezdődő év első jegyének. A 12 csillagkép eredetileg különböző hosszúsága zavarta a Nap, a Hold és a bolygók mozgásának pontos meghatározását, ezért a főkört pusztán matematikai okokból osztották fel a 30o-os szakaszokra - a babilóniaiaknál az állatöv nem volt más, mint egy matematikai elképzelés, amelyet kizárólag számítások céljára szerkesztettek és használtak.

Arra vonatkozóan nagyon kevés adat áll rendelkezésre, hogy kik voltak a csillagászpapok. Értékelhető leletek mindössze két városból, Urukából és Babilónból ismeretesek. Az Urukban talált táblák adatai papi írnokcsaládok, valószínűleg inkább írnokiskolák tagjai mélyítették agyagba - az azonban nem derül ki, hogy az efemeriszek kiszámítói is ők voltak-e. Az egyik család Ekur-Zakirt, a másik Szin-Leki Unninnit nevezi "ősének". A babilóni leletekből, illetve későbbi történeti forrásokból három csillagász nevét ismerjük: a holdhónap hosszának kiszámításakor már említett Naburimannut és Kidinnut, továbbá a Kr. e. 240-től a pergamoni I. Attalus király udvari csillagászaként működő Szudineszt.

A többi, tevékenységét - az akkor uralkodó parthusok egyistenhívő vallásának következményeként - Kr. u. 42-ig végző csillagász és a Kr. u. 75-re kihalt utolsó asztronómus családja tagjainak nevét már csak meg nem fejtett vagy talán örökre elenyészett agyagtáblák őrizhetik - munkásságuk eredményei azonban fennmaradtak és az egyetemes emberi tudáshalmaz részévé váltak.

### **Babiloni főistenek:**

- Shamash (Nap)
- Sin (Hold)
- Istar (Vénusz)
- Nergal (Mars)
- Marduk (Jupiter)
- Nabu (Merkur)
- Ninutra (Szaturnusz)

### 1.1. Korai periódus

legkorábbi szisztematikus megfigyelők

Kr. e. 1800-as évektől táblázatok

- ♠ holdkelte és újhold időpontjai

- ♠ időjárási megjegyzések)

Komplett megfigyelések:

- ♠ Ammisaduqa i.e. 1702- 1681

- ♠ Vénusz kelési és nyugvási ideje

♠ 21 éven keresztül folyamatosan írták, ha nem tudtak megfigyelni, akkor számításokat végeztek)

i.e. 1100-tól 1000 éven át, táblázatban rögzítették az Anu az Ea és az Enlil csillagait, minden sávból tizenkettőt

későbbi periódusa a táblázatoknak

- ♠ minden táblázatnak 3 listája van

♠ három isten csillagai: Anu csillagai az égi egyenlítőhöz közel, Ea csillagai északra, Enlil csillagai délre, szám szerint minden sávból 12

- ♠ kalendáriumként használták

- ♠ korai verziói körkörök voltak és szektorokra osztották őket)

rájöttek az évszakok változásának és a Nap járásának a kapcsolatára

i.e. 612- ben már holdfogyatkozást tudtak előre jelezni

#### 1.1.1. Mul-Apin táblázatok

mul=csillag

i.e. 687

Megnyitó szaváról kapta a nevét

a három sáv csillagai

66 csillag és konstelláció

egymással szemben lévő csillagok (amikor az egyik kel, a másik lenyugszik)

delelési lista (egy csillag delelését egy másik csillag kelésével adták meg)

Holdpálya menti csillagok

időjárás és mezőgazdaság kapcsolatára vonatkozó megfigyelések:

- ♠ a XII-II. hónapban a Nap az Anu-ban van, az idő ilyenkor szeles

- ♠ a III-V. hónapban az Enlil-ben van, ez az aratás ideje

- ♠ a VI-VIII-ig újra az Anu-ban van

- ♠ a IX-XI. hónapban pedig az Ea-ban, ekkor hideg van

kezdetleges szökőhónap-szabályokat állítottak fel, pl. ha az év első napján a Hold a Fiastyúk környékén van, akkor nincs szükség XIII. hónap beiktatására

Gnómon a föld felszínére merőlegesen állított pálca

standard gnómon árnyékának hossza adott időpontban

az éjszaka hossza (rájöttek az évszakok és a Nap magasságának összefüggésére!)



4. ábra. Mul-Apin

1. tábla

az első tábla a legfontosabb forrás, amely ránkmaradt a babilonai csillagászatról a fejezetei meghatározzák a csillagképek egymással és a naptárral való kapcsolatát az első táblának 6 fő fejezete van

♠ felsorolja a legfontosabb csillagokat és csillagképeket és három csoportba osztja őket az éggömbi szélesség szerint, három fő sávot kijelölve:

- ★ Enlil északisávja 33 csillagot vagy konstellációkat tartalmaz
- ★ Anu egyenlítői sávja, ami 23 csillagot vagy konstellációkat tartalmaz
- ★ Ea déli sávja, ami 15 csillagot vagy konstellációkat tartalmaz

ezeket a csillagoknak és csillagképeknek a többségét közel-keleti istenségeknek tekintették

♠ 34 csillag és csillagkép helikális kelésének dátumai a 360 napos naptár szerint

♠ olyan csillagoknak és konstellációknak a listája, amelyek egy időben kelnek fel és nyugodnak le

♠ a különböző csillagok és csillagképek kelése közötti napok száma

♠ olyan csillagok és csillagképek, melyek egy időben kellnek és vannak kulminációban

♠ a Hold pályája menti csillagok, az ekliptika menti legjelentősebb konstellációk, mely az előfutára a későbbi babiloni zodiákusnak

bár a babiloniak luniszoláris naptárat használtak, amelyhez alkalmanként egy 13.hónapot adtak hozzá, a Mul-Apin, mint a babilonai csillagjóslás legtöbb szövege, egy 12 "ideális" hónapból álló "ideális" évet használ, minden hónap 30 "ideális" napból áll. Ebben a sémában a napéjegyenlőségek az első és a hetedik hónap 15. napjához vannak rögzítve, a napfordulók pedig a negyedik és a tizedik hónap 15. napjához.

2. tábla

a második tábla nagyon érdekesnek bizonyult a tudomány történéseinek számára, mivel számos módszer és eljárást leír, amit a babiloni csillagjósok használtak, hogy megjósolják a Nap a Hold és a bolygók mozgását, valamint a különböző módszereket is, hogy szabályzzák a naptárat. A második tábla tartalma:

♠ a Nap és a bolygók nevei és annak állítása, hogy ezek mind a Holddal azonos pályán utaznak az égen

♠ a napfordulók és napéjegyenlőségek idején felkelő csillagok és teliholdak azon célból, hogy következtessenek a lunáris és szoláris ciklusok egyenlőtlenségére.

♠ bizonyos csillagok megjelenésének a megfigyelésre tett javaslatok és a megjelenés pillanatában a szél iránya

♠ nagyon hozzávetőlegesen a napok száma, hogy minden bolygó meddig látható vagy nem látható a megfigyelés ciklusa folyamán

♠ négy csillag, melyeket a négy széliránnyal azonosítottak

♠ azok a dátumok, amikor a Nap mindhárom sáv csillagait érinti

♠ átszámítási séma két típusa, az egyik bizonyos csillagok kelési idejét, a másik a Hold helyzetének a csillagokhoz és csillagképekhez való viszonyát használja

♠ a relatív hossza a nappaloknak és éjszakáknak a napfordulók és napéjegyenlőségek időpontjában, és a gnomon által vetett árnyék hossza a nap különböző időpontjaiban a napfordulók és napéjegyenlőségek alatt

♠ alapvető matematikai séma, ami megadja a Hold kelésének és nyugvásának idejét minden hónapban

♠ sokféle asztrológiai ómen

feltételezhetően van egy eddig még fel nem fedezett harmadik tábla is

**1.1.2. Zodiákus**

A Holdpálya, avagy lényegében az ekliptika mentén elhelyezkedő csillagképek, kezdetben 12 csillagsoportra, majd 12 egyenlő részre osztották.

A legközelebb elhelyezkedő csillagképről kapta a nevét

Egy csillag helyét egy csillagkép nyugati végétől adták meg fokban (ush).

Később a görögök átvették a zodiákust

A görögöknél a csillagképet is jelentette a zodion, és az egész övet is

A görögök 12 részre osztották az övet és ezt dodecatemorionnak

már ekkor megszületett több ma is használt csillagkép elnevezése.

Két rendszert használtak, az egyikben a nyári napforduló a 8° kushu, míg a másikonál a 10° kushu-nál következett be (Kushu = Cancer, Rák).

Ezen felül mérték az objektumok távolságát az ekliptikától, 1/72°-ban (she = árpaszem).

Ariestől számították a fokeltérést: 3° Aries = 3°, 0° Aries = 30°, 7° Aries = 67°, stb.

|                            |             |          |                       |
|----------------------------|-------------|----------|-----------------------|
| kushú, nangar, allul       | Cancer      | Rák      | Καρκινος (Karkinos)   |
| a, ura                     | Leo         | Oroszlán | Λεων (Leon)           |
| absin                      | Virgo       | Szűz     | Παρθενος (Parthenos)  |
| rín, zibanitu              | Libra       | Mérleg   | Χηλαι (Khelai)        |
| gír, gír-tab               | Scorpio     | Skorpió  | Σκορπιος (Skorpios)   |
| pa, pabilsag               | Sagittarius | Nyílas   | Τοξοτης (Toxotes)     |
| másh, sahur másh           | Capricornus | Bak      | Αιγοκευως (Aigokenos) |
| gu, gula                   | Aquarius    | Vízöntő  | Υδροχοος (Hydrokhoos) |
| zib, zib-me                | Pisces      | Halak    | Ιχθυες (Ikthyes)      |
| hun, luhunga, lu           | Aries       | Kos      | Κριος (Krios)         |
| múl                        | Taurus      | Bika     | Ταυρος (Tauros)       |
| mash, mash-mash, mashtabba | Gemini      | Ikrek    | Διδυμοι (Didymoi)     |

### 1.1.3. Megfigyelések

Kr.e. 700 agyagtáblák- almalahokon maradtak fel az észlelések

Minden tábla egy fél év hat hónapjára rögzíti:

- ♠ az előző hónap napjainak számát
- ♠ a holdkelte és a napnyugta közötti időt a hó utolsó napján, mikor a Hold napnyugta előtt kel
- ♠ a következő napon a napnyugta és holdkelte közötti időt
- ♠ a holdnyugta és a napkelte közötti időt az utolsó napon, mikor a Hold napkelte előtt nyugszik
- ♠ a napkelte és a holdnyugta közötti időt a következő napon
- ♠ a holdkelte és napkelte közötti időt az utolsó napon, mikor a Hold még látható
- ♠ a bolygók ekliptikai hosszúságát
- ♠ a folyók állását
- ♠ árfolyamokat (piaci körkép)
- ♠ fogyatkozásokat
- ♠ külső bolygók láthatóságát, retrográd mozgásuk kezdetét, szembenállásukat
- ♠ a Vénusz és a Merkúr első és utolsó láthatóságát,
- ♠ a Hold és a bolygók együttállásait a zodiákus csillagaival
- ♠ időjárási megfigyeléseket
- ♠ egyéb híreket.

folymatosan megfigyelték a Hold és a bolygók mozgását is

ismerték az égitestek járásának szabályszerűségeit

a Jupiter vonatkozásában például: 71 év = 65,01 szinódikus periódus = 5,99 sziderikus periódus

egy másik intervallumban: a Jupiter 83 év, a Szaturnusz 59 év, a Mars 79 és 47 év, Vénusz 8 év, Merkúr 46 év, és 18 év a Hold



## 1.2. Hatvanas számrendszer

60-as számrendszer és a helyi érték a babilóniai öröksége  
 puha nádpálcával agyagba írtak, majd azt kiégették  
 az első kilenc számjegyet megfelelő számú pálcavonással jelölték  
 a 10-re külön jelük volt, annak ismétlésével jelölték a 20, 30, 40, 50- s számokat  
 a 60-as jelölésére ismét az egyest használták  
 nem volt külön számuk a 60-asra és nem ismerték a nullát sem  
 csak a szövegkörnyezetből derül ki, hogy 60-asról vagy egyesről van-e szó  
 az 1-nél kisebb helyi értékeket is használtak „hatvanados” törtek formájában  
 a hatvan hatványai között helyet hagytak ki  
 így maradt fenn a  $\sqrt{2}$  értéke négy tizedes jegy pontossággal  
 a hatvanas számrendszer és a helyi érték számolás aztán elkerült Alexandriába, ahol  
 Ptolemaiosz is ezt használta, ő már a nulla helyét kihagyta  
 a 0 számjegyet a hindu kultúrából jött

|    |           |    |            |    |             |    |              |    |               |    |                |
|----|-----------|----|------------|----|-------------|----|--------------|----|---------------|----|----------------|
| 1  | ┐         | 11 | ┐┐         | 21 | ┐┐┐         | 31 | ┐┐┐┐         | 41 | ┐┐┐┐┐         | 51 | ┐┐┐┐┐┐         |
| 2  | ┐┐        | 12 | ┐┐┐        | 22 | ┐┐┐┐        | 32 | ┐┐┐┐┐        | 42 | ┐┐┐┐┐┐        | 52 | ┐┐┐┐┐┐┐        |
| 3  | ┐┐┐       | 13 | ┐┐┐┐       | 23 | ┐┐┐┐┐       | 33 | ┐┐┐┐┐┐       | 43 | ┐┐┐┐┐┐┐       | 53 | ┐┐┐┐┐┐┐┐       |
| 4  | ┐┐┐┐      | 14 | ┐┐┐┐┐      | 24 | ┐┐┐┐┐┐      | 34 | ┐┐┐┐┐┐┐      | 44 | ┐┐┐┐┐┐┐┐      | 54 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐      |
| 5  | ┐┐┐┐┐     | 15 | ┐┐┐┐┐┐     | 25 | ┐┐┐┐┐┐┐     | 35 | ┐┐┐┐┐┐┐┐     | 45 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐     | 55 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐     |
| 6  | ┐┐┐┐┐┐    | 16 | ┐┐┐┐┐┐┐    | 26 | ┐┐┐┐┐┐┐┐    | 36 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐    | 46 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐    | 56 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐    |
| 7  | ┐┐┐┐┐┐┐   | 17 | ┐┐┐┐┐┐┐┐   | 27 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐   | 37 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐   | 47 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐   | 57 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐   |
| 8  | ┐┐┐┐┐┐┐┐  | 18 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐  | 28 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐  | 38 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐  | 48 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐  | 58 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐  |
| 9  | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐ | 19 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐ | 29 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐ | 39 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐ | 49 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐ | 59 | ┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐┐ |
| 10 | ◁         | 20 | ◁◁         | 30 | ◁◁◁         | 40 | ◁◁◁◁         | 50 | ◁◁◁◁◁         |    |                |

5. ábra. A babilonai számok

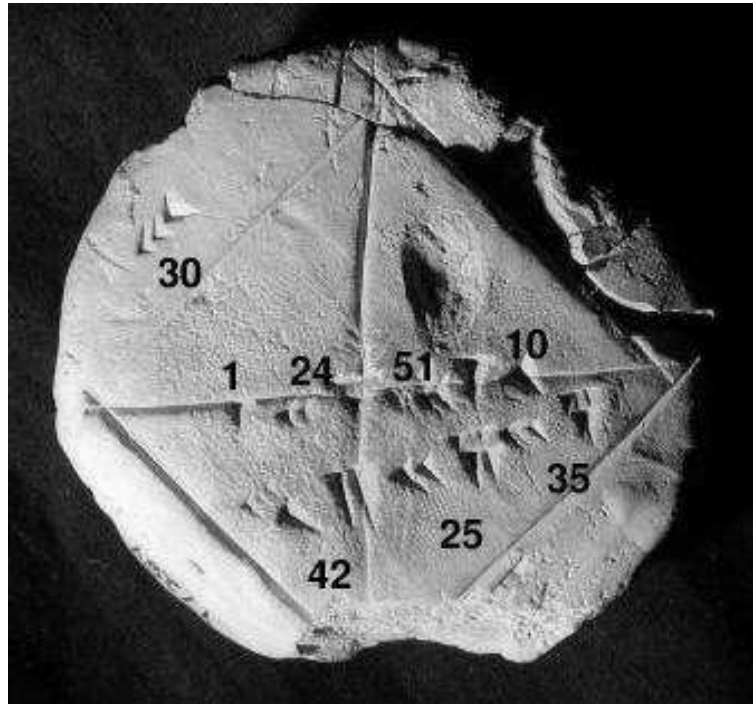
|                     |        |         |          |
|---------------------|--------|---------|----------|
| ┐                   | ┐┐┐┐┐┐ | ┐┐┐┐┐┐┐ | ┐┐┐┐┐┐┐┐ |
| 1,57,46,40 = 424000 |        |         |          |

6. ábra. Példa

A fenti példa a következő képpen néz ki:  $1 \times 60^3 + 57 \times 60^2 + 46 \times 60^1 + 40 \times 60^0 = 424000$

egy, a kr.e. 1800-1600-ból való agyagkorongon fenmaradt a  $\sqrt{2}$ , méghozzá hat tizedes jegy pontossággal.

$$1 \times 60^0 + 24 \times 60^{-1} + 51 \times 60^{-2} + 10 \times 60^{-3} = 1.41421296$$



7. ábra. A  $\sqrt{2}$  a Kr.e. 1800-1600-ból való babilonai agyagkorongon

### 1.3. Késői periódus

i.e. 300- Kr.u. 75:

nagy eredmények

300 táblázat:

- ♠ nagyon sokszor írták át őket, így maradhattak fenn
- ♠ sorokban és oszlopokban számszerű leírások
- ♠ időben előre meghatározott pozíció adatok
- ♠ zodiákus elnevezései
- ♠ magyarázó táblázatok, így könnyen megfejthetők

#### 1.3.1. Nap

közvetlenül nem foglalkoztak vele

a Hold fázisait és mozgását tartalmazó táblázatokból következtetni lehet a Nap mozgására is

ezek a táblázatok oszlopszerűen felépítettek voltak

év, hónap, távolság a zodiákus jegytől, zodiákus

|      |           |         |       |
|------|-----------|---------|-------|
| 3 15 | nisannu   | 9 7 30  | gir   |
|      | ayaru     | 7 15 0  | pa    |
|      | simanu    | 5 22 30 | mash  |
|      | duzu      | 3 30 0  | gu    |
|      | abu       | 1 37 30 | zib   |
|      | ululu     | 0 52 0  | hun   |
|      | tashritu  | 0 52 0  | mul   |
|      | arahsamna | 0 52 0  | mash  |
|      | kislimu   | 0 52 0  | kushu |
|      | tebetu    | 0 52 0  | a     |
|      | sabatu    | 0 52 0  | absin |
|      | abaru     | 0 37 30 | rin   |
| 3 16 | nisannu   | 28 45 0 | rin   |

felismerték, hogy a Hold és a Nap szögsebessége változik az év folyamán  
kiszámolták a nappalok hosszát, a napéjegyenlőségek időpontjait  
tudták mennyi idő alatt kel fel egy csillagkép, azaz mikor bukik fel az első csillag és kell  
fel teljesen

30° minden csillagképnél

kiszámolták a napnyugtától a napkeltéig eltelt időt, mégpedig úgy, hogy mivel az egyenlő  
hosszúságú zodiákus jelek az ekliptika horizonttal bezárt szögétől függően más- más idő  
alatt kelnek, így a nappal hossza egyenlő a nappal alatt a horizont fölött megjelenő zodi-  
ákus jelek kelési ideinek összegével

az első táblázatban a felkelési idő van

nappalok hossza van a másodikban

| hun | mul | mash | kushu | a  | absin | rin | gir | pa | mash | gu | zib |
|-----|-----|------|-------|----|-------|-----|-----|----|------|----|-----|
| 20  | 24  | 28   | 32    | 36 | 40    | 40  | 36  | 32 | 28   | 24 | 20  |

| hun | mul | mash | kushu | a   | absin | rin | gir | pa  | mash | gu  | zib | hun |
|-----|-----|------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 180 | 200 | 212  | 216   | 212 | 200   | 180 | 160 | 148 | 144  | 148 | 160 | 180 |

### 1.3.2. Hold

Ekliptikai hosszúságát és szélességét is lejegyezték she-ben ("árpa-szem": 1 she=1/72 fok)

Megfigyelték, hogy a Hold szélessége 252; 31,24 she-t változik, amíg eléri a 2°-ot majd a szélesség feleződik, s akkor eléri a 6°-ot, a szélesség el kezd csökkenni, míg Nap 30°-ot halad

Ebből számolták a holdpálya felszálló csomópontjának helyét

Rájöttek, hogy ez retrográd<sup>1</sup> mozgást végez

<sup>1</sup>Valamely égi koordinátarendszer északi pólusából nézve az óramutató járásával megegyez irányú mozgás.

Tudták, hogy a Holdnak bizonyos szögtávolságon belül kell lennie az a csomóponthoz, hogy fogyatkozás jöhessen létre.

Kiszámították a hónap hosszát is: két számított újhold időpont között eltelt idő – de ez nem volt elég pontos.

Mivel tudták, hogy a fogyatkozások időpontjában pont új-, vagy telihold van, két fogyatkozásból, a köztük eltelt holdhónapok számának és az eltelt idő ismeretében számítható volt a hónap hossza.

Több számításuk is a Szárosz-ciklus hosszára alapozott.

## 1.4. A babiloni naptár

A babiloni naptár felépítése meglehetősen egyedi, ugyanis nem tisztán Nap, vagy Holdévben számoltak, hanem egy úgynevezett lunaszoláris rendszerben, azaz bár az év hosszát a Napév adta, a közbeeső időt Holdhónapokban számolták. A hónapok hosszát szintén elképesztő pontossággal ismerték, 29 nap 12 óra 44 perc 3.5 másodpercben határozták meg. (Mai ismereteink szerint a pontos érték mindössze 0.7 másodperccel tér el: 29 nap 12 óra 44 perc és 2.8 másodperc.) A babiloni év így 12 hónapból állt, melyek felváltva 29 és 30 naposak voltak.

A holdhónap első napja akkor kezdődött, amikor napnyugta után először lehetett újra látni a növekvő holdsarlót. Ennek megfelelően a nap mindig este kezdődött, és Kr.e. 1700-tól 24 egyenlő hosszúságú szakaszból állt (12 órás éjszaka és 12 órás nappal). Az ókori tudomány nagyszerűségét jelzi, hogy sikerrel oldották meg azt a látszólag egyszerűnek tűnő problémát, hogy 29 vagy 30 napból álljon a holdhónap. A ránk maradt szeleukidakori holdefemeriszek megmutatják, hogy ismerték a pontos meghatározáshoz szükséges adatokat: a Nap mozgását, valamint a Hold és a Nap sebességváltozását. A szinodikus hónap hosszára 29,530641 (Naburimannu) és 29,530594 (Kidinnu) értékeket kaptak. Naburimannu számításai során az úgynevezett A rendszert alkalmazta, egy lépcsősfüggvényt használt, míg Kidinnu a B-rendszerben egy lineáris cikcakkfüggvényt alkalmazott, ami egy némileg pontosabb számítási módszer, az előzőnek egyfajta továbbfejlesztés. A mindennapi gyakorlatban felváltva alkalmazták a 29 és 30 napos hónapokat, melyek közül tizenkettőt foglaltak egy évbe.

A luniszoláris ciklusok – a napév és holdhónap össze nem mérhető volta miatt mindig csak megközelítő pontosságot érhettek el. Ezért – bár a csillagászok egyre hosszabb és egyre pontosabb ciklusokat dolgoztak ki – a gyakorlatban mindenütt megelégedtek a 19 éves ciklusokkal. Az ezen az alapon kidolgozott naptári rendszerek közül a legkorábbi a babiloni naptár, amelyet az i. e. IV. század elején vezettek be. Ez 12 holdhónapot számlált, és minden 19 évből a 2., 5., 8., 10., 13., 16. és 19. volt 13 hónapos szökőév. Abból a célból, hogy a hónapok kezdete a holdújulástól el ne szakadjon, a szökőéveket még egy további nappal is megtoldották, a szökőhónapot általában a tavaszi napéjegyenlőség előtti „adaru” hónapot követően, a ciklus utolsó évében pedig az őszi „ululu” hónapot követően illesztették be. Ez a naptári rendszer egészen az iszlám elterjedéséig, az arab hódításig állt fenn (i. sz. VII–VIII. század).

## 1.5. Fogatkozások

A babilóniaiak Kr. e. 700 tájékán, az asszír uralom időszakában már felismerték, hogy napfogatkozások csak a (hold) hónapok végén újholdkor, míg holdfogatkozások a hónapok közepén, teliholdkor jönnek létre. Ebben a korszakban már ismerhették azt a szabályt is, miszerint a holdfogatkozásokat 6, esetleg 5 hónap választja el egymástól.

A Szeleukida-korban már elég jól előre jelezték a holdfogatkozásokat. A napfogatkozásokra érvényes táblázatok a holdfogatkozáshoz hasonlóan számították ki, de ezek csak annyit mondanak, hogy egy fogatkozás előfordulhat vagy nem lehetséges, vagyis csak a napfogatkozás lehetőségének kizárása volt biztosan előre jelezhető. Mindezek alapján egyértelműen cáfolható az az általánosan elterjedt tétel, hogy a babilóniaiak az úgynevezett szárosz-ciklus, a fogatkozások 223 hónapos periodikus ismétlődésének ismeretében pontosan előre jelezték a napfogatkozások bekövetkeztének időpontját.

A legrégebbi Babilóniában feljegyzett napfogatkozás Kr. e. 763. június 15-én volt, míg holdfogatkozások megfigyeléséről Kr. e. 747 óta vannak adatok. Ezt a híres csillagász, Ptolemaiosz említi, aki felhasználta a babilóniai csillagászat hat évszázadon át folytatott észleléseit.

## 1.6. B rendszer

a babilóniai matematikai asztronómia másik rendszere, itt a Nap pálya menti sebessége fokozatosan, és nem hirtelen változik, több ponton is eltér az eddig vázolt A rendszertől.

Valószínűleg ez volt a későbbi.

Hipparkhosz is ismerte ezen rendszer eredményeit:

- ♠ 1 szinódikus<sup>2</sup> holdhónap az 29,53 nap,
- ♠ 1 drakonikus<sup>3</sup> hónap 27,21 nap,
- ♠ így 223 szinódikus hónap egyenlő 242 drakonikussal és 269 anomalisztikus<sup>4</sup> periódus egyenlő 251 szinódikus hónappal.

A Babilóniak követték a bolygók mozgását, lejegyezték a retrográd mozgás kezdetét és végét, a heliákus kelések és nyugvások időpontját, az oppozíciókat, a bolygók elongációját, stb.

A mozgást több szakaszra osztották (gyorsuló, lassuló) és azokban mérték a szögsebességet.

A táblázatokból elég pontos keringési idők számolhatók – az persze kérdéses, hogy ezt már a korabeliek is megtették.

<sup>2</sup>Két azonos fázis közt eltelt idő.

<sup>3</sup>A pálya menti keringés során felszálló csomótól felszálló csomóig eltelt idő.

<sup>4</sup>Perigeumtól perigeumig eltelt idő.