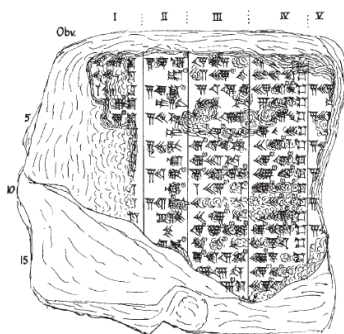


## Projekt 10.7 Babylonierne astronomiske tabeller – Saros-cyklen

I stort set alle oldtidssamfund blev der anvendt mange intellektuelle ressourcer til udarbejdelse af *kalendere* og *astronomiske tabeller*, ikke mindst over sol- og måneformørkelser. Specielt babylonierne er kendt for at samle sådanne tabeller. Fra denne kultur er der fundet tabeller med mere end fire hundrede års optegnelser over sol og måneformørkelser.



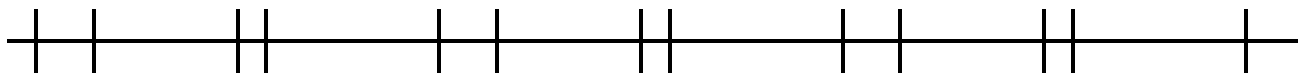
Den sidste babyloniske tabel med sol- og måneformørkelser for perioden 12 fvt. til 43 evt. Søjlerne angiver datoen (II), månens længdegrad (III) og størrelsen af formørkelsen (IV). <billedet er klippet fra <http://www.hps.cam.ac.uk/people/robson/tables.pdf>

Der er ingen optegnelser, der afslører kendskab til en egentlig teori for, hvordan sol- og måneformørkelser egentlig opstår. Babylonierne arbejdede med tabellerne ud fra et beregningsmæssigt synspunkt for fx at kunne forudsige sol- og måneformørkelser (og knytte varsler til disse). De nåede imponerende resultater i de talmønstre, de var i stand til at trække ud af tabellerne, ligesom de udviklede forbløffende avancerede regneteknikker/algoritmer til brug for udarbejdelsen af tabeller. Du kan finde en kort introducerende gennemgang i en artikel [her](#).

- Konstruer en dynamisk model for sol- og måneformørkelser i et dynamisk geometriprogram, idet du lader såvel Solen som Månen kredse omkring Jorden. Eller find på nettet en dynamisk model der illustrerer sol- og måneformørkelser, fx [her](#). Forklar begreberne fuldmåne og nymåne ud fra din model.
- Selv om der ser ud til at være en bestemt rytme og et mønster i Jordens, Månens og Solens gang over himmelkuglen, og deres indbyrdes bevægelser, så er det ikke så let at kortlægge dette. Det tager ikke et helt antal døgn for Jorden at dreje rundt om Solen eller for Månen at dreje rundt om Jorden. Find på nettet eller i filen [her](#) svar på følgende:
  - Årets længde målt i antal døgn (angiv det med 4 decimaler).
  - Månen bevæger sig i en ellipse om Jorden. Hvor mange døgn det tager for Månen at bevæge sig præcis en omgang om Jorden, fx fra det punkt, hvor Månen er tættest på, til den igen er tættest på Jorden. (Dette kaldes *den anomalistiske månep periode*).
  - Hvor lang tid tager det for månen at bevæge sig fra nymåne til nymåne. (Dette kaldes også *den synodiske månep periode*). Hvorfor er denne længere end den anomalistiske periode?

- 4) Månens bane om Jorden ligger i en plan, der danner en vinkel på  $5,9^\circ$  med den plan Jordens bane om Solen tegner. De to skæringspunkter kaldes for *knuderne* (engelsk: *nodes*) Forklar hvilken betydning dette kan have på sol og måneformørkelser. Du kan [her](#) finde en beskrivelse af dette med en dynamisk fremstilling af, hvordan solformørkelser periodisk vandrer fra nordpolen ned til sydpolen.
- 5) Hvor lang tid tager det for månen at bevæge sig fra den ene knude til den næste? (Dette kaldes også *den drakoniske måneperiode*).
- c) Det er ikke let at se, at de tal vi fandt i punkt b) skulle resultere i et bestemt mønster. Babylonierne havde som nævnt tabeller over månens bevægelser gennem mere end 400 år. Og de fandt et mønster, dvs. et bestemt system i hvornår de forskellige solformørkelser indtræffer, som gjorde, at de også kunne forudsige fremtidige solformørkelser. Sådanne tabeller kom fx Columbus til gode, da han på fjerde ekspedition i 1504 strandede på Jamaica – denne historie omtales under opdagelsesrejserne i afsnit 4.3. Vi vil nu prøve at finde mønstre:

- 1) Kan du finde mønstret i følgende talrække? Hvad bliver de næste tre tal:  
0, 2, 7, 8, 14, 16, 21, 22, 28, 30, 35, 36, 42, 44, 49, ...
- 2) Med nogle få tal der gentager sig, kan det måske være lettere at anskue det geometriske. Talrækken ovenfor kan afbildes således:



- 3) Når talmønstret gentager sig efter et vist antal, kalder vi dette antal for *perioden* eller med et fremmedord for en *cyklus*. Ordet antyder, at det hele går i ring (som årets gang) og gentager sig. I bestemt form hedder ordet *cyklen*. Nu skal I udfordre hinanden: Udform en talrække hvor der er et mønster med en cyklus på højst 10. Talrækken skal indeholde mindst 25 tal. Byt talrækker og se om I kan gennemskue hinandens talrækker.
- d) Babylonierne opdagede, at der er et mønster i de solformørkelser, som systemet med Solen, Jorden og Månen skaber med kortere eller længere mellemrum. Hele geometrien i dette system gentages efter en periode på 18 år, 11 dage og 8 timer, eller angivet i antal døgn: Efter 6585,3 døgn. Denne periode kaldes *Saros-cyklen*. De ekstra 8 timer betyder, at selv om geometrien gentages, så udspiller solformørkelsen sig et andet sted på kloden, idet Jorden har drejet sig  $\frac{1}{3}$  omgang, eller målt efter længdegrader drejet sig  $120^\circ$ . Dvs. geometrien er (næsten) ens efter 3 Saros-cykler, eller efter 54 år og 34 dage. Der sker en lille forskydning, fordi de to skæringspunkter mellem Månens plan og Jordens plan langsomt flytter sig. Saros-cyklen har været kendt af astronomer siden den blev opdaget i oldtiden. Navnet fik den af astronomen Edmund Halley, det var faktisk en oversættelsesfejl af et navn på et babylonisk skrift, men navnet er blevet hængende. Hvordan babylonierne fandt Saros-cyklen ved vi ikke, men der må have været nogle matematikere, der kunne gennemskue og se mønstret i de enorme tabeller. Se om du kan gå lidt af vejen:
- 1) Hvad er sammenhængen mellem *den anomalistiske måneperiode*, du fandt i punkt b.2 ovenfor, og Saros-cyklen på 6585,3 døgn.
  - 2) Hvad er sammenhængen mellem *den synodiske måneperiode*, du fandt i punkt b.3 ovenfor, og Saros-cyklen på 6585,3 døgn

- 3) Hvad er sammenhængen mellem *den drakoniske måneperiode*, du fandt i punkt b.5 ovenfor, og Saros-cyklen på 6585,3 døgn.

Du kan via Nasas hjemmeside [her](#) finde et uddybende materiale om Saros-cyklen.

Til spørgsmål b) 3: Du kan få hjælp af følgende illustration:

