

# Jupiters masse

I denne øvelse skal du finde omløbstiderne og baneradier for mindst 2 af Jupiters 4 inderste måner. Derefter skal du benytte resultaterne til at bestemme Jupiters masse.

I praksis burde du afse nogle nætter og tage mange billeder af Jupiter + månerne, men da vejret ikke altid arter sig som ønskeligt, kan du nøjes med at anvende simuleringsprogrammet "Revolution of Jupiter Moons" fra CLEA<sup>1</sup>. Programmet er selvforklarende, så du skulle kunne gå i gang uden de store problemer. Se skærbilleder fra programmet på næste side. Er du astronomielev på Rosborg kan du logge ind i serveren astro.rosborg-gym.dk med Remote Desktop Connection og åbne programmet. (Der er et gult ikon på din forside.)

Programmet gør dig i stand til at måle den projicerede afstand,  $r$ , mellem Jupiter og dens fire inderste måner som funktion af tiden.

## Databehandling

1. Du kan for eksempel måle 20-40  $(t, r)$ -punkter pr. måne. (Du skal have nok punkter til at kunne tegne mindst en halv sinuskurve.) Afbild punkterne i et koordinatsystem og mål omløbstiden,  $T$  samt baneradius,  $R$ , for månerne.

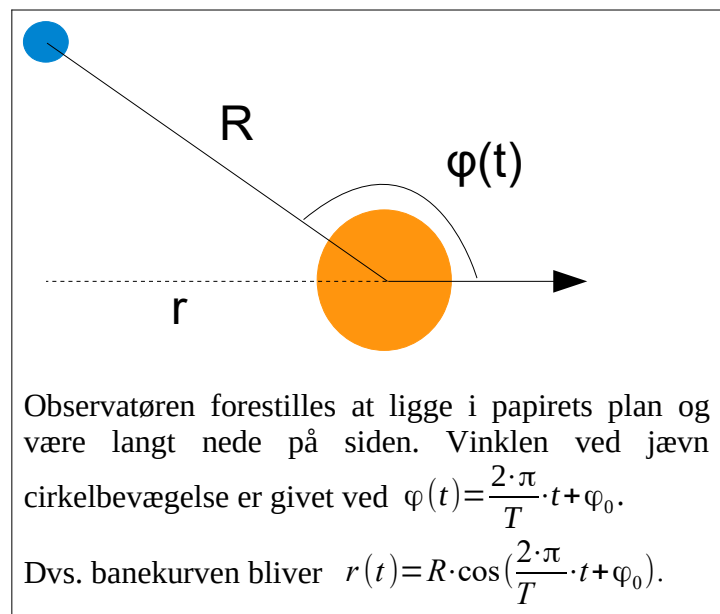
Bemærk at programmet har sit eget grafmodul, hvor du kan tegne dine målte punkter samt tilpasse en sinus-kurve til punkterne.

2. Benyt nu Keplers 3. lov til at bestemme massen af Jupiter.

## Små tips

- a) Det er en god ide først at identificere de forskellige måner. (Rækkefølgen indefra og ud er: *Io, Europa, Ganymedes* og *Callisto*.)
- b) Du bør ændre i *Timing-Observation Step*, hvis dine kurver slet ikke ligner sinuskurver.
- c) Hvis du trykker på en af månerne med musemarkøren, dukker navnet på månen og afstand fra Jupiters massemidtpunkt op. Afstanden  $r$  er målt i Jupiterdiameter. ( $D_{\text{jupiter}}=142796$  km.)
- d) Ved målingerne anføres placeringen med bogstaverne *E, W*, men anvender du *record*-funktionen i programmet, oversættes disse betegnelser med et passende fortegn, så regneark kan anvendes. Bemærk dog at punktum og komma anvendes efter amerikansk standard.
- e) Du kan anvende funktionen *Data-Analyze* i programmet, når du vil analysere punkterne, så du kan finde omløbstid og middelfasthed for månen. I Analysevinduet skal du vælge en måne, og derefter vælge funktionen *Data-Plot-Fit Sine Curve*. Når du har fundet  $R$  og  $T$ , kan du anvende Keplers 3. lov på Newtons form.

Den er  $\frac{R^3}{T^2} = \frac{G \cdot M_{\text{Jupiter}}}{4 \cdot \pi^2}$ , hvis man ser bort fra månens masse. Den halve storakse,  $R$ , skal indsættes i meter og omløbstiden,  $T$ , indsættes i sekunder.



Vend

1 <http://public.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html>

# Opmålingen

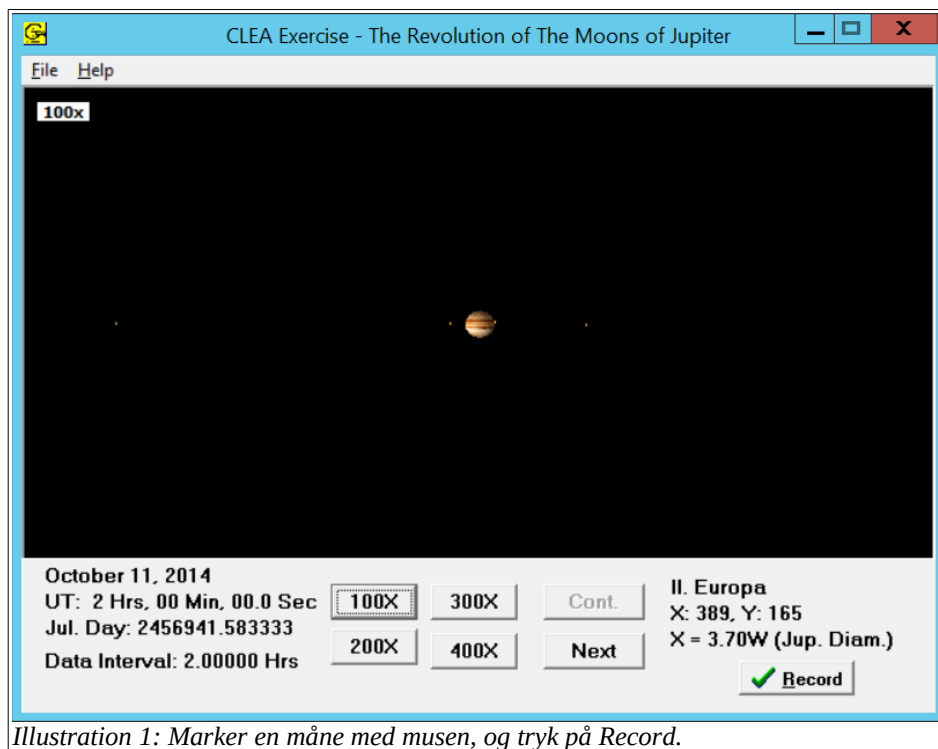


Illustration 1: Marker en måne med musen, og tryk på Record.

# Analysen

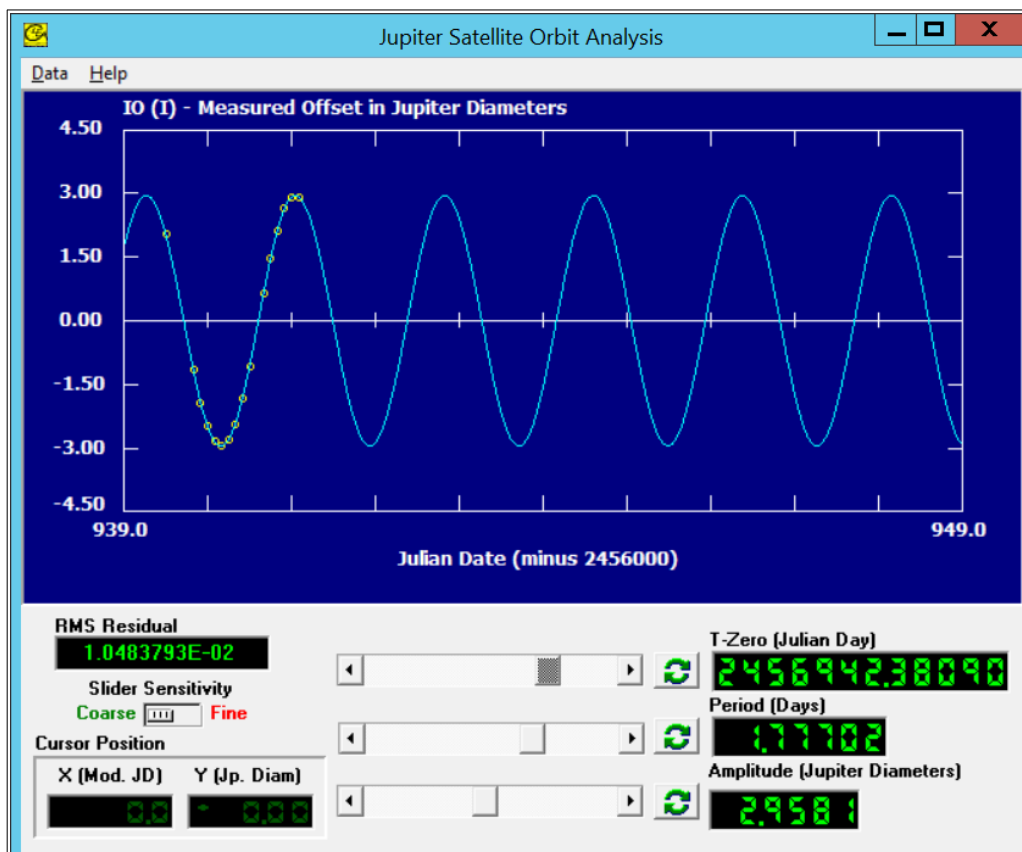


Illustration 2: Forsøg at få den hvide kurve til at være sammenfaldende med målepunkterne. Det gælder om at få RMS-residualet til at blive så lille som muligt.