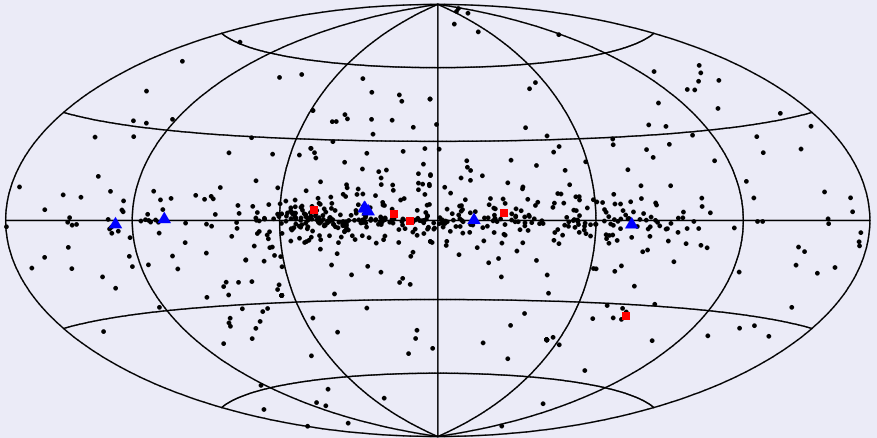
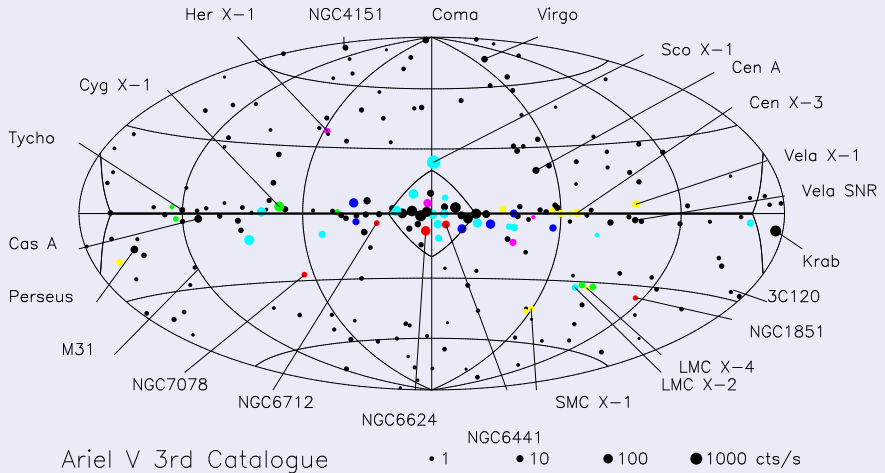


Ruimtelijke verdeling AXP's en SGRs

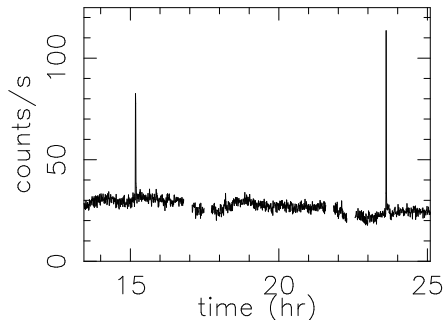
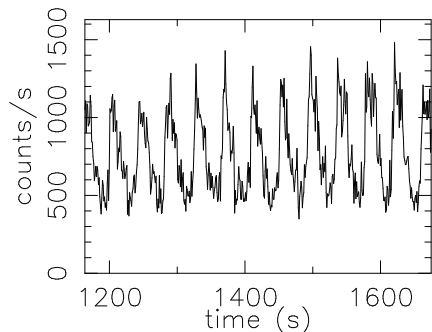


radio pulsars, AXP's (blauw) & SGRs (rood)

De röntgenhemel in galactische coördinaten



Twee categorieën röntgenbronnen



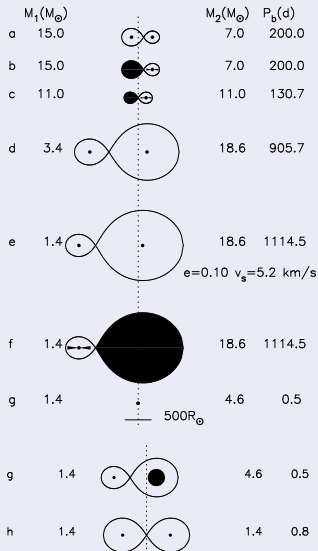
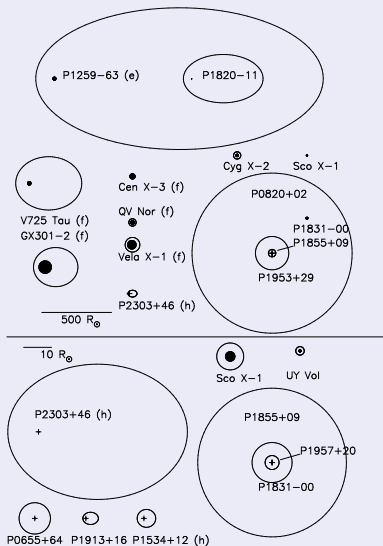
Hoge-massa X-dubbelsterren

- optisch: O ster
- \Rightarrow jong!
- klopt: liggen in Melkwegvlak
- sterk B -veld: pulsaties

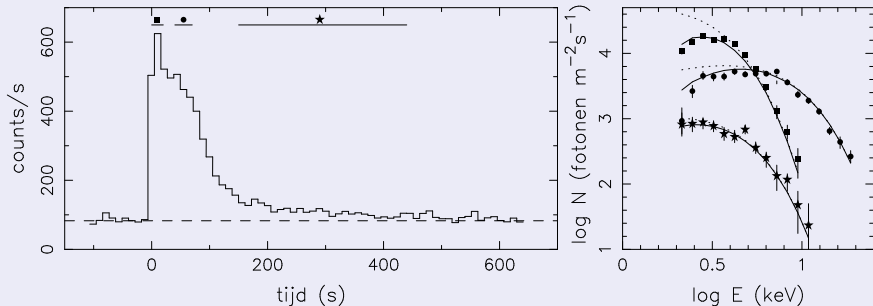
Lage-massa X-dubbelsterren

- optisch: blauwe 'ster' = accretieschijf
- kunnen oud zijn
- klopt: liggen o.a. in bolhopen

Banen en Evolutie



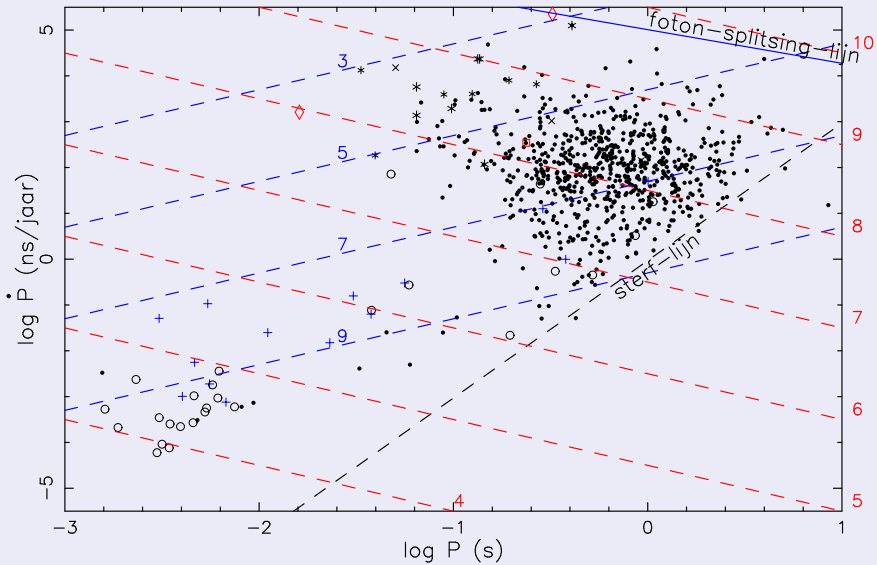
De straal van een neutronenster



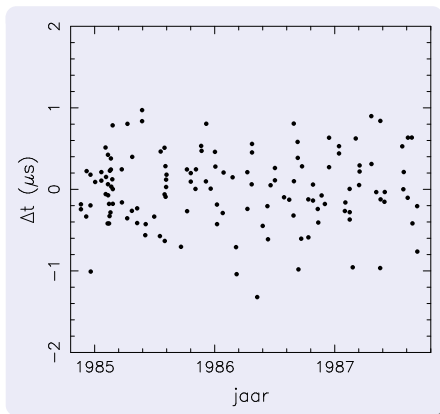
$$L_x = 4\pi R_{\text{ns}}^2 \sigma T_{\text{eff}}^4$$

- bepaal lichtkracht uit flux f_x en afstand d : $L_x = 4\pi d^2 f_x$
- bepaal temperatuur uit röntgenspectrum
- samen geeft dat de straal van de neutronenster!

De milliseconde radiopulsars

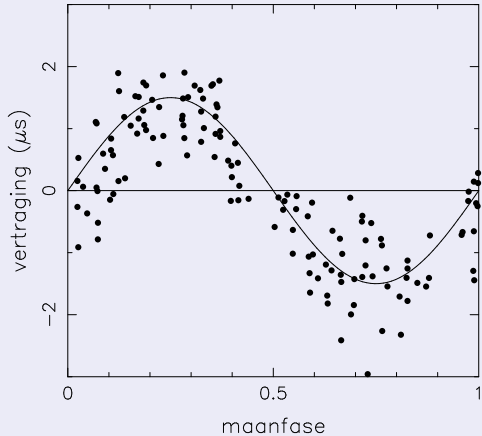
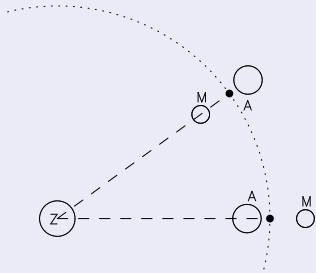


De nauwkeurigste klok!



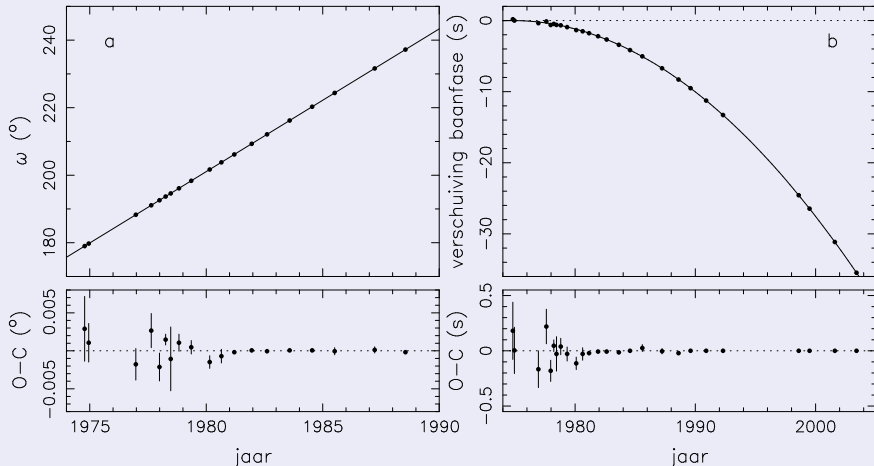
- de milliseconde pulsars blijken extreem nauwkeurige klokken
- de 'beste klok op aarde' is een aantal cesium atoomklokken in een 5-tal laboratoria
- PSR 1937+21 is even goed!

Test voor de Algemene Relativiteitstheorie...



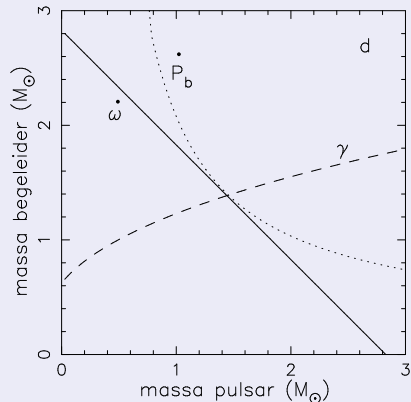
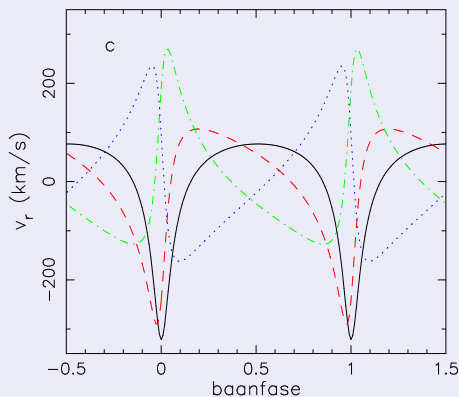
- bij volle maan is de aarde dichterbij de zon
- de aardklokken lopen dan langzamer
- daarom lijkt de pulsar sneller!

Test voor de Algemene Relativiteitstheorie: de dubbelsterpulsar



- de lange as van de ellips draait langzaam rond
- de baanperiode wordt korter door het uitzenden van zwaartekrachtsstraling
- de metingen kloppen met de algemene relativiteits-theorie

Test voor de Algemene Relativiteitstheorie: de dubbelsterpulsar



- door de draaiing van de baan verandert ook de Shapiro-vertraging
- uit de combinatie van periastron-verschuiving, baankrimp, en Shapiro-effect kunnen de massa's van beide neutronensterren worden gemeten
- de metingen kloppen met de algemene relativiteits-theorie