

Mekkora tömegű egy csillag?

A Nap tömegét ismerjük, mivel sok égitest kering körülötte, így Newton gravitációs törvénye lehetőséget ad a tömegének kiszámítására. (Szintén ezzel a módszerrel lehetett a Föld tömegét megállapítani.) Egy magányos csillag tömegének megállapítása épp ezért szinte a lehetetlen kategóriába tartozik. De ha van kísérője, például egy másik csillag, akkor ez már nem jelent problémát. *Egy kettőscsillag megfigyelése csak hosszú idő elteltével „érleli meg a gyümölcsét”.*

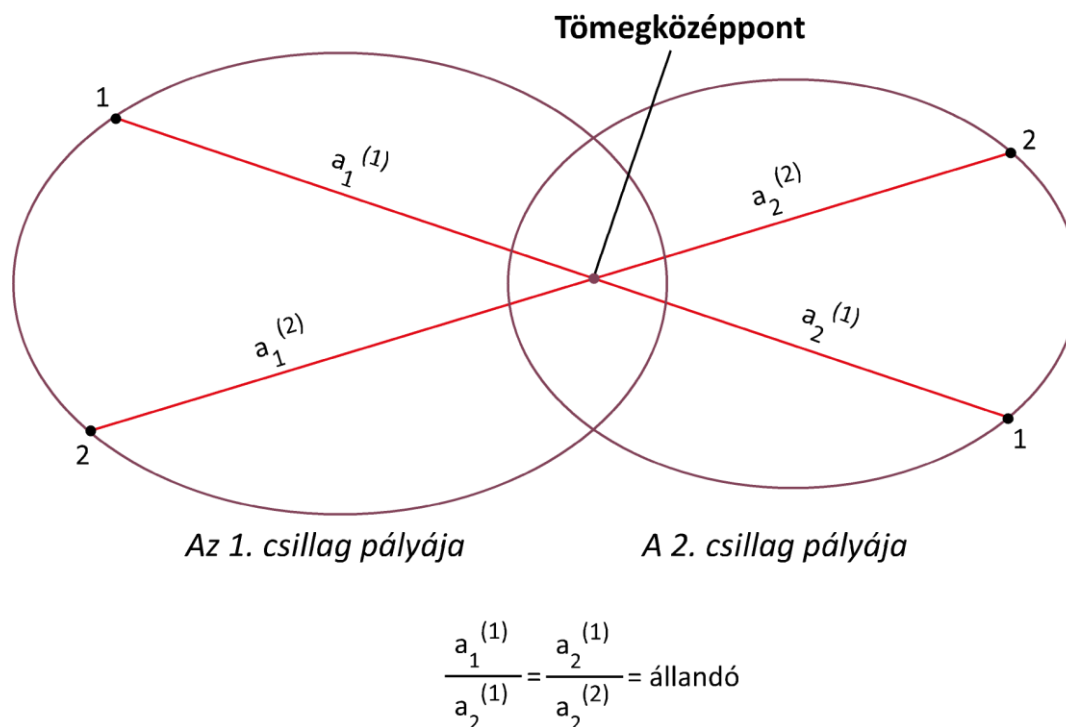
A két égitest a közös tömegközéppont körül végzi mozgását. Tehát mindkettejük e pont körüli ellipszispályán kering, mégpedig úgy, hogy a két égitestet összekötő egyenes mindig áthalad a tömegközépponton.

Ha a tömeget Nap-tömegben, a távolságot csillagászati egységben, az időt pedig években mérjük – *ezt égi mechanikai egységrendszernek* nevezzük –, akkor:

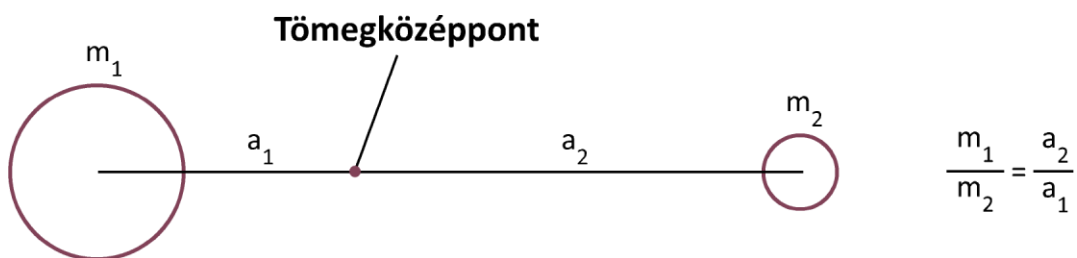
$$m_1 + m_2 = a^3 / T^2,$$

ahol az m a tömeg, a az egyik csillagnak a másikra vonatkoztatott ellipszispálya fél nagytengelye, T pedig a társ csillag keringési ideje. A fenti kifejezést Kepler harmadik törvényéből kapjuk meg.

Ha távcsövünk fonálkeresztjét (ez az okulárban található) az egyik csillagra állítjuk, akkor feljegyezhetjük, hogy a másik csillag helyzete miként változik a múltó évek, évtizedek során. Így felrajzolható lesz a pályája. Az ilyen típusúakat *vizuális kettősöknek* hívjuk.

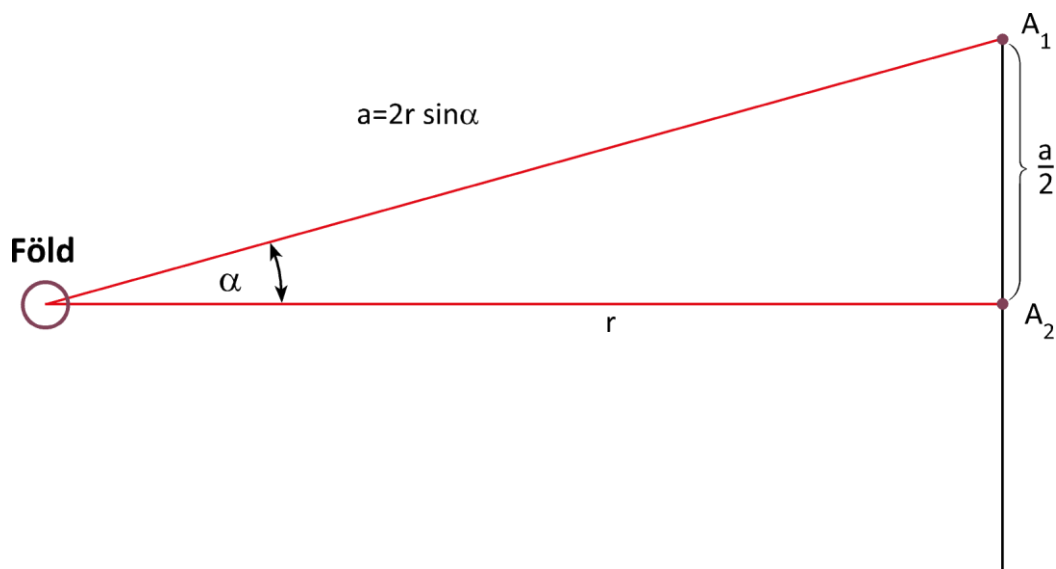


Egy vizuális kettőscsillag komponenseinek pályái.



A két csillag tömegközépponttól mért távolsága fordítva arányos a tömegükkel. Bár az a_1 és a_2 értéke folyamatosan változik, de az arányuk mindig állandó marad.

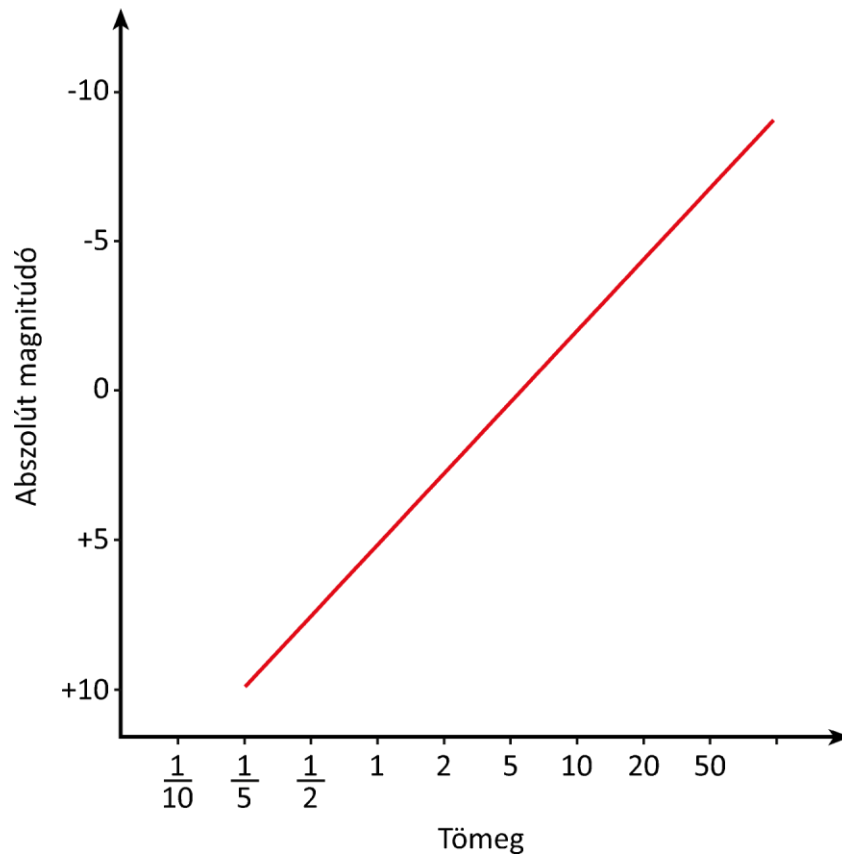
Ahhoz, hogy a fél nagytengely valódi méretét meghatározzuk, ismerni kell a rendszer távolságát. Ha szerencsénk van, akkor a pályasík merőleges a látóirányunkra, de ez ritkán fordul elő. Ezt látjuk alább.



A két csillag – A_1 és A_2 átlagos távolságának fele $a/2$. r a Földtől mért távolság, α a látószög nagysága.

Ha nem merőlegesen látjuk a pályasíkot, akkor egy itt nem részletezett módszer alapján kapjuk meg a pálya fél nagytengelyének méretét (lásd Marik: Csillagászat).

A Nap körüli 20 pc sugarú gömbben néhány tucat ismert távolságú kettőscsillag van, amelyeknek pályájából a komponensek tömegét kiszámíthatjuk. Így egy, a megfigyelésekből leszűrt, ún. empirikus összefüggést kapunk.



Az empirikus tömeg-fényesség összefüggés. A függőleges tengelyen az abszolút (bolometrikus) fényességet, míg a vízszintesen a tömeget látjuk Nap-tömegben kifejezve. Mindkét skála logaritmikus.

Szembetűnő, hogy a csillagok tömegének nagysága – kevés kivételtől eltekintve – 0,1 és 10 naptömeg között változik. Ez arra utal, hogy nincsenek túlzottan nagy és kicsiny tömegű csillagok, melyek jelentős számban fordulnának elő. Így a fenti mérés egy reprezentatív mintát ad. Ebből az is következik, hogy a magányos csillagok – melyek tömegét közvetlen méréssel nem tudjuk meghatározni – is ebbe a mérettartományba sorolhatók.

A csillagok tömege és fényessége is az állapotváltozók közé tartozik. Jól látható tehát a két jellemző közötti határozott összefüggés. A korábban említett abszolút fényesség ismeretében a csillag tömegét is meg tudjuk határozni! Milyen praktikus!!

Emlékezzünk csak! Luminozitásnak (L) nevezzük a csillag teljes felületén kiáramló energia mennyiségét, ami tulajdonképpen a bolometrikus fényességgel hozható párhuzamba. Így felírható az alábbi összefüggés, amely a megfigyelésekre támaszkodik:

$$L = c \cdot m^{3,5}.$$

Az m a csillag tömege Nap-tömegben kifejezve, c pedig egy állandó. Az iménti összefüggés csak az ún. fősorozati (lásd később a HRD-nél) csillagokra érvényes. Ez az eljárás nem hajszálpontos, de jó közelítéssel információt ad a csillagok tömegéről. A csillagászatban sincsenek pontos értékek, hiszen minden mérésnek van hibája. Az asztronómiában – a nagyon távoli objektumok esetén – a mérési bizonytalanság egyre nagyobb lesz.

Persze meg is fordíthatjuk az előbbi eljárási módszert, hiszen ez is egy távolságmérési eljárást ad a kezünkbe. Ha ismerjük a csillag tömegét, akkor az abszolút fényesség alapján a távolsága meghatározható. Ezt *dinamikus parallaxisnak* hívjuk.