

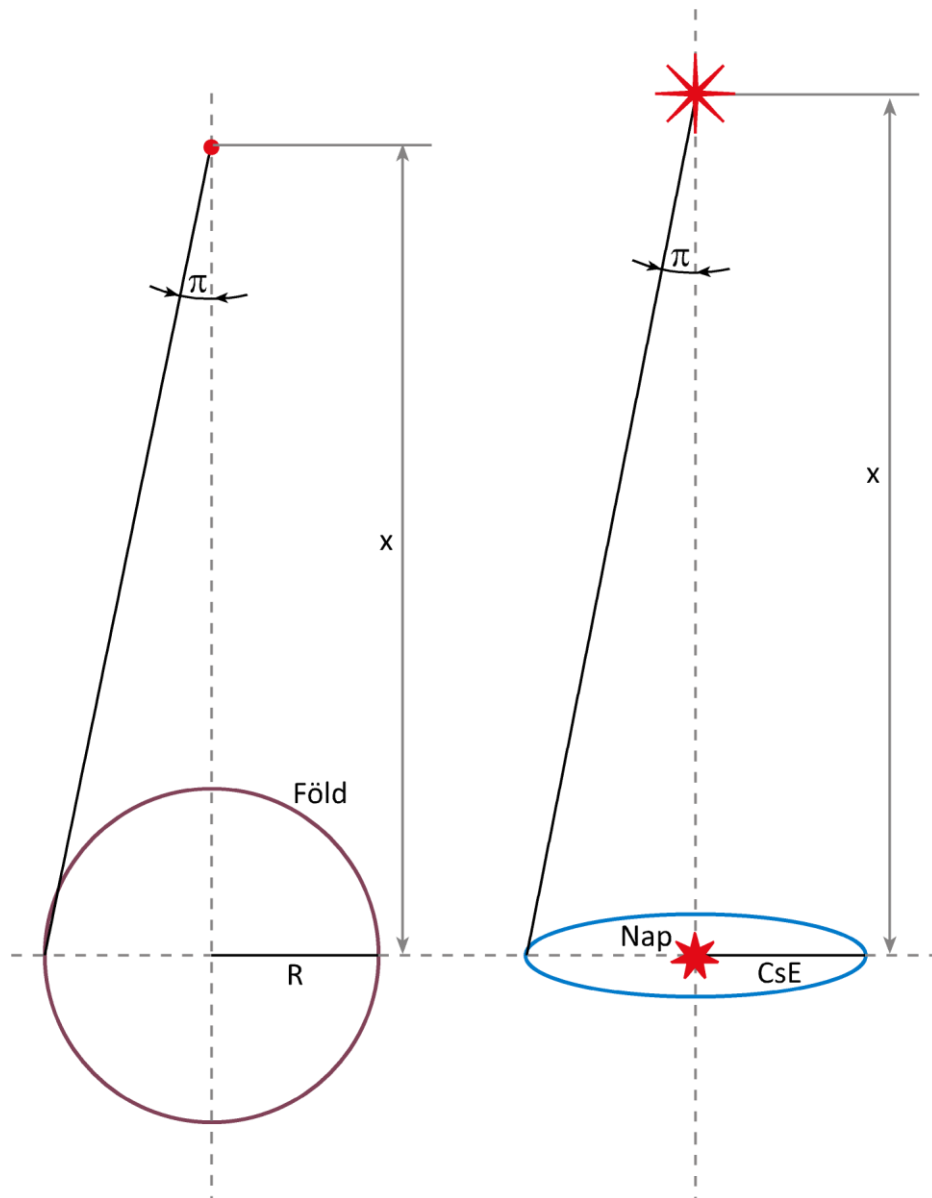
Hogyan lehet meghatározni az égitestek távolságát?

Először egy régóta használt, praktikus módszerről lesz szó, amelyet a térképészetben is alkalmaznak. *Ez a geometriai háromszögelésen alapul, trigonometriai módszernek is hívjuk.*

Mindenki vegyen a kezébe egy ceruzát úgy, hogy az a talajra merőlegesen helyezkedjen el. Ezután a bal és a jobb szemünkkel (a másik csukva legyen) nézzük meg a hegyét. Jól látható lesz, hogy a ceruza vége elmozdulni látszik a háttérhez képest. Ez a látszólagos elmozdulás annál nagyobb mértékű, minél közelebb tartjuk a szemünkhöz a ceruzát.

A két szemünk különböző szögből szemléli a hegyet. Ezért látjuk a látszólagos mozgást. Ezt parallaktikus elmozdulásnak hívjuk. A két szemünk közötti távolság neve: bázis.

Legyen a bázis mérete a Föld átmérője! Például Berlin és Fokváros közötti távolság ennek megfelel. Meg kell figyelni a Holdat – ugyanabban az időpontban – mindkét városból. Azt fogjuk látni, hogy a csillagos háttérhez viszonyítva 2 fok szögeltérés mutatkozik, tehát ennyivel látszik más helyen az egyik és a másik városból szemlélve.



A Hold és a csillagok távolságának trigonometriai meghatározási módszere. A bal oldali rajzon R a Föld sugarát jelenti. π a parallaxist, az x pedig mindkét rajzon az égitest távolságát jelöli. A jobb oldali rajzon szereplő CsE = csillagászati egység.

Egy olyan egyenlő szárú háromszöget lehet felrajzolni, ahol a bázis két végpontján a két város helyezkedik el. (Ez csak merőleges rálátás esetén lesz ilyen szimmetrikus háromszög.) A háromszög alapjával szemközti csúcs pedig az égitest helye. Onnan nézve az alap valamilyen szög (látószög) alatt figyelhető meg. Ezen érték felét *parallaxisnak* hívjuk, és π -vel jelöljük, ti. a szögfelező merőleges lesz az alapra.

A Hold parallaxisát 57 ívmásodpercnek találták, így sikerült megállapítani a mérés időpontjában érvényes távolságát, amely 384 700 kilométernek adódott. Tehát a Holdon álló megfigyelő ekkora szög alatt látja a Föld sugarát merőleges rálátás esetén.

Ugyanezzel a módszerrel állapították meg a csillagászati egység – a Föld pályájának fél nagy tengelye—értékét is. Ezért volt óriási jelentősége a Vénusz átvonulásainak.

Sokan gondolják úgy, hogy a csillagászatban a fényév az alapvető távolság etalon. Ez azonban nem így van. Kétségkívül egy roppant szerencsés kifejezés. Egy fényév az a távolság, amit a foton egy év során befut. Ez kb. 9,46 billió kilométer.

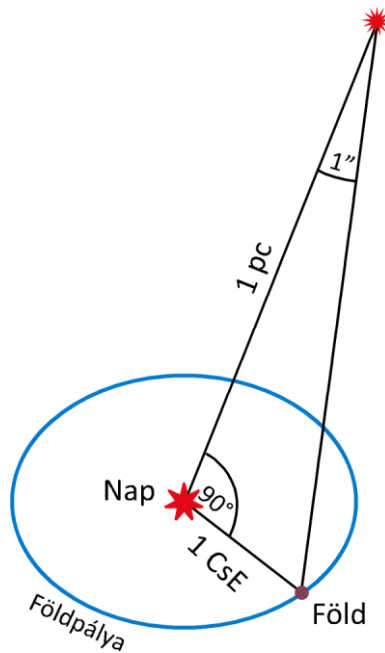
Azt mondhatjuk, hogy a Nap tőlünk 500 fénymásodpercre van, hiszen ennyi idő szükséges ahhoz, hogy az onnan elinduló fénysugarak elérjék a szemünket. Vagyis: nem csillagunk valódi állapotát látjuk, hanem azt, amilyen 500 másodperccel azelőtt volt! Most hogyan néz ki? Majd megtudjuk 500 másodperc múlva! No, és? – kérdezheti bárki. Nem véletlen, hogy a bolygószondák, és más űreszközök automata vezérléssel, és nem közvetlen földi irányítással rendelkeznek. Minél távolabb vagyunk a Földtől, a fény futási ideje annál nagyobb, és ne felejtjük el azt sem, hogy még az üzenetünknek vissza is kell érnie a feladóhoz. Ez pedig órákba telhet. Annyi idő elteltével pedig bármi nem kívánt esemény következhet be.

Gondolkodjunk nagyobb távolságban és ezzel együtt nagyobb időtartamban. Például egy csillagrendszer – galaxis – 10 milliárd fényév távolságra van tőlünk. Ez azt jelenti, hogy a róla készült képen azt a fényt látjuk, ami 10 milliárd évvel ezelőtt indult el onnan. A Naprendszer, és vele együtt a Föld még nem jött létre! De vajon létezik-e még ez a csillagsziget? Majd 10 milliárd év múlva lehet erre az egyszerű kérdésre választ adni.

Ezért szoktam én azt mondani, hogy a csillagászat a múltba tekintő tudomány – a fény véges terjedési sebessége miatt. Érdekes ezen egy kicsit gondolkodni.

A korábban ismertetett geometriai eljárás alapján vezették be a parsec (pc) távolság egységet. Az elnevezés a parallaxis (szögérték) és a secundum (itt az ívmásodpercről van szó) szavakból származik.

Tehát egy parsec az a távolság, ahonnan nézve a Föld pályájának fél nagy tengelye merőleges rálátás esetén 1 ívmásodperc szög alatt látszik.



Mivel $1''$ a teljes kör 206 265-öd része, ezért $1 \text{ pc} = 206\,265 \cdot 1$ csillagászati egység = $3,08 \cdot 10^{13}$ kilométer = 3,26 fényév. Emellett használjuk még a kiloparsec (kpc), és a megaparsec (Mpc) mérőszámokat is.

A közelebbi csillagok távolságát a fenti háromszögelési eljárással lehet megállapítani. Az alap a Föld pályája átmérője, ami 300 millió kilométer. Ha ugyanazon csillag látszó helyét fél év elteltével megmérjük, akkor látható, hogy milyen mértékben változik meg a látszó iránya. Ez pedig a Föld napkörüli keringésének egyik bizonyítéka. Már Kopernikusz is tisztában volt ezzel, de helyesen ismerte fel, hogy a korabeli pontatlan szögmérő eszközökkel ezt nem lehetett kimutatni.

Ha ránézünk az egyik korábbi dupla rajzra, akkor láthatjuk, hogy:

$$\text{tg } \pi = 1 \text{ csillagászati egység}/r.$$

π -t mérni tudjuk, így r – az égitest tőlünk mért, pc-ben kifejezett távolsága – kiszámítható.

Csak a mai korszerű mérőeszközökkel lehetett parallaxist meghatározni. A pontosságot alapvetően befolyásolja a légkör nyugtalansága. Ezért $0,01''$ szögérték amit még megbízhatóan lehet mérni. Ez pedig azt jelenti, hogy maximum 100 pc távolságig hatásos ez a módszer.

Néhány példa: a Naphoz legközelebbi csillag, a Proxima Centauri parallaxisa $0,751''$. Így a fenti összefüggés alapján:

$$r = 1/\pi = 1/0,751 = 1,3 \text{ parsec.}$$

Ez 4,2 fényév távolságnak felel meg. Jól látható, hogy egy reciprokos összefüggésről van szó.

A téli égbolt legfényesebb csillaga , a Szíriusz 2,7 pc, azaz 8,8 fényévre van tőlünk.

Ha pedig egy 5 pc sugarú gömböt képzelünk csillagunk köré, akkor ebben a térben 31 csillagot találunk.

Ez a geometriai módszer lehetővé tette, hogy más módszerrel, messzebb lévő csillagok távolságát is meg tudjuk állapítani. Az új eljárás a csillagok fényességével függ össze.