

noindent, Rovatvezető: Horányi Gábor

A szferikus csillagászat alapfogalmai I. A csillagászati koordináta-rendszerek

A csillagászatban éppúgy, mint a fizikában bárhol, az események helyét koordinátákkal adjuk meg. Mivel azonban ekkor az esemény tőlünk mért távolságával nem törődünk, a „hely” voltaképpen csak egy irányt jelent.

Képzeljünk el egy tetszőleges sugarú gömböt, melynek középpontja koordináta-rendszerünk kezdőpontja. Ez az *éggömb*. Az éggömb középpontjából a vizsgált égitesthez húzott félegyenes egy pontban metszi a gömböt, ez az égitest *szferikus helye*. Ennek megadásához két adat szükséges és elégséges.

A csillagászatban többféle koordináta-rendszert használunk, ezek gömbi polárkoordináta-rendszerek. A rendszer középpontja lehet a megfigyelő szeme vagy műszerének érzékelője (topocentrikus), a Föld középpontja (geocentrikus), a Nap középpontja (heliocentrikus) stb. Hogy mikor melyiket használjuk, a feladat jellegétől függ.

A horizontális koordináta-rendszer. Origója a megfigyelő helye, alapköre a *horizont*, amelyet a megfigyelőhely vízszintes síkja metsz ki az éggömbből. Az origóban a horizont síkjára állított merőleges két pontban metszi az éggömböt: felettünk a *zenit*, alattunk pedig a *nadir* pontban. Az éggömb középpontján át a Föld forgástengelyével párhuzamosan húzott egyenes az éggömböt a *pólusokon* döfi.

A zeniten, a pólusokon és a nadiron áthaladó főkör a *meridián*. Ez a horizontot két pontban metszi, ezek közül az északpont a zenittel közrefogja az ég északi pólusát. A másik metszéspont a *délpont*. A zenitet és a nadirt összekötő főkörök (pontosabban félkörök) a *vertikálisok*; a meridiánra merőlegesen állnak az *első vertikálisok*, amelyek a horizonton a nyugat- és keletpontot metszik ki. A horizonttal párhuzamos síkok által az éggömbből kimetszett körök az *almukantaratok*.

Egy égitest horizontális koordinátáit (*azimut* és *magasság*) a következőképpen határozzuk meg: Tekintsük az égitesten áthaladó vertikális és a horizont metszéspontját (T)! A metszéspontnak a délponttól nyugati irányban fokokban mért szögtávolsága az égitest *azimutja* (A); T és az égitest szögtávolsága a vertikális mentén fokokban mérve a *magasság* (h), amely a horizont fölött pozitív, alatta negatív. Néha a magasság helyett annak pótszögét adjuk meg, ez a *zenittávolság* (z).

Az égitestek horizontális koordinátái a Föld forgása miatt folytonosan változnak. A Föld különböző helyeiről tekintve ugyanazon égitest horizontális koordinátái még ugyanabban a pillanatban mérve is különbözők.

Az I. ekvatoriális rendszer

Alapköre az *égi egyenlítő* (ekvátor), amit a Föld egyenlítősíkjára metsz ki az éggömbből. A pólusokat összekötő egyenes merőleges az ekvátor síkjára. Az égi egyenlítő és a meridián két metszéspontja az égi egyenlítő észak- és délpontja. A pólusokat összekötő félköröket *óráköröknek* nevezzük.

Ebben a rendszerben a két koordináta az *óraszög* (t) és a *deklináció* (D vagy δ). Tekintsük a vizsgált égitesten áthaladó órákör és az ekvátor metszéspontját (T)! Ennek az égi egyenlítő mentén a délponttól nyugat felé fokokban mért szögtávolsága az óraszög; T és az égitest szögtávolsága az órákör mentén órákban mérve a deklináció. Utóbbi az éggömb északi felén pozitív, a délin negatív. Az óraszög meghatározásakor természetesen a 360° -os szöget 24 órára feleltetjük meg.

Az égitestek deklinációja (jó közelítéssel) állandó; az óraszög viszont időben lineárisan nő, és a Föld különböző földrajzi hosszúságú helyeiről mérve még ugyanazon pillanatban is más. Ezt kihasználhatjuk mind az idő mérésében, mind a csillagászati navigációban.

A II. ekvatoriális rendszer

Az I. ekvatoriális rendszertől csak abban különbözik, hogy itt az alapirány nem a délpont felé mutat, hanem a *tavaszpont* felé. (Ez az a pont, ahol a Nap középpontja a tavaszi napéjegyenlőség pillanatában tartózkodik.) Mivel a tavaszpont helyzete nem állandó, hanem a *precesszió* következtében lassan hátrál az ekliptikán (kb. 26 ezer év alatt jár körbe), az égitestek koordinátái ebben a rendszerben sem szigorúan állandók. De a precesszió okozta lassú, nem szigorúan periodikus elmozdulást számítással, illetve táblázatok segítségével jól követni lehet.

Ebben a rendszerben az egyik koordináta, a deklináció azonos az I. ekvatoriális rendszerbelivel. A másik, a *rektasz-cenzió* (RA vagy α) a T pontnak az égi egyenlítő mentén a tavaszponttól keleti irányban órákban mért szögtávolsága.

Átszámítás a megismert koordinátarendszerek között

Nagyon sok érdekes számítást végezhetünk el, ha az égitestek koordinátáit az egyik rendszerből a másikba tudjuk transzformálni. Erre a gömbháromszögtan szinusz- és koszinusztétele nyújt lehetőséget. A gömbháromszögtanban olyan idomokkal foglalkozunk, amelyeket a gömbfelület három pontja, és az ezeket összekötő, félkörívénél nem nagyobb főkör-ívek határoznak meg. A gömbháromszög szöge definíció szerint a csúcsban az oldalakhoz húzott érintők által bezárt

konvex szög; „oldala” pedig az a szög, amelyet a gömb középpontjából az oldal két végpontjához húzott félegyenesek zárnak be.

Ha a gömbháromszögtani szinusz- és koszinusztételt felírjuk az ún. *csillagászati háromszög* (azon gömbháromszög, melynek csúcsai a zenit, a pólus és az égitest) oldalaira és szögeire, a következő képleteket vezethetjük le:

$$\sin D = \sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos A; \cos D \sin t = \cos h \sin A; \cos D \cos t = \cos \varphi \sin h + \sin \varphi \cos h \cos A.$$

(Itt φ a megfigyelő helyének földrajzi szélessége.) Ezekkel a horizontálisból az I. ekvatoriális rendszerbe tudunk átszámolni. Visszafelé a következő képletekkel dolgozhatunk:

$$\sin h = \sin \varphi \sin D + \cos \varphi \cos D \cos t; \cos h \sin A = \cos D \sin t; \cos h \cos A = -\cos \varphi \sin D + \sin \varphi \cos D \cos A.$$

A II. ekvatoriális rendszerbe való transzformációhoz már az időt is figyelembe kell venni, ezzel a következő részben foglalkozunk.

