

11490

RÓKA GEDEON

# A CSILLAGOK VIZSGÁLATA RÉGEN ÉS MA

*(Az Urdnia Csillagászati Múzeum Útmutatója)*

Melléklet: A CSILLAGOS ÉG

*(1 csillagtérképpel)*



KIADJA: A MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT



583712

RÓKA GEDEON

# A CSILLAGOK VIZSGÁLATA RÉGEN ÉS MA

*(Az Uránia Csillagászati Múzeum Útmutatója)*

Melléklet: A CSILLAGOS ÉG  
*(1 csillagtérképpel)*

KIADJA: A MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

**MTA  
KIK**



0 00006 37430 3

111490



R  
1077

Felelős kiadó: Tarján Rezsóné.  
Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. 3866 — Felelős vezető: Radnóti Károly

Sokan még ma is úgy gondolják, hogy a csillagászok kutatómunkája, mellyel a Napot, a bolygókat, a távoli csillagokat és csillagrendszereket tanulmányozzák, kívül esik a mindennapi életen és a gyakorlatnak, a termelésnek ebből semmi haszna nincsen. Ez a felfogás semmiképen sem felel meg a valóságnak.

A csillagászat tudománya igen szoros kapcsolatban van a gyakorlattal, a mindennapi élettel. A termelő munkát, a társadalom életét nem lehetne megszervezni pontos időszámítás nélkül. Manapság egészen természetesen találjuk, hogy a rádió „be mondja“ a pontos időt. Azok pedig, akiknek egészen pontos időre van szükségük, meghallgathatják reggel 7, déli 12, este 7, vagy éjfél után 1 órakor a Moszkvai Sternberg Csillagvizsgáló Intézet ezredmásodpercnyi pontosságú rádió időjeleit. A pontos időt, amelyre kisebb vagy nagyobb pontossággal mindnyájunknak szükségünk van, a csillagászok állapítják meg, a csillagok mozgásának megfigyelése alapján.

De nemcsak egy-egy nap alatt van szükségünk az idő ismeretére. Naptár nélkül sem tudnánk terveket készíteni, a naptárszerkesztéshez viszont az év hosszának pontos ismerete szükséges. Ennek megállapítása ismét a csillagászok feladata. A Nap és a csillagok járásának megfigyelése segítségével határozzák meg az év hosszát.

Közismert, hogy milyen nagy fontossága van a gyakorlatban a jó térképek készítésének, de kevesen gondolnak arra, hogy csillagászati megfigyelések nélkül lehetetlen pontos térképeket készíteni. Nagyobb földi távolságok kimérése is csak úgy történhetik, ha a csillagok helyzetének változását vizsgáljuk a mérendő távolság két végpontjáról.

Ha gépkocsin utazunk, mindenfelé felírtos táblák mutatják a heyes irányt és a gépkocsi vezetője könnyen tájékozódik. A hajók, repülőgépek útján nem helyezhetünk el ilyen útjelző táblákat. A repülőgép pilótája, a hajó kormányosa gyakran még ma is — ha elromlik a rádiója —, a csillagok segítségével tájékozódik.

Az időszámítás, tájékozódás, földmérés legfontosabb gyakorlati alkalmazási területei a csillagászatnak, de ezeken kívül még sokfajta kapcsolata van a gyakorlati élettel. Az a tény, hogy a

csillagokban az anyagot a földi viszonyoktól eltérő állapotban, pl. igen magas hőmérsékleten tanulmányozhatjuk, lehetővé teszi az anyag eddig ismeretlen olyan tulajdonságainak kikutatását, melyek birtokában jobb gépeket, jobb termelőeszközöket készíthetünk. A Napot pl. óriási fizikai laboratóriumhoz hasonlíthatjuk, ahonnan a csillagászok az anyagról új ismereteket szereznek. A modern csillagászat egy tekintélyes részét úgy is tekinthetjük, mint a fizika egyik ágát.

Mindezekén kívül van még egy fontos szerepe a csillagászatnak az ember életében. A tájékozatlan ember, aki nem ismeri a világmindenség felépítését, titkokat és csodákat lát az égi jelenségekben. Képelete szülőtteivel, szellemekkel, természetfeletti lényekkel népesíti be az eget. Világnézete misztikussá, babonássá válik. Ezzel akaratlanul is kiszolgáltatja magát az imperialisták ügynökeinek, akik — tudatosan terjesztik ezeket a babonákat, mert el akarják hitetni a dolgozókkal, hogy nem lehetnek saját sorsuk urai. A helytelen világnézetet valló ember lefegyverezve áll a dolgozók felszabadító harcában. Az egyedüli helyes materialista világnézet kialakításának a csillagászat egyik legfontosabb alapja. Így segíti a csillagászat eredményeinek megismerése a dolgozó embert mindennapi munkájában és harcaiban.

A csillagászat, mint általában a tudományok, a társadalom szükségleteinek alapján keletkezett és azokkal együtt fejlődött. Az időszámításra és tájékozódásra, ha kezdetleges formában is, de már az emberiség fejlődésének kezdetén is szükség volt. A csillagászat a legősibb tudományok egyike. A termelőeszközök fejlődése következtében később az ember már nemcsak pusztán szemével, hanem műszerek segítségével is megfigyelhette a csillagos eget. Ahogy tökéletesedtek a termelőeszközök, úgy vált lehetségessé mind jobb és pontosabb műszerek készítése. Új és jobb műszerekkel a csillagászok fokozatosan megismerték a világmindenséget. A csillagászat tudományának fejlődése tehát szorosan összefügg a csillagászati műszerek fejlődésével és ezeken keresztül a termelőeszközök, általában a társadalom fejlődésével.

Az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló múzeumában összegyűjtve láthatjuk azokat a régi és újabb csillagászati műszereket, amelyek eddig részben a Szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézetben, részben az egeri csillagdában voltak. A műszereket kiegészítették a legrégebb és legkorszerűbb műszereket ábrázoló képekkel és fényképekkel. A kiállított műszerek mellett feliratos táblák mutatják, hogy egy-egy műszer a társadalom fejlődésének melyik szakaszán keletkezett, mire használták és hogyan fejlődött, alakult az embernek a világról alkotott képe is a tökéletesedő műszerek nyomán.

Ha így tanulmányozzuk a csillagászati műszerek fejlődésének történetét, képet kapunk a csillagászat fejlődéséről is, az emberi társadalom fejlődésének tükrében. A műszerek története elárulja azt is, hogy a csillagászat tudománya a kizsákmányoló társadalom uralkodó osztályai által terjesztett babonák és előítéletek elleni harcban fejlődött és legkimagaslóbb eredményeit csak a szocialista társadalomban érhette el.

A kiállítás képei és fali táblái bemutatják, hogy már vagy 20—30 ezer évvel ezelőtt, az emberiség legrégebb, legkezdetelegesebb társadalmi berendezkedése idején, az ősközösségben is szükség volt elemi csillagászati ismeretekre.

Az ősközösségben nem volt magántulajdon és nem voltak társadalmi osztályok, közösen halásztak, vadásztak. Az ősközösségben élő embernek is meg kellett figyelnie, mind nappal, mind éjjel az égboltozat legfeltűnőbb jelenségeit. A halászok és vadászok a Nap járásának megfigyelése segítségével osztották be munkájukat. Ha a Nap magasan volt az égen, tudták, hogy még sok idejük van az éjszakai sötétség beálltaig. Ha pedig beállt az éjszaka és éjjeli halászatra vagy vadászatra indultak, a fényesebb csillagok segítségével tájékozódtak, ezek mutatták az irányt és az időt.

A termelőeszközök fejlődése tette lehetővé, hogy az ősközösségi társadalomban később rátérjenek az állattenyésztésre és a kezdetleges földművelésre. Az állattenyésztőnek már tudnia kellett, hogy mikor használhatja fel az állat tejét, mikor várhatja az ellést. A földművelőknek meg kellett állapítani a vetés és betakarítás idejét. Ezek a foglalkozások szükségessé tették, hogy az ember egy napnál hosszabb időtartamokat is tudjon számolni.

Az első állattenyésztők és földművesek erre a célra a legszembeötlőbb ismétlődő égi jelenséget, a Hold alakváltozásait használták fel (sarló, félköralak stb.). Az egymásután bekövetkező újholdakat számolták.

A termelőeszközök tovább fejlődnek. A körül áttérnek a fém-szerszámokra. A vaskével hatalmas földeket lehet megművelni. Lehetségessé és szükségessé válik idegen munkaerő beállítása. A hadifoglyokat rabszolgákká teszik. A társadalom rabszolgatartók és rabszolgák osztályaira szakad, az ősközösséget felváltja az első osztálytársadalom, a rabszolgaság.

A rabszolgatársadalomban kifejlődik a földművelés. Hogy a mezőgazdasági munkákat az évszakoknak megfelelően szabályozhassák, naptárra van szükségük. A rabszolgamunka alapján fejlődésnek indul az ipar: textilárukat, vázákat, ékszereket készítenek a rabszolgák. A rabszolgák kizsákmányolása nagy társadalmi fel lendülést biztosít a rabszolgatartó kiváltságos kisebbség számára. Gazdag városok keletkeznek, a kereskedelem nagy forgalmat

bonyolít le és távoli földrészeket köt össze. A karavánoknak és hajósoknak térbeli tájékozódásra és időmérésre van szükségük. Egy évnek azt az időt vették, mialatt a Nap égi vándorútján ugyanahhoz a csillagképhez tért vissza. A naptárkészítés, tájékozódás és időmérés szükségleteinek megfelelően az ókori, nagy nabszolgatartó társadalmakban az aztékoknál, babilóniaiaknál, egyiptomiaknál, kínaiaknál, indusoknál, görögöknél, megkezdődnek a rendszeres csillagászati megfigyelések. Megfigyelték a Nap mozgását és az egyes csillagképeket, melyekben a Nap egy-egy hónapban tartózkodott, legtöbbször állatnevekkel jelölték meg. Nemcsak megfigyelték a Nap útját, hanem arról feljegyzéseket is készítettek. Mai napig is fennmaradt egy ilyen köbevesétt feljegyzés, a mexikói állatkör. A térbeli tájékozódás céljára a csillagoknak a látóhatárfeletti magasságát használták fel. A karavánok és hajósok észrevették, hogy ha délről észak felé haladnak, a csillagoknak a látóhatárfeletti magassága egyre változik.

Különösen jól megfigyelhető ez a jelenség a Sarkcsillagon, mely nem vesz részt az ég látszólagos napi körforgásában és így mindig ugyanabban az irányban látható. Rendszerint a Sarkcsillag magasságának változásából következtettek arra, hogy mennyit haladtak észak, vagy dél felé. Mindezekhez a megfigyelésekhez és mérésekhez már nem volt elég a puszta szem, megjelennek az első csillagászati műszerek.

Ilyen ókori csillagászati műszerek voltak a gnómon, a napóra, a vízóra, a fonalas fokmérő, a merkhét, a Jákob-botja, a gyűrűs teke.

**Gnómon.** Ha csillagászati műszerekre gondolunk, rendszerint nagy távcsöveket és bonyolult készülékeket képzelünk el. A gnómon, ez a többezeréves csillagászati megfigyelési eszköz semmi-  
ben sem hasonlít mai utódaihoz. Az egész „műszer“ mindössze egy függőleges helyzetű vékony pálcából állott. A leleményes csillagászok azonban a pálca árnyékából mégis hasznos következtetéseket tudtak levonni. Télen a Nap alacsonyan jár, a letűzött pálca hosszú árnyékot vet. Nyáron viszont, mikor magasan visz a Nap útja, ugyanamúl a pálcánál rövid árnyék keletkezik. A leghosszabb árnyék időpontja a tél, a legrövidebb árnyék időpontja a nyár kezdetét jelentette. De egyetlen nap alatt is változik a pálca árnyékának hossza, mert reggel hosszú az árnyék, délben megrövidül, este pedig megint megnyúlik. Így az árnyék hosszúságából a nappal óráinak múlására is lehetett következtetni. Így vált be az egyszerű kis pálcika, mint kezdetleges időmeghatározó eszköz. Az egyiptomiak ugyanezre a célra a pálca helyett hatalmas faragott kőoszlopokat, obeliszket használtak. Az ilyen kőoszlopok voltak az ókori városok utcai órái. A város lakói lépéssel mérték az időt.



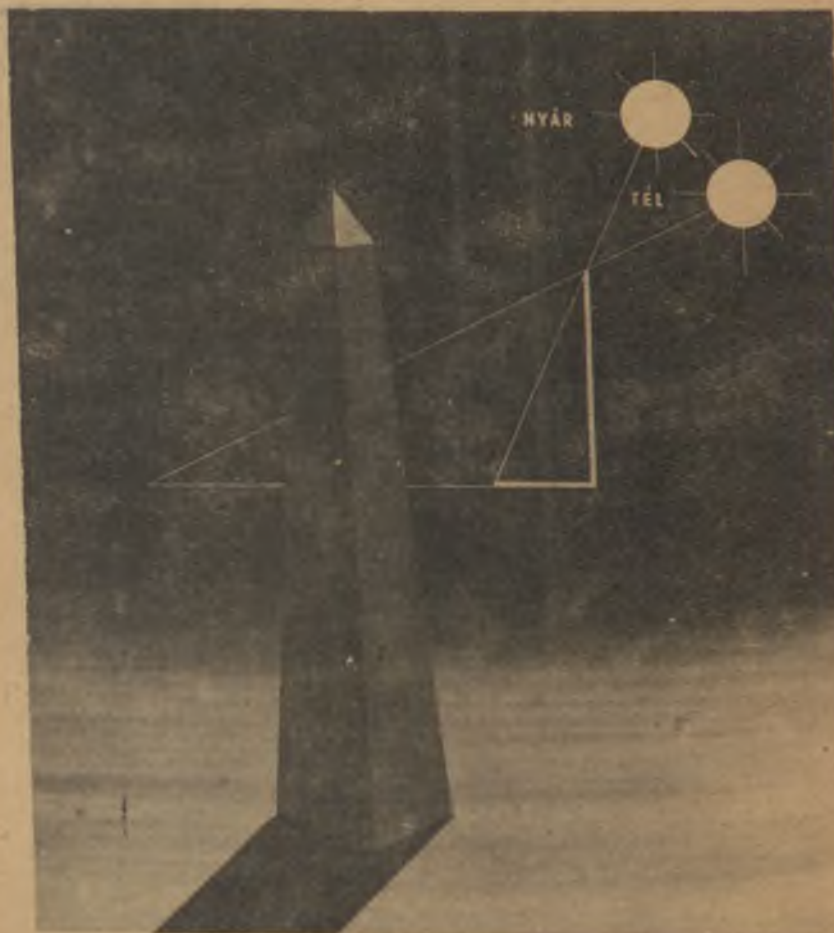
2300 évvel ezelőtt élt görög drámaíró, Arisztófanesz egyik vígjátékában, az athéni asszony így szól férjéhez: „Amikor az árnyék tíz lépés hosszú lesz, gyere vacsorázni“. A járókelők ugyanis, ha tudni akarták az idő állását, lépéssel lemérték a kőoszlop árnyékát. (1. ábra.)

**Napóra.** Pontosabb időmegtározás vált lehetségessé a napórák segítségével. Először a babilóniaiak készítettek napórákat. Pálcák vagy más tárgyak árnyékának elmozdulását beosztással megjelölt óralapon figyelték meg. Amint a Nap az égen napi útját futotta, úgy haladt tovább az árnyék az óralapon, éppenúgy, mint a karórán az óramutató. Sokfajta napóra volt használatban. A delhii (India) híres napórájánál árnyékvető pálca helyett 45 m hosszú és 27 m magas falat építettek. Ennek árnyékát egy reá merőleges 15 m sugarú másik körívalakú falon fogták fel. Az árnyék a falon percenként 6.25 cm-t haladt. Az indiai kolduló szerzetesek hordozható napórát vittek magukkal. Egy nyolcszögletű sétatbot volt ez, melynek minden élén felül egy lyukat fúrtak és abba kis pálcikát dugtak. Ha meg akarták tudni a pontos időt, madzagra akasztották a botot, s ekkor a lógó bot élére a kis pálcika árnyéka esett. A pálca éleire vonásokat véstek az óráknak megfelelően: A botnak azért volt nyolc éle, mert az év különböző szakaszaiban a Nap látszólagos útja és így az árnyék hossza is más és más. A különböző hónapokban mindig a megfelelő él nyílásába illesztették a kis pálcikát. Turistacélokra ma is könnyen lehet csinálni ilyen botórát. Elég, ha csak három éle van, a szabadban töltött nyári hónapokra. A három hónapban egy-egy napot kell rászánni az órakészítésre, egy-egy véséssel megjelölve, hogy óránként hol végződik az árnyék.

**Vízóra és homokóra.** A napóra csak derült időben, és nappal mutatta az időt. Szükség volt éjjeli órára is. A babilóniaiak kitalálták, hogy az időt víz segítségével is lehet mérni. A lassan kicsurgó víz mindig ugyanannyi idő alatt ürül ki az edényből. A babilóniaiak hosszú, vékony nyakú edénybe vizet öntöttek, az edény fenekére lyukat fúrtak. Egy ember napkeltekor megtöltötte az edényt és mikor minden víz kifolyt belőle, hangos kiáltással jelezte a város népének. Ugyanakkor újra megtöltötte az edényt. Ezt a műveletet persze naponta vagy hatszor is meg kellett ismételni. A legjobb és legpontosabb víziórákat 2000 éve, Egyiptomban, Alexandria gazdag kereskedővárosban készítették. Az alexandriai mesteremberek önműködő víziórákat is szerkesztettek. Ezek vízierővel hajtott, bonyolult és elmés gépezetek voltak. Egyik ilyen régi vízióra pontosan olyan, mint a mi óránk: Kerek óralapja van, körbenfutó mutatókkal. A nehezeke úszó korong, mely egy olyan kis víztartóban úszott, melyből folyton folyt a víz. Amikor süllyedt

a víztartóban a víz szintje, velesüllyedt az úszókörong is és a gépezet megindult. A vízórák mellett használtak homokórákat is, ahol igen finom homok folyt ki az edényből. Rövid időegységeket nagyon pontosan lehet homokórával mérni, tojásfőzésre ma is használunk homokórákat.

**Fonals fokmérő.** Ezzel a műszerrel határozták meg a karavánok a Sarkcsillag látóhatárfeletti magasságát. Egyik alkatrésze volt ennek a műszernek egy 20—30 cm hosszú vékony cső, hossz-tengelyén átfúrt bot, nádszál vagy más efféle. Ha ezen a lyukas



1. ábra.

Obeliszk, az ókori városok utcai órája.

boton keresztül megcéloztak egy csillagot, a bot iránya éppenakkora szöget zárt be a vízszintessel, mint a csillag fokokban kifejezett látóhatárfeletti magassága. Meg kellett tehát mérni, mekkora szöget zárt be a bot a vízszintessel. Ezt úgy oldották meg, hogy egy szögbeosztást helyeztek a földre és annak közép-pontját fonállal összekötötték a bot végével. A fonál iránya így ugyanolyan volt, mint a boté és a szögmérőn közvetlenül le lehetett olvasni, hogy a fonál mekkora szöget zár be a vízszintessel. Rendszerint két ember kellett ehhez a művelethez. Egyikük meg-



2. ábra.

Kínai karavánok fonalas fokmérővel tájékozódtak.

célozta a bottal a csillagot, a másik pedig ugyanakkor leolvasta a szögmérőt. (2. ábra.)

**Jákob botja.** A hajósok a tengeren táncoló hajón nem igen tudták használni a fonalas fokmérőt. A hajó „földje” ritkán volt vízszintes. Olyan eszköz kellett, mellyel egyszerre lehetett megcélozni a látóhatár szélét, meg a csillagot is. Errevaló volt a Jákob botjának nevezett fokmérő műszer. Lyukakkal ellátott rúd

volt ez, melynek lyukaiba rövidebb pálca volt helyezhető. A mérésnél meg kellett találni a rúdnak azt a lyukját, amelybe illesztve a palcát, annak két vége a rúd végéről nézve éppen a csillagra és a látóhatárra mutatott. A szemhez minél közelebbi lyuknál következett ez be, amál nagyobb volt a csillag és a látóhatár foktávolsága. Használták a Jákob botját szárazföldön is, két csillag szögtávolságát is meg lehetett vele határozni. Szárazföldi használatra később már tökéletesebb eszközöket alkalmaztak, mint az egyszerű kilyuggatott rúd, de éppen a hullámzó tengeren használhatósága miatt a hajósoknak sok évszázadon keresztül legfontosabb műszerük volt a Jákob botja. Ilyet vitt magával Kolumbusz is, amikor Amerikát felfedezte és egészen a XVIII. század közepéig ezzel végezték a hajósok a helymeghatározásokat.

**Gyűrűs teke, vagy latinul: armillaris szféra.** Ennek már sokkal inkább műszer alakja van, mint az előbbi botoknak. Olyanféle szerkezet ez, mint egy földgömbnek köralakú abroncsokból elkészített váza. Az Uránia múzeumban van egy kép, mely egy régi kínai csillagvizsgálót ábrázol. (3. ábra.) A nagy kőépítmény tete-



3. ábra.

Régi kínai csillagvizsgáló. Az ősi kultúrájú Kínában már évezredekkel ezelőtt csillagvizsgálókat építettek és rendszeres észleléseket folytattak.

jén számos gyűrűs teke irányul az ég felé. Az ilyen gyűrűs tekékek a csillagok helyzetét határozták meg az égen. A Földön olyan módon állapítjuk meg például egy város helyét, hogy megadjuk egyrészt a földi egyenlítőtől, másrészt egy erre merőleges és Greenwich angliai városon keresztülmenő legnagyobb körtől számított foktávolságot. Hasonló módon állapítják meg a csillagászok egy csillag helyét az égboltozaton. Ha a földi egyenlítő síkját

kiterjesztve képzeljük egészen az ég képzelt gömbjéig, ez a sík egy körvonalban fog találkozni az ég gömbjével. Ez a körvonal lesz az égi egyenlítő. Elképzelhetünk erre merőlegesen is egy másik nagy kört az égen. Megállapodás szerint oman kiindulva képzeljük ezt a második kört, ahol az égi egyenlítőn a Nap március 21-én tartózkodik. Tavaszpontnak hívják ezt a helyet. Ha megmérjük valamely csillag foktávolságát ettől a két égi körtől, pontosan jellemezhetjük helyzetét az égen. A csillag helyzetét jellemző két adatnak tudományos néven a csillag koordinátáinak meghatározására szolgált a gyűrűs teke. A gyűrűs teke földgömbvázának van egy tengelye. Ezt úgy állították be, hogy párhuzamos legyen a Föld forgástengelyével. Ekkor a tengelyre merőleges, körabroncs helyzete párhuzamos volt, a földi és az égi egyenlítővel. Ha a körabroncs középpontján a fektetett vonalzót a csillagra irányították, egy másik fokbeosztású körön le lehetett olvasni, hogy a vonalzó iránya mekkora szöveget zár be a körabroncs síkjával, illetőleg a vele azonos helyzetű égi egyenlítővel. Ugyanúgy meg lehetett határozni a csillag másik koordinátáját is, ha a gyűrűs teke egyik körét a tavaszponton átmenő égi körrel azonos helyzetbe állították be és ettől mérték meg a vonalzóval a csillag foktávolságát. A csillagok koordinátáinak, vagyis helyzetének ismerete rendkívül fontos, ez az alapja a csillagászat tudományának. Semmit sem tudhatnánk meg a csillagok mozgásáról, ha nem ismernénk pontosan helyzetüket. Ezeket az adatokat már az ókorban feljegyzésekbe, katalógusokba foglalták. Hipparchos görög tudós készítette az első csillagkatalógust és ennek felhasználásával készült később Ptolemaios másik görög tudós híres csillagkatalógusa is. Megismerkedve így a csillagokkal, egyes ismerős csillagok kelését és nyugvását időszámításra is felhasználták. Az egyiptomiak időszámításában nagy szerepet játszott a legfényesebb csillagnak, a Szíriusznak hajnali kelése. Ennek alapján jelentették be a papok a népnek az újévet, mely a Nilus áradásának idejére esett.

A rabszolgatársadalomban, mint minden osztálytársadalomban a tudományokat az uralkodó osztály igyekezett kisajátítani. Az uralkodóosztályhoz tartozó papok a csillagászati ismereteket szigorú titokban tartották. A nép között a csillagjóslás babonáját, az asztrológiát terjesztették. A műszerek fejlődésével párhuzamosan alakult az embernek a világról alkotott képe is. Kezdetben misztikus és mesés magyarázatokat találtak ki. A Földet a világmindenség középpontjában lévő lapos korongnak képelték, mely hol oszlopokon, hol elefántokon nyugodott, vagy legtöbbször a vízben úszott. (3/a. ábra.) A papság is terjesztette az ilyen mesés világképeket. Később azonban voltak haladó szellemű görög tudó-



3/a. ábra.

A Föld képe a hindu papok elképzelése szerint. A Földet teknősbékán álló négy elefánt tartja. Szerintük a teknősbéka az Óceán vizében úszik.

sok, akik megpróbálták tudományos, materialista módon magyarázni a világot. Így Pythagoras görög tudós úgy képzelte, hogy az égitestek a Nap körül keringenek és tudta, hogy a Föld gömbalakú és forog. Még következetesebb materialista tudós volt a görög Anaxagoras, aki időszámításunk előtt 500 évvel nemcsak azt tanította, hogy a bolygók és a Föld a Nap körül keringenek, hanem azt is hangoztatta, hogy más égitesteken is lehet élet, kifejlődhetnek értelmes lények. Ezeket a tanokat a papok istentelenségnek tartották és Anaxagorast bebörtönözték. Az ókori „hivatalos” csillagászati ismereteket Ptolemaios alexandriai görög tudós foglalta össze és az ókor végén általánosságban az ő világképét fogadták el. Ptolemaios világképe szerint a világmindenség középpontjában szabadon lebeg a mozdulatlan, a gömbalakú Föld és körülötte keringenek a Hold, a Nap, a bolygók és a csillagok.

Az ókor vége felé a rabszolgamunka egyre inkább akadályává kezd válni a termelési technika fejlődésének. A rabszolga nem volt érdekelt a termelésben, bonyolultabb munkákat nemigen lehetett rábízni. A római birodalom hanyatló korszakában a rabszolgarendszer már gátjává vált a termelés további fejlődésének és a római birodalom bukása után a rabszolgaságot felváltotta

a jobbágyokra és a jobbágyokat kizsákmányoló földesurakra szakadt középkori hűbéri társadalom.

A római birodalomra törő hódítók és a népvándorlás hosszú háborúi alatt a termelés színvonala erősen lesüllyedt. A hűbéri társadalom első korszakában a termelés alacsony színvonala és a hűbériséggel szorosan egybefonódott egyház korlátlan hatalma hosszú évszázadokon át gátolta a tudományok fejlődését. Az ókori csillagászati ismeretek is jórészt feledésbe merültek, de annál inkább feléledt a csillagjósolás babonája: az asztrológia. Sokáig elakadt a műszertechnika fejlődése is. Az asztrológusok beérik, ha a gyűrűs tekével határozhatják meg a babonás jóslatokhoz szükséges bolygó-állásokat, vagy még inkább használnak erre a célra egy triquetrumnak nevezett műszert, melynek nem voltak beosztott körei, hanem csak vonalzókból álló célzószervezetei, tehát sokkal kezdetlegesebb volt, mint a gyűrűs teke. Nem fejlesztették tovább a haladó görög tudósok elképzeléseit sem a világmindenség helyes felépítéséről. Az egyház Ptolemaios világméretű fogadta el, mely a mozdulatlan Földet helyezte a világmindenség középpontjába. Ez a világméretű jól megfelelt az egyház tanításának, amely szintén az embert-és az ember lakóhelyét, a Földet tartotta a világmindenség középpontjának. Az egyház a Föld mozdulatlanságával is alá akarta támasztani, hogy a társadalomban sem lehet változás, a főpapok és földesurak világa is mozdulatlan, felsőbb akarat alapján létező, meg nem változtatható világ.

Az egyház szellemi diktatúrája nyomán kialakuló világméretű még annyira sem felelt meg a valóságnak, mint Ptolemaios mintául szolgáló világméretű. Az Uránia múzeumában egy régi rajz mutatja, hogy a Föld gömbalakjáról is elfeledkeztek. A képen a Föld lapos korong, felette az ég kristály kupolájával, amelyen túl az egyház csodás túlvilágot hirdetett. A rajzon egy szerzetes is látszik, amint elér a Föld korongjának szélére és ott kidugva fejét az ég kárpitján, megpillantja az égi gépezet kerekeit, mellyel a felsőbb hatalmak a bolygók mozgását irányítják. (4. ábra.)

Azt akarták ezzel a világméretűvel a jobbágyoknak megmutatni, hogy amint a természetben alul van a Föld és felette az ég, úgy kell, hogy a társadalomban is alul legyenek a szolgák és felettük az urak, meg a papok.

A jobbágyok és hűbérurak osztályellentéte mellett azonban lassanként egy új társadalmi osztály is kezdett kialakulni a hűbéri társadalomban. A földesurak vára körül kézművesek telepedtek le. Külföldi kereskedők látogatják meg az ilyen „városokat“, megindul a kereskedelem Kelet és Nyugat között. Egyes meggazdagodott kereskedők letelepednek a városokban. A kialakuló városi



4. ábra.

Igy képelték el a középkori papok a világ szélét.

polgárság új nyersanyagokat, új árucikkeket keres. Nagyban fel-lendül a kereskedelem, a hajózás. A hajósok nagy tengeri utakat tesznek meg. Ilyen nagy utakhoz még pontosabb tájékozódásra és időmérésre, új műszerekre volt szükség. Megjelennek a *quadráns*, *oktáns*, *sextáns* csillagászati szögmérő műszerek. Ezek a latin elnevezések a körnek egy-egy részét jelölik meg. A quadráns negyed, az oktáns nyolcad, a sextáns hatod kört jelent. Úgy próbálják a szögméréseket pontosabbá tenni, hogy nagyméretű kör-osztályzaton olvassák le a szögeket. Egy vékony csövön át nézik a csillagot és a cső pontos irányát a quadráns, vagy oktáns nagy kör-ívén olvassák le. A quadráns és sextáns állványzaton volt elhelyezve. Tycho de Brahe, a híres dán csillagász, korának legnagyobb megfigyelője, az ilyen quadránsokkal igen nagy pontosságú észleléseket végzett. Hatalmas méretű quadránisa be volt építve csillag-dájának falába. A kisebb méretű sextánsokat rendszerint a hajósok használták, mert ezzel kézből is lehetett mérni, mint a Jákob ootjával.

A régi és új megfigyelési adatok tanulmányozása egyre valószínűtlenebbé teszi a Föld középponti helyzetét. Kopernikusz lengyel tudós újra feleleveníti a görög tudósok elfelejtett tanítását, hogy a hatalmas Nap a középponti égitest és a Föld csak egy bolygó, mely többi bolygótársával a Nap körül kering. Kopernikusz az egyháztól való félelmében nem merte tanítását nyíltan hirdetni és csak halála után került nyilvánosságra. Az egyház könyörtelen harcot indított az új tanok ellen és a kopernikuszi világgkép legnagyobb harcos hirdetőjét és továbbfejlesztőjét, Giordano Brunót,



akj meggyőződéssel hirdette, hogy a Nap sincs a világmindenség középpontjában,\* hanem a mienken kívül még számtalan más naprendszer is létezik, máglyán égette el. De hiába akarta az egyház visszafelé fordítani a haladás szekerének rúdját, egy forradalmian új műszer, a távcső segítségével csakhamar megszülettek Kopernikusz elméletének első bizonyítékai.



5. ábra.

Galilei távcsöve. Az első csillagászati távcső.

A kézműipar fejlődése lehetővé tette üveglencsék csiszolását. Egy holland csiszolómester üveglencséből távcsövet állít össze. Nagy feltűnést kelt, hogy a földi tárgyakat megnagyítja, közelebb hozza ez az új találmány. Felhasználják a hadászatban is. Galilei olasz tudósnak, mikor hallomást szerez a hollandus mester alkotásáról, az a zseniális gondolata támad, hogy az égitesteket kellene megfigyelni az új műszerrel. Saját maga állítja össze az első csillagászati távcsövet és ő az első ember, aki távcsövön nézheti a Holdat, a Napot és a bolygókat. (5. ábra.) Ma is nagy élmény, mikor valaki először pillantja meg a távcső lencséjén át a Hold napfényben szikrázó hatalmas hegyeit, pedig ma már számtalan

fénykép forog közkézen a Hold felszínéről és a néző előre tudja, hogy mit fog látni. De elképzeltük, mit érezhetett Galilei, akinek mindez új és teljesen ismeretlen volt. Megmutatta a távcső, hogy a Hold felszínét is éppúgy hegyek és völgyek borítják, mint a Földet, tehát a Föld és az égitestek között nincs lényeges különbség. Megmutatta, hogy a nagy Jupiter bolygó körül holdak keringenek, tehát nem volt igaza Ptolemaiosnak, mikor azt állította, hogy minden égitest a Föld körül kering. A távcső folyton változó foltokat mutatott ki a Nap felületén, pedig az egyház úgy tanította, hogy a Nap olyan tökéletes alkotása a teremtőnek, hogy azon semmiféle folt, vagy változás nem lehetséges. Eszelte Galilei, hogy a Vénusz bolygó ugyanolyan sarkó, félkör stb. alakváltozásokat mutat, mint a Hold, tehát ez a bolygó is gömbalakú, a Naptól kapja a fényét és keringése miatt látunk hol többet, hol kevesebbet a megvilágított félgömbjéből. Galilei felfedezései erősen valószínűvé tették a kopernikuszi világgép igazságát. Galileit a Föld forgásáról és keringéséről hirdetett tanai miatt az egyház az inkvizíció elé hurcolta és élete végéig őrizetbe helyezte. (6. ábra.)

De semmi sem állíthatta meg a haladás útját. A műszerek mellett az elmélet is harcolt a kopernikuszi világgép bebizonyításáért. Kepler a bolygók és köztük a Föld mozgástörvényeinek felismerésével újabb csapást mért a Föld mozdulatlanságát hirdető egyházi tanokra, Newton törvényei pedig bebizonyították, hogy nem rejtélyes felsőbb erő görgeti a bolygókat égi pályájukon, hanem a Nap vonzásának hatására keringenek körülötte a bolygók. Kepler törvényei az általános tömegvonzás következményei. Másfél évszázaddal később rájöttek a csillagászok, hogy az akkor ismert legkülsőbb bolygó, az Uránusz mozgása szabálytalanságokat mutat. Ahogy Kepler és Newton törvényei alapján számították pályáját, ez a bolygó hol késett, hol meg sietett, mint a rossz óra. Feltételezték ekkor, hogy kell lenni egy még külsőbb bolygónak, amelynek vonzóereje sietteti vagy lassítja az Uránusz mozgását aszerint, hogy keringése közben hol előtte, hol mögötte van az Uránusznak. Leverrier francia csillagász az elmélet alapján kiszámította, hogy milyen pályájú és mozgású bolygó okozhat ilyen zavaró hatásokat. Azt is kiszámította, hogy egy adott időpontban az égen hol kell látszani ennek a bolygónak. Mikor azután az égnak erre a pontjára irányozták a távcsövet, megtalálták az új bolygót, a Neptunust. Ezekután Kopernikusz tanítása teljes bizonyítást nyert.

Az a felismerés, hogy a Föld nem kiváltságos helye a világmindenségnek, hanem a Naprendszer alkotó, hozzá hasonló bolygók családjába tartozik, rendkívül megnövelte az érdeklődést a



6. ábra.  
Galilei olasz tudós (1564—1642).

bolygók iránt. Minél közelebb szeretnék volna hozni a bolygókat a távcsövekkel. Az első távcsövek egyszerű hosszú fémcövek voltak, melynek két végébe egy-egy lencsét illesztettek. A távcsőnek az égitest felé fordított végébe helyezték az úgynevezett tárgy-lencsét: Ennek a gyújtótávolsága akkora volt, mint a cső hossza, s így ez a lencse az égitestről a cső másik végén adott képet, mint ahogy a fényképezőgép lencséje is előállítja a tárgyak képét a homályos üvegen. A távcső másik végén nem volt homályos üveg, hanem ide egy nagyító lencsét: a szemlencsét tették és ezzel nézték meg a tárgylencse alkotta képet.

Az Uránia-Múzeumban látható több ilyen kezdetleges távcső a XVIII. sz. közepe tájáról az egri csillagdából.

Hosszú és aránylag vékony csövek ezek, mert még nemigen tudtak 6—7 cm-nél nagyobb átmérőjű lencsét előállítani. Egyszerű faállványon helyezték el ezeket a távcsöveket. Ilyesfajta távcsövek voltak azok, melyekkel Galilei és követői próbálták egyre közelebb hozni a bolygókat és a kísérletezők egész sora igyekezett fokozni a távcső nagyítását. Sokszor csalódást okozott, mikor a kép méretei megnagyobbodtak, de piros és kék színek homályos foltjai tették zavarossá a bolygó halvány rajzát és még annyit se láttak, mint kisebb nagyítással. Ez az úgynevezett színi hiba

komoly akadályt gördített a távcső tökéletesítése elé és egyelőre nem is tudtak segíteni rajta, mert minden egyszerű üveglencsének megvan az a hibája, hogy a tárgyakat torzítva és színesen ábrázolja. Kisebb nagyításnál nem olyan feltűnő, de a nagyítás fokozásával egyre zavaróbbá válik.

Kepler is próbálja Galilei távcsővének fogyatékosságait kiküszöbölni. Ő szemlencsének is domború lencsét alkalmaz és ezáltal lehetségessé válik, hogy a szemlencse gyújtópontjában elhelyezett fonálkeresztet, avagy skálabelosztást is együtt lássuk a képpel, ami igen pontos beállítást és méréseket tesz lehetővé. Az ilyen távcső fordított képet ad az égitestekről, csillagászati megfigyeléseknél ez azonban egyáltalában nem zavar és ilyen elven alapuló távcsöveket használunk ma is. Mindezen előnyei ellenére a torzítást és a színi hibát az első Kepler-féle távcsövek sem tüntették el.

Newton ekkor olyan távcsövet szerkesztett, melyben a tárgylencse helyett homorú tükör van elhelyezve. Nagyításna alkalmas képet ugyanis nemcsak a lencse által megtört, hanem a homorú tükörről visszaverődő fénysugár segítségével is elő lehet állítani. (7. ábra.) A tükrös távcső bevált, mert ennél egyáltalában nem jelentkezett a színi hiba. A múzeumban látható egy ilyen régi tükrös távcső, melyet Londonban szereltek össze és az egrí csillagdában használtak a XVIII. században. Fémből készítették akkor még a távcsőtükröket és csak később tértek át a mai szokásos eljárásra, hogy csiszolt üvegfelületet ezüstözünk be. A tükröt fűcsőben helyezték el és fából készült a távcső egyszerű állványa is. Már az ilyen kezdetleges tükrös távcsővel is el lehetett érni kedvező idő esetén 150—200-szoros nagyítást és úgy látszott, hogy a jövő a tükrös távcsöveké.

Nem hagyták magukat a lencsékkel kísérletező tudósok se. Dollond rájött, hogy ha tárgylencsének nem egyetlen lencsét vesz, hanem két különböző fajtájú üveglencsét tesz össze, az ilyen lencserendszer kiküszöböli a színi hibát. Az Uránia-múzeumban látható az egrí csillagdának egy ilyen dollondiánus tubusa, melyet a XVIII. sz. közepén használtak. Ez már sokkal élesebb és szebb képet adott, mint a régebbi lencsés távcsövek. Dollond eljárásának elterjedése után újra nagy lendületet nyer a lencsés távcsövek készítése is. Ma is használják mind a lencsés, mind a tükrös távcsöveket.

A távcsövekkel nagyban megnövekedett a csillagászati helymeghatározások és időmérések pontossága is. A távcsöveket quadránsokra, oktánsokra és sextánsokra szerelik fel. A fonálkeresztet, nagynagyítású távcsövekkel sokszorta pontosabban meg lehet



7. ábra.  
Newton első tükrös távcsöve.

határozni a csillag helyét, mint az egyszerű lyukas csővel. Így nagyobb pontossággal mérhették a földrajzi szélességet, a csillagok koordinátáit, a pontos időt. Nagy segítség volt, hogy 1656-ban feltalálták az első ingaórát.



8. ábra.  
Megfigyelés a szekstánssal. A szekstánst ma is használják a hajósok.

Az Uránia Múzeumban 3 ilyen régi távcsöves quadráns is található. Allványzatuk fából van, de igen masszív kivitelben, ami mutatja, hogy a mérések pontossága már megkövetelte a pontos szerelést. Az egyik távcsöves quadráns tengelye ferdén áll, párhuzamosan a Föld forgástengelyével. Az ilyen úgynevezett parallaktikus felállítású távcső nagy előnyt jelent. Ha ugyanis egy rögzített távcsövet valamilyen égitestre beállítunk, a Föld forgása miatt az égitest hamar kiszalad a távcső látómezejéből. Vízszintes és függőleges tengely körül is el kell forgatni a távcsövet, ha utána akarunk menni. A parallaktikus felállítású távcsőnél az égitesteket a távcsőnek csak egy tengely körül való forgatásával kísérhetjük.

Az egyre fejlődő távcsövekkel lassanként megismerték a Naprendszerhez tartozó fontosabb égitestek mozgását és felszínét. Beigazolódott a korábbi sejtés, hogy a bolygók és a Föld egy típusú égitestek és egyre valószínűbbé vált, hogy egyes bolygókon az élet ugyanúgy kialakulhatott, mint a Földön.

A feltörekvő polgárság támogatta a távcsövekkel való kísérletezéseket. A polgárságnak érdekében állott mind a hajózás, mind a tudományok fejlesztése. A polgárság érdekeinek útjában állott a hűbériséggel összefonódott egyház korlátlan hatalma és a tudománynak a babonák és előítéletek elleni győzelmes harca gyengítette az egyház befolyását.

A hűbéri társadalom már túlélte magát, gátjává vált a termelés, a technika fejlődésének. A nagy földrajzi felfedezések nyomán megindult a gyarmatosítás. A gyarmatokból áruk és nyersanyagok özönlöttek az európai országokba és a gyarmati népek kirablásából nagy tőkék halmozódtak fel. Az újonnan kialakult tőkésosztálynak szabad kereskedelemre, szabad nyersanyagbeszerzésre és bérmunkásokra volt szüksége. De ehhez előbb le kellett rombolni a hűbéri korlátokat. A városi polgárság maga köré gyűjtve az elnyomott paraszti tömegeket, polgári forradalmakban vívja ki az új társadalmi forma, a tőkés társadalom győzelmét.

A társadalmi forma megváltozott, de a kizsákmányolás megmaradt. Most a tőkésék lettek a termelőeszközök tulajdonosai és kizsákmányolták a munkásokat, akik csak úgy tudtak megélni, ha munkaerejüket eladták a tőkéseknek. A bérmunkán alapuló tőkés társadalom első korszakában a termelés fejlődésének óriási lendületet ad. Új találmányok, új gépek, új tudományos műszerek születnek. (9. ábra.) A technika fejlődése, új műszerek, új eljárások alkalmazását teszi lehetővé a csillagászatban is.

Hatalmas, nagy tükröket csiszolnak és igen nagy méretű távcsöveket építenek. Herschel 122 cm átmérőjű nagy tükrös táv-



9. ábra.

Bianchini nagy távcsöve a XVII. században.

csöve a XVIII. században már olyan óriási volt, hogy külön építményben kellett elhelyezni. Néhány évtizeddel később már az ipar és technika rohamos fejlődése lehetővé tette olyan gépi berendezések megszerkesztését is, melyek önműködően mozgatták az óriás távcsöveket. Ha egyszer beállították a távcsövet valamilyen égitestre, az óragép önműködően forgatta a parallaxikus szerelésű távcsövet a Föld forgása miatt mozogni látszó égitest után és az akár órák hosszaiig benne maradt a távcsőben. Ezekkel a nagy távcsövekkel már lassanként kezdik megismerni a Naprendszeren kívüli világot is. Herschel már felfigyelt, hogy a csillagok egy nagy korongalakú rendszert, a Tejútrendszert alkotják.

A távcsövek lencséinek és tükreinek csiszolása, az ehhez szükséges finommechanikai műveletek kialakítása visszahatott az egész műszeripar, a technikai és fizikai műszerek fejlődésére is.

A tőkés államok fejlett hajózása és térképészete tette szükségessé az állandó és rendszeres csillagászati észlelések megszervezését. E célra minden nagyobb országban csillagvizsgáló intézeteket létesítenek és felszerelik pontos műszerekkel. A hatalmas táv-



10. ábra.

A párizsi nagy tükrös távcső a XVIII. században.

csövek mellett használnak kisebb különleges távcsöveket is. Így minden csillagvizsgálóban megtalálhatunk két fontos műszert, a meridiánkört és a teodolitet.

**A meridiánkör** olyan távcső, mely igen pontosan osztott nagy körrel van ellátva. A kört és a vele egybekötött távcsövet mindig a meridiánsíkban (észak-déli vonalon átmenő sík) helyezik el. Innen is kapta nevét. A vízszintes tengely, amely körül a távcső forog, két monumentális oszlopon nyugszik, hogy a műszer minél stabilabb legyen. Ezzel a műszerrel határozzák meg a csillagászok a csillagok koordinátáit századmásodpercenyi pontossággal és ezzel adják meg a pontos időt, megfigyelve, hogy a csillag mikor halad át a délkörön, vagyis a távcsőben kifeszített fonálon. Az Uránia-múzeumban két ilyen régebbi meridián műszer látható, melyek Nagy Károly által tervezett bicskei csillagvizsgálóból valók.





11. ábra.

A pulkovói csillagvizsgáló intézet 76 cm átmérőjű nagy lencsés távcsöve.

A teodolit kisebb távcső, mely függőleges és vízszintes helyzetű beosztott körökkel van ellátva. Ezzel a műszerrel az égitesteknek a látóhatárhoz viszonyított koordinátáit lehet megállapítani, rendszerint abból a célból, hogy a Föld különböző pontjainak földrajzi koordinátáit meghatározzák.

A csillagok koordinátáinak meghatározása terén különösen az oroszországi, pulkovói csillagda végzett rendkívül pontos munkát. El is nevezték Pulkovót, a Leningrád melletti kis falut a csillagászat fővárosának. (11. ábra.) A csillagok észlelése azt a kérdést is felvetette, hogy valójában mik is a csillagok és hatalmas távcsövekkel próbáltak a csillagászok erre a kérdésre feleletet adni. De akármekkora távcsöveket készítettek is, a csillag képe a legnagyobb távcsőben is csak piciny fényes pontnak látszott. Pontos merición műszerekkel sikerült azután egy pár csillag távolságát háromszögelés segítségével meghatározni, ahogy pl. a mérnökök vagy a tüzérek is meghatározzák egy távoli földi tárgy távolságát. Csakhogy a csillagászok óriási nagy alapot vettek a háromszögeléshez: a Föld-pálya átmérőjét, vagyis azt vizsgálták, hogy télen

és nyáron vajjon különböző irányokban látjuk-e a csillagot. Egy pár csillagnál mutatkozott ilyen irányváltozás és; ebből ki tudták számítani, hogy a csillag óriási távolságban van. Olyan messzeségben, ahonnan a másodpercenként 300.000 km-t megtevő fény is évek alatt ér ide. Azok a csillagok, melyek nem mutattak mérhető irányváltozást, természetesen még sokkal messzebb vannak. Ezért nem mutatja még a legnagyobb távcső sem korongalakúnak a csillagokat. De azért nagy előnye van a nagy műszernek. Minél nagyobb a lencse, vagy tükör átmérője, annál több fényt gyűjt össze, így a nagyobb távcsövek egyre tömönteletlenebb számban megmutatnak olyan csillagokat is, amelyeket szabad szemmel, vagy kisebb távcsővel egyáltalán nem láthatunk. Ez a rengeteg sok csillag olyan messze van tőlünk, hogy Comte idealista filozófus azt a kijelentést tette, hogy sohasem fogjuk megtudni, hogy miből állanak a csillagok. Az idealista filozófus kijelentése után két esztendőre Kirchoff és Bunsen felfedezték a színeképelemzést. Rájöttek, hogy az izzó test által kibocsátott fényt prizmával fel lehet bontanunk. A színekép jellemző arra az anyagra, aminek izzása a fényt kibocsátja. Ha tehát megnézünk egy színeképet, meg tudjuk mondani, hogy milyen anyag színeképe az. Fraunhofer a színeképelemző készüléket, tudományos néven spektroszkópot, rászerezte a távcsőre és megnézte vele a Nap és a csillagok fényét. Az Uránia-múzeumban láthatjuk Fraunhofer eredeti prizmáját, mellyel kísérleteit végezte. Az ezzel a prizmával kapott színekép elárulta, hogy milyen anyag van a Napon és a csillagokon. Kitűnt, hogy a Nap és a többi csillag egész pontosan olyan elemekből áll, mint amiket a Földön ismerünk. A csillagászat bebizonyította a világ anyagi egységét. A csillagok színeképelemzésével sok más fontos tulajdonságát is megismertük a csillagoknak. Ahogy az izzó vas színéből meg lehet becsülni annak hőmérsékletét, a csillagok színeképének vizsgálatával meg lehet állapítani a csillag hőmérsékletét is. De azt is ki lehet számítani, hogy mekkora felületről kell jönnie ilyen hőmérsékletű és mennyiségű sugárzásnak. Tehát meg lehet ismerni a csillagok nagyságát is. A vizsgálatok kimutatták, hogy a csillagok óriási távolságban lévő izzó gázgömbök. Megállapították azután azt is, hogy minden csillag nagy sebességgel mozog. De a Naprendszeren kívüli világ, a csillagok megismerése akkor vált igazán lehetségessé, mikor bevezették a csillagászatba a fényképezést. A fényképen olyan égitesteket is megláthatunk, melyeket még a legerősebb távcső sem mutat meg. Kellően meghosszabbítva ugyanis a fényképezés időtartamát, a fény hatása összegeződik és nyomot hagy a lemezen. Ezenkívül a fényképezőlemezre egyszerre sok csillagot lehet felvenni, a lemezeket erre szolgáló készülékekkel ki lehet mérni.

A múzeum harmadik szobájában láthatjuk az ilyen készülékek egyik fajtáját, a sztereokomparátort. Ezzel lehet tanulmányozni a csillagokról felvett lemezeket. Sok nagy távcső szemlencséje helyébe fényképező készülékeket tettek és ezekbe a távcsövekbe soha nem is néznek bele a csillagászok, csak felvételeket készítenek. A fényképezés bebizonyította, amit Herschel, a XIX. században élő nagy csillagász is álmott, hogy a csillagok közösen egy óriási korongalakú rendszert, a Tejútrendszert alkotnak és a csillagok mozgása abban nyilvánul, hogy keringenek a Tejútrendszer középpontja körül.

A nagy távcsövekkel és a sokfajta segédműszerrel a csillagászok egyre többet tudtak meg a Tejútrendszer csillagairól és egyben közelebbi környezetünkről, a Naprendszerről, a Napról is. A spektroszkóp mellett különböző fényerősségmérő műszerekkel vizsgálták a csillagok fényességét. A múzeumban kiállított Zöllner-féle fotométer és Töpfler-féle ékfotométer ilyen fényességmérő műszer. A Zöllner-féle fotométernél kis elektromos izzóval mesterséges csillagot állítunk elő és ehhez hasonlítjuk a mérendő csillagot. A Töpfler-féle ékfotométerben egy folyton vastagodó áttetsző ék tologatásával keressük meg, hogy az éknek milyen vastagsága oltja ki a csillag fényét. A bolygók hőmérsékletének megméréseire olyan érzékeny, parányi műszert készítettek, mely a távcső gyújtópontjába helyezve elektromos áramot termel a bolygók csekély hősugárzásának hatására. Termoelemnek hívják az ilyen műszert és olyan érzékeny, hogy felfogja egy több kilométer távolságban égő gyertya melegét. Egy másik műszerrel (a múzeumban is látható) a protuberancia spektroszkóppal a Nap hatalmas lángjait, a protuberanciákat lehet behatóan vizsgálni. Újabban már erre a célra megfelelőbb készülékeket használnak. A Nap lángkitöréseit mozgó filmen is sikerült ábrázolni. Van olyan műszer is, mellyel mesterséges napfogyatkozást lehet előidézni és láthatóvá válik a napkorona, a Nap külső legritkább övezete, ami egyébként a Nap erős fénye miatt nem észlelhető.

Ezek a rendkívül finom és pontos műszerek lehetővé tették, hogy megbízható ismereteket szerezzünk az égitestek fizikai természetére, mozgására, vegyi összetételére és hőmérsékletére vonatkozólag. Ezek az adatok nem feltevések, hanem mérések eredményei.

Ezek a mérések módot adtak arra, hogy az égitestek kialakulását is tudományosan megmagyarázhassuk. A középkor változatlanságot hirdető, megkövesedett természetszemlélete után először Kant és Laplace ismerték fel, hogy a Naprendszer nem teremtés műve, hanem fejlődés következtében alakult ki természeti törvények hatására. A tudomány később megállapította, hogy a fejlődés

elve az egész világmindenségre érvényes. A különböző tulajdonságú csillagok egy fejlődési lánc tagjainak bizonyultak és valószínűvé lett, hogy a csillagok is kialakulnak a világmindenség anyagából, fejlődési fokozatokon mennek keresztül és végül elpusztulnak, apróbb anyagi részekre szétesve.

A legújabb nagy távcsövekkel készített fényképek azt is megmutatták, hogy a Tejútrendszeren kívül még számtalan sok más tejútrendszer is létezik. A tejútrendszerek sokasága sehol sem ér véget, a világmindenség végtelen.

Ezeknek a külső tejútrendszereknek a megismerése már arra az időre esett, mikor a kapitalizmus korábbi virágzó szakaszát rothadó és halódó szakasza: az imperializmus váltotta fel. Az imperializmusban a tőkésnek már nem érdekük a tudományok fejlesztése. A tudományok eredményeit tudatosan meghamisítva el akarják hitetni a dolgozókkal, hogy a kizsákmányolást és elnyomást igazoló ideológiájukat a természet jelenségei is alátámasztják. Így hiába vannak meg a korszerű, óriási méretű távcsövekkel elért eredmények, a tőkésüket kiszolgáló imperialista csillagászok azt hirdetik, hogy a világmindenség véges, a csillagok mind egyszerre a semmiből keletkeztek és mindig ugyanolyanok, a világmindenségben fejlődés nincsen. Jeans szerint a Föld kialakulása is egy rendkívül ritka, gondviselészerű véletlen folytán történt. Mindezzel az imperialisták a középkornak a Föld központiségét hirdető világnézetét és régi vallásos legendákat akarnak visszacsempészni a tudományba. Az imperialisták üldözik azokat a haladó tudósokat, akik az igazságot akarják tanítani.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom győzelme eredményeképpen a Föld egyhatodán a Szovjetunióban először szakadt meg az imperializmus láncra és ezzel új korszak nyílt a tudományok történetében. A szocializmus országában a csillagászat is soha nem látott fejlődésnek indult és olyan eredményeket ért el, melyek a tőkés rendszerben soha sem lettek volna megvalósíthatók.

A Bolsevik Pártnak és a szovjet kormánynak a tudományok iránti gondoskodása következtében a szovjet hatalom évei alatt a csillagászat is fejlődésének új, magasabb fokát érte el. A sztálini öt éves tervek alatt nagy összegeket fordítottak új csillagvizsgáló intézetek felállítására. Már a nemzeti köztársaságokban is létesültek csillagászati obszervatóriumok. A régebbi intézeteket kibővítették, és ellátták őket a szovjet optikai-mechanikai gyárak által készített műszaki felszereléssel. (12. ábra.) Míg azelőtt a csillagászok egymagukban dolgoztak az intézetekben, jelenleg több csillagász kollektív munkával végzi ott kutatásait. A csillagvizsgáló intézetek együttes munkájának segítségével minden évben különleges évkönyveket adnak ki a hajózás és repülés részére.



12. ábra.

Különleges szovjet fényképező távcső.

Allandó Nap-ügyeletet tartanak a rádió összeköttetésének zavartalan biztosítására. A moszkvai csillagvizsgáló intézet adja az egész világ számára a pontos időt. A szovjet csillagászok Marxnak, Engelsnek, Leninnek és Sztálinnak a világ megismerhetőségéről és a tudományos megismerés útjairól való nagy tanítására alapozzák munkásságukat. A nagy szovjet haza és a dolgozó nép szeretete irányítja minden tevékenységüket. A Nagy Honvédő Háború alatt a leningrádi csillagda az ostrom egész ideje alatt a helyén maradt, hogy szolgáltatthassa a Vörös Hadsereg számára szükséges csillagászati adatokat. A szovjet csillagászok munkássága megsemmisítő csapást mért az imperialista áltudósok hazug állításaira. Ambarcumjan, a világhírű szovjet csillagász kimutatott olyan csillagtársulásokat, melyek viszonylag nem régen keletkeztek a világmindenség anyagából és ezzel bebizonyította, hogy a csillagok most is állandóan keletkeznek a világmindenség anyagából. Az egész világ sohasem keletkezett, hanem öröktől fogva van és örökké lesz, de közben felépítése állandóan változik. Az örökké

mozgó és változó anyag tejútrendszerek és csillagok keletkezésén és pusztulásán végzi örök körforgását, melynek sohasem volt kezdete és soha sem lesz vége. A világmindenség összes jelenségei megmagyarázhatók az anyag mozgástörvényeivel, a természeti törvényekkel és nem hagynak helyet semmiféle természetfölöttinek, titoknak és babonának.

Az egyre jobb és újfajta műszerek alkalmazása nagy lehetőséget nyújtanak új gyakorlati feladatok megoldására. A csillagáfedezték fel, hogy a világmindenségben levő égitestekről nemcsak fény és hősugarak, hanem rádióhullámok is érkeznek hozzánk. Sok csillagvizsgálót rádió távcsövekkel szerelnek fel, amelyekkel ezeket a rádióhullámokat vizsgálják. A rádióhullámok útján ismét sok tulajdonságát fogjuk megismerni a csillagoknak, és így olyan újabb ismereteket fogunk szerezni az anyagról, amelyek lehetőséget nyújtanak új gyakorlati feladatok megoldására. A csillagászat ezzel hozzásegít bennünket a természet további birtokbavételéhez, hogy ennek hatalmas erőit ki tudjuk használni a szocialista társadalom embere számára.

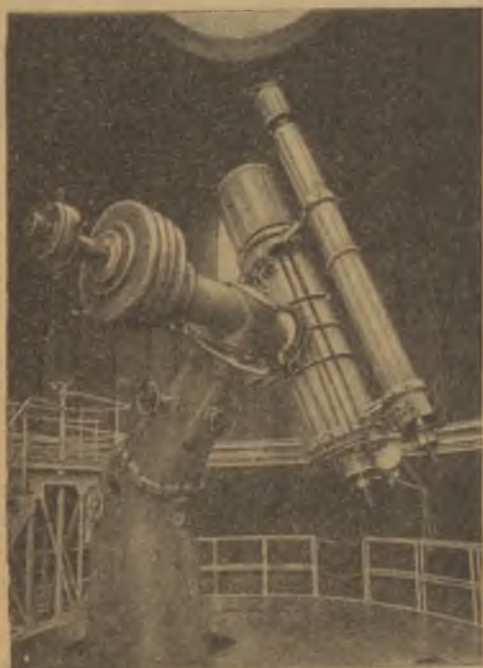
Az egymással szorosan összefüggő csillagfizika és atomfizika fejlődése rövidesen lehetővé fogja tenni az atomenergia felhasználásának olyan módját, mely megvalósítja a bolygók közötti közlekedést. Ekkor a csillagászat olyan tudományá válik, mely még az ediginél is jobban teljesen összeforr a bolygók között közlekedő ember mindennapi életével.

A csillagászat fejlesztéséhez a magyar csillagászok is hozzájárultak. A csillagászat Magyarországon Mátyás király idejében kezdődött. Néhány évig itt élt Regiomontánusz, korának neves csillagásza, aki két és fél méter hosszú Jákob botjával végzett méréseket. Kénytelen volt azonban asztrológiával is foglalkozni és Mátyás királynak horoszkópokat, csillagjóslatokat készíteni.

Az első csillagvizsgálót a nagyszombati egyetemen létesítették a XVIII. században és nemsokára megkezdte működését az egr-i csillagda is. Az egr-i liceum máig is fennmaradt tornyában volt ez a csillagvizsgáló elhelyezve. Az egr-i csillagdának több műszere látható a múzeumban. Innen való a három távcsöves quadráns, a Newton-féle szerelésű 25 cm átmérőjű tükröstávcső és a dollondianus tubus. 1813—15-ben a Gellért-hegyen jól berendezett csillagvizsgáló épült. Heliométer nevű műszerét a múzeumban találjuk. A heliométer olyan távcső, melynek tárgylencséje ketté van vágva és a két fél lencse egymáshoz képest eltolható.

Ha valamelyik bolygót, a Holdat, vagy a Napot megnézzük ezzel a műszerrel, a bolygóról két képet látunk. Az eltolható lencsékét mozgatva a két kép egy képpé egyesül. Az eltolás mértéke attól függ, hogy mekkora az égitest látszó átmérője. Ezzel a műszerrel tehát meg lehet határozni a bolygók, vagy a Nap látszó átmérőjét. A szabadságharc előtt vette tervbe Nagy Károly földbirtokos jól felszerelt csillagvizsgáló létesítését Bicskén. A bicskei csillagvizsgáló két meridián műszere a múzeumban van kiállítva. A szabadságharc alatt a gellérthegyi és a bicskei csillagvizsgáló is elpusztult. A gellérthegyi csillagvizsgálót Buda ostroma alkalmával lőtték rommá az osztrák ütegek.

A szabadságharc után, állami csillagvizsgáló nem lévén, Konkoly-Thege Miklós 1871-ben ógyallai birtokán alapított csillagvizsgálót. Intézetét 1899-ben az államnak adományozta. Másik magán csillagvizsgálónk volt a szabadságharc utáni időkben a



13. ábra.

A szabadsághegy Csillagvizsgáló Intézet fő műszere. Ez a kettős távcső. Lencsés távcsőből (refraktor) és tükrös távcsőből (reflektor) áll. A reflektor tükrének átmérője 60 cm, fókusz-távolsága 360 cm. A refraktor lencséjének átmérője 30 cm, fókusz-távolsága 450 cm. A műszerpillér magassága 4 m. A kupola lebegő padlóval bír, mely automatikusan emelhető és süllyeszthető.



14. ábra.

Az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló 20 cm-es lencsés távcsövénél tanulnak az amatőrök.

Gotthard-testvérek herényi csillagvizsgálója, ahol Gotthard Jenő a fényképezés segítségével felfedezte a Lyra gyűrűsköd közepső csillagát.

Az ógyallai műszerek képezték alapját a jelenlegi szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézetnek. Az intézet 1925—26-ban épült. Fő műszere a 60 cm átmérőjű tükrös és a vele összeszerelt 30 cm-es lencsés távcső. (13. ábra.) Az akkori kormányzat nem törődött a természettudományok fejlesztésével, így a Csillagvizsgáló Intézetnél sem törekedtek megfelelő korszerű segédműszerek beszerzésére.

A felszabadulás után népi demokráciánk gondoskodása a Csillagvizsgáló Intézet műszereinek fejlesztésénél is megnyilvánult. A 3 éves terv alatt a MÉMOSZ dolgozóinak rohammunkájával új kupola épült, melybe korszerű Nap-megfigyelő műszereket állítottak be.

Ötéves tervünk alatt új műszerekkel szerelik fel a Csillagvizsgáló Intézetet. Az intézet munkaprogramja így jelentékenyen kibővül.



A tudományos kutatás célját szolgáló szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézeten kívül a Gellért-hegyen létesült az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló, melynek feladata a csillagászat eredményeinek a dolgozókkal megismertetése és az amatőr csillagászok működésének támogatása. Az Uránia főműszere 20 cm átmérőjű lencsés távcső. (14. ábra.) A budapesti Uránián kívül vidéki városainkban is létesülnek bemutató csillagvizsgálók. A szegedi, pécsi és debreceni Uránia már megkezdte működését és már folyamatban van más vidéki városokban is a bemutató csillagdák felszerelése.

### IDŐRENDI TABLAZAT

A nap és a csillagok első megfigyelései, időbeosztás tájékozódás céljából	i. e. 20—30.000 év
Gnomon, obelisztk használata, csillagászati megfigyelések első feljegyzései a kínaiaknál, egyiptomiaknál	i. e. 3—4000 év
Napóra, merkhét, fonalásfokmérő, Jákob-botja alkalmazása	i. e. 2—3.000 év
Görög csillagászat kezdete	i. e. 600 év
Anaxagoras görög tudós materialista világképe	i. e. III. század
Hipparchos csillagkatalógusa	i. e. II. század
Automata vizórák Alexandriában, Ptolemeus csillagkatalógusa, világképe	i. sz. szerint II. sz.
Quadráns, szeksztáns, megjelenése	XV. század
Kopernikusz világképe	1543
Giordanó Brunó máglyahalála	1600
Galilei távcsöve	1610
Kepler felismeri a bolygók mozgástörvényeit	1620
Galileit az inkvizíció elé állítják	1633
Ingaóra feltalálása	1656
Távcsöves quadránsok	XVII. század
Newton tükrös távcsöve	XVII. század
Newton törvényei	1682
Dolland-féle lencsés távcsövek	XVII. század
Hatalmas méretű tükrös távcsövek (Herschel)	XVIII. század vége
A pulkovói csillagda alapítása	1839
Neptunusz felfedezése	1846
A csillagok színképelemzésének kezdete	1860
Fényképezés bevezetése a csillagászatban	XIX. század vége
Tejútrendszer forgásának felismerése	1924
Ambarcumjan csillagfejlődéstana	1950

### A CSILLAGOS ÉG.

A Szovjetunió fővárosában évente sokezer dolgozó látogatja a világhírű moszkvai planetáriumot. A planetárium bemutató terme nagy kör alakú helyiség, melynek felső részét nagy kupola alkotja. A nézők helyet foglalnak a körben elhelyezett székeken és megkezdődik a bemutatás. Elsötétülnek a planetárium villanylámpái és a sötétségben a nézők feje fölött lévő kupolán teljes

pompájában felragyog a csillagos ég. Ha a látogatók megfelelnek a planetárium közepén elhelyezett vetítőberendezésről, azt hiszik, hogy valóságos csillagokat látnak, a látvány annyira élményszerű. Azután megmozdul a mesterséges csillagvilág és forogni kezd. Csillagok és csillagképek kelnek és nyugosznak, bolygók kalandoznak a csillagok között. A planetárium percek alatt szemlélteti mindazt, amit az ember a természetben a csillagos égen egy nap, vagy év alatt láthat. A planetárium nézője nemcsak gyönyörködik, hanem sokat tanul is a látványból. Ha este a szabadban tartózkodik, a tanultak alapján megfigyeli a csillagos eget és sok olyan hasznos ismeretet szerez, amit a gyakorlatban is felhasználhat.

A csillagászok a csillagokat nagy és bonyolult műszerekkel észlelik. Aki járt már csillagvizsgáló intézetben, láthatta a hatalmas távcsöveit, az azokat mozgató gépi berendezéseket, a sokfajta bonyolult, finom segédműszert, fényképező kamarákat, színképelemző, fényerősségmérő, számláló és sokfajta egyéb készüléket. A csillagok tulajdonságait, a világmindenség felépítését csak ezekkel a műszerekkel tanulmányozhatjuk.

De éppen a planetárium példája mutatja, hogy a csillagos ég pusztá szemmel való megfigyelése sem érdektelen. A dolgozó ember számára a csillagászat tanulmányozása száraz és élettelen marad, ha nincs összekötve a tapasztalattal. A távcsöves bemutatásokon való részvétel mellett szükséges a csillagos ég szabad szemmel való megfigyelése is.

Próbáljuk tehát végiggondolni, mit láthatunk pusztá szemmel az égen és mit árulhat el nekünk az ilyen szemlélődés a világmindenség szerkezetéről.

Ha derült, holdvilágtalan éjszakán felnézünk a csillagos égre, akkor egy kicsit hasonló érzésünk lehet, mint a planetáriumban. Csakhogy most éppen megfordítva van a dolog. A planetáriumban azt hittük, hogy a valóságos csillagos eget látjuk, most meg mintha a planetáriumban lennénk. Fejünk felett ugyanis nagy sötét kupolát látunk, mely sok-sok kis fénylő pontocskával van teleszórva. Úgy látszik tehát, hogy az ég pontos mása a planetáriumnak, csak a kupola nagyobb méretű és nem vetítve vannak rá a csillagok, hanem valósággal ott ragyognak.

Persze, nem vagyunk a planetáriumban és nincsen a fejünk felett semmiféle kupola. A mindennapi szóbeszédben használjuk, hogy a csillagok az égen vannak, de ilyen ég sehol nem létezik.

Amerre csak látunk, a végtelen világmindenség terül el körülöttünk, melynek nincsen határa. Az is csak látszat, mintha a csillagok tőlünk egyforma távolságban lennének. Az ember szeme nem is olyan nagy távolságon túl már a földi tárgyakat sem tudja

megkülönböztetni, hogy melyik van közelebb, vagy távolabb. Ha éjszaka egyszerre nézzük az 1—2 kilométerre lévő vasúti pályaudvar villamos lámpáját és az esetleg 20—30 km-rel messzebről fénylő világítótorony fényszóróját, nem érzékeljük, hogy melyik van közelebb. Két kis világító pontot látunk egyforma messzeségben, pedig a valóságban az egyik távolsága tízszer nagyobb. Ugyanígy az egyik csillag távolsága százszor, ezerszer, vagy tízezerszer akkora is lehet, mint a közvetlenül mellette látszóé. A csillagok óriási nagy távolságra vannak a Földtől és mind különböző messzeségben.

Nagy távolságuk miatt a csillagok — akármekkora óriási izzó napok is a valóságban — csak a világító ponthoz hasonlítanak. Nekünk ugyan úgy tetszik, hogy egyáltalában nem kiterjedés nélküli „ponttal” jellemezhetjük a csillagot, sokkal inkább valami sugaras fényesség, vagyis egyszerűen „csillag” az, amit látunk. Ha valakinek azt mondanánk, hogy rajzoljon egy csillagot, senki se lenne, aki egy pont odatevésével oldaná meg ezt a feladatot. Ilyenkor azonban nem a csillagot rajzoljuk, hanem saját szemünk szerkezetét. Szemünk lencséje ugyanis nem egységes, mint a fényképezőgép lencséje, hanem rostos szerkezetet mutat és rostjai hat irányban sugarasan helyezkednek el. Ezért látjuk úgy, mintha a távoli fénylő pontokból, messzelevő lámpákból, csillagokból sugarak indulnának ki. Ha vékony tűvel lyukat fúrunk egy papirosra és ezen át nézzük a csillagot, eltűnik sugaras szerkezete és piciny pont marad belőle. Ez azért van, mert ahogy a csillag fényét a kis tűszúrásnyi nyíláson át bocsátjuk szemünkbe, az csak a szemlencse középső részén halad át és a sugaras rostok nem befolyásolhatják.

A szabad szemmel sugarasnak látszó csillagok rendszerint szikráznak, vibrálnak, néha különböző színekben is. Ugy szokták mondani, hogy a csillagok „pillognak” vagy sziporkáznak. Különösen erősen és sok színben sziporkáznak a csillagok hideg téli éjszeleken, szeles időben, vagy eső után. Ha nagyon vibrálnak a csillagok, ciklon közeledik és eső lesz. Szárazság előtt meg leginkább zöldes színben ragyognak a csillagok. Azonnal látható, hogy a pillogás nem magának a csillagnak a tulajdonsága, mert az óriási távolságban lévő csillag és a földi időjárás között semmiféle kapcsolat nem lehetséges. A pillogás oka: Földünk légköre. Gyakran megfigyelhetjük, hogy a hajókémény, vagy a Nap sugaraitól átforrósodott szántóföld fölött a tárgyak képei reszketni látszanak. Az áramló meleg levegő ugyanis kisebb sűrűségű, mint a hidegebb levegő, másképpen töri a fényt. A különböző sűrűségű meleg és hidegebb levegő folytonos kavargása úgy hat, mintha a fény ide-oda ugráló fénytörő lencséken és prizmákon jutna a

szemünkbe. Ilyen meleg és hideg légáramlatok mindig vannak a levegőtengerben, ezek tolyton változó fénytörő hatása reszketteti a csillagok fényét és bontja fel a szivárvány színeire. Legerősebben azok a csillagok pillognak, amelyek közel vannak a látóhatárhoz. Ezek fénye sokkal vastagabb levegőrétegen kénytelen áthaladni, mint azoké, melyek fejük felett vannak. A vastag légrétegben sok-sok helyen törik és bomlik a csillag fénye. A látóhatárhoz közel lévő csillagok néha olyan erősen pillognak, hogy szinte hunyorognak, mint az utolsó lobbanó gyertya, olykor himbálózhatnak, ugrálnak és a legkülönbözőbb színeket játsszák, mint a gyémánt.

Megfigyelhetünk a csillagok között olyanokat is, melyek egyáltalában nem szikráznak, hanem nyugodt, egyenletes fényt árasztanak. Ezek nem is csillagok, hanem Földünk bolygótársai. A bolygók sokszorta közelebb vannak, mint a csillagok és közelségük tolytán nem pontnak, hanem igen piciny korongocskának látszanak. A kis korongnak minden pontja külön-külön vibrál és ezek együttes hatása lerontja egymást, a kis korong nyugodt fényűnek látszik. Kis gyakorlattal egyenletes fényükről is felismerhetjük a bolygókat a csillagok között.

A látóhatár irányában a vastag levegőréteg a csillagok fényét is megvámolja, amint a fénysugár ezen a néhány ezer kilométer vastagságú levegőrétegen át éri el szemünket. Ugyanazt a csillagot sokkal halványabbnak látjuk, mikor alacsonyan jár az útja és mindjárt a házak, vagy fák teteje fölött látszik az égen, mint mikor nagyobb magasságban halad napi vándorlásában. Az egészen halvány csillagok fénye nem is tud keresztülhatolni a vastag légtömegekben és úgy tűnik fel, mintha a látóhatár közelében sokkal kevesebb csillag volna, mint az ég felsőbb tájékán.

Vannak a csillagok között olyan különbségek is, melyek nem írhatók a légkör, vagy szemünk fogyatékoságának rovására. Mindenekelőtt szembetűnik, hogy a csillagok fényessége az ég magasabb részein sem egyforma. Vannak ragyogóan fényes csillagok és vannak olyan halványak, hogy még éppen csak látszanak. Régebben úgy gondolták, hogy azért fényesebb egy csillag, mert közelebb van hozzánk. A csillagászok megállapították, hogy a csillagok valóságos fényessége is nagyon különböző. Van, amelyik sokszorta fényesebb, mint a Nap és van, amelyik szerényebb keretek között ontja magából a fénysugarakat. Lehetséges, hogy egy csillag, amit halványsága miatt alig-alig látunk, a valóságban igen fényes csillag, csak rendkívül messze van.

Jobban megfigyelve, azt is észrevesszük, hogy a csillagok nem egyforma színűek. Különösen akkor vehető jól észre a színkülönbség, ha összehasonlítunk két csillagot. Az egyik kékesfehér, vagy fehér, a másik sárga és van narancsvörös és vörös csillag

is. A szín a csillag hőmérsékletét árulja el, mint ahogy az izzó vas színéről is lehet következtetni annak hőmérsékletére. Legforróbbak a kékesfehér, vagy fehér csillagok. Ezek felszínén soktízezer fokos hőség uralkodik. Már kevésbé forróak a sárga és narancsvörös csillagok 6—10.000 fokos hőmérsékletükkel. A vörös csillagokon pedig már csak 2500—3000 fok a hőség.

Ugy látjuk, hogy a sokfajta fényességű és színű, közelebbi és távolabbi csillag minden rendszer nélkül helyezkedik el az égbolton. Ha tüzetesebben megfigyeljük az eget, rájövünk, hogy ez nem úgy van. Az égen ugyanis nemcsak egyes csillagokat vehetünk észre, hanem megpillanthatjuk a Tejutat is, azt a halványan derengő fénylő sávot, mely végigvonul az egész égboltozaton és a látóhatár alatt is folytatódva, egy fénylő gyűrűt alkot. Ez a tejfehéren csillámló fényesség nem más, mint sok-sok milliárd igen távoli csillag együttes fénye. Ezek a csillagok olyan irtózatosságot okoznak, hogy külön-külön nem is láthatók, de számuk olyan nagy, hogy együttes fényük mégis kiadja a Tejút szelíd világosságát. Ha éjszaka repülőgépen közeledünk egy nagy város felé, legelőször úgy tűnik elénk a város, mint egy kis halvány fényfolt a látóhatár alján. A város lámpáit egyenként még nem látjuk ilyenkor, de a sok lámpa együttes fénye már kivehető. Így vagyunk a Tejút irányába eső csillagokkal is. A megfigyelésből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ebben az irányban sokszorta több csillag van, mint a tér többi irányában. A csillagok tehát nem rendszertelenül helyezkednek el, hanem úgy látszik, hogy legtöbbször egy óriási gyűrűt alkot körülöttünk. Ez az első meggondolás még nem felel meg teljesen a valóságnak. A gyűrűfelismerés helyes, csak még hozzá kell tennünk, hogy természetesen a gyűrű belseje is ki van töltve csillagokkal. Hiszen nem a Tejút távoli gyűrűinél kezdődik a csillagvilág, hanem itt van a sok közelebbi csillag is, amelyek egy része szabadszemmel is látszik. A Tejút tehát nem gyűrű-, hanem korong- vagy lencsealakú. A csillagok tehát óriási korongalakú rendszert alkotnak és ennek a rendszernek a körvonalait látjuk az égen a Tejút sávjában. A csillagoknak ezt a hatalmas rendszerét Tejútrendszernek nevezik. Mi a Nappal és a többi bolygóval együtt benn vagyunk ennek a rendszernek a belsejében. A Nap is csillag, a Nap is ehhez a Tejútrendszerhez tartozik. Közelről a Tejútrendszer többi csillaga is olyan volna, mint a Nap. Mi az égen tehát a Tejútrendszer csillagait látjuk. Könnyen megérthetjük, hogy a korong belsejéből a Földről szemlélve, miért látunk minden irányban csillagokat és miért nem csak a Tejút irányában. A korongnak megvan a maga vastagsága is, legvastagabb a közepén és a két vége felé elvékonyodik, mint az üveglencse. Képzeljük magunkat rendkívül kicsi-



15. ábra.

Az üveglencse belsejéből minden irányban látnánk az üveg legkisebb részecskéjét, de legtöbbet a széle felé.

nyítt kiadásban az üveglencse közepébe. Világos, hogy az üveg részecskéit minden irányban látjuk, hiszen ezek körülvennének bennünket, de legtöbbjét látjuk a lencse szélei felé.

Ha jobban megnézzük a Tejútát, észrevesszük, hogy egy részen feltűnően fényesebb, mint a többi helyeken. Ez azt mutatja, hogy mi nem a középpontjában vagyunk a korongnak, hanem a Nappal együtt attól oldalt helyezkedünk el. A középpontból ugyanis nagyjából egyforma fényesnek látszik az egész Tejút. Azért mondjuk, hogy csak nagyjából, mert a Tejút sávja sehol sem teljesen egyforma fényességű, világosabb és halványabb részek váltakoznak rajta, sőt egy helyen ketté is válik a Tejút fényfolyója az égen és mint valami szigetet zár körül egy nagyobb sötétebb foltot.

A sötétebb és világosabb részek váltakozása a Tejútban azt mutatja, hogy a csillagok nem egyenletesen töltik ki a Tejútrendszer nagy korongját. A fényesebb részek nagy csillagfelhőket jelentenek.

A Tejútrendszeren belül a csillagok egyes kisebb rendszereket, csillagtársulásokat, csillagrajokat, csillaghalmazokat alkotnak. A társulások és rajok lazább csoportosulások, a halmazban sok csillag van együtt. Az olyan halmazt, melynek nincsen közeli csillagok csoportosulásából alkotott magja, nyílt halmaznak nevezik. Egy ilyen nyílt halmaznak fényesebb csillagai szabad szemmel is láthatók. Mindenki ismeri a Fiastyúk csillagképet, mely téli éjszakákon van magasan az égen. Hat egymáshoz közeli csillagból áll a Fiastyúk és ez a hat csillag egy nyílt halmazhoz tartozik. Van olyan halmazok is, melyek középpontjában igen erősen sűrűsödnek a csillagok, mintegy gömbformájú központi magot alkotva. Ezek a gömbhalmazok. A csillagászok vagy száz gömbhalmazt ismernek és ezek a gömbhalmazok kívülről veszik körül a Tejút-

rendszer korongját. Szabadszemmel is még éppen kivehető egy gömbhalmaz is, mint halvány kis elmosódott fényfolt a Herkules csillagképben. Ha a későbbiekben megismerjük a Csillagtérkép használatát, az égen könnyen felkereshetjük és színházi látcsővel egész jól láthatjuk.

A csillaghalmazokon kívül egészen kis csoportokat is alkotnak a csillagok. Gyakran csak két egymás körül keringő csillag van együtt. Kettős csillagnak hívják az ilyen rendszert. De nem ott kell az ilyen rendszereket keresnünk, ahol egymás mellett két csillagot látunk az égen, mert ezek a valóságban rendszerint óriási távolságban vannak egymástól. A kettős csillagok szabad szemmel csak egy csillagnak látszanak és csak erős nagyítású távcső bontja fel őket két csillagra. De mégis, szabad szemmel is lehet látni egy hármas rendszernek két tagját. A Göncöl-szekér rúdjának középső csillaga ez, mely mellett ott látszik a kis halvány Alkor nevű csillag, melyet magyarul Kisbéresnek is hívnak. Színházi látcsövön nézve, szépen látszik az egy rendszerbe tartozó két csillag. Nagy távcső azután megmutatja, hogy maga a rúd középső csillaga is kettős csillag, tehát hármas rendszerrel van dolgunk.

A csillagokat régebben — megkülönböztetésül a bolygóktól — „álló csillagoknak“ hívták. Azt hitték, hogy a csillagok nem mozognak, mert egymáshoz viszonyított helyzetük nem változik. Szabad szemmel nem is tudunk a csillagoknál mozgást észlelni, de mégis helytelen volna, ha úgy néznénk a csillagokra, mint mozdulatlanul álló testekre. Anyag nincsen mozgás nélkül és mozognak a csillagok is, mégpedig igen nagy sebességgel. Nagy távolságuk miatt látszanak csak állónak, ahogy a gyorsvonat is állni látszik egy messze liegytetőről nézve. A mozgó csillagok nem össze-vissza mozognak, mint a szúnyograjban a szúnyogok. A csillagok mozgása abban nyilvánul, hogy valamennyien keringenek a Tejútrendszer középpontja körül. Napunk pl. 200 millió év alatt kerüli meg a középpontot. A Nap és többi hatalmas izzó napok által alkotott óriási forgó korongot látjuk mi annak belsejéből a csillagos ég képeiben.

Láttuk, hogy a forgó korong belsejében a csillagok halmazokat, csoportokat alkotnak. Ezekből a valóságos csoportoktól élesen meg kell különböztetnünk azokat a látszólagos csoportosulásokat, melyeket csillagképek néven mindnyájan ismerünk. A csillagképek csillagait mindig együtt látjuk az égen és sokan talán úgy gondolhatják, hogy egy-egy csillagképet alkotó csillagok kapcsolatban vannak egymással. A valóságban, a természetben a csillagképek nem is léteznek. Mi például úgy látjuk, hogy a Nagy-Göncöl csillagkép csillagai szekér formában helyezkednek el. Ilyen

alakzatot hiába keresnénk a csillagok között. Azok a csillagok, amelyek innen a Földről ilyen alakban látszanak, a térnek a legkülönbözőbb helyein lehetnek.

Bár a csillagképek csak ilyen látszólagos csoportosulások, az égen való tájékozódás szempontjából alapvető fontossággal bírnak. A csillagok helyzete szolgál alapul a földi tájékozódásnál és időmeghatározásnál is, így a csillagos ég ismeretének nagy gyakorlati jelentősége van. A mindennapi életben is sokszor hasznát vehetjük, ha ismerjük a csillagképeket és a csillagok helyzetét. A szabadban tartózkodva, sokszor előfordulhat, hogy csak a csillagok segítségével határozhatjuk meg az égtájakat, vagy sokszor jól felhasználható, ha a csillagok állásáról le tudjuk olvasni hogy körülbelül hány óra van.

A csillagképek megismerésénél vissza kell térnünk a látszólagos planetárium szemléletére. Éggömbről és az éggömbön egymás mellett, vagy egymás alatt levő csillagképekről és csillagokról fogunk beszélni. A valóságban ezek a fogalmak természetesen csak irányokat jelentenek.

A csillagok feltűnőbb csoportjait az emberek már a legrégebb idők óta külön elnevezésekkel jelölték meg. Képzeletük mindenféle állatok és mesés alakok körvonalait vélte felfedezni a csillagokban. Ezek az elnevezések máig is megmaradtak, ha nem is gondoljuk mindig a csillagképekhez mesebeli hősök és állatok körvonalait. Az óriási távolság miatt a csillagoknak a valóságban igen gyors a mozgása, csak sokezer év alatt változtatja meg a csillagok látszólagos helyzetét. Az egyes csillagképek így most is ugyanolyanok, mint az ókori egyiptomiak, vagy görögök idejében voltak. Abban az időben azonban, amikor az ember az állatvilágból kiemelkedett, egészen más volt a csillagképek alakja és hosszú idő, 50.000 év múlva már megint egészen más lesz.

A csillagászok nem csak az ismert körvonalakat alkotó fényesebb csillagokat számítják a csillagképhez, hanem minden halvány, sőt szabad szemmel nem is látható csillagot is, mely a csillagkép közelében található. A csillagászok részére tehát a csillagképek az égbolt egyes elhatárolt területeit jelentik és ezek segítségével rögzítik, hogy éppen az égnek melyik részéről beszélnek. Ahogy egy várost megjelölünk a Földön, hogy Romániában, vagy Kínában van, ugyanannyit jelent, ha egy csillagról megmondjuk, hogy melyik csillagképben található. Az egyes csillagképek területén található csillagokat úgy különböztetik meg a csillagászok, hogy fényességi sorrendben a görög ábécé betűivel jelölik meg. A legfényesebb csillag kapja az alfa, az utána következő a béta jelzést és így folytatják tovább az ábécében következő gamma és



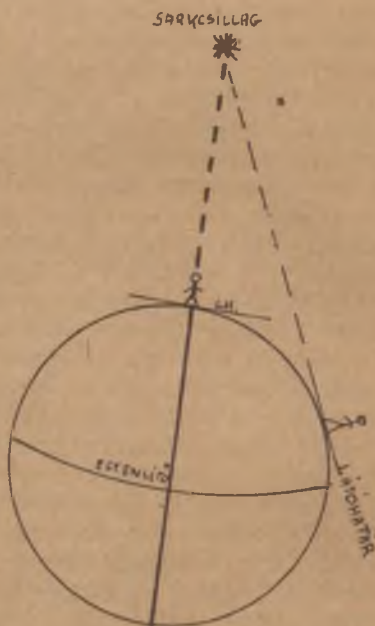
delta stb. görög betűkkel. A Nagy Göncöl alfája tehát azt jelenti, hogy a Nagy Göncöl csillagkép legfényesebb csillaga.

A szabad szemmel való tájékozódáshoz elég, ha csak a fényesebb csillagok alkotta alakzatokat vesszük figyelembe.

A csillagképeket legkönnyebben a csillagtérkép segítségével lehet megismerni. A csillagtérkép az ég északi és déli félgömbjét egy-egy körlapon ábrázolja. Tőlünk az északi félgömb csillagai láthatók, tehát az ezt ábrázoló térképet kell használnunk. Legjobb, ha először egy-két ismerős csillagképet magán az égen keressünk fel, azután ezek helyzetét megnézve a térképen, most már a térkép segítségével keressük fel az égen a többi csillagképeket.

Igy kiindulhatunk a mindenki által ismert Göncöl-szekérből, vagy más néven Nagy Medvéből. Ennek hét fényes csillagát könnyen megtaláljuk az égen. Ha a szekér két hátsó csillagán átmenő irányt meghosszabbítjuk a két csillag távolságának mintegy ötszörösével, a Sarkcsillagot találjuk. Ezt a csillagot éppen azért nevezték el Sarkcsillagnak, mert közvetlen közelében van az égnek az a pontja, ahova a Föld forgástengelyének iránya mutat. Ez a pont, melyet az ég északi sarkának neveznek, kb. egy holdtányérnyi távolságra esik a Sarkcsillagtól a Nagy Göncöl felé. Közeli-tőleg úgy vehetjük, hogy a Sarkcsillag jelöli meg az ég északi sarkát. Ha a Föld északi sarkán állnánk, akkor éppen a fejünk felett látnánk a Sarkcsillagot. Az Egyenlítőről nézve, a Sarkcsillag lent, a látóhatár alján látszik. Ha az Egyenlítőtől az Északi Sark felé haladunk, a Sarkcsillagot egyre magasabban látjuk a látóhatár felett és mire megérkezünk az Északi Sarkra, a Sarkcsillag éppen a fejünk fölé kerül. Az égen a távolságokat fokokban mérjük. Könnyű megjegyezni, hogy a látóhatár valamelyik pontjától, az ég legmagasabb pontjáig, mely a fejünk felett van, a távolság  $90^\circ$ , ennek fele  $45^\circ$ . Úgy is mondhatjuk tehát, hogy miközben az Egyenlítőtől az Északi Sarkra utaztunk, a Sarkcsillag látóhatár feletti magassága  $90^\circ$ -kal emelkedett. A Földön is fokokban szoktuk mérni a távolságokat. A földrajzi szélességet az Egyenlítőtől számítjuk fokokban, az Északi Sark felé. A földgömbön az Északi Sark egynegyed kör távolságra van az Egyenlítőtől, a negyed kör  $90^\circ$ -nak felel meg, tehát az Északi Sark földrajzi szélessége  $90^\circ$ . Látjuk, hogy miközben elutaztunk a  $0^\circ$  földrajzi szélességű helyről (az Egyenlítőről) a  $90^\circ$  földrajzi szélességű helyre (az Északi Sarkra), a Sarkcsillag látóhatár feletti magassága közben ugyan-csak  $0^\circ$ — $90^\circ$ -ig emelkedett. Ha útunk felét tesszük meg, vagyis a  $45^\circ$ -os szélességi körig haladunk a Földön, a Sarkcsillag is csak a felemagasságig,  $45^\circ$  szögtávolságra fog emelkedni a látóhatár fölé. Láthatjuk ebből, hogy a Sarkcsillag fokokban kifejezett látóhatár feletti magassága, mindig egyenlő a földrajzi szélességgel.

Megmérve a Sarkcsillag látóhatár feletti magasságát, meghatározhatjuk a földrajzi szélességet. Budapesten pl. a Sarkcsillag  $47.5^\circ$  szögtávolságra van a látóhatár felett, ebből megállapítható, hogy Budapest földrajzi szélessége  $47.5^\circ$ .



16. ábra.

Az Egyenlítőtől a Sarkcsillag felé haladva a Sarkcsillag látóhatárfeletti magassága egyre emelkedik.

A Sarkcsillag irányába esik Földünk tengelye, a Sarkcsillagot nézve tehát elképzelhetjük, hogyan is forog Földünk tengelye körül. A Sarkcsillagot megismerve, még egy fontos helyét is megismerhetjük az ég gömbjének. Ahogy a Földön a sarkoktól  $90^\circ$  szélességi foktávolságra levő nagy kört egyenlítőnek hívják, ugyanúgy az égen a Sarkcsillagtól mindenütt  $90^\circ$  szögtávolságban haladó nagy kört égi Egyenlítőnek nevezik. Láttuk, hogy a Sarkcsillag csak  $47$  és fél fok magasságban van a látóhatár fölött. A Sarkcsillagtól a látóhatár felé számított  $90^\circ$  már mélyen a látóhatár alatt van. Az égi Egyenlítőnek egy része tehát tőlünk nézve, a látóhatár alá esik. A Sarkcsillagra a Föld tengelyének északi vége

mutat, tehát a Sarkcsillag az északi irányt mutatja. A Sarkcsillag segítségével derült éjszakákon iránytű nélkül is azonnal megállapíthatjuk nagyjából az északi irányt és ezáltal a többi világtájakat. A Sarkcsillag felé fordulva, hátunk mögött van dél, jobbkézünk felé kelet, balra nyugat. Az előbb említett égi Egyenlítő nagy köre éppen a kelet és nyugat pontokon metszi a látóhatárt, mert hiszen a kelet, vagy nyugat foktávolsága az északi iránytól is  $90^\circ$ . A gyakorlatban az északi irány meghatározásánál mindig először a könnyen megtalálható Nagy Göncölt keressük fel az égen és innen kiindulva találjuk meg a Sarkcsillagot. A Sarkcsillag legfényesebb csillaga a Kis Göncöl, vagy Kis Medve csillagképnek. Ez a csillagkép hasonló a Nagy Göncölnöz, csak annak kicsinyített mása. A Sarkcsillag a rúd legvégén van. A Nagy Göncölből kiindulva, a Kis Göncölig és ezt az irányt folytatva a Sarkcsillagon túl, kb. ugyanolyan távolságra, mint a Nagy és Kis Göncöl távolsága, találjuk a W alakban elhelyezett csillagjaival feltűnő Cassiopea csillagképét. (17. ábra.)

Egyik este tehát ezt a három csillagképet tanuljuk meg megismerni az égen és otthon nézzük meg ezeket a csillagtérképen.

A Sarkcsillag a térkép közepén van, ettől oldalvást ellenkező irányban a Nagy és Kis Göncöl. Nézzük meg most már a térképen ezeknek a csillagképeknek a szomszédait. Tanuljuk meg a térképről kettő, háromnak a formáját és másnap keressük meg ezeket is az égen. Ajánlatos először a Sarkcsillag közelében lévő csillagképekkel megismerkedni. A térképen látjuk, pl., hogy a Cepheus csillagkép ötszögalakú, olyan kis házikó féle formájú, kb. a Kis Göncöl és Cassiopea között van. Ugyanott találjuk az égen is. A Sárkány, vagy latin néven Draco (Drákó) csillagkép meg a Nagy és Kis Göncöl között kezdődik és a Kis Göncöl körül kacsaringózik tovább. Most már öt csillagképet ismerünk. Ezeket több este tanulmányozzuk az égen.



17. ábra.

A Göncöl, a Kis-Göncöl és a Cassiopeia csillagképek.

Ha az este különböző óráiban figyeljük az eget, hamar rájövünk, hogy ez az öt csillagkép nem mindig ugyanott látszik az égen. A Sarkcsillag mindig egyhelyben van, de a többi csillagkép mintegy elfordulni látszik a Sarkcsillag körül. Az ég úgynevezett napi látszólagos körforgását tapasztaljuk ilyenkor, ami nem valószínű mozgás, hanem Földünk tengelykörüli forgásának tükröződése az égen. Valóságban a Föld forog és azt a látszatot kelti, mintha a Föld mozdulatlan lenne és a csillagos ég fordulna meg egy nap alatt a Sarkcsillagon átmenő tengely körül. A Nagy és Kis Göncöl, a Cassiopea, a Cepheus, a Sárkány egy nap alatt teljesen megkerüli a Sarkcsillagot (18. ábra). Persze mi mindig csak éjjel



18. ábra.

A Nagy-Göncöl 24 óra alatt az óramutató járásával ellenkező irányban megkerüli a Sarkcsillagot.

láthatjuk őket, de nappal is ott vannak az égen, csak a Nap erős fénye miatt nem vehetők észre. A Sarkcsillagtól messzebb eső csillagképek már olyan nagy körön kerülnek meg a Sarkcsillagot, hogy a kör el sem fér az égbolt látható felén, hanem lemegy a látóhatár alá. Az ilyen csillagképek nincsenek mindig az égen, hanem kelnek és nyugszanak. Az Egyenlítőn lévő csillagoknak éppen fele útja van a látóhatár felett és alatt. Már tudjuk, hogy az égi egyenlítő éppen keleten és nyugaton metszi a látóhatárt. Ha tehát látjuk felkelni az Egyenlítőn lévő Orion csillagképet, pontosan tudhatjuk, hogy ott van kelet. Az Egyenlítő alatt lévő csillagképek ívének csak kisebb része esik a látóhatár fölé és a még délebbre lévő csillagképek innen már sohasem láthatók.

Az ég látszólagos elfordulását szemléletesen követhetjük, ha a Sarkcsillag körül egy nagy óraszámlejtet képzelünk és pl. a Göncöl-szekér két hátsó csillagát a Sarkcsillaggal összekötő egyenest egy óramutatónak gondoljuk. Egy óramutató állását akkor is felismerjük, ha nem is látjuk a számokat, így az előbbi képzelt óramutatót is mindig megbecsülhetjük, hogy most 6 óra, most 9 óra, most meg 12 óra állásban van.

Tapasztalhatjuk, hogy a Göncöl alkotta mutató ellenkező irányban halad, mint a valóságos óramutató és 2 óránként ér el egyik számjegynek megfelelő állásból a másikig. Ez természetes is, hiszen 24 óra alatt végez egy teljes körfogást és mi az égi órán a szemléletesség kedvéért 12 számjegyet képzelünk. Ezt az ismeretet már felhasználhatjuk az idő múlásának mérésére, mert ha megfigyeljük, hogy pl. az égi mutató 9 óra állásban van és később megnézve látjuk, hogy visszament a 7 órának megfelelő állásba, tudhatjuk, hogy 4 óra eltelt. Ha a mutató állása mindig a nap egy bizonyos órájának felelne meg, azt is könnyen le tudnánk olvasni róla, hogy este 9, vagy 11 óra van-e. Így lenne ez, ha Földünk csak a tengelye körül forogna. De a Föld egy év alatt egyszer megkerüli a Napot is. Ez a mozgás is visszatükröződik az égen, és pedig megint úgy, mintha a Föld lenne mozdulatlan és az ég fordulna meg egy év alatt egyszer körülötte. Ez a második látszólagos mozgás hozzáadódik az előbbihez, így az ég minden nap nemcsak egy teljes fordulatot tesz, hanem még ezenfelül egy kicsit tovább forog, az évi fordulatnak egy napra eső részével. A csillagóra így sietni fog naponta kb. 4 percet. Egy hónap alatt ez már éppen 2 órát tesz ki. Ha tehát pl. július első napjaiban este 9 órakor a 9 óra állásban volt a mutató, augusztusban ugyanezen órában a 8-as állásban lesz, szeptemberben pedig a 7-esen. Egyszerű leolvasással tehát sohasem tudhatjuk meg, hogy hány óra van. Egy kis következtetéssel azonban könnyen segíthetünk ezen. Jegyezzük meg, hogy július elején este 9 órakor a Göncöl-mutató is 9-e állásban van. A következő hónapokban pedig havonta mindig 2 órát siet. Ennek figyelembevételével mindig le tudjuk olvasni, hogy körülbelül hány óra van.

Akik kedvet éreznek az ilyen számításokra, a fejezet végén közölt egyszerű módszert tanulmányozva, hamarosan gyakorlatra tehetnek szert az égi óra leolvasásában.

A mondottakból világossá válik, hogy a csillagképeknek a látóhatárhoz viszonyított helyzete az év minden hónapjában és a nap minden órájában más és más. A csillagok a csillagóra szerint kelnek és így a nem mindig látható csillagképek kelésének órája is eltolódik havonta 2 órával és amikor már a nappal óráira esik, abban a hónapban ezek a csillagképek nem is láthatók. Az

Orion, a Fiastyúk pl. ősszel kezdenek az esti órákban felkelni és télen láthatók. Ugyanúgy a Nagy Kutya a fényes Sziriusz csillaggal. A Lant csillagkép és a fényes Véga csillag viszont csak a nyári hónapokban látható.

Könnyen megállapíthatjuk, hogy milyen csillagképek láthatók az év melyik hónapjában, ha a térképen tanulmányozzuk az úgynevezett állatövi csillagképeket. 12 ilyen állatövi csillagkép van és ezek arról nevezeteseek, hogy a Föld napközi keringése miatt a Nap látszólag ezeken a csillagképeken keresztül vándorol végig egy év alatt körben az égen. A Nap így minden hónapban egy-egy állatövi csillagképben tartózkodik. Ilyenkor ezek a csillagképek nappal vannak az égen, tehát nem láthatók. Pl. novemberben a Nap a Skorpíó csillagképben van, így éjjel ebben a hónapban hiába keressük a Skorpíó csillagképét az égen. Ha novemberben véletlenül teljes napfogyatkozás van és az elsötétülő égen felragyognak a csillagok, láthatjuk, hogy a Hold által eltakart Nap valóban a Skorpíó csillagképben tartózkodik.

Az alábbiakban feltüntetjük, hogy a Nap az év egyes hónapjaiban melyik csillagképben tartózkodik:

Január	— — — — — — — —	Bak
Február	— — — — — — — —	Vízöntő
Március	— — — — — — — —	Halak
Április	— — — — — — — —	Kos
Május	— — — — — — — —	Bika
Június	— — — — — — — —	Ikrek
Július	— — — — — — — —	Rák
Augusztus	— — — — — — — —	Oroszlán
Szeptember	— — — — — — — —	Szűz
Október	— — — — — — — —	Mérleg
November	— — — — — — — —	Skorpíó
December	— — — — — — — —	Nyilas

Márciusban tehát nem látható a Halak csillagkép és a mellette lévő csillagképek, vagy augusztusban nem látható az Oroszlán és a körülötte elhelyezkedő csillagképek, mert ezek a Nappal együtt járnak és éppen déli 12 órakor mennek át az égen az az észak-déli vonalon, vagy ahogy a csillagászok mondják, a meridiánon. Ezt tudva, azt is kitalálhatjuk, hogy milyen állatövi csillagképek láthatók az egyes hónapokban az éjjeli órákban. Az ég 24 óra alatt tesz egy teljes fordulatot, déltől éjfélig, tehát csak egy fél fordulatot végez így éjféltre azok a csillagképek fognak az észak-déli vonalba fordulni, amelyek a délben az égen lévő csillagképtől éppen egy félkör távolságra vannak a térképen,

vagyis vele éppen szemben található. A térképről fel is jegyezhetjük magunknak:

Januárban jól látható	a Rák
Februárban jól látható	az Oroszlán
Márciusban jól látható	a Szűz
Áprilisban jól látható	a Mérleg
Májusban jól látható	a Skorpió
Júniusban jól látható	a Nyilas
Júliusban jól látható	a Bak
Augusztusban jól látható	a Vízöntő
Szeptemberben jól látható	a Halak
Októberben jól látható	a Kos
Novemberben jól látható	a Bika
Decemberben jól látható	az Ikrek.

Az egyes hónapokban ezek a csillagképek mindig pont éjfélkor mennek át az észak-déli vonalon, vagy meridiánon.

Ezeknek az ismereteknek birtokában már hozzáfoghatunk a Sarkcsillagtól távolabb eső csillagképek tanulmányozásához, mert tudjuk, hogy minden hónapban mely csillagképeket láthatunk. Egy év alatt így az egész égboltot alaposan megismerhetjük. Az ismeretek arra is módot adnak, hogy térképünket mindig úgy állítsuk be, hogy ugyanolyan helyzetbe mutassa a csillagokat, ahogy az égen látszanak. Már tudjuk ugyanis, hogy éjfélkor melyik hónapban milyen állatövi csillagkép megy át az észak-déli vonalon. Ezek a csillagképek ilyenkor a Sarkcsillaggal szemben, a déli égbolton láthatók. Éjfélkor egész pontosan a déli irányban. Ha tehát éppen éjfélkor néznénk az eget, akkor térképünket úgy kellene beállítani, hogy a térképen a csillagképet a térkép középpontjában lévő Sarkcsillaggal összekötő egyenes az észak-déli vonalba essen és így a térképre rajzolt csillagkép is a déli irányba mutasson. Ekkor a térkép azonos állásban mutatja a többi csillagokat is az égen látszó helyzetükkel. Ha éjfélnél előbb, vagy utóbb nézzük az eget, akkor sem jövünk zavarba, mert tudjuk, hogy az ég az óramutató járásával ellenkező irányban 2 óra alatt annyit fordul el, mint egy óralapon az egyik számjegy távolsága a másiktól, ami a térképen negyedkör harmadrészének felel meg. Ha tehát 10 órakon nézzük az eget, akkor előbb beállítjuk a térképet a 12 órának megfelelő helyzetbe és előre forgatjuk az óramutató járásával egyező irányban a negyedkör harmadrészével. Így akármelyik órára beállíthatjuk a térképet.

Ha már jól kiismerjük magunkat az égen, a térkép segítségével észrevehetjük, hogy az Androméda csillagkép béta csillaga fölött kissé balra egy halvány fényfoltot látunk. Csak egészen tiszta, holdvilág nélküli éjszakán próbálkozzunk meg felkeresésé-



19. ábra.

A Sarkisillag köré óralapot képzelve, a Göncölszekér két hátsó csillaga mint egy óramutató, körbenjárja az óralapot. Visszafelé haladva két óra alatt ér el egyik számjegytől a másikig.

vel, mert nagyon halványan látszik, éppen csak, hogy látható. Egy színházi látcsővel már sokkal szebben látszik. Nem csillag ez a halvány fényfolt, hanem egy ugyanolyan másik Tejútrendszer, mint amelyikbe a mi Napunk és csillagtársai tartoznak. Androméda-köd a neve ennek a külső Tejútrendszernek és hozzája hasonlóak megszámlálhatatlan sokaságban követik egymást a végtelen világ-mindenségben. Az Androméda-köd távolsága 650.000 fényév, az a halvány kis fény, mely még a szabad szemnek is elárulja létezését, ezelőtt 650.000 évvel indult el az Androméda-ködről és most ért szemünkbe. Egy közelebbi Tejútrendszer szomszédunk a Kis és Nagy Magellán-felhő, csak a Föld déli részéről látszik. Innen az északi féltékről nézve az Androméda-köd a hozzánk legközelebb eső külső Tejútrendszer. Ez is csillagok milliárdjaiból áll, csakúgy, mint a mi Tejútrendszerünk, ott és éppenúgy vannak a csillagoknak bolygók, mint a mi Tejútrendszerünk csillagainak és ezeken a bolygókon is kifejlődhetnek értelmes lények. Ezek a mi Tejútrendszerünket látják halvány kis foltnak az ő Tejútrendszerük csillagai között.



*Hogyan lehet a Göncöl szekérről leolvasni, hogy hány óra van?*

A csillagos ég c. fejezetben láttuk, hogy a Göncöl szekér két hátsó csillaga mint egy óramutató körben jár a Sarkcsillag körül. (19. ábra.)

Képzeljük el, hogy van egy olyan zsebóránk, mely naponta két órát siet, de éppen július hónapban jár együtt a pontos órával. Ez az óra a július után következő hónapokban már nem mutatja a pontos időt, de tudva azt, hogy mennyit siet, mégis akármelyik hónapban meg tudjuk vele állapítani, hogy kb. hány óra van. Nem kell ugyanis mást tenni, mint az óra által mutatott időből annyszor két órát levonni, ahány hónappal vagyunk július után. Pl. szeptemberben elővesszük az órát és látjuk, hogy 11 órát mutat. Szeptember a második hónap július után, az óra már kétszer két órát, vagyis 4 órát siet, tehát csak 7 óra van. Kérdés, hogy lehet evvel a zsebórával a július előtti hónapokban megállapítani, hogy hány óra van? Az óra havonta két órát sietve, júliusban érte el a pontos időt. Juniusban tehát még két órával kevesebbet mutatott, akkor két órát késett. Még előbb májusban négy órát késett és így tovább mindig annyszor két órát késik, ahány hónappal vagyunk július előtt. A július előtti hónapokban tehát az óra állásához hozzá kell adnunk annyszor két órát, ahány hónappal július előtt vagyunk.

Ehhez a siető zsebórához hasonlóan jár az égi óra is és ilyen módon a Göncöl mutatóról is leolvashatjuk az időt. Ahogy a zsebórán is először megnézzük, hogy hány óra van és azután helyesbítettük a sietést vagy késést, ugyanígy az égióránál is egyelőre nem törődünk azzal, hogy milyen hónapban vagyunk, hanem úgy vesszük, hogy a 9-es állás este 9 órának felel meg és megnézzük, hogy az égi óra hány órát mutat. Ez persze nem megy olyan könnyen, mint a zsebóránál, hogy csak rápillantunk, de nem is túl nehéz. Először azt igyekezzünk felismerni, hogy a 9-es állás előtt vagy után van-e mutató? Ne felejtjük el, hogy az égi mutató visszafelé jár, tehát „az előtt, vagy után” fordítva van, mint a közönséges óránál. Ha így már kiderült, hogy 9 óra előtt van a mutató, a következő lépés annak a megállapítása, hogy hány órával van a 9-es állás előtt, vagy után. Egy-egy számjegykülönbségnek megfelelő állás két órát jelent, tehát ahány számjeggyel van a mutató a 9-es előtt, vagy után, ezt a számot megszorozzuk kettővel, megkapjuk, hogy hány órával vagyunk 9 óra után, vagy hány óra van még nátra 9 óráig. Az így kapott órák számát hozzáadva a 9 órához, vagy levonva a 9 órából, megtudjuk, hogy az égi óra hány órát mutat. Ezután következik annak megállapítása, hogy a Göncöl óra mennyit siet, vagy késik. Ehhez azt kell tudnunk, hogy a július utáni hónapokban havonta két órát siet, a július előtti hónapokban pedig, havonta két órát késik. A sietéssel, vagy késéssel helyesbítve a leolvasott órát, megtudjuk, hogy a valóságban hány óra van.

**Osszefoglalva tehát az égi óra leolvasásához a következőket kell tudni:**

1. Július hónapban a 9-es állás este 9 órát jelent.
2. A mutató visszafelé jár két óránként egy számjegyet haladva.
3. Július után havonta két órát siet, előtte két órát késik.

**Nézzünk egy-két példát:**

Szeptember hónapban a mutató a 6-os állásban van, kérdés hány óra van?

1. A mutató már 9 óra után van, mert már visszament a 6-osra.
2. Három számjegyet ment vissza, ezt az utat háromszor két óra, annyi mint 6 óra alatt tette meg, 6 órával vagyunk tehát 9 óra után, vagyis éjjel 3 órát mutat.

3. Szeptember július után van, tehát az óra siet. Szeptember a második hónap július után, tehát 2-szer 2 órát, annyi mint 4 órát siet, vagyis nem éjjel három óra, hanem este 11 óra van.

Másik példa:

Áprilisban a mutató az 1-es számjegynek megfelelő állásban van, kérdés hány óra van?

1. A mutató még este 9 óra előtt van, mert az 1-esen lévén, még nem ért el a 9-esre. (Visszafelé jár!)

2. Még 4 számjeggyel van a 9-es előtt, majd csak 4-szer 2, annyi mint 8 óra alatt ér oda. 8 órával mutat kevesebbet este 9 óránál, tehát déli egy órát mutat.

3. Április július előtt van, az óra késik. Április 3 hónappal van előbb, tehát  $3 \times 2$ , annyi mint 6 órát késik, vagyis nem déli 1 óra, hanem este 7 óra van.

## Az Uránia Múzeumban kiállított műszerek jegyzéke:

### I. terem.

Merkhet (mutató) régi egyiptomi műszer a világtájak meghatározására Napóra (7. oldal).

Fonals fokmérő, az égitestek magasságának meghatározására (8. oldal).

Jakob-botja, fokmérő műszer (9. oldal).

### II. terem.

Trikvetrum (horológium) az égitestek helyzetének meghatározására (13. old.). Szféra armillárisz (gyűrűs teke) égitestek koordinátáinak meghatározására (10. oldal).

Kézi szektáns, az égitestek helyzetének meghatározására és földi helymeghatározására (14. oldal).

Rúgós óra.

Kepler-féle távcső (18. oldal).

Távcsöves quadráns (18. oldal).

Parallaktikus felállítású távcső (20. oldal).

Horizontális felállítású távcsöves quadráns (20. oldal).

Newton-féle tükrös távcső (18. oldal).

Cassegrain-féle távcső modellje.

Cassegrain-távcső maradványa.

Nagy meridián-kör, idő meghatározására (22. oldal).

Kepler-féle távcsövek (18. oldal).

Dollond-féle távcsövek (18. oldal).

Fém-ből készült távcsőtükör (18. oldal).

25 cm-es átmérőjű Newton-szerelésű tükrös távcső (18. oldal).

Fraunhofer prizmjája (24. oldal).

### III. terem.

Modern meridián (22. oldal).

Univerzál teodolit, földi helymeghatározásra (23. oldal).

Heliométer, égitestek kiterjedésének meghatározására (28. oldal).

Csillagászati kupola modellje.

Protuberancia spektroszkóp, különleges színeképelemző készülék (25. oldal).

Zöllner-féle fényerősségmérő (25. oldal).

Egy törtvonalú okulár spektroszkóp (távcsőre szerelhető színeképelemző készülék (25. oldal).

Töpfung-féle égfotométer (fényerősségmérő) (25. oldal).

Sztereokomparator csillagászati fényképfelvétel kimérésére (25. oldal).



