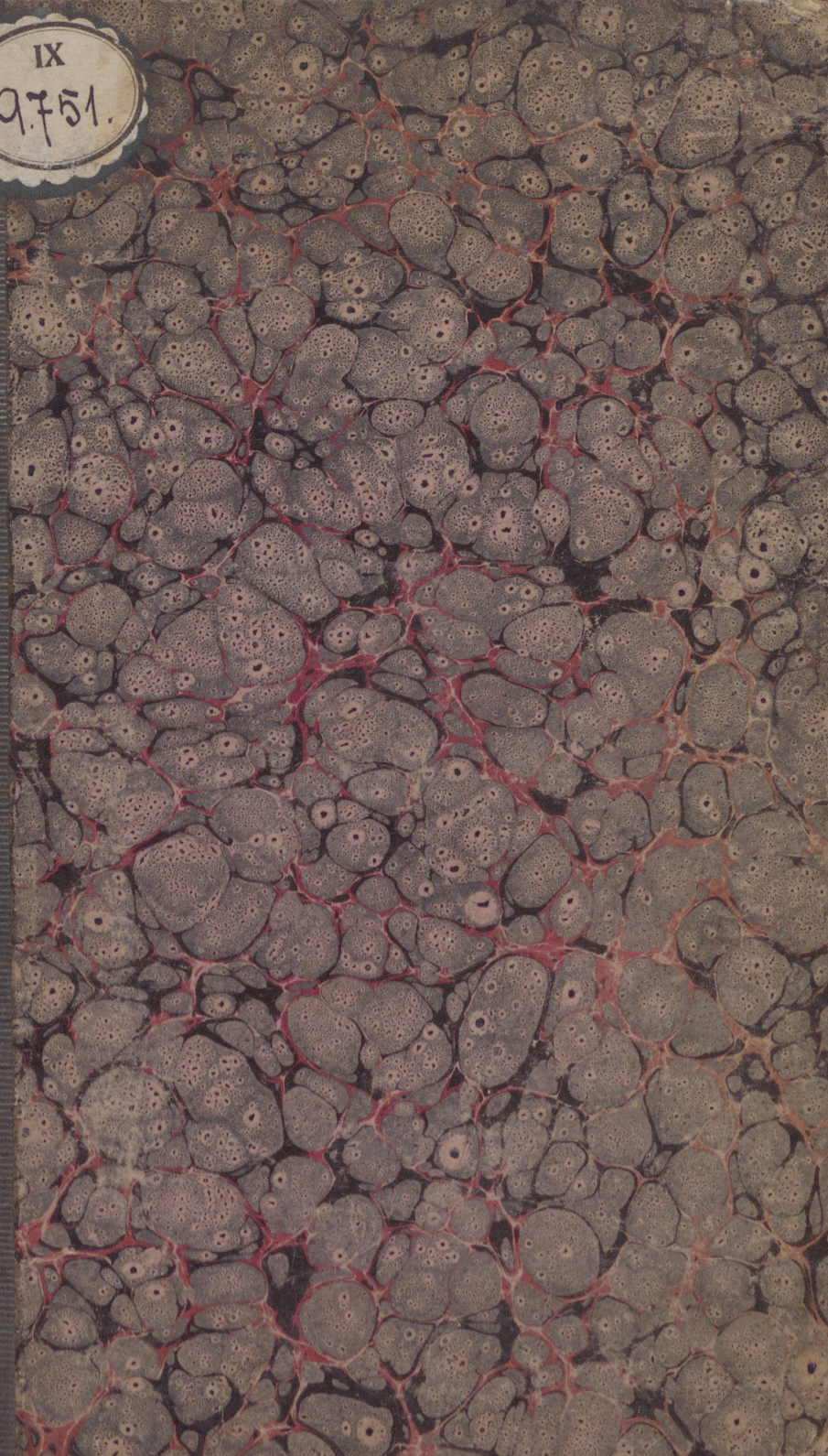


IX

9751.



XIV. 2.



NÉPSZERÜ ÉGRAJZ.

(ASTRONOMIA POPULARIS.)

IRTA

TARCZY LAJOS,

magyar t. t. lev. tag, 's a' pápai ref. főiskolában természettan'
's természetrajz' professora.

Egy kömetszetű táblával.

PÁPÁN,

A' REF. FŐISKOLA' BETŰIVEL, SZILÁDI KÁROL ÁLTAL.

1838.

NC-103.070

NÉPSZERŰ EGYETEM

(ASTROLOGIAI TÖRTÉNET)

MTA KÖNYVTÁR ÉS
INFORMÁCIÓS KÖZPONT



201508952

Előszó.

Minden tudományok között hihetőleg az égrajz az, mellyel kezdi meg az emberi ész a' maga fejlődésének hosszú de kellemdűzs pályáját. Azon kor, mellyben az emberi lélek' szabadsága még a' természet' ölen szendergett, és így mellyben az emberiség állati természetételetet élt, tettekre csupán ösztönök által határoztatván — e' csecsemői kora az emberiségnek legelőször bölcsejével a' természettel, különösen a' rá szintűgy mint maig a' növényekre 's állatokra közvetlenül ható égi testekkel igyekezett megösmernedni. A' lelki szabadságnak a' görög szép korban lett fölébredése után nagyszerű 's a' lelket mélyebben érdeklő tárgyak keledeztek ugyan föl az örök igazság' megösmérésével foglalkozó emberiség előtt: de azért szellemi vágyának tárgyai közzül az égrajz nem tűnt el, hanem koronként az emberi lélek' fejlődésével egy nyomon fejlett.

A' szellemi vágy' legelső sugarai — boldogító fényt 's egy áldott jövendőt árasztó sugarai — hazánkban — a' nagyobb részt értve — most kezdenek mutatkozni. E' vágnak — az emberiség' fejlődésének történetéből huzván következést — a' reál tudományok között leginkább az égrajzra kell irányzódni: mert kit ne érdekelne a' nap' hold' 's csillagok' közelebbi ösmere, — a' föld' forgása — keringése — stb.? Azon szabatosság pedig, mellyen az égrajz' tanitmányai korunkban — a' sok jelesek'

dolgozatai után — népszerű nyelven is közölhetők, — valamint azon nézeti módszer, melly a' neveléstan' elvei szerint a' nagyobb tárgyak' vizsgálatára üdvösen készíti a' lelkeket, mindnyájunknak kik csak parányi tehetséggel bírunk is, azt parancsolják, hogy honi nyelvünkön mathematicai tudományokat adjunk a' közönség' kezébe.

A' nélkül hogy Katona' nevét azon polczról, mellyen literaturánk' történetében ragyog, csak legkevesbbé is alábbvonni törekedném, úgy hiszem mindenki kezét fog velem azon ítéletben, hogy Katona' mathematica geographiája, részint nyelve részint tartalmára nézve, az égrajzi ösmeretekre vágyó lelkeket korunkban ki nem elégítheti. Ezért elhatároztam, hogy természettanom' első kötetéből az égrajzot külön kiadjam, így akarván az olvasó közönség' minél számosb részének az égrajz' igazságai' tanulására utat nyitni; mert tudom természetani kézi könyvem — ha arra méltónak ítéltetnék is — részint nagyobb ára, részint egyéb tartalmának kisebb népszerűsége 's érdeke miatt nagyobb olvasó közönségre nem számolhat.

Azon kéziraton kívül, mellyet Mayer, (jelenleg budai csillagász) tanításaiból 1832-ben készítettem, Littrow „Populäre Astronomie“ 's „Wunder des Himmels“ című — úgy szinte Brandes, Gelpke 's Frankenheim illy nemű munkáit használtam. Megfelel-e, csak némi részben is, e' dolgozat a' kor' 's magyar olvasó közönség' kívánságainak: azt e' mélyen tisztelt közönség fogja elhatározni. Pápán, télelő' 29. 1838.

a' szerző.

Tartalom.

Égrajz' képzete felosztása 's valódi bece. 1 §.

a) Látszó égrajz.

- α)* Általányos észrevételek. A' csillagok kelnek, de-
lelnek, nyugosznak. Közegyenes körök. Gönczölök. Egyen-
lítő 2 §. — Tőlünk dél 's éjszak felé utazó észrevétele
a' csillagokra nézve 3 §.
- β)* Szemléletek a' föld körül. Földünk nem térség ha-
nem gömb 4 §. — A' föld' nagyságának meghatározása.
Annak horpadtsága, — nehézsége 5 §. — Egyes helyek'
szélessége, 's hossza. Hely' szélessége = gönczöl' ma-
gassága. Délkarika. A' hosszúság' meghatározásának
módjai 6 §. — Égi helyköz (parallaxis), 's ez által az
égi testek' távolságának meghatározása 7 §. — A' su-
gárszegés' befolyása az égi test' látszó helyzetére. Föl-
di sugárszegés 8 §.
- γ)* Szemléletek a' nap körül. A' napnak saját mozgása
mutatkozik. Miért nem láthatjuk akarmi évszakban
ugyanazon időben ugyanazon csillagokat? Nap a' rák',
kos', stb. jegyében 9 §. — Nappálya' szabatos meg-
határozása. Állatkör' jegyei 10 §. — Napéjegyen.
Fordulatpontok. A' nappálya' hajlásszögletének kiszá-
mítása. Haladás. Különbség az állatkör' csillagképei
's égtani jegyei közt. Csillagév. Plato' nagy éve 11
§. — Földövek. Árnyatlanok, két árnyuak, körárnyuak.
Fordulatkörök. Gönczölkörök. Éghajlatok 12 §. — Az
éggömb' felállítása. Annak segítségével egyes feladatok'
megfejtése 13 §.

- δ) Szemléletek a' hold körül. Holdpálya. A' hold' hágó 's száló csomója, — forgása 14 §. — A' hold' fényváltozatai. Öszvejövet, szemköztlét. Földünk' fényváltozatai a' hold' lakosai előtt. Napnak földtől távolsága. Aranyszám 15 §. — A' hold' napirányi, csillagirányi, napéjegyei, csomóhónapja 16 §. — Mikor lehet holdfogyatkozás? Ezt a' föld' minden lakosi egy időben veszik észre. Chaldeaikörszak 17 §. — Napfogyatkozás' különféle nemei. Csaknem minden évben több napfogyatkozás van, mint holdfogyatkozás. Indiai 's europai balságok 18 §.
- ε) Bolygók körüli észrevételek. Pusztaszemmel látható bolygók 19 §. — Hajnalcsillag. Hírnök 20 §. — Hős. Mennyúr. Övöncz. Csillányok 21 §. — Üstökösök, ezeknek fényfarka, pályája. Encke', Biela', Halley üstököse 22 §.
- ς) Csillagok körüli észrevételek. Az álló csillagok' látszó nagysága. Csillagzatok. Téjút 23 §. — Az álló csillagok' távolsága. Évi 's napi helyköz 24 §. — Az álló csillagok' való nagysága 25 §. — Kettős csillagok. Fényfelhők. Csodacsillagok 26 §.

b) Való égrajz (Astronomia theorica).

- α) Föld' forgása (rotatio). Földünk' forgása hihető, ha a' föld' parányiságát, az égi testek' sebességét, 's az ezeket mozgóató erőt meggondoljuk 27 §. — Földünk' forgása teljesen való, ha a' röperőt, a' súlyerőnek a' földszín' különböző pontjaini különbségét, 's a' testek' szabad esését gondolóra vesszük. Ellenvetések 28 §.
- β) Föld' kerengése (revolutio). A' föld' kerengésének valóságát bizonyító egyenes erősségek. Fénytévesztés 30 §.
- γ) Bolygók' mozgása. Az alsó bolygók' való mozgása 31 §. — Fölső bolygók' való mozgása 32 §. — Bolygók' rendszere Ptolemaeus, Tycho 's Copernik szerint. A' nap' egyformátlan mozgása pályáján. Körfüzérek 33 §. — Kepler' törvényei. A' bolygó földközponati 's napközponati helye. A' bolygók' csillagirányi kerületidejének, naptól 's földtől távolságának 's nagyságaiknak táblái 34 §.

c) Természettani égrajz.

- a) Általányos nehézkedés. Központi erők 35 §. — Hol azon erő, mely egész naprendszerünket pályáján megtartja? Mi azon erő' hatása? Egyenként van-e az minden égi testekben, 's miként hat? — Szabad esés a' nap' felszínén. — Newton az általányos súlyerő fölfedezője 36 §. — Központtéli erő = röperő. Közönséges röpmozgony. Bohnerberger' röpmozgonya. A' röperő' hatása földünk' egyenlítőjén 37 §. — Bolyongás (Störung). A' bolygatás nem fog-e változtatni földünk' jelen forgásán? Hátrálás (praeceessio). Biczegés (nutatio). Földrengés, vagy földünk' hűlése változtathatnak-e a' nevezett forgáson? — Tengerár, (dagály, apály) 38 §.
- β) Az égi testek' tömege 's tömötsége. Az égi testek' viszonytalan súlyának meghatározása 41 §. — Az üstökösök' tömege. Valami üstökösnek földünkkel összeütközte. Az üstökösök' útát szabatosan meghatározni nem lehet 42 §.
- γ) Az égi testek' némelly természettani tulajdonságai. Nap' légköre, foltjai, forgása 43 §. — A' hirnők' hegyei, nagy melege 's fénye, forgása 44 §. — A' hajnalcsillag' légköre, hegyei, a' nap' tányérán keresztülmente 45 §. — Földünk' szárazsága 's vize. Források — folyamok, tavak — tenger. Víziskolások — tűziskolások. Tűzhányások 's földrengések 46 §. — Hős' foltjai, forgása, légköre, hava 47 §. — Mennyúr' légköre forgása, kerengése, pályahajlása, behorpadtságai, évszakai 48 §. — Övöncz' hidege, forgása, gyűrűje 49 §. — Végör' felszíne, pályahajlása, hidege 50 §. — Holdak: Földünk' holdja, hegyei, tengerei — sík földjei — mélynyílásai — erdői — városai, légköre. Mennyúr' 4 holdja. Övöncz' 7 holdja. Végör' 6 holdja 51 §.

Ezen munkában előforduló műszavak' magyarázata.

Állatkör = Zodiacus
 árnyatlanok = asküi
 átmérő = diameter
 arány = proportio
 Biczegés = nutatio

bolygó = planeta
 bolyongás = Störung
 Csillányok = Asteroides
 Délkör = meridianus
 derékszögű = rectangulum

Érintő = tangens	központthozi = centripetal
egyenlítő = aequatio	központtéli = centrifugal
egyenlítő = aequator	kúp = conus
Fényváltozat = phasis	Látkör = horizon
fok = gradus	légmérő = barometer
fordulatkör = tropicus	légkör = atmosphaera
fordulatpont = Wendepunkt	Mennyúr = Jupiter
forgás = rotatio	mentelék = hyperbola
földövek = zonae	moztan = mechanica
földközponi = geometrisch	Napéjegyen = aequinoctium
földrajz = geographia	napközeli = perihelion
függőleges = perpendicularis	napközponi = heliocentrisch
Gömb = sphaera	nappálya = ecciptica
gönczöl = polus	naptáv = aphelion
gönczölkörök = circuli polares	négyszeg = quadratum
Hajnalcsillag = Venus	nehézkedés = gravitatio
hajtalék = parabola	Őszvejövet = coniunctio
helyköz = parallaxis	övöncz = saturnus
hővmérő = thermometer	Röperő = Centrifugalkraft
hírnök = Mercur	röpmozgony = mach. centrifuga.
hős = Mars	Szemköztlét = oppositio
Inga = pendulum	sugárszegés = refractio
irány = directio	Tágulat = amplitudo
Képlet = formula	tévedés = aberratio
kerengés = revolutio	tovacsó = telescopium
kocza = cubus	tömeg = massa
kör = circulus	tömöttség = densitas
körárnyúak = periskii	tűziskolások = vulcanistae
körív = arcus	Zenithtáv = Zenithdistanz
körfűzér = epicyclus	Végör = uranus
körkör = ellipsis	viszás = reciprocum
körszak = periodus	viziskolások = neptunistae
közegyenés = parallel	vonat = linea.

Nyomtatási hibák:

25. lapon fölülről 18-dik sorban L' helyett L/L
 63. lapon alulról 2-dik sorban V-ig helyett P-ig
 65. lapon alulról 17-dik sorban Legyen után (41. a)
-

Népszerű égrajz.

1. §. Az égrajz' képzete, felosztása, 's becse.

Az égrajz azon tudomány, melly az égi testek' mozgásának tünetényeit 's törvényeit kipuhatolva így az egész világ' alkatjáról helyes képzetet ad. Valóban az évek' hosszú sorának kellett addig lefolyni, míg az először durva 's minden tekintetben tudatlan emberek képesek lettek arra, hogy az égi testek' tünetényeit helyesen megjegyezzék, — ne fogadják el mind azt igaznak, a' mi szemeik előtt ilyennek tetszik, hanem más okát keressék a' tünetényeknek mint a' melly első tekintettel látszik, — továbbá hogy a' sulyerő' általános törvényére fölemelkedjenek, 's e' csúcsról szállongjanak le az egyes tünetények' kimagyarázására. Ez azon út, mellyet az emberi elme e' tudományban elvégezett! 's épen ezért ez leszen e' tudomány'előadásának is legczélszerűbb fonala. Először tehát előadjuk az égi testek' tünetényeit, a' mint ezek előttünk mutatkoznak, — továbbá azoknak való mozgásait 's nagyságait határozzuk meg; végre a' sulyerő' mindenese elve tétetik az égi mozgások' lelkévé, 's így azoknak valódi magyarázata több természettani kérdések' megfejtésével adatik elő. E' háromféle foglalkozás, az égrajznak három részét szülte, t. i. 1. a' látszó égrajzot, 2. a' való égrajzot, 3. a' természettani égrajzot, 's ezeket együtt elméleti égtannak nevezhetjük.

A' csillagos ég eleitől fogva nagy bámulás' tárgya volt az emberek előtt. A' számtalan csillagok mint meg annyi napok, mellyek az ég' végetlen ürét ellepik, azoknak roppant távolságuk fel ragadják az emberi lelket e' véges világból a' végetlenbe, 's így csodáltatják a' végetlen isten' nagyságát. Sokan ezen okért telnek el csodálattal a' csillagos ég' látására.

Azonban — az igazat megvallva — egy illy rábámulás, 's tán az ebből következő elfogódás, semmi vagy csak igen rövid ideig tartó élvét nyújthat okos embernek. Azon egyformaságot, melly szeméinknek e' számtalan csillagokban mutatkozik, csak hamar megunjuk, épen úgy mint egy hosszú utca' világító lámpasorát. A' felettök gondolkodás, 's ez által azok' természetének ősmereite — azoknak okos fogalmakká változtatása, az, a' mi maradandó élvét nyújt. Az ég rajz is nem azért derék 's bámulatra méltó tudomány, hogy tárgyát a' számtalan csillagok, a' roppant térek 's idők teszik, — nem azon izetlen reményeknél fogva, hogy ősmereiteink' végetlen haladásával majd egy csillagból a' másikba, ebből a' harmadikba, és így tovább végetlenül utazandunk, — hanem azon törvények 's mértékviszonyoknál fogva, mellyeket naprendszerünkben az ész elismert. Az hát a' fő dolog, 's így lesz előttünk bámulatossá az ég, kedves az égrajz, ha gondolkodás által az égi testeken fölfedezett észtörvényeket sajátítandjuk. E' célra törekvőnek geometriai ősmerekre van szüksége. Vak előtt színekről, siket előtt hangokról hiába beszélék: a' nevezett ősmerek pedig illy multhatatlan föltételei az égrajz' törvényei' megősmérésének. A' geometria a' mathesisnek csak igen kis 's legegyszerűbb része, 's csupán az égrajz' nagyszerű főbb igazságainak felfoghatása tekintetéből megérdemli, hogy megtanultassék.

Az emberi ész' egyetlen feladatjának, az általánynak (absolutum) az igaz valónak mi — mint a' philosophia' több mint 2000 éves vizsgálódásából kitetszik — egészen más mint a' mi érzékeinknek mutatkozik, kifejtésére 's mélyebb mélyebb fölfogására az égrajznak roppant hatása volt, 's van. Igazságainak időnkénti kipuhatolásában ő mutatta azt ki, hogy nem való az, a' mi érzékeink előtt ilyennek látszik, 's így ébresztette az emberi lelket az általános igazságnak is érzékfölötti úton keresésére. Földünk mozdulatlan egy helyben nyugodni látszik, 's az égrajz kimutatta, hogy annak mind forgása, mind keringése van, — az ég' csillagai földünket naponként egyszer megkerülni látszanak, pedig valólag az ég mozdulatlan áll, — a' nap 's hold csekély terjedtségű fénytányérok, 's egyenlő távolságra levőknek tetszenek, 's kijött hogy azok földünkhöz hasonló nagy égi testek, 's amaz igen sokkal messzebb van tőlünk mint ez, — a' bolygók úgy mint a' csillagok apró fénypontoknak, 's szinte egyenlő távolságra látszanak, azonban kiviláglott, hogy amazok meg annyi földek, ezek pedig meg annyi napok, 's távolságaikra nézve szörnyen különbözők, — földünk iszonyú nagy térségnek tetszik, azonban kijött, hogy az egy kis gömb, mondhatnám pont, az égi testek roppant nagyságú milliárdjában. — Hát a' bizonyítások' szabatossága, kétségtelen-sége, melly mint a' mathesisnek általában, úgy az égrajznak sajátja, nem ébresztette e tudásra az emberi lelket, a' csupa vélemények'

megvetésére, mi az általános igazság' kikeresésére ismét felette szükséges.

A' geometrián kívül az égrajz' ezen előadásában, mint ösmeretes, föl van téve a' föld, 's éggömbtan (globologia), mint a' mellyek minden gymnasiumi iskolákban taníttatnak: ezért az ezekbe tartozó tárgyakat vagy épen nem, vagy csak igen röviden fogjuk érinteni.

a) Látszó égrajz.

(astronomia sphaerica).

α) Általános észrevételek (szemléletek)

2. §. A' csillagok' kelte 's nyugta.

Legelőször ezt veszi észre az égi testekre itt e' mi tájunkon figyelmező. Nem csak a' nap 's hold, hanem minden egyes csillagok is az ég' bizonyos táján, mellyet keletnek nevezünk, feljönnek, az ég' látszó boltozatán haladva egy ideig fénylenek, majd végre annak egy más táján, mellyet nyugotnak nevezünk, lemennek. Különösen feltűnő az, hogy minden csillag — már ez akár épen a' kelet' pontján, akár ettől jobbra vagy balra (éjszak, dél) eltérve keljen föl — a' láthatár fölötti legmagasb pontját az ég' déli tájékán éri el (ezért mondjuk hogy a' csillag delel = culminat), — továbbá hogy mindegyik — a' szerint a' mint az égen megjelentében többé vagy kevesebbé tér el a' keletponttól (tágulat = amplitudo, melly lehet nyugoti is) különböző ideig látszik az égen, — közel a' déli ponthoz kelő alig jön fel, már lenyugszik, — közel az éjszaki ponthoz kelő pedig le sem nyugszik. A' csillagok' ezen mozgását figyelmesen vizsgálók látni fogják, hogy azoknak utai közégyenes köröket írnak le, — egymás iránti helyzetöket legkisebbé sem változtatják, úgy hogy az ég úgy látszik, mint ha az két pontjánál fogva, mellyeket sarkoknak vagy gönczölőknek nevezünk, felfüggesztve, a' rászegzett csillagokkal együtt a' föld körül naponként egyet fordulna.

Mind ezen tüneményeket az úgy nevezett éggömbön kimutathatni, Azon csillagnak melly 12 óráig látszik, 12 ig pedig nem földünk fölött,

úta egy kört ír le, melyet egyenlítőnek nevezünk, mint a' melly az éggömböt két egyenlő részre vágja.

3. §. Az ég' mozgásának tünetényei földünk' színének különböző pontjairól.

Egy tőlünk dél felé utazó szinte látja, hogy az ég földünk körül naponként egyet fordul: hanem veszi észre hogy az éjszaki csillag (kis gönczölszekere' rúdjának végpontja, melyet könnyen megtalálhat akárki is úgy, ha a' nagy gönczöl két hátulsó kerekét egyenes vonallal össze-kötve, ezt képzeletében mintegy öt annyira viszi föl-felé), 's a' hozzá igen közel levő éjszaki sark mindég lejjebb nyomul földünk vagy láthatárunk felé, 's innen némelly csillagokat, mellyek nálunk soha a' láthatárt nem érték el, már lenyugodni, némellyeket, mellyek nálunk a' láthatár felett igen csekély körívet futnak át, fölebb emelkedni, következőleg földünk fölött tovább fényleni, — végre több eddig teljesen ismeretleneket az égen megjelenni lát. — Utazónk délfelé kezdett útját folytatván egyszer olly helyre talál, mellyről az ég' egyenlítőjén levő csillagok feje fölött (tető-ponti csillagok), az éjszaki csillagok pedig épen a' láthatárban látszanak, 's e' helyről egünk' minden csillagzatait megösmérheti.

Egy tőlünk éjszak felé utazó milly tünetényeket lát az égen: könnyű az előadottakból kivenni; itt még csak azt jegyezzük meg, hogy azon' körök, mellyeken a' csillagok mozognak, az egyenlítővel közégyenesek, — hogy a' két gönczölön keresztülhúzott köröket délköröknek nevezzük, 's így az ugyanazon délkör alá eső csillagok egy időben delelnek. Már ha — a' mint tudjuk — azon kört, melly szemünk előtt az égnek látható részét a' nem láthatótól elválasztja, látkörnek nevezzük: ehhez képest egy csillag' helyezete különbféle nevet nyer. A' csillag magassága = annak a' látkörtől távolsága; Zenithje = legmagasb pontja az égen; — nadir = amannak ellenébe-tett pont az ég' színén, azaz őket egy a' föld' központján keresztül-menő vonal köti össze. Egy csillag azimuthja = a' látkörrel a' csillagra függélyesen húzott körnek távolsága a' délkörtől, e' szerint ez a' látkörnek egy részét teszi; egy csillag szélessége = az egyenlítőtől távolsága, — hosszúsága = a' tavaszi napéjegyen pontjától távolsága. — A' csillag' helye' meghatározásának másik módja az

egyenlítőre nézve történik. Azon karély, melyet a' meghatározandó csillagtól az egyenlítőre függőleg húzunk, annak elhajlásának, azon karély pedig, mely a' tavaszi napéjegyén pontja (lásd alább) 's az elhajlás' függélyes karélya közt foglalkozik, a' csillag' derék keltének neveztetik.

β) Szemléletek a' föld körül.

4. §. Földünk' gömbidoma.

A' műveletlenek földünket egy nagy, erősen álló 's e' boltozatos éggel befödelezett térségnek tartják, miért? mert szemeik előtt ilyennek látszik az. Hanem gondolkozó emberek a' lassankénti észrevételekből földünk' idomára nézve is egészen mást hoztak ki, mint a' mi a' látás által meghatározottat. Észrevették, hogy valami távol volt hegy vagy torony felé utaztokban először ezeknek csúcsát 's nem alját látták meg, miből annyi legalább világos lett, hogy e' föld nem térség. Éjszak felé utaztokban az éjszaki gönczölt mind inkább emelkedni, délfelé utaztokban ugyanezt süllyedni, új meg új csillagzatokat előtűnni láttak, miből világosan következik, hogy földünk a' délkör' irányában meggörbült. Hogy e' görbület valósággal kör: az későbbben szabatosan meg is határozottatott. Tapasztalásból tudjuk, hogy az úgy nevezett állócsillagok olly messze vannak tőlünk, hogy azokhoz még ezer mér földnyi út' elvégeztével sem jutunk közelebb, azaz ezen ezer mér föld az ő távolságokhoz képest teljesen elenyészik: tehát (1. kép) CB, AB, EF = e' földnek különböző pontjairól ugyanazon csillagra huzott vonalakat közegyeneseznek tarthatni. Már azon szögletből, melyet az említett vonalok a' látkörrel képeznek, ezen látkör' három pontjának C, A, E, helyzetét meghatározhatni, mert ezen három pont' helyezete fogja a' föld' görbületét kimutatni. Legyen EAC a' földszínnak egy része: ekkor EG, AB, CD a' zenithre huzott vonalok lesznek; E, A, 's C pontokra vont érintők pedig ezen pontok látkörének helyzetét jelölik ki. Tegyük föl, hogy egy vizsgáló AB irányzatban lát egy csillagot A pontról, és így épen zenithjében; már egy másik vizsgáló, ki azt E-ből a' délpont-hoz közelebből nézi, ugyan azt EF irányban látandja, és

így zenithjétől éjszak felé, — egy harmadik pedig C-ből Cb irányban, és így zenithjétől dél felé. Már GEF szögletet 's bCD-t is egy csillagászai körnegyeddel könnyű meghatározni. Úgyde FEG = AOE, 's bCD = AOC, tehát amaz EA, emez pedig AC' görbületét fogja kimutatni, 's így lett bebizonyítva, hogy a' földnek déltől éjszak felé gömbidoma van.

E' szerint bizonyos, hogy földünk nem térség, hanem a' déli vonal' irányában gömbidomú. Hanem meg kell valanunk, ebből az, hogy földünk gömb, még nem következik; előbb még azt is be kell bizonyítanunk, hogy földünk színe keletről nyugot felé irányzatában is gömbalakú. Ha földünk' színén akarhol megállván körültekintünk: úgy tetszik, hogy mindenütt e' látszó térségnek közepén állunk, 's mivel e' jelenetet semmiféle egyéb testen, mint csupán gömbön, nem képzelhetjük: földünknek valóban gömbnek kell lenni. Tudjuk továbbá, hogy a' föld körül hajókázók folyvást keletről nyugot felé evezvén, végre oda érkeztek vissza, a' honnan kiindultak, mi pedig — ha a' föld síkság — lehetetlen. Így két hajó melly ugyanazon kikötőből indulva egyik kelet, másik nyugot felé evez, haladtokban nem mennek mindég messzebb egymástól, hanem útjuk' közepén találkoznak, bár ezek valóban azt hitték, hogy mindég ugyanegy irányban 's a' tenger' térségén eveztek, nem is találtak sehol valami sarkot, vagy mélységet, melly őket feltartoztatta volna. — Ide járul az is — a' mit alább fejtendünk ki — hogy a' holdfogyatkozás akkor történik, mikor ez a' föld' árnyékába lép, 's ekkor a' hold' sötét 's világos részét mindég kör, vagy körív választja el egymástól, miből kitetszik, hogy a' föld' árnyéka kúpidomú. Úgyde kúpidomú árnyéka csak gömbnek lehet, (ha t. i. a' fényforrása nagyobb test). És így ebből is láthatni, a' föld' gömbölyűségét. Igaz, hogy egy tányéralakú testnek is lehet kúpidomú árnyéka, ha a' világló testtől a' megvilágosított kisebb test' központjára húzott vonal a' tányér' felszínére függőleg áll: hanem ha ezen tányér — mint ezt alább a' földről bebizonyítandjuk — tengelye körül forog; az árnyék' ez idoma csak pillanatig tarthat, nem úgy mint ezt a' föld' ár-

nyékánál látjuk. — Végre azt is meg kell jegyeznünk, hogy miután a' tovaesők' feltalálásával kiviláglott, hogy minden bolygóinknak gömbidoma van; 's miután tudjuk, hogy földünk csak egy azon 11 bolygók közül, mellyek napországunkba tartoznak: miért volna földünknek egészen más formája, mint egyéb társainak? Sőt az általános súlyerő elméletéből kijön, hogy az említett égi testeknek semmi-képen nem is lehetett egyéb formája, mint gömb.

5. §. A' föld' nagyságának meghatározása.

Miután a' geometria kitalálta azon módot, melly szerint egy kör' kerülete 's egy gömb' felszíne 's tömege meghatároztatik; 's miután földünk' gömbidoma bebizonyított: úgy látszik, hogy a' legközelebbi feladat, mellynek megfejtését az emberi ész maga elibe tette, földgömbünk' nagysága volt. Világos, hogy e' feladat' megfejtésének módja nem fog különbözni attól, melly által akarmi gömb' nagysága meghatároztatik. A' geometriából tudjuk e' képleteket $p = 2r\pi$; $a = 2\pi r^2$; $s = \frac{4}{3} r^3 \pi$ (p a' kör' kerületét; r annak fél átmérőjét, a felszínét, s tömegét, $\pi = 3.1415926$ jelentvén). E' képletekből azt látjuk, hogy ha r -t valahogy kitudjuk, a' többit azonnal tudni fogjuk. De hát hogy mérjük meg a' föld' félátmérőjét? ehhez közvetlenül nem férhetünk. Ha p -t kitudnók: így is kívánt czélt érhetnénk, mert ekkor az első képletben r -t $\left(= \frac{p}{2\pi}\right)$ kifejezvé, így a' többi is világosságra jönne. Már hogy földünk' kerületéhez közvetlenül hozzáférhetünk: az igaz; de hogy tudunk a' földszínen olly kört, vagy csak ennek egy részét is kijegyzeni, mellynek központja a' föld' közepe legyen? Ez így történik: Világos, hogy sm (2. kép) a' délkörnek egy része, ha mind s -nek, mind m -nek ugyanaz a' földrajzi hosszúsága, vagy ha egy csillag mind a' két helyen ugyanabban az időben delel. Ekkor állítsuk fel ez arányt: sm (a' délkörnek egy karéja, mellyet jegyezzünk a^0 -al) úgy van ezen délkörívnek e' földön megfelelő 's ölelben vagy mérföldekben meghatározandó vonalhoz $= b$:

mint 360° a' p-hez, azaz $a^0: 360^0 = b: p$. Ezen b-t legegyszerűbben ugyan mérő lánczczal határozzuk meg, mint ezt Mason tette Pensylvaniában, hanem, mivel e' módszer nagy karéj' megmérésében (mellyet azért kell venni, mivel kicsinyből nem lehetne elég biztosan az egészre következtetni) igen alkalmatlan lenne: jobb az sm-nek földön kijelelt két végpontját háromszegek' lánczolata által egy rövidebb vonallal, melly lenne az egész mérés' alapja, össze-kötni, 's közvetlenül csak ezt mérni meg. Így sm-t mind fokokban, mind ölekben ki tudván fejezni, a' föld' körületének egy foka $= \frac{b}{a}$, egész kerülete pedig $= \frac{360 \cdot b}{a}$, — 's mivel — mint fölebb látók — $r = \frac{p}{2\pi}$, itt lenne $r = \frac{180 \cdot b}{\pi a}$.

Midőn e' mérést egymásután többször ismételték volna: azt tapasztalták, hogy a' gönczölök felé minden fok nagyobb terjedtséget ad, mint az egyenlítő körül. Már ha (3. kép) *SRA* a' földgömb' felét fejezi ki: akkor azon esetre ha a' föld tökéletesen gömbölyű, *Ab* teljesen akkora tartozik lenni mint *cd*. Ha mégis a' közvetlen mérésben $Ab < cd$: ennek egyéb oka nem lehet, mint hogy *cd* körív helyett *ce* méretett meg. Ebből láthatni hogy azon igazság, mellyet Newton's Huyghens a' földnek gönczölői körüli behorpadásáról, a' föld' tengely körüli forgásából következtetve mondtak, tapasztalatilag is bebizonyított. E' szerint a' föld' tengelyének kisebbnek kell lenni, az egyenlítő' átmérőjénél. Littrow szerint az egyenlítő' félátmérője 19630872, — a' tengely' fele pedig 19568053 párizsi lábot tesz; a' különbség tehát melly a' behorpadás' rovására esik, az egyenlítő félátmérőjének $\frac{1}{312}$ része.

Már most a' félátmérő' ezen közép értékét vevén, ha a' földet gömb gyanánt vesszük: ennek félátmérője 3268111 pár. öl (toises); tehát egy nagy körének kerülete 20523737 pár. öl; 's mivel egy földrajzi mérföldben 3802. 6 pár. öl van: a' föld' félátmérője 859. 436 földrajzi mérföldet, tehát felszíne 9281916 □ mérföldet, végre tömege 2659813060 koczka mérföldet tesz.

Egy pár. koczka láb eső víz 61. 3 bécsi fontot nyom; és így egy koczka mérőföld 8474112000000 bécsi mázsát nyomand; tehát egy akkora tömeg víz, a' mekkora földünk, mintegy 20 ezer triliom bécsi mázsát nyomna; — de mivel — mint a' következőkből kiviláglik — a' föld' tömötsége ugy van az eső' tömötségéhez mint 9: 2: földgömbünk mintegy 90 ezer triliom bécsi mázsa. Bár iszonyú nagynak tetszik földgömbünk' ezen terjedtsége: ez még is a' kisebb égi testek közül való, ha ugyan az övöncz testéből 975, a' mennyűréből 1280, a' napéből pedig 1395000 földet, azaz olly nagy testeket, mint földünk, lehetne metszeni, mint ez alább világos leend. —

6. §. Egyes pontok' helyzetének a' föld' színén meghatározása.

Ez két öszvetartozó vonalok által történik, t. i. a' hely' szélességének és hosszúságának kitudása által; mert a' nevezett célra elég, ha annak az egyenlítőtl, 's egy bizonyos délkörtől, melly elsőnek önkénytesen fölvetetett, távolságát meghatároztuk.

A' mi a' hely' szélességét, vagy is annak az egyenlítőtl távolságát illeti: ez mindég akkora, mint a' gönczöl' emeltsége. Mert ha (4. kép) HR látkört, AQ egyenlítőtl, MS ég' tengelyét, Z a' szemlélő zenithjét jelenti, mellyeknek ugyan azon nevű határozatok felelnek meg a' föld' felszínén (hr, aq, ms, z): ekkor

$$qz + zs = 90^{\circ}$$

$$qz = 90^{\circ} - zs. \text{ továbbá}$$

$$zs + sh = 90^{\circ}; \text{ tehát}$$

$$sh = 90^{\circ} - zs. \text{ És így}$$

$$qz = hs.$$

Hogy a' gönczöl' emeltsége akkora mint a' hely' szélessége: ez a' következő fontolgatásból is kitetszik. Az egyenlítőn lakó mind a' két gönczöl a' látkörben látja, azaz a' gönczöl emeltsége = 0, egy-szer'smind annak egyenlítőtl távolsága is = 0. Már ha ő a' földkör negyedének $\frac{1}{90}$ részire távozik az egyenlítőtl, szélessége egy fokot teend, melly esetben — a' mint láthatni — épen ez lesz a' gönczölnek látkör feletti magassága.

Ha a' gönczöl' emeltsége akkora mint a' hely' szélessége: most az a' kérdés, hogyan kell a' gönczöl' emeltségét meghatározni? E' végre szükségünk van egy készítményre mellyet délkarikának ne-

vezhetünk, 's mely a' déli vonal' síkjába fölállittatván, bizonyos csillagoknak legnagyobb 's legkisebb magasságát előadni képes. Ugyanis ha ezen karikát úgy állítjuk föl, hogy 0° -a a' látkörrel, 90° -a a' zenithel tökéletesen egybeesik: csak azt nézzük, mi a' legnagyobb 's legkisebb magassága egy a' gönczölhöz közel levő csillagnak; e' két magasság' öszvélyének felét vevén kijön a' gönczöl kérdésbeni emeltsége.

Ha azon hely, melynek földrajzi hosszát kell meghatározunk, az egész kerület' $\frac{1}{4}$ részére van az első délkörtől (mellyet Ferrótól vagy Párizstól számlálni teljesen önkényemtől függ): a' nap — mivel tudjuk hogy az ég keletről nyugot felé mindennap egyet fordul — 6 órával hamarabb fog látszani ezen hely' délkörén, mint az első délkörben, azaz ezen helynek hat órával lesz hamarabb dele, mint Ferrónak vagy Párizsnek. E' fontolgatáson épülnek a' földrajzi hosszúság' meghatározásának módjai: 1. Igen szabatos órával *A* helyen följegyzik mikor delelt egy bizonyos csillag. Ugyanezt teszik szinte azon csillagra nézve *B* helyen is. A' két helyen följegyzett idő' különbségéből, könnyű a' hosszúsági fokok' különbségét meghatározni, ha ugyan egy órai különbség 15° -nyi különbséget jegyez (mert $24 \times 15^\circ = 360^\circ$). — 2. A és B helyeken szinte szabatos órák' segítségével följegyzik a' nap' vagy holdak' fogyatkozásainak kezdetét vagy végét. Az idő' különbségét az egyenlítő fokaivá változtatván kijön a' délkörök' különbsége; következőleg ha ezek közül egyikének az első délkörtől távolsága tudva van, a' másikat is könnyű kiszámítani. — 3. Két helyen, például Pozsonyban és Bécsben, egy bizonyos időben lőport lobbantanak el; a' szerint a' mint a' két városban a' lőpor' ellobbanását különböző időben látták, földrajzi hosszúságaik' különbségére következést húzhatni. — 4. Jegyezzük még meg azon módot, mely szerint a' földrajzi hosszúság' tengeren határoztatik meg. Vevén egy szabatos Harrissonféle órát, azaz olyant, melynek járására a' változó hőmérsékletnek 's tengeri rázásoknak semmi befolyása nincs, ez a' kikötőnek mellyből a' hajó kievezett, középidejét tökéletesen megtartandja; 's így ha a' hajó ideje a' tengeren, például a' nap' delelésének meghatározása

által tudva van: a' kikötő 's hajó' idői különbségét az egyenlítő fokaivá változtatván kijön a' délkörök' különbsége, 's így a' hajó' hosszúsága.

Mint kelljen a' földgömböt akarmi helyre nézve elhelyezni, — mi helyeknek van ugyanazon délkörük, — kik az ellenlábások, — meddig terjed a' látkör, — hogyan kelljen két hely' dél-különbségét azon kis tányérral, melly a' gönczölbe szurvá 's 24 egyenlő részre elosztva van, meghatározni: ez a' földgömbtanból ösmeretes.

7. §. Égi helyköz (parallaxis), 's ez által az égi testek' távolságának meghatározása.

Ha egy közel levő hegyet vagy fát, egy emeletes ház' ablakából nézek: azoknak csúcsait az égnek egészen más pontjánál látom, mint ha ugyanazokat, az emeletes ház' aljából nézem, azaz alulról magasbra viszem a' fa' csúcsát, mint fölülről. Ha a' nevezett tárgy igen messze van: azon pontjai az égnek, mellyekre viszi szemem alulról 's fölülről annak csúcsát, végetlen kis távolságra vannak egymástól, és így észrevétlen, vagy — a' mi mindegy — semmi különbséget nem adnak, épen úgy mint ha tőlem néhány mérföldre eső 's egymáshoz közel álló hegyeket szobám egyik vagy másik ablakából nézem; mindegyikből ugyanazon helyzetben látom őket. Ha vannak égi testek, mellyeknek távolsága nem olly nagy, hogy erre nézve a' föld' félátmérő-jétegy pont gyanánt kelljen tekinteni: akkor bizonyos, hogy én a' földszínről néző azokat az ég' más pontjára viszem, azaz, azokat más csillagok mellett látom, mint látnám a' föld' központjáról. Az pedig világos, hogy az égi testeknek földközi helyzetek nem az, melly ennek végetlen sok pontjairól látható, hanem az, melly ennek központjára vitetik: ugyanazért e' látcsalódás szerezte hibán igazítani, 's az égi testeket való helyökre vissza kell vinni. Azon távolság, melly van egy égi test' való és látszó álláspontja között: égi helyköznek neveztetik; helyközi szögletnek pedig ZVA, 's ZCB szögletek közti különbség (5. kép), mellyeket a' zenithről 's a' csillag' látszó helyéről a szemlélet' helyére, 's a' föld' központjára húzott vonalak

képeznek. Ha π -t vízirányos helyköznek, p -t pedig magassági helyköznek nevezzük: akkor π keb. $= \frac{r}{R}$ ha r a' föld' félátmérőjét, R pedig a' csillagnak a' föld' központjátóli távolságát jelenti. Ez egyenlítőnyből már első tekintetre látszik, hogy ha π -t valahogy megtudjuk: R is azonnal ki fog jöni. Azt pedig a' mindjárt előadandó módon kitudjuk: és így képesek leszünk a' nem végetlen messzeségre levő égi testek' távolságát is meghatározni.

Mint mondók, $\pi = \frac{r}{R}$ továbbá

$r : R = p$ keb. : CVM' keb. azaz

$\frac{r}{R} = \frac{p}{\text{CVM' keb.}}$ Úgyde

$\text{CVM}' = \text{CVM} + h = 90^\circ + h$. Tehát

$\text{CVM}' = h$ pótk. következőleg

$\frac{r}{R} = \frac{p \text{ keb.}}{h \text{ pótk.}}$ és így

π keb. $= \frac{p \text{ keb.}}{h \text{ pótk.}}$ következőleg

p keb. $= \pi$ keb. h pótk. azaz

$p. = \pi h$ pótk.

Már mivel h . pótk. töredék: tehát $\pi > \pi$. h pótk. következőleg $p < \pi$, azaz a' vízirányos helyköz legnagyobb, a' növekedő magasság szerint fogy, míg a' zenithen — mint a' képből láthatni — egészen elenyésszik.

A' π -t 's általa az R -t így határozzuk meg: legyen két ugyanazon délkörbe eső hely A és B a' föld' színén, például Jóreményfoka 's Berlin, amaz az egyenlítő alatt, ez fölött; nézzen innen két vizsgáló valami égi testre például a' holdra $= L$. A' mint láthatni (6. kép.) φ és φ' a' két hely' földrajzi szélességeinek öszveségét, Z , Z' pedig a' holdnak az A -n 's B -n levő vizsgálók zenithjétóli távolságát jegyzi, melyeket egyszerű csillagászati eszközökkel könnyű meghatározni. Már mivel $x = 180^\circ - Z$; $y = 180^\circ - Z'$; az ALBC négyszegben levő minden szögletek pedig 360° -t tesznek: tehát

$360^\circ = \varphi - \varphi' + 180^\circ - Z + 180^\circ - Z' + p + p'$. Úgyde

$$p = \pi. h \text{ pótk.}$$

$$\pi' = \pi. h' \text{ pótk. tehát}$$

$$360^\circ = \varphi + \varphi' + 180^\circ - Z + 180^\circ - Z' + \pi. h \text{ pótk.} + \pi. h' \text{ pótk. azaz}$$

$$360^\circ - 360^\circ - \varphi - \varphi' + Z + Z' = \pi. h \text{ pótk.} + \pi. h' \text{ pótk. vagy is}$$

$$\frac{Z + Z' - \varphi - \varphi'}{h. \text{ pótk.} + h' \text{ pótk.}} = \pi.$$

Már mivel $h = 90^\circ - Z$ (mint ezt a' legközelebbi képből láthatni): kijön h pótk. és h' pótk. következőleg π és p is, innen pedig mivel $\pi \text{ keb.} = \frac{r}{R}$, a' keresett R vagy is az égi test' távolsága is meghatározthatatik.

Az így tett szemléleteknél fogva kijött, hogy a' hold' földszínti helyköze szinte 1 fokot tesz, miből következik, hogy a' holdnak a' föld' központjátóli távolsága 49236 vagy kerek számmal 50000 mérföldet tesz. Épen úgy történik ezen mérés, mint mikor egy föld-mérő a' földszínen egy tárgynak, mellyhez közte levő mocsárok vagy folyam miatt nem férhet, mérasztalatóli távolságát közvetve meghatározza; és így az égi testeknek a' nevezett módszereni meghatározása legalább olyan szabatos (ha nem szabatosb), mint akarmi földszíneni mérés.

8. §. A' sugárszegés' befolyása az égi test' látszó helyzetére.

Mint az égi helyköz, épen úgy a' sugárszegés is más helyen láttatja az égi testeket mint valósággal vannak. Ugyan is a' légnak, mint minden átlátszó testnek, az a' tulajdonsága, hogy a' rá eső fénysugárokat megtöri vagy szegi, és így eredeti irányzataikból kihajtja; minek következtében minden égi testet másutt látunk, mint a' hol van valósággal, minthogy a' fénytán' törvénye szerint a' szem minden tárgyat a' megszegett sugár' görbe vonalának legutolsó pontjáról húzott érintő' irányában lát. A' gyakorlati égtanban igen fontos ezen sugárszegés' meghatározása, mint a' melly minden égtani szemléletet illet, úgy hogy ha az égi testeket a' látesalódásoktól meg nem

szabadítjuk, csak egyetlenegynek való helyét sem leszünk képesek előadni, a' sugárszegésnél mindegyik magasabban látszván a' látkör fölött, mint valósággal van. Azonban tökéletes szabatossággal még sem tudjuk e' feladatot megfejtetni, minthogy nem tudjuk még azon törvényt, melly szerint nő a' hideg légkörünk' magasabb tájain; pedig ettől függ a' lég' tömötsége, ettől meg a' sugárszegés. Rendesen ugyan azt szokás fölvenni, hogy egy R. szerinti hévmérő minden 670 párizsi láb magasra egy fokot száll: hanem e' szokásnak biztos alapja nincs, mert a' legmagasabb pont, mellyre légünkben ember emelkedett, csak 23000 párizsi láb, 's mi ez a' lég' magasságához! Azonban csillagászaink mégis már meglehetősen szabatos táblákat készítettek, melylyekből, a' sugárszegés' hatását, minden zenithtávra kitálthatni.

A' sugárszegés' tulajdonságai e' következők: 1. A' zenithen álló csillagoknak nincs sugárszegésök. 2. Minél nagyobb a' csillag' zenithtávja: annál nagyobb a' sugárszegés is; a' földszin' irányában álló csillagokra nézve legnagyobb, 's tesz 0, 33'. — 3. A' lég' tömötsége 's hévmérséklete szerint változik; és így hatásának meghatározásakor a' légmérő' 's hévmérő' állásait számba kell venni.

E' szerint a' sugárszegés a' napokat meghosszítja, mi kivált a' gönczölkörökön belül lakokra nézve igen jótékony, mint a' hol több napokig sőt hetekig látszik a' nap a' látkör fölött még azután is, miután az már valósággal lenyugodott. Nálunk tavasz hó 21-én 's nyárhó' 24-én (mint a' mikor a' nap' elhajlása 20°) 3' és 3"-el hamarább kel 's későbbben nyugszik, mint ezt sugárszegés nélkül tenné; ez eset van télhó' 21-én 's őszutó' 22-én is; ennél fogva e' napokon a' napnak látkörünk fölött látszása 7' és 46"-el hosszabbodik. Nagyobb szélességek 's elhajlásokra nézve e' különbség mindég nagyobbodik. — A' földszinen mutatkozó erős sugárszegés az oka a' nap 's hold feltűnő formáinak felkeltőkben 's lenyugtokban, a' midőn fölső de kivált alsó párkányaikon öszvenyomottaknak tetszenek. Ha a' nap annyira jött fel, hogy alsó párkánya épen a' látkört (vagy tetszőleg a' földszint) érinti: e' párkány — mint imént mondók — 33'-t emelkedik; fölső párkánya pedig, melly már akkor 32' magasán áll a' látkör fölött, a' sugárszegés által csak 28'-re emeltetik, úgy hogy e' szerint a' nap' felső 's alsó párkánya teljes 5'-el közelebb vitetnek egymáshoz, midőn a' napparkány' keleti 's nyugoti pontjai egyenlően

emeltetvén, egymástoli távolságaikat nem változtatják. — E' földszinti sugárszegés az oka azon tűneménynek is, hogy a' földszin' irányában látszó holdfogyatkozások' alkalmával mind a' napot mind a' holdat látkörünk fölött szemléljük, bár ezeknek illy fogyatkozásokor teljes 180° -ra kell egymástól állniok. — Az is megjegyzésre méltó, hogy fölkelésben vagy lementében a' nap (mint minden csillag) igen gyenge világúnak tetszik. Ennek oka az, hogy a' nap' sugárainak a' földszinti sugárszegésben ennek legnagyobb léténél fogva leghosszabb úton legtöbb 's legtömöttebb légrétegeken kell keresztüljönni.

A' sugárszegés illeti a' földön levő tárgyakat is; a' hegyek csúcsait, tornyokat stb. nem azon helyen látjuk, mellyen vannak valóssággal. E' földi sugárszegés azonban sokkal kisebb mint az égi; haugyan abban a' szegülő fénysugár a' légnek többnyire egy kis részén, ebben pedig az egész légen megy keresztül. Már ebből következik, hogy a' földi sugárszegés annál nagyobb, minél távolabb áll a' tárgy a' szemlélőtől. Nem igen nagy távolságokra nézve a' földi sugárszegés másodperczekben kifejezve $= 0,005$. sokszorozva azon párizsi ölek' számával mellyek a' szemlélő 's a' megmérendő tárgy között vannak. E' szerint ha a' tárgy' távolsága $= 1000$ öl $= 6000$ láb, a' földi sugárszegés $= 5''$

7) Szemléletek a' nap körül.

9. §. A' nap' saját mozgása.

Előttünk eddig a' csillagos ég egy boltozat alakú gömbnek, a' nap hold 's egyéb csillagok serege pedig erre szegezettnek tetszett. Hanem csak annak meggondolásából is, hogy a' nap nyáron magasabbra emelkedik a' látkör fölött mint télen, és így akkor tovább fénylik földünk felett, következtetnünk kell, hogy a' nap az év' egyik felében a' föld' éjszaki, másik felében pedig ennek déli oldalán mozog. De még világosbbá lesz a' nap' ezen mozgása, ha a' hajnal' elején látható csillagokra vigyázunk. Ugyanis tapasztalni fogjuk, hogy az említett csillagok, mellyeket naplement után az esthajnal' elején lenyugodni láttunk, nem sokára magával a' nappal együtt nyugszanak el; 's ebből következtetnünk kell, hogy a' napnak egyéb 's saját mozgása van mint a' csillagos égnek, még pedig, a' mint világos, nyugotról keletfelé mozgása.

A' nap' ezen mozgásából érthetjük a' tünemény' okát, miért nem láthatjuk akarmi évszakban ugyanazon időben ugyanazon csillagokat. Azon csillagok mellyek ez előtt egy hónappal 10 óra tájban keltek, ugyan ekkor jó magasan látszanak a' látkör fölött, 's az egész csillagos égnek most 10 órakor az a' kinézése van, mivel ez előtt egy hónappal éjfélkor birt. Ez máskép nem eshetik meg mint ha a' nap nyugotról kelet felé halad. Ha mi a' napnak délkörben létekor óráinkat 12-re igazítanók, 's ekkor valami csillagot a' nap mellett a' délkörben látni lehetne: ezen csillag néhány percczel mindennap hamarabb jelenne meg a' délkörben. Innen van, hogy a' nyár első hónapjaiban az oroszlányt, később a' szüzet látjuk naplement után nyugoton, az év utolsó hónapjaiban pedig ugyanazon időben a' kantát és halakat; hasonlóan tavasz' elején éjfél tájban látjuk legmagasb pontjaikon (a' délkörben) az oroszlán és szűz csillagzatait; nyárelő' közepe táján Herculest 's a' szép Wegát 's Atairt; ősz' elején Pegasust, Cassiopeát 's Andromedát; végre a' tél' elején a' bikát (a' fias tyúkkal) továbbá Sิริust az állócsillagok' legnagyobbikát, 's Orient a' csillagzatok' legszebbikét. — Innen érthetni meg azon szokott kifejezéseket hogy „a' nap a' rák' vagy oroszlán' stb. jegyébe lép.“ Ha láttuk ugyanis péld. az oroszlán' csillagzatát naplement után nyugoton lemenni: csak hamar meg fogjuk látni, hogy a' nap ezen csillagzatot beérván, ennek csillagai közt jelen meg, de a' mellyek a' nap' igen erős világa miatt nem láthatók.

10. §. Nappálya.

A' legközelebb előadott szemléletek a' nap' útát csak felületesen mutatták ki, de szabatosan is meglehet ezt határozni. Ugyanis ha tudjuk a' gönczöl' magasságát álláspontra nézve: csak határozzuk meg a' nap' magasságát a' a' déli vonalban a' már említett délkarikával, tudni fogjuk a' napnak az egyenlítőli távolságát; 's ha megjegyezzük azon időt is, melly a' napnak 's egy bizonyos csillagnak a' délkörön átmenté közt lefolyt, kijön az egyenlítő azon pontja, melly épen akkor van a' délkörben mikor a' nap; 's így az égbépeken megjegyezhetők azon csillagok, mellyek mellett a' nap időnként állni látszik. Ily szemléletek után ösmertük meg a' nap' útát; azokból tudjuk, hogy 365 nap' lefolytával az égnek csaknem ugyanazon pontjára ér vissza, 's ennyi napokból áll a' nap többszöri lementével 's feljöttével a' nap' magasabb 's alacsonyabb állásával tarkázott esz-

tendő. A' nap' ezen úta, melyet nappályának nevezünk egy az egyenlítővel szögletet képző nagy karika, 's e' szerint két helyen vágja keresztül az egyenlítőt, 1-ször a' halak' csillagzatánál, — innen kelet felé a' kos fénylő csillagain, a' bika' szemei (Aldebarán) a' kettősök ' fejei közt a' rák' homályos csillagesomója alatt, az oroszlán szívéen (regulus) 's a' szűz' szárnyán keresztül mentében 2-szor, innen aztán a' szűz' kalászáa' mérleg' alsó serpenyőjén, az ollósban valamennyire Antares fölött, a' nyilas' fején, a' bak' szarvai alatt a' kanta közepén a' halakhoz visszamen-vén. A' nap útja' ezen leírásában megnevezett 12 csillagza-tok állatjegyeknek vagy állatkör' jegyeinek neveztetnek, 's e' versbe foglalhatók:

♈	♉	♊	♋	♌	♍
Kos,	bika,	kettős,	rák,	az oroszlán és arató szűz,	
♎	♏	♐	♑	♒	♓
Mérleg után ollós,	nyilas,	a' bak,	kanta,	halakkal.	

Ha a' nap' úta az egyenlítőn, vagy ezzel közegyen-es kör volna: akkor a' napnak a' földszínen levő akarmi városra péld. Budapestre nézve az egész éven keresztül a' látkörnek ugyanazon pontján kelle-ne feijöni 's lemenni, mint ezt az álló csillagoknál látjuk. Szinte ezen esetre a' napok hosszának is az egész esztendőn keresztül egyenlő-ne kellene lenni; a' mi minden tapasztalatajokkal ellenkezik. Ugyan is a' nap nyáron az éjszaki ponthoz sokkal közelebb jön fel 's megy le, mint télen, 's ekkor délben magasabban is áll, úgy hogy a' lát-körnek azon két végpontja, melyek nálunk a' téli 's nyári napkelet' határait teszik, 73°nyi szögletet képez, 's ez a' nagyobb szélessége-ken lakókra nézve folyvást növekedik. Napjaink' hossza is — mint tudjuk — igen egyenlőtlen, télen péld. mikor legrövidebb 8 óra 10', nyáron pedig mikor leghosszabb 16 óra 6'.

11. §. Napéjegyen, fordulatpont.

Fölvevén, hogy a' nap mozog, könnyű lesz sok a' kü-lönböző évszakokban 's a' föld' különböző tájain mutat-kozó tüneményeket kimagyarázni. Ha a' nap az egyenlítőn van, a' mi tavaszelo' 21, és ősztó' 23-án esik: a' földszin minden pontjáról egyenlő ideig látszik lenni a' nap a' látkör fölött és alatt, azaz a' nap egyenlő az éjjel; 's ilyenkor mondjuk, hogy az egész föld' lakosaira nézve napéjegyen

van. Ezért azon pontok, melyeken a' nappálya az egyenlítőt metszi, napéjgyenpontoknak mondatnak, még pedig az egyik tavaszinak a' másik őszinek; attól éjszak felé, ettől dél felé halad a' nap. — Éjszak felé haladtában — épen mint egyéb csillagok — mindég tovább tovább késik látkörünk fölött, 's így hozza elő tavaszunkat 's nyarunkat. Nyárelő 22-én eléri a' nap legmagasb pontját, hol néhány napig mozdulatlanak tetszik; innen aztán vissza felé fordul, mire a' napok rövidülnek. Őszelő 23-án a' nap ismét akkora mint az éj, majd innen is délfelé tovább haladván rövidül, míg télelő' 21-dikén legalsó pontját eléri, itt egy kevés ideig megállni látszik, majd elkezd mozogni éjszak felé, a' napok' hosszát folyvást növesztvén. A' nap' ezen tet-sző állásának két pontját fordulathelyeknek nevezhetjük, melyek közül egyik nyári, másik téli.

Világos, hogy napéjgyenkor a' nappálya épen a' nyugot' 's kelet' pontjainál találkozik az egyenlítővel. Tehát ezen pontokat megjegyezvén, megjegyezvén továbbá azon pontot is, mellyen áll a' nap téli vagy nyári napfordulatkor (nyárelő' 22-én) a' délkörben, — 's e' három pontot képzeletben egybekötvén, látni fogjuk a' nappálya félkörét, mihez a' másik félt hozzágondolni könnyű.

Mikor azt mondjuk hogy a' napfordulat nyárelő' 22-én van: nem szorosán, csak úgy kell érteni, hogy az ez időtájban esik. Ezért az ezt megelőző 's követő napokon meghatározza az ember (délkarikával) a' nap' legnagyobb (déli) magasságát, 's ekkor látni fogja mellyik napra esik a' napfordulat. Így 1830-ban a' bécsi csillagásztoronyban a' napfordulat nyárelő' 22-re határozottatott, mert a' nap déli magassága nyárelő 20-án $65^{\circ} 14' 27''$

21-én $65^{\circ} 14' 51''$

22-én $65^{\circ} 14' 52''$

23-án $65^{\circ} 14' 28''$ volt. Már ha e' fordulathely magasságából az egyenlítő magasságát egy helyre péld: Bécsre nézve $40^{\circ} 47' 24''$ levonjuk: kijön a' nappálya' hajlás szöglete (= azon szöglet mellyet ez az egyenlítővel képez) = $23^{\circ} 27' 28''$. — Ezen esetben hogy egy helyre nézve az egyenlítő magasságát tudhassuk, tudnunk kell ugyanarra nézve a' gönczöl' magasságát is. Hanem van igen egyszerű módja annak is, miként lehessen a' nappálya' hajlásszögletét 's a' gönczöl' magasságát egyszerre meghatározni. Ugyanis határozzuk meg a' nap' legnagyobb 's legkisebb magasságát a' két fordulathelyeken: e' két magasság' félkülönbsége a' nappálya' hajlásszögletét, — azoknak félösszesége pedig az egyenlítő' magas-

ságát, melyet 90° -ból levonván a' maradék a' gönczöl' magasságát fogja adni. Például 1830-ban a' napfordulatpont' magasságai e' következők voltak:

Nyárelő 22-én $65^\circ 14' 52''$ (legyen ez $= a$)

télelő 22-én $18^\circ 19' 56''$ (legyen ez $= b$). Így $\frac{a - b}{2} = 23^\circ$

$27' 28'' = a'$ nappálya' hajlásszöglete; $\frac{a + b}{2} = 41^\circ 47' 24'' =$ az egyenlítő magassága, melyet 90° -ból levonván marad $48^\circ 12' 36'' =$ gönczöl' magassága Bécsre nézve.

Már Hipparch, az a' görög csillagászok közt legjelesb, ki — 130 táján élt, észre vette, hogy a' csillagok' hosszúsága évenként növekedik, nevezetesen $50.213''$ -el, szélességök pedig változatlan marad. Ezt a' csillagok' haladásának (praecessio) nevezzük, melyben osztozik a' nap is. Mivel ezen mozgás minden csillagokkal egyaránt közös: tehát — ezt következtette Hipparch — annak oka nem a' csillagokban, hanem a' tavaszi napéjegyen' pontjában van, 's hogy ezen pont az, mely évenként $50.21''$ -el megy vissza az állatjegyek' rendé' ellenében, azaz kelettől nyugot felé. Mivel azonban a' csillagok' szélessége változatlan marad: a' nappálya' helyezete sem változhatik, következésképp a' csillagok' hosszúságának növekedését az egyenlítőnek a' nappálya' erősen álló síkja fölötti hátramentében kell keresni. Igaz hogy a' nappálya' síkja is változik egy keveset, azaz az egyenlítőhöz évenként $0,48''$ -el közeledik: azonban ezt, csekélységénél 's változóságánál fogva, észrevehető hiba nélkül, figyelem nélkül hagyhatjuk. A' nevezett haladást tehát úgy képzelhetjük, hogy az egyenlítő magával közegyenesen évenként $50.21''$ megy vissza az erősen álló nappálya felett, 's így annyit megy a' tavaszi napéjegyen' pontja is hátra, 's ennyit nő a' csillagok' hosszúsága. Így lett, hogy azon idő óta, melyben az állatjegyek elneveztettek, 's melyben a' tavaszi napéjegyen' pontja a' kosba esett; ezen pont 30° -al maradt vissza nyugot felé, úgy hogy most ez a' halak' jegyébe esik. Egyébiránt nem gondolván semmit e' különbséggel a' csillagászok azoknak égtani jegyeit megtartották, 's így lett, hogy éggömbjeinken a' bika jelénél a' kos, a' kos' jelénél a' halak stb. láthatók. Különbség van tehát az állatkör' csillagképei 's égtani jegyei között; emezeket jelsül nappálya', amazokat pedig állatkör' jegyeinek hívják.

Azon időt, mely alatt a' nap azon pontra, jelesen a' tavaszi napéjegyen' pontjára, melyből kiindult, újra visszaér, napévnék nevezzük, 's tesz $= 365$ napot 5 órát $48'$'s $51''$. Világos hogy a' napéjegyen' pontjának vagy az egyenlítőnek inént említettük haladásánál fogva a' napévnél a' csillagévnék, azaz azon időnek, mely alatt a' nap újra ugyanazon álló csillagokhoz jut, melyektől elment

rövidebbnek kell lenni. Rövidebb is az mintegy 20'-el, úgy hogy a' csilágév = 365 nap, 6 óra 9' 11". E' szerint napéjegyen pontjainak lassanként köröskörül kell vezettetni, mi azonban, mivel a' mozgás olly igen csekély, 's évenként 20' időkülönbségnél többet nem tesz, körülbelől 26000 esztendőt kíván, melly Plató' nagy évének (világév) neveztetik. — A' napéjegyeni pontok ezek szerint 1°-ot mintegy 72 év alatt haladnak, 's ha már az elnevezés óta 30°-t haladtak, ezen elnevezésnek ezelőtt 2160 évvel kellett történni.

12. §. Földövek. Fordulatkörök. Gönczölkörök.

Földöveknek nevezzük a' földszínnel bizonyos tájait, mint meg annyi szalagjait. Hármát szokás megkülönböztetni, a' hő, mérséklett, 's hideg földövet. A' hő földövet bezárja két az egyenlítővel közegyenest kör, mellyek ettől 23 és $\frac{1}{2}$ fokra (kerek számmal) vannak távol. E' köröket fordulatköröknek nevezzük, minthogy ezektől fordul a' nap vissza az egyenlítő felé. E' földövbe tartoznak mind azon helyek, mellyek fölött a' nap valamikor függőleg áll. Épen az egyenlítő alatt lakóknak például a' mi napéjegyenünk alkalmával fejük felett megy el a' nap; telünkön dél, nyarunkon éjszaka felé zenithjőktől. Az ezen földövbe tartozókat árnyatlanoknak 's kétárnyúaknak nevezik. — A' mérsékelt földöveken, mellyek a' déli 's északi félgömbön a' hő és hideg övek közt fekszenek, soha sem áll a' nap a' lakosok' zenithjök fölött, és soha sem marad 24 órán túl a' látkör alatt. — Mindazon helyek, mellyeken legrövidebb napunk' idején 24 óránál tovább késik a' nap látkörünk alatt, az északi hideg földövbe esnek; mellyet a' gönczöltől 23 és $\frac{1}{2}$ fokra eső gönczölkör kerít be. Minél mélyebbe hat valaki a' hideg földövbe: tapasztalni fogja, hogy nyáron a' nap, télen az éj annál hosszabb, úgy hogy például Spiczberga' déli partján tavaszhoz' utolsó napjától kezdve nyárutó' közepéig a' nap nem is nyugszik le (körárnyúak); 's először ekkor kezdődik a' nap' felköltének 's lenyugtának változtatása, a' napok mindinkább rövidülnek, míg végre őszutó' elején a' nap egészen a' látkör alatt marad, 's télutó' közepéig nem is mutatkozik, a' lakosok még mintegy 25 napig (a'

meddig t. i. a' nap a' látkör alatt 18° -ra süllyed) a' hajnal' világa által tápláltatván. — A' déli félgömbön épen így vannak a' földövek elosztva, 's bár általában szólván a' déli félgömb hidegebb mint az éjszaki: az egyes napok' hosszúságai még is egyenlők; mert a' természettani éghajlat nem a' földrajzi szélességtől függ.

A' hő földöv' szélessége 47° -t, 's felülete mintegy 8. 7 milliom $\square$ mértföldet tesz (az egész földszínek 0. 4.) Mindegyik mérsékelt földövnek 43° szélessége van, 's öszvesen a' földszínből 4. 8 milliom $\square$ mértföldet foglalnak el (az egészből 0. 5.) Végre a' hideg földövek szinte 47° -t, 's öszvesen 0, 8 milliom $\square$ mértföldet (az egészből 0. 1) foglalnak el.

A' régebbi földrajzírók a' földszínt több az egyenlítővel közegyenese övekre, melyeket éghajlatoknak neveztek, osztották föl, 's ezeket úgy határozták meg, hogy nyáron a' leghosszabb nap (és így télen meg a' leghosszabb éj) mindegyik földöv' végén fél órával nagyobb legyen, mint volt annak elején. Illy éghajlat az egyenlítőtől kezdve a' gönczölkörökig 24 van.

13. §. Némelly képzetek' 's feladatok' kifejtése éggömb' segítségével.

Az éggömböt a' földön levő bizonyos helyre 's az év' bizonyos napjára úgy állítjuk fel, hogy annak gönczöle a' kérdésben levő hely' földrajzi szélességével egyenlő legyen, — a' nappálya' azon pontját, mellyen a' nap a' keresett időben áll, a' rézdélkör alá, — végre e' helyzetben az óramutatót 0-ra visszük. Ha a' helynek 0° szélessége van: akkor az egyenlítő' egy pontja foglalja el a' látkör fölötti legnagyobb magasságot, (derékgömb); ha pedig a' kérdésbeni hely' szélessége 90° : akkor a' gönczöl legyen a' legmagasban a' látkör fölött (közegyenese gömb): egyebütt az egyenlítő 's a' vele közegyenese körök mindég dült szögletek alatt vágják a' látkört (dült gömb).

A' látkör' mi pontján kel 's nyugszik a' nap tavasz hó 1-én a' földön az már a' bika jegy tizedik fokát elérte? — A' nap' nevezett helyét a' látkörbe visszük a' keleti pont' szomszédságába; aztán átvisszük azt a' nyugoti pont' szomszédságában levő látkörbe; aztán a' látkörön megszámlálva a' fokokat, mellyek a' keleti 's nyugoti pont és a' nap

közt fekszenek, ezzel a' kérdést megfejtettük. — A' nevezett napon meddig késik a' nap a' látkör fölött? A' nap' helyét a' réz-délkör alá viszzük, — az óramutatót a' 12-re igazítjuk; innen a' nap' helyét a' nyugoti látkörbe viszzük: akkor a' mutatók által elhaladt órák számát kétszerezvén, a' nap' keresett hosszúságát kitaláljuk. — Ugyan tavasz hó 1-ső napján mekkora a' nap' magassága délelőtti 9-órákor? A' nap' már sokszor említett pontját a' délkör alá, az óramutatót 12-re viszzük, 's ekkor mindaddig mozgatjuk a' gömböt, míg a' mutató délelőtti 9 órára nem ér. Ekkor a' gömböt mozdulatlaná tévén, 's a' gömb' mozgékony réz karélyát a' gömb' legmagasb pontjára alkalmazván, ezt a' nap' helyén keresztül a' látkörre viszem; mi meglevén, a' látkörtől a' nap' helyéig számlált fokok a' keresett magasságot kimutatják.

Mekkora a' nap' asimuthja tavasz hó első napján dél előtt 9 órákor? — Mivel egy csillag' asimuthja nem egyéb mint annak a' délponttói távolsága, vagy a' látkörnek azon karéja, mely a' csillag' függélyes köre, 's a' délkör között van: azon ponttól, mellyen a' réz karély (mellyet az imént mondott mód szerint kell a' gömbre alkalmazni) a' látkört érinti, megszámlálják a' látkör fokait, — ez a' nap' asimuthját kimutatandja.

Egy adatott napon hány órákor kel 's nyugszik valami csillag? — Például vegyük föl Sírúst, 's tartsuk meg a' már fölvevett tavasz hó el-sejét. A' nap álláspontját a' réz-délkör alá vivén az óramutatót 12-re alkalmazom, aztán a' gömböt mindaddig mozgatom, míg csak Sírús a' keleti látkört el nem éri. A' mutató által elvégzett órák kimutatják hány órákor kel föl Sírús.

8) A' hold körül tett szemléletek.

14. §. A' hold' saját mozgása. Holdcsomók. Holdforgás.

A' mit főlebb a' napról mondtunk, t. i. hogy az mindennapi mozgásával ellenkezően is, azaz nyugottól kelet felé mozog: az igaz a' holdról is. Ha őt tegnap a' szűz csillagánál láttuk: ma már ezt kelet felé elhagyta. Így megy ez mindennap, úgy hogy ez körülbelöl 4 hét alatt jön vissza oda, a' honnan kiindult = 27. 32 nap = 27 nap 7 óra 43' 11'' alatt 's a' hold' ezen kerengését csillagkerengésnek nevezzük, azaz ennyi idő alatt megy az vissza a' csillaghoz, mellytől elindult. A' holdpálya' síkja 5° 144 szöglet alatt dül a' nap-pályaéra. Azon egyenes vonalt, mellyben e' két sík egy-

mást vágja csomók' vonalának, jelesül azon pontot, melyről a' hold a' nappályától éjszak felé emelkedik, hágó csomónak $= \Omega$, azon pontot pedig, melyről a' nappályától dél felé süllyed, szálló csomónak $= \mathfrak{S}$ nevezzük. Nem állandók e' csomók, hanem keletről nyugot felé haladók, úgy hogy e' haladás minden kerengés alatt körülbelöl 1^0 -t tesz, 's e' szerint egy napra esik $= 0^0.0569$.

De forog is a hold (t. i. tengelye körül), mit onnan tudunk, hogy egész kerengése alatt felénk mindig ugyanazon felszínét fordítja, mit bizonyos foltjairól vehetünk észre. Ugyanis (7. kép) egy szembetűnő foltját megjegyezvén, ez A-nál a-ban, B-nél a'-ban, C-nél a''-ban, D-nél a'''-ban mutatkozik, tehát mindig annak központja táján. Ebből következik, hogy forgása' ideje egyenlő kerengése' idejével.

15. §. A' hold' fényváltozatai.

Minthogy a' hold a' föld körül, ez pedig a' holddal együtt a' nap körül kereng: kell olly időnek lenni, melyben a' hold a' föld és nap között foglaljon helyt, majd máskor földünk álljon a' nap és hold között; az előbbi helyzetet összevejetnek, ez utóbbit szemköztlétnek nevezzük, — amabban a' nap sugarai a' holdnak tőlünk elfordult oldalát világosítják meg, 's azért ezt nem láthatni, — emebben pedig felénk fordult része van megvilágítva, azért látható is. E' szerint a' szemköztlétben, midőn a' hold nap-lementkor kel, fénytányér gyanánt látszik az égen, 's ez időt nevezzük holdtöltének. A' mint naponként mindinkább halad kelet felé: mindennap körülbelöl egy órával kel későbbben, de egyszersmind nyugoti vagy jobb oldalán folyvást több több fényt veszít, míg egy hét mulva az úgy nevezett utolsó negyedben éjjel tájban kelvén, nekünk a' nap által megvilágosított tányérának csak felét mutatja. A' mint naponként ismét későbbben kel, 's az éjnek utolsó óráin tündöklök, fénye mindig kisebb kisebb térbe szorulni látszik, míg $14\frac{1}{2}$ nap mulva az úgy nevezett új holdban egészen elenyészik, a' nappal egy időben kelvén. 3—4 napi homálya után nyugoti párkányán a'

nap' keleti oldala mellett ismét egy kis fényt kezd mutatni, melly a' szerint a' mint a' napnál időnként későbbben kel 's nyugszik, naponként növekedik, míg az első negyedben feltányéra ismét világossá lesz, — délben kel 's éjféltkor nyugszik. Ekkor a' hold' fényét egyenes vonal zárja be, melly későbbben domború vonallá válik, míg végre az új holdtól számlálandó 14 's $\frac{1}{2}$ nap elteltével újra egész fénytányérát mutatja. A' hold' ezen fényváltoztatának tünetényeit könnyű a' 8. képből kimagyarázni. S a' napot, T a' földet, A, B, C, D a' holdat jegyezi négy állomásain. Már minthogy egy homályos gömbnek egyszerre csak fele világosíthatatik meg: látni való hogy B-ben holdújságnak, D-ben holdtöltének, C-ben 's A-ban első 's utolsó negyednek kell lenni. A' hold' ezen fényváltozataiból egyenesen lehet a' hold' gömbidomára következést húzni; mert ha a' hold tányéralakú volna, ezen változatoknak egészen más-ként kellene mutatkozni.

A' hold' lakosai szint ilyen fényváltozatot vesznek észre földünkön. D-ben (9. kép) a' holdújsága' alkalmával nekik földtöltők van; B-ben holdtölte alkalmával holdujságok stb. Már mivel földünk — mint alább következni fog — a' holdnál sokkal nagyobb; földtöltekor földünk' tányéra 13-szor látszik nagyobbak a' hold' lakosai előtt, mint előttünk a' hold, telte alkalmával. A' föld' ezen fénye olly erős, hogy visszalövellert fényét holdújságakor ennek sötét tányerán észrevethetni. — Mivel a' hold' forgása 's kerengése egy idő alatt végződik: következik hogy a' hold' egyik félgömbének lakosai földünket sóha sem láthatják.

Azon pillanatnak, mellyen a' hold első vagy utolsó negyedjét eléri szabatos megjegyzése, egyszerű módot nyújt a' nap' földtőli távolságának meghatározására. A' nevezett negyedek bejöttének ezen pillanatát arról ösmerjük meg, hogy ekkor a' hold' homályos felét világos felétől egyenes vonal választja el. Ekkor a' nap föld 's hold egy derékszögű $\triangle$ -et képeznek, még pedig úgy hogy a' hold áll a' derék szögleten. Már ha e' pillanatban megmérjük azon szögletet mellyet a' földről a' napra 's holdra húzott vonalak képeznek; 's e' szögletet $89^{\circ} 51'$ találjuk: a' napnak földtőli távolsága D-nek, — a' holdnak a' föld-

tőli távolsága $\equiv$ d-nek nevezetvén lesz $\equiv \frac{D}{d} \equiv \frac{1}{89^{\circ} 51' \text{ pót.}}$
 $\equiv 382$, azaz a' nap tőlünk 382-szer van távolabb mint a' hold. Minthogy — a' mint fölebb láttuk — a' hold tőlünk 50000 mérföldre van:

ebből következik, hogy a' nap földünktől körülbelől $19\frac{1}{2}$ milliom földrajzi mérföldre van távol.

A' hold' fényváltozatai minden következő esztendőben 11 nappal hamarabb esnek: mert $\frac{365}{29\frac{1}{2}} = 12$, 's még fönmarad 10. 87 nap. Már minthogy 19 napév egyenlő 235 csillagkerengéssel, innen következik, hogy 19 év mulva a' holdtöltök 's újságok a' hónap' ugyanazon napjaira esnek. A' hold' fényváltozatainak ezen körszakát aranyyszámnak nevezik.

16. §. A' hold' napirányi hónapja.

Azt mondtuk fölebb, hogy a' hold' csillagirányi kerengése 27 n. 7 ó. 43' 11'' tesz. Honnan van még is hogy hold' töltétől holdújságig $14\frac{1}{2}$ n., 's az egész pálya' elvégzése alatt 29 n. foly le? E' tünemény okát a' 10 képből könnyen beláthatni. A' föld T-ben, hold L-ben, nap S-ben van. 27. 32 n. alatt visszajön a' hold oda, honnét kiindult t. i. L-be. Hanem e' 27 nap alatt a' nap is körülbelől 27° -t haladt: és így a' holdnak még előbb L' útát végeznie kell, hogy nap hold föld egyenes vonalba essenek. Ez 29 n. 12 ó. 44' 's 2. 8'' alatt történik. A' hold' ezen kerngését napirányinak nevezzük, mert ennek elvégzése után megy ismét oda, hogy a' három égi test egyenes vonalba essék. Azon időt melly alatt pályáját a' hold egyszer bevégzi, napirányi hónapnak mondjuk; 's hogy ez valósággal 29. 5 n. tesz, így mutatjuk meg. Az alatt míg a' hold (11. kép) L-ből L'-ba ér, a' nap csak S S' karéjt végzi el, azaz ha a' hold egy nap alatt $13^{\circ}. 18$ (mert $\frac{360}{27. 32} = 13^{\circ}. 18$) karéjt fut által, a' nap csak 0,98 (mert $\frac{360}{365. 24} = 0.98$); következőleg a' hold' valóságos haladása annyi, mint a' két szöglet' a' 's b különbsége $= 12^{\circ}. 20$. E' szerint $\frac{360}{12. 20} = 29. 5$ n., 's ez a' hold' napirányi hónapja.

Jegyezzük meg itt e' kövekező hónapokat:

Csillagirányi (sidereus) hónap $= 27$ n 7 ó 43' 11''

Napéjegyei (tropicus) hónap $= 27$ n 7 ó 43' 4.6''

Csomóhónap (nodorum) $= 27 \text{ n } 5 \text{ ó } 5' 49''$

Napirányi (synodicus) hónap $= 29. 5 \text{ n.}$

Napéjegyei hónap t. i. azon idő, mely alatt a' hold a' tavaszi napéjegy pontjára visszaér. Csomóhónap pedig azon idő, mely alatt a' hold péld. hágó csomójára visszajut. E' hónapok' különbségének okát könnyű belátni.

17. §. Holdfogyatkozás.

Fogyatkozásnak nevezzük valamely csillag' fényének elsötétülését; jelesül holdfogyatkozásnak a' tűneményt, mikor a' föld' árnyéka a' hold' megvilágított tányérát vagy egészen vagy csak részben meghomályosítja, a' mikor tehát a' hold szemköztlétben áll. E' szerint ez esetben a' föld' árnyékának nagyobbnak kell lenni, mint a' hold' távolságának a' földtől. Mindenek előtt tehát a' föld árnyéka' hosszát kell meghatároznunk. Legyen S (12. kép) nap, T = föld, TC = x a' földárny' hossza, TU a' föld' felátmérője, SF = a' nap felátmérője, mely — a' mint alább meglátandjuk — amannál 110-szer nagyobb. Már itt — minthogy $CST \triangle \infty CTU \triangle$ — áll ez arány.

$$SF : TU = SC : TC, \text{ vagy}$$

$$110 : 1 = SC : TC, \text{ vagy}$$

$$110 : 1 = ST + x : x, \text{ következöleg}$$

$$110 x = ST + x$$

$$109 x = ST, \text{ 's innen}$$

$$x = \frac{ST}{109} = 183486 \text{ mérföld. Lehet tehát hold}$$

fogyatkozás, mivel tölünk a' hold mintegy 51000 mérföldnyire van. Innen kiszámíthatni azt is, hogy a' föld' kúpárnyának szélessége ott hol ezt a' holdpálya keresztülvágja körülbelöl $= 2. \frac{2}{3}$ holdátmérő vagy is 1240 mérföld.

Ha a' holdpálya a' nappályával közégyenes volna: akkor minden holdtólte alkalmával, 's így minden hónapban egyszer kellene holdfogyatkozásnak lenni. De mivel ezen két pálya egymásra 5° szöglet alatt dül (15. §): a' hold többnyire e' kúpárny fölött vagy alatt megy el a' nélkül, hogy azt érintené. Tehát fogyatkozás csak akkor lehet, ha töltekor a' hold egyszer'smind közel áll csomójához, vagy

épen csomójában van, 's ez közép számmal 18 év alatt 29-szer történik. Ha a hold egész tányéra a föld árnyékába merül: a fogyatkozás teljesnek; különben részlegesnek mondatik; ez legfőlebb 2 óráig 18', amaz pedig 4 óráig 's 18' tarthat. 1839-ben holdfogyatkozás nem lesz; 1840-ben télutó 17-én 's nyárutó 13-án, 1841-ben télutó 6-án 's nyárutó 2-án, 1842-ben télhó 26-án 's nyárhó 22-én 1843-ban nyárelő 12-én 's télelő 7-én — 1860-ban télhó 7-én 's nyárutó 1-jén lesznek holdfogyatkozások.

Hogy a földárny' szélessége 's a hold félátmérője fontos részt vesznek a fogyatkozásban: az világos; hanem még egyebekre is kell figyelmeznünk. A fogyatkozást nem a föld központjáról, hanem felszínéről nézzük: ezért a fogyatkozás függ a nap 's hold helyközétől is. A 13. képen π a nap', p pedig a hold földszinti helyközét, x a fogyatkozás' határát, α a nap' látszó félátmérőjét jegyezi. Most a holdfogyatkozás' határát kifejezendők vegyük fel $\triangle ATL$ -et, ennek AT oldalát megnyújtván; ebben $\alpha + x$ külső szögtetek $= p + \pi$ belső szögletekkel, következőleg $x = p + \pi - \alpha$. Hanem mivel ezen egyenlítőmény a fogyatkozást a hold központjára számította; az pedig világos, hogy annak — míg csak egy kis része árnyékban van is — tartani kell: az egyenlítőmény' utóbbi tagjához a hold' látszó félátmérőjét is hozzá kell adni, tehát e' következő képlet fogja a fogyatkozás' határát kifejezni $x = p + \pi - \alpha + h$.

A holdfogyatkozást a földnek mindazon lakosi, kik a holdat látják, ugyanazon időben veszik észre; mert a holdfogyatkozás onnan származik, hogy arra a közbejövő föld' miatt a nap' sugarai nem mehetnek; 's innen következik, hogy a hold' meg nem világosított részét senki sem láthatja. Másként van' ez a napfogyatkozásoknál, mellyeknek oka nem az, hogy tán a nap' fénye elfogy, hanem az, hogy a fénylő napot nem láthatjuk földszinünk' azon helyéről, mellyre a hold' árnyéka ér.

Ha a napirányi hónapot a csomó-hónappal egybe hasonlítjuk: kijön hogy 223 amabból, 242 ebből 6855 napot tesz, vagy is 18 juliusi évet, 's 11 napot. Innen következik, hogy 18 év 's 11 nap mulva a nap hold 's ennek csomói épen azon helyezetben lesznek egymás iránt, mellyben ezen kör-

szak' elején voltak. Minthogy pedig a' fogyatkozások épen e' helyezettől függenek: e' körszakkal (chaldaeainak neveztek) már a' régiek egyszerűen megtudták a' fogyatkozásokat előre határozni. Mert ha a' fogyatkozás' följegyzett ideéhez 18 évet 's 11 napot adtak: akkor ugyanezen fogyatkozásnak be kellett teljesedni.

18. §. Napfogyatkozás.

Napfogyatkozás akkor van, ha a' hold csomói körül 's öszvejevetben áll. Minthogy a' holdpálya körkörös: az ezen mozgó hold' látszó átmérője változik, úgy hogy ennek határait 1006 és 882'' teszik; midőn a' nap' tetsző átmérője csaknem mindég 963'' tesz. Már ha újságakor megy ált a' hold a' nap' tányérán: azon esetre, ha ennek félátmérője amannak félátmérőjénél kisebb; teljes napfogyatkozásunk lesz; — ha pedig a' hold' félátmérője kisebb a' nap' félátmérőjénél, nem fogja az ezt tökéletesen elfedni, a' napot gyűrűalakban tüntetvén elő. Végre ha — a' mi leggyakoribb — a' hold nem a' nap' közepén, hanem csak oldalán megy által: a' napfogyatkozás részleges leszen.

A' napfogyatkozás' tüneményeit világosan mutatja a' 14. kép. *S* a' napot *AB* holdpályát *T* földet jegyezi. Kúpárnyát mel, valamint mellék árnyát a' hold a' földre veti: hanem mivel a' hold földünknel sokkal kisebb: kúpárnya sem olly széles, sem olly hosszú nem lehet, mint a' föld' árnyéka. Mivel továbbá az említett kúpárny körülbelől a' föld' felszínét éri: világos, hogy ez soha az egész föld előtt a' napot el nem takarhatja. Azon helyek a' földön, mellyek a' holdárny no átmetszetének irányába esnek, teljes fogyatkozást, — *n* és *o* pontokon kívül levők részleges, végre a' félárny' határain kívül fekvők semmi fogyatkozást nem látnak. Újságakor minél távolabb van a' hold a' földtől: annak árnya ennek felszínén annál kisebb tért fog elfoglalni. Ha pedig olly nagy a' hold' távolsága, hogy a' holdárny' csúcsa a' földszint nem is éri: azon helyekre nézve, mellyek a' holdárny' megnyújtott tengelyének irányában fekszenek,

nek, központi egyszer'smind gyűrűalakú fogyatkozásnak kell mutatkoznia. Mivel a' nap' 's hold' látszó átmérői nem sokat különböznek egymástól: ezért nem tarthatnak soká a' napfogyatkozások.

A' napfogyatkozások' határát épen úgy határozzuk meg mint előbb a' holdét. Ugyanis a' 15 képben LTS szöglet

$$= \text{FTS} + \text{FTL}$$

$$= \alpha + \text{FTL}$$

$$\text{Úgyde FTL} = \text{TLC} - \text{LFT}$$

$= p - \pi$. Tehát hozzáadván még a' nap' tetsző félátmérőjét $= n$, a' napfogyatkozás' határát ($= \text{LTS} = x$) e' képlet fejezi ki

$$x = \alpha + p - \pi + n.$$

Csaknem minden esztendőn több napfogyatkozás van mint holdfogyatkozás. Oka az, mert ab körív $= 33^\circ$; $a'b'$ körív pedig $= 24^\circ$, tehát annak határa ezénél nagyobb; — továbbá a' nap' mozgása lassúbb, következöleg míg a' nap ezen köríven halad (mintegy 34 nap) az alatt a' hold kétszer képezhet öszvejövetet, 's így két holdújság eshetik. De holdtöltekor 24 nap mulva a' földárny kívül van a' nevezett 24° köríven, következöleg már fogyatkozás nem lehet. Ebből — ha még azt is meggondoljuk hogy a' nap egy év alatt csak kétszer lehet a' csomókban — láthatni, hogy egy év alatt legfölebb 4 nap, 's két holdfogyatkozás lehet. E' következő évtizedben nevezetes napfogyatkozásokat látandunk: 1841 év nyárhó' 18-án egy óráig tartó általános fogyatkozást, 1842. ben nyárhó' 8-án két óráig tartó központi 's teljes fogyatkozást, — 1845 ben tavaszutó' 6-án két óráig tartó központi 's gyűrűalakú fogyatkozást, 1847 ben őszhó' 9-én szinte két óráig tartó központi 's gyűrűalakú fogyatkozást látandunk.

Keletindiában máig is azt hiszik, hogy fogyatkozásokor valami rosz lélek terjeszti ki fekete szárnyait a' nap vagy hold elé, hogy ezeket az égről lehúzhassa. Ezért India' lakosai fogyatkozás' alkalmával a' folyamokba futnak, 's ezekbe egész nyakig búvnak, így gondolván magokat a' rosz lélek' támadásaitól megőrizhetni. Afrika' nyugoti partjain lakók pedig azt hiszik, hogy a' fogyatkozás' alkalmával egy nagy fekete macska teszi lábait a' napra vagy holdra. Egyébiránt illy forma babonás hit Európában is hallható, kivált a' köznép szájában; sőt alig egy századja, hogy mivelt emberek sem voltak mentek effélé képtelenségektől. 1706 tavaszutó' 12-én egy nagy napfogyatkozás volt Európában látható; úgy hogy azon helyeken, melyeken ez teljesnek mutatkozott 5' ig tökéletes sötétség volt, olvasni vagy egy-

más mellet levőknek egymást megösmerni lehetetlen volt, a' bolygókat 's nagyobb álló csillagokat világosan lehetett látni stb. stb. Ekkor mivel társaságokban sőt egyetemekben is köz beszéd' 's okoskodás' tárgya volt azon mérges köd, melly akkor, 's általában minden fogatkozáskor a' földre hull; ezért a' kútakat gondosan betakarni, a' barmokat az istálóba behajtani stb. kellett. 1836-ki napfogyatkozás' alkalmával hazánkban is több városokban betakartattak a' kútakat, behajtottak a' csordákat, — 's az illy rendeletek mivel állnak főlebb az előbb említett ázsiai képtelenségeknél?

e) Bolygók körüli észrevételek.

19. §. Bolygók.

Láttuk főlebb, hogy minden csillagaival az egész ég mindennap keletről nyugot felé fordulni látszik. Hanem, ha e' csillagokat egyenként közelebből megvizsgáljuk: úgy látszik, hogy néhány az égnek e' közös nyugalmából kivételve van. Midőn a' nagyobb rész állandón megtartja azon helyeztetet, egymás iránti viszonyt 's távolságot, mellyet rajtok egyszer vagy másszor megjegyeztünk — (egyenes vonalt vagy háromszeget, vagy négyszeget képező csillagok e' formát soha sem változtatják) —: vannak olyanok is, melyek helyöket változtatják, 's különböző sebességgel különböző irányban egyik csillagtól a' másik felé vándorolni látszanak. Ezért e' csillagokat bolygóknak (planeta) nevezték. Kisebb nagyobb körlevélalakban mutatkoznak, minthogy sokkal közelebb vagynak, mint azon álló csillagok, mellyek épen szörnyű távolságuknál fogva igen kis pontoknak tetszenek. Pusztá szemmel 5 illy bolygót tudunk megkülönböztetni, t. i. 1) a' hajnalcsillagot, (Venus) 2) hirnököt, (Mercur) 3) hőst, (Mars) 4) mennyúr, (Jupiter) 5) övönczöt, (Saturnus). Ezekről renddel.

20. §. Hajnalcsillag. Hirnök.

Legfényesb bolygó a' hajnalcsillag. Ez soha a' naptól messze nem távozik. Ha ma nyugot táján a' lenyugvó naphoz közel mutatkozott: megelőzi ugyan a' kelet felé hátráló (haladó) napot, 's így a' következő napokon tovább

fénylik látkörünkön a' nap' lenyugta után; hanem ez a' naptól távozása véget érven, újra ehhez közeledik, szomszédságában láthatlanná leszen, — majd a' nap' nyugoti oldalán mutatkozván, napkelet előtt fénylő keleti csillaggá válik, végre ez irányból is, bizonyos távolságra érte után, újra visszafordul. Váltogatva így közeledvén 's távozván a' naptól, az álló csillagokra nézve más más helyzetet vesz föl.

A' hajnalszillagéhoz hasonló mozgása van a' hirnöknek. Ez is mindég a' nap körül bolyong; a' naphoz mindinkább közeledik, majd a' nap' másik oldalán jelen meg, majd ismét visszafordul, tányéra előtt általmegy, és így tovább. Szintúgy lehetne ezt is reggeli 's esteli hajnalszillagnak nevezni (lucifer, hesperus), hanem mivel ez soha annyira a' naptól nem távozik mint a' hajnalszillag; nincs is akkora fénye mint emennek: ezért ritkán 's mindég csak hajnalban látható, midőn a' hajnalszillag gyakran a' hajnal' múlta után is elég ideig mutatkozik.

E' két bolygót, mint a' mellyek mindég a' nap 's föld között mozognak, alsóknak nevezik; a' következők felsőknak hivatnak. Amazok soha szemköztlében nincsenek, hanem két (felső és alsó) öszvejövetben.

21. §. Felső bolygók.

Különös törvényt látszanak ezek mozgásaikban követni. Ha a' hős éjféli tájban délkörünkben mutatkozik: valamit csaknem minden éjjel nyugot felé hátrálni látszik; majd mozgása lassúdván megfordul, — a' naptól beéretvén egy darabig elenyészik, későbbben a' reggeli hajnalban nap' fölkelte előtt mutatkozik, — végre ezen kelet felé irányzott mozgása lassúdván, ismét nyugot felé fordul. Nyugoti irányú mozgása hátrálónak, a' keleti irányú pedig haladónak mondatik, 's amabban legerősb fényűnek látszik.

Lényegére nézve az előadotthoz hasonló mozgást mutat a' mennyűr. Azonban van négy kísérője, mellyeket mennyűr' holdjainak neveznek, 's mellyek közül egyik vagy másik a' mennyűr' árnyéka által néha fogyatkozást szenved

— épen mint holdunk a' föld' árnya által. Egyik vagy másik e' kísérők közül a' mennyúr' tányéra előtt megy el, melly alkalommal jó tovacső' segítségével láthatni annak a' mennyúrra vetett árnyékát, 's így következtethetni, hogy ezen kísérőknek sincs saját világosságuk.

Szintolly mozgást mutat az övön cz mint a' hős 's mennyúr; ezen kívül egy saját fénygyűrűje van, mellynek központján mintegy szabadon úszni látszik. Láthatni e' fénygyűrűn az övön cz' árnyékát, mellyből ennek sötét természetére következést húzhatni.

1781. fedezte föl Herschel a' csillagok közt igen lassan mozgó végőrt. Ennek 6 kísérője van, mellyek közül négyet, minthogy kicsinyek 's igen távol vannak, csak igen jó tovacsővel láthatni.

Csillányok neve alatt azon 4 bolygót értjük, mellyek az állatkörön kívül a' többi csillagok között bujdosni látszanak, 's e' század' elején fedeztettek föl, jelesen Ceres, 1801 Piazzí által, Pallas 1802 Olbers által; Junó 1804 Harding által, Vesta 1807 Olbers által. E' négy bolygó kicsinysége mellett olly távol van földünkől, hogy csak igen jó tovacsővel láthatók, — 's mivel a' naptól egyenlő távolságra állnak, innen gyanítja Olbers, hogy azok egy nagyobb szétpattant bolygó' darabjai (bolygószilakok).

22. §. Üstökösök.

Az üstökösök egyébkép' a' bolygókhoz hasonló égi testek, csupán hogy többnyire egy fark-formára kinyúló, de néha gömbalakú fényköddel vannak ellátva. A' tudatlanság sok ideig veszedelmes történetek' hirnökeinek tartotta ez égi testeket: hanem Halley a' nagy csillagász közelebből megösmertette ezeket is az emberiséggel, egyszersmind többeknek útát szabatosan meghatározta. Egy üstökösnek újra megjelentét 70 évvel elébb megmondta, 's nem csalatkozott; az üstökös 1759-ben tűnt föl, 's mivel körpályája' végezése 50 — 70 évet kíván, 1835-ben újra visszajött. — Van az üstökösöknek bizonyos sötét magvok vagy belők, mint ezt az 1807 's 1811 üstökösökön világosan lehet látni. Léggörei a' mennyúr' holdjai' léggöreihez igen hasonlók, azért bátran állíthatni, hogy az üstökösök' termé-

szete ugyanaz, a' mi a' bolygóké. Azon fényköd, mely őket környezi, több ezer mérföldekre terjed. Az 1769-ki üstökös' fényfarka 40 milliion mérföldnyi volt. Az 1799-ki üstökös' fénygömbé pedig 43 biliom koczka mérföldet foglalt el. — A' fényfarak rendesen az üstökösnek naptól elfordult oldalán mutatkozik — néha rövidebb; az 1811-nek minden!eddig látottak között legnagyobb volt.

A' mi az üstökösöket pályáikra nézve illeti: nem úgy mozognak azok nyugottól kelet felé, mint a' bolygók, hanem most ez, majd amaz égtájról jönnek elő; majd igen közel, majd nagyon messze a' naptól. Az 1769-ki üstökös napközelében $2\frac{1}{2}$ milliion mérföldre, naptávéban pedig több mint 15000 milliion mérföldre volt. Pályája' bevezésére 7334 év kell, midőn az 1811-kinek 3000 év.

Van 3 nevezetes üstökös, melyek azon csillagászoktól, kik azoknak pályáit biztosan legelőször számíták ki, neveztetek el: 1) Encke' üstököse 1818-ki őszutó 16-kán fedeztetett föl; pályája körkör, melyet 3 év 's 115 nap alatt végez el. Naptáva 84 és $\frac{1}{2}$, napközele szinte 7 milliion mérföld. — 2) Biela' üstököse 1826-ki télutó 27-kén fedeztetett föl. Ez azért nevezetes, mivel pályája a' földet valósággal keresztülmetszi. Napközele 18000000; naptáva pedig 128000000 mérföld. — 3) Halley üstököse 1835-ben hatodszor tűnt fel; 1456-ban vétetett észre legelőször, 's ekkor a' földhöz legközelebb volt (mintegy 800000 mérföldre, 's fényfarkával az ég' harmadát befogta). Pályáját 75 — 76 év alatt végzi, naptáva 740 milliion, napközele pedig 12 milliion mérföld.

γ) Csillagok körüli észrevételek.

23. §. Az álló csillagok látszó nagysága.

Csupán egy tekintetre is a' csillagokban nagy különbséget találunk, némellyek olly világosak 's olly nagy-nak tetszők, hogy naplement után mindjárt láthatók, némellyek pedig kisebbek 's gyengébb fényűek, 's csak az éj' teljes bejöttével, végre mások csak jó tovacsők' segítségé-

vel láthatók. Fényök benyomására, és így tetsző nagyságukra nézve a' pusztá szemmel láthatók 6 osztályba vitetnek, a' tovacsóvel észrevehetők pedig 10 osztályba; az elsőbe tartozók első, a' másodikba második, a' harmadikba harmadik stb. nagyságúnak neveztetvén. Az első osztályban 14-et, a' másodikban 70-et, a' harmadikban mintegy 300-at ismerünk; a' pusztá szemmel láthatók rendesen 5000-re tétetnek. Az álló csillagok könnyebb átlátás' kedvéért egyes csoportokba, mellyek csillagzatoknak neveztetnek, gyűjtettek, mellyek elnevezésének okát nem annyira a' hasonlatban, mint nevezetes emberek' vagy tárgyak' örökítésében kell keresni. Az éjszaki félgömbön látszó nevezetesb csillagok e' következők: 1) nagy gönczöl, 2) kis gönczöl, 3) sárkány, 4) ökörpásztor, 5) Berenicze' haja, 6) éjszaki párta, 7) Hercules, 8) kigyós, 9) lant, 10) hatyú, 11) Delphin, 12) sas, 13) Pegazus, 14) csikó, 15) Andromeda, 16) Cassiopea, 17) Perseus, 18) kocsis, 19) háromszeg. — A' déli félgömbön pedig nekünk e' következők mutatkoznak: 1) kaszás csillag (Orion), 2) nyúl, 3) galamb, 4) nagy kutya, 5) kis kutya, 6) vízi kigyó, 7) Eridan, 8) czethal, 9) Argó, 10) déli hal.

Szabatosabb megjegyzés végett mindegyik csillagzatban a' kítűnőbbeket saját névvel, vagy legalább a' tetsző nagyság szerint, a' görög *abc* első betűivel jelelték meg. Így, például, az ökörpásztorban van α = Arktur, az éjszaki pártában α = gemma, a' lantban α = Vega, a' sasban α = Altair, a' hatyúban α = Deneb, a' Perseusban α = Algol, a' kocsisban α = Capella, a' kettősben α = Castor, β = Pollux, a' bikában α = Aldebarán, a' nagy kutyában α = Syrius, a' kis kutyában α = Procyon, az oroszlányban α = Regulus, β = Denebola, a' szűzben α = kalász, az ollóban α = Antares. Azon esetre ha vezető nincs, magányos szorgalom által is megösmérhetni e' csillagzatokat egy éggömb' segítségével, vagy ha ez nincs, Katonánk' mathematica földleírásából.

Herschel után tudjuk, hogy a' téjút nem egyéb, mint egymáshoz végetlen közel álló csillagok' számtalan serege. De az ezen kívüli térben levő csillagok is megszámlálhatatlanok, 's okosan nem is vehetünk föl egyebet, mint hogy e' végetlen térben mindenütt vannak csillagok.

24. §. Az álló csillagok távolsága.

Ezt csak nemlegesen határozhatjuk meg, azaz, hogy milly közel nem lehetnek azok. Ugyanis az álló csillagoknak helyköze nincs, sőt még a' nappálya' átmérője is (40 milliom mérföld) azoktólunk távolságához képest elenyészik. Ha föl vesszük hogy a' csillagok' évi helyköze $1''$ -t tesz: akkor a' már fölebb (7. §.) fölállított egyenlítőmenny

$$\pi \text{ keb.} = \frac{r}{R}, \text{ ezzé válván } R = \frac{r}{1'' \text{ keb.}} \text{ (hol } R \text{ az álló}$$

csillag' távolságát, r a' nappálya' félátmérőjét teszi), kijönne, hogy $R = 2006$ nappályai félátmérő, vagy is, hogy a' legközelebb álló csillag' távolsága 4 biliom mérföldnél többet tesz, mert az bizonyos, hogy $1''$ szöglet a' csillagászai eszközök' szabatosságát ki nem kerülhetette volna. A' Syrius' helytáva $\frac{1}{2}''$ -nek vétetvén, távolsága 8 biliom mérföldet meghaladja, melly nagyságot onnan képzelhetni, hogy e' távolságot a' minden másodperczben 40000 mérföldet haladó fény, 6 év 's $4\frac{1}{2}$ hónap alatt tudja általfutni.

Már a' naphoz képest, mellynek távolsága a' földtől kerek számmal 20 milliom mérföldet tesz, olly csekélynek tetszik a' föld 860 mérföldnyi félátmérője, hogy a' nap' földszinti helyköze csak mintegy $8''$ tesz. A' hasonlatlanul távolabbi álló csillagokra nézve ezen helyköz, vagy is azon szöglet, melly alatt a' föld' félátmérője egy álló csillagból nézetik, végetlen kicsiny; azért azt próbálták meg, vallyon legalább a' nappálya' félátmérője az álló csillagból nézetve észrevehető szöglet alatt látszik-e? E' szögletet a' csillagok' évi helyközének nevezik, valamint a' fölebb (7 §.) leírtat napinak nevezhetnők. Az e' tárgyban tett észrevételek' következése az lett, hogy az álló csillagok' évi helyköze is sokkal kisebb, mint hogy azt csillagászai eszközeink megmérhetnék.

25. §. Az álló csillagok' való nagysága.

Ha tudnók egy álló csillag' tetsző félátmérőjét 's helyközét: ekkor (az ösmeretes $R = \frac{r}{\pi \text{ keb.}}$ egyenlítőmennyel) annak távolságát, 's így való félátmérőjét is kiszámíthatnók. Hanem nem vagyunk képesek azokat szabatosan meghatározni: és így csak önkénytes fölvételek után lehet azok-

ról valamit mondanunk. Minden állócsillag jó tovacsón nézve eloszthatlan pontnak tetszik. De vegyük föl, hogy a' tetsző félátmérő még is $\frac{1}{10}''$ tesz, 's némelyeknek helyköze 2, 1, 0. 5, 0. 1'' tesz: akkor a' következő tábla ki fogja mutatni azon csillagok' távolságát 's való félátmérőjét, nappályai félátmérőkben.

Helyköz	Távolság	Való félátmérő
2''	103130	$\frac{1}{20}$
1''	206260	$\frac{1}{10}$
0. 5''	412520	$\frac{1}{5}$
0. 1''	2062600	1

Ha e' számokat 20 milliommal sokszorozzuk: a' távolságok 's félátmérők mérföldekben lesznek kifejezve. Mint-hogy pedig földünknek a' naptól távolsága 214 napfélátmérő: a' táblában feljegyzett félátmérők napfélátmérőket jelentendnek, ha azoknak számaít 214-el sokszorozzuk. Így egy álló csillag, mellynek helyköze 2'', tetsző félátmérője $\frac{1}{10}''$, 11-szer nagyobb félátmérővel bír mint a' nap. Egy olly álló csillagnak pedig, mellynek helyköze is, tetsző félátmérője is $\frac{1}{10}''$, akkora félátmérője lesz, mint a' nappályának, vagy 214-szer nagyobb mint a' napnak.

26. §. Kettős csillagok. Fényfelhők. Csodacsillagok.

Sok csillag, ha pusztá szemmél nézetik, csak egynek látszik; hanem tovacsőkön keresztül az egy csillag kettőre 's többre bomlik. Az illy csillagokat kettős csillagoknak nevezzük, 's hogy ezek valósággal kettősök, onnan tudjuk, hogy a' világtérben együtt mozognak. Némelly kettős csillagban egyik a' másik körül mozog, úgy hogy már soknak kerengési ideje is meg van határozva. A' csillagászok eddig 10000 kettős csillagot vettek észre.

Tiszta estéken pusztá szemmél is láthatni sok halványan világló fényfelhőket a' kék égen, még többet tovacsőkön keresztül. A' fényfelhőknek két nemét szokás megkülönböztetni; az egyik csillagködnek neveztetik, 's azon sajátsággal bír, hogy tovacsón nézelve egy sereg gyenge világu csillagnak látszik. Másik nemét, melly a' legjobb to-

vacsón keresztül nézelve sem mutat magában egyes csillagokat, fényködnek nevezzük. Illy fényködöt látunk a 'kaszás' 's Andromeda' csillagzatában.

Vannak olly csillagok is, mellyek nem mindég ugyan azon fénnel világolnak, egyszer váratlan megjelennek, egyes körszakokban fénylenek, majd eltűnnek, 's némellyek örökre. E' csillagokat csodacsillagoknak nevezhetjük. Illyen Algol, melly két nap 20 óra 48' 58'' alatt második nagyságú alakjából negyedik nagyságúvá válik. Másoknak nincs rendes fényváltozások. Altair ez előtt 1700 évvel harmadik nagyságú csillagnak látszott, most első nagyságú. Közel ehhez van egy másik, melly most szembetűnőleg kisebb mint régen. — Sok régen ösmert csillagok most többé nincsenek. Hova lettek? egészen elvesztek-e, vagy csak más alakot vettek föl, vagy tán tőlünk igen messze távoztak? senki sem tudja. Némellykor egyes, addig soha nem látott csillagok tűnnek föl, — egy darab ideig látszanak, majd örökre elenyésznek. Cassiopeában 1572. év' őszutó' 11-én egy illy csillag jelent meg rendkívüli fénnel, úgy hogy nappal is látható volt; — mindég sápadtabb lett, majd narancs színű, végre szürkés fehér, 's 16 hónap múlva újra egészen elenyészett. Igy mult el 1604-ben egy másik a' kigyóban. Ezeknek lényegéről teljes bizonyossággal semmit nem tudunk.

Sok álló csillag bizonyos pályán mozogni látszik: hanem olly lassan, hogy ezt csak több éveken keresztül tett vizsgálatok által lehet észrevenni. 3000 csillag körül, mellyeket e' célból csillagászaink folytonos figyelemben tartottak, 425-ön eltagadhatatlan saját mozgást vettek észre. Azonban nagyon hihető, hogy minden illy álló csillagnak van mozgása, de a' mit még szabatosan meghatározni nem tudtak.

b) Való égrajz.

(Astronomia theorica.)

a) Föld' forgása (napi mozgása).

27. §. A' föld' forgásának valószínűségét bizonyító erősségek.

Láttuk fölebb (2. §.) hogy az egész ég mindennap egyszer földünket nyugottól kelet felé megkerülni látszik.

De hogy nem mindég való az, a' mit szemeink ilyennek tartanak, azt egyéb tapasztalatokon kívül onnan is eléggé tudjuk, hogy szemünk e' földet köralakú síkságnak látja, 's ez még is — mint meghatározók — gömbalakú. Annyi bizonyos 's világos, hogy azon tűneményeket, mellyek az égnek említett mozgásával egybeköttetvék, úgy is tökéletesen kimagyarázhatni, ha az vétetik föl, hogy az ég' minden csillagaival együtt mozdulatlan' áll, a' föld pedig nyugotról kelet felé mindennap megfordul egyszer tengelye körül. Addig hát, míg egyiket vagy másikat eldöntő bizonyok nem határozandnak, csupa önkényemtől függ, az ég forgását vegyem-e föl, vagy a' földét? Az utóbbi' valószínűségét mutatják e' következők:

1) Sokkal hihetőbb az, hogy kicsiny test forog nagyobb körül, mint megfordítva. Földünk az egész éghez képest egy elenyésző pontnak tetszik; csak magából a' napból $1\frac{1}{2}$ milliom akkora gömb telnék ki mint földünk, — de milly végetlen sok csillag van az égen, melly még ennél is nagyobb: hogy lehetne hát az, hogy e' roppant nagy ég e' parányi kis föld körül kerengjen, csak azért, hogy egy tűnemény előálltassék, melly, ha a' föld forog, szintolly tökéletesen végbe megy? Valóban az ég' ezen forgása a' természet' takarékosági törvényével ellenkeznék.

2) Még hihetlenebbé lesz ez ég' forgása, ha azon sebességeket, mellyekkel az egyik vagy másik fölvétel' esete az égi testeknek birni kell, egybehasonlítjuk. Ha tengelye körül földünk minden 24 órában egyet fordul: akkor földünk színének akarmi pontja az egyenlítőn $1''$ alatt egy földrajzi mérföld' $\frac{1}{16}$ -t végezi el, mi a' hang' sebességénél ugyan nagyobb, de az álgyügömbénél (1600 — 1800 $1''$ alatt) kisebb. — Ha pedig az ég' forgása vétetik föl: akkor a' tőlünk mintegy 20 milliom mérföldre levő napnak minden másodperc alatt 1818 mérföldet, — a' triliom mérföldre levő égi testeknek pedig ugyan $1''$ alatt 11 biliom mérföldet kellene átfutni, mi a' fény' sebességénél 300 milliomszor nagyobb. 'S miért ez iszonyú, e' képzelhetlen sebesség?

csak azért, hogy mi föld lakosi szilárd vagy tespedő nyugal munkban ne háboríttassunk.

Az ég' ezen látszó mozgását még hihetlenebbé teszi azon körülmény, hogy minden égi testeknek, a' közellevő holdnak úgy mint a' legtávolabbi csillagoknak vagy fénykődöknek — legkisebb különbség nélkül — teljesen egyenlő időben, t. i. 24 óra alatt kell földünket megkerülniök, még pedig úgy, hogy a' távolabb levők mindig nagyobb nagyobb sebességgel birni tartoznának, a' mi pedig — minthogy ezen esetre a' mozgató erőnek a' föld' központjában kell lenni — egyenesen a' moztan' azon törvénye ellen van, hogy „a' vonzó erő a' távolság' négyszegének növekedése szerint fogy“ (lásd alább 36. §.)

De ám engedjük meg ezt (a' mi pedig teljesen hihetetlen), hogy földünkben illy szörnyű 's illy különös erő létezik: az égi testek' forgásának fölvétele még sem sikerül. Ugyanis — mint a' fölebbiekből tudjuk — a' csillagoknak csak kevés része kereng földünk' központja körül, — a' nagyobb rész, az egyenlítővel közegetes körökben mozog, mellyeknek központjai ez égtengely' különböző pontjaira esnek, 's mivel ez égtengely csak képzelt vonal: miként lehessen ebben mozgató erőt képzelni? — „a' semmiben semmi sincs.“

28. §. A' föld' forgását bizonyító egyenes erősségek.

1) Tapasztalásból tudjuk, hogy ha egy testet egy körben sebesen forgatunk, annak minden részei a' kör' központjától távozni igyekezzenek. Ezen törekvés, melly a' forgó testek' röperjének, vagy központtéli erőnek nevezetik, az, melly a' körülforgatott parittyá zsinagét feszíti, 's a' követ belőle kiesni nem engedi. Ha egy hengeralakú edénybe vizet tevén, azt tengelye körül forgatjuk: a' növekedő sebesség szerint az edény' oldalánál mind inkább emelkedik a' víz, 's végre egészen kihajtatik. Mind ezen példák azt mutatják, hogy egy test' forgásának alkal-mával annak részecskéi egy erőt nyilvánítanak, mellyel a' forgás' központjától távozni törekszenek, 's melly a' sebes-

ség' növekedése szerint nagyobbodik (l. al. 37. §.)—Hogy földünk először híg tömeg volt, 's csak lassanként vette föl jelen formáját: azt a' sok tengeri állatok' tetemeinek legmagasb hegycink' gyomrában találtatásáról, 's a' földrétegek' egymás fölé helyezkedése' rendéből csalhatatlanul következtethetjük. Ezekből önkényt folyik, hogy ha földgömbünknek eleitől fogva tengely körüli forgása volt, ennek részei (mint eleinte hígak) a' röperő' hatása szerint tartoztak rendelkezni, azaz, mivel az egyenlítő alatti, 's ehhez közel levő részek sokkal sebesebb mozgással bírnak, mint az attól távolabb esők (mint a' mellyek ugyanazon időben nagyobb kört végeznek el), azoknak a' röperőnél fogva távolabb kellett menni a' földgömb' központjától, vagy más szóval földgömbünknek az egyenlítő körül kidomborodottá, a' gönczölők körül pedig behorpadttá kellet képződni. A' gönczölőknél ezen behorpadás valóságos lett dolog (l. 5. §.); következőleg ennek föltételének vagy okának is, t. i. a' föld forgásának, valónak kell lenni.

2) Ugyanezt mutatja a' súlyerőnek a' föld felszíne' különböző pontjaini különbsége. Világos ('s alább bővebben látni fogjuk) hogy a' központhozzi erő a' központtólinak vagy röperőnek ellene dolgozik, 's ez amant kisebbíti; — 's mivel a' központtoli erő a' gönczölőknél $= 0$: bizonyos hogy a' központhozzi erőnek ezeken annyival inkább nagyobbnak kell lenni, mivel a' gönczölők a' föld' központjához legközelebb esnek. A' súlyerő' ezen különböző hatásának bebizonyítására percingát használhatni. Richer Párizsból 1672-ben Cayennába (közel az egyenlítőhez) menván, itt azon percingáját, melly Párizsban teljes szabatossággal járt, 5 vonallal meg kellett kurtitnia, hogy Cayennában is másodpercenként egyet hintázzék. A' moztanból ösmere-

tes e' képlet $n = \pi \sqrt{\frac{1}{h}}$. A' π változatlan, az h a' meleg' nagysága szerint változó ugyan, hanem e' pontban Richer az igazítást szabatos számítás szerint megtette, következőleg ha a' nevezett percinga n -e más volt Párizsban 's más Cayennában, ennek egyéb oka nem lehet, minthogy a' h Párizsban 's Cayennában különbözik — itt nagyobb

mint amott. E' lett dolgot tehát nem lehet másként kimagyarázni, mint hogy a' röperő Cayennában nagyobb mint Párizsban, tehát a' vonzó erő kisebb. Úgyde röpereje a' földnek csak úgy lehet, ha tengelye körül forog — és így forog is az valósággal.

3) A' föld' forgása ellen sokáig nevezetes erősség volt e' következő. Ha a' föld nyugotról kelet felé forog: akkor egy torony' tetejéről lebocsátott kő nem fog a' torony' aljára, vagy is a' földszín' azon pontjára, melyre az esni indult kőtől egy függély húzatni képzeltek, eshetni, hanem attól távolabb nyugot felé, ha ugyan az esés' ideje alatt a' földszín' nevezett pontjának jó darabot kellett haladni kelet felé. Az e' tárgyban tett próba egészen ellenkező eredményt hozván, maga Tycho 's Riccioli is e' körülmény' csalhatatlan következetének tartották azt, hogy a' föld nem forog. Newton későbbben belátta, hogy igenis ha a' föld forog, a' kő nem eshetik az említett függély' végpontjára, hanem eltér ettől, vagy is úgy szólván elhagyja ezt kelet felé (tehát nem nyugot felé, mint előbb gondolták). Ugyanis tudni kell, hogy a' föld forgásának esetére nem csak a' földnek, hanem mindannak, a' mi a' földhöz tartozik, tehát toronynak, légnek, légben tartott kőnek, kell kelet felé mozgásának lenni. Innen következik, hogy a' torony' csúcsáról lebocsátandó kő már az esés előtt birt kelet felé irányzattal, még pedig — a' mint belátni könnyű — nagyobb sebességűvel, mint a' mely a' toronyaljának megfelel, ha ugyan a' torony' csúcsa a' földközpontjától távolabb esvén, ugyanazon időben nagyobb tért fut ált, mint a' földszín' akarmi pontja. Már a' lebocsátott kő a' torony' csúcsának megfelelő keleti sebességgel kezdvén esését, a' tudva levő függély' alpontját szükségképen megtartozott előzni. Hooke, majd Guilielmini próbát tettek e' tárgyban, hanem határozott siker nélkül. Végre Benzenberg 1802-ben Hamburgban Mihál' tornyán e' próbát nagyobb vígyázattal 's szabatossággal ismételvén, úgy találta, hogy a' 235 láb magasról lebocsátott kő a' függélytől kelet felé 4 vonalra tért el. Hasonló eredményt mutatnak Reichnak Freibergben 1832-ben e' tárgyban tett próbatétei, — 's ez

eredmény az elméleti számítással alkalmasan összevön. A' föld' forgása tehát ebből is elég világosan következik.

A' föld' forgása ellen tenni szokott néhány ellenvetést legyen elég röviden megérintnem: „hogyan van, hogy mi a' föld' forgását nem érezzük?“ — De hát mit érezzünk ezen mozgásban? talán csak nem rázatásokat, mellyek a' föld' forgásában épen nincsenek? Hisz' a' sima vízszínen haladó hajó' mozgását sem érezzük — mint-hogy magunk is részt veszünk azon mozgásban. — „Ha földünk forog: úgy 12 óra múlva fejünk lefelé fog csüggeni, ha most egyenest állunk, — 's ezt sem vesszük észre?“ — De hát mit tesz az, hogy fel vagy le? Bizonyosan fel = a' földtől távolabb, le = a' földhöz közelebb. Ez 12 óra múlva is így lesz, lábunk közelebb a' földszínehez, fejünk attól távolabb, — minthogy e' föld' nagy tömege az, mi testünket magához vonza. — „De hát a' nap, hold, csillagok miért nem pottyannak a' földre?“ A' nap azért nem, mert földünk-nél sokkal nagyobb test levén, inkább folyvást ez esik a' felé; hogy pedig rá nem esik, ennek okát ott kell keresni, hogy földünkre a' nap' vonzerején kívül egy más irányú erő is hat. Ezért nem esik a' hold is földünkre. Hogy pedig a' csillagok nem esnek a' földre: ezt azoknak nagy távolságából kell következtetnünk, mellyben földünk' vonzása végtelen kicsinnyé = 0-á gyengült. Épen ezért nem esnek a' csillagok egymásra, vagy napunkra is.

β) A' föld' kerengése.

29. §. Ennek valószínűségét mutató erősségek.

Láttuk fölebb, hogy a' csillagos égnek azon mozgása, melly szerint földünk körül minden 24 órában egyet fordulni látszik, ellene mondhatatlan okoknál fogva azzá változott, hogy az ég' mozdulatlan áll, földünk pedig forog, 's így ennek egy helyben tetsző nyugvása valósággal csalódás. Vallyon a' napnak azon saját haladó mozgása is, mellyet fölebb (9, 10. §.) előadtunk, nem illy csalódás-e? Hát ha nem a' nap megy a' nappályán földünk körül, mint első tekintettel látszik, hanem földünk a' nap körül? Annyi bizonyos, hogy legközelebb — míg egyéb okok nem határozandnak — egyik szintúgy lehető mint a' másik, az eredményre egészen mindegy levén, a' nap kereng-e vagy a' föld a' nappályán? Földünket egy boltozatos ég látszik befedezni, — az égen csillagokat, 's ezek előtt a' napot mozogni látjuk, fé-

nyével mindég más meg más csillagokat eltakarót. Hanem épen e' tüneményt látnánk úgy is, ha a' nap középen állni gondoltatván, földünk haladna körüle. Ha egy kerek terem' közepén álló asztalra égő gyertyát tesztek, 's ezt lassan megkerülöm: e' világot épen úgy látom a' terem' falán köröskörülmenni, mintha a' terem' közepén állván, a' gyertya a' teremben körül hordoztatnék. — Jelentse S (16. k.) a' földet a' csillagos ég' közepén, 's hagyjuk körüle a' napot évenként kerengeni $abcd$ körben a -tól b felé. Legyen a' nap tavasz' elején a -ban, nyár' elején b -ben, ősz' elején c -ben, tél' elején d -ben: ekkor a' nap a' földről (S -ről) nézetre, a' tavasz' elején Sa vonalban, vagy is a' kosban, nyár' elején Sb vonalban vagy is a' rákban, ősz' elején Sc -ben, vagy is a' mérlegben, tél' elején Sd -ben vagy is a' bakban fog látszani, 's így egy év alatt a' nappálya' minden jelein nyugotról kelet felé keresztülmenni látszik.

Ellenben ha föl vesszük, hogy S az $abcd$ kör' központján fekvő napot jegyezi, 's e' körön a' föld mozog: akkor tavasz' elején a' föld c -ben, nyár' elején d -ben, ősz' elején a -ban, tél' elején b -ben leend, 's így a' napot a' földről tavasz' elején cSa vonalban, vagy is a' kosban, nyár' elején dSb vonalban vagy is a' rákban stb. fogjuk látni, — szóval, a' nap' kerengésével együttjáró tüneményeket épen azon teljességgel lehet a' föld' kerengéséből is kimagyarázni. A' következő erősségekben a' föld' kerengésének valósága fog bebizonyíttatni.

1) Sokkal hihetőbb, hogy kisebb test kereng a' nagyobb körül mint megfordítva. A' nap földünknel igen sokszor nagyobb, milly végetlen nagy erőnek kellene tehát kis földünkben létezni, ha ezt 20 milliom mérföldnyi távolságra is hajtani képes volna.

2) Magok a' nap' tulajdonságai is — úgy látszik — azt kívánják, hogy őt napországunk' központjává tegyük.

3) Fölvevén, hogy a' föld forog, mit, úgy hisszük, elég világosan bebizonyítottunk, csupán egyetlenegy központon kívüli taszítás elég arra, hogy földünknek forgó 's

keringő mozgását előhozza. Az pedig csakugyan sokkal hihetőbb, hogy a' végetlenül sok lehető központon kívüli taszítások közül esett meg egy inkább, mint az egyetlenegy központi. Hogy egy illy taszítás kétféle mozgást hoz elő: azt a' moztanból tudjuk.

30. §. Egyenes erősségek.

Meg kell vallanunk, hogy a' föld' kerengését sem a' nap' különböző tetsző nagyságából, sem annak azon különböző sebességéből, melly szerint egy napi pályája nyárhó' elején 57', télhó' elején pedig 61' tesz, látszó átmérője az első esetben 31', a' másodikban 32' tevén, — sem azon módszerre, melyet Römer a' fény' sebességének meghatározására használt, egyenesen kimutatni nem lehet, minthogy ezen tünetmények úgy is kimagyarázhatók, ha fölvetetik, hogy a' nap a' föld körül kereng ugyan, hanem a' föld nem ezen pálya' központján áll. Nem csoda hát, ha a' régebbi csillagászok a' föld' kerengésének elméletét elfogadni nem akarták, kivált midőn látták, hogy 40 milliom mérföldnyi távolság sem okoz évi helyközt a' csillagok' állásában. Egyedül a' később kor dicsősége az, hogy a' föld kerengését egyenes erősséggel is bebizonyította.

1) Az egyik bizony röviden így hangzik: az álló csillagokon mutatkozó bizonyos tüneteményeket csupán csak úgy magyarázhatjuk ki, ha a' föld' kerengését föl vesszük. Tehát a' föld nem csak forog tengelye, hanem kereng is a' nap körül. — Legyen A, B, C, D, a' földnek négy állomása pályáján (17. kép), — S jegyezze a' napot, F pedig egy csillagot a' nappályán: ekkor az F hosszát A-n $\sphericalangle$ AF, B-n $\sphericalangle$ BF, C-n $\sphericalangle$ CF, D-n pedig $\sphericalangle$ DF szögletek határozzák meg. Már mivel $\alpha = \alpha'$: az összejöveten épen akkora a' a' csillag' hossza, mint a' szemköztlétén; — s mivel $\sphericalangle$ DF $<$, $\sphericalangle$ BF $>$ α : innen következik, hogy a' csillag' hossza az első negyedben legnagyobb, az utolsóban pedig legkisebb tartozik lenni. — Ha pedig EF (18. kép) a' csillag' szélességét jelenti: legnagyobb az szemköztlétkor, legkisebb öszvejövetkor, a' két negyednél pedig közép érté-

kü, mint ez a' nevezett kép' megnézéséből egyszerre kiviláglik. — Illy különbözést mutat az elmélet a' csillagok' hosszára 's szélességére nézve a' fölvelt 4 állomáson; különbözést mutat a' tapasztalat is, 's ez már bizonyítná a' föld' kerengését (minthogy e' látszó mozgás különbség nélkül illet minden csillagot, évszakainknak megfelelő), ha az elmélet 's tapasztalat megegyeznének. De nem egyeznek meg, mert a' tapasztalat egy negyeddel mindég későbbben mutatja a' csillag' legnagyobb hosszát 's szélességét, mint a' számítás. Ha ezek' ellenkezésének okát kitaláljuk: akkor a' föld' kerengése kétségtelenné válik. A' fény — mint a' fénytan kimutatja — $1''$ alatt 40000 mérföldet halad. Legyen AB (19. kép) a' nappályának azon része (mintegy 4 mérföld) mellyet a' föld $1''$ alatt fut által, SA pedig a' fény útja $1''$ alatt. Ekkor természetes, hogy az A-n levő vizsgáló ha S csillagot látni akarja, tovacsójét nem SA irányában, hanem B felé fogja fordítani. Ugyanis ha BA-t egynehány, például 4 egyenlő részre osztjuk: a' szerint a' mint a' föld egyik pontról a' másikkra ér, a' fény is utának 4-ed, 3-ad stb. részét végzendő, úgy hogy midőn a' vizsgáló α -ban van, a' fény α' -ban lesz, tehát az oda irányzott tovacsőbe esik, — ha a' vizsgáló β -ban van, a' fény β' -ban leend, és így tovább. E' szerint a' B-n levő vizsgáló a' csillagot nem S' felé, hanem S'' felé látandja, következőleg azon szöglet, melly a' B-re nézve a' csillag' látszó és való helye által képeztetik, t. i. az S' BS'' szöglet a' csillag' tévedését (mintegy $20''$) fogja kifejezni.

Hogy e' tévedésről magunknak helyes képzetet szerezhessünk: képzeljük, hogy mn (20. kép) egy hajó, 's a ezen hajóra irányzott álgú. Ha a' hajó áll: akkor az a-ból jövő gömb a' hajót b- 's c-nél kilikasztja, 's e' likakon keresztül az álgú látható lesz. Ugyanez történik akkor ha a' hajó a' nyilak' irányában vagy egészen ellenkezőleg mozog. De ha a' hajó mn irányában mozog, 's dc utat annyi idő alatt végezi, a' mennyi alatt az álgúgömb a' hajó' szélességén keresztül hat: ekkor a' második lik nem c-ben, hanem d-ben származik, — és így db vonal nem esik össze az álgúgömb' irányával. Itt a' dbc szöglet épen olyan, mint a' fénytévedés' szöglete.

Már ezen fénytévedés az oka azon különbségnek, melly

a' csillagok' hosszára 's szélességére nézve a' számítás 's tapasztalat közt mutatkozik. Ugyanis a' mi először a' csillag' hosszát illeti: világos, hogy annak változni kell, mi helyt a' tovacsót jobbra vagy balra irányozzuk, ha ugyan a' tavaszi napéjegyen' pontjáról 's a' csillagról a' földre húzott szöglet épen ezen oknál fogva lesz kisebb vagy nagyobb. Ha a' föld az összejövet' pontján = A (21. kép) áll: akkor a' tovacsót jobbra a' közegyenesen jövő fénysugárra kell irányozni, mi által a' számítás szerint közép hosszúság legkisebbé válik. Ha a' föld az első negyedben van: a' tovacsót le kell nyomni, 's így a' számítás szerint legnagyobb közép hosszúsággá válik. Szemköztlétkor c-ben a' tovacsót balfelé kell fordítani, 's így a' számítás szerint közép hosszúság legnagyobbá lesz. Végre az utolsó negyedben a' tovacsót fölebb kell emelni, mi által a' legkisebb közép hosszú válik. — A' mi pedig a' szélességet illeti: világos, hogy ez a' tovacsónek a' nappályához képest fölemelésétől vagy lenyomásától függ. Már — a' mint láttuk — az összejövet' 's szemköztlét' alkalmával a' tovacsó a' nappályára nézve mozdulatlan marad, tehát a' szöglet' nagysága nem változik. Hanem az első 's utolsó negyedben föl kell emelnünk, vagy lenyomnunk a' tovacsót, honnét következik, hogy a' szélesség az első negyedben kisebb, az utolsóban pedig nagyobb annál a' mit a' számítás mutat.

Már ha akarmi csillagnak kiszámított helyét a' tévesztés' ezen szöglete szerint megigazítjuk, 's a' tovacsót az ég' így meghatározott pontjára irányozzuk: kimaradhatatlanul ott találjuk a' keresett csillagot, úgy hogy e' magyarázat' valóságáról semmi kétség nem lehet. Minthogy pedig ezen magyarázat' alapja a' föld' fölvett kerengése: ezen fölvételnek is igaznak kell lenni. Azon kis körkör, melyet központja körül minden csillag leírni látszik, földünk' kerengési pályájának legtökéletesebb képét mutatja, 's így a' csillagoség apró képekben ugyan, de végetlen sokszor tükrözi vissza földünk' kerengését.

2) A' másik egyenes erősség a' föld' kerengésének bebizonyítására a' bolygók' mozgása, melyet a' következő czikkelyben adandunk elő.

γ) Bolygók' mozgása.

31. §. Alsó bolygók (= a' nap 's föld köztiek.)

Ezeknek mozgását, mely most haladó majd hátráló, világosan kimutatja a' 22. kép. Ha a' nap a' központon áll, 's az e' körül vont kör, a' hirnök', a' messzebb vont körív pedig a' föld' pályáját jegyezi: ekkor a' hirnök' pályája 8 részre osztatván 10 nap alatt ér egyik metszethől a' másikra. Hasonlóan a' földpálya' azon köríve, melyet 80 nap alatt elvégez, 8 egyenlő részre osztatván, 's fölvevén, hogy a' föld 1'-ban van, midőn a' bolygó 1-ben, továbbá amaz 2'-ban, mikor emez 2-ben, és így tovább, így ezen megfelelő számokon keresztül az égre húzott vonalak világosan ki fogják a' bolygók' futását mutatni.

Ezen alsó bolygók' fényváltozatait mutatja a' 23. kép. A' felső öszvejöveten a' bolygó' egész megvilágított felét látjuk; de ha a' naptóli eltérésének végpontjára ért: mi az ő megvilágított felének csak kis részét látandjuk, — az alsó öszvejövetben pedig egészen elsötétül. Az alsó bolygók' fényváltozatait tehát azoknak nap körüli kerengéséből könnyű kimagyarázni.

Minthogy az alsó bolygók a' felső öszvejövetől kezdve a' naptól mindég kelet felé állók: természetesen a' napnál hamarabb kelnek föl, 's ekkor reggeli hajnal-csillagoknak neveztetnek. Ellenben az alsó öszvejövetől kezdve a' naptól mindég nyugot felé esnek, 's így a' napnál később kelvén, csak a' nap' lementé után nyugoton láthatók, 's ekkor esthajnalesillagoknak neveztetnek. Egyébiránt e' nevezet jelesen csak a' Venusnak adatik, mert a' hirnök a' naptól csak keveset térvén el, igen csekély fénnel bír.

32. §. Felső bolygók.

Ezeknek első tekintetre igen zavartnak látszó mozgását világosan előadja a' 24. kép. A' nap középen áll, az ezt környező kör a' földpályát, — az ezen túl levő körív pedig egy felsőbb bolygó', például mennyúr' pályájának egy részét mutatja. Míg pályáját a' föld egyszer elvégzi, addig pályájából a' mennyúr 30^o végez; — 's ha e' körív annyi

egyenlő részekre osztatik mint a földpálya, 's a megfelelő pontokon keresztül egyenes vonalak húzatnak: könnyű lesz belátni a bolygónak most haladó majd hátráló mozgását.

A felső bolygók' fényváltozatait nagy távolságaik miatt nem lehet észrevenni.

33. §. Bolygók' rendszere.

A bolygók' azon rendszereiben, melyeket a régiek alkottak, két fő vélemény van: egyik, hogy földünk a közép helyet foglalja el azok között, — másik, hogy minden bolygónak körben, mint a görbe vonalak közt legtökéletesebben, kell mozogni. Ptolemaeus szerint a föld középen van, e körül mozognak a többi bolygók e következő rendben: hold, nap, hirnök, hajnalesillag, hős, mennyúr, és övöncz. — Tychó szerint a föld középen áll, 's e körül kereng az egész ég. A földet a hold, 's messzebb a nap, ezt pedig a többi bolygók környezik, még pedig úgy hogy a föld ezeknek pályáján belülesik. — Copernik szerint a nap áll középen, 's e körül mozognak a bolygók illy rendben: hirnök, hajnalesillag, föld a holddal, hős, mennyúr holdjaival, 's övöncz.

Ha pályáján a napnak egyforma mozgása van: akkor naponként $0^{\circ} 59' 8''$ -et kell végeznie (mert $365 \text{ nap} : 1 \text{ nap} = 360^{\circ} : 0^{\circ} 59' 8.3''$) Hanem tapasztalásunk szerint télen egy nap $1^{\circ} 1'$ -et; nyáron pedig $57'$ -et megy: tehát a napnak pályáján mozgása nem lehet egyforma. Észrevevén e' tüneményt a régiek ezt azon fölvétel által igyekeztek kimagyarázni, hogy a nappálya tökéletes kör ugyan, hanem földünk ennek nem központjára, hanem ezen kívül van helyezve, mint ezt a 25. kép mutatja, mellyben AB körív egyenlő ugyan ab -vel, hanem a Tb szöglet $> ATB$, azaz ab körív T-ből (a földről) nagyobbnak látszik mint AB. AT naptávnak bT napközelnék neveztetnek. — Hogy e' fölvételből a tapasztalt tüneményeket ki lehetett magyarázni: ennek két oka van: először mivel azon körkör, mellyet valólag a nappálya képez, a körtől nem sokat különbözik; másodsor, mivel régen a csillagászok legszabatosb jegyzeteikben is csupán az első perczekre terjeszkedtek, a másodperczekre határozás a mult században kezdődvén.

Azonban a földnek a nappálya központján kívülre helyezése a bolygók' mozgásának kimagyarázására semmit nem

használ, 's azért azok' most haladó majd hátráló mozgása' okául ismét valamit kellett gondolniok, mi is abban áll, hogy a' bolygók' pályája ugyan kör, de ezen ök nem egyenesen haladnak, mint például a' nap a' maga pályáján, hanem ezen kör fölött ismét új apró körök vannak, 's ezen mozognak (épen olyan formán mint a' német tánczban szokás keringölni). E' körfüzérben (epicyclus) a' többek között azon nagy hiány volt, hogy az alsó bolygók' mozgásának kimagyarázására nem volt eléggé alkalmas,—azért e' körfüzérre új körfüzért kellett gondolni. Továbbá a' többi bolygók' szélességének 's távolságának vagy tetsző átmérőjének meghatározása ez által valóságos zavarba jött. Azonban mi rendszer az, hogy egy bolygó körfüzéren, másik csak körön mozog? mi csoda erő az, melly a' körfüzér' csupa képzelt központjain lakik, 's minden testi lét nélkül a' bolygókat maga körül hajtani képes? mi különös agyon zavart vonal az, mellyet a' bolygó egyes kettős vagy hármas körfüzéren haladtában az ég' ürében leír? csodálkozhatni-e, ha a' régiek a' bolygók' ezen összebonyolított útától visszarettenve azon gondolatra jöttek, hogy a' bolygókat egy fölsőbb szellemi lény vezeti, hogy valóságos tömkeleg - útakon el ne tévedjenek?

E' tárgyak' illy zavarában tűnt fel Copernik a' maga egyszerű elméletével, de tudományának általános hatása nem lett; — még utána is napi renden voltak a' csillagászkok között az előbb említettem körfüzéri zavarok. Most föllép Kepler, 's használván Tychónak számos éveken keresztül tett igen pontos csillagászati jegyzeteit, e' nemes földadást teszi maga elébe, hogy a' bolygók' pályáit a' lehető szorgalommal megvizsgálván, ekkora homályban egy kis fényt árasszon.

34. §. Kepler' törvényei.

Fölvevén Kepler a' hőst, ennek útát azon világos igazságból kiindulva határozta meg, hogy a' szemköztlét' piliatában annak a' földtöli hosszúsága MTV (26. kép) és naptöli hosszúsága MSV vagy földközpointi és nap-

központi hossza tökéletesen egyenlő. Így jegyezte ő az útnak több pontjait több szemközlétekben. De még itt egész pálya nincsen. Megvárta tehát, míg a' bolygó egész útát elvégzi, például míg az M-nél levő szemközlétbe visszajön, — ekkor a' napok' számával, melyben a' bolygó, pályáját végezte, 360° -t elosztván, kijött, hogy mennyi annak naponkénti közép mozgása. Úgy is tehetett volna ugyan, hogy felszámítván az időt, melyben a' bolygó MN karélyt elvégezte, a' karélyt is megmértén 's ezt azal elosztván, így a' bolygó' egy napi mozgását kitudhatta volna: — de minthogy ezen munkatétel a' bolygónak egyforma mozgását tette volna fel, ebben pedig épen nem volt bizonyos; tehát inkább az első hosszabban tartó módot választotta. — Minthogy pedig minden test' valóságos helye' meghatározására szüntelen két öszvetartozó vonal kell, t. i. hosszúság és szélesség (6. §.): — a' bolygónak napközponti 's földközponti szélességét is meg kellett vala határozni. Ezt a' 27. képben láthatni, hol b a' bolygó' földközponti, b' pedig annak napközponti szélességét jegyezi. A' feladat ez: PSp szögletet vagy a' napközponti szélességet meghatározni. Fölveszünk a' földre nézve két helyet T és T' . Első hely T : Az m szöglet vagy $\angle Tpb + b + PTs$ mutatják a' nap' földközponti hosszúságát (mit könnyű úgy meghatározni, hogy az $ST\angle$ közvetlenül szemlélt szöglet 360° -ból levonatván a' maradék m -t fogja adni), — az n vagy $\angle Tpb$ szöglet a' bolygó' földközponti hosszúságát, ezt amabból $= n$ -t az m -ből kivén marad az e szöglet $=$ táulás' (elongationis) szöglete $=$ azon szöglettávolság, melyre látszik állni a' bolygó a' naptól földünkről. — Második hely T' : a' h szöglet a' nap' földközponti a' k a' bolygó' földközponti hossza, $e' =$ táulás' szöglete. — Így az e -t 's e' -t tudván, a' b' -t így találom ki: az STp Δ -ben az ST , 's Tp oldalak a' közbevelt szöglettel ösmereteseek, és így felszámítván az egész Δ -et ösmeretes lesz a' TSp szöglet is. Szinte így tudom meg a' $T'Sp$ szögletet is a' $T'Sp$ Δ -ből, — és így már tudni fogom az egész TST' szögletet ebből a' TSp 's $T'Sp$ szögleteket, (miket ha TSp 's $T'Sp$ Δ -ek felszámíttatnak, könnyű kitudni) kivén marad a'

PSp, vagy a' bolygó' napközponi szélessége = b'. Így a' hős' napközponi szélességét meghatározván 's hosszúságával egybevetvén, kijött hogy a' hős' útja nem kör, hanem körkör, a' nap is nem a' központban van, hanem a' körkör' tűzpontjában. — A' föld 's egyéb bolygók' pályáit is hasonlóan megvizsgálván, az égtan' azon nevezetes 's új törvényét mondta ki, hogy minden bolygó körkörös pályán mozog a' körkör' tűzpontjára helyezett nap körül (Kepler' első törvénye.)

Azonban e' fölfedezésnél nem áll meg Kepler, hanem most meg azon vizsgálódik, van-e valami viszony a' bolygók' mozgásaiban, péld. vallyon az egyenlő időben elvégzett utak nem egyenlő szögletek alatt lesznek-e? vagy mi viszony van köztök? Sok számítás 's próbálgatás után, mellyek valóban fáradatlan szorgalmat kívántak, végre kijött, hogy azon háromszegű területek, mellyek a' körkörsugár által ugyanazon időben leírt téreket képezik, azaz ASB (28. kép) BSC, 's TSG területek egymással egyenlők, mit Kepler így fejezett ki: a' körkörsugár az idővel arányban álló területeket söpör. (Kepler' második törvénye).

Végre a' különböző bolygók' pályái közt valami egybefüggést vagy összhangzást keresvén, vizsgálata alá veszi a' körkört bélyegező nagyságokat, t. i. a' körkör' tengelyeit, 's azoknak kerületidejét, 's miután sok hatványokat egybehasonlított volna, mi valóban végetlen szorgalmat 's kitartást kívánt, az igaz arányt utóljára csak ugyan szerencsésen kitalálta.... Inventis veris — így ír Kepler — orbium intervallis plurimo temporis labore continuo, tandem genuina proportio temporum periodicorum ad proportionem orbium — sera quidem respexit inertem, respexit tamen, et longo post tempore venit, — eaque si temporis articulos petis 8-a Martii 1618 animo concepta, sed infelicititer ad calculos vocata, eaque pro falso rejecta, denique 15-a Maii reversa novo capto impetu expugnavit mentis meae tenebras tanta comprobatione et laboris mei septemdecennalis in observationibus Braheanis et meditationis huius in unum conspirantium, ut somniare me et praesu-

mere quaesitum inter principia primo crederem.“ — Így jött elő Kepler' harmadik törvénye „a' kerületidők' négy-szegei arányban állnak a' távolságok' koczkáival.“

Mivel a' bolygók' azon útai, mellyek a' földről olly felette bonyolodottaknak látszanak, a' naphól nézelve olly egyszerű alakot öltenek: jó lesz egy módszert mutatnunk, mellyel egy bolygó földközponti helyét, napközponтивá lehet változtatni. Legyen S (16. kép) a' nap; T a' föld; P a' bolygó. Ekkor $\angle ST$ a' föld' napközponti hossza, $\angle SP$ a' bolygó' napközponti hossza, 's $\angle ATP$ a' bolygó' földközponti hossza fog lenni. Ha SB , TP -vel közégyenesen húzatik: $\angle SB = \angle ATP$, 's így az is kifejezi a' bolygó' földközponti hosszát. A' földpályát $abcd$, a' bolygó' útát PB , az eget $\angle \infty \approx \infty$ körök jegyezzék. Vegyük föl, hogy közvetlen szemlélet után egy bolygónak bizonyos időbeni földközponti hosszát tudjuk, péld. hogy $\angle ATP = 63^\circ$: ekkor annak napközponti hosszát megtudandók húzzunk $\angle S$ vonal fölött S pontból egy egyenes vonalt SB 63° -nyi szöglet alatt, — továbbá T -ből húzzunk egy másikat TP -t az előbbi SB -vel közégyenesen; — ez a' vonal a' bolygó' útát egy ponton $= P$ keresztülmetszi, 's ez lesz a' bolygó' keresett helye a' maga pályáján, azaz $\angle SP$ szöglet (itt közel 50°) lesz a' bolygó' napközponti hosszúsága.

A' bolygók' kerületidőit egy bizonyos ponttól péld. álló csillagtól vagy illető csomóiktól kezdve közvetlen szemlélet által szokás meghatározni.

A' bolygók' csillagirányi kerületidejének táblája.

♂	87. 9693	nap
♀	224. 7008	—
♂	365. 2564	—
♂	686. 9796	—
♂	1327. 7	—
♂	1593. 8	—
♀	1681. 4	—
♀	1682. 5	—
♂	4332. 5963	—
♂	10758. 9698	—
♂	30688. 7127	—

Ezeket tudván, Kepler' harmadik törvényének használatával ki lehet minden bolygónak a' naptóli távolságát számítani. Im itt van ezen távolságoknak egy táblája:

Bolygók' jegyei	Közép távolság a' naptól		Távolsága a' földtől mér- földek' milliomaiban	
	földrajzi mérföldekben	föld' félátmérőiben		
			legnagyobb	legkisebb
♂	8'000000	0.38710	30	10
♀	15'000000	0.72333	35	5
♂	20'000000	1.	"	"
♂	31'500000	1.52369	54	7
♂	48'900000	2.3632	72	23
♂	55'200000	2.6704	88	19
♀	57'300000	2.7672	81	31
♀	57'400000	2.7683	90	21
♂	107'700000	5.2011	130	79
♂	197'400000	9.53781	223	161
♂	397'100000	19.18318	424	348

A' bolygók' távolságát 's tetsző átmérőit tudván, könnyű azoknak nagyságát meghatározni. Im itt van a' nap' 's bolygók' nagyságának egy táblája:

Égi test	Átmérő földrajzi mér- földekben	Átmérő a' föld' fél- átmérőiben	Térfogati nagyság	Tetsző átmérő a' földről nézetve	
				lnagyobb	legkisebb
☉	192000	111 $\frac{7}{10}$	1394000	32'34'' 6	31'30'' 0
♂	650	0.38	0.055	11'' 6	4'' 0
♀	1650	0.96	0.885	65'' 6	9'' 6
♂	17188	1.	1.	"	"
♂	900	0.52	0.141	27'' 5	3'' 7
♂	18600	10.86	1.281	49'' 2	29'' 9
♂	17200	9.98	990	21'' 5	15'' 5

c) Természettani égrajz.

a) Általános nehézkedés.

35. §. Központi erők.

Kepler' három törvényéből az égi testek' való mozgása kiviláglott. De ha most azt kérdezzük, hol vannak, 's mellyek azon erők, mellyek elvei az égi testek' törvényszerinti mozgásának: e' kérdést csupa szemlélet által meg nem fejthetjük.

Két egymás ellen dolgozó erő az, melly pályáikon az égi testeket mozgatja, egyik folyvást vonza azokat egy bizonyos pont felé (központhozói erő), másik pedig ettől folyvást eltávoztatni törekszik (központtólói erő). E' két erő' irányzatai szögletet képezvén, az erők' egyenközének tanja szerint a' testnek az átállón kell mozogni. Ha a' központtólói erő (vagy röperő), a' testet egy perczben ac -n (29. kép), a' központhozói erő pedig C felé ab -n mozogni kényszerítné: ez nem engedne egyiknek is, hanem ad -n a' percz' végén d -be jutna. Innen a' tehetetlenség' törvénye szerint a' második perczben df -t végezné el, hanem egyzsersmind C felé huzatván még pedig de erővel, dg -n g -be fogna jutni, és így tovább. Minthogy szakadatlanul hat mind a' két erő: a' test' útát nem illy töredezett egyenes vonalak, hanem valóságos görbe vonal képezendi, 's e' szempontból a' központtólói erő érintőinek is neveztetik, mint a' melly a' testet folyvást a' görbe vonal' egyes pontjaira húzott érintők' irányában igyekszik elhajtani.

Világos példa a' központi mozgásra egy fonalra kötött, ennél fogva körülölbázott kövecs. Ha a' fonal elszakad: megszűnik hatni a' központhozói erő, 's a' test a' leirt kör' azon pontjának érintőjén fog elhajtani, mellyen a' szakadás történt.

36. §. Központhozói erő — súlyerő.

Három kérdés lesz itt megfejtendő: 1-ör Hol azon erő, melly az egész mindenséget (egész naprendszerünket) pá-

lyáján megtartja? 2) Mi azon erő' hatása? 3) Egyenként van-e az minden testben — péld. földünkben, 's ebben miként hat?

1) Azon erő, melly pályáikon napországunk' minden testeit megtartja, a' napban van, mit így bizonyítunk be. Tegyük föl hogy egy bolygó a' központi erőknél fogva az első perczben (30. kép) PR karélyt, másodikban RT-t végezi. STR 's SRP területek Kepler' második törvénye szerint egyenlők. Tegyük föl, hogy a' bolygó az R pontba érvén, itt a' központhozzi erő egyszerre megszűnik: akkor az a' csupa érintői erőnél fogva az Rx-et fogja elvégezni. A' központhozzi erő' hatása tehát Tx. $RST = RSx$: és így a' központhozzi erő' iránya bizonyosan Sx leend. Így mozog minden bolygó a' nap körül, — ebben vágják keresztül egymást a' központhozzi erők' irányzatai, következöleg a' napban van a' központhozzi erő' lakhelye.

2) Ez a' központhozzi erő' hatása, hogy a' távolság' négyszegével visszás arányban áll. Legyen MP (98. kép) = $2r$, $P'Q = RP = p$ a' központhozzi erő' hatása. Ekkor áll ez arány

$$MR : RP' = RP' : RP$$

Tövébbá ha az $1''$ -ben elvégzett karélyt = x-nek nevezzük: akkor

$$T : 360^\circ = 1'' : x, \text{ vagy is}$$

$$x = \frac{360^\circ}{T}$$

Végre mivel x keb. annyi mint $\frac{P'R}{r}$, tehát $P'R = rx$ keb. Minthogy pedig x szöglet végetlen kicsiny: keble helyett karélyát is vehetni, tehát

$$P'R = rx$$

Ezen első arány tehát $MP : RP' = RP' : RP$, ezzé alakítható: $2r : xr = xr : p$ azaz

$$2 : x = xr : p, \text{ tehát}$$

$$2p = x^2r, \text{ következöleg}$$

$$p = \frac{r}{2.x^2}, \text{ azaz}$$

$$p = \frac{r}{2} \cdot \left(\frac{360}{T} \right)^2$$

Egy más bolygóra nézve ugyanazon értékű, de vonásokkal jelelt betűket vevén föl, lesz

$$p' = \frac{r'}{2} \left(\frac{360^\circ}{T} \right)^2. \text{ Tehát}$$

$$p : p' = \frac{r}{2} \left(\frac{360^\circ}{T} \right)^2 : \frac{r'}{2} \left(\frac{360^\circ}{T'} \right)^2 \text{ azaz}$$

$$p : p' = \frac{r}{T^2} : \frac{r'}{T'^2}$$

Úgyde Kepler' harmadik törvénye szerint

$$T^2 : T'^2 = r^3 : r'^3. \text{ Tehát ez értékeket elcserélvén}$$

$$p : p' = \frac{r}{r^3} : \frac{r'}{r'^3}, \text{ vagy}$$

$$p : p' = \frac{1}{r^2} : \frac{1}{r'^2}, \text{ vagy}$$

$$p : p' = r'^2 : r^2 \text{ azaz}$$

azon központhozzi erők, mellyek két bolygóra hatnak, visszás arányban állnak a' távolságok' négyszegeivel, vagy is úgy fogy a' központhozzi erő' hatása, mint a' távolság' négyszege nő.

A' központhozzi erő' nagyságát így határozzuk meg. Ha PP' a' pályának egy kis részét teszi; fölvehetjük, hogy a' központhozzi erőnek = p-nek egyenlő hatása van a' testre, míg csak ez a' PP'-on mozog. Ekkor a' moztan' egy képlete szerint $p = \frac{2s}{t^2}$ (1), 's itt s azon tért jelenti, mellyet a' mozgó test a' csupa központhozzi erő' hatásánál fogva t időcskében végez el = PR-et. Mivel pedig PP' igen kis karély: tehát P'R-el fölcserélhető, 's így áll ez arány

$$PR : PP' = PP' : 2PS, \text{ vagy}$$

$$PR = \frac{PP'^2}{2PS} \text{ azaz } s = \frac{PP'^2}{2r}. \text{ Tehát az (1)-ből}$$

$$p = \frac{PP'^2}{rt^2} \text{ (2)}$$

Úgyde PP' annyi mint ct, ha c a' mozgó test' sebességét jelenti: és így a' (2)-ből

$$p = \frac{c^2}{r} \text{ (3)}$$

Már ha azon időt, melly alatt a' test pályáját egyszer végzi t-nek, a' kör' viszonyát π -nek nevezzük: akkor mivel $C = \frac{S}{T}$, lesz

$$c = \frac{2r\pi}{t}, \text{ tehát } a' (3)\text{-ből}$$

$$p = \frac{4r\pi^2}{t^3}.$$

Ha P, R, T , egy más körre nézve ugyanazt jelentik a' mit p, r, t : akkor áll ez arány $P : p = \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2}$. Ez arányból, 's még a' központhozói erő' hatását kifejező 's az imént lehozott arányból Kepler' harmadik törvényét kihozhatni. Ugyanis

$$P : p = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2} \text{ (} a' \text{ központhozói erő' hatása).}$$

$$\text{Úgyde } P : p = \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2} : \text{ tehát}$$

$$\frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2} = \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2}, \text{ azaz}$$

$$\frac{r}{R^2 t^2} = \frac{R}{r^2 T^2} \text{ vagy}$$

$$r^3 \cdot T^2 = R^3 \cdot t^2, \text{ azaz}$$

$T^2 : t^2 = R^3 : r^3 = a' \text{ kerületidők' négyszzegei úgy vannak mint } a' \text{ távolságok' kockái.}$

3) Központhozói erő van minden égi testben, van a' bolygókban, van földünkben, jelesül ebben foglalkozik azon erő, melly holdunkat pályáján megtartja. Természetesen ezt is azon sajátság illeti, melly a' napban levő súlyerőt, t. i. hogy hatása a' távolság' négyszegének növekedése szerint fogy. Földszínünkön levő egyes testekre hatása akkora, hogy egy magára hagyott testet az első másodperc alatt 15 lábnyira ragadja magához $= a'$ központ felé. Ezek szerint bizonyos, hogy az 50000 mérföldre levő holdra kisebb hatásának kell lenni. E hatást egyszerű számolással kimutathatjuk. P jegegyezze földünk' súlyerejének annak felszínére, p ugyanannak a' holdra hatását; R legyen a' föld' r a' holdpálya' fél-átmérője. Ekkor a' fölebbiek szerint

$$P : p = r^2 : R^2$$

$$= 60^2 : 1, \text{ vagy}$$

$$15 : p = 60^2 : 1,$$

$$p = \frac{15}{60^2}. \text{ Így ha 15 lábot 3600-al el-}$$

osztok: kijön földünknek a' holdra hatása = 0, 6 vonal — 's ennyit esik minden másodperczen a' hold földünk felé.

A' fölebbiek szerint a' testek' súlyegyene úgy van egymáshoz mint tömegök elosztva távolságuk' négyszegével. És így a' föld' súlyerejének felszínére hatását így fejezzük ki: $\frac{T}{r^2}$ (T földet, r földsugárt tevéen) a' nap-

ét pedig így: $\frac{S}{R^2}$ (S = nap, R = napfélatmérő). Ha T tömegét föl vesszük egynek: akkor S fog tenni 337000; 's ha az r-t szinte egynek vesszük: R fog tenni 110. Így $\frac{T}{r^2} = 1$, vagy is a' földnek súlyereje 1-

nek vetetvén, a' napét így fejezzük ki $\frac{337000}{110^2} = 28$, — vagy ha föl vesszük hogy a' földszínen egy test az első perczen 15 lábat esik: akkor a' napban 28-szor annyit azaz 420 lábat fog esni.

Newton volt az első, ki a' földi majd az általános súlyerő' gondolatjára jött, még pedig — a' mint beszélük — erre azon csupa történetesség által ébresztetvén, hogy egyszer kertjében egy almát fájáról lepottyanni látott. „Miért esik le az alma? — így kérdezé magát — 's általában minden test, ha feltámasztva nincs? Minthogy mindég függőleg esik a' test a' föld' színére: úgy látszik hogy a' földben van valami, a' mi azokat magához vonza. Ezen valami — ezen erő mi törvény szerint hat az eső testre — meddig terjed a' földön kívül? Ha egészen a' holdig terjed: mi annak erre hatása? Talán ennek földkörüli mozgása épen következte azon erőnek? 's ha ez úgy volna: nem lehetne-e ezt minden égi testre kiterjeszteni, mellyek épen úgy kerengnek a' nap körül, mint a' hold a' föld körül“. — Most Newton e' tárgy' vizsgálatába bocsátkozott. Huygens' 's Kepler' elődolgazataiból fölvehette ez erőről, hogy a' távolság' négyszegének növekedése szerint fogy. Továbbá tudván egész szabatosággal a' hold' kerületidejét, a' karélyt, mi 1"-re esett kiszámithatta (3134 láb). Belátta azt is, hogy a' hold' keringésében két erő munkás, egyik a' pillanatni taszító, másik az állítólag fölvert súlyerő. Hogyan kell most a' hold' mozgásából, mint a' két erő' összes hatásának eredményéből, a' súlyerőét tisztán, amattól külön előállítani? Látta hogy a' föld' súlyerejének hatása RP (31. k.), 's erre nézve áll ez arány $2r:PP' = PP':p$, azaz $p = \frac{PP'}{2r}$. Már $PP' = 3134$ láb; $2r = 60R$; $R = 19615780$ láb

(Picard' mérése szerint mellyet Newton tudott). És így $\frac{3134}{60 \cdot 19615780} = 0.00416$ láb = szinte 0, 6 vonal — mint fölebb meghatároztuk.

Ha minden testnek van súlyereje: nem csak a' nap hat minden

bolygóra vonzólag, hanem a' bolygók péld. a' föld is a' napra. A' földnek a' napra hatását kifejezhetjük ez aránnyal (32 kép)

$SA : AT = T : S$, T földet, S napot, A sulypontot jegyezzvén. — Már mivel a' nap' tömege a' földénél 337000-szer nagyobb:

$$SA : AT = T : 337000 T$$

$$= 1 : 337000$$

$$x : 20000000 - x = 1 : 337000$$

$$337000 x = 20000000 - x$$

$$x = \frac{20000000}{337000} = 60 \text{ földrajzi mérföld.}$$

E' szerint a' nap' sulypontja 60 mérfölddel esnék a' nap' központján kívül; 's mivel e' csekély mennyiség 20000000 mérföldhöz képest egészen elenyészik, fölvehetni, hogy az a' nap' központján van, annyival inkább, mivel e' fölvetel mellett az égi testek' pályáinak számításában semmi hiba nem esik. Az tehát bizonyos, hogy a' nap is ír le egy kis körkört mozgásakor: de ezt kicsinysége miatt semminek vévén egyenesen mondhatjuk, hogy a' nap nincs alatta Kepler' első törvényének.

37. §. Központtéli erő (érintői — röperő).

A' központi erők' másika — mint fölebb mondtuk — a' központtéli, vagy röperő, melly szerint egy test azon pályáról, mellyen mozog, távozni igyekszik. Ha ABF (33. kép) egy égi test' pályáját jelenti: ha ennek akarmi pontján péld. A-n a' központhozí erő hatni megszűnnék, a' test a' tehetlenség' törvénye szerint nyert sebességével a' nevezett pont' érintőjén Ax-n fogna tovább menni. Ha ezen Ax a' testnek így lenni fogott sebességét jelenti: ezt AB, 's Bx egy másra függőleg álló vonalokra szétbonthatni, hol Bx lesz a' központtéli erő' kifejezete.

A' test' forgása az, melly e' röperőt legközelebb előhözza, 's emél fogva egy forgó test' minden részei a' forgás' tengelyére függő irányzatban törekszenek a' forgás' központjait elhagyni. Bizonyos hogy ha azon test' részei helyökből könnyen kimozdíthatók: vagy elválnak ezen részek egymástól, vagy más idomot veend föld az egész. Világosan kimutathatni ezt egy készítményen, mellyet közönséges röpmozgónynak neveznek, mellyen láthatni, hogy a' forgás' tengelyétől távolabb eső részek sebesebben mozognak.

Ha ugyanis egy jól kisimított tengelyre 6—8 vékony rugalmas réz- vagy aczélszalagok úgy alkalmaztatnak, hogy ezeknek a' tengely' felső végén szabad föl 's lefelé mozgásuk legyen: a' tengelytől legtávolabb eső részek jobban eltávoznak attól a' forgás' alkalmával, mint a' többiek, 's így az előbb gömbalakú készítmény behorpadt narancsalakúvá válik. E' próbatétellel szokás a' föld' behorpadt idomát világosítani. — Ha pedig a' forgó test' részei egymástól nem könnyen választhatók: a' központtéli erő a' tengelyre hatand, melyet ha a' tömeg egészen részarányosan vesz körül, minden egyes pont' röperejét a' vele egyenlő 's szemközt álló röperő' ereje semmisíti, 's így egy szabad tengely származik, millyennel földünk is bír. Illy tengelyt a' forgás alatt fölvett irányából csak szembetűnő erő mozdíthat ki, bár a' nyugvás alatt a' legcsekélyebb erő is képes azt helyéből kitolni. Világosan kimutathatni ezt Bohnenberger' röpmozgonyán, mellyen ha a' gömböt forgó 's egyszersmind haladó mozgásba teszem, a' gömb' tengelye a' tovább péld. egy körben vivés alatt magával mindég közégyenes marad, úgy hogy kisebb ütés nem is képes őt fölvett helyzetéből kiháborítani.

Földünk' egyenlítőjén a' röperő' hatása 7.17 vonal. Mert ha Bx (33. k.) a' röperőt jegyezi, 's AB a' pályának igen kis részét teszi: áll ez arány

$Am : AB = AB : AF$, 's mivel $Am = Br = Bx$ — (ha ugyan a' központhoz 's központtéli erőknek egymás ellenében állni 's egymással egyenlőknek kell lenni)

$$Bx : AB = AB : AF, \text{ honnan}$$

$$Bx = \frac{AB^2}{2r}$$

A' föld' átmérője az egyenlítőn 39'260000 pár. lábat tesz, tehát a' körület $= 2r\pi$ mintegy 123'000000 lábat. E' körületet földünk 24 óra $= 86400''$ alatt végzi el, tehát $1''$ -re 1426 láb $= AB$ esik. Ez adatokból könnyű Bx-et meghatározni. Tapasztalásra támaszkodván állíthatjuk, hogy a' központtéli erő a' sebesség' négysege szerint növekedik. Innen következik, hogy ha földünk mintegy 17-szer sebezsebben forogna, azaz ha napunk nem 24 óráig, hanem 1.4

óraig tartana, az esés' egész tüneménye előttünk egészen ösmeretlen volna, azaz akkor az egyenlítő alatt magokra hagyott testek nem esnének többé a' földre, hanem minden támasz nélkül a' föld fölött akarmi ponton megállnának. Ha még sebesebben forogna a' föld: akkor ez minden rajta levő testeket magától elhajítana.

'Naprendszerünk' alkatását, a' főlebb mondottakat gondolóra véve úgy kell képzelnünk, hogy legelőször a' nap teremtetett; a' bolygók pedig származásuk' alkalmával egyszersmind valami erő által egy központon kívüli taszítást kaptak, 's ezen taszítás' nagysága az, a' mi útjokat elhatározta. A' felsőbb mathesis megmutatja mi esetekben kell a' pályáknak kört, körkört, hajtalékot, 's menteléket képezni, 's ezekből kijön, hogy a' körre 's hajtaléokra csak egy, a' körkörre 's mentélékre temérdek eset lehet, — e' kettő közül is a' körkör' származása azért valószínűbb, mert erre igen kis röperők' fölvétele kívántatik.

38. §. Bolyongás.

A' napnak 's bolygóknak súlyereiknél fogva egymásra hatása azt okozza, hogy azoknak pályái nem egyszerű, hanem szikszegezes vonalokat képeznek, 's e' tüneményt bolyongásnak nevezzük. S (34. kép) vonza P bolygót, ugyanezt teszi P' bolygó, ugyanezt P'', 's így lesz, hogy P a' képen látható vonalról be-majd kitérve futja pályáját. E' bolyongást, mint a' melly a' testek' pályáin lényegesen nem változtat, 's bizonyos időkben újra visszajön, körszakosnak nevezhetjük, 's ettől az évi bolyongást, melly azoknak pályáit hosszabbá vagy rövidebbé teheti, megkülönböztetjük. AS napközel, SM naptávol, az ezeket öszveköti vonal AM = naptengely, ASP szöglet pedig = távköz P-re nézve, e' szögletet a' bolygónak naptóli távolsága (körkørsugár) 's a' körkör' nagy tengelye képezvén. Ha a' bolygó napközelben van: akkor távköze = 0, ellenben = 180° ha az a' naptávban van. E' szöglet 's vonalok, továbbá a' pályáknak egymásra hajlása 's csomói bélyegezik a' bolygók' pályáit.

A' bolygó-pályák' csomóin 's egymásra hajlásain változtat a' bolyongás, mit péld. az övöncz 's mennyúr' pályáin

így mutatunk ki: 1) a' mennyurat az övöncz bolygatván, bizonyos idő alatt (35. kép) a -ból nem b -be, hanem c -be jut, miből az lesz, hogy a' csomó hátra megy, a' hajlás pedig — ha ugyan $n = x + y$ — kisebbé lesz. 2) ugyanezen felpálya második negyedében a' csomó hasonlóan viszza megy, hanem — mivel $n = x + y$ — a' hajlás nagyobbodik. Szintígy csupa lerajzolás által kiviláglik, hogy a' másik felpálya' első negyedében a' csomó hátra megy, a' hajlás pedig kisebbedik, ugyanannak második negyedében a' csomó ismét hátra megy, ellenben a' hajlás nagyobbodik. — Az egész bolygatás' következetete tehát ez, hogy a' hajlás változatlan marad, a' csomó pedig szüntelen hátrál, honnét a' napéjegyenpontok' hátrálását, 's ennél fogva a' csillagok' hosszának változását könnyű általlátni.

1) Vallyon a' bolygatás nem fogja-e változtatni földünk' mostani forgását? Tegyük föl, hogy H (36. kép) = a' hold F -re = földünkre, jelesen ennek C pontjára hat. Fölvevén, hogy a' föld tökéletes gömb, a és b pontok egyenlően húzatnak HC vonalra, melytől egyenlő távolságra levén egymást lerontják, következőleg a' tengely nem változhatik — és így a' föld' forgása sem. — Úgy de tudjuk, hogy a' föld behorpadt, 's már ez esetben a' holdnak földünkre hatása más forma leend. H holdat, N napot, F földet jelentvén (37. kép) $aH >$ mint bH , következőleg a kevésbbé húzatik aH -hoz mint b . Szintígy van a' napra nézve is. E' körülmény a' földnek a' nyíl irányábani forgását siettetheti, 's így a' PP' gönczölöket $P'' P'''$ -ba viheti által.

Ha a' csomókra 's a' meghajlás' nagyságára nézve vesszük föl a' napnak földünkre hatását a' mint a' 38. képből láthatni,

az 1. negyedben a' csomó visszamegy, a' hajlás kisebbedik

a' 2. — — — — — nagyobbodik

a' 3. — — — — — kisebbedik

a' 4. — — — — — nagyobbodik

és így a' nap' hatása az, hogy a' tavaszi napéjegyenpont hátrál, a' hajlás hol kisebb hol nagyobb.

A' holdnak is épen ez a' hatása van földünkre, — mivel — a' mint tudjuk — a' holdpálya a' nappályától csak igen kevés fokra hajlik el.

A' nap 's hold összes hatása a' behorpadt földre a' csomók' visszamenésére nézve hátrálásnak (praecessio) neveztetik, mi által minden csillag' hosszúsága nagyobbodik — és így nem a' csil-

lagok változtatják helyeiket — mint hajdan gondolták —, hanem azon pont, melytől azoknak hosszúsága számláltatik.

A' nap' 's hold' összes hatása a' behorpadt földre a' meghajlásra nézve biczegésnek (nutatio) neveztetik, mi is a' hosszúságok' nagyobbodásában majd kisebbedésében áll, a' mint a' nap az egyenlítő fölött vagy alatt jár.

De talán valami belső okok, például valami nagy földindulás vagy tűzhányás, vagy nagy zivatarok okozhatnak oly következetet földünkben, hogy a' súlypont helyéből kimozduljon? Ha ez lehető: úgy forgásának is meg kell változni. Hanem e' tünetmények csak kis helyhez köttetvék 's sokkal csekélyebbek, mint hogy a' föld' szabad tengelyén változtathassanak. — De tán változhatik a' forgás' sebessége? Ha a' föld' félátmérője kisebbednék vagy nagyobbodnék: akkor igen. Ugyanis tapasztalati adat, hogy a' föld' melege folyvást fogy, mi által ez összehúzódván, félátmérője kisebbedik. De mivel e' melegfogyás felette kicsiny (Laplace szerint — azon esetre ha a' föld' melege folyvást így fogyand mint most — 2000 év alatt körülbelül 0.004 percczel fog változni a' föld' forgása); azonban mióta csak égtan van, a' szabad tengely legkevesebbet sem változott (mi a' legrégibb gönczölnagassági vizsgálatoknak a' mostaniakkal teljes megegyezéséből világosan kitűnik): bizonyos, hogy a' szabad tengely változatlan marad minden belső okoktól.

2) A' nap' 's hold' összes hatása hozza elő földünkön azon tünetment, mely tenger-ár' (aestus maris) neve alatt ösmeretes, 's mely szerint bizonyos időkben oda hagyni látszik medrét a' tenger 's a' szárazra kiönt (dagály), bizonyos időkben pedig az így feldagadt tenger lelohad (apály). — A' tengerár e' következő tünetmenyeket mutatja: 1) a' dagály mindég a' hold' delelése után három órával áll be 2) hold' újságán 's teltekor legnagyobb, a' negyedekben pedig legkisebb. 3) Nagyobb, ha a' hold vagy nap a' földhöz közelitnek. A' hold közelben tesz 22,6 párizsi lábot a' holdtávolban pedig 16,8 párizsi lábot. 4) Azon helyekre nézve, melyek az egyenlítőhöz közel esnek, mindég nagyobb az ár. 5) Hold újsága 's telte alkalmával egy nappal 39'-l — a' negyedek' alkalmával pedig egy nappal egy órával 14'-el későbbben kezdődik mindég az új ár.

Mind ezen tünetmenyeket a' súlyerő hatásából szabatosan ki lehet magyarázni. Jelentse AB a' láthatárt (39. kép) L a' holdat delelésében, D egy pontját a' láthatárnak, mely a' földhöz legközelebb van. Már a' D-t húzván a' hold magához, ha az csepfolyós, kijön az egész N-ig, és így a' felszín magasabb lesz, — a' mikor azon helynek dagálya levén minden víz arra fog tódulni. A' mint a' víz így N-ig jött, úgy látszik mint ha az F is kitódulna a' V-ig, még pedig úgy hogy $FN = PD$: minthogy az xy az L-hez húzat-

ván, ez által a' száraz közelebb jött, és így a' víznek meg kelle tódulnia. Már mivel a' D-nek L-hez húzatása annyiival nagyobb a' C húzatásánál, a' mennyivel nagyobb n' C húzatása az F-énél: nyilván van, hogy mind a' két helyen egyenlőnek kell a' dagálynak lenni. A' földszin' többi helyei például az *ab*, ugyanakkor tengerapályt tapasztalnak. — Ezt tudva már könnyen ki fogjuk a' főlebb előadott tüneteket magyarázni. 1) Igen természetesen az okozat mindég későbbben jön az oknál. A' napi meleg legnagyobb nem 12, hanem 2 — 3 órakor. Az évi meleg is nem a' napállítókon legnagyobb vagy legkisebb, hanem későbbben. 2) Hold ujságán 's teltekor egyesült erővel működnek a' nap 's hold; midőn a' nap' hatása a' negyedek' alkalmával szinte semmi. 3) Tudjuk, hogy a' súlyerő' hatása a' távolság' négyszegének növése szerint fogy. 4) Minél dülösebb szög alatt történik a' hatás: annál kisebb ez. A' szélesség 65° -n túl nincs többé tengerár. 5) Az új ár' visszajövetének ideje középszámítás szerint 1 nap 50'. Épen ennyi idő van a' hold' két delelései között.

Ha a' holdnak a' tengerárra hatását a' napétól ügyesen elválasztjuk: e' tünetmények jó eszközt adnak kezünkbe a' hold' tömegének meghatározására. Ez úton is — mint egyéb módszerből — az jött ki, hogy a' hold' tömege a' földének mintegy $\frac{1}{75}$ -öd részét teszi.

β) Az égi testek' tömege 's tömötsége.

39. §. A' bolygók' 's más égi testek' térfogatának meghatározása.

Minthogy minden égi test gömb: térfogataik meghatározása végett először azoknak félátmérőjét meghatározandók *d* szögletet (40. kép) megmérjük, 's ekkor ez egyenlítőményt állítjuk föl: $r = R \cdot d$ keb. A' félátmérőt kitudván a' mértan ezen képletéből $V = \frac{4}{3} r^3 \pi$, a' keresett térfogatot könnyen kiszámítjuk. Ha a' nap ezen térfogatát annak tömötségével sokszorozzuk: kijön a' tömeg, mert $M = VD \dots$. De hát az olly messze levő testek' tömötségét miként határozzuk meg?

40. §. Az égi testek' tömötségét kitalálni.

1-ső módszer. Minthogy egy test' súlyereje, tömegével egyenes arányban áll: természetes, hogy a' nevezett

erőnek bolygató hatásáról azon testnek, melyben van, tömötségre helyesen következtethetni. Jelentse a szöglet (41. kép) a' bolygatás' nagyságát: világos hogy — mivel a' bolygatás által a' bolygó' hossza változik — az, a' való 's látszó hosszúság' különbségét fogja kifejezni. Legyen r a' háborított bolygónak (P) a' háborítótóli (P') távolsága, 's fejezzük ki a' P bolygó' tömegét így: $\frac{P}{S}$ (S a' nap' tömegét jelentvén). Már a szöglet' nagysága függ: 1) a' P bolygó' tömegétől ($\frac{P}{S}$), 2) az r -től, 3) B szöglettől: áll tehát ez egyenlet: $a = r \cdot B \cdot \frac{P}{S}$, vagy

$$\frac{a}{rB} = \frac{P}{S} =$$

$a : rB = P : S$, melly aránynyal egy kérdésbeni bolygó 's a' nap' tömegeinek viszonya határoztatik-meg. Ha például $a = 10$, $rB = 100000$: akkor a' bolygó' tömege a' nap' tömegének $\frac{1}{10000}$ részét teszi.

2-dik módszer. Legyen $\pi = ab$ a' nap vonzereje, mellyel a' földre hat, $h = a'$ föld' súlyereje, mellyel a' napra hat. A' π -t SF, a' h -t pedig CF vonallal kifejezhetjük. FS = R — r (r = föld' sugára). Állni fog tehát ez arány: $S : T = \pi : \frac{h}{(R-r)^2}$ vagy

$$\frac{T}{S} = \frac{h}{(R-r)^2} \cdot \pi = \frac{1}{337000}.$$

Ezek szerint az égi testek' tömegét viszonylag meg tudjuk határozni: de szeretnők mi azokat font számra is felszámítani. Ha csak egy bolygó nehézségét tudnók is megmérni: már ez által megtudnók az egész nap rendszerében levő testekét. Egy olyan bolygót kell hát keresnünk, mellynek tömege (m), térfogata (v), tömötsége (d) egészen ismeretes lehessen. Nagyon természetes, hogy e' célra csak a' földet vehetjük föl. Úgy nem tehetnénk, hogy fölvevén például egy koczka láb követ vagy agyagot vagy vizet 'stb. ezt megmérnők, 's innen kiszámítnók a' föld' nehézségét, mert így az jönne ki, millyen nehéz volna a' föld, ha csupa

kő vagy csupa agyag 'stb. volna. Másképp kellett tehát gondolkozni.

41. §. Miként kell az égi testek általános súlyát meghatározni.

Kiválasztatott Scotiában egy rendes formájú magánálló hegy, — déli vonal húzatott — a' hegy mellé állított egy tovacsővel ellátott ingamű — a' tovacső egy csillagra, melynek a' tetőponttól állása égtanilag tudva volt, igazítottatott, 's így azon elvből indulván ki, hogy a' hegy' hatása az ingaműre a' föld központhoz erejéhez képest nem lesz egészen semmivé, az ingaműnek a' valódi zenith-vonaltól elhajlása = a (42. kép) meghatározatott. fCs szöglet = ε ; a = az ingaműnek a' valódi zenithtől elhajlása; b = a' felvett csillag' távolsága a' valódi zenithtől; $fcs = \varepsilon'$. Ennél fogva

$$z = a + b$$

$$z' = b - a$$

$$z - z' = 2a; \frac{z - z'}{2} = a, \text{ ez a' hegy' hatása}$$

az ingaműre. A' föld' egész hatását ugyan azon műre tudjuk, t. i. = 15 pár. láb = h , és így mondhatjuk ez arányt: M (= az egész föld' tömege): m (a' hegy' tömegéhez) = $h : a$. Ezen hegyből egy koczka láb (minthogy az egész hegy gránit volt) megmérte, annak térfogata is meghatározatván; a' képlet szerint $m = v d$ (a' granithegy' tömötsége $\frac{5}{2}$ a' víznek) kijött ennek egész tömege, 's ez által a' fölebbi arányból — $M = \frac{mh}{a}$ — az egész föld' tömege, melyből hasonlóan (az $M = VD$ képletből $\frac{M}{V} = D$ -t csinálván) a' föld' való tömötségét könnyű volt felszámítani.

Így a' föld' D -je kitudatván, igen könnyű a' többi bolygók' D -jét is kiszámítani, ha a' tömegek tudva vagynak. Legyen a' bolygó (P) tömege $V'D'$; a' földé = $T = VD$. Ekkor $T : P = VD : V'D' = \frac{4}{3} r^3 \pi D : \frac{4}{3} r'^3 \pi D'$

$$\frac{T}{P} = \frac{\frac{4}{3} r^3 \pi D}{\frac{4}{3} r'^3 \pi D'} = \frac{r^3 D}{r'^3 D'}, \text{ vagy}$$

$$\frac{T \cdot r'^3}{P \cdot r^3} = \frac{D}{D'}, \text{ mely egyenletből a' kérdésbeni}$$

bolygónak a' földhöz képesti tömötsége könnyen kiszámíthatatik.

A' föld' tömege 's tömötsége 1-nek vétetvén, egyéb égi testek' tömegének 's tömötségének táblája ím itt következik:

Égi test	Tömeg	Tömötség
☉	337000	0.236
☿	0,162721	2.398
♀	0,924269	1.01
♂	1,000000	1.000
♂	0.129453	0.66
☿	0.000078	1.2
♂	0.004078	0.53
♀	0.007559	0.16
♀	0.002815	0.94
♂	308.9406	0.21
♂	93.45218	0.095
♂	16.90062	0.185

Minthogy a' föld' nehézsége mintegy 12 quadrilio fontot tesz: e' tábla' segítségével minden bolygó' nehézségét meghatározhatni.

42. §. Az üstökösök' tömege.

Tegyük föl, hogy az üstökösök' tömege akkora mint a' földé. Ekkor egy üstökös annyira megbolygatná a' földet mozgásában, hogy ennek esztendeje 3 órával hosszabb lenne. Ugyde az 1769. 1770. 1771. esztendőekben (mellyekben egy nagy üstökös tőlünk csak 300000 mérföldre volt) tett égtani jegyzetek szerint az 1770-dik év csak 2''-el növekedett (ha e' különbség nem vizsgálati hiba' eredménye). Tehát az üstökös' tömege M, úgy van a' föld' tömegéhez 1, mint 2 másodperc a' 3 órához, azaz

$$M : 1 = 2'' : 10800'', \text{ tehát}$$

$$M = \frac{2}{10800} = \frac{1}{5400}$$

A' mi azon korunkban közönségessé vált beszédet illeti, hogy egy üstökös földünkkel öszveütközik, 's tán ennek egy darabját le-

vágja: ezt csupa lehetetlennek tartjuk. Mert azon kívül, hogy ez esetre a két égitestnek a nappálya ugyanazon pontjára kellene ugyanazon időben érni (melly eset a végtelenül sok lehető közül csak egy), gondolóra kell venni azt is, hogy a nappályához közeledő üstököst vonzerejével a föld sokkal hamarabb a nevezett pályára vonja, mint a föld azon pontot elérné.

Az üstökös csekély tömege okozza azt, hogy pályáján egy vagy más bolygó által olly könnyen megháboríttatik; 's innen van aztán, hogy újra megjelentét olly szabatosan mint egyéb égi testekét meghatározni nem lehet. 1770-ben látott nagy üstökös útát csillagászaink úgy számították, hogy az $5\frac{1}{2}$ év múlva újra napközeliünkbe jövend. A hatodféltév eltelt, de az üstökös nem jött. Ekkor így gondolkoztak, hogy tán olly közel ment el a naphoz, hogy ennek világa miatt az övé láthatatlanná lett, 's a következő $5\frac{1}{2}$ évre láthatónak hitték. De az üstökös ekkor is kimaradt. Ekkor egy csillagász ráadta magát azon igen fáradtságos munkára, hogy az üstökös' állását a körkör azon pontjain, melyeken előttünk láthatlan volt, meghatározza, 's úgy találta, hogy 1771-ben ezen üstökös a mennyurhoz közel ennek holdjai közt keresztülmentében olly erősen megháboríttatott, hogy a tőlünk látható napközeli egészen elhagyta, 's nem is fog többé — hanemha ismét bolygatás' következtében — nekünk föltűnni. Ugyanezen csillagász' számítása után tudjuk azt is, hogy ezen üstökös 1769-ben szinte a mennyúr által háboríttatva jött napközeliünkbe, 's így tán több ezer éves pályája $5\frac{1}{2}$ évéssé változott.

1) Az égi testek' némelly természettani tulajdonságairól.

43. §. Nap ☉.

A' fény' 's meleg fő forrása a' nap, 's így földünkön, valamint a többi bolygókon is létező tenyészetnek föltétele. Közönséges nézet, hogy a' fény, melyet a' napban látunk, a' sajátképeni napnak csak fénylő légköre, maga a' nap egy közepén levő átlátszatlan tömeg levén. Minthogy valamely test' megvilágíttatásának 's melegíttetésének erőssége a' távolság' négyszegének növekedése szerint fogy: akkor a' nap nevezett belének, az őt közelre környező fény-légkör által, szörnyű világosnak 's melegnek — mondhatnám — özszeégettnek kell lenni; bár ez csupa vélemény, mert más részről az is lehető, hogy a' nap' sajátképeni magvát legkö-

zelebb egy földünkéhez hasonló, 's felhőkkel tarkázott légkör övedzi, 's még ezután azon fénytenger, melyet a' napon látunk; — 's ha tán azon említett légkör' felszíne a' fénysugárokat még vissza is hajtja, akkor lehet, hogy a' nap magvának melegsége igen alsó fokon áll. —

Jó 's egy színes üveg táblával ellátott tovacson keresztül a' nap' felszínén sok apró foltokat vehetni észre, melyek nőnek, majd kisebbednek — elszakadoznak — némelyek több heteken keresztül első alakjaikat megtartják — némelyek egészen sötétek, mások világlok. Mind ezek arra mutatnak, hogy a' nap' felszínén folyvást erős mozgásnak kell lenni. Sokan azzal tartanak, hogy ez egyes világlo foltok azon helyek, melyekben a' fényfejlés folyamata most is szakadatlanul tart; ellenben a' sötét foltok azon helyek, melyeken a' fényfejlés' folyamata már megszűnt. Mások ellenben úgy vélekednek, hogy a' nap' fénykörében valami oknál fogva néha néha egyes hasadások vagy hézagok származhatnak, akkor ezeken keresztül a' belől levő felhők vagy maga a' nap átlátszatlan magva fog mutatkozni.

Alakjaikat több ideig megtartó foltokon észrevehetjük, hogy keletről nyugot felé mozognak, — a' napkeleti szélen megjelenvén, 13 nap alatt az egész napon keresztül mennek 's utóbb a' nyugoti szélen elenyésznek. Teljesen figyelmes vizsgálat után kijött, hogy egy bizonyos napfolt *a* (43-dik kép) 27 nap alatt nem csak *a*-ba — honnan kiindult — visszajött, hanem *a'*-ba is, 's így míg a' föld 27 nap alatt TT' körülbelől 27°-nyi körívet elvégezett, az alatt a' nap $360^\circ + 27^\circ = 387^\circ$ -ot haladt. És így áll ez arány: $360^\circ : 387^\circ = x : 27$, következőleg

$$x = \frac{360 \cdot 27}{387} = 25.12 \text{ nap, 's e' szerint forgását}$$

a' nap ennyi idő alatt végezi. —

44. §. Hírnök ☿.

A' naphoz legközelebb áll a' hírnök, 's e' közellét bizonyosan nagy befolyással van annak hőmérsékletére is.

A' hirnők ugyanis mintegy hétszer erősebben van megvilágítva mint földünk, 's így hihetőleg illy arányban nagyobb melegsége is. Hétszer nagyobb világosságban szemeink megvakulnának, 's hétszer nagyobb meleg, földünkön lévő állatok 's növények' életét csak hamar kioltaná: mi egészen más alkatású lényeknek kell tehát a' hirnőkben lenni, mint a' millyenek földünkön vannak! mennyire különböznek ezek kivált a' végő r lakosaitól, mellynek hévmérséklete a' hirnőkénél 2300-szor kisebb; 's ha a' víz a' hirnőkön — az itt uralkodó meleg miatt — a' forrponthoz mindég közel áll: akkor a' végörben nem csak minden ösmeretes híg testeink, hanem tán még levegőnk is szilárd testté lenne fagyva.

A' hirnők' felszínén sajátképeni foltokat Schröter nem vett ugyan észre: hanem látta, hogy fényszarvának egyik csúcsa szabályosan változik, mit hihetőleg az egyik gönczöl szomszédságában levő nagy hegyek okoznak, 's a' mint ő ezen szabályosságot meghatározni igyekezett, úgy találta, hogy a' hirnők, körülbelől annyi idő alatt, mint földünk fordul meg tengelye körül. Hanem felette különbözők a' hirnők' évszakai a' mi évszakainktól, — ott mindegyik 22 nap tart midőn nálunk 91 nap, 's így meg lehet, hogy a' hévmérsékletnek ezen hirtelen változása a' hirnők' felszínén folytonos tavaszi időt hoz elő.

Még jegyezzük meg, hogy Schröter a' hirnőkön igen magas hegyeket fedezett föl, mellyek 40—60 mérföldnyi hosszú lánczokat képeznek. Azoknak legmagasb csúcsai 58000 láb magasoknak állítatnak; — leginkább a' déli félgömbön vannak, 's az itt uralkodó nagy meleg merséklésére bizonyosan jótékonyan hatnak.

45. Hajnalcsillag ♀.

Ha ennek átmérőjét, (1680 mf.), évi pályájáni sebességét (4.9 mf.), súlyerejét (15.8 láb) a' földével egybe hasonlítjuk: a' kettő közt kevés különbséget találunk. Légköre is igen hasonlít földünkéhez, mellyet e' következő fontolgatásból hozhatunk ki. Holdunk világos fele a' világtalantól igen éles vonallal van elválasztva, azaz a' világos

egyszerre sötétbe megy által, annak jeléül, hogy ott semmi hajnal nem mutatkozván, a' holdnak vagy semmi vagy csak igen csekély légköre lehet. Másként van ez a' hajnalcsillagon, mellynek különben vakítólag fehér fénye a' nyugoti oldal felé folyvást gyengül, 's közel a' fényhatárnál lankadt szürkévé válik, melly szín gyakran a' fényhatáron túl a' hajnalcsillag' nyugoti felébe nyúlik. Már pedig ezek azon tájak a' hajnalcsillagon, melyekre nézve a' nap épen nyugvóban vagy kelőben van, 's mellyeknek épen ekkor reggeli vagy esteli hajnaluk van. E' hajnalszalag szélességéből azt következtette Schröter, hogy a' sugárszegés a' hajnalcsillag' felszínén közel 0.5° tesz — csaknem mint földünk' színén. — A' hajnalcsillagon mutatkozó szürke foltok olly csekélyek, hogy inkább gyöngé páráknak mint felhőknek tartathatnak; azonban ritka tünetek is levén, mondhatjuk hogy a' hajnalcsillag' lakosai sokkal tisztább légkörben élnek mint mi.

A' hajnalcsillag' nyugoti felén — a' fényhatáron túl, 's ettől gyakran szembetűnő távolságra — egyes magánálló világos pontok mutatkoznak. Ezek nem lehetnek egyebek, mint magas hegyek, mellyeknek csúcsait a' lenyugvó nap még megvilágosítja. Világos, hogy ezen fénypontoknak a' fényhatártól távolsága azon hegyek magassága' megmérésének eszközéül szolgál. Schröter úgy találta, hogy a' hajnalcsillag' általában igen hegyes, 's hegyei olly magasak (némelyek 6 mf. magasak), mellyekhez képest földünk' legmagasb hegyei is felette csekélyek. Illy hegyek' szemmel tartása által határozottatott meg a' hajnalcsillag' forgásának ideje is t. i. 23 ó. 21'.

Igen nevezetes a' hajnalcsillagnak a' nap' tányérán keresztül — minek — minthogy a' hajnalcsillag alsó bolygó, 's így néha a' föld 's nap között tartozik állni — bizonyos időszakokban meg kell történni; hanem — mivel a' hajnalcsillag' pályája a' napéval 3° -nyi szögletet képez — nem minden kerület' alkalmával. A' legközelebb mult keresztülmenetek 1761-ben 's 1769-ben történtek, a' legközelebb következők 1874-ben télelő 9 én, 's 1882-ben télelő 6-án lesznek láthatók. Fontosok e' keresztülmentek azért, mert legszabatosb módszerei a' nap' helyköze' meghatározásának, mit is így kell képzelni. Ha AB (44. kép) a' föld, V a' hajnalcsillag, S a' nap:

lehet a' földet évi mozgására nézve nyugvónak képzelni, 's a' hajnalcsillagot annyiival mozogtatni, a' mennyit tesz a' föld 's hajnalcsillag' mozgásainak különbsége. Legyen tehát aVb azon út, melyet a' hajnalcsillag a' nap' tányéra előtt keresztülmentekor leír. Legyenek továbbá A és B két vizsgáló a' föld' színén, 's ezek álljanak azon föld-átmérő végpontjain, mely a' nappálya' síkjára függőleg áll. Ekkor egy bizonyos időben a' hajnalcsillag' központját A a' nap' tányérán s-ben, B pedig S-ben látandja. Már ha így s-nek 's S-nek a' nap' központjától vagy párkányától távolságát meghatározták: tudni fogják Ss-t is. Tegyük föl, hogy Ss $40''$ -re határozottatott. Minthogy azon szögletek, melyeket As 's BS egyenes vonalak V-nél képeznek, egyenlők; 's mivel AB 's Ss szinte közégyenesek: áll ez arány Ss : AB = SV : VB. Úgyde SV a' napnak a' hajnalcsillagtól, VB pedig a' hajnalcsillagnak a' földtől távolságát jegyezi; a' körkörös mozgás' elméletéből meg kitudhatni, hogy a' keresztülmenetkor $SV = 0.68$, $VB = 0.27$, ha a' földnek naptóli távolsága 1-nek vétetik: és így Ss : AB = 68 : 27, vagy szinte = 5 : 2 azaz Ss karély a' nap' felszínén a' föld átmérőjénél $\frac{5}{2}$ -szer nagyobb tért foglal el. Maga ezen karély másodperczekben kifejeztetve $\frac{5}{2}$ -szer akkora mint azon karély, mely alatt a' föld' átmérője a' naphól nézve jelennék meg, azaz SAs $\frac{5}{2}$ -szer nagyobb mint BSA szöglet. Úgy de e' szöglet a' nap' kétszeres helyköze. E' szerint, mivel SAs szöglet vagy Ss karély főlebb $40''$ -nek találtatott, a' nap' kétszerezett helyköze 40-szer $\frac{2}{5} = 16''$, 's így maga a' kérdésbeni helyköz $8''$ leend.

46. §. Föld ♂.

Földünk' felszínének nagyobb részét víz borítja, 's a' száraz föld csak három nagy és sok kisebb szigetek formájában tűnik ki belőle. Azon három nagy sziget közül legnagyobb az, melyben Europa Azsia 's Afrika, kisebb az melyben Amerika, legkisebb melyben Australia van. Europa kiterjedése 170000, Azsiáé 640000, Afrikáé 530000, — Amerikáé 570000, Australiáé 140000, a' kisebb szigeteké öszvesen 1000000 □ mf., és így az egész száraz föld kiterjedése tesz 3052000 □ mf., midőn a' föld' egész felszíne több mint 9000000 □ mf. úgy hogy ennél fogva a' száraz föld kiterjedése úgy áll a' tengeréhez mint 1 : 2. — A' déli félgömbön a' tenger' felülete úgy van a' száraz földéhez = 3 : 1; az északi félgömbön pedig = 3 : 2. A' két félgömbön levő száraz földek' közönséges bélyege az,

hogy a' déli félgömbön levők a' déli gönczöl felé csúcsosodottak, az éjszaki félgömböniek pedig elterültek.

1) Különböző minőségeik szerint a' föld' vizei különböző neveket nyernek: Források. Ezeknek okai többfélék. Legközönségebben a' légből leverődő esőnek hónak köszönhetik létüket. Egyébiránt lehet gondolni, hogy a' tenger' vize is fölemelkedhetik a' hajcsöves földtömegeken; — az is hihető, hogy a' föld' belsejében sok vízzel teli üregek vannak, mellyek a' föld' belmelege által élpárologván midőn hidegebb testekre érnek, itt folyó formában leverődnek. A' különböző források' tartóssága, hőmérséklete 's tisztasága különbözők. — Folyamok. A' források, nehézségöknél fogva mélyebb tájakra érven, itt folyamokká egyesülnek, mellyek aztán a' tengerbe szakadnak. A' folyamok' medreinek különböző hajlottsága okozza azoknak különböző sebességét, mit a' zsurlódás, 's csavargások kicsinyítnek. Néhol nem lassanként, hanem egyszerre változik a' meder. Bernhez közel egy patak 1100 lábnyi magasról esik le. Niagara esetje 137 láb, 's itt szélessége 720 láb. — A' folyamok' szélessége különböző. Gyakran a' hegy-lánczok öszveszorítják azokat 's ez által emelik a' víz' magasságát. Dunánk vaskapunál épen e' tünetet mutatja. — A' folyamok' más más színe többnyire azon anyagoktól van, mellyeket azok medreikről elkapnak. — Tavak. Ha nem folyhat el a' víz bizonyos tájról, ennek nagy mélysége miatt: tavat 's mocsárt képez. A' legnagyobb tavak' mélysége 900 láb. Vizökben sok konyhasó, szikag — az úgy nevezett holt-tengerben pedig búzsürok is van felbomolva. — Hajdan, igen hihetőleg, több tavak voltak. Csehország olyan mint valamely kiszáradt tó' medre. A' tavak' elenyészését minden bizonytalanság hegyek' általakadásai okozták, mellyekben azok szabad nyílásra találván, elfolytanak. — Tenger. Ez azon nagy víztömeg, melly egymás közt egy öszvefüggő egészet képezve a' száraz földet minden oldalról körül övedzi. — Partjainak magasságai különbözők. Ott legnagyobbak, hol a' tenger mély 's zivataros, 's hihetőleg ön maga által csinálttak. — Feneke szintúgy hegy völgy bizonyosan, mint az abból kiérő száraz. — Legnagyobb megmért mélysége 1200 öl. — Színe rendesen zöldes-kékes, mit különben az áttetsző fenék minősége 's egyéb körülmények módosíthatnak. — A' tengervíz' sóssága alkalmasint eredeti, melly nézetet azon körülmény látszik igazolni, hogy minden sóaknak 's sós hegyek körül tengeri állatok' 's növények' maradványai találhatók. — A' tengervíz keserűségét a' legújabb fölfedezések szerint el lehet venni, mi által az is ihatóvá lesz. — A' tengerárról már fölebb szöveltem.

2) A' száraz föld különböző magasságra emelkedik föl a' tenger fölött. Ázsiában a' Himalaya hegyláncz egy legmagasb csúcsa 4513

öl, Chimboraoé pedig Amerikában 8445 öl. Hazánkban legmagasabb a' lomniczi csúcs — mintegy 11000 láb magas.

3) Alig van, ki máig is azt hidje, hogy földünk épen azon állapotban jött ki a' teremő kezei közül, melyben most van. Hiszen hiteles tudósításaink vannak a' rajta történt sok változásokról. A' hegyüregekben talált maradványai a' különbféle életműves testeknek, az eltemetett erdők, lesüllyedt hegyek, kialudt tűzhányó hegyek stb. eléggé bizonyítják, hogy földünknek hajdan a' mostanítól különböző formájának kellett lenni. Abban alkalmasint mindnyájan megegyeznek, hogy a' föld eredeti állapota hig volt (28. §.) Ez állapot' közelebbi meghatározásában két részre szakadtak földtudósaink. Az egyik osztály — (viziskolások) — azt állította, hogy a' föld' származásakor a' szilárd 's hig-részek egybekeveredve voltak — amaz ebben fölbomolva volt, 's a' most látható szilárd részek csak kiszáradás, leverődés útján származtak. A' másik osztály (tűziskolások) a' föld' hig állapotát azon magas hőmérsékletből magyarázza, mellyel a' föld eredetileg birt, 's melly olly sok évezred óta a' föld' központja felé vonult vissza — a' külső részek meghűlvén, 's úgy mint most látjuk, megmerevényülvén. E' központi tűz valósága későbbben tapasztalatilag is hebizonyíttatott. Artézi kútúrások, bányavizsgálatok' alkalmával kiviláglott, hogy központja felé a' föld' melege nő — mintegy 60 láb mélységre 1°-al R. Ez arányban 1 mérföld mélységre 381° R melegnek kell földünk belsejének lenni, 's ott az ólomnak, 4 mérföldre az aranynak, 34 mérföldre pedig a' vasnak 's lomanyának megolvadtnak kell lenni.

Legnagyobb változásokat okoznak máig is földünkön a' tűzhányások 's föld-rengések. A' tűzhányások' előköveti azon nagy füstoszlopok mellyek véghetetlen sebességgel emelkednek föl a' hegy' szájából, 's mellyek leginkább vízgőz', gyúló 's szénsavany keverékei. A' mint ezen füstoszlopok gyakoribbakká lesznek: hamut is hordanak magukkal, 's sokszor annyit, melly a' közel tájakra nézve teljes sötétséget okoz. Vezúvnak 1794-diki kimentésakor négy mérföldnyire is olly sötét volt, hogy — nappal is — csak fáklyákkal lehetett körüljárni. — A' hamut finom homok követi, — ezt pedig azon salak, melly a' hegy' gyomrában megolvadván, innen nagy erővel szóratik ki, ez alatt megkeményedik, 's kerek tömegek' formában (álgúgolyók) hull le; — sokszor e' salakban olvadatlan kövek is találtnak, mellyek, hihetőleg, a' belüreg oldalairól szakasztattak le. Iszonyú nagy azon erő, melly ezeket a' hegy gyomrából kilövdözi. Azt mondják, hogy Vezúv, szája fölött 3600 lábnyi magasra szórja azokat, Cotopaxi pedig (déli Amerikában) egy 900 koczka lábos szikladarabot 3 mérföldnyire lökött el. — Már a' láva sokkal kisebb erővel hat fölfelé. Magas tűzhányó hegyekben ritkán emelkedik föl

ezeknek szájáig, hanem az oldal-falak megolvasztása vagy kitörése által csinál magának utat, 's ez után a' környéken ágyat, melyben csak lassan mozog előre; azonban a' kül-levegő által olly szivóssá tétetik, hogy még folyásakor is szinte járni lehet felette; egyébiránt csak felszíne keményedik így meg, belseje még a' folyás' megszűnése után is sokáig égető meleg maradván. — A' tűzhányó hegyek' nyugvása, úgy látszik egyenes arányban van szájaik' magasságával; egyébiránt azon nyugvás csupa tetsző, mert belüregükben a' vegytanos munkatétel szakadatlan tart, emelkedik a' füst szüntelen, belső zúgás 's néha nagy ropogás hallatszik. — Igen hihető, hogy csak nem minden vulkánok' műhelyei közlekedésben vannak egymással: mert gyakran az egymástól messze lévő'k' tűzhányásai is ugyanazon időben esnek. 1769-ben dühösködött Aetna 's vele együtt a' Lipari szigetek' vulkánjai, 's szinte az islandi 's kamesatkai tűzhányó hegyek is. 1693-ban épen az nap süllyedt el az indiai világtengeren Sorca szigete, mellyen Aetna legrémítőbben dühösködött.

Hogy a' tűzhányás tünetei körül erős izzásba hozott tömegek a' főkép' munkások: arról semmi kétség; 's ezek közt a' vízgőzök viszik a' fő szerepet, mint a' mellyek azoknak torkából kitódulni láttatnak. Hanem a' fő kérdés itt az, „mi által történik az olly nagy mértékben megmelegülés, melly gőzöket előhozni, 's a' hegyben foglalkozó köveket megolvasztani képes?“ Minden esetre munkás e' meleg-gerjesztésben a' különböző anyagoknak egymásra hatása által előállott villanyosság, 's azoknak vegytanos elegyedése: hanem, mind e' mellett is olly nagy meleget, a' millyen itt kifejlik, csak úgy magyarázhatunk ki, ha azt föl vesszük, hogy a' föld belseje még máig is olvadt állapotban van.

A' földrengés nem egyéb mint a' föld' egyes tájainak vízirányos 's néha kavargó hintázata, mellyet gyakran különböző irányzatú 's erejű rázások kísérnek. A' földrengés' tünetényei e' következők: gyakran egy nagy ropogás mellett megnyílik a' föld — ebből viz, 's égő kengőzök tódulnak ki, a' tenger, lég, állatok nyugtalankodnak, épületek dőlnek le, régi tavak kiszáradnak, másutt újak támadnak, tengerből vagy sík földből hegyek emelkednek föl, a' régiek pedig lesüllyednek 'stb. — A' földrengések' okai bizonyosan azok, a' melyeket előbb a' tűzhányó hegyekről előadtunk. Hanem azt épen nem szükség fölvenni, hogy mindenütt a' hol csak földindulást veszünk észre, ennek okai közvetlenül hatnak, haugyan a' rázások ollyan formán is terjedhetnek, mint a' hang.

4) A' föld' évszakai, hőmérsékleteikre nézve, különböznek, mit egyenesen csak a' körülménynek lehet tulajdonítani, hogy tengelyének félszeg állása van a' nappályára.

47. §. *Hős* ♂.

Gyengén izzó vashoz hasonló sötét vörös színéről könnyű e' bolygóra ismerni. Jó tovacsókkal több állandó foltok látszanak felszínén, melyek közül a' vereses barnák (olgy színűek mint a' mi veres fővenyköveink) hihetőleg e' bolygó száraz földét, a' zöldesek pedig annak tengereit vagy tavait teszik. E' foltok' vizsgálgatásából idősb Herschel azt következtette, hogy a' hős tengely körüli forgása 24 óra 39' 21'' alatt megy véghez. Mindég nevezetes marad az, hogy a' napot legközelebbre környező négy bolygó, napjai csaknem egyenlően hosszúk, midőn a' naptól távolabbiak feltünőleg sebesebben forognak. — Cassini 's Römer azt vették észre, hogy azon álló csillagok, melyekhez a' hős közelített, lassanként homályosodtak, végre egészen elsötétültek 's hamarább, mint a' hős sajátképeni párkánya által elfedeztettek volna. Ellenben South épen semmi illy szembetűnő homályosulást nem vett észre. Amazok tehát azt következtették, hogy igen tömött, ez pedig hogy igen vékony a' hős' légköre. — Mindegyik gönczölén kerekded, vakítólag fehér foltot láthatni, melly, ha a' gönczöl tartósabban ki van téve a' nap' sugarainak (= nyáron), lassanként elenyészik, ellenben legvilágosb akkor, mikor a' tél' hosszú éjtszakájából kilép. Igen valószínűleg hóval borított tájak e' foltok.

48. *Mennyúr* ♃.

A' most következő bolygók, egy az eddig előadottaktól lényegesen különböző rendszert — mondhatnám — családot alkotnak. Azon kívül ugyan is, hogy azok mind, közel 24 óra alatt fordulnak meg tengelyeik körül, ezek pedig sokkal hamarább (a' mennyúr és övöncz $\frac{2}{5}$, a' végör pedig $\frac{3}{10}$ földi nap alatt), miért ezeknek gönczöleiknél nagy behorpadtságuk is van, — továbbá amazok mind kicsinyek, ezek pedig sokkal nagyobbak földünknel (♃ 316-szor, ♄ 95-ször, ♂ 17-szer), ellenben sokkal tömöttebbek mint ezek, — mondom ezeken kívül, amazok légköre igen rit-

ka 's gáz, emezeké pedig úgy látszik tömöttebb 's a' mi földünk' hígjaihoz hasonló tömeget képez, mit a' mennyűrra nézve egyenlítőjével közegyenesen álló sötét szalagjaiból következtek. — A' 7° tengelykörüli forgását Cassini állandóan látszó foltjaiból határozta meg, melly szerint egyenlítőjének egy pontja $1''$ alatt 1. 7 mérföldet halad. Évi pályáján 1. 8 mérföldet halad e' bolygó, 's így forgása 's kerengése nem sokat különböznek egymástól, mi ismét egy sajátága ez' 's a' következő bolygóknak. Behorpadtsága 0.083 azaz tengelye 800 mérfölddel kisebb, mint egyenlítőjének átmérője (a' földé csak 3 mérfölddel). Tengelye a' pálya' tengelyével 3° -nyi szögletet képez: ezért az évszakok ott nem igen különböznek egymástól, hanem e' helyett mindegyik 3 földi évig tart. Felszínéhez közel a' testek az első másodperc alatt 38 lábat esnek. — Könnyű e' bolygót világos sárga fényéről, 's már közepszerű jóságú tovacsókkal látható négy holdjáról megösmerni.

49. §. Övöncz b.

Az övöncznek is vannak olly sötét szalagjai mint a' mennyűrnek, sőt szélesbek, 's a' bennök tapasztalt gyakori szembetűnő változások, légkörében létező gyakori nagy zivatarokra mutatnak. A' naptól elfordult gönczöle állandóan fejérebbe 's világosb, — hihetőleg azt mutató, hogy e' gönczölnél, mellynek lakosai a' napot 90-szer kisebbnek látják, 's $7\frac{1}{4}$ földi évig tartó telet állnak ki, felette nagy hidegnek kell lenni. Forgása, bizonyos foltjaiból, 10. 5 órára határozatott. Egyenlítője pályájával közel 30° -nyi szögletet képez, miből következik, hogy évszakai még élesb különbséget mutatnak mint földünkéi. — Az övöncz' teste egy széles ritka 's szabadon libegő gyűrű alakú testben látszik úszni, mellynek tünetényei 's tulajdonságai égtudósaink által már nagy szabatossággal meghatározvák; 's mivel mind e' gyűrű árnyéka az övöncz' testén, mind az övöncz' árnyéka a' gyűrűn világosan láthatók, innen következik, hogy e' gyűrű sötét test, 's csak a' naptól nyeri világát.

50. §. Végőr ♂.

Nagy távolsága miatt alig tudunk többet e' bolygó' felszínéről, mint hogy az tovacsón keresztül egy kised kerek 's gyengén, de mindenütt egyenlően, megvilágított körlevelnek látszik. Szalag vagy valami folt rajta nem mutatkozik, azért forgását sem határozhatjuk meg; bár ezzel birnia kell, minthogy idősb Herschel két egymás ellenében álló pontokon szembetűnő behorpadtságot vett észre. — Egyenlítője pályájára függőleg áll: ezért a' végőrön az éghajlatok' különbsége egészen elveszik, azaz a' napnak a' különböző évszakokban állására nézve mindegy, az egyenlítőhöz-e vagy a' gönczölökhöz közel fekszik valami hely, ha ugyan e' bolygó felszínének minden pontja egy év' lefolyta alatt kétszer áll függőleg a' nap alatt.

Hogy, mint minden bolygónak, úgy a' végőrnek lakosai is különböznek tőlünk, miután azok előtt a' nap 360-szor kisebbnek látszik mint előttünk, 's ennél fogva delők alkalmával is — a' mi szemeinkhez mérve — sötétben botorkálnak, 's olly hideget tűrni tartoznak, melly földünkön tán minden életet egyszerre kioltana: az bizonyos, de hogy miben áll ezen különbség — testi nagyságra vagy szellemi hajlásokra nézve — azt el nem határozhatjuk.

51. §. Holdak.

1) Földünk' holdja. Minthogy ennek egyenlítője pályájával igen kis szögletet képez: az évszakok' különbsége csaknem egészen elenyészik, a' nap csaknem mindég az egyenlítő fölött függélyesen áll, azért a' hold' lakosai mindég csak nem ugyanazon magasságra látják a' napot látkörük fölött; délben, télen úgy mint nyáron az egyenlítő alattiak folyvást fejeik fölött, a' gönczölöknél lakók pedig a' látkörben, úgy hogy e' szerint amazoknak folyvást nyaruk, ezeknek telők, e' két öv közt lakóknak pedig szüntelen tavaszuk van. — Meglehetős jóságú tovacsóval a' hold' felszíne apró foltokkal ellepettnek látszik, mellyek megvilágíttatásuk ellenkező felén bizonyos hosszúságu sötétséget mutatnak; 's e' sötétség bizonyosan árnyék, következőleg a' látszó foltok hegyek. Minthogy a' hold' távolságát tudjuk: a' nevezett

árnyék' való hosszát meghatározhatjuk, csak azt tudjuk kiszámítani, mekkora a' nap magassága a' hold kérdésben levő pontjára nézve. Ezt pedig a' vizsgált pontnak a' fényhatártóli távolságából kitudhatjuk; mert ha a' vizsgált pont épen a' fényhatáron áll: akkor arra nézve a' nap a' láthatárban van, — ha pedig szabatos számítás után kijön, hogy a' vizsgált pont a' fényhatártól a' hold' körületének $\frac{1}{300}$ -ad részével van távol, e' pont lakosai előtt a' nap 1^o-ra lesz a' láthatár fölött stb. A' nap' ezen magassága — szintúgy mint a' föld' színén — kimutatja a' viszonyt, mellyben van a' hegy árnyának hossza 's való magassága egymáshoz. Schröter igen gondos vizsgálatai szerint a' hold' legmagasb hegyei Dörfel és Leibnicz — amaz 25000 ez pedig 25200 láb magas. A' hold' hegyei abban különböznek a' földéitől, hogy azok nagyobb részint gyűrűalakúlag rendezkedtek el, 's egymástól iszonyú nagy völgyekkel elválasztvák, melly alak a' természettudósokat a' véleményre bírta, hogy a' nevezett hegyek hihetőleg tűzhányások által képződtek, annyival inkább, mivel Herschelen kívül több csillagászok azt is állítják, hogy ők valóságos tűzhányásokat is vettek észre.

Azon fejéres lapokat, mellyeken csak itt ott látszanak némi hegyek, de általában teljes síkságot képeznek, Nevel 's Riccioli tengereknek nevezték el (zápor-tenger, felleget-tenger, derü-tenger stb.); később azok nagy kiterjedésű síkföldeknek határoztattak. Schröter 's Gruithuisen azt állítják, hogy ők ezeken erdőket 's városokat is láttak, mellyből következtetik, hogy a' holdon is laknak emberek. Ezen kívül nagy 's sok mély nyílásokat fedeztek föl, mellyek mind a' hegyek' tűzhányói természetére mutatnak. — A' legújabb vizsgálatokból az is kijött, hogy a' holdnak igen ritka légköre van, melly 25-ször kisebb tömötséggű a' mi légkörünknel, 's magassága körülbelül $\frac{1}{3}$ mérföld. Épen ebből következik, hogy víz is igen csekély lehet a' holdon, ha ugyan e' ritka lég alatt csak hamar párává változnék minden víz, 's a' hold egészen kiszáradna.

2) Mennyúr' 4 holdja. Mivel ezeknek pályái a' mennyúr' pályájával csak 2—3^o-nyi szögletet képeznek: ezért előttünk csak nem egyenes vonalban látszanak, melly

a' mennyúr' központján megy keresztül. Már megglehetős jószágú tovacsókkal észrevehetők. Átmérőik a' bolygót legközelebb környezőttől kezdve sorban annak átmérőjének $\frac{1}{34}$, $\frac{1}{42}$, $\frac{1}{24}$'s $\frac{1}{34}$ -ét teszik, 's e' szerint a' 2-dik legkisebb, a' 3-dik legnagyobb, — a' két szélső szinte kétszer akkora mint holdunk, a' 3-ik átmérője 5-ször akkora, végre a' 2-ik csaknem akkora mint ez. Gyönyörű e' holdakról a' mennyúr' fénytányérának látása! — Az 1-ső kerületideje 1 nap, a' 2-diké 3 nap, a' 3-diké 7 nap, a' 4-diké 16 nap.

3) Övöncz' 7 holdja. Mivel ezek — a' 6-dikat, mely a' hősnél nagyobb, kivéve — igen kicsinyek: ezért csak jó tovacsókkal láthatók. Rólok keveset tudunk. Kerületöket annyi idő alatt végzik, mint forgásukat, mi, úgy látszik, minden hold' sajátsága.

4) Végör' 6 holdja. Ezekről legkevesebet tudunk. Pályáik a' végör' pályájára csaknem függőleg állnak.

Valljon nincs-e a' többi bolygónak holdja, földünknek is nincs e' több ez egynél? ezt, mint most egész bizonyossággal meghatározhatlant, a' jövőendő fogja megmutatni.

MTA KÖNYVTÁR ÉS
INFORMÁCIÓS KÖZPONT





