

ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZ-
TÁLYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELOADÁS AIRÓL.

III. NÉPSZERŰ SZAK.

XI. kötet.



I. füzet.

AZ IDŐMÉRŐKRŐL.

(I. táblával).

*Dr. Martin Lajostól.**

Sok utánjárással sikerült az egyetemi csillagdnak egy tengerészeti chronometert szerezni. Itt Kolozsvártt, azt hiszem, kevesen vannak, kik efféle órát valaha láttak, s azért alkalomszerűnek tartom ezt az időmérőt a nagy közönségnek bemutatni. Hogy kellőleg értsük a műszer feladatát s értékét jobban megítélhessük, rövid, futó pillantást fogok vetni az időmérők történelmére.

A természet két időegységet szabott ki az idő mérésére: a napot s az évet.

A napot az Ókor nappalra és éjjelre osztotta; amaz a munkáságnak, ez a nyugalomnak volt szánva. Az ókori népek Indiát és Chinát kivéve úgy a nappalt, mint az éjjelt tizenkét órára s az órát hatvan perczre osztották. India nyolez, China huszonnégy órára osztotta a nappalt és az éjjelt. Mindnyájan napkeltétől napnyugtáig s illetőleg napnyugtától napkeltéig számlálták az órákat; a mi déli tizenkét óránk náluk hat óra volt.

Eleinte a gnomon árnyékával mérték a nappali időt, míg az éjjelit a csillagos ég állása szerint becsülték. Később a vízi óra hasz-

*) Előadta a folyó évi február 9-én rendezett természettudományi estélyen.

náltatott. Két egymás fölött alkalmazott edényből állott, a felsőbe öntetett a vízkészlet, melyből a víz cseppenként az alsó edénybe lecsurgott. Ez a készülék napkeltével megindítva, vízállásával mutatta a napkelte óta lejárt időt. Vízi óra berendezése később fényűzés tárgya lett. Legnehezebb volt a szabályozása; ugyanis minthogy a nappal s az éjjelt változatlanul s egyképen tizenkét órára osztották, a nappal pedig nyáron hosszabb télen, a nyári óra hosszabb volt, mint a téli s ezt az egyenlőtlenséget számba kellett venni. Miután ezt sokféle módon lehetett tenni, a vízi óra sokféle módosulásokkal s változtatásokkal készült. Később kerékzetet is kapott, melyet a felső víztartóból lecsurgó víz egyenletes forgásban tartott. Ezen mechanizmus mindegyre complicáltabb lett s utóvégre odáig fejlődött, hogy a kerékzete pl. Ktesibius órájában (245 Kr. e.) nem csak az időt, hanem a hold és bolygók járását is mutatta. Most már nem is a lecsurgó víz mennyisége, hanem a kerékzet fordulásai szolgáltak az idő mérésére.

A vízi óra igen soká volt használatban. A középkorban, főleg a kalifák alatt csak ilyenek léteztek s köztük valódi remekműveket is lehetett látni. Ilyen volt Harun al Raschid órája, melyet Nagy Károly császárnak küldött 807-ben; az óralap körül tizenkét ablak volt, egy ilyen ablakból minden idő-órán golyó szökött ki, mely az ablak alatti réztányérkába esvén, zörejével jelezte az órát. A tizenkettedik óra után két lovag ugrott ki lóháton az óramű belsejéből. Ezek az óralapot körülnyargalván, a golyókat visszalökték s a tizenkét ablakot becsukták.

Mikor már annyira haladtak az óramesterségben, hogy a vizet csak hajtószerül használták, nem volt messze a gondolat a víz helyett súlyos szilárd testet használni. Hogy ki volt az első, a ki szilárd-súly hajtotta órát készített, nem tudjuk. A Pacificus által 846-ban Veronában készített kerékórát is víz hajtotta. Később víz helyett higanyt használtak, de a higany magas ára akadályozta a higanyóra elterjedését, noha ennek biztosabb és szabatosabb volt a járása, mint akármely más órának, úgy hogy Tycho de Brahe a korában már meglehetősen elterjedett súlyórát higanyórával váltotta fel.

Gerbert (a későbbi II. Sylvester pápa) készített 996-ban Magdeburgban súlyhajtotta órát, s mivel hágókereket és ketyegőt még nem ismert, egyszerű szélfogót használt, minő manapság pl. a kony-

hákban a nyársforgató gépeken látható. Gerbert világlátott ember volt. Fiatal korában mint szerzetes növendék Spanyolországba küldetett kiképeztetés végett. Sokat megfordult ott a maurok közt. Astrologiát, alchymiát, magikát és matematikát tanulván, nem valószínűtlen, hogy ott afféle órát is látott volt. Egyébiránt Gerbertet a nép bűvésznek tartotta. De bármiként volt is a dolog, annyi bizonyos, hogy a súly által hajtott kerékóra eredete csak a tizenegyedik századig követhető.

Az afféle órák ritkák és drágák voltak. Kevés ember is volt még, a ki értett hozzá. A zárdákban inkább egy szerzetest foglalkoztattak a csillagos ég megfigyelésével, a ki aztán a csillagok állása szerint adta a harangjelt az éjjeli imák végzésére. A polgári életben pedig a kakasszó jelezte az éjjeli időt. Ez így maradt majdnem két századon át. Nagy feltűnést keltett az az óra, melyet Szaladin egyiptomi szultán 1232-ben II. Frigyes császárnak küldött. Értékét 5000 aranyra becsülték s Venusiumban a császári kincstárban őrizték.

A tizenharmadik században már sűrűbben fordulnak elő toronyórák; s a kormányok maguk is fáradoznak a ritka mesterség meghonosításán, mely úgy látszik Németalföldön indult először virágzásnak. Onnan hívja meg 1364-ben V. Károly francia király Heinrich de Wicket, ki 1370-ben készíti el az első toronyórát Párizsban, melynek a gondozásáért s felhuzásáért aztán három sous-t kap napidíj fejében. Ez az óra forduló pont az óramesterség történelmében. Benne a szélfogó helyett először jelenik meg koronakerék, mint hágókerék s a „balance“ mint ketyegő, miként ezt az *I. ábra* elöttünteti. Ezt a szabályozási módot, bármilyen hiányos és gyarló volt is, ezentúl általánosan alkalmazták s több századon át divatban maradt az. Négy évvel később, azaz 1368-ban, III. Ede király három órát hozatott Németalföldről Angolországba. De megjegyzendő, hogy a Westminsterhall Londonban már 1288-ban megkapta első óráját, mely birsági pénzekből szereztették be. Olaszországban az 1344-ben alapított Dondi cég tüntette ki magát Paduában. Németországban Schwelbelin és Dasypodius működtek. Breszlau 1368, Strassburg 1370, Speier 1395 és Augsburg 1398-ban kaptak toronyórát. Ezek ütőművel is fel voltak szerelve. Ki volt az ütőmű feltalálója, nem tudjuk. Az órakészítés akkori időben a lakatosok és kovácsok kezében volt, külön czéhe csak a zsebóra feltalálásakor lett.

Túl lépném a jelen előadás keretét, ha azokat a változásokat, módosításokat, javításokat, haladásokat és esetleges hanyatlásokat nyomról-nyomra mind fel akarnám sorolni, melyek eleinte ugyan csak igen lassan, de később aztán szinte rohamosan egymásra következtek. Csak a főbb mozzanatokot akarom röviden összefoglalni.

Az úttörő órák toronyórák voltak, melyek a régi divat szerint nem csak az időt, hanem egyúttal a hold, a bolygók, sőt az egész csillagos ég, de különösen a tizenkét állatövi jegy állását is mutatták. Ez nehezítette a találmány elterjedését, mert ugyan csak kevés ember tudott a kerekek zürzavarán eligazodni, meg aztán a sok kerék miatt az óramű igen terjedelmes is volt, úgy hogy magánlakásokban épen nem, de még tornyokban sem lehetett mindenütt alkalmazni. A mint azonban az óra a polgári életben szükségesebb kezdett lenni, a toronyóraművet az órakészítéssel foglalkozó lakatosok kisebbre kezdték csinálni, esetleg a planetariumot elhagyták s inkább külső csín által igyekeztek a mű becsét emelni. Így keletkeztek a háziórák, mint a toronyórák utánezatai.

Még csak egy lépés kellett ahhoz, hogy a zsebben hordható óra is feltalálóra akadjon. Ámde útját állta az a körülmény, hogy a házi órát súly hajtotta, a mit a zsebóránál nem lehetett alkalmazni. Végre rábukkantak arra a szerencsés gondolatra, az órarugó rugalmasságát használni a zsebóra hajtására. Ez képezi az óramesterség második forduló pontját. De mivel a rugó annál nagyobb erőt fejleszt, minél kevésbé járt még le s ereje azon mértékben gyengül, a mily mértékben lejár, új találmány volt szükséges. Feltalálták a csigakereket és a tekeredő lánczot. Erre javítás javítást, módosítás módosítást követ. Csak az a csodálatos, hogy mindjárt akkor arra a gondolatra nem ötlöttek, a ketyegőt — mely eleinte a „balance“ utánzata volt, melyet azonban csakhamar a lendkerékkel pótoltak — egy második csigarugóval lendíteni.

Az első zsebóra Nürnbergben készült 1500-ban. Legalább meg van még egy ily keletű s Hele készítette, úgynevezett nürnbergi tojás. Ennél régebbi zsebóra nincs. A zsebóra gyorsabban terjedett, mint a toronyóra. Nürnbergben több mester foglalkozott vele. Főleg kitűnt közülök Werner, ki ezüstgömb óráival az óramesterség akkori neto-

vábját érte el. Ezentúl az óramesterség külön czéhez tartozik a czéhek sorában.

Ismét egy század járt le számottevő haladás nélkül. Ehez az inga feltalálása kellett. Miután Galilei az inga lengési törvényeit felderítette s kutatásait közzé tette, Huyghens, a ki e törvényeket matematikai formulákba foglalta, rögtön felismerte, hogy az inga lehet az álló órának legjobb szabályozója. Hosszas kísérletezés, sok találgatás után végre 1657-ben elkészül Huyghensnek első ingás órája. Gyarló egy szerkezet volt az s mégis sokkal felülmulta a balance-órát. Ezzel a lépéssel az óramesterség harmadik forduló pontjára hágott. A koronakerék most vízszintes fekvésbe kerül, az inga forgási tengelye a korona kerekén keresztül nyúlik s előidézi a járómű időnkénti megakasztását, de pontosabban, mint előbb a bizonytalan működésű balance, mert akárhogy türelmetlenkedjék is a zakatoló koronakerék, az inga sem lassabban, sem gyorsabban nem akar lengeni, mint a hogy azt a gravitatio törvénye neki kiszabta.

Most már élénkebb fejlődésnek indul az óramesterség. A mechanika különösen a gépészet haladtával az órákészítés mestersége is magasabb fokra hág. Rendkívül nagy szorgalom és pontosság mutatkozik az alkotórészek kidolgozásában, s az óramesterség már-már valóságos művészetnek mondható. De még sok pótolni való van hátra. A planetarium most már egészen elmarad, a fő igyekezet oda irányul, hogy minél pontosabban járó óra kerüljön ki a műhelyből. Ahoz pedig a javítások, módosítások, tökélyesbítések egész sora kelle még. Ha ezek nem is mindig voltak szerencsések, de mindenkor arra vallottak, hogy az órás nem csak kézzel, hanem észszel is dolgozik.

Első az inga felfüggesztésének és beillesztésének javítása volt. Az inga tengelye eleinte közvetlenül szolgált ketyegőnek, most az inga tengelyét felmentették ezen nem neki való kötelesség alól, külön ketyegőt iktattak be, melynek ágását az inga rúdja szabadon vezeti. Az ingát, mely eleinte egy darab madzagon vagy hegedűhúron csüngött, vékony, hajlékony aczélrugóra akasztották (Clemens 1680-ban). A koronakeréket csillagkerékkel cserélték fel, s már most kezdik a ketyegő formáját is tanulmányozni (Tompion 1695-ben), de ezt a feladatot csak később sikerült teljesen megfejteni. Végre maga az

inga a vizsgálat tárgya. A csillagászok ugyanis valamiképen kisütik, hogy még a legpontosabban járó ingaóra sem egészen megbízható, mivel ha télen jól járt, nyáron késik, s ha nyáron jól járt, télen siet. Az inga a rúd s a lencséből van összetéve. Utóbbi képezi a fősúlyt, amaz csak tartja a súlyt. Az inga rúdja eleinte fémből készült, s az imént említett viselkedés a fémrúd hőmérsékletének változásából ered. Mihelyt ezt felismerték, nyomban siettek a fémrúdat farúddal helyettesíteni. De nem sokat nyertek vele; a hőokozta változásokat ugyan kikerülték, de cserébe a nyirkosság okozta hatások jártak értük. Ezt kikerülendő, Graham 1710-ben a fémrúdhhoz tért vissza, de az ingalencsét egy higanytartó üveghengerrel váltotta fel, hogy a higany felfelé terjeszkedése a fémrúd lefelé terjeszkedését közömbösítse. A higanyinga képezése már most a legállandóbb működésű ingát. De, mivel a higanygőzök, melyeknek fejlődését megakadályozni nem lehet, az óramű, sőt egyéb műszerek alkotórészeit is megtámadják, ezen inga csak ritkán fordul elő. Harrison (ki 1693-ban szül. Barrowban) akkor még ácsmesterember, a Graham ingáját a Greenwichi csillagdán meglátván s ezen inga káros voltáról értesülvén, rászánta magát az inga olyan compositiójának szerkesztésére, melyhez higany ne kelljen, s 1726-ban a rácsingát találta fel, mely különféle módosításokkal az u. n. regulatorokban ma is kiválóan használatos. Ez a találmánya Harrisont érintkezésbe hozta Newtonnal s más tudósokkal is. Attól fogva ácsmesterségét óramesterséggel cserélte fel.

Az ingaórának ily tetemes haladása mellett a zsebóra sem maradhatott hátra. A két óra mindjárt kezdettől fogva lépést tartott, s ha az egyik körül haladás történt, azt azonnal a másik körül is értékesíteni igyekeztek. De volt még egy körülmény, mely a zsebóra ügyét előre mozdította. Már az ingásóránál tapasztalták, hogy a műjósága az alkotórészek helyes és szabatos szerkezetétől függ. Ez az észrevétel annál inkább is megillette a zseborát. Itt az alkotórészek kicsisége még gondosabb kidolgozást követelt, a miért a helyes forma a legnagyobb szorgalommal keresteték. Különösen a ketyegőnek a formája iránt érdeklődtek az órasok sok éven át. A lendkerékkel felcserélt balance az orsó alakú ketyegőre vezetett volt. Minthogy azonban az orsó számos gyengéje miatt nem felelt meg kellőleg, más ketyegő alakokat kerestek. Ezek általában három fősztályba soroz-

hatók: a horgony-ketyegő Grahamtól 1710 körül, melynek rajza a 2-ik ábrán látható; a kettős ketyegő Dutertre-től 1720; végre a henger-ketyegő Grahamtól 1724-ben, melyeket a 3. és 4. ábra mutatja. Az első horgony-ketyegő a maga működését első pillanatra elárulja: a hágókerék fölötti horgony a maga csapja körül ide-oda mozogván, majd egyik, majd másik végével megakasztja a hágó forgását. A kettős ketyegő tengelye két foggal van felszerelve, az egyik hosszabb, a másik, melyet amaz a rajzban eltakar, rövidebb. A hágókeréknek külső és belső fogazása van. A ketyegő himbálódzván, majd a hosszabb fogával a belső, majd a rövidebbel a külső fogazásba kap s a hágókeréket mindkét ízben megakasztja. Végre a henger-ketyegő üres henger, melyből egy rész megfelelő módon kivágott. A hágókerék fogai, melyeknek szerkezete az ábrán látható, háromszög alakúak. Ezek a ketyegő lengése szerint majd megtámasztatnak, majd eleresztetnek. Legerősebb és legbiztosabb a horgonyketyegő, csak az a fogyatkozása van, hogy a hágó fogait erősen megtámadja. Ezen a bajon a kettős ketyegő az által segít, hogy a maga lökéseit két külön fogazás közt osztja meg. A hengerketyegő, mely eleinte nem talált tetszésre, az által részesült legfőbb tökéleyesülésében, hogy a hágókerék háromszög alakú fogait üvegekemény aczélból, a ketyegő perforált hengerét pedig nemes kőből készítették. Mindhárom, különféle módosulatokkal, még most is használatban van. Csak az a különös, hogy a hengerketyegő, noha angol találmány, még is inkább Franciaországban, ellenben a francia eredetű kettős ketyegő inkább Angolországban talált tetszésre.

Egyébiránt az óramesterség haladása mostantól kezdve hallatlan lendületre vall. Az óraműves szerszámainak javítása és tökéleyesítése, a nyers anyag gyári előkészítése, a drágakövek felhasználása, az alkotórészek alakjainak czélszerűebb megválasztása, az órarugó formájának helyesebb meghatározása, rugalmassága változásainak a megvizsgálása és számbavétele s a synchronismus tanulmányozása mindmeggannyi emeltyűk, melyek a mesterséget hathatósan előre segítik. Ez most már nem csak mesterség, de valóságos művészet, melyet tudomány és tapasztalás erősen támogat. Terjedelmes volna mindazon szakemberek neveit, érdemeit felsorolni, a kik az óramesterség emelésén fáradoztak, mely végre a gyáripár terére lépett. S az órás a mellett, hogy a tudomány sokszor súlyos követeléseinek lehe-

tőleg megfelelni igyekeznek, a nagy közönség kívánatait sem vesztik szem elől, sőt még a divat szeszélyeinek is eleget tud tenni. Jó óra szerkezete ugyan csak a legszükségesebb járóműben állhat; minden egyéb csak megterhelés s a pontos járás rovására csatoltatik a járóműhöz. Ide tartozik első sorban az ütőmű. Középkorbeli kezdetleges szerkezete folyton javították s az ismétlődő ütőműben érte el kiépülésének tetőpontját. És csodák-csodája, még a zsebórát is felszerelték vele.

De az egésznek a koronája a chronometer, egyik fénypontja az emberi ész vívmányainak, melylyel legszebb diadalát ünnepli a nyers természeti erő felett.

Amerika felfedezése óta a tengeri hajózás óriási mérveket öltött. A hónapokig tartó útazások beláthatatlan vizeken napról-napra jobban éreztették annak a szükségességét, hogy az utazó hajó helye a tenger színén biztosan és pontosan meghatározottassék. Nagy felfedezők, köztük Colon, megállapították ugyan egy módszeres eljárást, de ez csak hozzávetőleges tapasztaláson alapult s in ultima ratione a megbízhatatlan „vélem“-re támaszkodott. A szegény tengerész épen a legkritikusabb pillanatokban hagyta cserben. Ez az eljárás, mely különben még most is használatban van, abból állott, hogy a hajó gyorsaságát időről-időre megbecsülték (később a loggal meghatározták) s az irány megállapítására a mágnesű állását feljegyezték. A két adat segítségével lehetett ugyan a hajó útjáról némi tájékozást szerezni, de nem megbízhatót. Más mód pedig nem volt. Távcső még nem létezett, az astronomia még csak bölcsőjében ringott, a hold és bolygók mozgásait csak hozzávetőleg tudták előre kiszámítani. Nap-és holdfogyatkozás pedig csak igen ritka esemény.

A szinte kétségbeejtő állapot ki tudja meddig tartott volna még, ha két állam kapzsisága nem lendít rajta. A portugallok felfedezték volt a fűszerszigeteket, s már most kétség támadott: valljon a demarcatiós vonal szerint, melyet ő szentsége a pápa a globuson kitűzött, Portugáliához vagy Spanyolországhoz tartoznak-e azok? Spanyolország, hogy a kérdéshez alaposan szólhasson hozzá, annak minden oldalról való megvizsgálására 1524-ben juntát hívott össze Badajoz városában. Don Hernando Colon (a nagy felfedező fia) mint a junta tagja, azt tanácsolta: határoztassék meg a szigetek hosszkülönbsége jól járó órával. Kinevették, mert olyan óra még nem volt.

Pedig tanácsa a mai fogalmak szerint egészen helyes volt. A junta eredmény nélkül széteszlott. Colon tanácsa már rég elhangzott, midőn az államok, a szükség kényszerétől szorongatva, a kérdés megoldását kieroszakolni kezdték. Spanyolország tizezer tallér, Hollandia harmincezer forint jutalmat ígér annak, a ki oly módot eszel ki, melylyel a nyílt tengeren útzó hajó helyének hosszkülönbségét meg lehessen határozni. Erre Frisius 1530-ban a már Apianustól ajánlott holddistantiák használatát javasolja. Ámde Frisius tanácsa, habár a mai viszonyoknak egészen megfelelő, az akkoriak szerint igen korai volt, mert Hansen holdtáblái még nem léteztek s a hold útját még akkor nem tudták megbízhatóan előre kiszámítani. Az államok nem jutottak ugyan abba a kényszerhelyzetbe, hogy a megígért jutalmakat kifizessék, de a dolognak legalább megvolt az a haszna, hogy a tudósok figyelme reá irányult s alkalmuk nyílt a kérdést legalább előkészíteni s mintegy érlelésre juttatni. Huyghens Colon módszerét pártolta, s egész komolysággal azon különös gondolattal foglalkozott, az ingaórát úgy rendezni be, hogy azt az inga lengéseinek megzavarása nélkül lehessen tengeri hajón szállítani. Ezt a czélt ugyan nem érte el, de felelevenítette a már feledékenységből ment Cardan-féle gyűrűzet eszméjét, mely a mai chronometerekben csakugyan alkalmaztatik is. Leibnitz Huyghens eszméjét kivihetetlennek tartotta s az ingaóra helyett jól járó zsebórát ajánlott. De az akkori zsebóra gyarló szerkezete ezt a tervet sem engedte megvalósítani.

Végre az angol parlament 1714-ben comissiót küldött ki a hosszmeghatározási kérdés tanulmányozására. Newton, mint a bizottság tagja, egy a bizottsági jegyzőkönyvhez csatolt külön memoire-ban bonczkés alá vette az eddig ismert vagy javasolt hosszmeghatározási módokat s azon megállapodásra jut, hogy a Colon által 1524-ben tett javaslat valamennyi módszer közt a legjobb. Hozzá teszi, hogy hajón hordható, bizton járó óra még nem lévén, tűzzön ki a parlament a végre pályadíjt vagy jutalmat. A parlament Newton javaslatát módosítással fogadta el, jutalmat ígervén annak, ki oly hosszmeghatározási módot talál fel, mely a hajó helyét megbízhatóan meghatározza; a javasolt módszer kipróbálandó egy Angolországból Nyugatindia-ba teendő utazással. A jutalom tizezer font sterling, ha az új módszer 1 foknyi, tizenötezer font, ha $\frac{2}{3}$ foknyi s végre huszezer

font Sterling, ha $\frac{1}{2}$ foknyi biztosságot enged. Newton kétségkívül Harrisonra, az ácsból lett órára gondolt, midőn memoirját megírta s nem is tévedett. Harrison eltökélyte, hogy Newton ohajtása szerinti hajón hordható, bizton járó órát készít. Ez vezetett a chronometer feltalálására.

Hosszadalmas volna a feltalálás fejlődésének s menetének egyes mozzanatait követni.

Harrison három mintát készített. Az első óramintában két egymástól független ketyegőt alkalmazott, melyek ellenkezőleg lengve közös hágókereken működtek. Ez által akarta függetlenné tenni az óra menését a hajó hintázó mozgásától, úgy vélekedvén, hogy ha majd a hajótól eredő lökés az egyik ketyegő menését meglassítja, a másikat meg fogja gyorsítani, s a két ellenkező hatás, egymást lerontván, a hágókerék a maga szabályos járását meg fogja tartani. Harrison már ezt az első mintáját Cardan-féle gyűrűzetbe illesztette. A Thames folyón tett tapasztalás arra vallott, hogy már maga a Cardan-féle gyűrűzet eléggé megóvjá a ketyegő lengését. A kettős ketyegő elvét tehát mint feleslegest, elvetette. A második minta csak egy ketyegővel bírt. De ebben a lend-kerék gyűrűje két egyenlő félkörös darabra volt szétosztva. Ezt azért tette, hogy a hőmérséklet okozta változásokat kiküszöbölje. Úgy vélekedett, hogy a félkör alakú gyűrű lengés-pontja kellő helyén fog maradni, bárhogyan változzék is a levegő hőmérsékletének változásával a félkör alakú gyűrű hossza. Ámde a tapasztalat mást mondott. Ez a minta egy Angolország s Portugallia közti úton úgy viselkedett, hogy a ketyegő csigarugója, mely az angolországi hőviszonyokhoz képest pontosan volt szabályozva, útazás közben, a mint az óra enyhébb éghajlatú vizekre jutott, a járását meglassította, visszamenetkor pedig ugyanazon mértékben meggyorsította, úgy, hogy végre Angliában a régi járását visszanyerte. Sok évi tanulmány kellett ahhoz, hogy ennek a tapasztalatnak valódi okait kifürkészsze, s aztán a hátrányos körülmény eltávolításának módját kitalálja. Harrisont különféle képen módosított kísérletei arról győzték meg, hogy ketyegőjének ezen szabálytalansága kétféle kútforrásból ered, hogy ugyanis a hőváltozások nemcsak a ketyegő két gyűrűrészére, hanem a csigarugó rugalmasságára is kihatnak. Tanulmányai a nevével jelzett Compensatióra vezették, mely a rácsinga elvének alkalmas módosításán alapszik. Az 5-dik ábra

mutatja ezt. A lendkerék *ab* lemeze *am* és *bn* félkör alakú gyűrűrészeket tartja. Ezek kétféle fémből (vas és réz vagy vas és sárgaréz rugókból) állanak, melyek egész hosszukban összeforrasztvák, még pedig úgy, hogy az erősebben terjeszkedő fém legyen a külső. Az öszszetétel következtése az, hogy az *am*, *bn* gyűrűdarabok a hőfok emelkedésével a külső fémréteg tetemesebb terjeszkedésénél fogva még jobban meggörbülnek, mi által a rajtuk levő *p* és *q* súlyok a ketyegő forgási tengelyéhez közelednek. Ez okból lengetésük kevesebb erőt kíván, s ha a *p* *q* súlyok ép oly mértékben közelítettnek a tengelyhez, a milyenben a csigarugó ereje a magasabb hőmérsékletben meggyengül, a ketyegő lengése egyforma marad. Ebből áll a Harrison-féle compensatio. Egy ilyen compensatióval volt a harmadik óramintája felszerelve.

Ezen harmadik mintával több évi próba után megnyerte 1749-ben a nagy Copley érmet. Végre 1758-ban kormányához fordult a hivatalos próba megtétele végett. Fia Vilmos 1761-ben az a végre kirendelt Deptford állami hajóra szállván, nov. 16-án kezdette meg ezen, a tengerészetre s az óra-művészetre nézve egyaránt emlékezetes útát. Kedvező időjárás mellett eltelt 18 nap mulva a hajó állása és Portsmouth között a hajósok logja szerint $13^{\circ}50'$ — ellenben Harrison órája szerint $15^{\circ}19'$ hosszkülönbség mutatkozott. Heves vita fejlődött Harrison s a hajósok között, kik szentül fogadkoztak, hogy az ő számításuk nem hibás. A hajó kapitánya, tekintve, hogy a hajó az óra állása szerint közel volt a portlandi szigetekhez, egyenesen azok felé tartott, s csakugyan másnap kora hajnalban oda is ért a hajó. Harrison órája győzött. Az utazást folytatván, a hajó 61 nap mulva Port Royalban Jamaika szigetén megérkezett. A város hossza az 1743-ki Mercur elvonulás szerint $5^{\text{h}}2^{\text{m}}51^{\text{s}}$ -ra volt meghatározva; Harrison órája pedig $5^{\text{h}}2^{\text{m}}46^{\text{s}}$ hosszkülönbséget mutatott. A hiba tehát csak 5 másodpercet tett. Ez hallatlan diadal volt. Visszatérőben az utazás (kedvezőtlen időjárás miatt) 161 napig tartott. — Portsmouthba visszaérkezvén, az óra csak 65. m. p. azaz közel $\frac{1}{4}$ fok hosszúsági hibát mutatott. Ez oly kedvező eredmény volt, melynek alapján Harrison az 1714-ki bill szerint az egész huszezer font sterl. jutalomra jogot formálhatott. Az angol kormány azonban, melynek a tetemes összeg kifizetése nem volt inyére, alkudozni kezdett, s hogy az ügy lebonyolítását megnehezítse, az utazási igazolványokat

támadta meg, sőt majd Portland, majd Jamaika sziget alapul szolgáló hosszmeghatározásának helyességét vonta kétségbe. Utóvégre is, hogy csak minden kétely elháríttassék, kénytelen volt Harrison egy második, szigorubb próba-utazást tenni, még pedig Barbados szigetére. Az óra az egész úton háromszoros zár alatt tartatott. Portsmouth és Barbados sziget hosszkülönbségét Maskeline csillagász határozta meg. A kormány a feltaláló kérésére egyelőre 2500 font kegydíjat fizetett, mely összeget a találmány iránt érdeklődő francia követ: Duc de Nivernois közbenjárására 5000 fontra kerekítettett ki, de azon feltétel kikötésével, hogy Harrison találmányát bocsássa közre. Ez azonban kijelentette, hogy a találmány titkát csak akkor publikálja, ha a kormány az egész jutalmat kiutalványozza, s csak nehezen határozta el magát órájának egy szűkebb körű, részint tudósokból, részint órásoból álló bizottság előtt való szétbontására s összerakására. Az angolok részéről a bizottságban volt: Maskelyne, J. Mischel, Bird, Mudge és Kendal; francia részről: Lalande, Carnus és Berthoud. A bizottság hámulta a szerkezet egyszerűségét, a kivitel pontosságát s a finom beigazítást, de a mi a fő volt a dologban: a compensatio, ez kikerülte a figyelmüket. Harrison nem árulta el ezt a titkot: csak később publikálta azt.

Végre 1764. évi mart. 28-án útra indult az óra. Május 13-án Barbadosba megérkezvén, s több heti ott tartózkodás után visszatérvén, szept. 18-án Portsmouthban partra szállt a bizottság. Portsmouth és Barbados hosszát úgy menet, mint jövet Maskelyne a Jupiter holdfogyatkozásaival határozta meg. Ez a próba még fényesebben sikerült, mint az előbbi, a mi hihetőleg a kirendelt hadihajó érdeme is volt, mely czélszerű építésénél fogva a tengeri hullámok hintázó hatását tetemesen mérsékelte. Az angol kormány a kormánybiztosok jelentéseit kézhez kapván, a feltalálónak minden további utánjárás nélkül, további 5000 font sterlinget utalványozott, kijelentvén, hogy azt hiszi, avval a feltaláló érdemét eléggé megjutalmazta. Harrison ebbe nem nyugodott bele, mert neki a bill szerint 20,000 fontra van igénye, minthogy órája a jegyzőkönyvek szerint $\frac{1}{5}$ fok biztosással megadta volt a hosszkülönbséget. Erre hosszú és elkeseredett harcz fejlődött Maskelyne és Harrison közt. Végre, miután Maskelyne-nek az a legerősebb argumentuma, hogy senki sem volna képes hasonló órát készíteni, Kendal órás által megczáfoltatott, ki 1770-ben

csakugyan hasonló chronometert készített volt, melyet Cook 1772—1775. a déli sarkvidéken kitünő eredménynel kipróbált, a kormány a hátralevő 10000 fontot is megadta. Harrison 1776-ban 82 éves korában halt meg.

Franciaországban még tarkább dolgok történtek. Le Roy kitünő párisi órás értesülvén, hogy Harrison a Copley-érmet kapta, azonnal rajta volt egy chronometer kitalálásán, s 1754-ben pecsét alatt memoire-t nyújtott be az Akadémiához megörzés végett. Ez tervezetet tartalmazott egy általa készitendő chronometerről, melyet 1763-ban el is készített. De Berthoud, ugyanaz, ki Lalande-al Londonban volt, pár hónapra rá szintén beadott egy chronometert, melylyel a Le Roy-féle ellen versenyezni akart. Ki tudja, meddig hevert volna a két óra az Akadémiánál, ha Berthoud összeköttetései az udvari körökkel ki nem eszközlik, hogy órája megpróbáltassék.

Az Akadémia vagy félreértésből, vagy szándékosan, mind a két órát kiadta a kísérlet czéljából kirendelt hajóra. A Le Roy-féle óra 46 napi viharos utazás után csak 7. m. p., ellenben a Berthoud-é 38 m. p. hibát mutatván, a tengerészeti minister második próbaútazást rendelt el. E közben Le Roy memoire-ja felbontatván, Bertond észrevette, hogy Le Roy órája compensálva van, míg az övé nem volt; tehát a hiányt hamarosan pótolta. Ezen így javított óra 139 napi utazás után még mindig majdnem 30 m. p. hibát, ellenben a Le Roy-é csak 14. m. p. hibát mutatott. Ez a próba ugyan már inkább kedvezett Berthoud órájának, de még most sem érte el a Le Roy-félét s így a díjat Le Roy-nak kellett volna oda ítélni. A teng. miniszter ennek a kikerülésére egy harmadik próbaútazást rendelt el. De ezen a Berthoud órája már nem vett részt. Berthoud udvari összeköttetései ugyanis kieszközölték, hogy a király az órát megvásárolja, minélfogva ez versenyen kívül hagyatott, melyen bizonyosan vereséget szenvedett volna. Most azonban az Akadémiának a felett kellett ítélnie, hogy kit illet a jutalomdíj? Berthoud magának vindikálta a prioritást, ámde az Akadémia nem tagadhatta el, hogy Le Roy a memoire-ját már kilencz évvel ezelőtt beadta, s hogy az órája is a Berthoudét pár hónappal megelőzte. Hosszú, elkeseredett harcz, mely sokszor a szenvedélyesség terére lép, fejlődik most Le Roy és Berthoud közt, kik közül utóbbi az udvari körökben erős támaszt talál. De miután végre kiderül, hogy Le Roy a compensatióval foglalko-

zott, a mikor Berthoud-nak még fogalma sem volt egy praecisio-óráról s hogy noha annak idejében Londonba küldetett volt Harrison órájának megtekintésére, órája eleinte compensálva sem volt, a jutalom Le Roy-nak adatott ki. Mai napság nincs kétség benne, hogy Franciaországban Le Royt illeti a prioritás. Különben Berthoud is kitünő órás hírében volt.

A chronometer szerkezete azóta sok változáson ment keresztül, de a lényege ma is ugyanaz, az alapelvek, melyeket Harrison mintegy ösztönszerűleg talált ki, még mindig változatlanul a régiéek. Harrison kiadta órájának leírását, de tolla gyakorlatlan volt, leírása hiányos és homályos. Ő is azt mondhatta volna magáról, mit Stephenson egyszer a parlament által kiküldött bizottságnak mondott: „szóval nem tudom magamat kifejezni, de tudom, hogy célhoz jutok, csak kalapács és véső kell hozzá“. Szerencsésebb helyzetben volt Le Roy, ki Harrison prioritását mindig elismerte. Memoire-ja, melyet később átdolgozva közre bocsájtott, még mindig a chronometer készítés kátéja. A következő elveket állította fel: 1. a szerkezet minél egyszerűbb legyen s a mozgó részek surlódása lehetőleg kikerülve; 2. a ketyegőrúgó lengései isochronikusok legyenek; 3. a ketyegő ne zavarja a rúgó isochronismusát; 4. az óra menése compensatio által biztosítva legyen a hőváltozások hatása ellen; 5. az óra úgy legyen súlyazonozva, hogy járása a maga esetleges fekvésétől független legyen.

Le Roy a compensatiót háromféleképen tartja eszközölhetőnek: 1. a közönséges gyűrűalakú lendkerékkel, melyen két egymás átellenében levő lendsúly két, a gyűrűn alkalmazott rugó hő okozta kiterjedése vagy összehúzódása által kellőleg beigazittatik; 2. oly lendkerékkel, melynek gyűrűje fel van vágva s kettős fémből van összetéve, melyek vagy egymásra forrasztvák, vagy egymásra kovácsolvák (Harrison módszere) ezen félkörív részeken a fémek hőterjeszkedése szerint beigazodó súlyok alkalmazvák; végre 3. a higany-compensatióval. Mai napság és pedig különfélekep módosítva leginkább a második szerkezet használtatik.

Ez alkalommal kötelességemnek tartom ifj. Klenner Ferencz budapesti órás hazánkfiáról is megemlékezni, kinek a közbenjárásával kaptuk a bemutatandó chronometerünket. Klenner azon egyetlen egy

órás Magyarországon, ki chronometer-munkával foglalkozik, új compensatiót gondolt ki, melyet a 6. ábrában van szerencsém bemutatni. *da*, *be* lemezeken *p* és *q* súlyok vannak, melyek *ab* és *cd* rudacs-kákra srófolvák, az egyik *ab* vasból, a másik *cd* sárgarézéből van. A két rudacska a ketyegő *t* tengelyére van alkalmazva, úgy, hogy *taul* és *tcb* két congruens háromszögöt képez. A *cd* rudacska a hőmérséklet emelkedtével erősebben terjeszkedvén, mint az *ab* rudacska, a háromszögek a maguk alakját kissé megváltoztatják, miáltal az *aul* és *cb* lemezek a rajtok levő súlyokat a *t* tengely felé közelebb viszik, s még pedig úgy, hogy a *p*, *q* súlyok a *ba* rudacska meghosszabbodása daczára, távolságaikat *t* tengelytől megtartják. Dr. Konkoly Miklós egyik nagyobb szabású munkájában ezen Klenner-féle szerkezetet ismertetvén, igen helyesen jegyzi meg, hogy az már csak azért is ajánlatos, mivel az egész csupa egyenes darabokból állván, sokkal könnyebben előállítható, mint a régi Harrison-féle félkör alakú abroncsok. S valójában sikerült is már ezt a Klenner-féle compensatiót újabb chronometereknél előnyösen alkalmazni.

Végül szabadjon a beszerzett chronometerünket bemutatni.

A chronometerek kétfélék: zsebben hordhatók s úgynevezett box-chronometerek. A miénk box-chronometer, még pedig Parkinson és Frodsham londoni cézegtől; az óra a 2876. számú. A box-chronometer kettős ládában van. A külsőt a maga fenekével a hajó egyik gerendájára erősítik. Ez belől jól ki van vánkoszozva, hogy a netaláni lökések gyengítetten jussanak el az órához. A belső láda felső füdele rugóval nyitható. Alatta egy üvegtábla van, mely megengedi, hogy az órát akárki is megnézhesse, de megakadályozza, hogy hivatatlan kéz hozzájuthasson. A láda üveg alatti felső része kulccsal nyitható. Ime, ha kinyitom, előttünk van az óra s most látjuk, hogy a mű Cardan-féle gyűrűzetbe van illesztve, mely megengedi, hogy az óramű szabadon hintázhasson. Az óra úgy van elhelyezve, hogy súlypontja annak gyűrűtartója alá jusson; ilyen berendezésnél a szabadon lógó órának mindig az a tendentiája, hogy óralapját vízszintes fekvésben tartsa. Az óramű teljesen el van zárva, csak a szakértő órás juthat a belsejéhez. Az óra-lapon a szokásos óra és perczmutatón kívül még két mutató van. Ezek egyikét a ketyegő közvetlenül mozgatja s ez üti a félmásod-perczeket; a másik mutató azt mutatja, hogy hány óra járt le az utolsó felhúzás óta. A felhúzás czéljára az

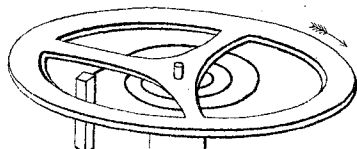
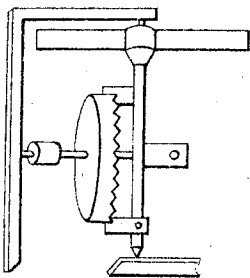
órát fenekével felfelé fordítjuk s ime egy toll által elzárt nyílás szolgál a kulcs bevezetésére. Ezen óra egyszer felhuzva 48 óráig jár.

Hogy az afféle óra pontos járásáról némi tájékozásunk legyen, arra következő adatok szolgáljanak. Január 22-én hoztam a Parkinson-féle órát a csillagdába s azóta nyugalmason feküdt ott egy asztalon. Jan. 24-én délben kiderülvén az idő, megfigyeltem a nap delelését. Szerinte az óra állása: $+ 19^m 16.5^s$ volt. Jan. 28-án ismét megfigyelést téve, az óra állását: $+ 19^m 26^s$ találtam. Erre borus idő állott be s csak február 7-én történhetett megint egy napfigyelés. Szerinte az óra állás: $+ 19^m 49.5^s$ volt.

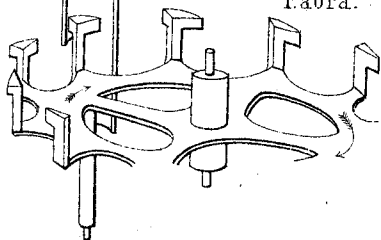
A két első megfigyelés szerint az óra napi menése: $+ 2.37^s$ volt. Az első és harmadik megfigyelés szerint a menés: $+ 2.36^s$. Ezen tizennégy napi idő alatt tehát az óra csak: 0.01^s -val változtatta meg a menését! Már most megjegyzendő, hogy az óra 21-én tette velem az utazást Budapestről a vasúton, a mi az órát bizonyosan kihozta a sodrából, s hogy az 24-ig, tehát három nap alatt a szabályszerű menését valószínűleg nem nyerte még vissza egészen. Mikor egy óra új helyiségbe, új viszonyok közé kerül, legalább is nyolcz napi pihenőt szokás neki engedni, hogy a helyi körülményekhez alkalmazkodjék. Amaz 0.01^s változás is a járásban tehát, inkább azon körülménynek számítandó be, hogy az óra kezdetben még nem egészen akklimatizálódott.

Különben új chronometer, mielőtt alkalmazásba lépetnék egy külön a végre berendezett chronometer-kísérleti állomáson kipróbálandó. A próbaidő a Schweizban két hó, Hamburgban a német seevartén négy hó, Greenwichben pedig hat hó. Az afféle kísérleti állomáson alávetik az órát $+ 5^{\circ}$ Celsius temperaturának, majd meg $+ 30^{\circ}$ temperaturának; továbbá meghatározzák az óra járását rendes légnyomásnál, aztán megriktított levegőben; végre 0° nyirkossági fokozatnál s vízpárával telített levegőben. Az első határozza meg az úgynevezett thermometri járást; a második a burometerit, a harmadik végre a hydroscopicusat. A tett megfigyelések eredményei szerint osztályjegyeket kap a chronometer, pl. $A_1 B_2 C_4$ jegyeket, azaz, hogy az óra hófokozatra nézve első, légnyomásra nézve másod, nyirkosságra nézve negyedosztályu. Legfontosabb az óra thermometri járása.

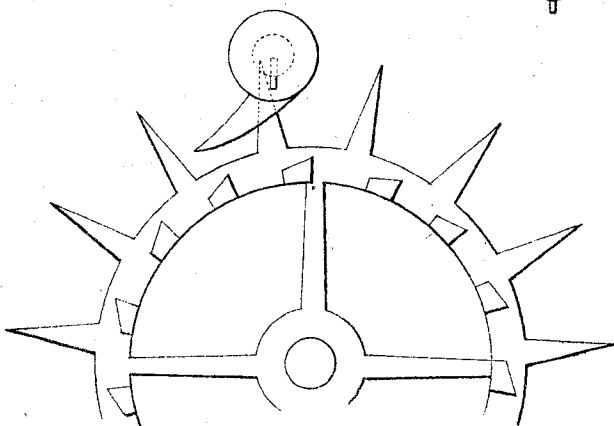
1. ábra.



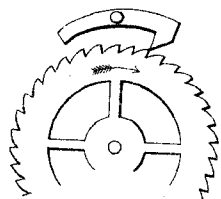
4. ábra.



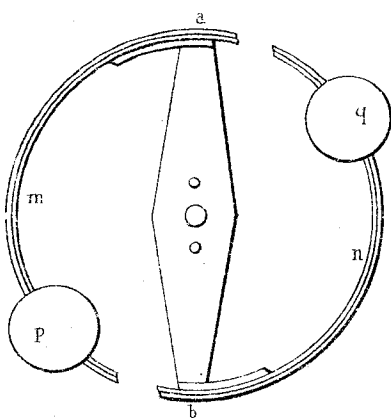
3. ábra.



2. ábra.



5. ábra.



6. ábra.

