

Megjelenik minden hónap ötödikén, harmadfél nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszetű ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLÖNY.
HAVI FOLYÓIRAT
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

50-ik FÜZET.

1873. OKTÓBER.

V. KÖTET.

XXVIII. APRÓ IDŐKÖZÖK ÉS NAGY SEBESSÉGEK
MÉRÉSE.

(Előadatott az 1873. aprilis 4-ikén tartott természettudományi estélyen.)

Minden változás, mely a természetben nyilvánul, minden tünemény, mely a világegyetemben jelentkezik, idő-, tér- és súlyviszonyok szerint történik; sőt mi több, a különböző tünemények ezen elemei és tényezői egymáshoz viszonyított befolyásának szabatos kifejezése teszi azt, mit természettörvénynek nevezünk.

A természettörvények pedig, végelemzésben, *észitörvények*, melyek a természeterők működésében nyilvánulnak. Mily befolyást gyakorol ezek ismerete értelmi tehetségünk fejlesztésére és fokozására, és ez által közvetve egyéb emberi érdekeink előmozdítására? — azt bővebben magyarázni valóban szükségtelen.

Ezekből megérthető, hogy a természettudományok egyik főfeladata: az idő-, tér- és súlyviszonyokat, melyek a sokféle tünemények jelentkezésének és jelentkezési módjának föltételeit képezik, lehető legnagyobb pontossággal meghatározni.

Megjegyzendő azonban, hogy az a pontosság, mely a gyakorlati életben előforduló méréseknél teljesen kielégítő, tudományos kérdések eldöntésére, természettudományi igazságok megállapítására, egyáltalában nem elégséges; a mi ott nagy, igen nagy pontosság, az itt gyakran a legnagyobb hibák és tévedések kútforrása.

A hajszál, a pillanat szokásunkban levő kifejezések, midőn a tárgyak és időtartamok parányiságát superlativ fokozatban akarjuk kifejezni; már pedig tudományos vizsgálódásoknál nem ritka azon eset, hogy a meghatározandó mennyiségek az említetteknel sokkal kisebbek, és mégis múlhatatlanul szükséges, hogy azok mérése legalább is $\frac{1}{100}$ pontossággal eszközöltessék, hogy tehát a mérésben elkövetett hiba a megméréendő mennyiség $\frac{1}{100}$ részét meg ne haladja.

Ilyen rendkívüli szabatosság elérése csak rendkívüli tökélyű, és sajátságos szerkezetű műszerek segítségével lehetséges.

Bessel *comparatora* a hossz-mérések pontosságát egy vonalnak tizezred részére fokozá. Napjainkban pedig a *méter-congressus* apró hosszak kifejezésére egységül a *mikront* (a milliméternek egy ezred részét) állítá fel; a mérés pontosságának határául pedig ugyanannak $\frac{1}{10}$ részét jelölé ki.

Ramsden híres mérlege, 10 fontnyi terhelménynél, $\frac{1}{12,000,000}$ pontosságot szolgáltatott. Oly mérlegek, melyek 1 kilogrammnyi terhelményt milliomod részeiben megadni képesek, nem is tartoznak a ritkaságok közé.

Az időmérés mesterségében még sokkal többre vitte a tudomány.

Zsebóráink — henger- és horgony-órák — ha kiváló gondal kezeltenek, legjobb esetben egy másodpercz pontossággal képesek az időt jelezni, föltételeztetik azonban, hogy időről-időre csillagászati órával összehasonlittatnak, mert enélkül a legjobbak is egy hét alatt 5—7 perczczel (minutával) hibáznak. Közbevetőleg legyen még megemlítve, hogy csillagászati célokra kitűnő mesterek által készült inga-órák egy hét alatt alig hibáznak $\frac{1}{5}$ másodperzczel.

Szóval, egy másodpercz a legkisebb időtartam, mely a gyakorlati életben még tekintetbe jöhet és annak mérése is mennyi gondal, mennyi ügyességgel készült eszközöket igényel?

Természettudományi vizsgálódásoknál azonban oly idő-meghatározások, melyek pontossága csak $1''$, gyakran merőben haszonvehetetlenek; mert vannak tűnemények, melyek kezdete és vége annyira közel esik egymáshoz, hogy mi azokat érzékeinkkel elkülöníteni egyáltalában nem vagyunk képesek.

Az efféle tűnemények időtartama $\frac{1}{10}$ m. percznél bizonyára kisebb, mert tudva van, hogy oly *egymásutánok*, melyek még nem olvadnak egybe, $\frac{1}{10}$ m. percznél nagyobb időközben történnek. (Ide való a *pillanat* = $\frac{1}{5}$ “, mit az idő *parányisága non plus ultrájának* kifejezésére szoktunk használni.)

Önkényt belátható tehát, hogy a természetpúvárnak oly eszközökről kelle gondoskodnia, melyek lehetővé tegyék a másodpercznek század-, sőt ezred-részeit is meghatározni.

Ha e törekvés nem nyert volna már valósulást, méltán lehetne kérdezni: nincs-e önámítás abban, meghatározni akarni oly *parányi* időrészeket, melyeket elképzelni sem vagyunk képesek? Ismerve azonban az e célra szolgáló természettani eljárásokat és módszereket, teljesen meg vagyunk győződve, hogy egy m. percz-

nek nem csak *egyzed*, hanem *ötözed* részét is! — meghatározni hatalmunkban áll. Sőt Helmholtz, a legnagyobb mértékben illetékes természettudós, úgy vélekedik e tekintetben, hogy azon határ, a meddig apró időközök mérésének pontosságát fokozni lehet, be sem látható.

Előadásom tárgyát éppen azon módszerek megismertetése teszi, melyeket a jelenkori tudomány apró időközök és nagy sebességek mérésére alkalmaz. Társulatunk közlönyében van ugyan már egy hasonló tárgyú értekezés*, a megfelelő kísérleti eljárás azonban e helyen még nem lett bemutatva; úgy vélekedem tehát, hogy a tudomány népszerűsítésére irányzott törekvésünknek megfelelő leend: az említett tárgyra vonatkozó természettani elvek és eljárásoknak kísérletekkel párosult megismertetése is. Nem csak az eredmények, melyeket a természettudományi vizsgálódás felmutat, bírnak kiváló érdekekkel és értékkel, hanem nagy mértékben figyelemre méltók maguk azon módszerek és készülékek is, melyeket a természetbúvár nyomozásaiban követ, és műtételeiben használnak. Szerek és szervek azok, melyek érzékeink megfigyelő képességét rendkívüli mértékben fokozzák, és ez által értelmi tehetségünket is élesbítve, oly tünemények és jelenségek nyomába vezetnek, melyeket fölismerni különben lehetetlen lett volna.

Minden időmérő meghatározottnak és csillagászati órák által adottnak tételezi fel azon időegységet, melyet másodpercznek nevezünk. És minden időmérő jelzéseinek alapját bizonyos mozgás képezi, melynek vagy nagysága, vagy ismétlődéseinek száma az idővel aránylagos. Ahoz képest a mint e föltételezett mozgás, vagy annak előállítási módja, vagy az említett aránylagosság valósításának módja különböző, — különböző egyszersmind az időmérők szerkezete is.

A Hipp-féle chronoscop.

Szerkezetének lényege, az alkalmazásba hozott mozgás minőségét illetőleg, hasonló a közönséges óráéhoz; valamint ez, úgy amaz is több, egymásba illeszkedő fogaskerék és korong rendszere, mely egy tengelyre tekerített zsinóron függő súly által forgómozgásba hozatik. Az egymásnak megfelelő kerek és korongok fogainak szám-viszonya határozza meg: hányszor fordul meg tengelye körül valamelyik kerék ugyanazon időben, míg az első, melynek tengelyén a mozgató súly függ, egy forgást teszi. Az előtünk levő chronoscopnál a forgások oly számviszonya lőn alkal-

* I. kötet, 4. füzet.

'mazásba hozva, melynél fogva a kis mutató száz forgást teszen, míg a nagy csak egyszer fordul meg tengelye körül.

E számviszony meghatározása azonban még nem elégséges arra, hogy ily mechanikai szerkezet időmérésre alkalmas legyen. E végre multhatatlanul szükséges, hogy a kerek forgása egyenletes mozgással állandó és meghatározott időtartamban történjék. Az, mi e nagy fontosságú feladatot teljesíti, igen szerény külsejű géprészecske. (Valamint szerény helyzetűek, többnyire, az állami gépezet azon tényezői is, melyeknek működésétől van a dolgok rendes járása és menete föltételezve.) Egy fekvő helyzetű acélvesszőcske az utolsó kerék felett lévén megerősítve, ennek — midőn forog — elhaladó fogai által helyéből kevéssé félre tolatik, s így gyors rezgésbe jövén, végével ugyanazon kerék fogait, valamint a rendszer összefüggésénél fogva, a többiét is apró időközben meg-meg akasztja. Minthogy pedig egyes rezgéseinek tartama állandó és ezt fennhangú sivitásának egyformasága tanúsítja is, azért említett befolyásánál fogva tőle függ — föltéve, hogy a kiállítás egyéb tekintetben is tökéletes — mondom, tőle függ, miszerint az egész kerék-rendszer egyenletes mozgású és állandó időtartamú forgást kövessen.

Ilyetén berendezés mellett chronoscopunk *nagy* mutatójának keringés-ideje 10 mpercz, miből a számlap egy-egy osztályrészére — melyek száma száz — $\frac{1}{10}$ mpercz esik.

A *kis* mutató forgás-sebessége, mint fentebb láttuk, százszorosa a *nagy* mutatóénak; ezért forgás-ideje: $\frac{10}{100} = \frac{1}{10}$ mpercz. A megfelelő számlap osztályrészeinek száma szintén 100, s így egy-egy osztályrész értéke $\frac{1}{1000}$ mpercz.

A mondottakat röviden összefoglalva, tudjuk már, hogy a nagy számlapon az egyes m. perczek és ezek tizedrészei, a kis számlapon pedig a mperczek század- és ezred-részei olvastatnak le.

Még egy föltétel teljesítendő, hogy műszerünkkel gyors lefolyású tűnemények időtartama meghatározható legyen. E föltétel pedig az: hogy a mutatók megindulásának és megállapodásának végpontjai a legnagyobb szabatosággal összevágásba hozathassanak a kérdéses tűnemény kezdetével és végével; mert, a mint önként belátható, e két időhatár közé eső mozgása a mutatóknak teszi a lefolyt tűnemény időtartamát.

Mi más? mint villámfolyam lehet az, minek alkalmazása e feladat teljesítését lehetővé teszi. A módot, melyen ez a Hipp-féle chronosconon csakugyan eszközöltetik, legyen szabad szóval csak általánosságban vázolnom, az eljárás részletei és a műszer működési módja a teendő kísérletek alkalmával tisztán felismerhetők leendvén,

Egy electromágnes, melyet közvetlenül a végrehajtani szándékolt időmérés előtt megindítandó villámfolyam tesz hatásossá, gátot vet a kis mutató mozgásának és közvetett külön kerékrendszer útján, megakasztja a nagy mutatót is. A főkerékmű tehát, a a szorosán vett óramű — egy korlát kioldása következtében — kifejtett egyenletességű mozgásba jöhet, anélkül hogy a mutatók helyüket megváltoztatnák. Ez így előzőleg megtörténvén, következék már most azon tünemény lefolyása, melynek tartama meghatározandó.

Egy mellék-készülék segítségével maga a kezdődő tünemény — mi rendesen bizonyos test mozgásának megindulása — megszakasztja a már működésben volt villám-folyamot és ezzel megszünteti az electromagnetismus hatását is; forgásnak erednek tehát a mutatók és forognak mindaddig, míg a tünemény, vagyis a neki megfelelő mozgás, véget érve, okot szolgáltat a villámfolyamnak, ismétli megeredésére, és egyszersmind — gerjesztett electromagnetikus hatás következtében — a mutatók megállítására.

Ezzel a kísérlet be van fejezve, és a mutatók kezdeti- és végállásának különbsége megadja a lefolyt tünemény időtartamát.

Néhány kísérleti mutatóvány szolgáljon a mondottak világosabb értelmezésére.

A szabad esés törvénye — mi nem más, mint az eső testek által leirt út és a megfelelő idő viszonyának kifejezése — egyike a legfontosabb természettörvényeknek. Ennek ismerete képesít bennünket különböző erők hatásait mérték alá venni, azok együttes működésének leendő eredményét előzetesen megállapítani, vagy adott eredményből az annak létesítésére összefolyt tényezők- külön befolyásait — mint gombolyagból a kúszált szálakat — kiválasztani és meghatározni. Sőt, ha fürkésző figyelmünket mélyebb elmélkedés és bűvárlati szellem e föld szűk határain túlelmélkedni készíti, s azt a végtelen tér íveiben keringő világtestekre irányozza, akkor is azon meggyőződésre jutunk, hogy a szabad esés törvénye képezi az alapkövet, melyen az égi testek alkotmányának oszlopai nyugszanak.

És ime, e nagy fontosságú természettörvény meglepő pontossággal nyilvánul azon adatokban, melyeket a chronoscoppal egyszerű módon végrehajtható kísérletek szolgáltatnak.

Az előttünk levő, $1\frac{1}{2}$ láb magasságú állvány felső végén megerősített ollószerű tartónak kerekded ágai közé teszem e diónagyságú rézgolyót; ez által egy galván-telep vezetéke, melybe a chronoscop electromagnese is be van igtatva, zárulatot nyerve, villámfolyamot szolgáltat, minek következtében a hatályossá lett

villámdelej fékbe veszi a chronoscop mindkét mutatóját. Az állvány alzata szintén összeköttetésbe van hozva a gálvánteleppel meg a a chronoscop villámdelejével, de e második lánczolat zárva csak akkor leend, ha a leeső golyó ütése következtében két fémlapocska érintkezésbe hozatik egymással.

Ezeket így előkészítvén, végrehajtom immár a tulajdonképpii kísérletet, rövid időszakokban a következőket mivelvén:

a) egy zsinór meghúzása által kioldom az óramű rekeszét. Rögtön megindúlnak a kerekek, s csakhamar bekövetkezik mozgásuk azon állandó egyenletessége, mely az időmérés lényeges kelléke. A mutatók azonban még vesztegelnek, mert a mint fentebb mondva lón, electromagneticus hatás által féken tartatnak;

b) egy emeltyűre gyakorolt gyors nyomással hirtelen szétválásra késztetem az ollószerű tartó ágait, melyek közé a golyó tétetett.

Megszakad a felső vezték villámfolyama. Megindúlnak a mutatók. Esik a golyó. És mindez együttesen, rögtön és egyszerre.

De csakhamar ütés éri az állvány alzatát. Záródik tehát az alsó lánczolat. Működik az electromágnes és megállítja újból a mutatókat. Mindez ismét rögtön és egyszerre.

Az óramű jár ugyan még, a mint ez a szabályzó rúgó sívító hangjából is észrevehető; járása azonban most már czéltalan lévén, azt az illető rekesz segítségével megszüntetem.

c) Végre a számlapokon leolvasom a mutatók állását. Ennek és a kezdeti beállításnak különbsége megadja másodperczek hanyadrészeiben az esés-magasságnak megfelelő időt.

Ezzel a kísérlet be van fejezve. Ha azt különböző esés-magasságokkal ismétéljük, adataiból kiderül a szabad-esés azon ismeretes törvénye, melynél fogva: az eső-testek sebességének növekedése állandó mennyiség, az esés-magasságok pedig a megfelelő idők négyzeteivel aránylagosak; a mi azt jelenti, hogy kétszer-háromszor nagyobb esés-magasságnál az esés időtartama négyszer-kilencszer nagyobb.

Az idők, melyek ilyennemű vizsgálatoknál, különböző magasságokra vonatkozólag, mérés alá vétetnek, 0,3 — 0,1 másodpercznyi határértékek között változnak, elég csekélyek tehát, hogy pontos eredmény tekintetéből a század-, sőt ezredmásodperczek hibátlansága megkivántassék. Azon körülmény, hogy az esés ellentálló közegben, t. i. levegőben történik, az eredményre csak igen kevés befolyással lehet; mert csekély magasságról (18—9—6 hüvelyk magasságról) esvén a test, sebessége jelentékeny mérvben nem fokozódhatik, ámde ekkor a lég ellentállása is jelentéktelen, ismertes lévén, hogy annak befolyását éppen a mozgó test sebes-

sége növeszti és pedig sokkal nagyobb mértékben, mint a milyenben maga a sebesség növekedik.

Lássuk egy más példában, miképp használható a chronoscop nagy sebességek mérésére? Legyen a feladat pisztolyból kilőtt golyó sebességének meghatározása.

Ha képesek vagyunk azon időt, mely alatt a golyó bizonyos kimért távolságra érkezik, meghatározni, akkor ez utóbbit amazzal elosztván, megkapjuk az időegységben (egy m.-perczen) a golyó által leirt utat és ez: a keresett *közép*-sebesség.

E célra ismét két külön lánczolatra van szükségünk; az egyiknek *megszakasztása*, a másiknak *zárása* fogja, — a már ismert módon — azon két pillanat jelzését közvetíteni, melyekben a golyó kilövetik, illetőleg célhoz érkezik. Mindkettőt, a megszakasztást és zárást, maga a golyó eszközli; az elsőt az által, hogy kilövetésekor áttör egy vékony húzalon, mely a pisztoly csöve előtt a lánczolatba van iktatva; — a másodikat az által, hogy célhoz érkeztekor, ugyanott nyomása következtében egymással érintkezésbe hoz egy kifeszített sodrony-hálót és egy ólom-lapot, melyek a második lánczolat végtagjait képezik.

Ezen összeköttetések megtörténte után, a kísérletet következőképpen hajtjuk végre. Mozgásba hozván az óraművet, leolvassuk az electromagnetikus hatás által nyugvásban tartott mutatók állását. Következik a lövés. Rögtön elszakad a pisztolycső nyilatát áthidaló huzal. Fennakad a villámfolyam. És forgásba jönnek a mutatók. A golyó pedig repül, és célát érve, az ólomlaphoz nyomja a sodrony-hálót. Most a második lánczolatban ered meg a villámfolyam és ugyanazon pillanatban megállnak a mutatók. Mi pedig megállítjuk magát az óraművet és leolvassuk ismét a mutatók állását. A két leolvasás különbsége teszi a golyó rövidejét. Úgy találjuk, hogy ez 0.089", midőn a lőtávolság 35'; következésképp a kilőtt golyó *közép*-sebessége kerekszámban = 400 láb egy másodperc alatt.*

E kísérletek, úgy vélem, elég világos fogalmat adnak az apró időközök és nagy sebességek meghatározásának azon módjáról, melyet a Hipp-féle chronoscop használata föltételez.

Rövid lehetek már most az ilyen mű kísérletek tételére használható egyéb készülékek és eljárások vázolásában.

A hangvilla mint időmérő.

A hang objectiv oka: valamely testnek szabályos rezgése. Ime ha az előttünk levő hang-ládára állított villa-alakú készülék vé-

* A löveg csak szalon-pisztoly vala.

gét nyiretytyúvel meghúzom, és ez által azt gyors rezgésbe hozom, tiszta és erős hang keletkezését idézem elő, mely hangmagasságra nézve, mindig ugyanaz marad, akár erősebb, akár gyengébb nyomással történik a nyiretytyúhúzás.

E hang-adó rezgések, időtartamukat illetőleg, rendkívüli szabatossággal mennek végbe, úgy hogy azok száma, egy-egy m.-perczre vonatkozólag, minden hangnál élesen meghatározott; nagyobb a magas, kisebb az alsó hangoknál.

Ezekből már belátható, hogy a hangvilla apró időközök mérésére kitűnően alkalmas eszköz, ha m.-percenkénti rezgéseinek száma megfelelő módon egyszer mindenkorra meghatározottat és minden egyes alkalommal külön kísérlet útján meghatároztatik a rezgések *azon száma*, mely a vizsgálat alá vett tünemény kezdete és vége közé esik. Miképp lehetséges ez? annak megértésére, példa gyanánt, az előbbi esési kísérletet, chronoscop nélkül, hangvilla alkalmazásával fogom ismételni.

A mi az előbbi esetben az óramű volt, az most a hangvilla. Csakhogy ennek még nincsen számlapja, melyre a meghatározható időrészecskék jelei följegyeztetnének, és nincsen mutatója, mely rámutatna a számlap azon pontjaira, melyek a kérdéses tünemény (t. i. az esés) kezdete és végének megfelelnek. A számlapot egy kormosított és fémlemezre feszített papir-szelet fogja helyettesíteni, melyre kigyó-vonal alakjában *lerajzoltatjuk* a hangzó villa rezgéseit az által, hogy az utóbbit, miután egyik ágának végére igen finom íróvesszőcskét alkalmaztunk, végig húzzuk a kormosított lemez felett. Világos, hogy az így támadt kigyó-vonal minden egyes hullámának hossza egyenértékű *egy* rezgés időtartamával, mi a jelenleg alkalmazott hangvillánál $\frac{1}{200}$ másodpercz.

A mi a mutatót illeti, annak szerepét R u h m k o r f f-féle inductorral gerjesztett szikra teljesíti az által, hogy az esés *kezdetén* és *végén* a kigyó-vonalba átcsap, és a papirba finom lyukat fúrva, az említett két időrészecskét maradandóan jelezi. Tudva azt, hogy a mi esetünkben a kigyóvonal egy hullámhossza $\frac{1}{200}$ m.-perczet jelent, igen egyszerű dolog a szikra ejtette pontok közé eső *hullámhosszak számából* az esés időtartamát meghatározni; és ha figyelembe vesszük, hogy ezen eljárásnál egy-egy rezgés képének, a hullámhossznak tetszés szerinti kiterjesztése a hangvilla mozgásának sebességétől függ, könnyen belátjuk, hogy hatalmunkban áll a hullámvonalokat hosszúra nyújtva, azoknak még $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{30}$ -ad részét is tisztán láthatóvá, következőleg a mi esetünkben egy m.-percznek $\frac{1}{4000}$ — $\frac{1}{6000}$ részét mérhetővé tenni.

A többire nézve alig szükséges megemlíteni, hogy olyféle villám-vezetékek, mint a milyenek a chronoscopnál használtattak itt is alkalmazandók. Az *egyik* a galvánteletet és az inductor *belső* tekercsét a leejtendő golyó székhelyével, vagyis az ollószerű tartóval, — a *másik* az elsöleg említett két készüléket az esési állvány alzatával hozza vezető összeköttetésbe. Egy harmadik lánczolatba, mely a chronoscopnál nem volt szükséges, az inductor *külső* tekercse, a hangvilla író-vesszeje, meg a kormosított lemez van beigtatva.

Ha mindez czélszerű módon megtörtént, akkor a kormosított lemez felett mozgásba hozzuk a *hangzó* villát, egy segéd pedig adott jelre szétválásra készíti a golyó-tartó ágait, mire a golyó esni kezd. Ekkor támad, a villámfolyam megszakasztása következtében, az első szikra. De már a következő pillanatban az állvány alzatát éri a golyó, és ütése által itt is megszakasztja az időközben újból záródott lánczolatot. Ekkor támad a második szikra. A kísérlet ezzel be van fejezve, és a kormosított lemezen képződött kigyó-vonal két mutató pontjának távolságából az esés időtartama, a mint fentebb már mondva lön, meghatározható.

Végre legyen még csak egy pár szóval megemlítve, hogy:

a *delejtő* is felette érzékeny eszközül szolgálhat apró időközök és nagy sebességek mérésére, a mint ezt e módszer szerzője, Pouillet, megmutatá, midőn azon időt ($1/150''$), mely alatt a lövedék a *csöben halad*, meghatározá.

A természettani alapelv, melyből e módszer kiindúl, a delejtőnek azon tulajdonsága, hogy parányi időtartamig működő villámfolyam behatása által lengésekbe hozatik, melyek időtartama, bizonyos föltétel mellett, a villámfolyam behatásának tartamával aránylagos.*

Ezen elv szerint meghatározható lévén csekély tartamú villámfolyamok ideje, önként belátható, miszerint a szóban forgó ki-

* Legyen h , a delejtő kezdeti elhajlása, vagyis azon lengés fele, melyet a delejtő — teljes nyugvásban sohasem lévén — a folyam behatása előtt teszen;

h_0 , az elhajlás, a folyam behatása után.

α a folyam záratása pillanatában mutatkozó elhajlás;

I azon elhajlás, mely a folyam állandó működésének megfelel;

T a delejtő lengésideje;

t a folyam-behatás parányi időtartama; — akkor természettani elvek szerint:

$$t = \frac{T}{2\pi I} [\sqrt{h_0^2 - \alpha^2} - \sqrt{h^2 - \alpha^2}]$$

Azon különös esetben pedig, mely t meghatározásának pontosságára éppen a legkedvezőbb, ha t. i. $\alpha = 0$, lesz:

$$t = \frac{T}{2\pi I} (h_0 - h).$$

sérleti módszer lényege abban áll, *hogy a villámfolyam működésének meg a vizsgálandó tünemény lefolyásának kezdete és vége összevágásba hozassék.* Ekkor ugyanis mindkettőnek időtartama *egyenlő* lévén, az a delejtő elhajlásából és lengésidejéből megfelelő matematikai képlet segítségével kiszámítható.

A részleteket, melyek különböző tünemények időtartamának mérésénél úgyszólván többféleképp változnak, mellőzve, — értekezésem befejezéseül legyen szabad még azon kiválóan nevezetes búvárlati eredményekről röviden megemlékeznem, melyekre éppen e módszer, Helmholtz kezdeményezése folytán, vezetett. Nevezetesek azok nem csak azért, mert tudományos értékre nézve nagybecsűek, hanem különösen azért is mert kieszközlésök *lehetséges* vala.

Nem anyagi erők működésének súly-, tér- vagy időszerinti taglalásáról, nem a világosság, nem a villámáramlás szédítő sebességének meghatározásáról van itt szó; ezek a külső, *anyagi* világban történő jelenségek, melyekről hihetetleneknek látszó, de valóknak bizonyult dolgokat hallani, tapasztalni és tanulni már megszokta az ember. A *szellemi* világ titkos műhelyébe irányozza tapintó szerveit a búvárkodó tudomány; itt keres módot és alkalmat: mértékre venni a lélek működésének eszközeit, meghatározni az érzés, a gondolat-keletkezés és az akaratnyilvánulás sebességét!

A külvilág okozta benyomásokat felfogják érzékeink, s az agyhoz származtatják azokat érzés-idegeink; itt mennek azok át tudatunkba, és válnak érzéssé, itt támad a képzelet és a gondolat, itt az akarat, melynek parancsszavát mozgás-idegszálak viszik a kijelölt izomhoz, hogy végrehajtsa azt, mi elhatározva lőn.

Vajjon a szellemi működés e különböző fokozatai *egymásután nélkül* forrnak-e egybe a pillanat egy és ugyanazon izetségében? Avagy elválaszthatók-e egymástól időre nézve? És ha igen, lehet-e azok időhatárait kijelölni, és lehet-e azokat külön-külön, vagy legalább összességükben időmérték szerint kifejezni?

Nem igen rég volt, midőn a tudomány felkent bajnokai is az ily irányú vizsgálódás sikerének még reményéről is lemondának. Müller János, a világhírű physiolog, még a negyvenes években határozottan ily értelemben nyilatkozott. És ime, alig néhány év leforgása után, a mester szavait megczáfolja saját tanítványa, a jelenkori természetbúvárok egyik legnagyobbika, Helmholtz, ki utat törve a járatlan ösvényen, lángeszének világával elosztatja a sűrű homályt, mely gazdag ismeret-kincseket rejte el a búvárkodó tudomány szeme elől.

Az ő kezdeményezése nyomán, az általa alkalmazásba hozott kísérleti eljárások alapján, ma már bebizonyított tény, hogy az

idegműködés mérhető időkbén történik, s hogy annak sebessége nem hogy vetélkednék a világosságéval, a villámfolyaméval, de messze marad számos, e földön tapasztalható mozgások sebessége mögött is.

Az ágyúgolyó sebessége . . .	1500 láb	} egy másodperc alatt.
a hangé	1050 "	
a repülő sasé	300 "	
a viharé	120 "	
az ideg működésé	90 "	

Valóban meglepő különbség: a megmérhetlentől — a minék az idegműködés sebessége ez előtt tartatott — a kimért 90 lábíg.

Igen, de ez csak azon sebesség, melylyel a kívülről vett benyomás az agyhoz, vagy innét az akarat parancsszava az illető izomhoz vitetik. Arra azonban, hogy bizonyos külső benyomás átszármaztatása folytán, az agyban azon szellemi működés keletkezzék, melynek eredménye: egy egyszerű gondolat és akarat, mérhető idő csak nem szükségeltetik? — Elavúlt nézet, melyet csak a képzelődés, de semmiféle positiv adat nem támogat. A jelenkorban, midőn *képzelhetetlen* kis időrészecskéket, a mpercznek $\frac{1}{4000}$ — $\frac{1}{6000}$ részét is képesek vagyunk kimutatni, a lehetetlenségek közé nem tartozhatik $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{30}$ mpercznyi időtartamokat meghatározni; és ime, számos vizsgálatok eredménye szerint, ennyi azon idő, mely a legegyszerűbb esetekben is szükséges, hogy az agyba származtatott külső benyomások tudatba és akaratba átmenjenek, ide nem számítván az akarat *nyilvánítására* megkívántató időt.

Hogy — legalább *egy* példában — az ilyenmő időmeghatározások módját érthetővé tegyem, legyen szabad az esés-idő meghatározására tett kísérletet megfelelő változtatással ismételnem.

Fentebb láttuk, hogy egy golyónak, mely $1\frac{1}{2}$ láb magasságról leesik, esésideje 0.33 mperczet teszen. Intézzük most e kísérletet akképp, hogy az esés végén a villámvezetés zárulatát ne a golyó ütése, hanem valamely egyén kezének nyomása okozza, s pedig rögtön azon pillanatban, melyben az ütés által okozott zörejt hallatszik. Most az esés idejét 0.14 mperczcel nagyobbnak találjuk, mint előbb. Ezen *időtöbblet* bizonyára nem más, mint azon idő, mely szükséges volt:

1-ször, hogy a halló szervünkre gyakorolt benyomás érzés-idegek útján az agyhoz származtassék;

2-or, hogy az agyban a nyert benyomásból tudatos hallás, gondolat és akarat keletkezzék: *kéznyomással a villámvezetés zárulatát eszközölni;*

3-or, hogy az akarat elhatározása mozgás-idegek útján átviessék azon kézizomhoz, melynek a rendeletet teljesíteni kell;

4-er végre, hogy az izom által a reá bizott munka csakugyan végrehajtassék.

Ámde, tudva azt, hogy valamint az érzés, úgy a mozgás-idegek működésének sebessége 90', hogy továbbá a hallószerv távolsága az agytól körülbelül 1', a kéz pedig 3', — könnyen kiszámíthatjuk, hogy az 1-ső és 3-ik pont alatt említett időrészek együttesen csak 0.044 m.-percet tesznek. A mi pedig a 4-ik pont alatt említett időrészcskét illeti — azt t. i., mely alatt 1 mm. távolságban levő két lemezke hirtelen ujj-nyomással érintkezésbe hozandó, — ez szintén pontosan meghatározható időmennyiség. Példa gyanánt, hogy keveset ne mondjunk, tegyük azt $\frac{1}{15}$ másodpercze.

Ha már most e két időrészcskének összegét a fentebb említett *időtöbbletből* kivonjuk, a maradék megadja a 2-dik pont alatt kifejezett gondolat és akarat képződésére szükségeselt időt, minél fogva annak tartama az általunk felvett esetben, kerek számban $\frac{1}{30}$ m.-percet teszen.

Ennyi idő alatt az ágyú-golyó 50, a sas 10 láb távolságra repülhet. Látni való tehát, hogy a gondolat és az akarat sebessége, mire gyakran hivatkozni szoktak, nem sokat mond. Egyébiránt nem is a számeredmény *az*, mi itt kiváló fontosságú — ez, különböző esetekben, a benyomás élénksége, erőssége, minősége és egyéb körülményekhez képest úgy is változó — sokkal nagyobb fontosságú, mert a tudományban korszakot képző, azon igazság felismerése, hogy a szellemi működés egyes mozzanatai mérhető időben történnek, és hogy ezen idő a még meghatározható időparányok hosszú sorában, általán véve igen jelentékeny tartamú mennyiség. És sokkal jobban is megfelel ez a dolgok természetes rendjének, mint ama képzelődés szülte hiedelem: nagy munka semmi vagy végtelen kis időben. Nem hiába: *nagy munka, szép és fennsleges mű: a gondolat.*

SZTOCZEK JÓZSEF.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.