

Az akarat sebessége.

E szavakkal: „Gyors mint a gondolat“ — a sebesség netovábbját véljük kifejezhetni, oly sebességet, melyet semmi sem közelít meg, valami rögtönit, villámszerűt vélünk jelölhetni. Szóval azt képzeljük, hogy túloztuk a dolgot. De tévedünk, legalább bizonyos értelemben. — Igaz ugyan, hogy a gondolat messze elvisz a nélkül, hogy a távolságot tekintetbe kellene vennünk, mert korántsem nehezebb a távollevő tárgyat elképzelniünk, mint a közelünkben levőt. E tekintetben bizvást mondhatjuk, hogy a tér a gondolatnak határt vetni, azt gátolni, hátráltatni nem képes. De a gondolat a külső ok behatása alatt soha sem támad rögtön, hanem mindig bizonyos, megmérhető idő — egy vagy két tized másodperc — telik el, mielőtt az agytól felfogott behatás következtében elménkben eszme ébredne, mielőtt az akarat ezen eszmére valamely tag megmozdítása által visszahatna. — Hasonlóképen az idegingerületnek, mely az érzéseket az agyhoz, s az akarat elhatározásait a test végtagjaihoz elvezeti, bizonyos időre van szüksége, hogy ezen útját megtegye. A kívülről nyert benyomásokat, nem vesszük észre azon pillanatban, melyben erednek, mert az idegek hosszában csak 20—30 méternyi sebességgel haladnak egy másodperc alatt, a mi a póstagalamb, a szélvész, vagy a teljes erővel hajtott gőzmozdony sebességével azonos, de sokkal csekélyebb, mint az ágyúgolyóé. — A lábunkon ejtett sebzés, például csak egy fél tized másodperc eltelte után jut öntudatunkra. Az akarat elhatározásai hasonló lassúsággal jutnak a központtól a test környi részéhez; a végtagok nem engedelmesskednek azonnal a mozgást megindító eszmének. Mihelyt a mozgást testünk valamely pontjára gyakorolt lökés megindította, az ingerület először az agyig terjed tovább; itt eszme fejlődik ki, az akarat elhatározását útnak indítja, ezen elhatározás az idegek hosszában eljut azon taghoz, melynek működnie kell, s végre ezen tag mozgásba jön. Mindez három időszakban történik, melyek tartama pontosan megmérhető.

Az emberi testben ez időveszteség igen csekély ugyan: néhány század másodperc; de ha egy nagy csetfélélt tekintünk, például a bálnát, hol az akarat távirdai hálózata sokkal nagyobb hatáskörrel bír, úgy máskép áll a dolog. — A hajósok megtámadják a szörnyet hátulról, míg a horog annak farkát sebzi meg. — A fájdalom útnak indul visszatorlást eszközlendő; de az út hosszú, közel 30 méternyi tért kell befutnia, hogy az akarat székhelyéhez eljuthasson.

Ime egy másodperc elveszett! Mi történik most? Mennyi időt igényel a megfontolás? Ez a körülményektől függ; annyi azonban bizonyos, hogy az akaratnak saját elhatározására, valamely megmérhető időre van szüksége. Ezután cselekszik: az elhatározás a csolnakot felfordítani, útnak indíttatik a fark felé. Ismét egy másodperc múlik el, míg ezen üzenet rendeltetése helyére jut; egészben tehát két másodperc, — mi alatt a csolnak megfeszített evezés mellett messze haladhatott.

Mikép tudták a tudósok az idegingerületnek ezen tovaterjedési gyorsaságát megmérni? E célra többféle módot gondoltak ki.

Haller említése szerint már egy középkori orvos törekedett e kérdést megfejteni. Azon különös nézetben volt ugyanis, hogy az idegfolyadék gyorsaságát a függéri vér sebességéből ki lehetne számítani; szerinte e két sebességnek a függér és az idegcsövek tágasságával fordított viszonyban kell lennie. — Számítása szerint az idegfolyadék sebessége mintegy kétszáz millió kilométer; a mi hatszázszor múlja felül a fény sebességét.

Haller más módon akart célhoz jutni. Fennhangon olvasván ugyanis az Aeneist, megszámlálta azon betűket, melyeket sebesen beszélve egy percz alatt kimondani képes volt. Mint legvégső határt azt találta, hogy 1500 betűt volt képes kiejteni, tehát egy-egy betű kiejtésére egy 1500-ad perczet szükségelt. Az r betű azonban — Haller szerint — tíz egymás után következő összehuzódását kívánja meg azon izomnak, mely a nyelvet rezgésbe hozza; innen következtethetjük, úgymond, hogy ezen izom egy percz alatt 15.000-szer képes összehuzódni és ismét elernyedni; a mi 30.000 egyszerű mozgást képvisel. A távolság az agy és a kérdésben forgó izom közt, — egy tizedméter. Ha az ideginger ezen utat 30.000-szer futja be egy percz alatt, úgy összesen 3 kilométernyi utat tesz; 3 kilométer (= 3000 méter) egy percz alatt pedig annyi, mint 50 méter egy másodperc alatt. Ezek szerint az ingerület terjedési gyorsasága egy másodperc alatt 50 métert tenne. -- Ezen okoskodás azonban merő tévedésen alapszik; mindamellert Haller eléggé közeljáró értéket kapott, noha eljárása épen nem volt alkalmas e kérdés megfejtésére. — Az Aeneis, mely hajdan oraculumnak tekintetett, ez alkalommal igazolta hirnevét.

E kérdés megfejtését célzó kísérletek csak 1850-ben karoltattak ismét fel s pedig oly szempontból, mely a kérdés megoldásához vezetett. Ez eljárást Helmholtz-nak, a leghírvevesebb német életbuvárnak köszönjük, ki ritka észlelő tehetségét tág és mély mennyiségtani ismeretekkel egyesíti. Legelső eljárása a Pouillet-féle időmérőnek (chronoscop) használatán alapszik. Egy igen rövid ideig tartó villanyáram távolról hat egy delejtűre, s azt elsődleges állásából elhajlítja; az elhajlás nagyságát megmérvén, az áram tartamát könnyen kiszámíthatjuk. Ekként képesek vagyunk oly időközöket is megmérni, melyek egy másodpercznek néhány ezredrészét sem haladják meg. Ha például azon időközt akarnók meghatározni, mely a lőpor fellobbanása és a golyó kilökése közt le-

az arczra, azután a balkézre s végre a bal lábra. Az ingerületnek az érintett ponttól egész a jobb kézиг való tovatejedése által okozott idővesztés e három esetben 11, 14 és illetőleg 17 századrész másodpercet tett ki; 3 századrész másodperc volt tehát szükséges arra, hogy az érzés a balkéztől az arcz magaslatáig eljuthasson, s 6 századrész másodperc, hogy a lábtól ugyanoda eljusson. — Hirsch ebből azt következtette, hogy az idegingerület 6 századrész másodperc alatt 2 méternyi utat tesz, tehát egy másodperc alatt majdnem 34 métert. — Schelske ezen kísérleteket sokkal nagyobb pontossággal ismételte az utrechti csillagdában. Szerinte az érzések terjedési gyorsasága az emberi testben 29 és fél méter. — Ugyancsak Schelske mutatta ki azt is, hogy ezen terjedési gyorsaság, a gerinczagyban ugyanaz, a mi az idegekben, — Ezen eredmény annál nagyobb fontosságú, mivel az idegrostok a gerinczagybai betérésök után nevezetes változásokat szenvednek, s a gerinczagyban, Van Deen állítása szerint, a villanyosság, vegyi anyagok s erömüvi sértések hatása iránti érzékenységeket elvesztik.

Mindezen kísérletekből kitűnik, hogy az idegingerület aránylag csekély sebességgel terjed tovább. Kezünk, mely egy követ dob, 22 méternyi sebességgel hasítja a levegőt egy másodperc alatt, a mi az idegingerület sebességéhez meglehetősen közel áll; a paripa, a nyúl, az agár hasonló sebességgel képesek haladni. — Az ütéri vér hullámja, mely 9 métert fut be egy másodperczen, csak 3-szor kisebb sebességű.

Ha a gerinczagyra átterjedt érzés egy visszahajlási mozgást indít meg, azaz egy akaratlan mozgást, melyet a dúcsejtek közbenjárása idéz elő, a visszahajlási mozgás mindig később áll be, mint az, melyet az izgató áramnak az izmokra gyakorolt közvetlen hatása hoz létre; az elkésés $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{10}$ másodperc közt ingadozik. Ebből következtethetjük, hogy a visszahajlási mozgás a gerinczagyban tizenkétszer több időt igényel, mint az ingerületnek az érző vagy mozgató idegeken általi tovahaladása.

Az agy működéseire szükséges idő szintén néhány tized másodpercet tesz ki. — Jaager ezen időt következő eljárás által mérte meg: a kísérletre használt egyénnek bal kezével kellett a villanyos kulcsot érintenie, mihelyt a villanyos ütést jobb oldalt érezte, s viszont jobb kezével, ha a villanyos ütést baloldalt érzé. A villanyos ütés és a jeladás közti időköz 20 századrész másodpercet tett ki, midőn az egyén tudta előre, mely oldalról fog az ütés jönni, és 27 századrész másodpercet, ha előre értesítve nem volt; 7 századrész másodperc volt tehát szükséges a megfontolásra. — Hirsch azt találta, hogy közép értékben 2 tizedrész másodperc múlik el addig, míg az észlelő egy világitó szikra vagy rögtöni zaj észrevételét jeladás által tudtul adja. Más kísérleteinél akként intézte a dolgot, hogy az észlelő a villanyos kulcsot bal kezével érintse, ha fehér, és jobb kezével, ha veres fényt lát; ez esetben 3—4 tized másodpercet tett az elkésés, tehát 1—2 tized másodpercet vett igénybe a

a megfontolás. Donders és Jaager ettől kissé eltérőleg jártak el kísérleteiknél. Egyikök valamely szótagot ejtett ki, s a másik azt azonnal, a mint meghallotta, ismételte; egy külön készülék, — ú. n. phonautograph — a hangok rezgéseit feljegyezte. Ha az ismétlődő szótagot már előre meghatározták, akkor az észlelhető elkésés 2 tizedrész, ellenkező esetben 3 tizedrész másodpercet tett.

A gondolat tenát, mint látjuk, nem támad rögtön, hanem a tér és idő törvényeitől függő természettünemény. Különböző észlelőknél az időveszteség különböző: az egyik gyorsabb felfogású, gyorsabban fontol meg és cselekszik, mint a másik, a vérmérsék s az esetleges kedélyhangulathoz képest. Ebből értelmezhetők azon eltérések, melyek az egy és ugyanazon tüneményt észlelő csillagászoknál találhatók. Soha két egyén egy s ugyanazon pillanatban nem látta ugyanazon csillagnak elhaladását valamely fonál mögött; mi több: a feljegyzett idők közti különbség, vagyis az, mit két csillagász egyéni egyenletének nevezünk, a körülményekhez képest, többé kevesbbé változó, s idővel nagyobbodhatik vagy csökkenhet. — Az észlelő gyakorlottsága e tekintetben igen nagy fontosságú. Wolf kimutatta, hogy ezen időveszteség legkisebb értékére vezethető vissza, gyakorolva magunkat egy oly gép segítségével, mely az egyes észleleteknél elkövetett hibákat szemléltetővé teszi.

Ezen adatokból azon fontos következtetést vonhatjuk, hogy az idegáram korántsem azonos a villanyárammal. A villanyosság a távirdai huzalokban megfoghatatlan gyorsasággal halad: sokkal gyorsabb a fénynél, s 20 milliószor gyorsabb az ideg ingerületnél. De a 2 tényező közt még egy más lényeges különbség is van. — Az idegszövetnek minden módosítása az ideg ingerület tovaterjedésére nézve gátlólag hat; az idegek zúzása, megégetése elegendő arra, hogy az ingerület tovaterjedését megakadályozza; ha az idegek egyszer átmetszettek, nem nyerik többé vissza vezető képességöket, még akkor sem, ha a két csonkot egymásra illesztjük. — Az érczhuzal ellenben a villanyosságot vezetni képes, bármily sérülést szenvedjen is. Mindazonáltal Du Bois-Reymond pontos kísérletei világosan kimutatták, hogy a villanyosság szerepel az idegtünetekben. Az idegekben természetes villanyáramok léteznek, melyek az ideg ingerületek befolyása alatt állnak, s ezek által módosításokat szenvednek. Mondhatjuk tehát, hogy az idegtünetek a villanyosságnak, — mely az idegállományban bizonyos vegyi, vagy más változásokat hoz létre, — csak másodlagos hatásából erednek, hogy csak bizonyos idő eltelte után nyilvánulnak, mely idő alatt a hatás lassan és fokozatosan nő, míg végre érezhetővé lesz, s erőművi hatásokat hoz létre. A fennforgó kérdés ezen része még átláthatlan homálylyal levén fedve, csak többé kevésbbé valószínű feltételekkel kell beérnünk. Mindenesetre mondhatjuk azonban, hogy a kérdés megfejtése felé már egy nagy lépést tettünk; az említett kísérletek az első nehézségeket legyőzték s a kérdést a szabatos — exact — tudomány terére vitték át. Kétséggkívül sok

időbe fog kerülni, míg az észlelési módok tökéletesítése által képesek leszünk a kitűzött czélt egy új lépéssel ismét megközelíteni, és semmi sem jogosít fel azon reményre, hogy valaha e czélt teljesen elérhetjük. Mindazonáltal csak örvendhetünk azon eredményeknek, melyeket eddig felmutathatunk, s melyeknek szabatossága minden várakozást felülmúl.

(R a d a u után).

R. I.



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.