

## Helmholtz emlékére.

Mai világnézetünk egyik építőmestere, azok egyike hunyta le szemeit | örökre mult év szeptember 8-ikán, kik  
az energia örökkévalósága eszméjének



HELMHOLTZ HERMANN LAJOS FERDINÁND.

bölcsőjét állották körül: Helmholtz is adózott azon nagy természeti törvénynek, mely, kivételt nem ismerve, az emberiség vezetőit ép úgy érinti, mint a

nagy tömeget, mely névtelenül száll a sírba.

Ama nagy embertömegben, mely a földi történelem évezredeiben mai napig

élt és jelenleg él, melynek **lélkében** a világ tükröződik: aránylag csekély, mondhatni eltűnő azok száma, kik mint szellemi vezetők azokat az eszméket alkották meg, melyekből a világról való nézetek szövődtek.

Az emberi szellem történetében a legérdekesebb fejezetek egyike a fizikai világnézet fejlődésének kutatása. A »fizikai« jelzéssel szándékosan szorítom meg a világnézet fogalmát, mert az általános világnézet oly universalis fogalom, melybe belejátszik az összes tudomány és művészet. A fizikai világnézet hatalmas dómhoz hasonlítható, melyen immár évezredek óta építenek. Nem készül el soha, időről időre változtatnak a terven, régi épületrészeket lebontanak, hogy más terv szerint építettrészekkel pótolhassák, de azért folyton halad az épület. Hová emelkedik fel büszke orma: ki tudná megmondani.

A fizikai világnézet nagy építőmesterei közé, kiknek száma a műveltség hosszú történelmének dacára is csak csekély, Galilei, Kepler, Huygens és Newton mellé számítható kétségkívül a mi kortársunk, Helmholtz is.

Élete pályájáról, mely mint igazi tudósé, nagyobb hullámokat verő események nélkül, csendes mederben folyt le, valami különösen érdekfeszítőt nem mondhatunk. Ha majd idővel a tudósnak bizalmasabb iratai, levelezései közzé fognak tétetni, akkor talán jobban fogunk betekinthetni e kiváló szellem fejlődésének menetébe. Helmholtz Hermann Lajos Ferdinánd 1821 augusztus 31-ikén Potsdamban oly viszonyok között született, melyek a tudományos pályára való nevelésre többé-kevésbbé kedvezők szoktak lenni. Atyja, Ferdinand, Potsdamban gimnáziumi tanár volt, anyja, Penne Sarolta, angol családból származott. Mint gyermek, Helmholtz

gyenge és beteges volt és gyakran hosszú ideig ágyban kellett idejét tölteni. Ilyenkor élénk szelleme valami foglalkozás után vágyódott; adtak neki építőköveket, képeskönyveket s egyebet, csak-hogy türelmesen az ágyban maradjon. Ezek az építőköveken, melyekből mindenféle geometriai alakokat rakott össze, tanulta meg, saját vallomása szerint, az elemi geometriának főbb tételeit, oly annyira, hogy később, az iskolában, midőn a geometriát tudományos alakban tanulta, az alapul szolgáló tényeket már jól ismerte. Midőn iskolába kezdett járni, nem épen vált ki tehetségeivel. Különösen oly dolgok iránt gyenge volt a felfogása, melyek egymással logikailag összefüggésben nem voltak. Mint hetvenéves ember, világosan emlékezik vissza arra, hogy gyermekkorában a jobb és bal oldalt nem bírta megkülönböztetni. Különös nehézségeket okozott neki a nyelvtan számtalan kivételével ép úgy, mint a szókincs elsajátítása, a történeti események emlékekben tartása és prózai daraboknak könyv nélkül való megtanulása. Sokkal könnyebben ment a kötött formában írt költemények megtanulása, ahol rím és metrum mint mnemotechnikai segédeszköz szerepelt. Legkönnyebben ment a fejébe az, a miben bizonyos törvényszerűség uralkodott, mint pl. a geometria.

Még jobban érdekelte őt azonban a természeti jelenségekkel foglalkozó fizika, mint az elvont geometria és matematika. Mohón olvasta az atyja könyvtárában talált elavult fizikai tan- és kézikönyveket, melyekben a Volta-féle oszlop mint legújabb galvánelektromossági felfedezés, és még a flogisztion is szerepelt. Maga gondolt ki és próbált meg mindenféle kísérleteket, de legszerencsésebb volt kis optikai eszközök szerkesztésében, a melyeket szemüveglencséből és az atyja birtoká-

ban levő kis botanikai nagyító lencséből készített.

Gimnáziumi tanulmányainak befejezése után, midőn az egyetemre készült, nehéz volt az elhatározása, hogy milyen fakultásra menjen. Leginkább érdekelte őt a fizika, de atyja arra figyelmeztette, hogy ez, mint kenyérkeresetre való tudomány, vajmi kevés kilátást nyújt biztos jövőre és azt tanácsolta, hogy lépjen az orvosi pályára, melyen úgy is fizikával is kell foglalkozni. Így Helmholtz a berlini katonarorvosi képzőintézetbe lépett, melyben vagyontalan tanulók nagy kedvezményekben részesültek.

Helmholtz már tanuló korában egy nagy problémát szemelt ki, melynek megfejtésével sokáig foglalkozott: az úgynevezett életerő problémáját. Midőn a fiziológia tudomány alapra helyezkedett, a közönséges fizikai világban tapasztalt jelenségektől elütő tünetnyek magyarázatára kezdetben bizonyos »spiritus vitalis«-nak nevezett léletemeket tételeztek fel, melyek helyére később az egységes *életerőt* tették. Ez életerő feladata — a meddig az élet tart — a fizikai és kémiai, azaz a szervezetlen erők hatását szabályozni s a szervezet rendeltetésének megfelelőleg korlátozni, vagy megszüntetni. A halál után megszűnik az életerő és a fizikai és kémiai erők korlátlan működése veszi kezdetét. Különösen *Stahl* volt e nézet terjesztője.

Helmholtz mindenekelőtt iparkodott megmutatni, hogy *Stahl* föltevése tulajdonképen nem egyéb, mint a »perpetuum mobile« lehetőségének elismerése. Ő tehát erről az oldalról fogott a kérdés tárgyalásához. Előbbeni tanulmányából ismerte *Bernoulli Daniel*, *d'Alembert* és más matematikusok vitáit az eleven erőről, s így a következő kérdés formulálásához ju-

tott: Mely vonatkozásoknak kell lenniök az egyes természeti erők között, ha a »perpetuum mobile« általánosan lehetetlen. Ezzel a feladattal foglalkozott 1847 július 23-ikán a berlini fizikai társaságban bemutatott és ugyanazon évben megjelent »Die Erhaltung der Kraft« című értekezése.

Munkájának fogadtatása a fizikusok részéről szerzőjét bámulatba ejtette. Attól tartott, hogy a szakemberek azt fogják mondani, hogy mit akar e fiatal orvos, hogy ilyen eicsépeelt dolgokat talál elénk. Pedig egészen más történt. Egyszerűen kétségbe vonták az állításoknak helyes voltát. Csak *Jacobi Károly Gusztáv*, a matematikus fogta védelmébe a fiatal szerzőt, átlátván okoskodásának kapcsolódását a mult század nagy matematikusainak dolgozataihoz. Helmholtz akkoriban *Joule* vizsgálatairól még alig tudott valamit, *Meyer Robert* dolgozatait pedig épséggel nem ismerte. Helmholtz tartalmas értekezésének igazi jelentőségét csak jóval később bírták helyesen felfogni, abban az időben, midőn az energia törvénye fölfedezésének elsőbbsége körül megindult a vita.

Az erre következő időben Helmholtz különösen fiziológiai vizsgálatokkal volt elfoglalva. Tanára, *Johannes Müller*, az ismeretes berlini fiziológus, őt, ki előbb a berlini anatómiai múzeumon tanársegéd és a művész-akadémián az anatómia tanára volt, a Bécsbe távozó *Brücke* helyébe a königsbergi egyetemre a fiziológia tanárául ajánlotta. Königsbergben a fiziológián kívül még általános pathológiát is kellett tanítania.

Ez időbe esik Helmholtz két fontos felfedezése; az egyik a szemtükör feltalálása, a másik az ingernek az idegben való terjedésére vonatkozó vizsgálata.

A szemtükör eszméjére a Brücketől

talált szemfénylés magyarázata vezette. Azt a kérdést vetette fel, hogy mely forrásból származik a fénylő szemből jövő világosság. Nehány pápaszemlencséből, meg néhány mikroszkópi fedőlemezből ragasztott egybe oly készüléket, mely alkalmas volt az élő ember ideghártyájának megsejtelésére.

Az eszköz leírását Helmholtz egy kis füzetben tette közzé, mely Berlinben 1851-ben »Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge« címen jelent meg. Hogy miért nem láthatjuk a sértetlen szem hátsó részét, annak okát abban kereshetjük, hogy először az ideghártyának a szembogár mögött fekvő része, a melyre tehát tekintetünk irányul, rendszeren nincs elegendőképen megvilágítva, hogy a szem fénytörő anyagain át megjelenhessenek; másodszer abban, hogy az ideghártyából a szem fénytörő anyagain keresztül kijövő fénysugarak oly képet alkotnak, mely az észlelő számára nem fekszik a tiszta látás határain belül. A megvizsgálandó szem részéről tehát mindennek előtt a kellő világítás szükséges, a vizsgáló szem részére pedig azok az optikai segédeszközök kellenek, melyek ama figyelő szemet a vizsgált szem hátsó felületén levő tárgyak iránt a szükséges alkalmazkodással ruházzák fel.

Valamely fényforrásból kiinduló fénysugarak, melyek az ideghártyával találkoznak, mikor az ideghártyáról visszaverődve a szemből kijönnek és az ideghártyáról képet alkotnak, a képet épen ott alkotják, a hol a fényforrás van. Ez az egyszerű oka, miért nem láthatjuk az ideghártya képét; mert ha szemünk a fénysugarakat felfogja, egyszersmind elvágja a világító sugaraknak az útját. Helmholtz igen egyszerű módon segített ezen a nehézségen, még pedig oly módon, hogy a fényforrást oldalvást alkalmazza és tükrötveglap segítségével

a fényt a szembe veti, mi által a szem fénylése áll elő. Az ekként megvilágított ideghártyáról a sugarak akadálytalanul jutnak el az észlelő szembe.

A második feladat abban állott, hogy az ideghártya képe, mely az észlelőnek feje mögött keletkeznék, az észlelő szem ideghártyáján élesen és tisztán jelenjék meg. Ezt szóró lencse segítségével érjük el.

Ezután előadja Helmholtz szemtükrének leírását és a vele elért eredményeket. Végül még foglalkozik azon látászólagos fiziológiai paradoxonnal, hogy a látóideg belépésének helyén, a hol a látóideg szabadon fekvő keresztmetszétére eső fény az ideg áttetsző anyagába meglehetősen mélyen belehat, fényhatást nem érzünk. Az éter rezgése, mely a fényérzés okozója, csak akkor okoz fényhatást, ha a retinát találja, magára az ideg anyagára nem bír hatni. Ellenben minden más erősebb inger, mint nyomás, elektromos áram stb. magában az idegben a fény hatását hozza létre, ha akárhol éri az ideg vezető pályáját. Analógiát talál a tapintó idegek magukviselkedésében, melyek tövein szintén nem érzik a meleg és hideg hatásait, holott periferikus végződéseik a legcsekélyebb mérsékleti különbségekre is reagálnak.

A szemtükrő feltalálása nemcsak a fiziológiára volt hatással, hanem még nagyobb mértékben a szemorvoslásra. A hol azelőtt a szemorvosnak sötétben kellett tapogatódznia, ott most biztos diagnoszt tud megállapítani, a szem patológiai állapotát fel tudja ismerni és számos esetben gyógyítani. Helmholtzot ez a találmánya egymagában is az emberiség jótevőinek sorába helyezte. De e találmánya következtében tekintélye lényegesen növekedett is, és hatóságoknál, valamint a tudománypártolóknál ezentúl könnyen talált támogatást vizsgálatai számára.

A fizioiógiaára nézve különös fontoságúak azok a vizsgálatok, melyekkel Helmholtz az inger terjedési sebességét határozta meg az idegekben. E vizsgálatok az azelőtt mérhetetlen sebességű idegimpulzusok számára 30—60 méternyi sebességet adtak, még pedig béka-idegben 26—27 m., emberi idegben alacsonyabb hőmérsékleten 33,9 méter, nyári melegben 64,6 m. sebességet. E vizsgálatok közben szerkesztette a *myographiont*, egy időmérő jelzőkészüléket kis időszakok meghatározására.

Helmholtzknak legelső dolgozata, a melyet nyilvánosságra bocsátott, doktori dissertációja volt, mely 1842-ben jelent meg következő címen: »De fabrica systematis nervosi evertibratorum«. Ezen dolgozatában a gerincztelen állatok idegrendszerének szerkezetéről értekezik oly módon, mely a nagy kutatót már a fiatal kezdőben sejteti. Szándékosan bizonyos állattípusokat választ: a rákot, pióczát, csigát stb., melyek különösen alkalmasak problémájának megfejtésére. Kimutatja, hogy a gerincztelen állatok központi idegelemei az idegekkel közlekednek, mi által világossá vált, hogy az idegdúcok (ganglionok) a mozgásnak és érzésnek az egyes testrészekben középpontjai. Dolgozata végén kimondja, hogy a gerinczes állatok agyveleje nem egyéb, mint a gangliosus központi szervek tömörülése.

Helmholtz 1842-ben a Charitében mint alchirurgus szolgált; 1843-ban Potsdamba helyezték át ezredorvosi rangban. Mind a két helyen fizikai, kémiai, matematikai és mechanikai tanulmányokkal volt elfoglalva. E közben azonban még egy fontos kémiai-biológiai vizsgálattal is foglalkozott: a rothadás és erjedés jelenségeinek tanulmányozásával. 1843-ban Magnus, berlini egyetemi tanár laboratóriumában

véghezvitt kísérleteivel kimutatta, hogy az őstermődés (generatio aequivoca), valamint a rothadás létrejövele pusztán csak oxigén hozzájárulásával lehetetlen. Gay-Lussac azt hiszi, hogy higany alatt préselt muston keresztül vezetett elektromos áram erjedést okoz, mire Helmholtz megjegyzi, hogy ez a kísérlet csak akkor birna meggyőző értékkel, ha a készülék és minden használt anyag előbb kiforraltatott volna. Helmholtz felismerte, hogy az erjedés és rothadás létrejövetelére alsóbbrendű lények jelenléte szükséges és az élesztő gombának elkerülhetetlen voltát a szesz erjedést illetőleg kimutatta.

Helmholtz összes vizsgálatai között kiváló helyet foglalnak el azok, melyek az energia megmaradása törvényére vonatkoznak, s a melyekről 1847-ben a berlini fizikai társulatban előadott értekezése szól. Kiindulási pontul szolgál a »perpetuum mobile« lehetetlensége. Ő megmutatja, hogy ez a tétel azonos azzal a föltevessel, mely szerint a természetben előforduló valamennyi hatás az egymásra ható anyagi pontok távolságától függő vonzástól vagy taszítástól van föltételezve. Megmutatja azután, hogy az elfogadott kiindulásból következik, hogy a meglevő eleven és feszültségi erők összege mindenkor állandó. Mint általában érvényes tételeket a következő hármat találja: 1. Valahányszor az időtől és a sebességtől független vonzó vagy taszító erők következtében testek egymásra hatnak, az eleven és feszültségi erők összege állandó; a nyerhető munkamennyiség maximuma tehát véges, meghatározott mennyiség. 2. Ha ellenben a természeti testekben oly erők is előfordulnának, melyek az időtől és a sebességtől függnének, vagy az anyagi pontokat összekötő vonaltól elütő irányban hatnának, akkor oly összeállítások volnának lehetségesek, melyekben vég nélkül erőt

lehetne kapni, vagy veszteni. Ez azonban csak a hatás és ellenhatás általános érvényességének esetében áll. 3. Centrális erők hatása alatt álló testrendszer egyensúlyának esetében a belső és külső erőknek magukban véve egyensúlyban kell lenniök, a meddig a rendszer egyes részei maguk között megmozdíthatatlan kapcsolatban képzeljük és az egész rendszer csak a kívülre fekvő testekhez képest mozgítható. Ilyen testeknek szilárd rendszere azért belső erők hatása következtében nem is indulhat mozgásnak, ha külső erők nem járulnak hozzá. Ha ellenben nemcsak középponti, hanem más erők is hatnának, akkor a természeti testek között oly kapcsolatok is létezhetnének, melyek maguktól mozoghatnának a nélkül, hogy valami más testekhez való vonatkozásra szorulnának.

Helmholtz ezután a kifejezett törvénynek alkalmazását mutatja meg a mechanikai theoremákban, azután tárgyalja a hő és az elektromosság mechanikai egyenértékét; végül pedig röviden áttér a szerves világra és az ott előforduló kémiai és egyéb folyamatokban kimutatja az energia egyenértékű átváltoztatását.

Midőn Helmholtz ez értekezését megírta, Meyer-nek 1842-ben a Liebig-féle folyóiratban megjelent első értekezését nem ismerte, ép oly kevéssé ismerte a heilbronni orvosnak 1845-ben megjelent főművét, melynek címe: »Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel.« Pedig ép ez értekezés az, mely a Helmholtz-félelvel tárgyra nézve megfelelő, noha a tárgyalás módjára nézve nagyon elütő. Helmholtz a »Fortschritte der Physik« című referáló évkönyvekben Mayer Róbert dolgozatait kezdetben nem méltatja érdeme szerint. Mentségül szolgáljon, hogy inkább csak a polemikus cikkek-ről ír; csak 1854 körül kezdi Mayer

jelentőségét felfogni, kinek érdemeit később erélyesen védelmezte, különösen Tait, angol fizikussal szemben, ki a fölfedezés dicsőségét teljesen Joule számára követelte.

Helmholtz értekezése az erők megmaradásáról ez alapvető elv megállapítása történetében minden esetre fontos mozzanat. Igaz, hogy a szaktudósok e dolgot kezdetben figyelemre nem méltatták. De ez másképp nem lehetett, minthogy ugyanazok az okok, melyek Meyer Róbert érdemének elismerését megakadályozták, Helmholtz dolgozatának érvényre jutását is hátráltatták. Hogy Helmholtz értekezésének jelentőségét előbb fogták fel, mint Mayerét, ennek egyszerű magyarázata abban rejlik, hogy az előbbeni a mechanikai alapelvekben és szakszerű matematikai kifejezésekben teljesen jártas, holott az utóbbi a mechanikai fogalmak formulázásában nagy nehézségekkel küzd, és csak nehezen bírta a tudományos módszert legalább bizonyos fokig elsajátítani.

Helmholtz 1849-től 1855-ig a Königsbergi egyetemen működött, 1855-ben mint a fiziológia tanára Bonnba, 1858-ban Heidelbergbe ment, honnan 1871-ben, Magnus halála után, a berlini egyetemre a fizika tanárául hívták meg. Midőn 1887-ben a Charlottenburgi fizikai-technikai birodalmi intézet létesült, ez intézet elnökévé Helmholtzot nevezték ki.

Helmholtz tudományos tevékenységének tere rendkívül tágas, s e tekintetben ő századunkban példa nélkül áll. Gauss-ban bámuljuk azt a fejedelmi biztosságot, mellyel ő minden problémával bánik, a melyhez matematikai módszerrel hozzáférhet; Humboldt Sándor-ban a legőszintébb csodálkozással látjuk, miként egyesíti elméjében a leíró természettudományok

óriási ismeretömeget: de tudományos tevékenységük körét sokoldalúság tekintetében mégsem hasonlíthatjuk össze Helmholtz-éval, kinek az alapokra és a módszerekre nézve annyira elütő tudományszakokban, mint a matematika, a legtágabb értelemben vett fizika, a fiziológia és az anatómia, szakszerű képzettsége volt és mind e tudományszakokban önálló munkásságának nyomait hagyta.

Helmholtz alkotó ereje a természettudomány, a matematika és a filozófia terén nyilvánult. A természettudományokban, a természettudományoknak mind biológiai, mind fizikai részében, különösen az elsöben, nagyszabású fölfedezéseket tett. Ö volt Johannes Müllernek az a tanítványa, kiben a mesternek fontos tana a specificus érzéki energiákról, leghathatósabban fogamzott meg, a ki ezt a principialis tételt az érzések fiziológiája sarkkövévé tette. A fiziológiai optika és akusztika terén nem volt még nagyobb kutató ész, mint Helmholtz. A szemtükörrel megajándékozta a kutató fiziológust és a gyógyító szemorvost egyaránt. Az ophthalmométerben olyan mérőeszközt létesített, mely a szem törő felületeinek alakját bámulatos pontossággal meghatározza. A Gauss-féle dioptrikát a szem törő felületeire alkalmazta, hogy az itt előforduló feladatokban könnyen és czélszerűen lehessen használni. A szemnek mint optikai eszköznek alkalmazkodási mechanikáját földerítette, függetlenül a hollandi Cramer-tól, s ezzel egy régi problémát fejtett meg, melyen már Kepler óta rágódtak a tudósok. A szemmozgás mechanikáját kutatta és mindenütt egyengette az utat a fiziológiától az észrevevés elméletén át az ismerettan, s ekként a pszichológia felé.

Hasonló eredményeket ért el a

fiziológiai hangtan terén is. Mint anatómus, mint fiziológus a hallószerv szerkezetét és a hanghullámok terjedését a dobhártyától kezdve, a bámulatosan kiesztelt czélszerűt hallócsont-mechanizmuson keresztül követi az ovális ablakot elzáró hártyaig, s onnan a labyrinth vizén keresztül a Corti-féle szervig, mely különféle hosszúságú és különböző feszültségű rostjaiban a húrozatot alkotja az odaig terjedő hullámoknak egyszerű ingaszerű rezgésekre bontására, melyek az ott végződő hallóideg szálain át mint az oda érkező hangtömeg észrevevése közlödnek az öntudattal.

Mint fizikus a hanghullámok keletkezését vizsgálja, s a hangoknak alaphangból és felhangokból való összetételét, s ekként a hangszínezést magyarázza meg; kutatja a kombinációhangok keletkezését, a hanglebegéseket és ezek alapján a consonantia és dissonantia fiziológiai magyarázatát iparkodik adni. E vizsgálatra új eszközöket gondol ki, a minő a kettős sziréna, az elektro-mágneses hangvillakészülék, a hangokat elemző rezonátorok és számos más készülék, melyek jelenleg minden jobban berendezett fizikai gyűjteményben föllelhetők. Megvizsgálja az emberi hang és beszéd mechanizmusát és megfejt a magánhangzók képződésének régi problémáját, midön különbségök lényegét a jellemző felhangokban találja.

Helmholtz azonban még itt sem állapodik meg, hanem kutatja a hangokból keletkező zenei képletek architektúráját és ekként eljut azon pontig, a hol a művészeti élvezetet megmagyarázni törekvő esztetika birodalma kezdődik.

Érzék-fiziológiai vizsgálatai Helmholtz-ot az érzéki észrevevés kritikájára vezet; kutatja, hogy miként keletkezik az egyszerű látási benyomásból az észbevévés és ebből és a térnek és időnek velünk született formáiból miként jön-

nek létre a causalitas törvénye szerint a képzetek. Ez az az anyag, melyből világnézetünket felépítjük. A tér és az idő ismeretani felfogásában Kant elméletéből indul ki, de nem követi mindvégig. Megvizsgálja a geometriai axiómák természetét és e téren találkozik Bolyai, Lobacsevszki és Riemann hasonló irányú vizsgálataival.

Ép oly beláthatatlan Helmholtz tevékenysége a tiszta fizika terén, mint a fiziológiában és a vele határos területeken véghezvitt munkálkodása. Optikai és akusztikai vizsgálatairól már volt szó. Egy másik tér, melyen nagy jelentőségű vizsgálatokat hajtott végre, a hidrodinamika. Itt az örvénylő mozgások nehéz problémájában új alapot teremtett. Felállítja az örvényvonal, örvényszál, örvényfelület és örvénygyűrű fontos fogalmait és ez utóbbinak nevezetes mechanikai tulajdonságait kideríti. Ezzel a vizsgálattal szoros kapcsolatban áll az, mely a folytonos folyadékmozgásokról szól; a hol megmutatja, hogy a hidrodinamikai egyenletek integrálásakor nem szabad minden esetben az áramló részek sebességét és nyomását a koordináták folytonos függvényének tekinteni, sőt hogy előfordul az az eset is, midőn két egymással határos folyadék réteg egymáson véges sebességgel síklik el.

Ide tartozik a légkörben előforduló mozgások vizsgálata is, mellyel Helmholtz életének utolsó éveiben foglalkozott, midőn a hullámok és a szél energiájával, a légköri hullámmozgásokkal, a meteorológiának e megfejtetlen alapfeladatával foglalkozott.

Nem csekélyebb fontosságúak mint a nevezett kutatások, azok, melyeket az elektromosság terén végzett. Neumann Ferencz, Kirchhoff és Weber Vilmos az elektromos erő hatásait illetőleg a Newton-féle törvény mintájára alkotott Coulomb-féle törvény-

ből indultak ki, melynek ugyanazon fogyatkozása van, mint a gravitáció törvénynek, hogy t. i. közbenjárás nélkül való távolbhatás alapján áll. Faraday nézettel soha sem bírt kibékülni, azért alkotott magának más, a közvetített hatáson alapuló nézetet. Clerk Maxwell Faraday conceptióit matematikai alakba öntve, az elméleti fizika számára mintegy udvarképessé tette. William Thomson (most Lord Kelvin), Tait és más angol fizikus követte e téren. Helmholtz volt az, ki Németországban, s egyáltalában a kontinensen leghathatósabban terjesztette. Korán elhunyt nagy tanítványának, Hertz-nek sikerült e nézetből a legfontosabb következtetést vonni, midőn az elektromos oscillatiók tanulmányozása útján a rég sejtett áthidalást találta az elektromosság és a fény között, mi által a fizikai kutatás számára beláthatatlan tért nyitott. E nézetek alapján az elektromos és mágneses tüneményekről való egész felfogásunk nagy változáson ment át; azelőtt az elektromosság-vezető testekben kerestük az erőhatás székhelyét, most a vezetőket elválasztó dielektrikumban tételezzük fel helyüket.

Berlini tartózkodása első idejében, az 1871-től 1886-ig terjedő időben, Helmholtz sokat foglalkozott a galván-áram chemiai hatásaival, mely tárgyról több értekezést tett közzé a berlini akadémia üléseiről szóló értesítőben.

Különösen érdekesek Helmholtz-nak azon dolgozatai, melyek a mechanika alapelveire, valamint azon kapcsolatra vonatkoznak, mely a mechanika és a mechanikai hőelmélet között van. Az első ez irányú dolgozat 1884-ben »Studien zur Statik monocyclischer Systeme« czímen jelent meg. Monocyclicus rendszernek nevezi azt a mechanikai rendszert, melynek belsejében egy vagy több stationárius, magába visszatérő mozgás



van, mialatt a rendszer egyes testeik között csak konzervatív erők hatnak, illetőleg szilárd kapcsolatok vannak. E mechanikai rendszerek tanulmányozása azért kiváló fontosságú, mert a hőtűnények némi tekintetben a monocyclicus rendszer lényeges tulajdonságait tanúsítják.\*

Helmholtz nemcsak mint természettudós foglalja el századunkban a legelőkelőbb helyek egyikét, hanem mint nagy elődjei, Galilei és Kepler, érti egyszersmind a tudomány vívmányainak a legszebb és legnemesebb alakban való népszerűsítését. Különféle helyeken és különböző alkalommal tartott előadásai valóságos mesterművek. A heidelbergi egyetemen többször tartott »publikumai«: »Az erő megmaradásáról« és »A természettudományok újabb haladásairól«, melyeket hallgatni e sorok írója is szerencsés vala, nagy közönséget gyűjtöttek a tudomány nagy mesterének kathedrája körül. Előadása, mely kissé akadozó volt, nem ékes-szólásával, hanem a benne feltárt gondolatok gazdagságával vonzotta a hallgatókat.

Helmholtz tudományos értekezései két kötetbe összegyűjtve 1882—1883-ban jelentek meg Lipcsében. A később megjelent dolgozatok leginkább a berlini akadémia ülésjegyzékeiben

\* Hertz szavaival szigorúban definiálva: Cyclicus rendszer oly anyagi rendszer, melynek energiája elégséges pontossággal cyclicus koordinátáinak változási sebességeinek homogén, quadratikus függvénye alakjában állítható elő. A rendszer monocyclicus, dicyclícus stb, a mint egy, két vagy több cyclicus koordinátája van. A nem cyclicus koordináták a paraméterek, a cyclicus koordináták változási sebességei a cyclicus intenzitások. Cyclicus koordináta a rendszernek szabad koordinátája akkor, midőn a rendszer végtelen kis eltolása nem függ a koordináta értékétől, hanem csupán csak változásának nagyságától.

láttak napvilágot. A nevezett értekezések tíz csoportra vannak osztva. Az első az *energia tanáról* szól. Legjelentékenyebb benne az előbb tárgyalt »Ueber die Erhaltung der Kraft« című értekezés. A második csoportban foglaltatik a *hidrodinamika*; köztük legfontosabb »Az örvénylő mozgásoknak megfelelő hidrodinamikai egyenletek integráljairól« szóló dolgozat. A harmadik rész az *akusztikát* tárgyalja; egyik legfontosabb értekezés ebben a kombinációhangokról szól. Ezen dolgozattal kezd meg Helmholtz szép hangtani vizsgálatait, melyeknek eredményeit a »Lehre von den Tonempfindungen« című művében tovább fejtegeti. A negyedik rész az *elektrodinamikának* van szentelve. Az ezen csoportban található 17 értekezés között van több, mely az elektromosságtan fejlődésére nagy jelentőségű. Ide tartozik többek között az áramintenzitás ingadozásai okozta indukált elektromos áramok tartamára és lefutására vonatkozó dolgozat, továbbá az elektromos oscillációkról és az elektrodinamika elméletéről írt három terjedelmes értekezés, mely a Weber-féle elektrodinamikai törvény helyes voltát megtámadja, kimutatván, hogy a Weber-féle föltevések szerint a vezető testekben az elektromosságnak ingatag egyensúlya létrejöhet; továbbá, hogy két elektromos tömegpont az összekötetési vonal irányában történő legegyszerűbb mozgása esetében, ha véges sebességgel kezdik mozgásukat, már véges távolságban végtelen sebességet érnek el. Helmholtz kimutatta, hogy Weber törvénye bizonyos esetekben az energia-törvénnyel ellenkező eredményt ad. Ezen értekezési sorozat hosszú tudományos polemiaira adott alkalmat, mely a Faraday-Maxwell-féle eszmék győzedelmével és megszilárdításával lassanként elhallgatott. Az ötödik fejezet

a *galvanizmussal* foglalkozik, különösen pedig az elektrolizisre vonatkozó vizsgálatokkal. A hatodik rész a fizikai, a hetedik rész a fiziológiai optikát foglalja magába. Az előbbiben különösen kiemelendő az ultraviola sugaraknak az emberi szemre való hatásáról szóló dolgozat, az utóbbiban a horopter vizsgálata érdemel említést. A nyolczadik rész a fiziológiai akusztikára, a kilencedik rész az ismeretnagra, a tizedik rész a fiziológiára vonatkozik. Az ismeretani értekezések között különösen kiemelendők azok, melyek a geometria alapját alkotó tényekkel foglalkoznak.

Helmholtz népszerű előadásai, akadémiai és egyetemi ünnepi beszédei több ízben jelentek meg. Leginkább kiemelendők »A természeti erők kölcsönhatásáról«, »Optikai elemek a festészetben«, »A tények az észrevevésben« című előadásai.

Nagyobb munkát kettőt írt: »Die Lehre von den Tonempfindungen« (Braunschweig, 4. kiad. 1877) és »Handbuch der physiologischen Optik« (Leipzig, 2. Aufl. 1885) címen.

Helmholtz élete folyásában nincs valami különösen feltűnő jelenség. Szűk vagyonú, ha nem is épen szegényes csa-

lából származván, olyan környezetben nevelkedett, mely szellemi fejlődésének mindenestre kedvezett. Nagy tehetségei által környezetéből csakhamar kivált és a tudományos pályákon elfoglalt hatóságos emberek figyelmét magára vonta. Ez egyengette saját tudományos pályáját. Egyetemről egyetemre hívták, végül hű óhajtása teljesült, midőn Berlinbe hívták, hol hivatalokkal, úgy mint kiténtetésekkel elhalmozták. Hosszú tudományos útján ezzel járó hivatalos teendőiben támadásoknak és gyanúsításoknak is ki volt téve, de ő ezekkel szemben mindig megtartotta olympusi, méltóságos nyugalmát és soha sem engedte, hogy a polemia a tisztán tudományos térről letérjen.

Helmholtz kétszer volt nős. Első házasságból származott Róbert fia, ki mint nagyreményű fiatal ember, a fizikának hivatott művelője, élete virágában, korán húnyt el. Második neje Mohl Anna, a kiváló államférfiúnak, jogtanárnak és 1848-iki igazságügyi miniszternek: Mohl Róbertnek leánya. E második házasságból két fiú- és egy leánygyermek származik; az utóbbi Siemens Werner Arnold nevű fiának a felesége.

HELLER ÁGOST.



# 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 [eltérhetsz](#).

**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.