

WALTER ISAACSON

EINSTEIN

AZ EMBER A RELATIVITÁSELMÉLET MÖGÖTT

A fordítás alapja:

Walter Isaacson: *The Man, The Genius, And The Theory of Relativity*

This edition published in 2019 by André Deutsch, an imprint of the Carlton Publishing Group

Copyright © Welbeck Publishing Group Limited (formerly known as Carlton Books Ltd.) 2012, 2019

Fordította: ©

Bojtár Péter (1–85. oldal), 2020

Pétersz Tamás (86–160. oldal), 2020

Szakmailag lektorálta: Dr. Budaházy György

Szerkesztette: Darida Benedek

Borítóadaptáció: HVG Press Kft.

HVG Könyvek, Budapest, 2020

Kiadóvezető: Budaházy Árpád

Felelős szerkesztő: Hungler Tímea

www.hvgkonyvek.hu

ISBN 978-963-304-951-8

Minden jog fenntartva. Jelen könyvet vagy annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképeszeti úton vagy más módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

Kiadja a HVG Kiadó Zrt., az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Felelős kiadó: Szauer Péter

Nyomdai előkészítés: HVG Press Kft.

Felelős vezető: Tóth Péter

Nyomás: Dubai

47. o.: Galileo Galilei: *Párbeszéd a két legnagyobb világregszerről, a ptolemaiosziról és a kopernikusziról* (*Dialogo : sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico, e copernicano*).

Ford.: M. Zemplén Jolán. Budapest, Európa Könyvkiadó, 1959, 49.

50. o.: Isaac Newton: „A természetfilozófia matematikai alapjai” (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*).

In: Benkő Samu – Deák Tamás – Szabó Attila (szerk.): *Principiából és az Optikából. Levelek Bentleyhez*.

Ford.: Fehér Márta. Bukarest, Kriterion, 1981.

84. o.: Paul Johnson: *A Modern kor – A 20 század igazi arca* (*Modern Times*).

Ford.: Berényi Gábor. Budapest, XX. Század Intézet, 2000, 11.

134. o.: Erwin Schrödinger: „A kvantummechanika jelenlegi helyzete” (*Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik*). In: Ropolyi László – Szegedi Péter (szerk.): *Erwin Schrödinger válogatott írásai*.

Ford.: Gerner József. Budapest, Typotex, 2014, 172–73.

Tartalom

KORAI ÉVEK

Hol tartott a tudomány?	4
Születés és gyermekévek	8
Az iskolák	14

A SVÁJCI ÉVEK

Aarau	18
A zürichi Műszaki Főiskola	22
Mileva Marić	26
Lieserl	30
A szabadalmi tisztviselő	34
A csodák éve: a kvantumelmélet	40
A csodák éve: a speciális relativitáselmélet	46
Professzor a hírnév szárnyán	52
Elsa Einstein	56

A BERLINI ÉVEK

Az általános relativitáselmélet	62
Az otthoni front	70
Válás és új házasság	74
A napfogyatkozás	78
Einstein Amerikában	86
A Nobel-díj	92
Kvantummechanika	96
Einstein és a vallás	102
Hitler hatalomra jutása	106

A PRINCETONI ÉVEK

Irány Amerika!	110
A bomba	116
Fegyverzetkorlátozás	122
Polgárjogok	126
A vég nélküli kutatás	132
Izrael	136
A vörös hisztéria	140
Búcsú	148

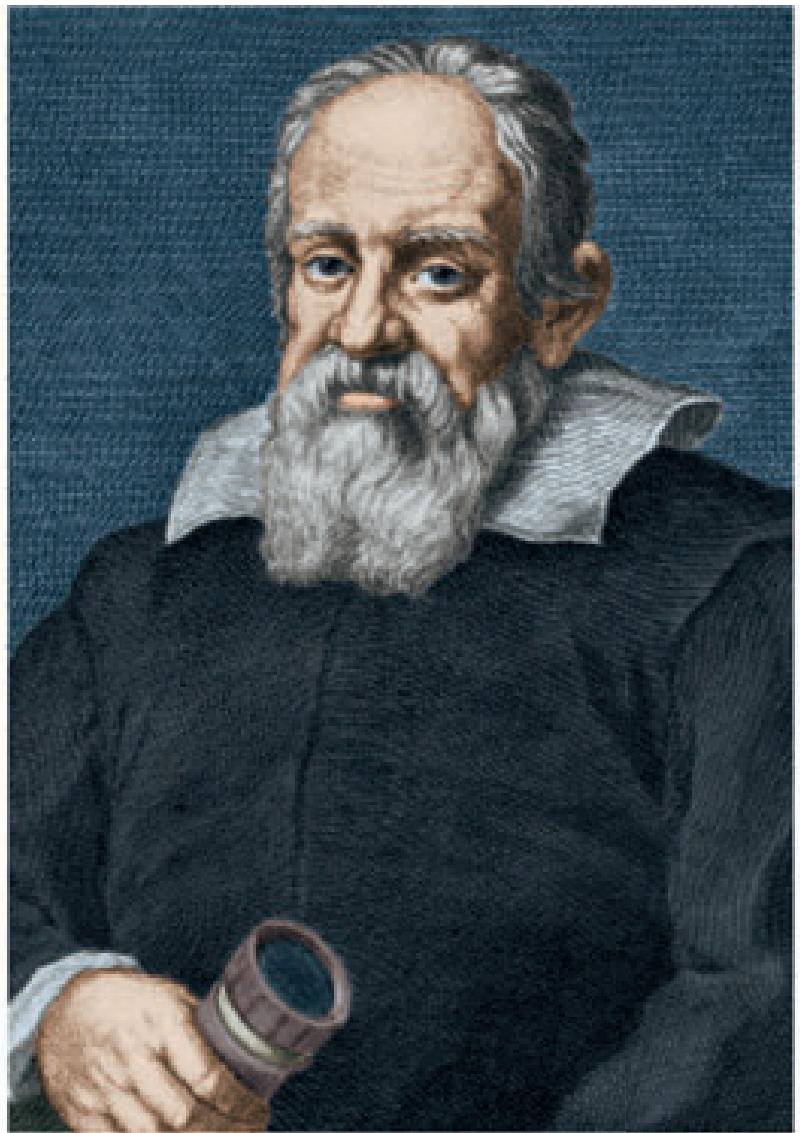
Fordítások	156
Név- és tárgymutató	156
Források	160

Hol tartott a tudomány?

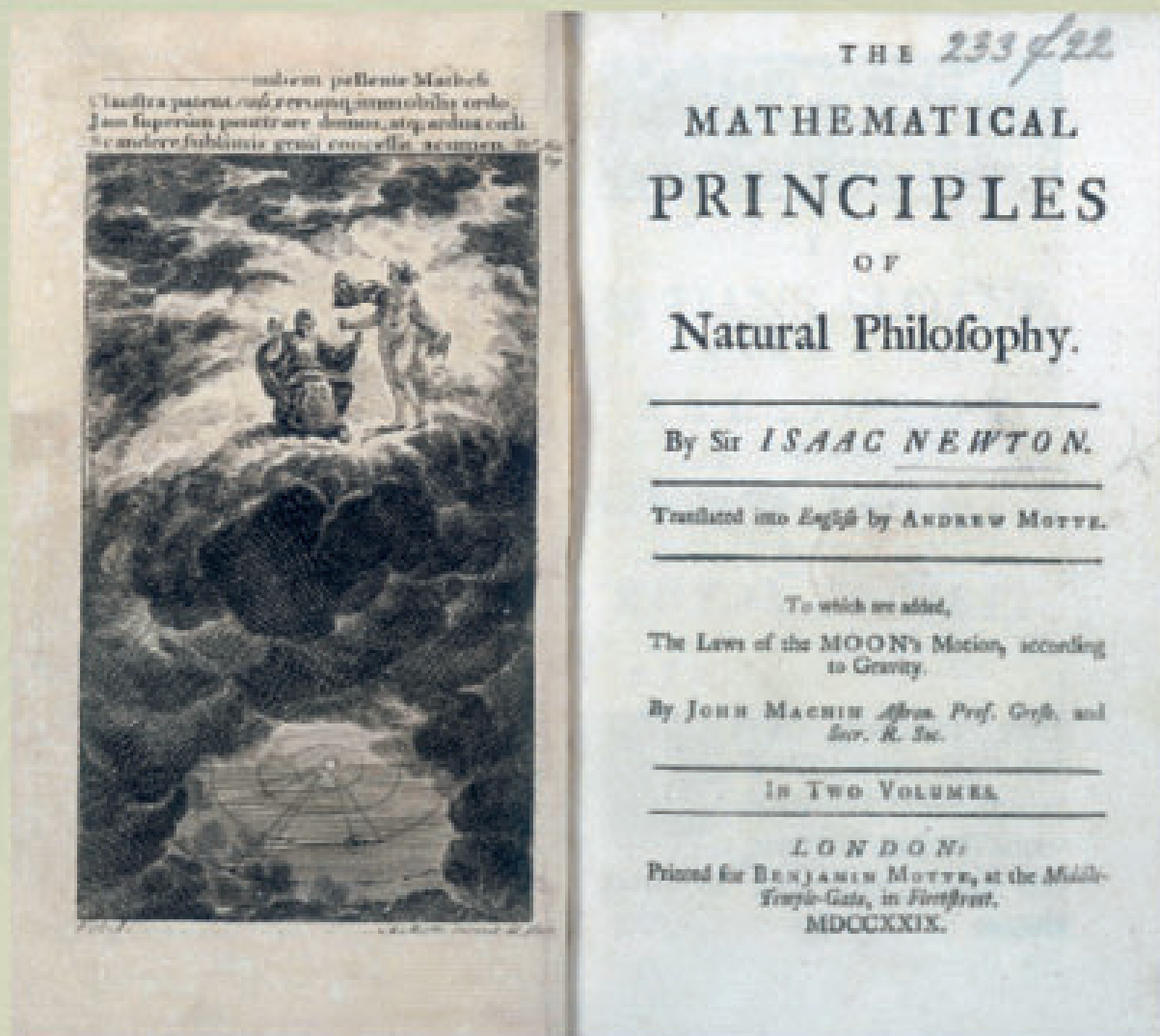
A 19. század végére úgy tűnt, hogy a fizika alapjai rendíthetetlenül állnak. Galileo Galilei a kísérleti megfigyeléseket ötvözte a matematikai számításokkal, hogy kialakítsa a világegyetem mechanikus szemléletét. Isaac Newton pedig Galileo Galilei és más tudósok felfedezéseire építve előállt a mozgás és a gravitáció törvényeivel, ezek segítségével megalkotta annak az univerzumnak a modelljét, amely – elméletileg legálábbis – teljes mértékben megjósolhatóan viselkedik (ezt a modellt nevezték el később „klasszikus mechanikának”). Az ok okozatot von maga után, a tárgyakra erők hatnak, a lehulló alma és a Föld körül keringő Hold mozgását ugyanazok a törvények irányítják.

A newtoni mechanika mellett a 19. század közepén egy másik jelentős előrelépés is történt: felfedezték az elektromos és a mágneses mezők törvényeit. Michael Faraday, akinek eredményei még fantasztikusabbnak tűnnek annak fényében, hogy hivatalosan még csak iskolába sem járt, és egy kovács fia volt, bebizonyította, hogy az elektromos áram képes mágnesességet gerjeszteni, míg a mágneses mező mozgatásával elektromos áramot lehet előállítani. Ezeket a felismeréseket aztán egy skót fizikus, James Clerk Maxwell fejlesztette tovább, aki az elektromos és mágneses mezők kölcsönhatását vizsgálta.

A Maxwell által megalkotott elektromágneses mezőelmélet első látásra összeegyeztethetőnek tűnt a newtoni mechanikával. Úgy vélték, hogy az elektromágneses hullámok jelenségét, akárcsak a fényhullámokét, szintén be lehet illeszteni a klasszikus mechanika keretrendsze-



FENT: Galileo Galileinek létfontosságú szerepe volt abban a tudományos forradalomban, amely a középkorban kezdődött, majd a reneszánsz idején folytatódott. Albert Einstein Galileo Galileit a modern tudomány szülőatyjának nevezte



ISAAC NEWTON ELMÉLETEI

Isaac Newton (1643–1723) cambridge-i matematikaprofesszor találta meg végül a választ egy sor olyan kérdésre, amely már egy ideje nem hagyta nyugodni a Robert Boyle-hoz és Robert Hooke-hoz hasonló, a „mechanikus iskolához” tartozó filozófusokat. Newton megdöntötte a kor bevett tudományos világgképét, amely sok tekintetben még mindig az ókori görög filozófus, Arisztotelész felfogásán alapult. A gravitációs vonzás általa megalkotott elmélete adott mechanikai magyarázatot arra, hogy miért a tapasztalt módon mozognak a pályájukon a naprendszer égitestei. A mozgásról kidolgozott elméletei, például a tehetetlenség törvénye – egy test mindaddig nyugalmi állapotban marad, amíg valamiféle erő nem hat rá – lenyűgözően egyszerű magyarázattal szolgáltak számos fizikai jelenségre, míg az általa kifejlesztett kalkulus (amelyet ő fluxiónak nevezett) többek között a szögfüggvények és a tangensek kiszámításához nyújtott felbecsülhetetlen segítséget.

FENT: Newton 1867-es, A természetfilozófia matematikai alapjai (Philosophiae Naturalis Principia Mathematica) című művének borítója

rébe. A tudósok egyszerűen azt feltételezték, hogy az elektromágneses hullámokat egy mindenütt jelen lévő fizikai anyag rezgései és hullámmozgásai idézik elő. Ezt a láthatatlan anyagot elnevezték „éternek”, és azt gondolták, hogy ugyanolyan szerepet játszik a fényhullámok terjedésében, mint a víz az óceánokban keletkező hullámok vagy a levegő a hanghullámok esetében.

Miután mindezek az elméletek a helyükre kerültek, a brit fizikus, Lord Kelvin 1900-ban a Brit Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (British Association for the Advancement of Science) előtt a következő elhíresült kijelentést tette: „A fizikában mára nem maradt semmi új felfedeznivaló. Mindössze egyre pontosabb méréseket kell végezni.” Megértjük az álláspontját. A kísérleti megfigyeléseket kísérő matematikai levezetések, amelyek Galileo Galilei, Newton és Maxwell nevéhez fűződtek, végül győzedelmeskedtek. Úgy tűnt, hogy a világegyetemet egységes törvények irányítják, és ezeket a törvényeket a matematika nyelvén írták.

De pontosan ebben a pillanatban megjelentek az első repedések is a fizika talapzatán. Felfedezték a sugárzás váratlan formáit – a röntgensugárzást és a spontán radioaktivitást. A sugárzás tanulmányozása során – amikor azt vizsgálták, mi történik, ha az elektromágneses hullámok fizikai akadálnak ütköznek – rejtélyes dolgokat észleltek azokon a határterületeken, ahol a különálló részecskéket leíró newtoni mechanikai elméletek találkoztak az elektromágnesesség jelenségével foglalkozó Maxwell-féle mezőelméletekkel. Ráadásul a tudósok egy sor leleményes módszert eszeltek ki, hogy bizonyítékot találjanak az állítólagos éter meglétére – ám minden esetben kudarcot vallottak.

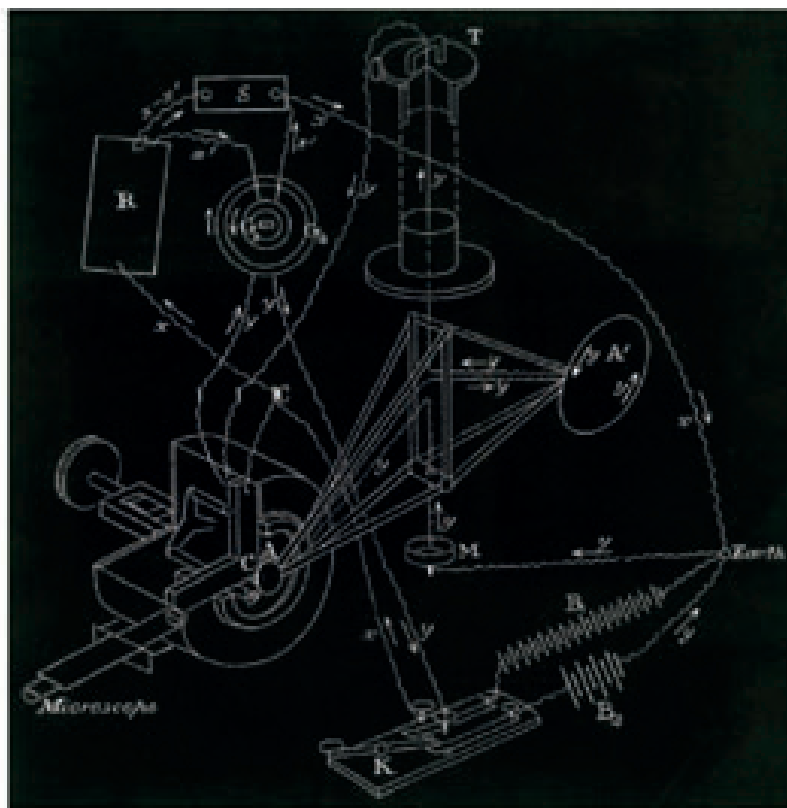
Eljött az 1905-ös év, amikor egy újabb kiváló fizikus lépett a színre: Albert Einstein. Akkortájt csupán egy harmadik fizetési kategóriába tartozó tisztviselő volt a svájci szabadalmi hivatalban. Meglehetősen közép-szerű eredménnyel végezte el a zürichi Műszaki Főiskolát (Eidgenössische Technische Hochschule), ahol a legtöbb tanárát maga ellen hangolta tekintélyellenes magatartásával. Ennek lett az eredménye, hogy sem a doktorátust nem tudta

„A fizikában mára nem maradt semmi új felfedeznivaló.” – **Lord Kelvin**

megszerezni, sem tanári állást nem kapott. Mivel azonban a feltevések megcáfolásában és az előfeltevések megkérdőjelezésében igen járatos volt, szabadalmi tisztviselőként meglehetősen jó munkát végzett.

Ezek a jellemvonások tették alkalmassá arra is, hogy felforgassa a klasszikus fizika világát. Lázadó gondolkodó volt, ami pont kapóra jött akkor, amikor a tudománynak le kellett magáról kaparnia azokat a bevett bölcsességeket, amelyek vakolatként száradtak rá. Ráadásul képzelőerőnek sem volt híján, minek köszönhetően végre tudta hajtani azokat a gondolatugrásokat, amelyekre a hagyományos gondolkodásban megragadt elmék nem voltak képesek. És mindenekelőtt tiszteletlen volt, vagyis meg merte kérdőjelezni azokat a feltevéseket, amelyeket a legtöbb tudós magától értetődőnek tartott.

LENT: A készülék, amelyet Maxwell tervezett az elektrosztatikus és az elektromágneses egységek összehasonlítására



JAMES CLERK MAXWELL (1831–1879)

Az Edinburghban született James Clerk Maxwell, aki már a kezdetektől fizikustehetségnek ígérkezett, tanulmányait az edinburghi és a cambridge-i egyetemeken végezte, ez utóbbit szerezte meg a diplomáját 1854-ben. Első munkáiban bizonyította, hogy a fehér fény a vörös, a zöld és a kék fényből áll össze, s magyarázatot adott arra is, miért maradnak stabilak a Szaturnusz gyűrűi. Az 1860-as években bemutatta, hogy egy elektromos mező változásai hogyan okoznak változásokat egy mágneses mezőben, ami aztán visszahat, és változásokat idéz elő az elektromos mezőben, „elektromágneses hullámot” keltve. „General Equations of the Electromagnetic Field” (Az elektromágneses mező általános egyenletei) címen kiadott munkája alapvető szerepet játszott az elektromos áram, a hővezetés és a mágnesesség megértésében, és megteremtette az elméleti keretrendszert a hatékony elektromos motorok későbbi kifejlesztéséhez.





Születés és gyermekkor

1879-1889

KORAI ÉVEK



Aggódó szülők és rossz tanulók: fel a fejvel! Albert Einstein gyerekkorában nem volt egy Albert Einstein. Csak lassan tanult meg beszélni: olyan lassan, hogy a szülei már egy orvost is felkerestek – a családjában rá is ragadt a „Kótyagos” becenév. Független látásmódja és a tekintéllyel való szembenállása pedig arra ragadtatta az egyik tanárát, hogy kijelentse: Einstein soha nem viszi semmire.

Einstein később úgy vélekedett, hogy csillapíthatatlan tudományos kreativitását pont annak köszönhette, hogy nem volt hajlandó a bevett gondolkodásmódokat követni. Lassú verbális fejlődése is hozzájárult ahhoz az egész életében megőrzött szokásához, hogy sokkal inkább képekben, mint szavakban gondolkodott. Imádott belemerülni a vizuális gondolkodási kísérleteibe – ő nevezte így ezeket –, amelyeket mi, hétköznapi emberek egyszerűen csak álmodozásnak hívunk.

A legnagyobb tudományos áttöréseinek többsége ilyen képzeletbeli kísérletekből született. Hogyan nézne ki egy fényhullám, ha az ember ugyanolyan sebességgel mozogna mellette, és úgy figyelné meg? Ha egy vasúti peronon álldogál valaki, és két villám csap be a közelében, ugyanazt látja, mint az, aki egy olyan vonaton utazik éppen, amelyik áthalad az állomáson? Ha valaki egy zárt liftben tartózkodik, és a lift a gravitáció nélküli világűrben felfelé gyorsul, ugyanazt fogja tapasztalni, mint az, aki

A „Kótyagos”

– a becenév, amit a család cselédje adott Einsteinnek

egy a Földön, ezáltal a föld gravitációs mezőjében lévő lift fülkéjében álldogál?

Mivel lassan tanult, Einstein olyan hétköznapi jelenségekre is rácsodálkozott, amelyeket legtöbbünk evidenciának talál. Jó példa erre, amikor nagyjából ötéves korában az apja megajándékozta egy iránytűvel. Einstein, akit az iskola miatt honvágy gyötört, annyira izgatott lett, amint elkezdte a szerkentyűt vizsgálgatni, hogy még a keze is remegett. A tűhöz senki nem ért hozzá, az mégis mindig észak felé mutatott, bárhogya is mozgatta a szerkentyűt. Valamiféle láthatatlan erő az egész hálószobáját, sőt látszólag az egész világegyetemet betöltötte.

Einstein nem túl tehetős családból származott, a felmenői zsidó kereskedők és házalók voltak az egykori Sváb Hercegség vidéki részein. Ahogy egyre jobban éltek, mindinkább asszimilálódtak a német társadalomba és kultúrába. Einstein 1879. március 14-én, egy pénteki napon délelőtt fél 12-kor született Ulmban;

BALRA: Einstein szülőháza Ulmban

FENT: Hermann Einstein, Albert Einstein édesapja

a város latin nyelvű mottója – profetikus módon – a következő volt: „Ulmenses sunt mathematici” (Az ulmiak matematikusok). Ulm épp akkoriban lett a gyermek korú Német Birodalomnak a Sváb Hercegség többi részével együtt. Einstein szülei, Pauline és Hermann eredetileg az Abraham nevet szánták fiuknak az atyai nagyapja után, de aztán meggondolták magukat, mert az első választásukat „túl zsidósnak” találták (legalábbis így mesélte később Einstein). Bár a kezdőbetűt, azaz az A-t megtartották, végül az Albert mellett döntöttek.

Kölyökként Einstein imádott bonyolult építményeket emelni építőkövekből, és képes volt 14 emeletes kártyavárakat is készíteni. Ugyanakkor kitartását és csökönyösségét ellensúlyozták időnkénti hisztériás rohamai: ilyenkor gyakran vágott kemény tárgyakat nővére, Maja fejéhez.

Albert Einstein egész életében megőrizte gyerekes bámulatát és csodálatát a világ iránt. Hitt abban – ahogy ezt később egy barátjának írt levelében is kifejtette –, hogy a hozzá hasonló emberek nem öregednek, és a világ-egyetem nagy rejtélyeivel szembekerülve örökre megőrzi a gyermeki kíváncsiságukat. Mindig is bámulatba ejtették azok a természeti jelenségek, amelyeket a legtöbb felnőtt magától értetődőnek tekintett. Mi a mágneses mező? És a gravitáció? Mindent megpróbált maga elé képzelni, képekben látni. Vajon miként nézne ki, ha valaki egy fénynyaláb mellett haladna ugyanolyan sebességgel? És hogyan fest a gravitációs mező?

Mindenekelőtt azonban lázadó természete arra ösztönözte, hogy megkérdőjelezen mindenféle bevett bölcsességet, bármennyire nyilvánvalónak is tartották. A balga tekintélytisztelet, hangoztatta többször is, az igazság ellensége. Newton *Principia* című művének bevezetőjében felsorolt bizonyos premisszákat – ezeket hagyományozta a modern korra. Például azt a feltevést, hogy az idő egyenes vonalban halad előre, másodpercről másodpercre, kérlelhetetlenül, s függetlenül attól, hogy megfigyeljük-e, vagy sem. Ezek a dolgok mások szemében egyértelműnek tűntek. Einsteinben azonban felmerült a kérdés: mégis honnan lehet ezt biztosra tudni?

LENT: Az Einsteinről készült legkorábbi ismert fotó





EINSTEIN HÚGA

Einstein húga, Maria – akit mindenki Majának becézett – két évvel testvére után született. Noha gyerekkorukban akadtak nehéz pillanatok – Albert többször fejbe vágta kemény tárgyakkal –, idővel bátyja bizalmas és legjobb barátja lett, és maradt élete végéig. Aaruban szerzett tanári képesítést 1902-ben, majd Berlinben újlatin nyelveket tanult. Az 1930-as években férjével, Paul Wintelerrel együtt Firenzében telepedtek le, de Mussolini antiszemita törvényei miatt 1938-ban végül az Egyesült Államokba költöztek a testvéréhez. Maja a következő 13 évben Princetonban élt. Miután 1948-ban szélütés érte, Albert gondozta, s minden este felolvastott neki, hol a *Don Quijotét*, hol valamilyen ezoterikus ógörög művet.

1951-es halálakor Einstein szinte eszét veszítette bánatában.

FENT: Az ötéves Einstein és hároméves húga, Maja 1884-ben

Geburtsurkunde.

Nr. 224

Wien am 15. März 1879.

Vor dem unterzeichneten Standesbeamten erschien heute, der
Persönlichkeit nach _____

_____ ich kenne,

den kaiserlichen k. k. Beamten _____

wohnhaft zu Wien k. k. Bezirkshaus Nr. 16 1879 _____

_____ christliche Religion, und zeigte an, daß von der
kaiserlichen k. k. Beamten _____

_____ christliche Religion,

wohnhaft zu _____

zu Wien in k. k. Bezirkshaus _____

am _____ kaiserliche _____ des Jahres

tausend acht hundert siebenzig und sechs verstrichen

um _____ Uhr ein Kind männlichen

Geschlechts geboren worden sei, welches _____ Vornamen

_____ erhalten habe.



JOBBRA: Einstein anyja, Pauline

BALRA: Einstein születési anyakönyvi kivonata, a dátum 1879. március 15.

EINSTEIN ÉS A ZENE

Hatéves korában Einstein ajándékot kapott az anyjától – egy hegedűt. Ez, akárcsak az iránytű, egész életét meghatározó hatást gyakorolt rá. Lázadozott ugyan a zenetanára által ráerőltetett gépies gyakorlás ellen, de miután megismerkedett Mozart szonátaival, hirtelen megértette, hogy a legnagyobb zenéket fantáziadús, kreatív szellemek alkották. Egy barátjának mesélte, hogy Mozart zenéje tiszta és gyönyörű, és benne magának a világegyetemnek a belső szépsége tükröződik. A zene segített Einsteinnek a gondolkodásban is, és a zene kötötte össze a szférák harmóniájával. Mindennél fontosabb volt azonban, hogy emlékeztetőül szolgált: a nagy géniuszokat – még akkor is (sőt különösen akkor), ha a matematika és a tudomány területén alkotnak – nem csupán az intelligencia, hanem a kreativitás és a képzelőerő is mozgatja.

JOBBRA: Einstein zeneszeretete egész életében kitartott. Amikor csak tehetett, elővette hegedűjét, hogy játsszon rajta



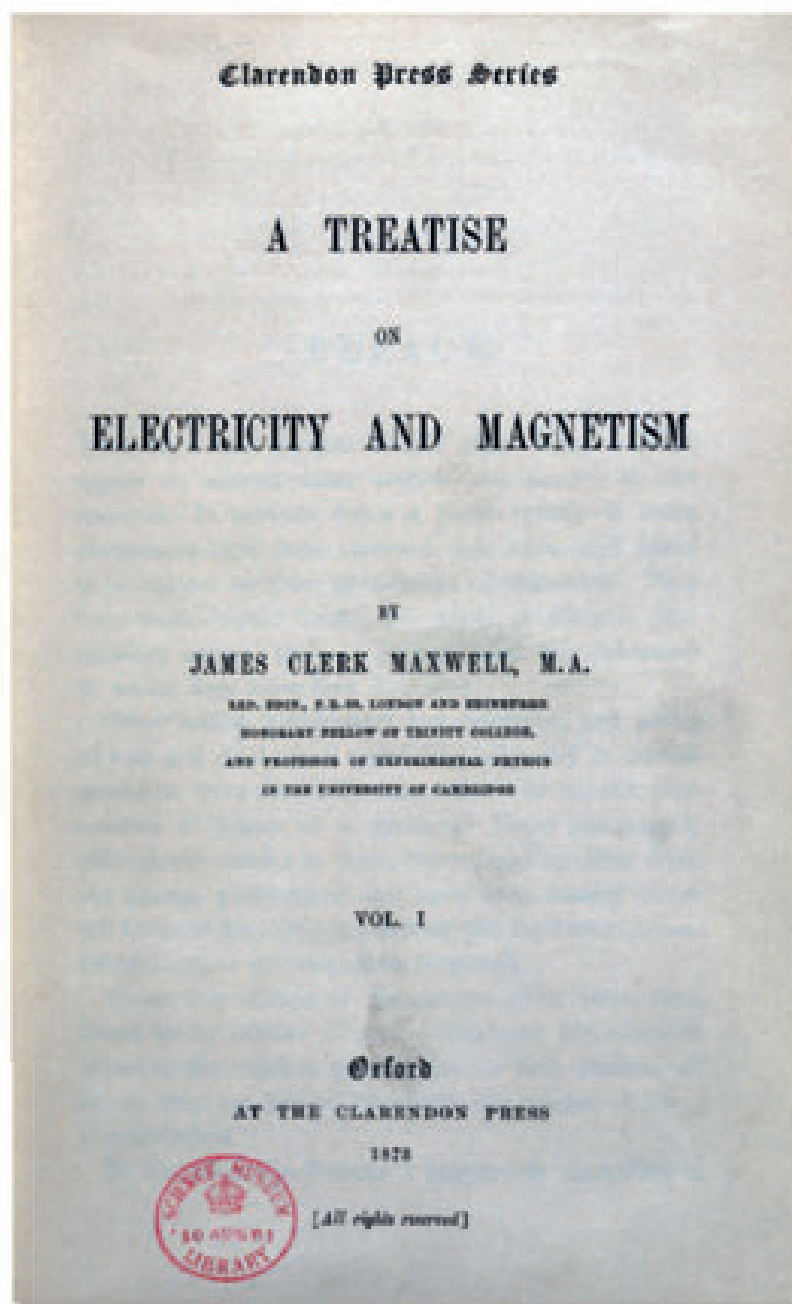
Az iskolák

Aróla keringő egyik elragadó mítosz szerint Einstein müncheni iskolaévei alatt megbukott matematikából. Ez a feltevés a különféle könyvekből és internetes oldalokról olyan gyakran visszaköszön, hogy mindenki számontartja, gyakorlatilag tényként kezelik.

Noha Einstein életében bőven akadnak elbűvölően ironikus események, nem igaz, hogy gyermekkorában ne lett volna jó matematikából. A nyelvtanulásban nem tűnt ki különösebben, és mivel a tanári tekintélyt is hajlamos volt semmibe venni, nem mindig volt a tanárok kedvence sem. Ugyanakkor a matematikában mindig is helytállt, mert a különféle koncepciókat maga elé tudta képzelni. Tisztában volt azzal, hogy egy matematikai egyenlet nem más, mint az Úristen ecsetvonása, amellyel a természet vásznára fest valamit, amit csak a képzeletünkkel tudunk felfogni – pont úgy, ahogyan a Homérosznál olvasott „rózsásujjú Hajnalt” is magunk előtt látjuk. Einstein képes volt elképzelni, hogy az egyenletek hogyan jelenhetnek meg a természetben – a James Clerk Maxwell által felfedezett elektromágneses mezőegyenletek például testet ölhetnek egy fénynyaláb mellett utazó fiú képében. Mindig is hitt abban, hogy a képzelőerő nyújt igazán betekintést a valóságba, nem pedig a tények pusztá ismerete.

Az algebra szeretetét mérnök nagybátyja, Jakob Einstein plántálta belé. Jakob módszere is

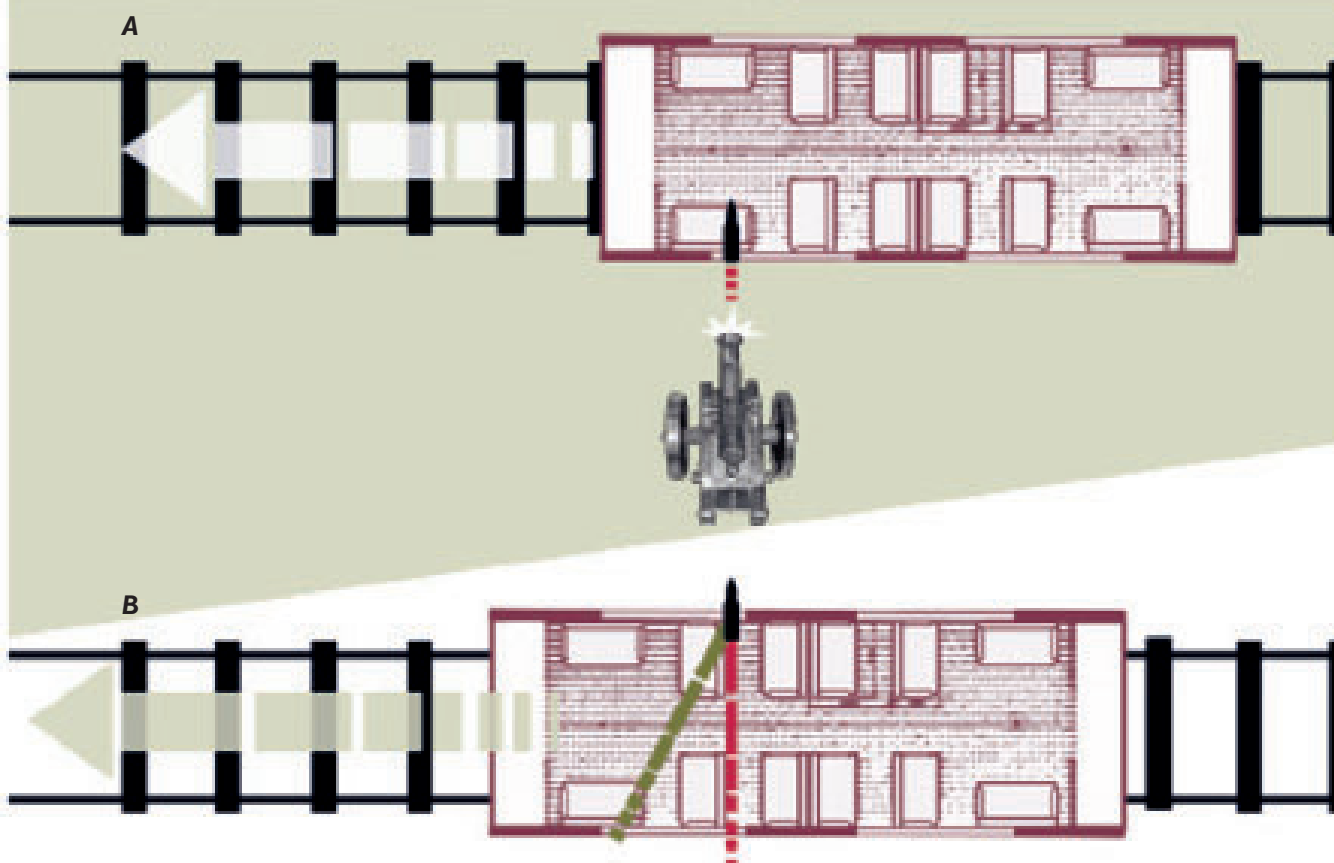
JOBBRA: Maxwell legfontosabb munkája, az 1873-ban kiadott, az *A Treatise on Electricity and Magnetism* (Értekezés az elektromosságról és a mágnesességről) hatalmas hatást gyakorolt a fiatal Einsteinre



BERNSTEIN GONDOLATKÍSÉRLETE

Einstein gondolatkísérletek iránti lelkesedését és érdeklődését Aaron Bernstein tudományos könyvei keltették fel. Bernstein egyik sokat taglalt témája a fénysebesség volt. A tárgyban írt szellemes értekezésében csírájában felfedezhetjük azokat a gondolatkísérleteket is, amelyeket 15 évvel később Einstein használt a speciális relativitáselmélet megalkotásával küszködve. Miközben Bernstein elképzelte, milyen lehet egy gyorsuló vonaton utazni, rámutatott, hogy a vonat fülkájén keresztülült golyó valamilyen szögben mozog, hiszen az idő alatt, amely aközött telik el, hogy a golyó a фуlke egyik ablakán becsapódik, majd a másik oldalon távozik, a vonat maga is mozog. És ugyanez igaz arra a fénysugárra is, amely egy teleszkópba érkezik, hiszen a Föld maga is mozog az űrben.

LENT: Bernstein gondolatkísérlete. Az A ábrán azt a pontot lehet látni, ahol a golyó behatol a vonatfülkébe, míg a B ábra a golyó tényleges röppályáját (vörös vonal) és a feltételezett röppályáját (zöld vonal) mutatja



a képzelőerőn alapult. Az egyenletek megoldásának keresését a vadászathoz hasonlította. Az x jelölte a zsákmányt, amelyet addig kellett könyörtelenül üldözni, amíg fogságba nem ejtették (azaz meg nem oldották). Amikor Einstein ezt megtanulta, a nagybácsi egyre nehezebb fogalmakkal ismertette meg. Ezek között volt a Pitagorasz-tétel is (amely szerint egy derékszögű háromszög átfogójának négyzete megegyezik a két befogó négyzetösszegével). Ezt végül maga Einstein is „bebizonyította”, mégpedig úgy, hogy a háromszögek hasonlóságából indult ki. Érezte, hogy a derékszögű háromszögek esetében az oldalak közötti kapcsolatot teljes egészében az egyik hegyesszög határozza meg.

A lényeg megint csak az volt, hogy ezeket az elgondolásokat nem csupán bemagolta, hanem képekké formálta, majd ezekben a képekben gondolkozott tovább. A matematika esetében a német iskolák nem igazán ezt a módszert követték, ahogy egyébként a legtöbb mai iskola sem. A Pitagorasz-tételt általában bemagoltatják, s nem úgy tanítják, hogy a diáknak maga elé

EINSTEIN ÉS A KATONASÁG

Gyerekkorában Einstein gyakran látott az ablakuk előtt masírozó katonákat, akik rezesbandák zenéjére vonultak. Az iskolatársai közül sokan szerettek katonásdit játszani, és utánozni a katonák menetelését. Az ilyesféle látványosságtól Einstein azonban sírva fakadt, és közölte a szüleivel, hogy a szemében nincs is visszataszítóbb dolog. Nem akarta, hogy efféle militáns elképzelésekkel megfertőzzék, és az olyan embereket, akik fenntartások nélkül elfogadták ezeket, alig tartotta többre az állatoknál. Ez a tekintélyellenes magatartás a diákévei alatt is bajba sodorta, mivel a tanítási stílust – a magoltatást és a kérdésekkel szemben mutatott türelmetlenséget – visszataszítónak találta.

JOBBRA: A katonai felvonulások (ezt éppen az őrezredbe bevonuló német koronaherceg tiszteletére rendezték 1869-ben) igen rosszul érintették Einsteint fiatalkorában



kell képzelnie az egyenletet. Einstein Pitagorasz-tétellel kapcsolatos megérzése később hasznosnak bizonyult, amikor azt a problémát vizualizálta, amelyből aztán a speciális relativitás-elmélet született.

Einsteinnek még egy nagy hatása, ám nem az iskolához köthető edukációs élményben volt része gyerekkorában. A szegény orvostanhallgató, Max Talmud hetente az Einstein családnál vacsorázott. Régre visszanyúló zsidó szokás volt, hogy sábat estéjére a családok meghívtak egy-egy szegény jesiva diákot vacsorára. Ezt a szokást az Einstein család is tartotta, noha a saját változatukban: ők ezt a napot csütörtökre tették, a vendég pedig egy szegény orvostanhallgató volt.

Talmud akkor kezdett Einsteinékhez járni, amikor Albert tízéves volt. A vendégségbe pedig különféle ismeretterjesztő műveket vitt magával, így Aaron Bernstein *A természet könyve – Közérdekű olvasmányok a természettudományok köréből* (Naturwissenschaftliche Volksbücher) című könyvsorozatát is, amelyre az ifjú Einstein nagy érdeklődéssel vetette rá magát. Szinte a lélegzete is elállt a könyvben olvasott tudományos felfedezésektől. A 21 kis alakú kötetből álló sorozat a kor tudományos eredményeinek

kincsestára volt, ezen belül is különösen a Németországban elért felfedezéseké.

Miután Einstein tanulmányozta Bernstein könyveit, Talmud egy geometria-tankönyvet ajándékozott neki, hogy még azelőtt kiélvezhesse a tárgyat, mielőtt az iskolában erőnek erejével a fejébe verik. Erről a könyvről később Einstein áhítattal szólt. Bámulatosan elegáns tételek szerepeltek benne, amelyeket a geometriai axiómák megdönthetetlen bizonyosságainak segítségével bizonyítottak be. Az például, hogy egy háromszög magasságvonalai egy pontban metszik egymást, semmiképpen nem volt magától értetődő megállapítás, de a Bernstein munkájában lefektetett egyszerű elvek az ilyen látszólag összetett dolgok megértéséhez is kulcsként szolgáltak.

Noha szülei nem voltak hívő emberek, és egyetlen zsinagógához sem tartoztak, fiatalkorában Einstein néhány évig a judaizmus hívéül szegődött, sőt még a kóser étkezési szabályokhoz is próbálta tartani magát. 12 évesen azonban, miután megismerkedett a tudomány világával, ez hirtelen megváltozott – pont, amikor a bar micvájára készült. Bernstein az ismeretterjesztő műveiben összebékítette a tudományt a vallással, méghozzá úgy, hogy



JOBBRA: Einstein 14 éves kori fényképe, amelyet egy müncheni műteremben készítettek

a világegyetem létezése mögött egy alapvető indítóokot látott. Ennek felfedezését ugyan a tudománynak tulajdonította, ugyanakkor az ok homályos érzékelését a minden emberi lényben meglévő vallásos tudat számlájára írta. Mindez meglehetősen jó leírása annak is, hogy felnőttként Einstein miben hitt. Lázadó 12 éves kamaszként azonban a hittől is radikálisan elfordult.

Ez az elfordulás felerősítette Einsteinben a bevett bölcsességekkel szemben érzett és eleve a természetéből fakadó szkepticizmusát. Szélsőséges bizalmatlanság alakult ki benne a dogmákkal és a vallási tekintéllyel szemben, s ez a nonkonformista hajlam későbbi politikai, társadalmi és tudományos meggyőződésében is megmutatkozott. Einstein felnőttként azt állította, hogy ennek az élménynek a nyomán alakult ki benne a gyanakvás a tekintély minden formájával szemben – és ezt az érzést később sem tudta levetkőzni.

Nagyjából abban az időben, amikor Einstein 15 éves lehetett, az áramszolgáltató cég, amelyet az apja és a nagybátyja vezetett, egyre veszteségesebbé vált. A család Észak-Olaszországba költözött, ahol reményeik szerint egy efféle kisvállalkozás jobban boldogulhatott volna. Einsteinnek a tervek szerint még három évet kellett volna Münchenben töltenie egy távoli rokonuknál, hogy befejezze az iskolát.

A sors azonban közbeszólt. Einstein, akit akkoriban már arcátlan diáknak tartottak, hamar rávették – vagy talán rákényszerítették –, hogy otthagyja az iskolát. Ő pedig meggyőzte a család orvosát, aki amúgy Max Talmud bátyja volt, hogy idegkimerültségre hivatkozva adjon neki felmentést a tanulmányai alól. Ezzel az igazolással felszerelve 1894-ben a karácsonyi szünet alatt otthagyta az iskolát, vonattal elutazott Olaszországba, és közölte a kétségbeesett szüleivel, hogy soha többet nem megy vissza Németországba. Megfogadta, hogy tanulni fog, hogy a következő ősszel felvesyék a zürichi Műszaki Főiskolára.

Aarau



FENT: A fotó Einstein húga, Maja és Paul Winteler esküvőjén készült 1910-ben

Ezen az 1895-ös nyáron, 16 éves korában írta meg Einstein az első fizikaesszéjét. Egy olyan témáról, amely a későbbi pályafutása szempontjából szinte sorszerűnek bizonyult: az állítólagos anyagról, az „éterről”. A tudósok a fényt hullámnak tekintették, és úgy vélték, a világegyetemet átjárja egy láthatatlan anyag – ezt nevezték éternek –, amely a gyűrűző hatás segítségével továbbítja a fényhullámokat, hasonlóan ahhoz, ahogy a tengereken a víz a hullámokat. A tudósok egy sor eljárást próbáltak ki, hogy az étert kimutassák, és megmérjék a Föld relatív mozgását ehhez képest. E kísérletek egyike sem járt sikerrel, de ez egyetlen kutatót sem tántorított el (Einstein sem) a meggyőződéstől, hogy az éter létezik.

Einstein tanulmánya egy sor olyan kísérleti lépést írt le, amelyek segítségével meg lehetne magyarázni, hogyan viselkedik az éter mágneses mezőben. Az írást elküldte nagybátyjának, Caesar Kochnak, egy belgiumi kereskedőnek. Tettetett alázattal kiemelte az írás tökéletlenségeit, tapasztalatlan ifjonti évei naiv természetének beállítva a tanulmányt. A nagybátyjának beszámolt arról is, hogy beiratkozna a zürichi Műszaki Főiskolára, de azt is megemlítette, hogy az intézmény korhatárra vonatkozó szabályai megnehezítik a helyzetét, mivel két évvel fiatalabb, mint a hivatalos felvételi korhatár.

Az Einstein család egyik barátja azonban közbenjárt az érdekében a politechnikum kancellárjánál, aki engedélyezte, hogy „ez a »csodagyerek«” megírhassa a felvételit. A matematikai

és a természettudományi résszel könnyen boldogult. Francia nyelvből, irodalomból, politikából és zoológiából azonban nem ment át. Az egyik fizikaprofesszor, Heinrich Weber felismerte Einstein tehetségét, és azt javasolta, hogy maradjon Zürichben, és járjon be az óráira. Einstein azonban úgy döntött, jobb lesz, ha az évet az egyik közeli falu, Aarau iskolájában járja végig.

Ott talált rá a merev német oktatási rendszer ellenszerére is. Einstein később azt írta, hogy az aarai tanítási módszerek nyomán kezdte értékelni azt a fajta oktatást, amely a tekintélytisztelettel és a szabályoknak való engedelmességgel szemben azt plántálja a diákokba, hogy vállaljanak felelősséget a tetteikért. Ráadásul az iskola pártolta az úgynevezett Gedankenexperiment – azaz a gondolat-kísérlet – módszerét is, ami kulcsfontosságúnak bizonyult Einstein későbbi sikereinek szempontjából.

Aarauban ötlött fel benne az egyik leghíresebb gondolat-kísérlete is. Próbálta maga elé képzelni, milyen lenne egy fénynyaláb mellett haladni. Noha Einstein úgy vélte, hogy a korai gondolat-kísérletei kissé gyerekesek voltak, egyik barátjának később elismerte, hogy ez az elképzelése közvetlen hatást gyakorolt a speciális relativitáselméletére. Felismerte, hogy ha valaki képes lenne a fény sebességével egy fénynyaláb nyomába eredni, akkor az a fényhullám lényegében olyan lenne, mintha mozdulatlanná dermedne az időben. Később Einstein lehetetlennek ítélte és elvetette ezt a feltételezést.

Einstein szállásadó családja Aarauban Wintererék voltak, akik sokáig nagy hatást gyakoroltak az életére. Senki nem csodálkozott, ellenben mindenki boldog volt, amikor Einstein 1895 vége felé, néhány hónappal beköltözése után romantikus viszonyba bonyolódott a lányukkal, Marie-val. A lány épp akkor lett 18 éves – két évvel volt idősebb Albertnél –, és a szüleinél tartózkodott, mielőtt a szomszédos falu iskolájában állást vállalt volna. A rá következő áprilisban, a tavaszi szünetben Einstein a családját látogatta meg Olaszországban, és papírra vetette első ismert szerelmes levelét Marie-nak. Leírta, mennyire boldoggá tette őt a lány, és hogyan szorította szívére a levelét, miközben elképzelte, amint Marie épp neki ír.

Einstein születése jogán német állampolgár volt, amivel nem volt kibékülve. Nem kedvelte a militáns német szellemiséget, és az is aggasztotta, hogy behívhatják katonai szolgálatra. Apja engedélyével kitöltötte a papírokat, hogy

lemondjon az állampolgárságáról, és 1896 januárjában meg is kapta a felmentést.

Miután már nem volt egyetlen állam polgára sem, egyetlen felekezethez tartozónak sem tartotta magát: a hivatalos kérvényben, amelyben lemondott az állampolgárságáról, azt nyilatkozta, hogy nem tartozik egyetlen felekezethez sem. Idősebb korában, különösen azután, hogy Németországban felhorgadtak az antiszemita indulatok, Einstein sok, a judaizmustól elforduló kollégájától eltérően ismét rátalált a zsidó gyökereire. Mindig a többséggel szemben haladt, megvetette, és a házat maga mögött hagyó csigához hasonlította azokat a zsidókat, akik asszimilálódni próbáltak, és kiegyezésre törekedtek a kínzóikkal. Az ember zsidóságát semmi sem tudja megváltoztatni – Einstein szemében a hovatartozás törzsi alapú volt, s nem a vallási előírások követésében nyilvánult meg. Noha saját bevallása szerint a zsidó vallás egyetlen tételében sem hitt, mégis boldogan sorolta magát a zsidó néphez.



JOHANN HEINRICH PESTALOZZI OKTATÁSI TANAI

Néha az élet tökéletesen alakul. Ez történt akkor is, amikor Einstein az aarai iskolában kötött ki, ahol azokat az elveket követték, amelyeket Johann Heinrich Pestalozzi fektetett le még a 19. század elején. 1801-es *Hogyan tanítja Gertrúd gyermekeit? (Wie Gertrud ihre Kinder lehrt?)* című könyvében a svájci oktatási reformer megfogalmazta azokat az alapelveket, amelyek meglátása szerint rávehetik a gyerekeket az önálló gondolkodásra. Úgy vélte, hogy megfigyelések és kísérletek segítségével kell eljutniuk a diákoknak a dolgok mélyebb megértéséhez; a magolást és a memorizálást viszont elvetendő eszköznek tartotta. Az aarai iskolában a fantáziadús gondolatkísérletekben látták a helyes utat, amit Einstein imádott. Még a matematikát is a Pestalozzi-módszer alapján tanították: először megfigyelték a tárgyakat, majd a vizuális képzelőerőt segítségül hívva felépítették az elvont koncepciókat. Einstein zsenialitásának is egyik alapkőve lett a vizualizáció.

BALRA: 1802-es fametszet, amelyen Pestalozzi és felesége éppen tanítási módszereiket alkalmazzák

WINTERERÉK

A görög–történelem szakos tanár, Jost Winteler liberális felfogású szociáldemokrata volt, szinte már bántóan egyenes és kissé idealista ember, márpedig Einstein pont ezeket a tulajdonságokat értékelte a leginkább másokban. A német militarizmussal és úgy általában véve a nacionalizmussal szembeni ellenérzését is megerősítette Einsteinben. Ezen felül fiatal pártfogoltjában elültette az internacionalizmussal, a pacifizmussal és a demokratikus szocializmussal kapcsolatos meggyőződését, valamint a világkormányzatba vetett reményeit is. A család más tagjai is nagy hatást gyakoroltak Einsteinre. Winteler felesége, Rosa amolyan pótmamája lett, míg a lányuk, Marie az első barátnője, ráadásul Einstein húga, Maja később Wintelerék fiához, Paulhoz ment feleségül.

JOBBRA: Einstein egyik közeli barátja, Michele Besso még szorosabbra fűzte Einstein kapcsolatát Wintelerékkel, miután a lányukat, Annát vette el

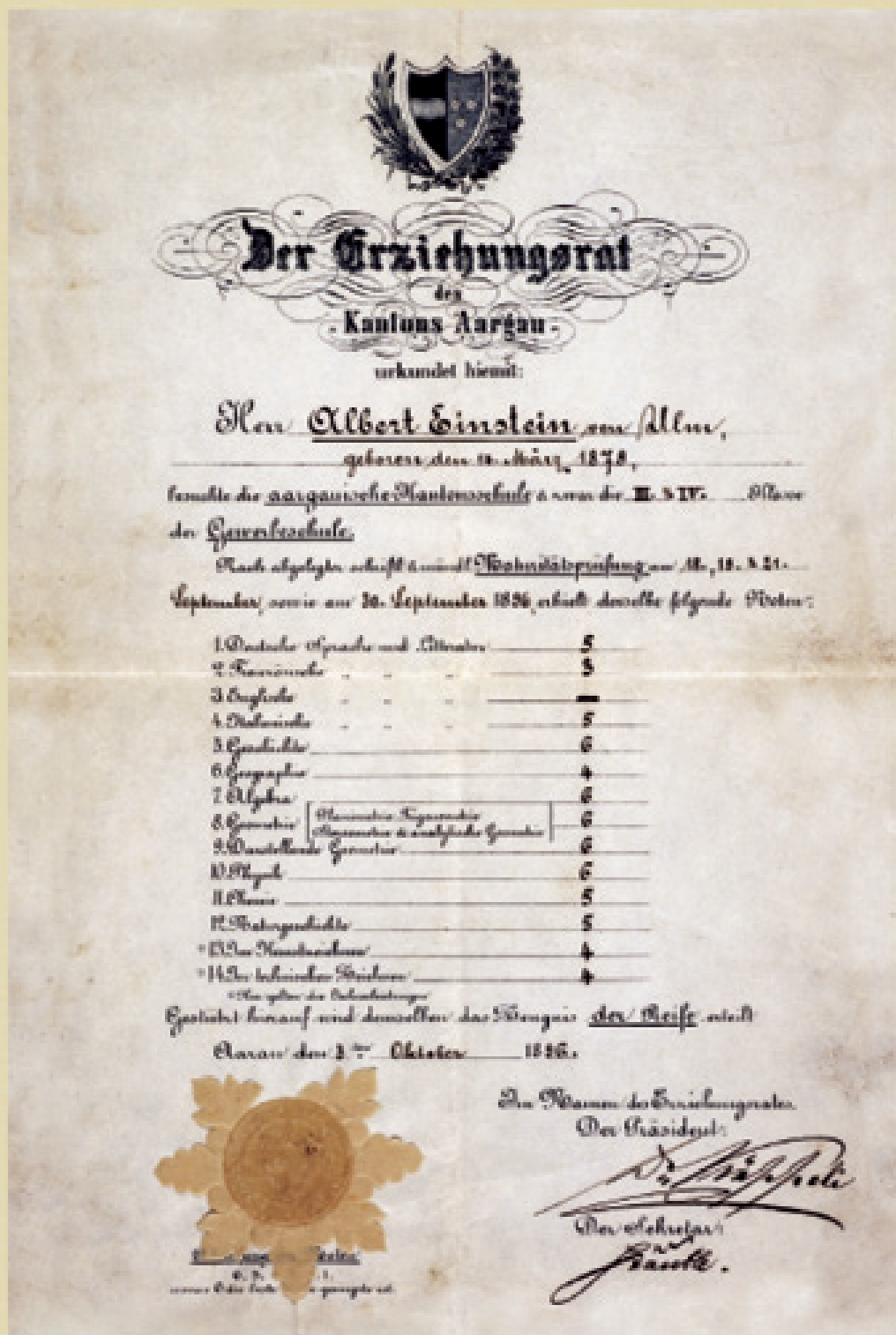


Egy Aarauban eltöltött év után Einstein osztálymásodikként végezte el az iskolát, és újból megpróbálkozott a felvételi vizsgával a zürichi Műszaki Főiskolára. Matematikából a maximális eredményt érte el, annak ellenére, hogy egy helyen „imaginárius” számot írt „irracionális” szám helyett. Ugyancsak maximális eredményt ért el fizikából is, noha a fizikafeladatokra fordítható 120 percből mindössze 75 percet használt fel. A vizsga

francia nyelvi részével azonban megszenvedett. És bár a nyelvet nem sikerült túl fényesen elsajátítani, az esszéjében olyan személyes meglátások szerepelnek, ami miatt mégis ez vizsgájának a legérdekesebb része. Azt írta, úgy véli, matematika- vagy fizika-tanár lesz belőle, és a tantárgyak elméleti oldalára koncentrál majd. A függetlenséget jelölte meg a tudományos pálya legvonzóbb tulajdonságaként.



BALRA: Einstein 1896-ban az aaraui végzős osztályával. Einstein bal oldalt ül a sor szélén



FENT: Einstein bizonyítványa az aarai iskolából 1896-ból. Történelemből, algebrából, geometriából, leíró geometriából és fizikából a legjobb jegyeket kapta (lásd 156. oldal)