

## Einsteinovo (pol)storočie

18. apríl. V tento deň v roku 1873 zomrel nemecký chemik Justus von Liebig, v roku 1943 japonský admirál Isoroku Yamamoto, v roku 1964 hollywoodsky scenárista Ben Hecht, pred tromi rokmi biológ a cestovateľ Thor Heyerdahl. Snáď s výnimkou posledného dnešnému čitateľovi tieto mená veľa nehovoria. 18. apríla 1955 však v Princetone skončil život človeka, ktorého všeobecne známe meno patrí k symbolom 20. storočia. Albert Einstein.

### Roky učňovské a tovarišské

Jeho rodiskom je nemecké mestečko Ulm (1879) na brehu Dunaja. Rodina sa o rok sťahuje do Mníchova, kde Albert neskôr začína študovať na gymnáziu (1888). V roku 1895 sa hlási na prestížnu Federálnu technickú vysokú školu (ETH) v Zürichu - neúspešne, preto pokračuje v štúdiu na kantónálnej škole v Aarau, ktorej maturita otvára možnosť automatického prijatia na ETH.

Diplom ETH získava v roku 1900, po dlhšom hľadaní práce sa stáva zamestnancom patentového úradu v Berne (1902) a fyzike sa venuje popri zamestnaní. V roku 1903 sa žení s kolegyňou zo štúdií Milevou Marić, o rok neskôr sa im narodí syn Hans Albert.

### 1905: Výbuch fyzikálnej supernovy

Výsledky Einsteinovej tvorivej aktivity v jeho „zázračnom roku“ 1905 možno prirovnať k výbuchu supernovy. Pred 100 rokmi Einstein uverejnil v nemeckom odbornom časopise *Annalen der Physik* štyri články, ktoré položili základy kvantovej fyziky a teórie relativity, pilierov modernej fyziky a obrazu sveta, ktorý nás obklopuje.

V prvom článku v marci rozpracoval hypotézu, že svetlo, dovtedy považované za vlnenie, pozostáva z diskretných čiastočiek, „svetelných kvánt“ – fotónov. Ukázal tiež, ako možno pomocou nej vysvetliť viaceré procesy, napr. fotoelektrický jav.

Ďalší článok z mája načrtol teóriu chaotického pohybu drobných teliesok (napr. zrníek peľu) v kvapaline, ktorý objavil biológ Brown (1827). Zaujímavé je, že Einstein pravdepodobne o tomto jave nevedel a predpovedal ho iba na základe teoretických úvah. Jeho vysvetlenie javu ako dôsledku zrážok rozptýlených častíc s atómami a experimentálne potvrdenie teórie Jeanom Perrinom presvedčili aj posledných skeptikov o reálnosti existencie atómov.

Tretia práca bola redakcii časopisu doručená v posledný júnový deň. V nej boli sformulované základné myšlienky revolučnej teórie, ktorú dnes poznáme pod názvom *špeciálna teória relativity*. Z dvoch postulátov, princípu relativity, ktorý hovorí, že fyzikálne zákony nezávisia od rovnomerného pohybu vzťažnej sústavy, v ktorej ich pozorujeme, a princípu nemennosti rýchlosti svetla, odvodil Einstein známe dôsledky: skracovanie dĺžok pohybujúcich sa telies, predlžovanie časových intervalov, vzájomné transformácie súradníc a času v pohybujúcich sa sústavách, atď. Práca rozvrátila klasické predstavy dovtedajšej fyziky o čase a priestore.

Konečne, v poslednom článku zázračného roku Einstein rozpracoval ďalší dôsledok teórie relativity, súvis medzi energiou a hmotnosťou telesa, ktorého vyjadrením je najslávnejšia rovnica modernej fyziky,  $E=mc^2$ . Tú dnes nájdete nielen v učebniciach fyziky, ale aj na kávových šálkach alebo tričkách tínedžerov.

### Druhý vrchol

Nasledujúce roky priniesli ďalšie významné výsledky, aj keď ich nemožno porovnať s explóziou roku 1905. Ďalej rozvinul teóriu Brownovho pohybu a prácou o teórii merných tepiel položil základ kvantovej fyziky tuhých látok. Druhým vrcholom bol bezpochyby rok 1915, keď zavŕšil prácu na *všeobecnej teórii relativity*.

Einstein sa od roku 1907 systematicky usiloval o zahrnutie zrýchleného pohybu a gravitácie do svojej špeciálnej teórie. Základom sa stal objav *princípu ekvivalencie*, podľa ktorého sú zrýchlenie a gravitácia rovnocenné. Einstein ho označuje za „najšťastnejšiu myšlienku života“ a píše: „*Sedel som*

*na stoličke v patentovom úrade v Berne, keď ma zrazu napadla myšlienka: Ak človek padá voľným pádom, nebude cítiť svoju vlastnú váhu.*" Cesta od šťastného nápadu k rovniciam, ktoré vyjadrujú zakrivenie času a priestoru v dôsledku prítomnosti hmoty, trvala ďalších osem rokov.

## **V žiare reflektorov**

Jedným z dôsledkov teórie je mierny ohyb svetelného lúča pri pohybe okolo hmotného telesa. Experimentálne je možné ho pozorovať ako posun zdanlivej polohy hviezd v dôsledku prechodu ich svetla okolo Slnka, je to však jav tak nepatrný, že ho bolo možné zmerať iba počas úplného zatmenia Slnka. To nastalo 29. mája 1919 a britská Kráľovská astronomická spoločnosť zorganizovala dve expedície, ktoré mali jav pozorovať na najpríhodnejších miestach: na Princovom ostrove pri pobreží Afriky a v severnej Brazílii.

Jav ohybu svetla existuje aj v Newtonovej teórii gravitácie, uhol ohybu má však iba polovičnú hodnotu ako v Einsteinovej teórii. Výsledky experimentov, ohlásené v Londýne 6. novembra 1919, triumfálne potvrdili Einsteinovu predpoveď a katapultovali autora z ticha vedeckej pracovne do svetiel reflektorov a na stránky najvplyvnejších denníkov.

Anglický historik Paul Johnson v *Dejinách 20. storočia* napísal: „Z Einsteina sa stal nadnárodný hrdina, víťaný na všetkých svetových univerzitách, obklopený davom všade, kde sa objavil, archetyp vedca filozofa, ktorého zamyslenú tvár poznali stámmilióny ľudí.“

Samotnému vedcovi publicita nebola milá. Krátko pred smrťou napísal v liste nemeckému fyzikovi Maxovi von Laue: „Všetko, čo má niečo spoločné s kultom [mojej] osoby, mi bolo vždy nepríjemné.“ Einstein a jeho dielo však neboli iba oslavované, naopak, v období vzostupu fašizmu sa stali terčom útokov „árijských“ vedcov. Historickou iróniou je, že vedúcou osobnosťou útokov na „židovskú“ vedu bol bratislavský rodák Philipp Lenard, nositeľ Nobelovej ceny za fyziku z pamätného roku 1905.

## **Vízie alebo ilúzie?**

Einstein opustil Nemecko v roku 1932. Ďalšie roky prežil v Princetone, v prívetivom prostredí Inštitútu pre pokročilé štúdium. Jeho neskoršia práca už neprinesla spektakulárne výsledky. Sústredil sa na problémy kvantovej teórie a hľadanie zjednotenej teórie polí.

Nezmieril sa so štatistickým charakterom predpovedí kvantovej teórie, s jej odklonom od prísneho determinizmu klasickej fyziky, s náhodnosťou ako vnútorným princípom fyziky. Márne sa však usiloval o jej kompletnejšiu, deterministickú formuláciu.

Bez úspechu ostali aj pokusy o vybudovanie teórie, ktorá by zjednotila teóriu gravitácie a teóriu elektrických a magnetických polí. Einsteinova vízia však podnecuje nové pokusy o „veľké zjednotenie“, ktorým dnes kraluje nádejná (alebo preludná?) teória superstrún.

## **Einstein v 21. storočí**

Rukopisy a archív odkázal vedec Hebrejskej univerzite, knižnicu sekretárke, milované husle vnukovi. Vedecké dielo ostáva súčasťou modernej fyziky a výzvou pre jej profesionálnych i amatérskych reformátorov. Dôsledky všeobecnej teórie relativity sa naďalej experimentálne testujú, misie NASA a Európskej vesmírnej agentúry (ESA) sú plánované hlboko do 21. storočia. Einsteinove myšlienkové experimenty s kvantovými stavmi sa stali inšpiráciou pre pokusy o kvantový prenos informácie, ktorý sa môže stať základom budúcich kvantových počítačov.

Spisovatelia sa snažia z archívov vydolovať čo najpikantnejšie podrobnosti pre nové Einsteinove biografie. Jeho tvár a odkaz sa však využívajú aj produktívnejšie. Hlavným cieľom *Medzinárodného (alebo Svetového) roku fyziky*, ktorý na rok 2005 vyhlásila OSN, je využiť 100. výročie Einsteinových zásadných objavov na zvýšenie informovanosti verejnosti o výsledkoch fyzikálneho výskumu, jeho úlohe v modernej vede a technike, podnietenie záujmu mladej generácie o štúdium fyziky. Úlohou fyzikálnych spoločností, vedeckých inštitúcií a komunity je presvedčiť politikov, novinárov a verejnosť o význame fyziky pre spoločnosť, o nevyhnutnosti podporovať výskum, o tom, že fyzika je vedou, ktorá podnecuje technický pokrok a napomáha riešiť globálne problémy a výzvy 21. storočia.

## Rámček I

### Nobelove ceny

Na udelenie Nobelovej ceny za fyziku Einsteina navrhovali od roku 1910, hlavne za teóriu relativity. Experti Nobelovho výboru však neboli zrejme jej význam schopní spoľahlivo odhadnúť. Nakoniec mu cenu udelili až za rok 1921 „za služby teoretickej fyzike, a špeciálne za objav zákona fotoelektrického javu“.

Einstein sám viacero návrhov Nobelovmu výboru zaslal. Návrhy za fyziku boli zväčša prijaté. V roku 1923 podporil návrh československého parlamentu udeliť cenu za mier Tomášovi G. Masarykovi. V roku 1935 navrhol cenu udeliť Carlovi von Ossietzky, editorovi berlínskeho pacifistického týždenníka, odporcovi fašizmu, ktorého Hitler krátko po nástupe k moci uvrhol do koncentračného tábora. Ossietzky cenu dostal, nikdy ju však neprevzal. Následne Hitler zakázal všetkým nemeckým občanom prijať akúkoľvek Nobelovu cenu.

V roku 1947 Einstein podal návrh na mierovú cenu pre švédskeho diplomata Raoula Wallenberga, ktorý počas misie v Budapešti zachránil tisícky Židov. Po oslobodení mesta Sovietskou armádou Wallenbergova stopa mizne v obávanom moskovskom väzení Ľubjanka.

Einstein sa raz odvážil navrhnúť aj kandidáta na Nobelovu cenu za literatúru. V roku 1951 odporučil priateľa z amerického exilu, významného rakúskeho spisovateľa Hermanna Brocha.

## Rámček II

### Svetlo a tieň

Einstein je známy ako geniálny fyzik, mysliteľ, humanista. V jeho biografii však existujú aj tienisté stránky a paradoxné momenty. V roku 1902 porodila Mileva Marić ich nemanželské dieťa; o osude „Lieserl“, ako dieťa nazývali v listoch, je málo známe, zrejme bolo dané po narodení na adopciu v Srbsku. Druhý syn geniálneho vedca, Eduard, zas trpel na schizofréniu a väčšinu dospelosti strávil v psychiatrickom ústave. Ani duch Einsteinovej veľkosti nebol ušetrený malichernosťou. V r. 1936 zaslal článok do amerického časopisu Physical Review. Ako je pravidlom v dobrých vedeckých časopisoch, článok posudzoval recenzent, ktorý žiadal, aby autor časti článku podrobnejšie objasnil. To Einsteina pobúrilo a redakcii napísal, že si neželá, aby jeho práce kolegovia čítali pred uverejnením. Editor dôsledne trval na obvyklom postupe; dôsledkom bolo, že Einstein už nikdy svoju prácu do Physical Review neposlal.

Známy je aj Einsteinov pacifistický postoj. Za mier a odzbojenie sa výrazne angažoval počas celého obdobia medzi svetovými vojnami. Paradoxne sa však jeho meno spája s výrobou atómovej bomby. Nielen pre slávny vzťah medzi hmotnosťou a energiou, ale aj preto, že v rokoch 1939–40 napísal sériu listov americkému prezidentovi Rooseveltovi, v ktorých upozorňoval na nebezpečenstvo výroby ničivej bomby v Nemecku a vážou svojej osobnosti sa zasadzoval za zintenzívnenie vojenského jadrového výskumu v USA. Po vojne sa však opakovane vyslovil za jadrové odzbrojenie, naposledy týždeň pred smrťou v tzv. „Russellovom–Einsteinovom manifeste“.

### ŠTEFAN OLEJNÍK

*(autor je vedeckým pracovníkom vo  
Fyzikálnom ústave SAV v Bratislave)*