



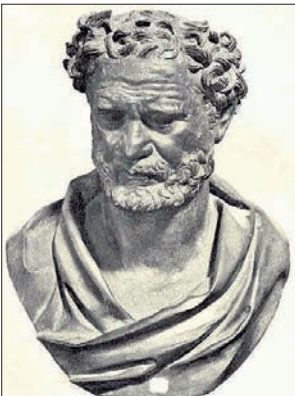
## Fyzika tří tisíciletí

Jan Novotný<sup>1</sup>, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

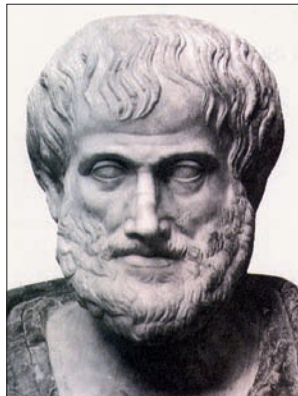
Na přelomu tisíciletí se na mne obrátili pořadatelé X. semináře o filosofických problémech matematiky a fyziky s prosbou, abych pro konferenční sborník napsal stručný přehled o výsledcích a osobnostech fyziky 20. století. Při práci na přehledu jsem si stále více uvědomoval, že tvůrcové 20. století stáli, podobně jako to kdysi o sobě řekl Newton, „na ramenou obrů“ a že by tedy bylo rozumné zadání rozšířit a pojednat o celých dějinách fyziky. Při výběru materiálu jsem se rozhodl řídit se názorem širší komunity, jak jej vyjádřily odpovědi v anketě, kterou uspořádal k miléniu časopis *Physics World*. Ankety se zúčastnilo asi 130 fyziků a jejich úkolem bylo mimo jiné jmenovat pět osobností, které podle jejich názoru nejvíce přispěly k vývoji fyziky během celé její historie. Takto vzniklý přehled jsem pak porovnal s výběrem nejvýznamnějších osobností fyziky v knize Michaela Harta a se seznamem nositelů Nobelových cen za fyziku.

Seminář proběhl ve Velkém Meziříčí a sborník z něj vydalo nakladatelství Prometheus pod názvem *Matematika, fyzika a jejich lidé* o dva roky později. Tento příspěvek se zde nyní přetiskuje s menšími doplňky a úpravami.

Prehistorie fyziky spadá do řecké antiky. Myšlenky DÉMOKRITA (460–371) jsou známy jen díky citátům v dílech jiných autorů, již jejich počet však ukazuje, jak vlivným myslitelem byl. Podal ucelený obraz přírody založený na myšlence redukce světa na elementy – atomy, jejichž interakce by měla vysvětlit všechno složitější. První dochovaná kniha pod názvem „Fyzika“ pochází od geniálního uspořadatele řeckého vědění ARISTOTELA (384–322). I když se zcela nekryje s fyzikou, jak jí rozumíme dnes, zejména její myšlenky o pohybech a proměnách hmoty v něčem předjímají novověkou vědu, jež se rozvíjela v tvořivém zápase s nimi. EUKLEIDÉS (365–300) byl čistý matematik, byť jeho axiomatika mohla být vzorem pro zpřesnění fyziky a jeho geometrie sloužila fyzikům jako nástroj. Fyzika udělala z Eukleida teprve moderní doba, když odhalila, že geometrie může být také chápána jako empiricky ověřitelné poznávání vlastností prostoru. Za svého kolegu mohou dnešní fyzikové bezesporu považovat ARCHIMÉDA (287–212), který přinesl první exaktní poznatky o statické kapalin a těles, pokoušel se určit vesmírné vzdálenosti a dokázal pro fyzikální cíle efektivně využívat matematiky.



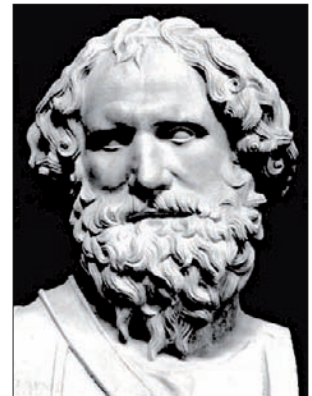
Démokritos



Aristotelés



Eukleidés



Archimédés

Nové vzepětí fyziky předznamenává Mikuláš KOPERNÍK (1473–1543), když osvobodí náš pohled na vesmír od vazby k Zemi. Galileo GALILEI (1564–1642) buduje základy nové mechaniky a podkládá heliocentrický systém fyzikálně. Formuluje novou metodiku zkoumání přírody založenou na spojení pozorování a matematiky. Johannes KEPLER (1571–1630) nachází zákony planetárních drah a pohybu po nich. Dílo těchto a dalších géníů sedmnáctého století dovršuje Isaac NEWTON (1642–1727) vytvořením ucelené teorie mechanických pohybů a gravitačního působení, která je svou výstavbou vzorem pro všechny budoucí snahy fyziků. Newton jim posky-

<sup>1</sup> novotny@physics.muni.cz

tuje v podobě infinitesimálního počtu aparát pro rozvíjení své teorie i teorií, které teprve mají přijít. Jeho optika se stává výzvou k vytvoření ucelenějšího obrazu světa, než je obraz mechanický.



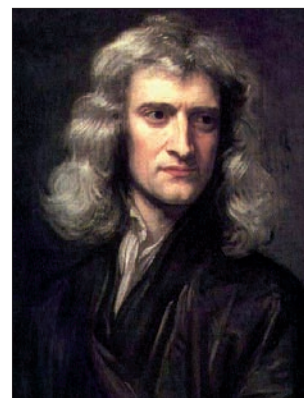
*Mikuláš Koperník*



*Galileo Galilei*

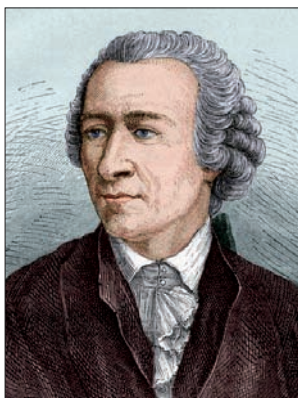


*Johannes Kepler*



*Isaac Newton*

Fyzika osmnáctého století žije z Newtonova díla. V jeho matematickém rozpracování hraje mimořádnou úlohu Leonhard EULER (1707–1783), s jehož jménem se setkáme v teorii pohybu tuhých těles i tekutin. Pro budoucí fyziku mají nesmírnou cenu také objevy chemiků, které vedou k znovuzrození atomové teorie na vskutku vědecké bázi, a vynálezy strojů, které otvírají cestu průmyslové revoluci. Zkoumání procesů probíhajících v parních strojích se v následujícím století stalo impulsem pro vznik termodynamiky v pracích Nicolase Sadiho CARNOTA (1796–1832).



*Leonhard Euler*



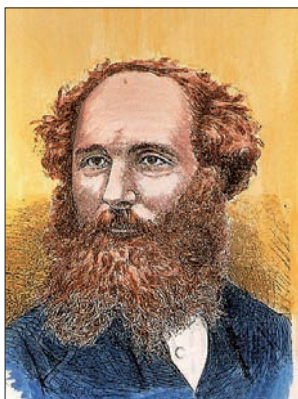
*Nicolas Sadi Carnot*



*Michael Faraday*



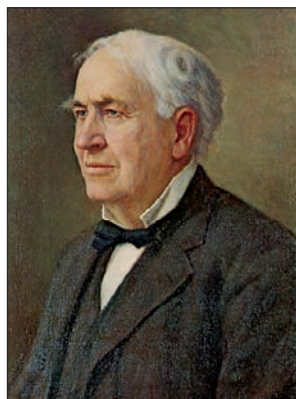
*Christian Doppler*



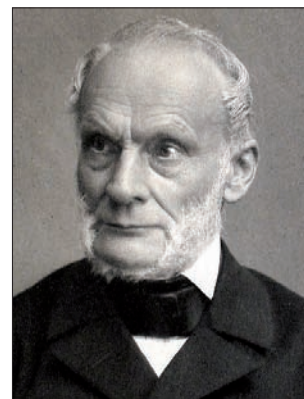
*James Clerk Maxwell*



*Lord Rayleigh*



*Thomas Alva Edison*

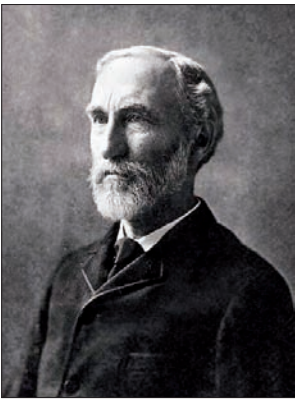


*Rudolf Clausius*



Devatenácté století je, co se fyziky týče, stoletím poznání zákonů elektromagnetismu hlavně zásluhou Michaela FARADAYE (1791–1867).

Teprve pozdější doba plně ocenila zásluhu Christiaana DOPPLERA (1803–1853), jehož vztah pro změnu frekvence působené pohybem zdroje či pozorovatele má univerzální platnost od mikrosvěta po vesmír. Faradayovy objevy se zúročily sestavením zákonů elektromagnetismu do tvaru rovnic, jimž je podřízeno chování elektromagnetického pole a jež nesou jméno jejich objevitele Jamese Clerka MAXWELLA (1831–1879). Maxwelllova teorie sjednocuje popis jevů náležejících předtím optice, elektřině a magnetismu. Mezi průkopníky této teorie vynikl Lord RAYLEIGH (1842–1919), jehož zásluhou například víme, proč je nebe modré. Rozvoj poznatků o elektromagnetismu je spojen s vynálezy, které znamenají novou etapu průmyslové revoluce a dávají člověku nejenom větší možnosti v oblasti přenosu a zpracování hmot, ale také v zaznamenávání a rychlém přenášení informace a všestranné proměně každodenního života. Za všechny jmenujme aspoň univerzálního technického génia Thomase Alvu EDISONA (1847–1931), který je též objevitelem jevu stojícího u počátků elektroniky.



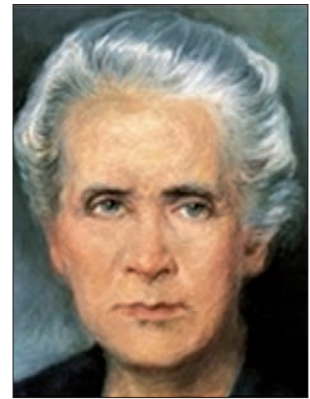
Josiah Gibbs



Ludwig Boltzmann



Wilhelm Röntgen



Marie Skłodowska-Curie

Během devatenáctého století dovršil poznání principů termodynamiky Rudolf CLAUSIUS (1822–1888) a začaly být budovány základy statistické fyziky a objasňováno její spojení s termodynamikou v pracích Josiaha GIBBSE (1830–1905) a Ludwiga BOLTZMANNNA (1844–1906).

Na přelomu století si fyzika díky novému teoretickému a technickému aparátu začíná prorážet cestu do nového světa – světa mikroskopických rozměrů a vysokých energií. Představiteli tohoto úsilí jsou Wilhelm RÖNTGEN (1845–1923), jehož objev nejen rozšiřuje znalost spektra elektromagnetického záření, ale poukazuje též na procesy probíhající na mikroskopické úrovni v nitru hmoty, či Marie SKLODOVSKÁ-CURIE (1867–1934), která se svým manželem Pierrem CURIEM (1859–1906), průkopníkem v oblasti fyziky pevných látek a jejich magnetických vlastností, objevuje nové radioaktivní prvky. První krok do světa elementárních částic znamená důkaz existence elektronu, který přísluší Josephu Johnu THOMSONOVI (1856–1940). Patrně největším představitelem experimentální fyziky je Ernst RUTHERFORD (1871–1937), jenž ve své slavné laboratoři odhaluje existenci atomového jádra a jaderných přeměn.

První tři desetiletí dvacátého století se pro fyziku stávají dobou výstupu na vyšší, postnewtonovské poschodí, na němž je nutno spojit poznatky mechaniky, elektromagnetismu a statistické fyziky a přihlédnout přitom k novým objevům v mikrosvětě. Tento výstup probíhá po dvou různých mostech. Prvním je speciální (1905) a později obecná (1915) teorie relativity. Nezbytnost zásadní reformy fyziky vyplývala z negativního výsledku experimentu, který uskutečnil Albert MICHELSON (1852–1931). K řešení se prodíral Hendrik LORENZ (1853–1928), jemuž vděčíme za nalezení souvislosti mezi mikroskopickou a makroskopickou elektrodynamikou. Gordický uzel problému však rozřal svými postuláty relativity a konstantní rychlosti světla z roku 1905 až Albert EINSTEIN (1879–1955). Speciální teorie relativity přizpůsobila mechaniku Maxwellově teorii elektromagnetického pole a dospěla tak ke sjednocujícímu pohledu na prostor a čas. Einsteinova obecná teorie



*Pierre Curie*



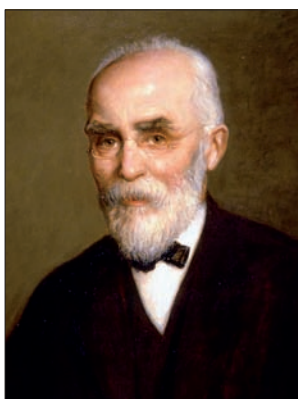
*Joseph John Thomson*



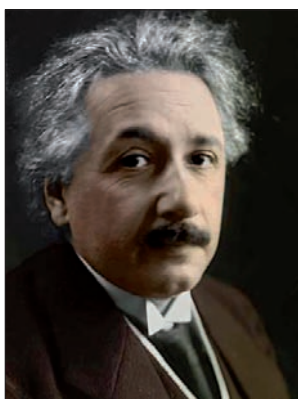
*Ernst Rutherford*



*Albert Michelson*



*Hendrik Lorentz*



*Albert Einstein*



*David Hilbert*



*Edwin Hubble*

relativity z roku 1915 vysvětlila gravitaci jako projev zakřivení prostoročasu a otevřela tím cestu k modernímu zkoumání vývoje vesmíru a jeho masivních objektů. Jedna z jejích nejzávažnějších předpovědí – existence gravitačních vln – bude snad potvrzena na úsvitu třetího tisíciletí. V souvislosti s obecnou teorií relativity je možno jmenovat též Davida HILBERTA (1862–1943), čelného matematika, jenž užitím variačního počtu dospěl k jejím rovnicím současně s Einsteinem a byl stěžejním představitelem matematické fyziky, která si všímá fyzikálních problémů především ve snaze postavit fyzikální teorie na pevný matematický základ. Možnosti aplikace relativistické kosmologie na vesmír otevřel objev rudého posunu galaktických spekter, který učinil Edwin HUBBLE (1889–1953).

Na rozdíl od Einsteinovy relativity je kvantová teorie výtvorem rovnocenné plejády tvůrců. Cestu k ní otevřel Max PLANCK (1858–1947) kvantovým vysvětlením vyzařovacího zákona v posledních dnech devatenáctého století. O pět let později Einstein vysvětluje fotoelektrický jev kvantovou povahou světla. Další vzepětí kvantové teorie znamenají dvacátá léta, kdy k jejím základním poznatkům dospívají z různých stran Erwin SCHRÖDINGER (1887–1961) a Werner HEISENBERG (1901–1976). Kvantová mechanika vysvětluje stavbu atomů, periodicitu jejich vlastností a vytváření vyšších struktur – molekul, krystalů. Představuje však ještě mnohem radikálnější převrat než teorie relativity. Ta nás nutí zvyknout si na odlišný obraz světa, zatímco kvantová teorie vlastně žádný názorný obraz světa nedává. Veličiny determinující vývoj klasických mechanických systémů nemohou být v mikrosvětě současně určeny a možné výsledky jeho měření proto obecně tvoří spektrum, přičemž zákony kvantové mechaniky umožňují předvídat jen pravděpodobnosti jednotlivých výsledků. Jde pouze o dočasnou vadu teorie nebo o trvale platné vyjádření vlastností nového světa? Ve vášnivých diskusích na toto téma vítězí názor Nielse BOHRA (1885–1962), který „neurčitost“ kvantové mechaniky přijímá jako adekvátní povaze mikrosvětla. Ke klasikům kvantové teorie patří i Wolfgang PAULI (1900–1958) už díky svému vylučovacímu principu.



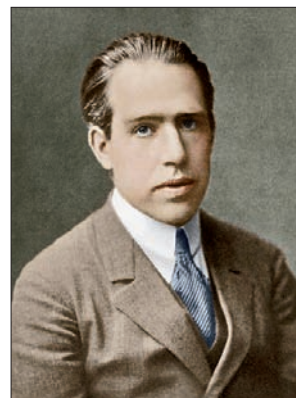
Max Planck



Erwin Schrödinger



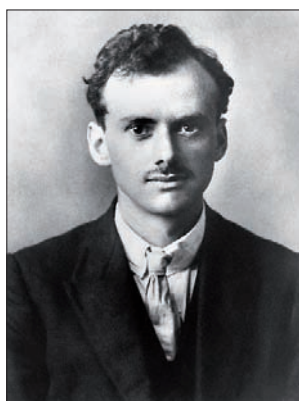
Werner Heisenberg



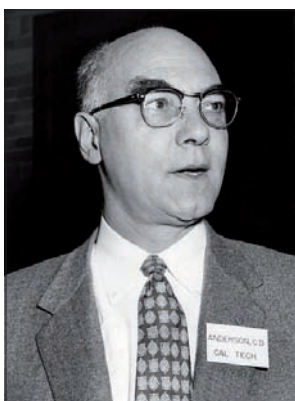
Niels Bohr



Wolfgang Pauli



Paul Dirac



Carl Anderson



Julian Schwinger

Nastává čas k syntéze relativistických a kvantových myšlenek. Paul DIRAC (1902–1984) koncem dvacátých let přizpůsobuje vlnovou rovnici požadavkům speciální relativity. Existenci antičástic, která vyplývá z Diracovy teorie, potvrzuje objev pozitronu, který náleží Carlu ANDERSONOVI (1905–1991). Ucelená relativistická teorie interakce elektromagnetického záření s elektricky nabitou hmotou – kvantová elektrodynamika – vzniká až roku 1948. Různými způsoby k ní současně dospěli Julian SCHWINGER (1918–1994), Sin-Itiro TOMONAGA (1906–1979) a Richard FEYNMAN (1918–1988), který obohatil fyziku o nesmírně efektivní a názorné metody výpočtu výsledků interakcí v mikrosvětě (Feynmanovy diagramy, Feynmanův integrál přes trajektorie).

Zároveň se prudce rozšiřuje aplikační oblast kvantové teorie. Její pomocí jsou vysvětlovány vlastnosti hmoty v nejrůznějších, často extrémních stavech a předvídány, objevovány a využívány vlastnosti nové. Z velkého množství budovatelů jmenujme alespoň Enrica FERMIHO (1901–1954), který započal zkoumání slabých interakcí a vedl skupinu, která roku 1942 uvedla do provozu první jaderný reaktor, Lva LANDAUA (1908–1968), který se zabýval zkoumáním vlastností hmoty při vysokých hustotách či nízkých teplotách (supratekutost) a jehož jméno je spojeno s velkolepou mnohadílnou monografií o teoretické fyzice, Felixe BLOCHA (1905–1983), který rozvinul kvantovou teorii pevných látek a později přešel k zkoumání jaderné nukleární rezonance, kde současně s Edwardem PURCELLEM (1912–1997) našli účinné metody jejího měření, a Hanse BETHEHO (1906–2005), jehož hlavní oblastí zájmu byla jaderná fyzika a podílel se na vytvoření první jaderné bomby i na poznání procesů probíhajících v nitru hvězd.

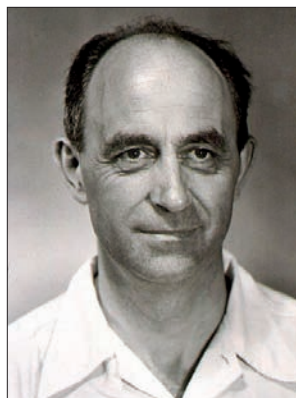
To nám dává příležitost připomenout, jak se fyzika dvacátého století prolíná s astronomií. Toto spojení symbolizuje jméno Arthura EDDINGTONA (1882–1944), který přispěl k poznání stavby hvězd, snažil se však také o vysvětlení hodnot fyzikálních konstant a byl tak předchůdcem úsilí o „teorii všeho“. Za všechny další astronomy jmenujme Cecilii PAYNE-GAPOSHKINU (1900–1979), která významně posunula poznání složení hvězd, stavby naší galaxie a chování proměnných hvězd.



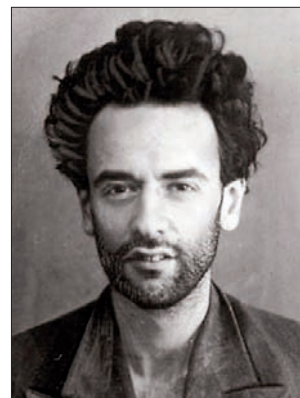
*Sin-Itiro Tomonaga*



*Richard Feynman*



*Enrico Fermi*



*Lev Landau*



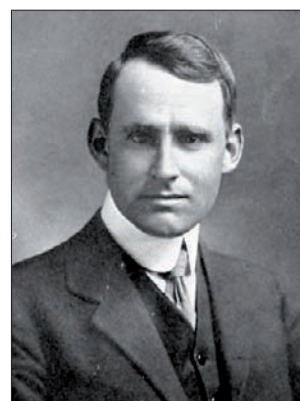
*Felix Bloch*



*Edward Purcell*



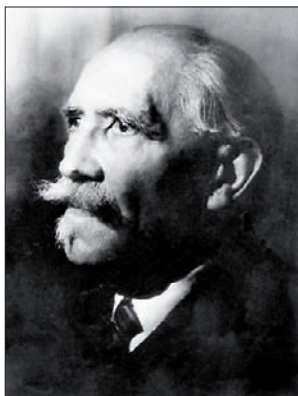
*Hans Bethe*



*Arthur Eddington*



*Cecilie Payne-Gaposhkin*



*Paul Langevin*



*Lars Onsager*



*Hideki Yukawa*

Především makroskopickou fyzikou – od teorie relativity přes magnetické vlastnosti látek, šíření zvuku v hlubinách moře až po nerovnovážnou termodynamiku – se zabýval Paul LANGEVIN (1872–1946). Velkou postavu nerovnovážné termodynamiky byl Lars ONSAGER (1903–1976), z jehož prací vychází též biofyzika.

Období po druhé světové válce dává další impulzy kvantové teorii a snahám o sjednocení fyziky. Hideki YUKAWA (1907–1981) předvídá existenci mezonů, které hrají důležitou roli v silných interakcích. Chen Ning YANG (1922–) a Tsung-Dao LEE (1926–) teoreticky vysvětlují nezachování parity při slabých interakcích a poukazují tak na narušení symetrií v mikrosvětě. Díky experimentátorům začíná prudce růst počet elementárních částic a teoretikové se pokoušejí najít souvislosti mezi jejich parametry a redukovat jejich počet na částice „skutečné“



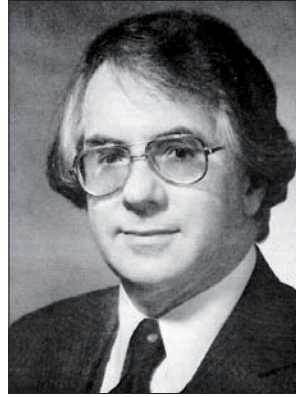
elementární. Roku 1968 dochází mezi čtyřmi interakcemi (silná, slabá, elektromagnetická a gravitační) k prvnímu sjednocení a vzniká tak teorie elektroslabých interakcí, jejíž předpovědi jsou brzy úspěšně potvrzeny. Rovnocennou zásluhu o to mají Sheldon GLASHOW (1932–), Abdus SALAM (1926–1996) a Stephen WEINBERG (1933–), který dodnes pokračuje ve sjednocovacím úsilí se zřetelem ke gravitaci a kosmologii. Pokrok do teorie elektroslabých interakcí vnesli využitím kalibračních principů Gerardus 't HOOFT (1946–) a Martinus VELTMAN (1931–)



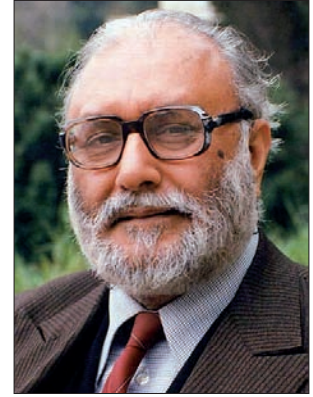
Chen Ning Yang



Tsung-Dao Lee



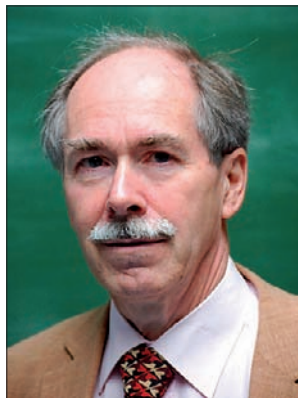
Sheldon Glashow



Abdus Salam



Stephen Weinberg



Gerardus 't Hooft



Martinus Veltman

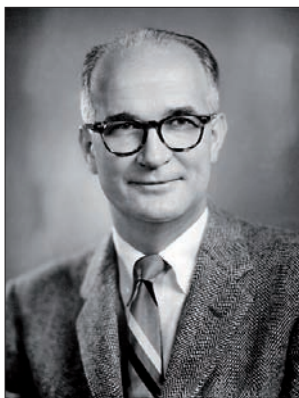


John Bell

V posledních desetiletích století ožívá zájem o principiální otázky smyslu kvantové teorie a díky tomu jsou dodatečně doceněny práce Johna BELLA (1928–1990), který ukázal, že filozoficky laděná diskuse mezi Bohrem a Einsteinem má i své experimentálně rozhodnutelné aspekty. Ty, jak se zdá, dávají za pravdu kvantové teorii oproti snahám ji přizpůsobit klasickému nazírání na svět.

Stejně jako kdysi poznání zákonů elektromagnetického pole, mění i aplikace kvantové teorie podobu našich životů, jak je to vidět na současné inženýrské revoluci. K nejvýznamnějším podkladům pro to patří vynález tranzistoru, o který se zasloužili William SHOCKLEY (1910–1989), Walter BRATTAIN (1902–1987) a John BARDEEN (1908–1991), jenž spolu s Leonem COOPEREM (1930–) a Johnem Robertem SCHRIEFFEREM (1931–) vytvořil kvantovou teorii supravodivosti, či kvantová elektronika využívající vysoce koherentního záření laserů a maserů, kterou reprezentují zejména Charles TOWNES (1915–), Arthur SCHAWLOW (1921–1999) či Nicolaas BLOEMBERGEN (1920–). K zviditelnění mikrosvěta přispívá elektronový mikroskop, zvláště poté, co byl zásluhou Heinricha RÖHRERA (1933–) a Gerda BINNIGA (1947–) zdokonalen využitím kvantového tunelového jevu. Vztahem fyziky a informace zejména se zřetelem ke kvantové fyzice se zabývá Charles BENNETT (1943–).

Poslední desetiletí dvacátého století jsou ovšem zřejmě ještě příliš živá, než abychom si byli jisti jejich představiteli, kteří si zaslouží zařazení do panteonu. Spojením teorie slabých a elektromagnetických interakcí roku 1968



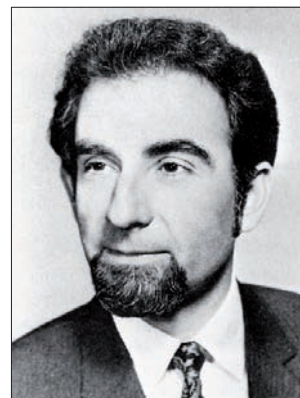
William Shockley



Walter Brattain



John Bardeen



Leon Cooper



John Robert Schrieffer



Charles Townes



Arthur Schawlow



Nicolaas Bloembergen



Heinrich Röhler



Gerd Binnig



Charles Bennett



John Wheeler

se otevřela epocha snah o úplné sjednocení fyziky na kvantovém podkladě a s přihlédnutím k teorii relativity. V současné době fyzika dospěla ke „standardnímu modelu“ podávajícímu dobrý přehled vlastností elementárních částic a jejich elektromagnetických, slabých a silných interakcí. Mnozí fyzikové doufají v možnost hlubšího sjednocení omezujícího počet empirických parametrů a pracují na teoriích „velkého sjednocení“, jejichž ověření může záležet i na kosmologických pozorováních. Nejvyšší metou „teorie všeho“ je zahrnutí gravitační interakce, což si vyžaduje sladění kvantové teorie nejen se speciální, ale i s obecnou teorií relativity. To znamená, že i prostor a čas samy by měly být nějakým způsobem podrobeny kvantovým principům. Jsou proto vítány impulzy ze strany obecné teorie relativity, jaké přinášejí např. John WHEELER (1911–2008), který je průkopníkem relativistické





astrofyziky a autorem termínu „černá díra“ pro objekt vzniklý gravitačním kolapsem, či Stephen HAWKING (1942–), který dokazoval nezbytnost vzniku singularit při vývoji hvězd a vesmíru, děje-li se podle rovnic obecné teorie relativity, a předpověděl kvantové vyzařování černých děr. Martin REES (1942–) je příkladem astrofyzika, který čerpá z nejmodernějších fyzikálních poznatků pro vysvětlení formování galaxií a volbu mezi různými kosmologickými modely.

Kromě propastí mikrosvěta a vesmíru leží ovšem před současnou fyzikou ještě další propast – propast složitosti. Teorie všeho by měla zahrnout i výstup od prvních principů k zákonům, jimiž se řídí složité věci. Do oblasti fyziky složitých systémů a dějů můžeme zařadit práce Kennetha WILSONA (1936–), který vytvořil aparát pro studium kritických jevů a fázových přechodů. Mnozí fyzikové ve svých prognózách vývoje fyziky myslí na vyhlídky aplikace fyzikálních metod a přístupů na tak komplikované systémy, jako jsou živé organismy, počítače či lidský mozek. A domnívají se, že sjednocování fyziky by mohlo vrhnout nové světlo i na takové problémy, jako je původ směru času, biologická evoluce či povaha lidského myšlení. Proto se v seznamu velkých fyziků dodatečně ocitá i Alan TURING (1919–1954), matematik a průkopník vědy o počítačích, který si kladl otázku, zda jsou jejich možnosti ve srovnání s lidským mozkem principiálně omezeny.



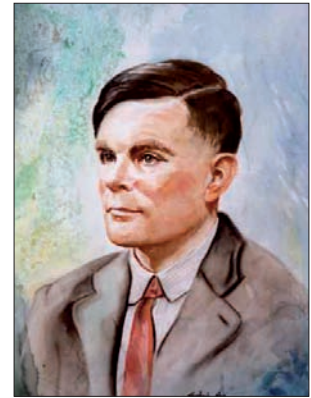
Stephen Hawking



Martin Rees



Kenneth Wilson



Alan Turing

Od prvních krůčků řeckých myslitelů jsme dospěli velmi daleko – a přece první podoby našich současných otázek nacházíme už u nich. Rozdíl je ovšem v tom, že pro naše předchůdce bylo vědecké zkoumání většinou čistě intelektuálním počináním, které nemohlo lidský život nijak podstatně ohrozit ani zlepšit. Dnes je tomu zcela jinak a velkým tématem budoucí fyziky se možná stane snaha o nalezení nové rovnováhy mezi člověkem a přírodou.

Jak již bylo řečeno, nechal jsem se při zpracování přehledu vést anketou časopisu *Physics World*, jejíž zhodnocení přetiskl Československý časopis pro fyziku [1]. Účastníci ankety odevzdali celkem 610 hlasů pro 61 fyziků. V mém přehledu je 72 jmen, protože v některých případech (jako je třeba Lee a Yang a nezachování parity) by nebylo vhodné přisoudit zásluhu jen jednomu z nich..

Nakolik mi zvolené výběrové kritérium umožnilo prolétnout dějinami fyziky, musí posoudit čtenář. Je výběr, který provedli účastníci ankety, uspokojivý? Sám bych žádného z pěti nejvýznamnějších fyziků nehledal mimo něj, chápu-li jej však jako výběr jedenašedesáti, některá jména a směry s nimi spojené mi chybí. Zvláště postrádám tvůrce velkých formálních systémů, jejichž jména nezapadnou, dokud se bude pěstovat fyzika, protože tyto systémy přesahují hranice konkrétních teorií. Dovolím si své tři favority uvést: jsou to Joseph Louis LAGRANGE (1736–1813), William Rowan HAMILTON (1805–1865) a Emmy NOETHEROVÁ. (1882–1935). Lagrangeův a Hamiltonův formalismus jsou neodmyslitelné od teoretické fyziky, ať už newtonovské, relativistické či kvantové. Emmy Noetherová ukázala obecnou souvislost mezi variačními principy, principy symetrie a zákony zachování. Čtenář si může seznam doplnit podle vlastního uvážení.

Výběr fyzikální komunity zřetelně preferuje tvůrce ideových základů fyziky – ještě jasněji než z přehledu jmen to vyplývá z počtu hlasů pro ně odevzdaných. Uvedme aspoň prvních deset včetně počtu hlasů: Einstein (119),

Newton (96), Maxwell (67), Bohr (47), Heisenberg (30), Galilei (27), Feynman (23), Dirac (22), Schrödinger (22), Rutherford (20).

Zkusil jsem porovnat výběr fyzikální komunity se dvěma dalšími výběry. Kniha Michaela Harta [2] (autor je fyzik a astronom) podává žebříček stovky osobností všeho druhu s primárním zřetelem k jejich dlouhodobému vlivu (včetně odhadu vlivu, který ještě budou mít) na lidskou kulturu a civilizaci. Z fyziků uvedených v našem seznamu je v Hartově žebříčku zařazeno šestnáct osobností, a to takto: 2. Newton, 10. Einstein, 12. Galilei, 13. Aristotelés, 14. Eukleidés, 19. Koperník, 23. Faraday, 24. Maxwell, 35. Edison, 46. Heisenberg, 56. Rutherford, 59. Planck, 71. Röntgen, 75. Kepler, 76. Fermi, 77. Euler. Ve stovce dalších mužů a žen, o jejichž zařazení by se podle autora dalo uvažovat, jsou ještě Archimédes, Bohr, Carnot, Clausius, Curieová, Démokritos, Schrödinger, Shockley a Townes. V žebříčku nacházíme ovšem ještě další osobnosti (vynálezce, matematiky, astronomy, filozofy), které nejsou bez vztahu k fyzice, a v přídatném soupisu je i několik takových, které lze nejlépe charakterizovat jako fyziky.



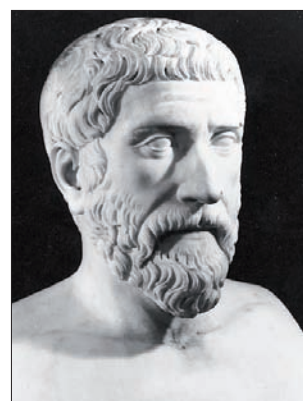
*Joseph Louis Lagrange*



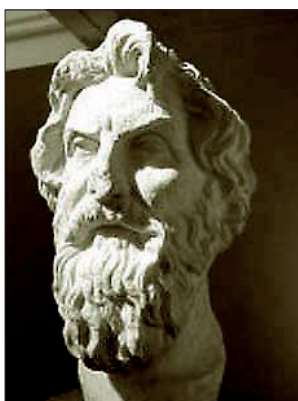
*William Rowan Hamilton*



*Emmy Noetherová*



*Pýthagoras*



*Aristarchos*



*Klaudios Ptolemaios*



*René Descartes*

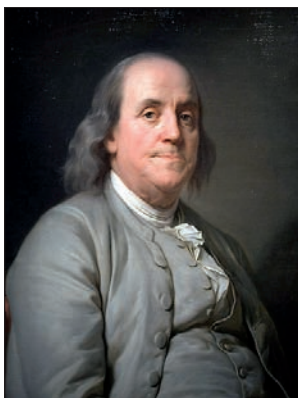


*Blaise Pascal*

Nebude snad bez zajímavosti doplnit náš přehled několika jmény z Hartovy knihy (s omezením na ty, u nichž se vyskytuje bezprostřední přínos fyzice). Z antiky je to PÝTHAGORAS (569–475), polomytická postava, již je ovšem připisován jeden z nejstarších fyzikálních objevů: nalezení vztahu mezi parametry zvučících těles, který zaručuje souzvuk. Doplnují jej astronomové – představitelé heliocentrického a geocentrického názoru ARISTARCHOS (325–255) a Klaudios PTOLEMAIOS (100–178). Z géníů 17. století lze přibrat Reného DESCARTA (1596–1650) a Blaise PASCALA (1623–1662). Prvnímu přísluší objevy v oblasti optiky a meteorologie (např. vysvětlení duhy), fyziku však ovlivnilo i jeho filozofické pojetí světa, které vydává „rozprostraněné věci“ do rukou myslícího člověka, aby je zkoumal a využíval. Pascalovým příspěvkem fyzice je



dovršení statiky tekutin, korunované slavným experimentem prokazujícím snižování tlaku vzduchu s výškou. K průkopníkům učení o elektřině a magnetismu se připojují Benjamin FRANKLIN (1706–1790), který rozlišil kladný a záporný elektrický náboj a na základě zkoumání atmosférické elektřiny zavedl účinnou ochranu před blesky, Alessandro VOLTA (1745–1827), který zkoumal zdroje elektrického proudu, Carl Friedrich GAUSS (1777–1855), jenž prohloubil učení o magnetickém poli (tento geniální matematik si také uvědomoval, že jím objevená neukleidovská geometrie by mohla platit v reálném světě), a Gustav KIRCHHOFF (1824–1887),



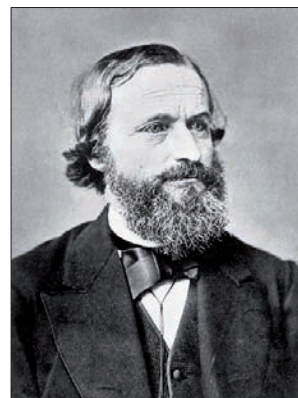
Benjamin Franklin



Alessandro Volta



Carl Friedrich Gauss



Gustav Kirchhoff

který zkoumal zákonitosti platné v elektrických obvodech a spektra pozemského i kosmického původu. Z vynálezů měl k bezprostřednímu využití fyziky nejbližší Guglielmo MARCONI (1874–1937), který za objev a technickou realizaci bezdrátového přenosu informace obdržel Nobelovu cenu za fyziku – spolu s Ferdinandem BRAUNEM (1850–1918). K prvním pozorovaným projevům mikrosvěta patří objev radioaktivity, který s pomocí štěstěny učinil Antoine BECQUEREL (1852–1908). Seznam tvůrců kvantové teorie může doplnit Louis de BROGLIE (1892–1987), jenž si povšiml, že objekty mikrosvěta v sobě spojují vlastnosti částic a vlastnosti vln. Konečně „otec vodíkové bomby“ Edward TELLER (1908–2003) nám připomíná i temné perspektivy, které jsou ve fyzikálním poznání obsaženy.



Guglielmo Marconi



Ferdinand Braun



Antoine Becquerel



Louis de Broglie

Některé společensky závažné vynálezy 20. století jsou neodlučitelné od fyziky. O zavedení radaru se nejvíce zasloužil Robert WATSON-WATT (1892–1973) a vynález a rozšíření televize jsou spojeny se jménem Vladimira ZVORYKINA (1889–1982). Dvě jména fyziků vzpomněl Hart patrně vzhledem k tomu, jak může pokračování v jejich díle ovlivnit podobu budoucnosti. Robert ETTINGER (1918–2011) bývá označován za otce kryoniky, zmrazování organismů s možností pozdějšího obnovení jejich funkcí a nápravy vad, jejíž svůdné i sporné perspektivy naznačuje název Ettingerovy knihy *Man into Superman*. Gerard O'NEILL (1927–1992) se zasloužil

o zdokonalení urychlovačů v oblasti fyziky vysokých energií, ale jednou snad bude vzpomínán hlavně pro své projekty kolonizace kosmického prostoru.



Edward Teller



Robert Watson-Watt



Vladimir Zvorykin



Robert Ettinger



Gerard O'Neill

Další možnost porovnání dává seznam nositelů Nobelových cen [3], jejichž udělení začalo současně s 20. stoletím. Během něho (v období 1901–2000) bylo uděleno 163 Nobelových cen za fyziku 164 osobám (Bardeen obdržel cenu dvakrát). Výběr fyzikální komunity z nich jmenoval 31. Pouze 11 osobností z něho, které se dožily 20. století, Nobelovu cenu nedostalo, 3 však dosud (k polovině roku 2012) mají naději (Bennett, Hawking, Rees). Výběr Harta a nobelovského výboru tedy v podstatě potvrzují, že volba účastníků ankety dobře odpovídá průměrnému mínění naší doby o významu jednotlivých osobností a oblastí, které reprezentují. Co se týče malého zastoupení žen, je patrně dáno nepřízní historie. Spíše se dá uvažovat o jisté diskriminaci osobností z „východu“, včetně evropského. (Jak si může čtenář povšimnout, byla částečně zmírněna tím, že v případě společného ocenění více osobností Nobelovou cenou jsem osobnosti jmenované v anketě *Physics World* doplnil o jejich kolegy, čímž se počet fyziků pocházejících z Asie zvýšil ze dvou na pět.)

Zajímavé je také rozložení vybraných osobností v čase — ze dvou a půl tisíciletí, které historie fyziky pokrývá, se v ní vlastně po většinu doby „skoro nic nedělo“, když po řeckém zázraku následovala přestávka zahrnující sedmáct století. Bude po vzepětí odstartovaném v renesanční Evropě ještě někdy následovat období klidu? Je asi snazší předvídat vývoj vesmíru než odpovědět na tuto otázku.

### Literatura

- [1] Durrani M., Rodgers P.: *Fyzika: minulost, přítomnost, budoucnost*. Československý časopis pro fyziku **50**, č. 2 (2000) 119.
- [2] Hart M. H.: *100 nejvlivnějších osobností dějin*. Knižní klub, Praha 1994.
- [3] *Nobel Laureates in Physics 1901–2000*. Stanford Linear Accelerator Center Library. <http://www.slac.stanford.edu/library/nobel.html>.



## Obrazové zdroje

Anderson	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/223160/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/223160/enlarge</a>
Archimédés	<a href="http://natureofmathematics.wordpress.com/lecture-notes/archimedes/">http://natureofmathematics.wordpress.com/lecture-notes/archimedes/</a>
Aristarchos	<a href="http://www.russellcottrell.com/greek/aristarchus.asp">http://www.russellcottrell.com/greek/aristarchus.asp</a>
Aristotelés	<a href="http://www.flw.ugent.be/cie/aristoteles/8literatuur.htm">http://www.flw.ugent.be/cie/aristoteles/8literatuur.htm</a>
Bardeen	<a href="http://www.visualphotos.com/image/1x6061434/john_bardeen_1908-1991_us_physicist">http://www.visualphotos.com/image/1x6061434/john_bardeen_1908-1991_us_physicist</a>
Becquerel	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/120198/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/120198/enlarge</a>
Bell	<a href="http://it.wikipedia.org/wiki/File:John_Stewart_Bell_%28physicist%29_portrait.png">http://it.wikipedia.org/wiki/File:John_Stewart_Bell_%28physicist%29_portrait.png</a>
Bennett	<a href="http://www.eurekaalert.org/multimedia/pub/44824.php">http://www.eurekaalert.org/multimedia/pub/44824.php</a>
Bethe	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hans_Bethe.jpg">http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hans_Bethe.jpg</a>
Binning	<a href="http://psautographs.ecrater.com/p/2858120/1986-nobel-physics-gerd-binnig-hand">http://psautographs.ecrater.com/p/2858120/1986-nobel-physics-gerd-binnig-hand</a>
Bloembergen	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/223831/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/223831/enlarge</a>
Bloch	<a href="http://www.lorentz.leidenuniv.nl/lorentzchair/nobels/Pages/Felix_Bloch.html">http://www.lorentz.leidenuniv.nl/lorentzchair/nobels/Pages/Felix_Bloch.html</a>
Bohr	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/223818/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/223818/enlarge</a>
Boltzmann	<a href="http://www.sa.ac.th/winyoo/thermo_gas/heattransfer/heattransfer.html">http://www.sa.ac.th/winyoo/thermo_gas/heattransfer/heattransfer.html</a>
Brattain	<a href="http://www.corbisimages.com/stock-photo/rights-managed/U1117320/portrait-of-walter-brattain">http://www.corbisimages.com/stock-photo/rights-managed/U1117320/portrait-of-walter-brattain</a>
Braun	<a href="http://yovisto.blogspot.cz/2012/06/mittwoch-karl-ferdinand-braun.html">http://yovisto.blogspot.cz/2012/06/mittwoch-karl-ferdinand-braun.html</a>
Broglie	<a href="http://www.converter.cz/fyzici/broglie.htm">http://www.converter.cz/fyzici/broglie.htm</a>
Carnot	<a href="http://www.stirlingengines.org.uk/pioneers/sadi.html">http://www.stirlingengines.org.uk/pioneers/sadi.html</a>
Clausius	<a href="http://www.solidariteetprogres.org/Le-sixieme-sens_07560">http://www.solidariteetprogres.org/Le-sixieme-sens_07560</a>
Cooper	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/224119/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/224119/enlarge</a>
Curie	<a href="http://recherche-technologie.wallonie.be/fr/particulier/menu/revue-athena/par-numero/classement-par-annee/2004/n-204-octobre-2004/portrait/les-curie-et-la-science.html">http://recherche-technologie.wallonie.be/fr/particulier/menu/revue-athena/par-numero/classement-par-annee/2004/n-204-octobre-2004/portrait/les-curie-et-la-science.html</a>
Démokritos	<a href="http://hirekaeric.wordpress.com/2009/04/04/tentang-demokritos-atom-dan-sains/">http://hirekaeric.wordpress.com/2009/04/04/tentang-demokritos-atom-dan-sains/</a>
Descartes	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/224711/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/224711/enlarge</a>
Dirac	<a href="http://www.flickr.com/photos/nguyen_thanh/6959205589/">http://www.flickr.com/photos/nguyen_thanh/6959205589/</a>
Doppler	<a href="http://www.converter.cz/fyzici/doppler.htm">http://www.converter.cz/fyzici/doppler.htm</a>
Eddington	<a href="http://www.gutenberg.org/files/20417/20417-h/20417-h.htm">http://www.gutenberg.org/files/20417/20417-h/20417-h.htm</a>
Edison	<a href="http://myabsolutesuccess.com/the-man-who-thought-his-way-into-partnership-with-thomas-a-edison/">http://myabsolutesuccess.com/the-man-who-thought-his-way-into-partnership-with-thomas-a-edison/</a>
Einstein	<a href="http://bonisatani.wordpress.com/2011/08/08/inspiration-from-albert-einstein/">http://bonisatani.wordpress.com/2011/08/08/inspiration-from-albert-einstein/</a>
Ettinger	<a href="http://www.mlive.com/news/detroit/index.ssf/2011/07/cryonics_founder_robert_etting.html">http://www.mlive.com/news/detroit/index.ssf/2011/07/cryonics_founder_robert_etting.html</a>
Eukleidés	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_algorithm">http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_algorithm</a>
Euler	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/82984/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/82984/enlarge</a>
Faraday	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/225222/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/225222/enlarge</a>
Fermi	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/224954/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/224954/enlarge</a>
Feynman	<a href="http://www.biography.com/people/richard-feynman-9294220">http://www.biography.com/people/richard-feynman-9294220</a>
Franklin	<a href="http://www.flickriver.com/photos/maulleigh/4121281344/">http://www.flickriver.com/photos/maulleigh/4121281344/</a>
Galilei	<a href="http://www.dipity.com/timeline/Galileo-Telescope/">http://www.dipity.com/timeline/Galileo-Telescope/</a>
Gauss	<a href="http://cs.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gauss">http://cs.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gauss</a>
Gibbs	<a href="http://www4.ncsu.edu/~dpkendel/artifact3.html">http://www4.ncsu.edu/~dpkendel/artifact3.html</a>
Glashow	<a href="https://webpace.utexas.edu/cokerwr/www/Talk/people.html">https://webpace.utexas.edu/cokerwr/www/Talk/people.html</a>
Hamilton	<a href="http://irishamerica.com/2011/10/roots/">http://irishamerica.com/2011/10/roots/</a>
Hawking	<a href="http://www.salarom.org/hawking.html">http://www.salarom.org/hawking.html</a>
Heisenberg	<a href="http://producaom.wikidot.com/principais-autores">http://producaom.wikidot.com/principais-autores</a>
Hilbert	<a href="http://cs.wikipedia.org/wiki/David_Hilbert">http://cs.wikipedia.org/wiki/David_Hilbert</a>
Hoofit	<a href="http://newsinfo.iu.edu/news/page/normal/20072.html">http://newsinfo.iu.edu/news/page/normal/20072.html</a>
Hubble	<a href="http://www.boiledbeans.net/2010/05/02/look-deep/">http://www.boiledbeans.net/2010/05/02/look-deep/</a>
Kepler	<a href="http://www.exoplanety.cz/2009/02/17/j-kepler/">http://www.exoplanety.cz/2009/02/17/j-kepler/</a>
Kirchhoff	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/226386/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/226386/enlarge</a>
Koperník	<a href="http://www.astronomiaonline.org/view.php?cisloclanku=2008020013">http://www.astronomiaonline.org/view.php?cisloclanku=2008020013</a>
Lagrange	<a href="http://waatp.it/people/lagrange-joseph_louis/">http://waatp.it/people/lagrange-joseph_louis/</a>
Landau	<a href="http://milesmathis.com/gross.html">http://milesmathis.com/gross.html</a>
Langevin	<a href="http://www.wrozka.com.pl/archiwum/2009/02/4994-promienna-skandalistka">http://www.wrozka.com.pl/archiwum/2009/02/4994-promienna-skandalistka</a>

Lee	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/226761/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/226761/enlarge</a>
Lorenz	<a href="http://www.moonmomentum.com/blog/codex/multimedia/hendrik-antoon-lorentz/">http://www.moonmomentum.com/blog/codex/multimedia/hendrik-antoon-lorentz/</a>
Marconi	<a href="http://www.allposters.cz/-sp/Guglielmo-Marconi-1874-1937-Italian-Physicist-Nobel-Prize-in-Physics-in-1909-Plakaty_i8720495_.htm">http://www.allposters.cz/-sp/Guglielmo-Marconi-1874-1937-Italian-Physicist-Nobel-Prize-in-Physics-in-1909-Plakaty_i8720495_.htm</a>
Maxwell	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/227071/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/227071/enlarge</a>
Michelson	<a href="http://www.conspiracyoflight.com/Historical_Papers.html">http://www.conspiracyoflight.com/Historical_Papers.html</a>
Newton	<a href="http://fyzika.zskrestova.cz/?p=361">http://fyzika.zskrestova.cz/?p=361</a>
Noetherová	<a href="http://www.estherlederberg.com/Censorship/Gender%20Discrimination%201.html">http://www.estherlederberg.com/Censorship/Gender%20Discrimination%201.html</a>
O'Neil	<a href="http://www.nss.org/about/anniversary.html">http://www.nss.org/about/anniversary.html</a>
Onsager	<a href="https://www.alphachisigma.org/sslpage.aspx?pid=486">https://www.alphachisigma.org/sslpage.aspx?pid=486</a>
Pascal	<a href="http://www.harissa.com/news/article/blaise-pascal-et-les-juifs">http://www.harissa.com/news/article/blaise-pascal-et-les-juifs</a>
Pauli	<a href="http://www.sme.sk/c/3950817/wolfgang-pauli-vecny-bojovnik.html">http://www.sme.sk/c/3950817/wolfgang-pauli-vecny-bojovnik.html</a>
Payne-Gaposchkin	<a href="http://www.corbisimages.com/stock-photo/rights-managed/U1169972INP/astronomer-cecilia-payne-gaposchkin">http://www.corbisimages.com/stock-photo/rights-managed/U1169972INP/astronomer-cecilia-payne-gaposchkin</a>
Planck	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/227895/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/227895/enlarge</a>
Ptolemaios	<a href="http://astronomie.blog.cz/0707/klaudios-ptolemaios-90-160-n-1">http://astronomie.blog.cz/0707/klaudios-ptolemaios-90-160-n-1</a>
Purcell	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/227834/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/227834/enlarge</a>
Pýthagoras	<a href="http://www.bayern.landtag.de/cps/rde/xchg/landtag/x/-/www1/6895.htm">http://www.bayern.landtag.de/cps/rde/xchg/landtag/x/-/www1/6895.htm</a>
Rayleigh	<a href="http://invata-mate.info/ceha/historyDetail.htm?id=Rayleigh">http://invata-mate.info/ceha/historyDetail.htm?id=Rayleigh</a>
Rees	<a href="http://trustyservant.com/archives/2539">http://trustyservant.com/archives/2539</a>
Röhrer	<a href="http://www.ae-info.org/ae/User/Rohrer_Heinrich">http://www.ae-info.org/ae/User/Rohrer_Heinrich</a>
Röntgen	<a href="http://eureka1001.blogspot.cz/2011/05/wilhelm-rontgen.html">http://eureka1001.blogspot.cz/2011/05/wilhelm-rontgen.html</a>
Rutherford	<a href="http://kids.britannica.com/comptons/art-106862/Ernest-Rutherford">http://kids.britannica.com/comptons/art-106862/Ernest-Rutherford</a>
Salam	<a href="http://www.elporvenir.mx/notas.asp?nota_id=448035">http://www.elporvenir.mx/notas.asp?nota_id=448035</a>
Shockley	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/228622/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/228622/enlarge</a>
Schawlow	<a href="http://www.hotlinecy.com/miscautographs.htm">http://www.hotlinecy.com/miscautographs.htm</a>
Schrieffer	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/228705/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/228705/enlarge</a>
Schrödinger	<a href="http://www.astronoo.com/biographies/Schrodinger-en.htm">http://www.astronoo.com/biographies/Schrodinger-en.htm</a>
Schwinger	<a href="http://www.allposters.com.ar/-sp/Julian-Schwinger-American-Physicist-Posters_i3968041_.htm">http://www.allposters.com.ar/-sp/Julian-Schwinger-American-Physicist-Posters_i3968041_.htm</a>
Skłodovská-Curie	<a href="http://ivowidlak.com/2011/10/obchody-roku-maria-sklodowska-curie-chicago/">http://ivowidlak.com/2011/10/obchody-roku-maria-sklodowska-curie-chicago/</a>
Teller	<a href="http://www.atomicarchive.com/Bios/TellerPhoto.shtml">http://www.atomicarchive.com/Bios/TellerPhoto.shtml</a>
Thomson	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/228807/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/228807/enlarge</a>
Tomonaga	<a href="http://what-when-how.com/physicists/tomonaga-sin-itiro-physicist/">http://what-when-how.com/physicists/tomonaga-sin-itiro-physicist/</a>
Townes	<a href="http://www.osti.gov/accomplishments/townes.html">http://www.osti.gov/accomplishments/townes.html</a>
Turning	<a href="http://rational-buddhism.blogspot.cz/2012/02/church-turing-deutsch-principle-and.html">http://rational-buddhism.blogspot.cz/2012/02/church-turing-deutsch-principle-and.html</a>
Veltman	<a href="http://explow.com/Martinus_Veltman">http://explow.com/Martinus_Veltman</a>
Volta	<a href="http://www.timetoast.com/flash/TimelineViewer.swf?passedTimelines=94338">http://www.timetoast.com/flash/TimelineViewer.swf?passedTimelines=94338</a>
Watson-Watt	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/229177/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/229177/enlarge</a>
Weinberg	<a href="http://explow.com/Stephen_Weinberg">http://explow.com/Stephen_Weinberg</a>
Wheeler	<a href="http://explow.com/John_A._Wheeler">http://explow.com/John_A._Wheeler</a>
Wilson	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/229414/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/229414/enlarge</a>
Yang	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/229438/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/229438/enlarge</a>
Yukawa	<a href="http://www.sciencephoto.com/media/229452/enlarge">http://www.sciencephoto.com/media/229452/enlarge</a>
Zvorykin	<a href="http://explow.com/vladimir_zvorykin">http://explow.com/vladimir_zvorykin</a>