

# JE SVETLO ČASTICA ALEBO VLNA?

CHRISTIAAN HUYGENS (1629 – 1695)

## V KONTEXTE

ODBOR  
Fyzika

PREDTÝM

**11. stor.** Alhazen zisťuje, že svetlo sa šíri priamočiario.

**1630** René Descartes predkladá vlnovú teóriu svetla.

**1660** Robert Hooke tvrdí, že svetlo je vibrácia média, cez ktoré sa šíri.

POTOM

**1803** Thomas Young opisuje experimenty, ktoré dokazujú, že svetlo sa správa ako vlnenie.

**1864** James Clerk Maxwell predvída rýchlosť svetla a dospieva k záveru, že svetlo je forma elektromagnetického vlnenia.

**Zač. 20. stor.** Albert Einstein a Max Planck dokazujú, že svetlo je zároveň častica aj vlnenie. Kvantá elektromagnetického žiarenia, ktoré rozpoznali, sa neskôr stali známe ako „fotóny“.

Huygens si myslel, že...  
vesmír je vyplnený **éterom**.

Newton si myslel,  
že... zdroj svetla  
emituje veľký počet  
drobných „**korpuskúl**“.

Svetlo sú poruchy v éteri  
šíriace sa ako **vlny**.

Korpuskuly sú  
nehmotné a pohybujú  
sa **priamočiario**.

**Je svetlo častica alebo vlna?**

**V** 17. storočí Isaac Newton a holandský astronóm Christiaan Huygens uvažovali o skutočnej povahe svetla a dospeli k úplne odlišným záverom. Problém, ktorému čelili, bol taký, že každá teória o povahe svetla musela vysvetľovať reflexiu (odraz), refrakciu (lom), difrakciu (ohyb) a farbu. Refrakcia je

lom svetla pri prechode z jednej látky do druhej a vďaka nej môžu šošovky zaostrovať svetlo. Difrakcia je ohyb svetla, keď prechádza cez veľmi úzku štrbinu.

Pred Newtonovými experimentmi bolo všeobecne uznávané, že svetlo získalo vlastnosť farby interakciou s hmotou, teda že „dúhový“ efekt pozorovaný pri

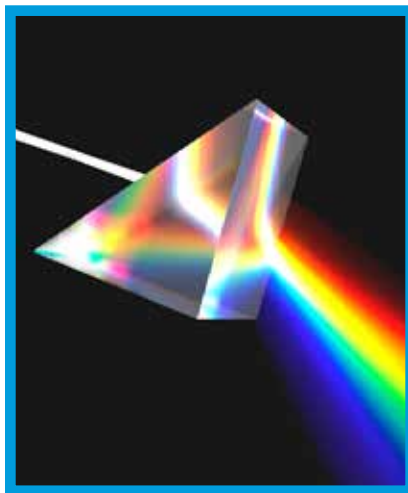
**Pozri aj:** Alhazen 28 – 29 ■ Robert Hooke 54 ■ Isaac Newton 62 – 69 ■ Thomas Young 110 – 111  
 ■ James Clerk Maxwell 180 – 185 ■ Albert Einstein 214 – 221

prechode svetla hranolom vzniká preto, lebo hranol nejakým spôsobom zafarbil svetlo. Newton predviedol, že „biele“ svetlo, ktoré vidíme, je v skutočnosti zmes rôznych farieb svetla. Optický hranol tieto farby oddelil, pretože niektoré sa lámu viac a niektoré menej.

Rovnako ako mnoho prírodných filozofov tej doby aj Newton zastával názor, že svetlo sa skladá z prúdu častíc alebo „korpuskúl“. Táto myšlienka vysvetľovala, ako sa svetlo pohybuje v priamych líniiach a „odráža“ sa od reflexných povrchov. Vysvetľuje to aj refrakciu z hľadiska síl na hranici medzi rôznymi materiálmi.

### Čiastočný odraz

Newtonova teória však nedokázala vysvetliť, prečo sa svetlo pri dopade na niektoré povrchy odrazí a pri dopade na iné láme. V roku 1678 Huygens tvrdil, že vesmír je vyplnený nehmotnými časticami (éter) a že svetlo vyvolávajú poruchy v éteri, ktoré sa



šíria vo sférických vlnách. Refrakciu by teda vysvetľovalo, že rôzne materiály (či už éter, voda alebo sklo) spôsobili, že svetelné vlny sa pohybovali rôznymi rýchlosťami. Huygensova teória by teda vysvetľovala, prečo sa na povrchu môže objaviť reflexia (odraz) aj refrakcia (lom). Mohla by vysvetliť takisto difrakciu (ohyb).

No Huygensove myšlienky mali v tom čase iba nepatrný vplyv, čo bolo čiastočne preto,

**Keď biele svetlo** prechádza optickým hranolom, láme sa na jednotlivé zložky. Huygens vysvetlil, že je to preto, lebo svetelné vlny prechádzajú cez rôzne materiály rôznymi rýchlosťami.

lebo Newton už bol uznávanou vedeckou kapacitou. O storočie neskôr, v roku 1803, však Thomas Young predviedol, že svetlo sa naozaj správa ako vlna, a experimenty v 20. storočí dokázali, že svetlo sa správa ako vlna aj ako častica, hoci je obrovský rozdiel medzi Huygensovými „sférickými vlnami“ a našimi modernými modelmi svetla.

Huygens tvrdil, že svetelné vlny sú pozdĺžne, keď prechádzajú substanciou – éterom. Zvukové vlny sú takisto pozdĺžnym vlnením, čiže častice látky, cez ktorú vlny prechádzajú, kmitajú v smere, akým sa vlny pohybujú. Náš moderný pohľad na svetelné vlny je taký, že sú priečne, podobne ako vlny na vodnej hladine. Na šírenie (prenos) nepotrebujú hmotu, pretože ide o priečne vlnenie elektromagnetického poľa. ■

## Christiaan Huygens



Holandský matematik a astronóm Christiaan Huygens sa narodil v roku 1629 v Haagu. Na univerzite študoval právo a matematiku, potom sa istý čas venoval vlastnému výskumu, spočiatku v matematike, potom aj v optike, pracoval na ďalekohľadoch a brúsil si vlastné šošovky.

Huygens niekoľkokrát navštívil Anglicko a v roku 1689 sa stretol s Isaacom Newtonom. Okrem svojej práce na svetle Huygens študoval sily a pohyb, ale neprijal Newtonovu myšlienku „působenia na diaľku“ na opis gravitačnej sily. Medzi Huygensove rozmanité

úspechy patria jedny z najpresnejších hodín toho obdobia ako výsledok jeho práce s kyvadlami. Jeho astronomické bádanie pomocou vlastných ďalekohľadov zahŕňa objavenie najväčšieho zo Saturnových mesiacov Titanu a prvý správny popis tvarov Saturnových prstencov.

### Z diela

**1656** *Nové pozorovanie Saturnovho mesiaca*

**1690** *Traktát o svetle*

## V KONTEXTE

ODBOR  
Fyzika

PREDTÝM

**1754** Benjamin Franklin pomocou slávneho experimentu so šarkanom dokazuje, že blesk je forma prírodnej elektriny.

**1767** Joseph Priestley publikuje rozsiahlu úvahu o statickej elektrine.

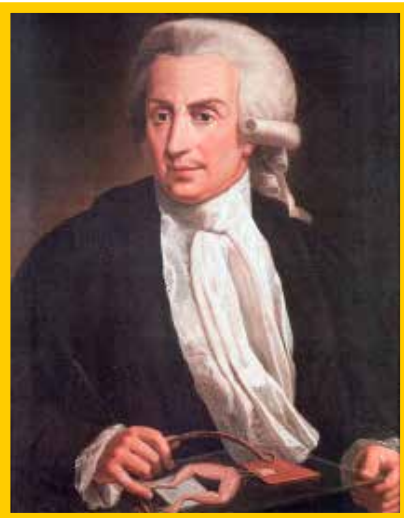
**1780** Luigi Galvani predvádza na žabích nohách experimenty so „živočíšnou elektrinou“.

POTOM

**1800** Anglickí chemici William Nicholson a Anthony Carlisle používajú Voltov stĺp na rozloženie vody na jej dva prvky – kyslík a vodík.

**1807** Humphry Davy pomocou elektriny izoluje prvky draslík a sodík.

**1820** Hans Christian Ørsted objavuje súvislosť medzi magnetizmom a elektrinou.



**F**ilozofi sa stáročia zamýšľali nad ohromujúcou silou bleskov a takisto nad tým, ako je možné vyvolať iskrenie pevných látok, ako je jantár, pri ich trení hodvábnou tkaninou. Grécke slovo pre jantár bolo *elektron* a tento iskrivý jav sa stal známym ako statická elektrina.

V roku 1754 Benjamin Franklin urobil pokus – vypustil šarkana do búrky a ukázal, že tieto dva javy spolu úzko súvisia. Keď videl, ako z mosadzného kľúča uviazaného na šnúre šarkana lietajú iskry, dokázal, že oblaky boli nabité elektrinou a že blesky sú takisto formou elektriny. Franklinova práca inšpirovala Josepha Priestleyho k napísaniu obsiahleho diela *História a súčasný stav náuky o elektrine*, ktoré vyšlo v roku 1767. Prvé veľké kroky k pochopeniu elektriny však urobil v roku 1780 Talian Luigi Galvani, lektor anatómie na univerzite v Bologni, keď si všimol zášklby v nohe žaby.

Galvani skúmal teóriu, podľa ktorej živočích poháňa „živočíšna elektrina“, nech to bolo čokoľvek, a pitval žaby, aby našiel dôkaz. Všimol si, že ak sa v blízkosti nachádzal prístroj vyrábajúci statickú elektrinu, žabím stehienkom ležiacim na pracovnom stole odrazu šklblo, hoci žaba bola už dávno mŕtva. To isté sa stalo, keď žabie stehienko viselo na mosadznom háčiku, ktorý prišiel do kontaktu so železným plotom. Galvani veril, že tieto dôkazy podporujú jeho presvedčenie, že elektrina pochádza zo samotnej žaby.

**Luigi Galvani** predvádza svoj slávny pokus so žabími nohami. Bol presvedčený, že živočích poháňa elektrická sila, ktorú nazval „živočíšna elektrina“.

Svalmi na nohách mŕtvej žaby **šklbne**, keď sa pripoja k **dvom rôznym kúskom kovu**.

Keď sa dva kovy **dotknú jazyka**, vznikne **zvláštny pocit**.

Táto **elektrická sila** musí vychádzať z dvoch odlišných kovov spojených so žabími nohami.

**Silu možno znásobiť** spojením série týchto kovov do stĺpa.

## VoltoV zásadný objav

Galvaniho pozorovania zaujali jeho mladšieho kolegu, profesora prírodnej filozofie Alessandra Voltu, a spočiatku ho táto teória presvedčila.

Sám Volta mal za sebou pozoruhodné experimenty s elektrickou energiou. V roku 1775 vynášiel „elektrofor“ – zariadenie, ktoré poskytovalo okamžitý zdroj elektrickej energie na experiment (jeho moderný ekvivalent je kondenzátor). Pozostával zo

**Pozri aj:** Henry Cavendish 78 – 79 ■ Benjamin Franklin 81 ■ Joseph Priestley 82 – 83 ■ Humphry Davy 114  
 ■ Hans Christian Ørsted 120 ■ Michael Faraday 121

živcového kotúča, ktorý trel mačacou kožušinou, aby zo statickej elektriny vznikol elektrostatický náboj. Zakaždým keď na živicu položil kovovú platňu, náboj sa preniesol a zelektrizoval kovovú platňu.

Volta tvrdil, že Galvaniho živočíšna elektrina patrí „medzi preukázané pravdy“. Onedlho však začal pochybovať. Dospel k záveru, že elektrina, ktorá šklbe žabími stehienkami na háčiku, pochádza z dotyku dvoch rôznych kovov (mosadze a železa). Svoje myšlienky uverejnil v rokoch 1792 a 1793 a pustil sa do skúmania tohto javu.

Volta zistil, že jediné spojenie dvoch rôznych kovov nevytvára veľa elektriny, hoci jej bolo dosť na to, aby na jazyku pocítil zvláštny vnem. Potom však dostal skvelý nápad – znásobiť účinok vytvorením série takýchto spojení navzájom prepojených slanou vodou. Vzal malú medenú platničku, položil na ňu zinkovú platničku, potom kus kartónu namočeného v slanej vode, ďalší kotúč medi, zinku, mokrého slaného kartónu, medi, zinku a tak

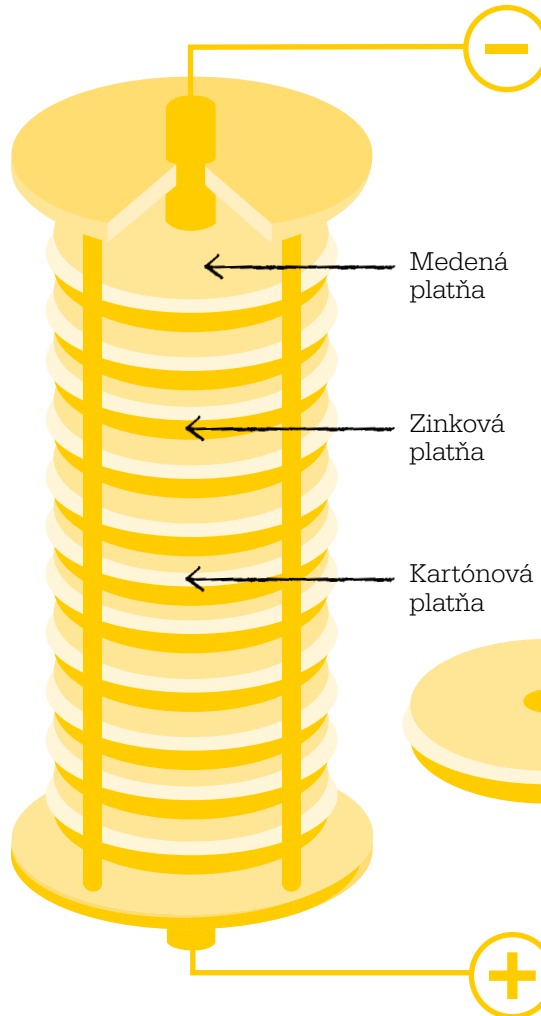
ďalej, kým nevznikol stĺpec. Inými slovami, vytvoril stĺp, čiže „batériu“. Úlohou slaného mokrého kartónu bolo prenášať elektrinu bez toho, aby sa kovy na oboch stranách dostali do vzájomného kontaktu.

Výsledok bol doslova elektrizujúci. Voltova surová batéria pravdepodobne vyrábala iba niekoľko voltov (elektrická jednotka pomenovaná po ňom), ale keď obidva konce spojil kusom drôtu,

stačilo to na malú iskru, a dost na to, aby spôsobil mierny elektrický šok.

### Správy sa šíria

Volta urobil svoj objav v roku 1799 a správy o ňom sa rýchlo šírili. V roku 1801 predviedol svoj úspech Napoleonovi Bonapartemu, ale čo je dôležitejšie, v marci 1800 oznámil výsledky v dlhom liste sírovi Josephovi Banksovi, prezidentovi Kráľovskej spoločnosti v Británii.



**Schéma** Voltovho stĺpa znázorňuje medené a zinkové platne oddelené kartónom namočeným v slanom roztoku. Pôvodné Voltove stĺpy obsahovali na spodku prídavnú zinkovú platňu a na vrchu prídavnú medenú platňu, ktoré sa neskôr ukázali na výrobu elektrického prúdu zbytočné.



Každý kov má na uvedenie elektrického fluida do pohybu určitú silu, ktorá sa líši od kovu ku kovu.

**Alessandro Volta**



## V KONTEXTE

ODBOR

### Meteorológia

PREDTÝM

**1643** Evangelista Torricelli vynachádza barometer na mernie tlaku vzduchu.

**1805** Francis Beaufort vytvára svoju stupnicu sily vetra.

**1847** Joseph Henry navrhuje telegrafické spojenie na upozornenie východnej časti USA o búrkach zo západu.

POTOM

**1870** Armádny signálny zbor Spojených štátov začína zostavovať mapy počasia pre celé USA.

**1917** Bergenská škola meteorológie v Nórsku vyvíja zaznamenávanie atmosférických frontov.

**2001** Na vytvorenie poveternostných máp a podrobnú predpoveď počasia jednotlivých lokalít sa používajú vysokovýkonné počítače.

**P**red stopäťdesiatimi rokmi sa predpovedanie počasia považovalo len za čosi viac než folklór. Človek, ktorý to zmenil a poskytol nám modernú predpoveď počasia, bol britský námorný dôstojník a vedec kapitán Robert FitzRoy.

Dnes je FitzRoy známy predovšetkým ako kapitán lode *Beagle* – na ktorej sa plavil Charles Darwin na svojej ceste, ktorá ho priviedla k myšlienke evolúcie prirodzeným výberom. No FitzRoy bol sám pozoruhodným vedcom.

Keď sa v roku 1831 plavil z Anglicka s Darwinom, mal iba 26 rokov, no už vtedy viac než 10 rokov slúžil na mori. Bol absolventom Kráľovského námorného inštitútu v Greenwichi, kde ako prvý v histórii získal na skúškach plný počet bodov.

Na lodi *Beagle* velil už aj počas jej predchádzajúcej plavby okolo Južnej Ameriky, kde naňho veľmi zapôsobila dôležitosť skúmania počasia. Jeho loď takmer stroskotala v silnom vetre neďaleko brehov Patagónie po tom, čo ignoroval varovné znaky poklesu tlaku na barometri.

”

S jedným barometrom, dvoma či troma teplomerami, niekoľkými stručnými predpismi a pozorným sledovaním – prístrojov, oblohy a atmosféry – možno z meteorológie veľa vyťažiť.

**Robert FitzRoy**

“

## Námornícki pionieri počasia

Nie je náhoda, že mnohé z prvých zásadných objavov v predpovedaní počasia pochádzajú od námorných dôstojníkov. Poznať, aké bude počasie, bolo v časoch plachtencov zásadné. Premeškať správny vietor mohlo mať nesmierne finančné dôsledky – a uviaznuť v búrke na mori mohlo byť katastrofou.

Osobitný prínos mali už skôr dvaja námorní dôstojníci. Jedným

## Robert FitzRoy



Robert FitzRoy sa narodil v roku 1805 v anglickom Suffolku v šľachtickej rodine. Vstúpil do služieb námorníctva už ako 12-ročný. Dlhé roky potom slúžil na mori ako vynikajúci kapitán. Velil lodi *Beagle* na jej dvoch najvýznamnejších cestách do Južnej Ameriky, jednou z nich bola cesta okolo sveta s Charlesom Darwinom. FitzRoy však bol oddaný kresťan a oponoval Darwinovej evolučnej teórii.

Po ukončení aktívnej služby v námorníctve sa stal guvernérom Nového Zélandu, kde si spravodlivým prístupom k Maorom získal

hnev prisťahovalcov. V roku 1848 sa vrátil do Anglicka, aby velil prvej vrtoľovej lodi Kráľovského námorníctva, a keď bola v roku 1854 založená Meteorologická štatistická centrála, vymenovali ho do jej čela. Tu rozpracoval metódy, ktoré sa stali základom modernej predpovedi počasia.

## Z diela

**1839** *Rozprávanie o ceste Beaglea*

**1860** *Príručka barometra*

**1863** *Knihy o počasi*



bol írsky námorník Francis Beaufort, ktorý vytvoril štandardnú stupnicu rýchlosti či „sily“ vetra, pričom jednotlivé stupne dal do súvislosti so špecifickým stavom podmienok na mori a neskôr na súši. Takto bolo prvýkrát možné zaznamenať a metodicky porovnať silu búrok. Stupnica siaha od 1 označujúcej „vánok“ až po 12, čo je orkán. Beaufortova stupnica sa prvýkrát použila počas plavby *Beaglea* pod vedením kapitána FitzRoya. Odvtedy sa stala štandardom v lodných denníkoch námorných lodí.

Ďalším námorným „pionierom“ počasia bol Američan Matthew Maury. Vypracoval mapy vetra a morských prúdov severného Atlantiku, vďaka čomu sa dramaticky zlepšili časy a spoľahlivosť plavieb. Podporoval aj vytvorenie medzinárodného systému zaznamenávania údajov o počasi na mori aj na súši a v roku 1853 viedol konferenciu v Bruseli, ktorá

**Už pred tým**, ako FitzRoy začal pracovať na svojom systéme správ o počasi, si námorníci všimli, že vetry v orkánoch vytvárajú víry a že zo smeru vetra možno predpovedať trasu búrky.

začala koordinovať pozorovania poveternostných podmienok na moriach celého sveta.

### Meteorologický úrad

FitzRoy podporovaný Beaufortom dostal v roku 1854 za úlohu zriadiť nové oddelenie Kráľovskej spoločnosti, Meteorologický úrad. No s príznačnou horlivosťou a náhľadom zašiel FitzRoy oveľa ďalej, ako bolo jeho úlohou. Začal chápať, že systém pozorovania počasia v tom istom čase na celom svete môže nielenže odhaliť dovtedy neobjavené vzory počasia, ale vlastne sa môže použiť aj na predpovedanie počasia.

Pozorovatelia už vedeli, že na príklad v tropických hurikánoch





## V KONTEXTE

ODBOR  
Biológia

PREDTÝM

**1870 – 1890** Robert Koch a ďalší identifikujú baktérie ako príčinu chorôb, ako je tuberkulóza a cholera.

**1886** Adolf Mayer ukazuje, že tabaková mozaika sa môže prenášať z rastliny na rastlinu.

**1892** Dmitrij Ivanovskij zisťuje, že šťava z rastliny tabaku prefiltrovaná cez najjemnejší neglazovaný porcelánový filter je stále infekčná.

POTOM

**1903** Ivanovskij referuje o „kryštálových inklúziách“ pozorovaných svetelným mikroskopom v infikovaných hostovských bunkách, predpokladá však, že sú to veľmi malé baktérie.

**1935** Americký biochemik Wendell Stanley skúma štruktúru vírusu tabakovej mozaiky a zisťuje, že vírusy sú obrovské molekuly.

# NÁKAZLIVÁ ŽIVÁ KVAPALINA

MARTINUS BEIJERINCK (1851 – 1931)

Tabaková mozaika prejavuje **známky infekčnej choroby**, ale...



**filtre**, ktoré zachytávajú baktérie, **nezachytia** a neodstránia túto **nákazu**, takže to nemôžu byť baktérie.



Okrem toho na rozdiel od baktérií **pôvodca infekcie rastie iba v živom hostiteľovi**, nie v laboratórnych géloch ani vo vývare.



Pôvodca infekcie musí byť preto niečím iným, ešte menším, a zaslúži si nový názov – **vírus**.

**V** dnešnej dobe je slovo vírus ako lekársky výraz všeobecne známe a mnohí vedia, že vírusy sú asi najmenšie choroboplodné zárodky, ktoré spôsobujú nákazu u ľudí, zvierat, rastlín alebo húb.

No na konci 19. storočia si termín *vírus* iba kliesnil cestu do vedy a medicíny. Navrhol ho holandský mikrobiológ Martinus

Beijerinck v roku 1898 pre novú kategóriu nákazlivého choroboplodného zárodka. Beijerinck mal špeciálny záujem o rastliny a bol veľmi šikovný v mikroskopii. Experimentoval s rastlinami tabaku napadnutými tabakovou mozaikou, ktorá spôsobuje odfarbené škvrny na listoch a jej dôsledky spôsobujú tabakovému priemyslu veľké škody. Na zákla-

**Pozri aj:** Friedrich Wöhler 124 – 125 ■ Louis Pasteur 156 – 159 ■ Lynn Margulisová 300 – 301  
 ■ Craig Venter 324 – 325

de svojich výsledkov začal na nákazlivé choroboplodné zárodky uplatňovať výraz *vírus* – ktorý sa už príležitostne používal na toxické a jedovaté látky.

V tom čase sa väčšina Beijerinckových súčasníkov vo vede a medicíne snažila preskúmať baktérie. Louis Pasteur a nemecký lekár Robert Koch ich prvýkrát izolovali v 70. rokoch 19. storočia a identifikovali ako choroboplodné, pričom sa stále objavovali ďalšie a ďalšie.

Bežným spôsobom testovania prítomnosti baktérií bolo v tom čase filtrovanie kvapaliny s predpokladanou nákazou cez rôzne súbory filtrov. Jeden z najznámejších bol Chamberlandov filter, ktorý v roku 1884 vynašiel Pasteurov kolega Charles Chamberland. Je to filter z neglazovaného porcelánu s drobnými pórami na zachytávanie takých malých čiasočiek, ako sú baktérie.

### Príliš malé na filtrovanie

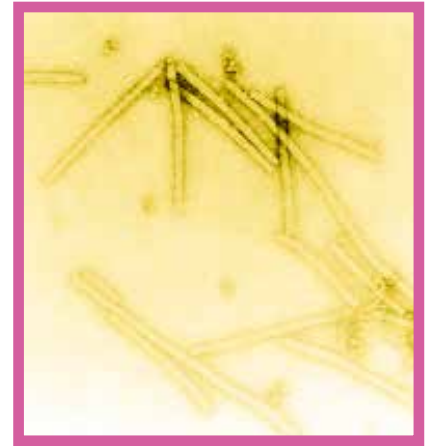
Niekoľko výskumníkov už tušilo, že jestvuje trieda infekčných zárodkov ešte drobnejších ako

baktérie, ktoré môžu prenášať choroby. Ruský botanik Dmitrij Ivanovskij vykonával v roku 1892 testy na tabakovú mozaiku a ukázal, že infekčné zárodky prechádzajú filtermi. Dokázal, že zárodky v tomto prípade nemôžu byť baktérie, no nepokúšal sa ďalej zistiť, čo by to mohlo byť.

Beijerinck zopakoval Ivanovského pokus a tiež dokázal, že aj keď sa šťava z listov prefiltrovala, infekcia tabakovej mozaiky v nej stále bola. Najprv si myslel, že infekcia je samotná šťava, ktorú nazval *contagium vivum fluidum* (nákazlivé živé fluidum). Ďalej ukázal, že nákaza prenášaná šťavou nedokáže rásť v laboratórnych výživných géloch ani vývaroch, ani v nejakom inom hostiteľskom organizme. Musí infikovať vlastného špecifického živého hostiteľa, aby sa mohla rozmnožovať a rozširovať chorobu.

Aj keď vírusy neboli vtedajšími mikroskopmi viditeľné a nedali sa pestovať bežnými kultivačnými laboratórnymi technikami ani zistiť nejakými

štandardnými mikrobiologickými postupmi, Beijerinck dokázal, že skutočne existujú. Trval na tom, že spôsobujú choroby, čím posunul mikrobiológiu a medicínu do novej éry. Až v roku 1939 sa vírus tabakovej mozaiky stal prvým vírusom, ktorého fotografiu sa podarilo urobiť pomocou elektrónového mikroskopu. ■



**Na fotografii z elektrónového mikroskopu** vidíme vírusy tabakovej mozaiky pri 160 000-násobnom zväčšení. Čiastočky sú zafarbené, aby boli viditeľné.

## Martinus Beijerinck



Martinus Beijerinck bol samotár a strávil dlhé hodiny pokusmi v laboratóriu. Narodil sa v Amsterdame v roku 1851 a študoval chémiu a biológiu v Delfte. V roku 1872 promoval na univerzite v Leidene. Svoje slávne pokusy s filtráciou vírusu tabakovej mozaiky uskutočnil v 90. rokoch 19. storočia, pričom sa sústreďoval na pôdnu a rastlinnú mikrobiológiu v Delfte.

Zaoberal sa aj štúdiom toho, ako rastliny zachytávajú dusík zo vzduchu a ako ho vstrebávajú do svojich tkanív – čo je spôsob prirodzeného hnojenia obohacujúceho pôdu – a pracoval aj na rastlinných

háčkach, kvasení kvasnicami a inými mikróbmami, výživou mikróbov a sírnymi baktériami. Ku koncu života bol medzinárodne uznávaný.

Od roku 1965 sa v oblasti virológie udeľujú každé dva roky Beijerinckove virologické ceny.

### Z diela

**1895** *O redukcii sulfátov pomocou Spirillum desulfuricans*  
**1898** *O nákazlivej živej tekutine ako o príčine škvrnitej choroby tabakových listov*



**V KONTEXTE**

ODBOR  
**Biológia**

PREDTÝM

**1869** Friedrich Miescher ako prvý identifikuje DNA – v bielych krvinkách.

**20. roky 20. stor.** Phoebus Levene analyzuje zložky DNA: cukry, fosfáty a štyri druhy bázy.

**1944** Experimenty ukazujú, že DNA je nositeľom genetickej informácie.

**1951** Linus Pauling predpovedá závitnicovú štruktúru niektorých biologických molekúl.

POTOM

**1963** Frederick Sanger vyvíja metódy na čítanie poradia báz pozdĺž DNA.

**60. roky 20. stor.** Je rozlúštený kód DNA: tri dusikaté bázy kódujú každú aminokyselinu v bielkovine.

**2010** Craig Venter a jeho tím vkladajú umelo vytvorenú DNA do živých baktérií.

**V** apríli 1953 sa odpoveď na základné tajomstvo týkajúce sa života objavila v krátkom článku, ktorý vyšiel bez veľkých fanfár vo vedeckom časopise *Nature*. Článok vysvetľoval, ako je genetická informácia zapísaná v organizmoch, aj to, ako je odovzdávaná nasledujúcej generácii. Zásadným oznámením bol vôbec prvý opis dvojzávitnicovej štruktúry deoxyribonukleovej kyseliny (DNA), molekuly, ktorá je nositeľkou genetickej informácie.

Článok napísali James Watson, dvadsaťdeväťročný americký biológ, a jeho starší britský výskumný kolega, biofyzik Francis Crick. Od roku 1951 spoločne pracovali na odhalení štruktúry DNA v Caven-

dishovom laboratóriu Cambridgeskej univerzity pod vedením jej riaditeľa sira Lawrencea Bragga.

DNA bola horúcou témou tých čias a pochopenie jej štruktúry sa zdalo tak dráždivo na dosah, že na začiatku 50. rokov 20. storočia vedecké tímy v Európe, Spojených štátoch amerických aj Sovietskom zväze súperili o to, kto ako prvý „rozlúskne“ priestorovú štruktúru DNA – ten večne unikajúci vzorec, ktorý umožňuje DNA niesť genetickej informáciu v nejakom doposiaľ nepochopenom chemickom kóde a zároveň sa dokáže úplne a presne rozmnožovať, takže do potomstva, teda dcérskych buniek, prejde rovnaká genetická informácia aj informácia o nasledujúcej generácii.

**Minulosť v DNA**

Molekula DNA nebola objavená v roku 1953, ako sa často mylne tvrdí, ani neboli Crick a Watson prvými, kto zistil, aké látky ju tvoria. DNA má oveľa dlhšiu výskumnú históriu. V 80. rokoch 19. storočia nemecký biológ Walter Flemming oznámil, že telieska tvaru písmena X (neskôr nazvané chromozómy) sa v bunke objavujú vtedy, keď sa bunka pripravuje

“  
Je taká krásna,  
že to musí byť pravda.  
**James Watson**  
“

**James Watson a Francis Crick**

James Watson (vpravo) sa narodil v roku 1928 v Chicagu. Vo veku iba 15 rokov nastúpil na miestnu univerzitu a po postgraduálnom štúdiu genetiky sa presunul do Cambridgea v Anglicku, kde spolupracoval s Crickom. Potom sa vrátil do USA a pracoval v Cold Spring Harbor Laboratory v New Yorku. Od roku 1988 sa zúčastňoval projektu Ľudský genóm, opustil ho však pre nesúhlas s patentovaním genetickej údajov.

Francis Crick sa narodil v roku 1916 v Northampton v Spojenom kráľovstve. Počas druhej svetovej vojny vyvíjal protiponorkové míny

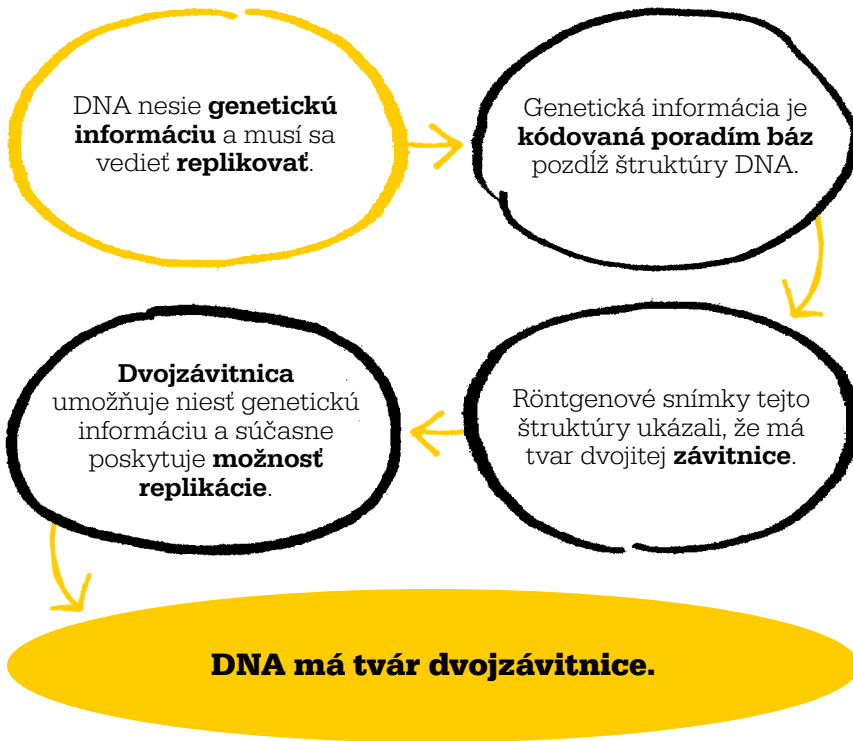
a v roku 1947 prišiel do Cambridgea študovať biológiu. Práve tam sa stretol s Watsonom. Crick sa preslávil sa aj svojou „centrálnou dogmou“, ktorá hovorí, že tok genetickej informácie v bunkách je výhradne jednosmerný. Neskôr sa zaoberal výskumom mozgu a rozvíjal teóriu vedomia.

**Z diela**

**1953** *Molekulárna štruktúra nukleových kyselín: Štruktúra deoxyribonukleovej kyseliny*

**1968** *Dvojzávitnica*

**Pozri aj:** Charles Darwin 142 – 149 ■ Gregor Mendel 166 – 171 ■ Thomas Hunt Morgan 224 – 225  
 ■ Barbara McClintocková 271 ■ Linus Pauling 254 – 259 ■ Craig Venter 324 – 325



dá z monosacharidu deoxyribózy, fosfátovej skupiny a jednej zo štyroch druhov podjednotiek zvaných bázy. Na konci 40. rokov bola jasná základná definícia DNA ako obrieho polyméru – makromolekuly pozostávajúcej z opakujúcich sa jednotiek, čiže monomérov. V roku 1952 experimenty s baktériami ukázali, že samotná DNA – a nie jej súperi, bielkoviny v chromozómoch – je fyzickým stelesnením genetickej informácie.

### Zložité výskumné postupy

Súperiace vedecké tímy používali niekoľko pokročilých výskumných techník. Jednou z nich bola röntgenová difrakčná kryštalografia, ktorá skúma kryštálovú štruktúru ožarovaním skúmanej látky röntgenovými lúčmi. Jedinečná geometria kryštálu v zmysle usporiadania jeho atómov spôsobuje ohyb (difrakciu) prechádzajúcich lúčov. Výsledný difrakčný obraz, zložený zo všakovakých bodiek, pásov a fliačikov, sa zachytáva na fotografický film. Následným rozborom

deliť. V roku 1900 boli znovuobjavené Mendelove experimenty s dedičnosťou – Mendel bol prvý, kto prišiel s nápadom, že existujú jednotky dedičnosti, ktoré sa vyskytujú vo dvojiciach (neskôr dostali pomenovanie gény). Zhruba v čase znovuobjavenia Mendelových záverov preukázali experimenty vykonávané nezávisle americkým lekárom Walterom Suttonom a nemeckým biológom Theodorom Boverim, že sady chromozómov (tyčinkovitých štruktúr, ktoré nesú gény) prechádzajú z materskej bunky do každej z jej dcérskych buniek. Z tohto výskumu vzišla Suttonova-Boveriho teória, ktorá tvrdila, že chromozómy sú nositeľmi genetického materiálu.

Zakrátko sa do štúdia tajomných teliesok v tvare písmena X

pustil rad ďalších vedcov. V roku 1915 americký biológ Thomas Hunt Morgan ukázal, že chromozómy sú naozaj nositeľmi genetickej informácie. Ďalším krokom bolo pozrieť sa na molekuly, z ktorých sa chromozóm skladá – molekuly, ktoré by mohli byť kandidátmi na gény.

### Nové dvojice génov

V 20. rokoch 20. storočia boli objavené dva druhy takých molekúl: bielkoviny zvané históny a nukleové kyseliny, ktoré už v roku 1869 pod názvom „nukleín“ opísal švajčiarsky biológ Friedrich Miescher. Rusko-americký biochemik Phoebus Levene a ďalší bádatelia čoraz podrobnejšie identifikovali hlavné zložky DNA ako tzv. nukleotidové jednotky, z ktorých každá sa skla-



Jedným z najpozoruhodnejších zovšeobecnení v biochémií je... že dvadsať aminokyselín a štyri dusíkaté bázy sú, až na nepodstatné výnimky, rovnaké všade v prírode.

**Francis Crick**

