

HISTORICKÝ VÝVOJ PŘÍRODOVĚDNÉHO POZNÁNÍ

(od starověku do konce 19. století)

ING. MGR. SVATAVA KAŠPÁRKOVÁ, PH.D.

Fakulta humanitních studií UTB, Zlín

Motto: „ Věda nemá hranice“.

Lidé byli odedávna závislí na přírodě, proto se snažili ji poznat. Své poznatky o přírodě uchovávali a postupně se snažili o jejich zobecnění a zařazení do uměle vytvořeného systému. „*Má-li mít historie vědy vůbec nějaký smysl, musíme se s její minulostí vyrovnat v jejích vlastních termínech.*“ < http://www.jcmf.cz/lib/i_hvedy.html > (JČMF: *Historie vědy*, s.1, 24.9.2007). Z hlediska evropského kulturního okruhu se za nejpřínosnější považují přírodovědné poznatky období antiky a středověkého evropského islámu, který antické přírodovědné poznání Evropě té doby zprostředkoval. Všeobecně se má za to, že pro dějiny věd je důležité, že řecké přírodovědné myšlení bylo racionální, bylo dosti silné a také mohutnělo z vlastních zdrojů. „*Řečtí myslitelé diskutovali o problémech, které byly jinde tabu s obdivuhodnou svobodou a otevřeností.*“ (NEČAS, ZWETTLER, 1985, s. 48) Z těchto důvodů začíná toto pojednání vymezeným historickým obdobím a proveniencí.

I. PŘÍRODNÍ VĚDY V OBDOBÍ EVROPSKÉHO STAROVĚKU

1. Vědecké myšlení ve starověkém Řecku

Přírodní vědy byly ve starověkém Řecku součástí univerzální vědy filozofie. Počátky přírodovědeckého myšlení v antice najdeme v 7. století př. Kr. především u jónských filozofů, kteří hledali pro svůj výklad světa přírody jeho základ – **pralátku** nebo látkově pojatý **prapricíp**. V názoru, co je hledanou pralátkou, se však **přírodní filozofové** lišili.

První z nich byl **Thales z Miletu** (asi 625-545 př. Kr.), který za pralátku, z níž všechno vzešlo označil **vodu**.

Současníkem Thalese byl **Anaximandros z Miletu** (asi 610-546 př. Kr.), který za příčinu všeho bytí považoval **apeiron** (něco neurčité a neomezené, z něhož se vyděluje studené a teplé, suché a vlhké). Anticipoval zčásti moderní vývojovou teorii představou, že se Země v původním kapalném stavu vznášela volně v prostoru a při svém postupném vysoušení dala vznik živočichům, kteří nejprve žili ve vodě a později přesídlili na souš.

Anaximenés (asi 585-525 př. Kr.) považoval za pralátku **vzduch** – ne však doslovně. Vzduchem Anaximenés rozumí (jako oživující dech) i duši. Tito tři filozofové se poprvé pokusili na základě originálního přírodovědného myšlení najít pro rozmanitost jevů jeden prapricíp.

Hérakleitos (asi 540-asi 480 př. Kr.) považoval za prazáklad všech věcí věčně živý **oheň**. Konflikt – napětí a hra opaků – je pro něj základním principem pohybu a růstu. (O'DONNELL, 2004, s. 31) Hérakleitos zřejmě pociťoval tajemství času a věčné změny s takovou naléhavostí, že jeho pregnantní výrok: „*Nelze vstoupit dvakrát do téže řeky*“ je všeobecně známý. (STÖRIG, 1991, s.102) Jeho myšlenkový odkaz se dochoval ve 120 zlomcích spisu *O přírodě*.

Podle **Empedokla z Akragantu** (asi 493-433 př. Kr.) se na stavbě světa podílejí čtyři substance. Jsou jimi **živly** - oheň, voda, vzduch a země. Živly postrádají svůj zdroj pohybu, a proto je do pohybu uvádějí vnější síly. Protikladné vlastnosti živlů jsou uváděny do vztahu: suchý × mokrá a chladný × horký.

Slávu zakladatelů řecké vědy lze kromě Mílétanů přiznat stejným právem i **Pythagorovi ze Samu** (žil mezi léty 580-500 př. Kr.). Pythagoras na rozdíl od Mílétanů nehledal tajemství světa v pralátce, nýbrž v prazákonu, v neměnných číselných vztazích mezi jednotlivými součástmi našeho světa. Za **stavební prvek světa** Pythagoras považoval **číslo**. Každé číslo (od 1 do 10) má podle něj zvláštní moc a význam. Harmonie světa (byl první, kdo nazval svět kosmem) spočívá v číselném uspořádání vztahů. Pythagoras uvažoval také o tom, že každé jsoucno má svou mez (peras). V tomto ohledu předjímal zákony o planetách Johanna Keplera i Mendělejevovu periodickou soustavu chemických prvků.

Mezi eleaty (Elea se nacházela jižně od dnešního italského Salerna) vynikl zvláště Xenofanův žák **Parmenidés** (údaje o době jeho života se značně liší 540/515-470/445 př. Kr.), který přijal **Xenofanovu** myšlenku o neproměnlivém jsoucnu a systematicky ji zformuloval v závěr, že nemůže existovat ani dění, ani pohyb, nýbrž neproměnlivě trvající bytí. Protože jsoucno vyplňuje všechno, není žádné myšlení, které by stálo mimo bytí. Naopak, myšlení a jsoucno je totéž a má podobu obrovské koule (neměnné, homogenní, nedělitelné). Smysly, kterými je poznáván svět jsou sevřeny v poutech nutnosti. Parmenidovo **učení o nepomíjivosti a neměnnosti světa** se dochovalo ve zlomcích jeho básně *O přírodě*.

Současná věda opět nastolila otázku po pralátce či prapříčině vzniku vesmíru a snaží se na ni najít odpověď.

Starověcí řečtí učenci se snažili domýšlet příčiny pravidelných přírodních pochodů (roční období, fáze měsíce, vegetační cykly) a hledali v nich zákonitost. Myšlenku obecného zákonitého pořádku veškerého bytí lze pak nalézt v různých oblastech myšlení současně: ve filozofii, poezii a v přírodních vědách (v oblasti matematiky, astronomie, biologie a medicíny).

Intenzivní výzkum a sestavování vědeckých teorií se udál zejména v období 4. století př. Kr., své kulminace pak dosáhl ve 3. století. Duchovním a filozofickým centrem byly v té době Atény. Nejvýznačnějšími aténskými představiteli všezahrnující vědy filozofie byli Sokrates, Platón a Aristoteles. (PATURI,1993)

1.2. Počátky vědecké specializace

Univerzální řečtí filozofové nahromadili velké množství poznatků. Vytvořili tak důležitý předpoklad pro pomalé osamostatňování jednotlivých oblastí poznání. Avšak představa o odborníkovi (specialistovi) v určitém vědním oboru je až produktem novověku. Vzhledem k tomu, že jednotlivé vědní obory nebyly ve starověkém Řecku zřetelně vymezeny, jsou v jednotlivých disciplínách uváděna stále stejná jména. Řecký vzdělanec se vyjadřoval k filozofii, fyzice, geometrii, astronomii, rétorice, hudbě a k jiným oborům. Proces osamostatňování je zřejmý nejprve u matematiky.

1.2.1. Matematika antického starověku

Díla řeckých myslitelů před Sokratem (469-399 př. Kr.) se nedochovala a pokud se přece jen něco z jejich děl zachovalo, byly to jenom zlomky – tzv. **zlomky předsokratovských myslitelů**. Pro vědecká zkoumání uvedeného období zůstaly pro dnešek k dispozici jako součást pozdějších pramenů. V díle helénistického filozofa **Prokla** (410-485) se zachovalo svědectví o matematických znalostech Thaleta. **Thales z Miletu** (624-543 př. Kr.), který je buď sám autorem stěžejních vět geometrie (především geometrie jako matematická disciplína byla pěstovaná starověkými řeckými matematiky) a nebo se s nimi seznámil při svých cestách i světem velmi vzdáleným od Řecka a zprostředkoval je svým současníkům. Zvláštní Thaletův význam spočívá v nastolení **obecně platných matematických pouček (vět)**.

Formulace **Thaletových vět**:

- Kruh je rozdělen průměrem na dvě stejně velké části.
- Rovnostranný trojúhelník (trojúhelník se dvěma stejně dlouhými stranami) má na své třetí straně (předponě) dva stejné úhly.
- Jestliže se protínají dvě přímky, jsou protilehlé úhly stejné.
- Trojúhelník je dostatečně určen tím, že je dána základna a oba úhly na jejích koncích.
- Úhel vepsaný do polokružnice je vždy pravý.
- Všechny obvodové úhly sestrojené nad průměrem kružnice jsou pravé.

Termínu matematika ve významu čísla patrně jako první používal Pythagoras ze Samu. Pythagoras chápal geometrii jako abstraktní vědu o všeobecných větách. **Pythagorova věta** zní:

- Součet čtverců délek odvěsen pravoúhlého trojúhelníka se rovná součtu čtverců délky jeho přepony. Matematické vyjádření: $a^2 + b^2 = c^2$
- Součet ploch čtverců sestrojených nad odvěsnami pravoúhlého trojúhelníka se rovná ploše čtverce sestrojeného nad jeho přeponou (zní alternativní formulace věty).

Pythagorovi žáci a následovníci řešili i jiné úkoly geometrie, například zobrazení pravidelných těles. Vytvořili základy aritmetiky, tj. základy obecné teorie čísel. Intenzivní studium čísel přivedlo pythagorovce k rozlišování přímých a nepřímých čísel; rozlišovali také dělitelná čísla a prvočísla. Vytvořili **most mezi aritmetikou a geometrií** úvahami o druhých a třetích odmocninách. Do této skupiny vědců patřil **Archystrás** (kolem roku 400 př. Kr.), který se zabýval otázkami mechaniky a problémem zdvojení krychle. V řecké geometrii hrály po dlouhou dobu specifickou úlohu tři klasické problémy: kvadratura kruhu, trisekce úhlu a zdvojení krychle (problém známý jako délský problém). Tuto problematiku vyřešili matematici až v 19. století za použití kružítka a pravítka.

Z předchozího textu vyplynulo, že ve starořecké matematice byla geometrie rozvinuta více než aritmetika. Řekové ještě neznali 0 ani poziční systém a neznali ani zlomky, což jim znesnadňovalo počítání. (NEČAS, ZWETTLER, 1985)

Matematika byla chápána učením i jako výchovná dimenze. **Platón** spatřoval v matematice základ výchovy a vzdělávání, jako cvičení v nazírání čistých forem. V tomto pojetí a ani v dalších myšlenkách nebyl Platón pravděpodobně pythagorovci ovlivněn.

Tvůrcem **teorie proporcí (úměry)** byl **Eudoxos z Knidu** (408-356 př. Kr.), který žil v Aténách. Příklad úměry: $8 : 12 = 12 : 18$. Je jedním z objevitelů tzv. **exhaustní metody**, způsobu užívaného pro výpočet velikosti geometrických útvarů před objevením integrálního počtu. Uvedenou metodou se dařilo aproximovat obsah ploch omezených křivkami (kruh) a také těles, jejichž hraniční plochy jsou šikmé (pyramida) nebo zakřivené (kužel).

Menaichmos (375-325 př. Kr.) založil **teorii řezu kuželem** (řezná plocha je omezena křivkou podle polohy řezné plochy – kruhem, elipsou, parabolou a hyperbolou) a **koulí** (řezná

plocha je kruhová plocha a ve chvíli kdy leží řezná plocha šikmo, je řezná plocha omezena elipsou). Uvedené objevy nenašly v praktickém životě starověkých Řeků uplatnění, vznikaly spíše z touhy po poznání. Ve starověku to byli Římané, kteří byli naopak založeni prakticky a pro mnoho poznatků z řeckého duchovního bohatství našli uplatnění v realitě.

Vlastní počátky specializace v přírodovědných disciplínách se kladou do období helénismu. Helénistická věda zdělila poznatky řecké vědy a navázala na ni. Centrem přírodovědného bádání byla v době helénismu Alexandrie. Vynikajících výsledků dosáhli Euklidés, Archimédes, Apollónos (některé zdroje uvádějí jeho jméno v zápisu Appolónios), Filón, Aristarchos, Hipparchos, Eratosothénes, Seleukos, Herofilos, Erasistratos a Hypatia.

Řecký matematik a geometr **Euklidés** (též Euklides nebo Euklid) (asi 325-260 př. Kr.) studoval v Aténách na Platónově Akademii, pracoval v nově založené alexandrijské vědecké instituci. Hlavním Euklidovým dílem jsou *Základy geometrie (Stoicheia)* obsažené ve třinácti spisech, jež začínají stanovením deseti **postulátů** či **axiomů** (axiómy jsou nejvšeobecnějšími větami, jejich platnost je uznávána bez důkazů) a pak postupují systémem „věta - důkaz“ ke stále složitějším konstrukcím až po tzv. Platónská tělesa. Vlastních **Euklidových postulátů** je pět:

- Každými dvěma body lze vést úsečku.
- Tuto úsečku lze libovolně prodloužit.
- Každou úsečkou lze opsat kružnici kolem jednoho jejího konce.
- Všechny úhly jsou si rovny.
- Mějme přímku a bod. Tímto bodem lze vést jednu rovnoběžku s danou přímkou.

<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Eukleid%C3%A9s>, 21.11.07>

Mezi Euklidovy žáky patřil **Archimédes** (287-212 př. Kr.). Vědecký přínos Archiméda bývá srovnáván s významem Aristotela. Archimédes pocházel ze Sicílie a pravděpodobně studoval v Alexandrii. Byl matematikem, fyzikem a inženýrem. Prostřednictvím exhaustivní metody stanovil hranici obsahu kruhu $3,1429 r^2$. V pojednání *O kruhu a válci* stanovil vzorec pro obsah a povrch jehlanu, krychle, válce a koule. Ve spise *O konoidech a sféroidech* zkoumal vlastnosti těles, které vznikají při rotaci kuželových řezů. Svými neortodoxními způsoby, jimiž mnohdy úspěšně vyřešil vědecký problém, který si uložil, se Archimédes přiblížil moderní experimentální přírodovědě svou bezprostřední vazbou matematiky a mechaniky. Archimédes je považován za zakladatele vědecké **statiky** a **hydrostatiky**. Nauku o těžišti obsahuje spis *Rovnováha rovin*. Obsahuje tvrzení, že těžiště tělesa je bod, v němž stačí upevnit těleso, aby zůstalo v rovnováze v jakékoli poloze. Formuloval zákon páky, formuloval pojem specifické váhy hmoty. Všeobecně je nejznámější zákon označovaný jako **Archimédův zákon**: těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, jejíž velikost se rovná tíze kapaliny stejného objemu, jako je objem ponořeného tělesa. Ke svým poznatkům dospěl Archimédes sám. Jeho spisy se dochovaly především v Byzanci. Ve 13. století byly převezeny na dvůr císaře Friedricha II, ale nikdo jim tehdy neporozuměl. Teprve až v 16. století se úroveň přírodovědných znalostí (včetně matematických) pozvedla natolik, že mohly být Archimédovy myšlenky pochopeny.

Appolónios z Pergy (260-200 př. Kr.) zavedl v geometrii dodnes používané pojmy: elipsa, parabola a hyperbola a **dal teorii řezu kuželem pevnou podobu**.

Hérón z Alexandrie (1. století po Kr.) ve svém díle *Metrika* odvodil **vzorec pro plochu trojúhelníka**: $A = s/s - a/ \cdot / s - b/ \cdot / s - c/$.

Dalším z vynikajících matematiků doby helénismu byli **Diophantos** a **Pappos** (oba žili ve 3. století po Kr. v Alexandrii). Hlavní **Diophantovo** dílo nese název *Arithmética*; obsahovalo třináct knih, z nichž se dochovalo pouze šest. **Diophantos** je považován za **zakladatele algebry**. Řešil rovnice typu: $Ax^3 + Bx^2 + Cx + D = y^2$ nebo systémy takových rovnic. Používal promyšleného **systému značek** (symboly pro minus -, rovná se =, neznámá n). Dio-

phantos osvobodil matematiku z pout geometrické demonstrace. Od té doby se postupně pro-sazovalo vyjadřování matematických zákonů ve všeobecné abstraktní rovině (v algebraické formě). **Popposova Synagóga (Sbírka)** představuje příručku řecké geometrie a současně cen-ný historický pramen poznání díla tohoto učence.

Jedinou významnou vědkyní starověku byla **Hypatia** (4. století po Kr.). Napsala ko-mentáře k dílům Appolónia a Diophanta. (NEČAS, ZWETTLER, 1985)

Z výše uvedeného textu vyplývá, že vědecké přístupy současnosti mají mnohdy velmi starou tradici.

1.2.2. Biologické vědy v antice

Biologická věda v pravém smyslu slova je v antice spojena až se jménem **Aristotela ze Stageiry** (384-323 př. Kr.). Aristoteles byl synem lékaře makedonského krále Filipa a sám se stal r. 353 př. Kr. učitelem králova syna Alexandra. Jako chlapec přišel Aristoteles do Atén, kde vstoupil do platónské Akademie. Mnoho cestoval; na čas se usadil v Malé Asii a po svém návratu do Atén založil roku 334 př. Kr. vlastní školu později nazvanou **Lykeion** (odtud sou-časný název lyceum). Kromě Aristotela ve škole působili také další slavní myslitelé jako The-ofrastos, Eudemos a Aristoxenés. Alexandr Makedonský velmi přál Aristotelovi a díky této aktivní podpoře byl Aristoteles prvním učencem, který mohl organizovat rozsáhlý vědecký výzkum a pedagogickou činnost. Aristoteles vybudoval obsáhlou knihovnu, do níž shromaž-ďoval jak knihy tak názorný didaktický materiál ze všech oborů. Pro své biologické pokusy získal a shromáždil (zejména díky příspěvkům z Alexandrových výprav) sbírky rostlin a zví-řat z nejrůznějších zemí. Kromě vědecké práce se Aristoteles věnoval svými přednáškami nejen studentům v Lykeionu, nýbrž také širšímu okruhu posluchačů.

Aristoteles je považován za **zakladatele zoologie** i když tento termín se ještě ve starověku nepoužíval. Aristotelova *Metafyzika* obsahuje myšlenky o vzájemném působení mezi látkou a formou. Vzájemné působení látky a formy nalézá Aristoteles v živém organismu. Tělo je zde látkou, formou je duše a ta tělo (látku) oživuje.

Aristoteles se snažil o **systemizaci živé přírody**. Rozdělil zvířata na třídy a druhy. Za dvě hlavní třídy považoval zvířata mající krev (obratlovci) a nemající krev (tj. bezobratlé). Aristo-teles stanovil hlavní problémové okruhy, které vědecky zkoumal. Byly jimi: pohlaví a roz-množování (je zakladatelem **embryologie** a také **srovnávací emryologie**), dědičnost, výživa, růst, přizpůsobení.

Ke jménu Aristotela jako zakladatele botaniky se přidružuje **Thefrastos z Eresu na Lesbu** (372-288 př. Kr.). K nejdůležitějším dílům Theofrasta patří jeho botanické spisy *Peri fytón aitión (Fyziologie rostlin)* a *Peri fytón historiás (Rostlinopis)*. Popsal asi 500 rostlinných druhů včetně vědeckého výkladu funkce částí rostlin. Zkoumal geografické rozšíření jím po-pisovaných rostlinných druhů. Zabýval se i léčivými účinky rostlin.

1.2.3. Medicína

Mnozí řečtí filozofové byli také lékaři. Již v období od 6. a 5. století př. Kr. zahájily svou lékařskou činnost významné školy. Mezi lékaři té doby byl nejslavnějším **Hippokrates** (460-370 př. Kr.), který byl představitelem **kójské školy** (tato škola byla reprezentována slavným rodem Asklepiů). Lékaři této školy se zaměřili především na pozorování celkového stavu ne-mocného a na prognózu chorob. Hippokratovi se přisuje 38 spisů o 73 knihách, autorství tzv. **Corpus Hippocraticum (Hippokratovský soubor)**, který představuje 8 spisů o základních otázkách lékařství, 10 spisů z anatomie a fyziologie, 2 spisy o dietě, 10 spisů o obecné pato-

logii. Po celá staletí mělo velký vliv učení o šťávách (humorální teorie). Podle této teorie obsahuje lidské tělo čtyři různé šťávy: krev, hlen, žlutou žluč, černou žluč. Jakékoliv onemocnění podle učence znamenalo porušení rovnováhy mezi těmito šťávami. Nabývání ztracené rovnováhy mezi šťávami se navenek projevuje nemocí. Humorální pojetí lidského zdraví však není vědecky správné. Slavnou se stala Hippokratova přísaha, která formulovala etický kodex výkonu povolání lékaře.

Ve stejné době vznikla **knidská škola**, která vynikla v oboru chirurgie, gynekologie a lokální terapie. V Knidu a také v Kou byly lázně s termálními prameny, kterých obě školy využívaly k léčbě svých pacientů. Význam léčivých pramenů zdůrazňoval jmenovitě **Herrodikos**, který přikládal velký význam dietám a tělesnému cvičení.

Zakladatelem **sicilské školy** byl **Empedoklés z Akragantu** a jeho pokračovatelem byl **Akron**.

Neméně slavná byla **pythagorovská škola** umístěná v jihoitalském Krotónu. Jejím významným představitelem byl **Alkmaión**, který považoval mozek za orgán duševní činnosti. Alkmaión prováděl pitvy, objevil zrakový nerv, vytvořil teorii spánku a všeobecnou teorii zdraví jako stavu rovnováhy organismu.

1.3. Počátky experimentu

Za nejstarší experimentální vědu je považována akustika, jejíž vědecké základy položil **Pythagoras ze Samu** (délku tónu rozdělil na čtvrtiny, vynalezl ladičku).

Tezi, že **experiment je cestou k poznání** prosazoval **Stratón z Lampsaku** (287-269 př. Kr.), představitel peripatetické školy a učitel krále Ptolemaia II.. Svým názorem, že nazírání má být neustále spojeno s myšlením a myšlení s názorem, položil Stratón **základy experimentální fyziky**. Jak již bylo uvedeno výše v textu k zakladatelům experimentálního postupu v přírodovědě náleží také Archimédes, který uplatňoval matematiku při formulaci svých objevů v jiných vědních disciplínách.

1.4. Formulování kosmického obrazu světa starověkými přírodovědci

Vývoj řecké vědy nelze synchronizovat s celými dějinami Řecka, neboť počátky vědy, její vzestup a úpadek je nutno rozlišit od průběhu politických dějin starořeckých států. Řecká věda je „*pozdním plodem na stromu kultury*“ a i podle Hegela „*začínají Minerviny sovy létat za soumraku*“. (NEČAS, ZWETTLER, 1985, s.46) Jak již bylo uvedeno první zárodky svobodného starořeckého filozofického a přírodovědného myšlení lze zaznamenat v 6. století př. Kr.

Thales z Miletu si představoval Zemi jako nehybnou desku, kterou omývá Okeános, v němž se každodenně rodí a opět v něm umírají Slunce i hvězdy. Uvedenou Thaletovu představu o Zemi zřejmě ovlivnila jeho cesta po Orientu. Matematicky vypočítal přesnou dobu zatmění Slunce 28.5.585 př. Kr. (PATURI, 1993, s. 49)

Anaximandros vytvořil (kolem roku 546 př. Kr.) první řeckou mapu obydlených území a také první nebeský glóbus. Pokládal Zemi za plochý válec (průměr válce Země je třikrát větší než jeho výška), který se volně vznáší v prostoru. Je považován za zakladatele vědecké geografie. Znázornil běh Slunce podle babylónského gnómu (stínové sluneční hodiny). Objevil sklon ekliptiky.

Anaxagorás (kolem roku 428 př. Kr.) pokládal Slunce za mocnou, žhnoucí a kamenou masu. Jako první se ptal po příčině pohybu.

Období **Pythagorovy školy** je považováno za zlatý věk antické astronomie. Země byla členy této školy pokládána za kouli, která se otáčí kolem své osy a kolem tzv. středního ohně.

Země, Slunce a další planety se vyznačují tímto pohybem a při svém pohybu vesmírem vydávají tóny, Pythagoras nazval věčnou vesmírnou hudební produkci, kterou zřejmě předpokládal, jako harmonii sfér. Současná věda jeho domněnku potvrdila. Planety při pohybu vesmírem nejsou tiché. **Hérakleides Pontský** (kolem roku 350 př. Kr.) ve svém spise *O dějích na nebesích* výslovně napsal, že je Země kulatá a že se otáčí jednou za den kolem své osy. O Slunci mluví jako o stálici. Nebe stálic je podle něj při pozorování pouze ve zdánlivém pohybu. Pomocí rotace Země Hérakleides vysvětluje nejen den a noc, ale považuje také za možné, že se Země během roku pohybuje kolem Slunce (což bylo známo tehdy už u planet Merkur a Venuše).

Spolu s Hérakleidem patřil do vědecké společnosti **Akademie** zřízené **Platónem** matematik, astronom a geograf **Eudoxos z Knidu**. Podle konzistentního astronomického obrazu světa členů Akademie sestrojil Eudoxos první hvězdné glóby, ve kterých stálice Slunce byla uvnitř systému planet. Považoval Zemi za střed vesmíru a Slunci přisoudil otáčení kolem Země. Tyto názory uvedl ve svém díle *O zjevech nebeských, pohybech hvězd a znameních povětrnosti*.

Názorově osamocen zůstal **Aristarchos ze Samu** (kolem roku 260 př. Kr.), který učil, že Slunce a stálice jsou nehybné, že Země se točí kolem své osy.

Kolem roku 470 př. Kr. vytvořil **Leukippos z Milétu** (500-440 př. Kr.). **matematicko-mechanický obraz světa** Formuloval kauzální zákon slovy: „*Žádná věc nevzniká sama o sobě, ale všechno se rodí smysluplně a pod tlakem nutnosti*“. (PATURI, 1993, s.51) Tento obraz převzal a rozvinul v systém jeho žák **Demokritos z Abdér** (470/460-370 př. Kr.). Oba kauzální logikové rozlišovali „prostorové prázdno“ a „prostorovou plnost“. Prostorová plnost se skládá z **atomů**. **Atomisté**, jak bývá tato názorová skupina vědců nazývána, považovali atomy za nezničitelné a neměnné; jsou nejmenší součástí látek a jsou nedělitelné. Nicméně mohou mít různý tvar a velikost, mohou být různě těžké a také mohou mít různou polohu. (NEČAS, ZWETTLER, 1985) Ve starověku byla nejvíce ceněna kniha *Megas Diakosmos (Velké upořádání světa)*, jejíž autorství bývá připisováno jak Leukippovi, tak Démokritovi, ale také oběma vědcům současně.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Leukippos_z_Mil%C3%A9tu, 22.11.07>

Hvězdnou triádu filozofů pozdního období antické filozofie a helénismu tvořili **Sókrates, Platón a Aristoteles**. **Aristoteles** (384-322 př. Kr.), Platónův žák, tvrdil, že každá věc je stvořena z látky (hýlé) a tvaru, formy (morfé). Pohyb označil jako proces, v němž látka nabývá formy. Aristotelovo dílo je značně rozsáhlé a seřazení jeho dochovaných spisů podle doby vzniku není možné. Byly proto zařazeny podle svého obsahu do šesti skupin, které tvoří: spisy o logice, spisy přírodovědné, spisy metafyzické, spisy etické, spisy politické, spisy o literatuře a rétorice.

„*Veškerá stavba věd západních kultur spočívá na základech, které vytvořil Aristoteles. Ve svém filozofickém podobenství světa shrnul veškeré vědění starověku*“. (VAN BERGH, 1996, s.21)

V polovině 2. století př. Kr. formuloval **Hipparchos z Nikaie** (asi 190-120 př. Kr.) kosmický obraz světa. K jeho vytvoření využil historické modely svých předchůdců ze 6.-4. století př. Kr., provedl jejich korekce s využitím principů trigonometrie (byl jejím spoluzakladatelem), vytvořil matematickou bázi pro pojednání o sférických soustavách. Svou teorii opřel o pozorování; sestavil seznam 1080 stálic s přesným určením jejich místa na obloze. Hipparchos navrhl heliocentrický obraz vesmíru ve prospěch geocentrického výkladu. Tímto svým počinem na dlouhá staletí pozastavil vývoj vědeckého zkoumání vesmíru. Přesto, že chybně vyložil obraz kosmu, dokázal na matematicko-logickém základu přesně určit polohu měst podle stupňů zeměpisné délky a šířky, objevil periodické výkyvy rotační osy Země (precesi). Pro určení precese sestavil chordové tabulky (odpovídají pozdějším sinusovým tabulkám). Znal pravděpodobně i nepřesnosti v oběžné dráze Měsíce kolem Země.

Hlavní astronomický systém starověku vešel do dějin pod označením **ptolemaiovský**. **Klaudios Ptolemaios** (žil mezi roky 100-170) formuloval v díle *Syntaxis megalé (Velká skladba)*, arabsky *Almagest* (byl známým dílem až do 17. století), své hlavní teze takto:

- nebeská klenba má tvar koule
- vzhledem k svému tvaru lze Zemi smyslově vnímat rovněž jako kouli
- Země zaujímá centrální místo, nachází se ve středu celé nebeské klenby
- vzhledem k své nehybnosti a vzdálenostem od sféry nehybných hvězd je Země k ní v poměru bodu
- Země je nehybná

Jedná se o geocentrický model vesmíru. Jednoduchý kruhový pohyb Země se předpokládá ještě u Slunce a Měsíce. Pro planety zkonstruoval tzv. epicykly jako mnohem složitější dráhy kolem nepohyblivého zemského středu a tzv. deferenty (malé kruhy). (NEČAS, ZWETTLER, 1985, s. 79)

II. VZDĚLANOST EVROPSKÉHO STŘEDOVĚKU (400 – 1400)

Řekové byli hrdí na „*epistémé*“, teoretické vědění. Římané, kteří přebírali řecké vědění, byli pragmatičtí. Zájem Římanů směřoval proto především k těm teoretickým poznatkům, které se daly využít v praxi. Řecký teoretický vědecký odkaz rozvíjeli Římané prakticky, aniž se příliš starali o jeho teoretické rozvíjení. (PATURI, 1993)

Evropský středověk destruktivně poznamenal rozpad římského impéria. Římská říše se nejprve roku 395 rozdělila na dvě teritoriální a mocenské části: Východořímskou říši (později se konstitovala jako Byzantská říše) - jejím centrem se stal Konstantin (Byzantion) a Západořímskou říši (zanikla po vpádu Vandalů roku 476).

Po celé 11. století byla v Evropě pocíťována potřeba vzniku světského vysokého školství. Jedinou dosavadní nositelkou vzdělání byla církev. Traduje se, že první světská vysoká škola právní vznikla v Boloni roku 1088. Pravděpodobně to byla právě tato škola, která založila tradici univerzit. V době, kdy školu řídil právník **Irnerius** se tato škola stala střediskem právnických studií v Evropě. Na počátku 12. století vznikly v Boloni vedle právnícké školy ještě i škola lékařská a škola svobodných umění. Uvedené tři školy daly roku 1215 studentům podnět pro vytvoření dvou sdružení studentů - **universitas** (jednu společnost tvořili studenti z Předalpí, druhé sdružení tvořili studenti všech tří škol, kteří byli ze zaalpských zemí). Termín universitas se postupně obsahově tříbil než začal mít svůj současný smysl, původně se totiž univerzitní vzdělání nazývalo „**studium generale**“. O prvenství univerzitního školství soutěží s Boloni další italské město Pavia (zde byly podle zdroje položeny počátky vysokému školství již roku 1025). (NEČAS, ZWETTLER, 1987, s. 26) Salerno bylo zase proslulé svým studiem lékařství. Monopol na vzdělání, který do té doby měla v rukou církev byl nadále systematicky narušován vznikem univerzit v dalších italských městech a také mimo Itálii. O rozvoj věd se zasloužil císař Fridrich II. Založením univerzity v Neapoli roku 1224. Byla to první univerzita založená panovníkem (tj. státní), nikoli církevní mocí. Roku 1231 byla papežskou bulou *Parens vilegia* Řehoře IX., slavnostně potvrzena i rozšířena privilegia a status Pařížské univerzity Sorbonny. Roku 1257 byla zřízena univerzitní kolej a od roku 1260 dostala Sorbonna natolik ustálenou podobu, že se beze změn udržela téměř do konce 18. století. Sítě univerzit vznikaly od 13. století na Pyrenejském poloostrově (první univerzita vznikla v Lisabonu roku 1290). V 15. století vznikaly četné říšské univerzity (první z nich byla založena roku 1379 v Erfurtu). První univerzita, která vznikla na sever od Alp byla Pražská univerzita založená roku 1348 Karlem IV.; nese název Karlova univerzita. V roce 1250 poskytovalo vzdělání již asi deset univerzit, roku 1378 se vyučovalo na dvaceti osmi univerzitách a v roce 1500 existovalo již více než 60 univerzit. (LE GOFF, 2002, s. 826-828)

Posláním univerzit bylo dát jejím absolventům vedle vzdělání (včetně přírodovědného) také vyšší společenský status. Tradice univerzit vytvořená ve středověku jako instituce poskytující vysokoškolské vzdělání trvá dodnes.

1. Přírodní vědy ve středověku

1.1. Chemie

První chemické pokusy ve 3. století prováděli Řekové a Egyptané. Za prvního známého vědce v oboru chemie můžeme označit **Zosima z Panapolisu**. Oprostil chemické postupy, které v té době byly používány („bělení“ mědi sloučeninami arzenu, „žlucení“ stříbra nebo „zdvojování“ zlata) od filozofické a mystické spekulace. Spatřoval příčinu takových procesů v samotné hmotné substanci. **Pozorovaným jevům přisoudil přírodovědné vysvětlení**. Kolem roku 430 zavedl Zosimos pojem „**chemie**“, který dále obsahově doplňovali Arabové. Zosimos se systematicky zabýval postupy chemické destilace a metalurgickými procesy. Ve své laboratorní výbavě užíval výrobky syrských sklářů (byly známy již kolem roku 100 př. Kr.). Byly to například foukané baňky, užívané v destilačních přístrojích. Právě tato zařízení se mohla stát jedním z praktických klíčů rozvoje chemické vědy Arabů. Za nejvýznamnějšího arabského vědce v oboru chemie lze zřejmě považovat **Džábira ibn Hajjána** (v Evropě zvaného **Geber**, též **Gieber**), jenž rozvíjel kolem roku 750 standardní fyzikální a chemické metody: oxidaci, sulfonaci, odpařování, sublimaci, krystalizaci, kalcinaci, filtraci a destilaci ve vodní a písečné lázni. Dále podal návod k výrobě kyseliny sírové, kyseliny dusičné, lápisu, salmiaku, arseniku a zelené skalice. Znal některé slitiny kovů. Zaznamenal vzrůst hmotnosti kovů při oxidaci a sulfonaci. Díla, která jsou Džábirovi tradičně připisována se stala základem středověké **alchymie a experimentální chemie** (tj. pozorování chemických reakcí v předem stanovených podmínkách, v nichž lze hodnotit chování určujících ukazatelů). Z perského přírodovědného prostředí je třeba vzpomenout **Avicennu** (narodil se před rokem 980 v Buchaře). Rodné jméno tohoto perského lékaře a filozofa znělo **Abú Ali Al Husain ibn Allah ibn Sína**. Jeho dílo zahrnující téměř všechny tehdejší vědecké poznatky sloužilo jak arabským učencům, tak také v latinském překladu učencům v Evropě. V encyklopedické *Knize uzdravení* se Avicenna zabýval logikou, matematikou, fyzikou a psal i komentáře k dílu Aristotela. Lze říci, že ve svém vědním systému spojil aristotelské i novoplatonské myšlenkové bohatství. Zvláště ceněn byl jeho současníky lékařský spis *Zákon medicíny*. K rozvoji chemie přispěl další arabský učenec **Alkhazini** (je znám rok 1121), který změřil **specifickou váhu tekutin** pomocí aerometru. Vynalezl dále pyknometr, určený k měření hustoty tekutin. K rozvoji chemie plynů přispěl svým objevem **Roger Bacon**. Zjistil a publikoval svůj poznatek, že **hořící látka při zastavení přístupu vzduchu hasne**.

1.2. Geologie

Předmětem živého zájmu bylo zkoumání Země. **Geologie** 12. století navazovala a zároveň čerpala ze těchto hlavních poznatkových pramenů: Aristotelovy *Meteorologie* a z Avicenna spisů *De mineralibus et rebus metaloid* a ještě ze dvou arabských pseudoaristotelovských rozprav *De preitatibus elementorum*, (též *De elementis*) napsané v 10. století. Předmětem zkoumání geologie se stal původ oceánů a světadílů, řek, pohoří a také příčiny vzniku minerálů a zkamenělin, vzájemný poměr hlavních světových hmot (země a vody) a jejich změny. Někteří autoři začínají psát knihy ve svém mateřském jazyce. Pro svůj první přírodovědný spis v němčině *Buch der natur* (*Knihy přírody*) použil **Konrád z Megenburgu** (1309-1374) latinskou předlohu knihy *De natura rerum* (*O povaze věcí*), jejímž autorem je **Tomáš z Cantimpré**. Konrád z Megenburgu byl všestranně vzdělaný; znal historii, věnoval se astronomii a fyzice. Domníval se, že prameny a řeky vznikají působením dešťů.

Znalost Země prohloubily obchodnické a zároveň objevitelské cesty. Nejznámějšími i když ne prvními cestovateli do Asie byli Bratři Nicolo Polo a Maffee Polo. Roku 1260 ces-

tovali tito benátské kupci z Konstantinopole do Palestiny a odtud na dvůr (Čingischánova vnuka) chána Kublaje. Ten je vyslal s poselstvím papeži zpět do vlasti. Ke druhé výpravě sebou vzali také sedmnáctiletého **Marca Pola** (1254-1323). Své zážitky, hlavně však cenné svědectví o reáliích východního světa včetně přesných zeměpisných údajů se zachovaly v jeho spise *Milion*. Všichni tři muži za tři roky doputovali do Pekingu, kde zůstali 17 let. Roku 1292 dostali povolení vrátit se do vlasti. Putovali námořní cestou přes Indočínu, Indonésii, Cejlon a Indii do Hormuzu v Perském zálivu. Odtud se po souši dostali do Trapezuntu na Černém moři a lodí pak dopluli do Cařihradu. Od 13. století se lze setkat prvními použitelnými mapami tzv. *portolány*. Mapa Rogera Bacona, kterou poslal papeži se však ztratila. Při této příležitosti Bacon vyslovil názor, že je možné dostat se do Indie námořní také cestou podniknutou západním směrem.

1.3. Středověcí encyklopedisté

Pro středověk byla charakteristická encyklopedická díla. **Univerzální dílo** v oblasti přírodních věd vytvořil **Alcuin** (735-801/804) anglický filozof, mnich, učenec a učitel, původem šlechtic z Northumbrie. Byl známý též pod jménem Alkuin, Alch-wine, anglicky Ealtwine (přítel chrámu). Je považován za stěžejní osobou z okruhu učenců, kteří se zasloužili o obnovu starověkých věd v rámci tzv. **karolínské renesance**. Alcuin navázal na pozdně antickou tradici. Kromě jiných věd se věnoval matematice (aritmetice a geometrii) a astronomii. Jeho sbírka matematických úloh si udržovala značný význam po mnoho století. Na Alcuinovo dílo navázal mohučský arcibiskup, učenec a Alcuinův žák **Hrabanus Maurus** (asi 780-856), který kolem roku 800 vytvořil encyklopedii soudobé vědy *De rerum naturis* o rozsahu 22 svazků.

O přijetí přírodovědného a myšlenkového bohatství Aristotela o něco později usiloval přírodovědec, filozof a teolog **Albertus Magnus** (Albert hrabě z Bollstädtu) (1200-1280), na jehož základech vytvořil středověkou **scholastiku**. Scholastika čerpala z různých názorových filozofických rovin Platóna a Aristotela při hledání odpovědi na otázku po skutečnosti obecného neboli „univerzálie“; odtud **spor o univerzálie**. Křesťanská filozofie využila Aristotelovy logiky k výstavbě metody argumentace a dedukce. Původní vědecký odkaz řeckých filozofů se ve scholastice vytratil. Do doby než byla provedena kritika scholastiky, zůstala filozofie jako metoda myšlení nedílnou součástí středověké teologie. Principy scholastiky otrásl zejména **Roger Bacon** (1214-1294), který požadoval návrat k bezprostřední zkušenosti, tj. k pozorování a dotazování přírody prostřednictvím experimentu. (STÖRIG, 1991, s.195) Ve svém díle „*O užitečnosti věd*“ se zabýval výkladem logiky, lingvistiky, matematiky a praktickou fyzikou. Vynikl ve zkoumání **magnetismu** a **optiky**. Dospěl k základním objevům jako jsou zákony odrazu a lomu paprsků. Baconovy přírodovědné a technické experimenty, které mohly být využitelné v praktickém životě a jeho metoda vědeckého myšlení vzbudily nevoli církve i františkánského řádu (byl jeho členem). Práci na svém *Hlavním díle* (*Skriptum principale*) v celém zamýšleném rozsahu nedokončil. Chtěl do tohoto díla zařadit všechny vědy jeho doby: gramatiku, logiku, optiku, astrologii, geografii, alchymii, medicínu, metafyziku a etiku. Bacon se těšil ochraně Papeže Klimenta IV. Na žádost Klimenta IV. provedl Bacon roku 1267 z výše uvedeného zamýšleného díla výtah s názvem *Opus maius*. *Opus maius* se považuje z hlediska porozumění Baconovu dílu za nejdůležitější. Po smrti papeže Klimenta IV. byl Bacon internován a zbytek života strávil ve vězení, kde pravděpodobně i zemřel. Rogera Bacona stejně jako Alcuina a Hrabana Maura lze považovat za encyklopedisty. K úplnému oddělení filozofie od teologie přispěli svou kritikou **Duns Scotus** (1270-1308) a **Vilém z Ockhamu**, latinsky **Occam** (1290-1349). Oddělením filozofie od teologie jako samostatné vědy byl vytvořen stěžejní předpoklad pro konstituování dalších samostatných vědních oborů včetně přírodovědných.

III. OBDOBÍ VZNIKU MODERNÍ VĚDY

1. RENESANCE A HUMANISMUS (1400 -1600)

Renesanci charakterizovalo osvobození duchovní síly člověka. Na evropské půdě k tomu přispěla reformace, aniž by k tomuto cíli uvědoměle směřovala. Požadavek Martina Luthera svobodného výkladu písma a také požadavek reformy školství a školy vedly nakonec k tomu, že byla reforma školství uskutečněna. Reformu školství prosadil a naplnil duchem humanismu **Melanchton**. Reformismus byl na rozdíl od humanismu masovým hnutím. Všechny protestantské země vyvinuly proto úsilí, aby zprostředkovaly lidu alespoň elementární vzdělání.

K urychlení vědeckotechnického myšlení Evropanů přispělo obsazení Konstantinopole, zbytku staré Byzance, roku 1453 Turky. Byzantští učenci prchali hromadně do Itálie a přinesli sebou duchovní i hmotné bohatství byzantských spisů. Jednalo se částečně o spisy antických autorů, které byly ve středověku již zapomenuty, částečně to byly i rukopisy islámských učenců, kteří se od 8. století zabývali dosti intenzivně rozvíjením přírodních věd. „*Skrze proroka Mohameda fixoval korán otevřeně a výslovně boží příkaz ke zkoumání přírody. Tak opatrovali muslimové na jedné straně tradiční antický myšlenkový poklad, na druhé straně dosáhli sami – zvláště v matematice, astronomii a lékařské technice - množství nových poznatků*“, PATURI (1993, s. 90). Tento pestrý kulturní poklad, který obsahoval kromě jiných textů mnoho přírodovědeckých traktátů, padl na úrodnou půdu. Intelekt tehdejšího vzdělance se osvobodil z okovů scholastiky a chtěl respektovat pouze vlastní intelektuální hranice. Na tomto základě vzniklo mnoho teoretických studií zejména technického rázu, které si ještě nemohli pro svou obtížnou technickou proveditelnost klást ambice být realizovány. Typickým příkladem je v tomto směru teoretická technická tvorba Leonarda da Vinciho. Mnohostranné úsilí rozpracovat duchovní bohatství antiky a orientu a snaha o rozšíření vlastních přírodovědných znalostí stále více sílily. V raném období renesance k tomu sloužily pouze rukopisy, a proto se znovuobjevené antické vědění a nové poznatky šířily jen pomalu. To se však výrazně změnilo po té, co se v letech 1465 - 1470 s v Itálii rozvinul knihtisk. Vynález knihtisku se připisuje **Johanovi Gensfleisch von Sorgenlochovi** (1394-1468), zvanému též **Gutenberg** (vynález se klade do období let 1447/1448 až 1450 v Mohuči). Princip Gutenbergova vynálezu knihtisku podrobně pojednal VOIT (2006). Počátkem 16. století byla vydávána především technická díla nejen latinsky, nýbrž i v jazycích jednotlivých zemí a tato díla sloužila již širšímu okruhu čtenářů nejen omezenému počtu vědců. Začala vycházet různorodá odborná pojednání s přírodovědnou tematikou. Kromě knižních textů vycházely tiskem také mapy. Roku 1518 byla v Norimberku vytištěna **první mapa Čech Mikuláše Klaudiána**.

1.1. Matematika

K rozvoji moderní matematiky, aby byla lidem srozumitelná a tudíž i využitelná přispěl německý matematik **Michael Stifel** (1486-1567), který pojednal v díle *Arithmetika integra* (Úplná aritmetika) pravidla o dělení zlomků jako o násobení jeho převrácenou hodnotou. Provedl srovnání aritmetické a geometrické posloupnosti, což jsou základní myšlenky, které vytvořily základ k objevu **logaritmů**. Znak pro odmocninu zavedl vynikající matematický

praktik **Adam Riese** (1489-1559). Jeho „početnice“ s výbornou metodikou se používala celá dvě století. Svými algebraickými spisy se stal známý francouzský matematik **Nicolas Chuquet** (1445-1500). Objev **kubických rovnic** se přičítá současně dvěma italským vědcům a to **Nicolovi Fontanovi** (1500-1559) řečenému **Tartaglia** a **Hieronimovi Cardanovi** (1501-1576). Cardano poprvé zavedl do matematiky imaginární veličiny. Řešení **bikvadratických rovnic** se podařilo **Ludovicu Ferrarimu** (1522-1566). Zásluhy **Francoise Viéta** (1540-1603) spočívají především v zavedení čistě symbolického způsobu zápisu při algebraických výpočtech. Jeho nejdůležitější dílo *In artem analyticam isagoge (Úvod do analytického umění)* vydal roku 1591. Náhradu velkých písmen v algebraickém způsobu zápisu zavedených Vietem nahradil Angličan **Thomas Harriot** (1560-1621) malými písmeny a tento způsob zápisu se stále užívá. Viéte zavedl princip poziční hodnoty. Přepočítal na devět míst za desetinnou Archimedovu hodnotu $[\pi] \approx 3,1416$. Tento zápis se užívá dosud. Téměř ve stejnou dobu **Ludolph van Ceulen** (1540-1610) působící v Delftu zpřesnil Archimedovu hodnotu na 35 desetinných míst; určil obsah kruhu pomocí pravidelných vepsaných a opsaných mnohoúhelníků. Hodnota se na jeho počest jmenuje **Ludolfovo číslo**.

Skot **John Napier** (1550-1617) v díle *Mirifici logarithmorum canonis descripto* zavedl pojem **logaritmus**. Napier rozpoznal výhody, které vyplývají z použití čísla 10 (jako jednotky decimálního systému) pro základ logaritmu. Logaritmy uvítali matematici a také astronomové. V letech 1605-1631 žil v Praze Švýcar **Jost Bürgi** (1552-1632), který se podílel na Keplerových výpočtech. Bürgi vydal v roce 1620 spis *Aritmetische und Geometrische Progress-Tabulen*, v němž volí aritmetickou posloupnost s diferencí 10 a geometrickou posloupnost o základu 1. Napierova podnětu využil také anglický matematik **Henry Briggs** (1556-1630), který v díle *Arithmetica logarithmia* vytvořil jednu z moderních pomůcek matematiky – logaritmické tabulky celých čísel od 1 do 20 000 a od 90 000 do 100 000. Na objevu logaritmů se podílel holandský geometr **Ezechiel de Decker**, který provedl jejich dokončení do současné podoby. Logaritmické pravítko roku 1622 sestavil **William Oughred** (1575-1660).

1.2. Astronomie

Touhu člověka poznat jak vypadá pravdivý obraz kosmu a jaké místo je v kosmu vyhrazeno Zemi vedla k revizi starého obrazu o kosmu. Přejít mezi geocentrickým pojetím středověku a heliocentrickým obrazem moderní vědy pomohli připravit významní myslitelé. Patří mezi ně **Nikolaje Chrypffs** (1401-1464), zvaný **Mikuláš Kusánský**, kardinál i filozof. V jeho díle byla uvedena myšlenka, „že Země nemůže být v klidu, nýbrž se pohybuje jako ostatní hvězdy“. (NEČAS, ZWETTLER, 1987, s.69) Oživena byla astronomická pozorovací činnost. Zásahu má na tom vídeňský profesor a astronom **Georg Peurbach** (též **Pürbach**, 1423-1461) a také **Johann Müller** (zvaný též **Regiomontanus**, 1436-1476). Regiomontanus studoval Ptolemaiovu *Almagest*; chápal nově pohyby planet a zaznamenával je na mapách hvězdné oblohy. Po Müllerově smrti pokračoval v astronomických pozorováních až do roku 1504 jeho žák **Bernard Walter** (1430-1504).

Nejvýraznější vědeckou osobností moderní astronomie představuje **Mikuláš Koperník** (1473-1543). Důležitou okolností, která zřejmě zásadním způsobem Koperníka ovlivnila, byla jeho studia v Itálii. Italský renesanční novoplatonismus vytvářel příznivé podmínky pro astronomický výzkum i vytváření nového názoru na svět včetně struktury kosmu. V Itálii studovali astronomii také v textu již uvedených Peurbach, Regiomontanus a Walter. Studium starověkých autorů a vlastní celoživotní astronomická pozorování daly vzniknout **Koperníkovu** dílu *De revolutionibus orbium coelestium (O oběžích sfér nebeských)*. Dílo bylo vydáno v Norimberku v roce Koperníkovy smrti (1543). Základní myšlenky díla:

- Slunce stojí ve středu vesmíru. Nemění svou polohu

- Stálice stojí (v poměru k velikosti Země jsou jejich rozměry nesmírné) v kruhových sférách stálic. Ty se rovněž nepohybují
- Planety a rovněž Země, která je jednou z nich, obíhají v kruhových drahách kolem Slunce
- Země se otáčí kolem své osy za 24 hodin
- Měsíc se pohybuje na kruhové dráze kolem Země

Další vědeckou osobností v oblasti astronomie byl **Tyge Ottesen Brahe** (1548-1601) ne- správně uváděn jako **Tycho de Brahe**. Jeho přínos spočívá ve zdokonalení astronomických přístrojů. Určil i mnoho astronomických konstant; pro astronomická pozorování pak střední hodnotu, aby předešel případným omylům. Mylně považoval za stálici Zemi. Jeho pozorování se stala základem Keplerových prací, který s Brahem jako matematik spolupracoval a navázal na Brahův vědecký odkaz. **Johannes Keller** (1571-1630) uvedl Brahův vědecký odkaz do souladu s Koperníkovým systémem. Roku 1609 uveřejnil dílo *Astronomia nova (Nová astronomie)* a roku 1619 spis *Harmonice Mundi (Harmonie světa)*. Tato díla obsahují tři **Keplerovy zákony**:

1. Planety se pohybují po rovinných křivkách (elipsách či kružnicích), kolem stálého centra (středu). To znamená, že vektor zrychlení a tedy i síla způsobující tento pohyb, leží v rovině dráhy. Planety se periodicky vzdalují a přibližují ke Slunci.
2. Obsahy ploch opsaných průvodičem planety (spojnice planety a Slunce) za stejný čas jsou stejně velké.
3. Poměr druhých mocnin oběžných dob dvou planet je stejný jako poměr třetích mocnin jejich velkých poloos (středních vzdáleností těchto planet od Slunce).

Dalším Keplerovým současníkem byl **Galileo Galilei** (1564-1642), který jako několik dalších vědců pracoval na sestavení teleskopu, jímž pak pozoroval vesmír. O svém dalekohledu informoval veřejnost roku 1610 ve spise *Nuncius sidereus (Hvězdný posel)*. Při svých pozorováních kosmu zjistil, že skvrny na Slunci, které pozorovali již jeho předchůdci **Johannes Fabricius** a jezuita **Christoph Scheiner**, putují po slunečním kotouči a objevují se opět na jiné straně. Tím přinesl důkaz o rotaci Slunce. Na konto Galileových hvězdných objevů je připsáno díky jeho bedlivému pozorování kosmu mnoho prvenství (například před Galileem bylo v pásu a meči Oriona známo devět hvězd; Galileo jejich počet doplnil na 80). Jako stoupenec Koperníkova učení se Galileo při jeho prosazování setkal s bouřlivým odporem svých protivníků z řad univerzitních učenců. Zaujatým Galileovým odpůrcům se podařilo strhnout názor církve na svou stranu, (papež Urban VIII. původně sledoval Galileovy práce s velkým zájmem). Roku 1616 byl Galileo pohnán před inkviziční soud. Soud označil heliocentrické učení za škodlivé a Koperníkovo učení bylo interpretováno jako matematická teorie. Sedm let po prvním střetu s inkvizicí vydal Galileo další spis *Probus*, který věnoval papeži. Když roku 1632 Galileo uveřejnil *Dialogo sopra in due massimi sistemi del mondo – tolemaico e copernicano (Dialog o dvou hlavních systémech světa – Ptolemaiově a Koperníkově)*, vyvolal a vyhrotil opět nové konflikty. Kniha dostala církevní povolení k tisku s výhradou, že Koperníkova teorie bude interpretována jako pouhá matematická hypotéza. Tuto podmínku Galileo nepřijal. Jeho odpůrcům se podařilo zviklat důvěru papeže, díky pomluvám Galileových protivníků vykonstruovanými osobními pomluvami, kterými ovlivňovali chápání výkladu Galileova díla napsaného formou disputace. Galileo byl znovu pohnán před soud a byl dokonce zatčen. Byl přinucen v rouše kajícíka odvolat své „kacířské učení a názory“. Slova „*Eppur mundi*“ (A přece se točí), která podle tradice při odchodu ze soudní síně Galileo vyřkl, jsou pro kontext s prožívanou situací vědce hutnou a zároveň mnohovýznamovou zkratkou. Jistě si byl vědom jak velmi je jeho život ohrožen. Vždyť roku 1600 byl za své vědecké názory o nekonečné dimenzi vesmíru upálen dominikánský mnich **Giordano Bruno** (1548-1600).

Galileův *Dialog* a spisy Keplera se ocitly na indexu zakázaných knih (libri prohibity). Galileovým vystoupením se ještě více prohloubil protiklad mezi novými myšlenkovými proudy v přírodních vědách a strnulou oficiální církevní doktrínou. Teprve roku 1835 byly uvedené spisy Galileia opět povoleny. Galileo zemřel v roce 1642. V téže roce se narodil Newton a tak byla Galileiova pomyslná štafeta vědeckého pokroku předána pokračovatelům. (NEČAS, ZWETTLER, 1987)

1.3. Fyzika

Ve fyzice se nástup nových myšlenkových proudů projevil později než v matematice a astronomii. V roce 1600 vydal Angličan **William Gilbert** (1540-1603) spis *De magnetibus corporibus et de magnetibus telluris* (*O magnetu, magnetických tělesech a velkém magnetu zemském*). Gilbert považoval Zemi za velký magnet; zjistil, že Země má dva magnetické póly, které leží blízko pólů geografických, se kterými však nejsou totožné. Svá bádání prováděl Gilbert čistě metodou experimentální. Ve svých závěrech překonal i Petra Peregrina.

Za zakladatele **moderní statiky** a **hydrostatiky** je považován holandský vojenský inženýr **Simon Stevin** (1548-1620). Pro statiku formuloval zákon **superpozice sil**, pro hydrostatiku zákon zvaný **hydrostatický paradox** (celkový tlak kapaliny na vodorovné dno nádoby závisí při stejných plochách dna nádob pouze na výšce kapaliny nad ním a nezávisí na tvaru nádoby, tj. na množství kapaliny v nádobě).

Vývoj fyziky významně ovlivnil i mnohostranně nadaný a široce vzdělaný **Galileo Galilei**. Mezi jeho díla patří spis věnovaný problematice magnetismu *O kompasu* (1606). Je považován za zakladatele **dynamiky**. Ve spise *Rozpravy a matematické důkazy týkající se dvou nových věd* (1638) pojednal kromě jiného i **zákon volného pádu**. Princip setrvačnosti a princip skládání pohybů přivedl Galileiho k vyřešení **kinematiky vodorovného a šikmého vrhu**. Vrhované těleso se bude pohybovat rovnoměrně přímočaře ve směru vrhu, přičemž v každém okamžiku bude také padat podle zákona volného pádu. V dialogu formuloval Galilei i **mechanický princip relativity**. Tento princip rozšířil ve 20. století Albert Einstein na všechny fyzikální jevy. (Podle ZAJACA a CHRAPANÁ 1983, s. 23-25 uvedli NEČAS, ZWETTLER, 1987, s.77) V hydrostatice experimentálně prokázal schopnost těles plavat v kapalině v závislosti na jejich relativní hustotě vzhledem ke kapalině, která tělesa obklopuje. Na tvaru těles přitom nezáleží. K dalším hydrostatickým objevům patří hydrostatické váhy a teploměr. Galileiova metoda vědecké práce byla založena na experimentu a předpokládala syntetický přístup ve smyslu vzájemné provázanosti a aplikace věd (matematiku aplikoval na ostatní přírodní vědy). Na základě svých bádání více prosazoval otázku kvality před kvantitou. Tímto svým přístupem k vědeckým poznatkům Galileo postavil přírodní vědy na exaktní základnu na níž se mohla dále úspěšně rozvíjet. Vytvořil tímto počinem základní předpoklad přerodu středověké přírodovědy v moderní vědu.

1.4. Chemie

Vědecká chemie se konstitovala až v 17. století. Období předchozích tří století pro chemii představuje období, ve kterém lze sledovat první pokusy dát chemii jednotný teoretický obsah. Vyplývá to z teoretických prací Paracelsa, Stahla a Lavoisiera. Po osvobození alchymie z pout scholastiky se vývoj chemie ubíral technickým směrem. V 16. století vznikla **iatrochemie**. Za zakladatele iatrochemie je považován **Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim** zvaný **Paracelsus** (1493-1541). Iatrochemie si kladla za cíl spojit medicínu s chemií. Paracelsův názor, že životní pochody organismu mají chemickou pova-

hu a že zdraví závisí na normálním stavu orgánů a sekretů, je důležitý i pro současnou biochemii. Připisoval velký význam chemickým látkám při odstraňování vzniklé poruchy – nerovnováhy. Jeho pestrý život se stal předmětem mnoha literárních zpracování včetně beletristického. Při svém pobytu v arsenových dolech se stal svědkem příhody, která mu dala impulz k myšlence „jed se od léku odlišuje pouze podávaným množstvím“. Přírodu považoval za jednu velkou pestrou lékárnu. Díky arsenu a rtuti dokázal úspěšně léčit do té doby neléčitelnou syfilidu. Paracelsus zemřel zřejmě jako oběť svého povolání na kontaminaci jater z prvků kovů, které sám vyráběl v čisté formě a dával je svým pacientům. Za zmínku jistě stojí skutečnost, že působil krátkou dobu jako lékař na zámku v Moravském Krumlově, kde je na jeho počest zřízena muzeální výstava předmětů, které tam při své práci používal.

Ještě více než Paracelsus přispěl k rozvoji iatrochemie **Johanes Babtista van Helmont** (1577-1644), podle něhož reguluje trávení kyselina obsažená v žaludečních šťávách. Jejich přebytek i nedostatek způsobuje onemocnění žaludku, které léčil v prvním případě podáváním zásad (jedlá soda), ve druhém případě kyselinami. Zabýval se studiem plynů; za prvotní prvky považoval vzduch a vodu. Iatrochemikové stáli u zrodu vědecké **farmaceutické chemie**. K významným objevům v této oblasti patří železná tinktura (souhrnný název pro tekuté léky s obsahem železa), laudanum (označení pro složité léčivé preparáty, jejichž součástí bylo opium), dávkový vinný kámen **van Mynsichta, Glaubergova sůl** (síran sodný) užívaný jako projímadlo. Mezi významné iatrochemiky patřily osobnosti : **T. Mayere de Turquet** (1573 -1655), **Angelo Sala** (1576-1637), **André Libavius** (1540-1616), T. van Mynsicht a **François Dubios Sylvius** (1614-1672). Vedle iatrochemie se začala rozvíjet také **technická chemie**. Knihotisk umožnil rozvoj odborné literatury a rychlejšího šíření exaktních poznatků.

1.5. Biologie

Botanika a zoologie se v období 16. století začala zbavovat vlivu starověkých autorů, především vlivu přírodovědného pohledu Aristotela. Přírodovědci té doby se soustředili na shromažďování faktů, funkční souvislosti v organismech jim prozatím unikaly. Byly vytvářeny první herbáře. Jejich autoři začali také rostliny klasifikovat; popisovali rostliny podle kořene, kmene, tvorby listů, květu, plodu a semen s podvojným označením podle druhu a rodu. Mezi významné botaniky té doby patřil **Caspar Bauhin** (1560-1624), který se stal svým obširným rostlinným katalogem (1596) předchůdcem Linnéa. Snad neproslulejším botanikem renesance se stal **Pietro Andrea Mattioli** (1501-1578) a to zejména díky svému italskému překladu díla *De materia medica* antického učenice **Diosúrida (Dioskorida)** z 1. století. Národní knihovna knihovnická revue, rok 2002, s. 136-137,

<<http://knihovna.nkp.cz/Nkkr0202/0202136.html> 9.10.2007>. Mattioli pobýval v letech 1555-1570 Čechách ve službách českého místodržícího arciknížete Ferdinanda Tyrolského. Svůj *Herbář, jinak bylinář* vydal roku 1562 poprvé v Praze knižním tiskem u knihtiskaře **Jiřího Melantricha z Aventýna**. Český překlad tohoto díla provedl lékař **Tadeáš Hájek z Hájku** (asi 1525 -1600). Druhé české vydání *Herbáře aneb bylináře* provedl podle výše uvedeného zdroje **Daniel Adam z Veleslavína** (1546-1599).

V renesanční době bylo založeno na 30 botanických zahrad v různých evropských městech. V Itálii například v Padově a Pise, v Holandsku v Leydenu. Pražská botanická zahrada byla založena roku 1527.<www.vso-praha.eu/storage/1170965820_sb_zahrady_iv.pdf, s. 4, 9.10.200>

Místo mezi předními zoology období renesance patří nepochybně Švýcarovi **Konrádu Gesnerovi** (1516-1565) díky spisu *Historie animalius (Historie zvířat)*. Hlubší pohled do struktury nižších i vyšších organismů umožnil až mikroskop. **Anatomii** lidského těla poznávali při pitvách a prováděli přesné kresby pozorovaných orgánů nebo jejich částí Michelange-

lo Buonaroti, Leonardo da Vinci. Pitvy mrtvých prováděl i Paracelsus a belgický lékař **Andreas Vesalius**, lat. **Vesal** (1515-1564). Roku 1543 vydal Vesalius v Basileji dílo *De humani corporis fabrica libri septem* (*Sedm knih o stavbě lidského těla*). V roce 1555 vydal její druhé přepracované vydání. Toto druhé vydání se stalo klasickým. (První veřejnou anatomickou pitvu určenou ke studijním účelům provedl **Mondino de Luzzi** (1275-1326) roku 1315 v Boloni. Jeho spis *Anatomie Mundi* zůstala normativním anatomickým dílem až do počátku novověku). Začala se také rozvíjet **fyzilogie**. Předpoklad o existenci plicního krevního oběhu vyslovil španělský lékař **Miquel Servet** (1509-1553). K měření teploty lidského těla použil **Santonio Santoro**, lat. **Sanctorius** (1561-1636) teploměr a tepoměr zkonstruovaný Galileem. Na organický původ duševních nemocí poukazovali: **Johannes Weyer** (1515-1588), dílo *De praestigiis daemonum* (*O šalbách démona*); **Luis Vives** (1492-1540), **Cornelius Agrippa** (1486-1535) a **Reginald Scott** (1538-1599). Ve vznikajícím oboru psychiatrie jsou zastoupeni vynikající lékaři mnoha národností, jak o tom svědčí jejich jména.

První práce o nemocech z povolání u horníků a hutníků ve stříbrných dolech vyšla z pera **Georga Agricoly** (1494-1555) *Bermanus, sive de re metallica*. Agricola se setkával hlavně s onemocněním horníků silikózou a silicotuberkulózou.

Zavádění pokrokových metod léčení nemocí naráželo mnohdy na profesní neznalost až strnulost tehdejších ranhojičů. Osvětu k ochraně lidského zdraví prováděla především **Salernská škola**; vydávala četné tematické tisky, které byly překládány do národních jazyků. Mezi univerzitami se jako pokrokové projevíly i další italské univerzity (v Padově a v Boloni) a jihofrancouzská univerzita v Montpellieru. Za relativně pokrokové označují NEČAS a ZWETTLER, (1987, s. 91) i univerzity v Basileji a německých luteránských městech. Tvrdošíjně konzervativními baštou scholastiky zůstávala pařížská Sorbonna.

1.6. Geografie

Počátek velkých zeměpisných objevů se nesl ve znamení křížáckých výprav již od 13. století. Na podpoře křížových výprav vydělávala italská přístavní města. Rostoucí moc Turecka začala ohrožovat obchodní cestu přes Levantu a po obsazení Cařihradu Turky roku 1453 byla tato námořní obchodní cesta zcela znemožněna. Bylo nutno hledat nové obchodní námořní trasy. Politické a hospodářské ambice panovníků přímořských států Evropy byly realizovány prostřednictvím nových geografických objevů a zabezpečovány díky odbornému vzdělání v námořnictví. Jindřich Portugalský založil před rokem 1460 **vědeckou navigační školu a observatoř**. Roku 1445 obeplul **Bartolomeo Diaz** Afriku podél Zeleného mysu (Cabo verde) a tak otevřel lidem nové obzory. Nejvýznamnější objevy té doby učinil **Kryštof Kolumbus** (1451-1506) během čtyř cest západním směrem. První cestu podnikl roku 1492, kdy doplul k Bahamskému souostroví. Byla zde založena první kolonie Santo Domino. Druhou plavbu, při níž objevil Malé Antily a Jamajku, podnikl v letech 1493-1496. Na třetí cestě doplul k ostrovu Trinidad a dospěl k ústí řeky Orinoko na severním pobřeží Jižní Ameriky. Na své poslední cestě objevil Honduras. Kolumbus se mylně domníval, že se dostal západní cestou do Indie. Tento počín však uskutečnily až jeho následovníci. Celá plejáda mořeplavců postupně objevovala americký kontinent, který nese své jméno po florentském geografovi **Ameriku Vespuccim**. První cestu kolem světa uskutečnil **Ferñao Magalhães** v letech 1519-1522, cestu z důvodu úmrtí kapitána dokončil **Juan Sebastian del Cana**. Tato výprava přinesla důkaz o kulatosti Země. Rok 1492 je z dějinného hlediska považován za tak významný, že někteří historikové kladou počátek novověku právě do této doby. Vědci, kteří kladou větší důraz spíše na vývoj společnosti kladou počátek novověku do doby ukončení třicetileté války Vesfálským mírem (1648).

2. NOVOVĚK (1492/1648 - 1900)

Vědecké myšlení **raného novověku** provázela **prohlubující se specializace**. Všestranní znalci jak je poznali v období vrcholného rozkvětu renesance, byli stále více na ústupu. Zatímco univerzální člověk renesance spojoval výzkum a techniku, teorii a praxi, nyní je již rozdíl mezi oběma oblastmi patrný. Teoretikové pracující ještě univerzálním způsobem – byli to nejčastěji matematikové, fyzikové, chemici, kteří se stále více distancovali od praktických technických úkolů, zejména výroby. Jejich kontakty s praxí se stále častěji omezovali na pokusy a měření. Vědecká specializace se projevila také ve změně vědeckého způsobu myšlení – **od kvantitativního ke kvalitativnímu**. Některé fyzikální veličiny byly v této době určeny poprvé a zároveň bylo umožněno jejich přesné měření. Vznikly měřicí nástroje a stupnice umožňující měření fyzikálních veličin tlaku a teploty. Stejně významný pokrok se udal v oblasti měření času. Byly vynalézány stále dokonalejší a tudíž přesnější hodinové mechanismy. Tento vývoj završil roku 1761 sestrojením chronometru Angličan **John Harrison**. Chronometr byl velmi přesný, neboť vykazoval za 161 dnů pouze pětisekundovou odchylku. Počítací a měřicí způsob myšlení v přírodovědě přinesl poprvé exaktní výsledky opakované při fyzikálních a chemických pokusech, což otevřelo cestu k objevům velkého množství přírodních zákonů. Rozvoj přírodovědy způsobil jako vedlejší efekt rozvoj matematiky. Poněvadž bylo nutno stále více počítat s čísly a daty, vedlo počítání k vývoji základů statistiky. Počátky statistického zpracování číselných údajů lze spatřovat v mechanickém zpracování dat matematickým přístrojem, který zkonstruoval roku 1645 francouzský filozof a matematik **Blaire Pascal** (1623-1662). Další velký posun v mechanickém zpracování dat znamenal vynález „štafetového válce“ z roku 1671 **Gottfrieda Wilhelma Leibnitze** (1646-1716), který umožnil přechod od jednoho desetinného čísla k následujícímu. Díky tomu mohl přístroj vykonávat všechny čtyři základní početní operace (sčítání, odčítání, násobení a dělení).

Myšlení v mechanických kategoriích rovněž vyžadovalo myšlení v časových intervalech. V období 17. století se jako mnohem důležitější než je přesné měření času nazíralo na jeho symbolický význam, neboť čilý hodinový mechanismus v pozorovateli vyvolával uvědomování si relativity lidského života – konečnost jeho trvání. O mechanismu světa se hovořilo jako o mechanismu hodin. Snaha po exaktním měření času má svůj počátek minimálně v technických automatech starověkých Řeků. V renesanci lze jejich dobu sledovat v tzv. androidech. Od původních zcela nepřesných osobních hodinek vytvořili hodináři poměrně brzy zcela jemné a dosti přesné hodinky. Lidé propadli okouzlení ze stále se zpřesňujícího měření času a možnosti kdykoli být soukromými pozorovateli jeho ubíhání. (PATURI, 1993) Lidé se však již dříve mohli v některých městech orientovat v čase díky orlojům. Byly a jsou to dosud technické unikáty. První orloj byl zkonstruován v Padově roku 1344. Pražský orloj jako jeden z nejznámějších orlojů vytvořil hodinář **Mikuláš z Kadaně** roku 1410. Orloj v Olomouci měří čas od roku 1422. Tato tradice prošla technickou metamorfózou do většiny hodin na věžích kostelů nebo radničních budov.

http://cs.wikipedia.org/wiki/Starom%C4%9Bstsk%C3%BD_orloj, 10.10.07>

Charakteristické pro výše uvedenou cestu k čisté vědě (na jedné straně a k zvědečtění techniky na straně druhé) byly dva fenomény tohoto období: **zakládání akademií a vznik dostatečného množství vědecké a technické literatury**. Vědecké traktáty tohoto období měly již charakter učebnic. V tomto rámci se rýsoval trend směřující ke vzniku vyčerpávajících **encyklopedických děl**, které dokumentovaly vědu a techniku na vrcholné úrovni doby, ve které vznikly. V předvečer průmyslové revoluce začala vycházet od roku 1715 nejproslulejší encyklopedie *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des art set des métiers* francouzských vědců **Denise Diderota a Jeana Perone d'Alamberta** o celkovém rozsahu 35 dílů doložená 3000 mědirytinami.

Současně s dokumentováním přírodních a technických objevů byla dokončována institucionalizace přírodovědeckých bádání. Roku 1660 vzniklo v Londýně soukromé britské sdružení vědců *Royal Society for the Improvement of Natural Knowledge*, jež si kladlo za cíl prohlubovat techniky vědního bádání v přírodních vědách i ve výrobních odvětvích za pomoci experimentu. **Experiment jako technika vědeckého nazírání** urazil ve svém vývoji od Stratóna z Lampsaku dlouho cestu po aplikaci experimentální metody R. Boyla, Huygense a Newtona (generace učenců 18. století). Roku 1695 byla založena v Paříži *Academie des science*. Svůj ambiciózní cíl uvedená francouzská instituce naplňovala od roku 1761 vydáváním specializovaných odborných tisků *Description des art set métries*; do roku 1789 vydáno 121 dílů. Na svém významu výrazně nabyl rozvoj jednotlivých přírodovědných oborů.

Z **Leibnitzovy** iniciativy byla roku 1770 založena Pruská akademie věd. Zasloužil se také o založení akademie věd v Petrohradě, Vídni a Drážďanech. Spolu s **Ottou Menckem** založil Leibnitz **první soukromý vědecký časopis** v Evropě. V uvedeném časopise *Acta eruditorum* vyšel roku 1684 Leibnitzův příspěvek k rozvoji matematiky: *Nova methodus pro maximus et minimus*; krátce na to příspěvek *Geometria recondita*. (NEČAS, ZWETTLER, 1987)

2.1. Nový model poznání 17. století - matematická metoda

Nový model poznání vědců 17. století spočíval v matematické metodě, kterou upřednostňovali před experimentem. Půdu pro nový ideál matematického poznání filozoficky připravili tři význační matematici té doby. Prvním z nich byl **René Descartes**, lat. **Cartesius** (1596-1650). Při své intelektuální činnosti používal **tzv. metodu skepse**, v níž se opíral o čtyři logická pravidla:

1. žádnou věc není možné pokládat za pravdivou do okamžiku, kdy ji jako takovou nepoznáme celkem určitě
2. každou ze zkoumaných obtížných otázek je třeba rozdělit na tolik částí, na kolik jich bude potřeba rozdělit pro její lepší řešení
3. postupovat po pořádku od předmětů, jejichž poznání je nejjednodušší a nejsnazší; vzít v úvahu zákonité vztahy mezi těmi, které tvoří přirozený řád
4. je třeba si stále dělat přehledy, abychom si byli jisti, zda jsme na nic nezapomněli

Výklad této nové metody provedl Descartes v díle *Discours de la méthode (Rozprava o metodě)*. Jako skeptik vyznal svou bytostnou pravdu: „Myslím tedy jsem“. Descartes ještě nepoznal význam experimentu, „*přesto však svou snahou o bezpodmínečnou jistotu měl být ideální obraz určité vědy takový, němž jako v matematice je vše dedukováno z několika jasně stanovených principů nebo axiomů*“. (NEČAS, ZWETTLER, 1987, s. 103) Následovníkem Descarta byl **Baruch Spinoza** (1632-1677), který vytvořil etiku podle „geometrické metody“ již by řídil nejen lidské poznání, nýbrž i lidské emoce. Spinoza považoval lidskou duši za součást světového matematického pořádku jako ostatní reálie. Třetím vynikajícím matematikem 17. století byl již dříve v textu uvedený **Leibniz**, který byl stoupencem ideálu univerzální matematiky.

2.1.2. Matematika

V 17. století vznikla **analytická geometrie a infinitesimální (nekonečný) počet**, které jsou spojeny se jmény **Pierra Fermata, Blaise Pascala, Girarda Desagruese a René Descarta. Pierre Fermat** (1601-1665) objevil nezávisle na Descartovi základy analytické geometrie. Jeho nejznámější práce jsou z oblasti teorie čísel. Fermatův problém je znám v historii matematiky jako „velká Fermatova věta“. Fermat založil spolu s **Blaisem Pascalem** (1623-

1662) **počet pravděpodobnosti**. Blaise Pascal se podílel významným podílem spolu s **Girardem Desarguesem** (1593-1662) na vzniku projektivní geometrie. V této době řešil Ital **Bonaventura Cavalieri** (1598-1647) problém určení objemu těles ve svém díle *Geometria indivisibilibus continuorum*. Cavalieri předpokládal, že se plocha skládá z nekonečného množství tenkých vrstviček bodů, které jsou ve skutečnosti přímkami (jsou indivisibiliemi, tedy nedělitelnými). Cavalieri je nesčítal, jen je srovnával s analogicky nedělitelnými částmi jiného útvaru. Platí pro ně **Cavalieriho princip**: když dvě tělesa mají stejnou výšku a když řezy rovinami, které jsou rovnoběžné s jejich podstavami a mají od nich stejnou vzdálenost, jsou takové, že poměr jejich obsahů je vždy stejný, potom objemy těles mají též poměr. Profesor matematiky z Oxfordu **John Wallis** (1616-1703) posunul vývoj oboru dál tím, že našel vzorec pro výpočet obsahu ploch, které jsou omezeny křivkami. **Binomickou větou** (Wallisovi ještě nepodařilo formulovat) objevil **Isaac Newton** (1643 – 1727). Trvalo mu ale 40 let než ji zveřejnil. Učinil tak jako dovětek ke spisu *Optika* (viz následující text) roku 1704. V téže roce Newton publikoval i svůj další objev **diferenciálního a integrálního** počtu, na němž pracoval v letech 1665-1666, v díle *De analysi per aequationes numero terminorum infinitas* (*Analýza pomocí rovnic s nekonečným počtem členů*). V díle *Enumeratio linearum tertii ordinis et methodus differentialis* se zabýval teorií kuželoseček a křivek třetího stupně. Podal zde klasifikaci, podle které rozdělil rovinné kubické křivky do 72 druhů. V letech 1673-1674 napsal učebnici matematiky *Arithmetica universalis, sive de compositione et resolutione arithmetica liber*, která obsahuje poučky o kořenech algebraických rovnic. Jak výše uvedený Leibniz tak Newton se při řešení infinitesimálního počtu potýkali s metodami matematické logiky. Ty se podařilo vyřešit vědcům až v 19. století.

2.1.3. Fyzika

Důležitost experimentu pro stanovení přesných výsledků znovu připomenul vědecké obci **Blaise Pascal**, který vždy přesně dokumentoval svá měření pečlivě promyšlených experimentů. Žádné jiné zdroje nepokládá za spolehlivé. Tímto svým přístupem k vědecké práci patří k zakladatelům moderní empirické vědy. Pro fyziku jsou významné jeho experimenty s kapalinami a plyny. Ukázal, že rtuťový sloupec podléhá pouze gravitaci a tlaku atmosféry. Tlaku v kapalinách se týká i **Pascalův princip**: tlak v kapalině se šíří rovnoměrně všemi směry stejně. Na tomto principu je založena hydrostatika a celá hydraulická technika. Základní jednotka tlaku v systému SI byla na jeho počest nazvána Pascal.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal,10.10.2007>

Jméno a osobnost **Isaaca Newtona** (1643 – 1727) je neodmyslitelně spojeno s rozvojem přírodních věd na přelomu 17. a 18. století. Jako všestranný přírodovědec se zabýval kromě matematiky také fyzikou a chemií. Na konto jeho přírodovědných objevů lze připsat formulování gravitačního zákona. Roku 1687 tak Newton učinil v díle *Philosophiae naturalis Principia mathematica*, které se skládá ze tří knih. První dvě knihy obsahují obecné zákony. Ve třetí knize se Newton zabývá systémem vesmíru. Tři pohybové zákony týkající se dynamiky těles se staly základem klasické mechaniky. První dva z nich Newton sice neobjevil, za to je přesně formuloval:

1. **zákon setrvačnosti**: těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud jiná tělesa svým působením na něj si nevynutí změnu jeho pohybového stavu.
2. **zákon síly**: změna pohybu je přímo úměrná působící síle a děje se ve směru přímky, po níž síla působí. Je nepřímo úměrná hmotnosti tělesa.

3. **zákon akce a reakce:** síla, kterou na sebe působí dvě tělesa, je stejně velká a opačně orientovaná, tzn., že vzájemná působení dvou těles jsou stejná a směřují na opačné strany.

Newton objevil také **Gravitační zákon**; teorii gravitačního zákona pojednal roku 1685 v díle *De motu Corporum (Pohyb těles)* takto: dvě tělesa na sebe působí silou, která je přímo úměrná součinu hmotností a nepřímo úměrná čtverci jejich vzdáleností. Základní jednotka síly byla v systému jednotek SI pojmenována jako newton [N]. Newtonovo dílo se stalo základem moderních přírodních věd. Newtonovu gravitační konstantu s ohledem na hmotu a hustotu Země přepočítal **Henry Cavendish**. Tato experimentálně zjištěná hodnota nebyla překonána po dobu téměř celého století.

Učení o podstatě světla (teorii barev) zveřejnil Newton ve spise *Optika* roku 1704. Optikou se zabýval také Holanďan **Christian Huygens** (1629-1695), který ukázal, že vlnová teorie vysvětluje lépe než korpuskulární teorie například křížení světelných paprsků. Vysvětlil dvojlom světla v islandském vápenci, který roku 1669 objevil dánský fyzik a lékař **Erasmus Bartholinus** (1625-1698), uvádějí NEČAS, ZWETTLER (1987, s. 118-119).

2.1.4. Složení hmoty

Potřebám matematického výkladu přírody v 17. století vycházela vstříc atomistická teorie starověku, proto byla její problematika opět oživena. Za objevitele atomistické teorie je považován Descartesův francouzský současník **Pierre Gassendi** (1592-1655). Gassendi zastával stejný názor jako Demokritos: hmota se skládá z atomů a mimo atomy neexistuje nic než prázdný prostor. Atomy jsou nezničitelné; všechny se skládají ze stejné látky. Liší se pouze velikostí a formou. Gassendi správně interpretoval pomocí atomů tři skupenství – plynné, kapalné a pevné. Od těchto poznatků se začala odvíjet moderní věda chemie. Vynikající anglický chemik **Robert Boyle** (1627-1691) provedl roku 1661 v knize *The Sceptical Chymist (Skeptický chemik)* kritické posouzení dosavadních poznatků v chemii. Jeho chemické výzkumy patří do různých disciplín – teoretická chemie, anorganická a organická chemie. Tušnou budoucí šíří oboru chemie charakterizuje Boyleova výzva: „Hledejte prvky a hledejte je experimentálně!“ Stejně jako chemik a lékař **John Mayow** (1643-1679) dospěl Boyle k problému správné interpretace hoření a dýchání. Tento objev byl uskutečněn až ve století následujícím.

2.1.5. Biologové a mikroskopisté

S vynálezem mikroskopu kolem roku 1600 je spojováno hned několik jmen významných vědců různých oborů. Konstrukcí mikroskopu se zabýval již Galileo Galilei. Za přímé konstruktéry mikroskopu jsou považováni holanďští brusiči čoček **Cornelius Drebbel** a také **Hans** a **Zacharias Janssenové**. Na přínos mikroskopu i dalekohledu upozornil společnost již Roger Bacon.

Za prvního **bakteriologa** je díky svým mikroskopickým pozorováním pokládán Holanďan **Anthony van Leewenhoek** (1632-1713). Své poznatky opisoval pro přátele v *Listech (Sendbrieven)*. Slávu Leewenhoekovi zajistil holandský anatom, **Reinier de Graf** (1641-1673), který Leewenhoekovy práce (například o existenci červených krvinek, potvrzení Harveyových objevů o funkci srdce a krevního oběhu) předložil Royal Society v Londýně. Leewenhoek vypracoval subtilní techniku pitvy pod mikroskopem. Svá zjištění publikoval v díle *Biblia Naturae*, kterou vybavil vlastními vynikajícími kresbami.

K zakladatelům **histologie** patří **Marcello Malpigi** (1641-1712). Úkolem vědecké botaniky 17. století bylo provést systematizaci velkého množství do té doby získaných poznatků. Základy **morfologie rostlin** a jejich **vědecké taxonomie** pomáhal formovat **Joachim Jung** (1578-1657). Ovlivnil práci **Johna Raye** (1627-1705), který svým poměrně rozsáhlým dílem *Historia plantarum* (provedl v něm klasifikaci rostlin) ovlivnil přístup Linného použitím binární nomenklatury.

2.1.6. Geografie

V sérii geografických objevů 17. století, které navazovaly na poznání neznámých krajů v předchozím století (Nová Guinea roku 1526), byly klíčové ty z nich, které následně vedly k objevu nového kontinentu Austrálie. Nejdůležitější objevy v tomto směru učinil Holanďan **Abel Janszoon Tasman** (1603-1659). Ve službách Východoindické společnosti (založené roku 1602) obeplul Tasman Austrálii z jihu. Objevil ostrov nazvaný později po něm Tasmánie. Při další výpravě objevil Nový Zéland.

Francis Drake (1540-1596) rozluštil roku 1578 existující souvislosti vod mezi Atlantickým oceánem a Tichým oceánem (ve chvíli, kdy proplul průlivem nazvaným později po něm Drakův průliv). Poznatky o souvislosti vod mezi oceány doplnil roku 1648 **Semjon Děžněv** (1605-1673), který se plavil od ústí východosibiřské řeky Kolomy k ústí Anadyru a obeplul mys nazvaný po něm Děžněvův mys. Objevil úžinu mezi Asií a Amerikou a byla tak odkryta severovýchodní vodní cesta. Bylo poznáno Japonsko a započalo geografické poznávání vnitřní Asie jakož i severní Ameriky. Průzkum Mississippi zahájil roku 1669 **Robert Cavalier de la Salle**. Výpravu po Amazonce podnikl jako první roku 1639 **Pedro Texeira**. Objev Austrálie jako kontinentu se udál až v 18. století. Také průzkum Afriky se stal věcí objevitelů až v 18. století.

Zeměpisné objevy podněcovaly k vyhodnocení výsledků těchto objevů. **Filipp Clüver** (15880-1622), který procestoval většinu Evropy, položil základy historické geografii svým dílem *Italia Antiqua*. Pevný teoretický základ pro evropskou geografii pak vytvořili tzv. **kosmografové**. K nejznámějším kosmografům patří **Petr Apian** svou *Cosmographií introductio* (1524, uváděn je též letopočet 1533) a **Sebastian Monster**, jehož publikace *Cosmographia universalis* vyšla roku 1544. Základ **fyzické geografii** položil roku 1650 **Bernard Varenius** (1622-1650) dílem *Geographia generalis*.

<http://www.geometricum.com/pic_of_the_month_082001_02.htm> 23.10.07.

2.2. Přírodní vědy v 18. století

Věda 18. století se nese ve znamení vítězství rozumu (až do poslední čtvrtiny století však vedle sebe existovaly racionalistický a empirický směr myšlení). Příroda (akceptuje se již jako živá a neživá) v pojetí radikálního osvíceneckého myšlení představuje **hmotu a pohyb**, řetězec **příčin a následků**. Je pro ni charakteristický harmonický a racionální řád, **jednota přirozeného a racionálního**. Jako součást přírody je chápán i člověk. Racionalisté 18. století již běžně uplatňovali experimentální postupy a aplikovali je ve všech vědních oblastech. Hovořit v této souvislosti o experimentální metodě by však bylo ještě předčasné. Tu připravilo širší myšlenkové hnutí - pozitivismus (označované podle různých interpretací jako též jako senzualismus či empirismus).

2.2.1. Biologie

Biologie je vědní obor, který se v nejširším slova smyslu zabývá organismy a vším, co s nimi souvisí (od chemických dějů probíhajících v organismech na úrovni atomů a molekul, až po ekosystémy). V užším slova smyslu lze biologii chápat jako vědu, která zkoumá organismy od úrovně subcelulární, přes úroveň buněk, tkání, orgánů jedinců až po úroveň populací různých organismů a jejich vzájemné vztahy i vztahy k jejich životnímu prostředí. Termín **biologie** zřejmě jako první použil **Michael Christoph Hanov** v díle „*Philosophiae naturalis sive physicae dogmaticae: Geologia, biologia, phytologia generalis et dendrologia*“ (1766). Termín biologie jak ho známe dnes zavedl **Jean Baptiste Lamarck** (1744-1849).

<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Biologie>> Prvenství v zavedení termínů **botanika** a **zoologie** se uvádí také v souvislosti se jménem **Gottfrieda Reinholda Trevirana** (1776-1737) ve spise „*Biologie čili filozofie živé přírody pro přírodovědce a lékaře*“.

Carl von Linné, rozený **Linnaeus** (1707-1778) uplatnil své mimořádné nadání a smysl pro klasifikaci systematizací světa živých organismů nejprve v malém spise „*Systema Naturae*“ (1735). Toto původně útlé dílo o rozsahu 14 fóliových stran se postupně rozrůstalo. Ve 13. vydání (roku 1788) již zahrnoval „*Systém přírody*“ 12 svazků o 6 000 stranách. V díle jsou pojednána témata tří říší přírody: minerály, rostliny a živočichové. Zástupci každé říše jsou děleni podle základních společných rysů své stavby na velké hlavní skupiny **phyla** (kmen) a toto dělení se dále zpřesňuje a pokračuje v řadě: **phyla (kmen) - řád - rodina - rod (genus) – druh**. Snahu po systemizaci živých organismů završil Linné roku 1753 svým souhrnným botanickým dílem „*Species plantarum (O rostlinných druzích)*“. <<http://zivotopisyonline.cz/carl-linne.php>, 26.10.2007>

V zoologické části obsahuje 10. vydání Linnéova díla 4236 živočišných druhů; v současnosti je jich známo více než milión. Hlavní předností Linnéova systému je jeho všezahrnující charakter, který se stal pro příští generace biologů jedinečnou pomůckou s ustálenou nomenklaturou pro deskripci každého druhu.

Předmětem zájmu biologů se stala také stavba rostlinného těla. Angličan **Stephan Hales** (1677-1761) je považován za „Harveye fyziologie rostlin“. Objevil, že rostliny získávají důležitý prvek své výživy z atmosféry. Holanďan **Jan Ingenhousz** (1730-1799) prozkoumal, jak je v listu rostliny přeměňován kyslíčnick uhlíčitý ze vzduchu působením slunečního záření.

2.2.2. Předchůdci vývojové teorie

K myšlence vývojové teorie se kromě Lamarcka hlásil také Linnéův současník **Georges Louis Leclerc** hrabě Buffon (1707-1788), který je autorem díla „*Dějiny přírody*“ čítající 44 svazků. Dílo vycházelo v letech 1750-1804. Leclerc věřil, že vývoj všech živých forem lze odvodit z jediné jednoduché **praformy**. Změny uvnitř živých organismů způsobily, že dnes známé druhy lze odvodit z malého počtu kmenů a rodin. Stoupencem vývojové teorie byl i **Erasmus Darwin** (1731-1802), dědeček Charlese Darwina. Hlásil se k Lamarckově myšlence dědičnosti získaných vlastností. Byl zastáncem myšlenky přeformování a přizpůsobení se podmínkám. Tyto myšlenky dovedl k dokonalosti jeho vnuk Charles Darwin. Myšlenky o **metamorfóze** rostlin zaznávají i z díla **Johanna Wolfganga Goetha** (1749-1832).

2.2.3. Biologie lidského organismu

Teoretická medicína 18. století uplatňovala řadu myšlenek a objevů z přírodních věd. Medicína v té době neskouzla od empirie ke spekulaci díky praktikům, kteří zcela nepředpojatě

přijímali pouze to, co viděli jako správné ve spojení s praktickými výkony a prestiží své osoby jako celku. K takovým lékařům patřil například **Christoph Wilhelm Hufeland** (1762-1836). „*Pro historickou explikaci mají školy a systémy menší význam než empirický pokrok v jednotlivých lékařských vědách*“. (NEČAS, ZWETTLER, 1987, s.163)

V 18. století se začaly rozvíjet jako obory aplikované biologie a chemie četné obory medicíny. Patří mezi ně **patologická anatomie** za jejíhož zakladatele je považován italský profesor anatomie **Giovanni Battista Morgagni** (1682-1771). Fyziologie se osamostatnila jako samostatný vědní obor nejen díky Harveyovu objevu krevního oběhu, ale také příspěvky **Albrechta von Hallera** (1708-1777) v oblastech mechanismu dýchání člověka, automatismu srdeční činnosti, úlohy žluči při zpracování tuků, popisu embryonálního vývoje, rozdělení částí těla na senzibilní a iritabilní substance (senzibilitu vysvětlil Halley jako vlastnost nervů a iritabilitu jako schopnost reagovat na podráždění, což v dané době ještě nebylo prokázáno). Hallerovy výzkumné metody spadají do počátků **experimentální fyziologie**. Moderní nauka o tkáních – **histologie** se dává v počátcích této vědy do souvislosti se jménem francouzského učitele anatomie **Francoise Xavera Bichata** (1771-1802) a jeho děl: „*Všeobecná anatomie*“ a „*Fyziologická zkoumání o životě a smrti*“.

Zakladatelem **homeopatie** jako alternativní medicíny byl přední lékař **Christian Friedrich Samuel Hahnemann** (1755-1843) znalý chemie a farmakologie. Stanovení dávek léků nebylo ještě v jeho době standardizováno. Zkoušel léky tedy na sobě a zjistil, že jsou obvykle předepisovány daleko větší dávky léků než je nutné a že takové dávky jsou obvykle škodlivé. Pro způsob použití léků má být podle Hahnemanna užit takový prostředek, který u zdravého člověka vyvolá stejné příznaky jako nemoc, jež se má léčit.

Edward Jenner (1749-1823) na základě empirie (sdělení jedné farmářky, že neštovice nikdy nedostane, protože prodělala kravské neštovice) objevil, že se kravské neštovice vyskytují ve dvojí formě (mírné a akutní). Vytvořil z mírné formy vakcínu, kterou naočkoval chlapci. Průběh neštovic, kterými byl **vakcínou** (latinsky vaccus – kráva, postup se nazývá proto **vakcinace**) chlapec naočkován, byl mírný. Za několik týdnů témuž chlapci naočkoval Jenner lidské neštovice a chlapec zůstal zdravý. Očkování proti neštovicím mnohá města Evropy nařídila zákonem.

2.2.4. Metrický systém, matematika a mechanika, matematika a fyzika

Racionalisté zavedli v letech 1791-1799 nový metrický systém a to podle návrhu **Gabriela Moutona** (1618-1694). Za základní délkovou jednotku byl zvolen metr (odvozeno z řeckého metron – míra) jako čtyřicetimiliontá část zemského poledníku. Všechny ostatní délkové jednotky byly odvozeny z decimálního systému. Standardní mezinárodní prototyp metru vyrobený ze slitiny platiny a iridia je uložen v Mezinárodním úřadu pro míry a váhy v Sèvres u Paříže. Většina zemí uvedenou délkovou jednotku přijala v průběhu 19. století. V současnosti se považuje za jednotku délkové míry délka vln zvláště ostré spektrální čáry svítícího atomu. Sekunda je 86 400. část trvání středního slunečního dne. Další jednotky jsou ze základních jednotek odvozeny (například rychlost v m /sec). Z délkového systému byla také odvozena základní jednotka hmotnosti. Kilogram je hmota jednoho krychlového decimetru (litru) čisté vody při její nejvyšší hustotě (+ 4° C).

Čistá matematika postoupila v 18. století svou první pozici **aplikované matematice**. Pro uvedené časové období je charakteristické spojení matematiky a mechaniky. Mechanika interpretuje pomocí matematiky pohyb těles a sil, které tento pohyb určují. Mechanika a optika patřila mezi studijní a objevitelské domény Newtona. Rodinu Bernoulliů lze považovat za

dynastii matematiků, kteří dokázali na základě matematiky řešit řadu problémů fyziky. **Jakob Bernoulli** (1654-1705) objevil **izochromu** (křivku, po níž padá těleso rovnoměrnou rychlostí) logaritmickou spirálu, jež se při různých transformacích nemění. Svým dílem *Ars coniecturandi* je považován za zakladatele **teorie pravděpodobnosti**. **Johann Bernoulli** (1667-1748) je považován za zakladatele **variačního počtu**. **Daniel Bernoulli** (1700-1782) jako první zkoumal z matematického hlediska kapaliny. Žákem Bernoulliů byl všestranně nadaný **Leonard Euler** (1707-1783). Jeho knihu *Introductio* lze považovat za první učebnici **analytické geometrie**. V díle *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* formuloval rovnice pohybu rotujícího tělesa kolem pevného bodu. Stanovil **precesi** měsíce (precese je dlouhodobý pohyb zemské osy, vyvolaný gravitačním působením Slunce, Měsíce a planet na přebytek hmoty podél Země, způsobený jejím zploštěním. Lunosolární precese trvá 25 700 roků, tzv. platónský rok) a **nutaci** zemské osy a pohyby měsíce (nutace je vlnové periodické kolísání zemské osy, které se překládá přes precesní pohyb). Je vyvolán rozdíly v přitažlivosti měsíce. Euler patří mezi zakladatele variačního počtu. Z uvedených detailů je zřejmé, jak závrtným myšlenkovým konstruktům dospěli matematici a aplikovali je v různých oborech.

Moderní podobu variačnímu počtu dal posléze **Joseph Louis Lagrange** (1736-1813), který je dílem *Théorie des fonctions analytiques* také považován za zakladatele **teorie analytických funkcí**. Pro mechaniku nabyla zásadního významu Lagrangeova práce *Mécanique analytique* (*Analytická mechanika*) vydaná roku 1788. Na objevu počtu pravděpodobnosti mají zásluhu další francouzští matematici **Abraham de Moivre** (1667-1754) a **Pierre Simon Laplace** (1749-1817). Klasickým matematickým dílem se roku 1812 stala Laplaceova *Théorie analytique des probabilités*, jež je **analytickou teorií pravděpodobnosti**. Pomocí matematických principů uplatněných v mechanice se vědcům 18. století podařilo popsat a vypočítat velkou část přírodních jevů včetně pohybu nebeských těles. (NEČAS, ZWETTLER, 1987)

2.2.5. Astronomie

Astronomie 18. století se díky poznatkům o vesmíru a technickým vynálezům z předchozích období konstitovala již jako moderní věda. Astronomické objevy 18. století jsou spojeny s řadou významných jmen. **Edmund Halley** (1656-1742) vypracoval katalog 251 hvězd. Srovnal totiž postavení hvězd podle Hipparchova katalogu starého 2000 let, s postavením hvězd své doby. Nalezl odchylky, které se staly jedním z podnětů k sestavení vlastního katalogu hvězd a mapy hvězdné oblohy. Známé je Halleyovo poznání dráhy komet; jedna z nich je Halleyova kometa (pohybuje se po eliptické dráze). Halley správně předpověděl její návrat za 76 let. Objevil vlastní pohyb hvězd – stálic. Zdokonalenými dalekohledy bylo již možno nalézt změny v postavení spousty hvězd.

Již roku 1680 zjistil francouzský astronom **Jean Piccard** (1620-1682) roční periodickou změnu u Severky, která činila 40''. **John Flamsteed** (1646-1719) toto zjištění potvrdil. Určování polohy hvězd bylo hlavním zájmem i **Johna Bradleye** (1693-1762). Vlastními pokusy se přesvědčil, že precese, nutace a aberace světla musí být brány v úvahu jako korektivy při každém astronomickém pozorování. Nikomu z astronomů 18. století se však ještě přes tušení existence paralaxy (je to míra vzdálenosti nebeských těles, trigonometrický úhel pod kterým by pozorovatel z nebeského tělesa viděl určitou základnu: při paralaxe denní je základnou poloměr Země; při paralaxe roční pak poloměr dráhy Země kolem Slunce; při paralaxe sekundární dráha Slunce za rok). **William Herschel** (1738-1822) zkonstruoval zrcadlový dalekohled, díky kterému objevil planetu Uran. Objevil bílé čepičky na pólech Marsu.

2.2.6. Kosmogonická teorie

Na teorii o vzniku vesmíru se podíleli v 18. století především **Immanuel Kant** (1724-1804) a **Pierre Simon Laplace** (1749-1825). O matematické vyjádření vzájemného působení Země, Slunce a Měsíce se pokusil již Newton, který předpokládal, že planety podléhají pouze působení Slunce a měsíce zase podléhají působení svých planet. Newtonovu teorii vzájemného působení těles ve slunečním systému dále propracovali Euler a Lagrange. Laplace mohl ve svém díle *Nebeská mechanika (Mécanique céleste)* shrnout poznatky doby v uvedené oblasti. Kosmogonickou teorii vysvětlil v díle *Výklad světové soustavy (Exposition du système du monde)*. V tomto spisu Laplace prokázal, že sluneční soustava je stabilní, nalézá se ve stavu rovnováhy. Poruchy, které se vyskytují ve sklonech drah planet jsou periodické, což znamená, že kolísají kolem určité střední hodnoty. Laplaceova teorie zdůvodnila také příklad zákon přílivu a odlivu a změny gravitace podle zeměpisné šířky. V uvedeném díle vysvětlil také svou teorii vzniku vesmíru, kterou vystihují následující teze:

- pohyb prvků prvotní kosmické mlhoviny se děl na základě přitahování a odpuzování molekul z prvotní kosmické mlhoviny
- prvky se spojovaly
- odpuzování částic měnilo vnitřní pohyb oblaku ve víry, které postupně přešly v celkovou rotaci veškeré mlhoviny
- střední část mlhoviny se měnila v ohnivý disk, na jehož okraji se vytvářela centra přitažlivosti
- na rovníku Praslunce se pak oddělily jednotlivé prstence, které houstly a tak vznikla menší tělesa - planety a měsíce
- původně horká hmota se postupně ochlazovala smršťovala; čím rychleji kroužila tím více získávala tvar ploché desky
- z předchozí teze plyne, že planety včetně Země vykonávaly vlastní pohyb, a proto se na pólech zplošťovaly

Immanuel Kant je proslulý svým filozofickým dílem. Pro přírodní vědy znamenalo přínos také jeho dílo *Allgemeine Naturgeschichte oder Theorie des Himmels* (1755), v němž podal svou kosmogonickou teorii. Myšlenkou první části publikace je hypotéza, že Mléčná dráha je poměrně uzavřený systém, k němuž lze přiřadit další nespočetné systémy v ohromných vzdálenostech od sebe. Ve druhé části díla je zahrnuta Kantova teorie o vzniku vesmíru:

- na počátku byla veškerá hmota, z níž se skládají nebeská tělesa, rozptýlena v elementární prapůvodní látce
- absolutní pohyb mohl trvat pouze okamžik (Kant vychází z představy prvopočátečního chaosu)
- hmotnější částice začaly přitahovat drobnější, takže se hmota sama uvedla do pohybu
- přirozený pohyb se změnil v kruhový
- vznikly velké víry, které se navzájem pronikaly
- vírové pohyby se postupně vyrovnaly do velkého kruhového pohybu kolem centrálního tělesa (ani tento stav netrval dlouho)
- vzájemná přitažlivá síla částic byla příčinou vzniku nových těles – „semen planet“
- excentricita drah planet se zvětšuje se vzdáleností od Slunce

2.2.7. Fyzika

2.2.7.1. Kinetická představa o teple

Ve druhé polovině 18. století převládala ve fyzice teorie teplotvorné látky (tato teorie udržela se až do roku 1850, kdy byla prokázána přeměna tepla v mechanickou energii). Hypotézy byly sice nesprávné, ale výsledky experimentů přes to posloužily k propracování nové a dokonalejší teorie. Výzkum různých forem energie postupoval jak shromažďováním poznatků, tak tvorbou teorií pro jednotlivé formy energie různě rychle a různým způsobem.

Pro vědeckou teorii tepla platila tato východiska:

1. Známé jevy bylo nutno pojmově přesněji vymezit
2. bylo nutno naučit se chápat tepelné jevy kvantitativně
3. bylo nutno překonat představy o teplotvorné látce
4. chybělo rozlišení rozdílu mezi pojmy teplota a množství tepla

Úvahy o příčině tepla a chladu těles jako o pohybu částic (kinetická energie) rozvíjel ruský učenec **Michail Vasiljevič Lomonosov** (1711-1765). Podle Lomonosova se teplo vytváří otáčivým pohybem částic a v případě plynů chaotickým postupným pohybem (vysvětloval jím elasticnost plynů).

Podstatou tepla se zabýval objasnil ji (obdobně jako Lomonosov) jako **druh pohybu Benjamin Thompson** později známý jako **hrabě Rumford** (1753-1814).

Teploměr objevil Galileo Galilei, ale první kroky v měření množství tepla učinil chemik **Joseph Black** (1728-1799), jenž rozlišil pojmy **teplo a množství tepla**. Za vlastního zakladatele termometrie je pokládán **Gabriel Daniel Fahrenheit** (1686-1736), který stejně jako Newton zvolil za horní tepelný bod teplotu lidského těla (12°) a za spodní tepelnou hranici zvolil nejnižší teplotu směsi salmiaku s ledem. Bod mrazu je na této stupnici rozdělené na 12 dílů (stupňů) + 32° a bod varu + 212°. Bod tuhnutí vody na 0° určil **René Antoine Ferchault de Réaumur** (1638-1757). Bod varu je podle Réaumura 80°. Z praktického hlediska se nejdříve osvědčilo teplotní dělení podle švédského fyzika **Andrease Celsia** (1701-1744).

Výsledky přírodovědeckých objevů významně přispěly k vývoji technických vynálezů. Teorie tepla vedla k vývoji konstrukce parního stroje. K jeho vynálezům patří **Denis Papin** (1647-1712), **Thomas Newcomen** (1663-1729) a **James Watt** (1736-1819).

2.2.7.2. Objevy v oboru elektřiny

Termín elektřina zavedl do fyziky již roku 1600 **William Gilbert**, avšak až v 18. století zaznamenal tento vědní obor rozvoj. Roku 1729 podal **Stephen Gray** (1670-1736) vysvětlení o kovech jako vodičích elektřiny. Objev dvou druhů elektřin učinil **Charles Francois du Fay** (1698-1739). Pokrok ve výzkumu elektrické energie předpokládal její výrobu a uchování. První přístroj na výrobu elektřiky nese název leidenská láhev. Sestrojil ji v Leydenu roku 1745 holandský fyzik **Pieter van Musschenbrock**. Poznal i přímý účinek, který má vyvinutá elektrická energie v kontaktu s lidským organismem. Po negativních zkušenostech s elektrickou energií se posléze zjistilo, že může působit na lidský organismus i blahodárně. Američan **Benjamin Franklin** (1706-1790) prokázal totožnost blesku s elektrickou jiskrou; sestrojil bleskosvod. Franklin opravil du Fayovo pojetí dvou elektřin označením pozitivní a negativní a objasnil jejich vzájemnou neutralizaci.

Jako první se pokusil aplikovat matematické postupy v nauce o elektřině **Ulrich Theodor Aepinus** (1724-1802). Pokusil se vysvětlit **fluenci** (tj. nabití některých těles elektrickým nábojem vlivem blízkosti jiného elektrického náboje), kterou uspokojivě vysvětlil roku 1758 **Johann Carl Wilcke** (1732-1796). Značnou část pozdějších objevů o elektřině předjednal díky svým pokusům vynikající experimentátor **Henry Cavendish** (1731-1810). Přístupoval však ke svým nálezům příliš kriticky a své poznatky nepublikoval. Cavendishovi poznámky vydal až roku 1879 Maxwell.

Charles Auguste Coulomb (1736-1806) změřil na torzních vahách sílu působící mezi dvěma elektricky nabitými koulemi. Objevil při tom **zákon opačného čtverce**: „Velikost elektrické síly působící mezi dvěma bodovými náboji je přímo úměrná součinu jejich velikostí a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdálenosti“. Fyzikální jednotka, která vymezuje velikost elektrického náboje se označuje $1Q$ (také q). Souhlasně nabité částice se podle Coulomba odpuzují, nesouhlasně nabité částice se přitahují. V nenabitém tělese jsou oba druhy elektřiny v rovnováze. Coulombova teorie byla s to vysvětlit tehdy známé jevy. (NEČAS, ZWETTLER, 1987) Takto byla popsána statická elektřina. Hospodářského významu ale nabyla až objevem elektrického proudu. Akumulovat určité množství elektřiny se podařilo **Luigi Galvanimu** (1737-1798). Objevitel „živočišné elektřiny“ své poznatky shrnul roku 1791 v pojednání *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* (Traktát o elektrických silách při pohybu svalů). Na základě těchto poznatků sestavil **Alessandro Volta** (1745-1827) roku 1799 první elektrochemický článek jako samostatný zdroj elektřiny. Na počest prvního objevitele se dnes nazývá **galvanický článek**.

<<http://zivotopisyonline.cz/luigi-galvani.php>> 6.11.2007

2.2.8. Chemie

Chemie 18. století se rozvíjela velmi pomalu. Jako jedna z příčin bývá uváděna **flogistonová teorie**. Základem flogistonové teorie je tvrzení, že všechny hořící látky obsahují flogiston, který z ní při hoření uniká. Flogiston představoval „ohňotvorný element“, který obsahuje i kovy s výjimkou stříbra a zlata. Tato teorie ovlivnila myšlení chemiků na celé století. Dlouhou dobu ovlivňovala flogistonová teorie i Josepha Blacka, Henryho Cavendishe i Josepha Priestleye. Uvedení vědci však vyvozovali závěry pomocí kvantitativních měření. Váhy v chemii nebyly v té době běžně používanou součástí práce chemika a preferoval se náhled spíše kvalitativní. Po překonání flogistonové teorie se chemie dále ubírala cestou, kterou jí předurčil Boyle.

Joseph Black (1728-1799) proslul svými objevy v oblasti fyziky a chemie. Black objevil a popsal **kysličník uhličitý** jako první plyn, který se liší od vzduchu. Dokázal, že vzduch obsahuje kysličník uhličitý. Při svých pokusech užíval Black důsledně váhy – užíval kvantitativního způsobu nazírání, což v té době byl spíše výjimečný přístup. Black zjišťoval váhu látek před reakcí a váhu látek po reakci.

Další poznanou chemickou látkou byl **prvek vodík**, který vyrobil **Henry Cavendish** (stejným způsobem jako Boyle), zkoumal jeho vlastnosti a vypočítal hustotu vodíku. Poznání, že voda je sloučenina kyslíku a vodíku, je také připisováno Cavendishovi. Tento objev učinil Cavendish na základě znalosti Priestleyových pokusů. Objevil, že obyčejný vzduch, stejně jako vzduch přinesený balónem z horních vrstev atmosféry, je tvořen dusíkem v poměru 4:1 jeho objemu.<<http://www.tabulka.cz/vedci/vedci.asp?id=cavendish>,6.11.2007>

Další nové plyny objevil **Joseph Priestley** (1733-1804) a to **kyslík** a dusík, plyn kyseliny solné (nazval jej „solným vzduchem“), rajský plyn (oxid dusný).

Mistrem chemické analýzy byl Švéd **Torbern Olaf Bergmann** (1735-1784). Je objevitelem kyseliny kyanovodíkové a kyseliny šřavelové, analyzoval vinný kámen. Význam Bergmanna je mnohostranný:

- za cenný se považuje metodický vzor chemické analýzy, který zanechal
- v chemické teorii jako první od sebe oddělil organické a anorganické látky
- razil pojem chemická **afinita**

Karl Wilhelm Scheele (1742-1786) objevil kyselinu vinnou, kyselinu jablečnou, kyselinu citrónovou, kyselinu močovou a chlór. Scheele objevil nezávisle na Priestleyovi také kyslík.

Za otce moderní chemie je považován **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794). Z jeho rozsáhlého díla si připomeneme pouze některé okruhy. Jsou jimi **teorie hoření, složení vody, zachování hmoty, prvky a jejich chemické symboly**. Hlavní zákony k teorii hoření k nimž se Lavoisier dopracoval na základě geniálně zobecněných a exaktně prováděných experimentů zní:

- při hoření se kyslík slučuje s hořící látkou
- produkt hoření nemůže být proto jednoduchou substancí ani prvkem
- vzduch se skládá z kyslíku a dusíku (Lavoisierem označovaný jako „azote“); jejich poměr stanovil 1:3
- rozlišil rozdíl mezi hořením a oxidací (hoření je vždy spojeno s vývojem tepla a světla, oxidace nikoli)
- fyziologické dýchání označil jako pomalé dýchání

Výsledky výzkumů Lavoisiera byly chemiky okamžitě akceptovány, neboť odpovídaly na řadu aktuálních otázek chemie. Lavoisier určil poměr prvků vodíku a kyslíku ve vodě. Potvrdil tak, že voda je sloučenina. Newton nastolil zákon, že hmota zůstává při všech dynamických změnách konstantní. Lavoisier tento zákon doplnil tím, že se to týká i chemických změn.

Za první moderní učebnici chemie se považována Lavoisierova *Traité Élémentaire de Chimie* (Základní pojednání chemie) vydaná roku 1789, která představuje sjednocený pohled na nové teorie chemie (mimo jiné je v publikaci popřena existence flogistonu). Ve spolupráci s několika francouzskými lékárnami Lavoisier vymyslel chemické názvosloví pro usnadnění komunikace objevů mezi lékárnami s odlišným zázemím. Z tohoto důvodu i dnes můžeme číst názvy jako sulruric kyselinu, sulfáty a sulfites.< <http://antoine-lavoisier.navajo.cz>, s.3, 7.11.07> Vědecké snahy Lavoisiera směřovaly vždy ke kritické verifikaci známých skutečností. Ve výše uvedené knize se lze dočíst: „*Cílem chemie je rozložit různá přírodní tělesa a substance, které vytvářejí sloučeniny. Nemůžeme si být jisti, zda to, co dnes považujeme za jednoduché látky, jimi opravdu jsou*“. (NEČAS, ZWETTLWR, 187, s.156)

Tabulka prvků, kterou Lavoisier sestavil, obsahuje 33 látky. Některé látky nebyly prvky (uvádí světlo a teplo a považoval je za zvláštní látky), nýbrž sloučeninami, které Lavoisier nemohl v té době známými metodami rozložit. Z celkového počtu 33 látek však 23 bylo skutečně prvky (uhlík, vodík, kyslík, dusík, fosfor, síra, antimon, arsen, vizmut, kobalt, měď, zlato, stříbro, olovo, železo, mangan, rtuť, molybden, nikl, platina, cín, wolfram a zinek. Tabulka obsahuje 17 kovů a pouze 6 nekovů. Do roku 1800 přibýly další prvky čtyři prvky – uran, titan, tellur a chróm. Chemie se začala rychle rozvíjet. O třicet let později byl již počet chemických prvků dvojnásobný.

2.3. Přírodní vědy v 19. století

Snad nejvýstižnějším označením pro 19. století je „**období specializace**“. V přírodních vědách nastala diverzifikace vědních oborů, která přinášela jejich další obohacování. Díky precizování především experimentálních metod vědeckého zkoumání vyrůstají vědci, které lze označit jako **specialisty** ve svém oboru.

19. století je spojeno s hnutím romantismu. Romantismus klade důraz na organickou myšlenku a celkové nazírání. Racionální věda se pak snaží o poznání těch oblastí, které romantismus nově posunul do centra pozornosti. Přírodní vědy tohoto historického období proto přestaly zkoumat pouze prvky a prvotní příčiny, nýbrž se zaměřily na zkoumání větších celků. Snad historicky nejvýznamnějším impulzem bylo akcentování vývoje v širším slova smyslu. V tomto širším smyslu poznamenává **evoluční hnutí** celé 19. století. Evoluční učení v užším slova smyslu reprezentuje Darwinova teorie. I když ani Darwinova evoluční teorie a ani vývojová filozofie Herberta Spensera nevzešly přímo z romantismu, své kořeny v romantismu přes to mají.

Mezi charakteristické rysy ve vývoji přírodních věd 19. století lze uvést:

- Je to počátek období **aplikované vědy**, která čerpá ze sumy vědění předchozích generací.
- **Objevy** této doby začínají ztrácet charakter nahodilosti, **jsou plánovité**.
- **Věda** se stávala stále **více induktivní** a to vyvolávalo nutnost organizovat vědecký život.
- Centry vědeckého života se staly **univerzity** nikoliv akademie (univerzitní profesori mohli být však také členy akademií). Díky této skutečnosti se věda se stala světskou záležitostí a přestala být výsadou pouze duchovenstva. Výuka matematiky byla zkvalitněna ve smyslu obsahového prohloubení předmětu a zdokonalení vyučovacích metod.
- Těsné **sepětí výzkumu a výuky** znamenalo budování vědeckých pracovišť a výchovu školeného dorostu. Nová věda staví na demokratických základech. Vedle přednášek se v přírodních vědách se začaly stále více uplatňovat praktika v klinikách a laboratořích.
- **Rostl počet vědních oborů a také zároveň učenců**, kteří v těchto oborech bádali. Díky této skutečnosti se opět projevil „**kumulativní**“ **charakter vědění**.

2.3.1. Objevy v jednotlivých disciplínách přírodních věd 19. století

2.3.1.1. Matematika

Právě v 19. století se udál nápadný rozvoj matematického bádání a také matematizace přírodních věd. Uvedený rozmach matematické vědy si vyžádal zveřejňování nových objevů a těsnou mezinárodní spolupráci. V různých státech západní Evropy začaly být proto vydávány vědecké matematické časopisy. Matematický výzkum také předpokládal praktickou aplikaci. Rovněž jednotlivé matematické disciplíny se navzájem ovlivňovaly, při čemž každá z nich zaznamenala bouřlivý rozvoj, jak podle Encyklopedie matematické vědy (1898-1935) uvádějí NEČAS, ZWETTLER (1987, s.185).

Základní pojmy matematiky

Významné kontakty našly obory matematiky a filozofie při hledání odpovědi na zdánlivě jednoduchou otázku: „Co je číslo?“. Z filozofického pohledu se otázka povahy čísel úzce dotýká obsažnější otázky povahy lidského vědění a měřítko pravdy. Zájem v uvedeném

směru je soustředěn na problém jak je tvořeno myšlenkové instrumentarium a jak vzniká pojem číslo. Za počátek **teorie čísel** vděčíme Gaussovu nástupci v Göttingenu, jímž byl **Peter Gustav Lejeune Dirichlet** (1805-1859), **Richard Dedekind** (1831-1916), **Karl Weierstrass** (1815-1897), který se zasloužil o rozvoj teorie čísel stejně jako o rozvoj **teorie funkcí**. V souvislosti s funkcemi je třeba uvést minimálně ještě jméno francouzského vědce **Augustina Louise Cauchyho** (1784-1857), který ve svém slavném *Cours d'analyse* (1821) osvětlil nekonečný počet pomocí Lagrangeova termínu – mezní hodnota. Z našeho pohledu není bez zajímavosti, že po nástupu Bourbonů pobýval služebně roku 1832 v Praze, kde byl zahraničním členem České královské společnosti nauk. Jeden ze směrů zkoumání funkcí představovalo geometrické znázornění dvou reálně proměnných jako plocha v trojrozměrném prostoru. Druhý pracovní směr představuje studium vztahů mezi několika proměnnými, tj. diferenciální rovnice. Diferenciální rovnice vznikly z popudu a potřeb fyziky, neboť symbolické znázornění jednoduchého fyzikálního postupu většinou předpokládá formu diferenciální rovnice.

Jedním ze základních pojmů matematiky 19. století je **množina**, která označuje jakýkoliv soubor prvků určitého celku. Každá množina může být podmnožinou a může být různě velká. Přípravné práce v této oblasti vykonal český matematik a teolog **Bernard Bolzano** (1781-1848). Vlastní zásluha na vytvoření teorie množin se přičítá německému matematiku **Georgovi Cantorovi** (1845-1918), kterého svým vědeckým dílem Bolzano významně ovlivnil. Cantorova teorie množin se setkala jako mnoho jiných objevů nejprve s nepochopením, později ji však matematici uznali jako základní. Její další rozpracování se stalo pro současníky obtížně řešitelnými problémy, které podnítily vznik matematické logiky ve 20. století.

Pozoruhodným vědcem 19. století byl **Karl Friedrich Gauss** (1777–1855). Pro neobvyklý rozsah své vědecké činnosti byl svými současníky nazýván knížetem matematiky. Tento všestranný vědec se zabýval se teorií čísel, matematickou analýzou, geometrií, geodézií, magnetismem, astronomií a optikou. K jeho nejznámějším vědeckým počínům náleží vytvoření teorie komplexních čísel, znázornění komplexních čísel geometrickým způsobem v číselné rovině s jednoduchou osou (tzv. Gaussova křivka). K témuž objevu dospěl nezávisle na Gaussovi norský matematik **Caspar Wessel** (1745-1818). Za základní dílo věnované moderní teorii čísel nazval Gauss *Disquisitiones arithmeticae*. Dílo obsahuje mimo jiné teorii kvadratických kongruencí, kvadratických forem, kvadratických zbytků. Stanovil zřejmě jako první zcela nová měřítka pro potřeby přesnosti důkazů v matematice. V astronomii vytvořil Gauss teorii nejmenší chyby při pozorování. Ovlivnil vývoj teorie i praxe výše uvedených vědních disciplín. V CGS systému zavedeného roku 1874 Britskou asociací pokroku ve vědě byla uvedena jednotka gauss (G) pro magnetickou indukci. Celé Gaussovo dílo je rozsáhlé (má 11 svazků).

Neeukleidovská geometrie

Na základě kritiky základů jednotlivých oborů včetně matematiky jako celku dospělo matematické myšlení ke zcela novým názorům o základních fenoménech – čas a prostor. Neeukleidovskou geometrii formulovali nezávisle na sobě roku 1829 ruský vědec **Nikolaj Ivanovič Lobačevskij** (1792-1856) a roku 1833 **Janos Bolyai** (1802-1860). Geometrie s konstantní zápornou křivostí byla na počest svého objevitele nazvána Lobačevského geometrie.

2.3.1.2. Fyzika

Přínos fyzikální vědy 19. století spočívá především v tom, že kvalitativně rozdílné jevy se snaží pochopit kvantitativně. Pokrok v měření tepla a elektřiny byl umožněn právě aplikací kvantitativních metod. (NEČAS, ZWETTLER, 1987, s. 198-199)

Nauka o teple a energii

Roku 1807 zavedl **Thomas Young** nový pojem **energie**. Do té doby fyzika uvedený pojem nepoužívala.

Vývoj termomechaniky je součástí dějin **zákona o zachování energie**. Pokrok v této vědní oblasti je spojen se jmény řady vědců. Francouzský matematik **Jean-Baptiste Joseph de Fourier** (1758-1830) vytvořil ve svém díle *Teorie analyticky de la chaleur (Analytická teorie tepla)*, vydaného roku 1822, základy matematického výkladu tepelných jevů. **Sadi Nicolas Leopard Carnot** (1796-1832) uvedl teplo do vztahu k mechanické práci v díle *Úvahy o pohybové síle tepla*.

Vlastní formulaci zákona ale provedli současně až další čtyři učenci o něco později. První krok k objevu zákona o zachování energie učinil lékař **Julius Robert Mayer** (1814-1878) ve chvíli, kdy dospěl k poznatku, že teplo a práce jsou podmíněny stejnými chemickými reakcemi v lidském organismu a že se mohou navzájem přeměňovat. Roku 1842 formuloval základní větu **termodynamiky**: „*Ve všech případech, kdy z tepla vzniká práce, se spotřebuje takové množství tepla, které je úměrné vyrobené práci, a naopak určitým množstvím práce vyrobíme stejné množství tepla.*“ (PATURI, 1993, s. 228) Roku 1845 zveřejnil v Análech chemie a farmacie pojednání *Bemerkungen über die Kraft der unbelebten Natur*. Mayer rozšířil princip přeměny energie při zachování jejího množství na elektrické jevy, na fyziologické procesy v živém organismu a také na astronomii. K uznání Mayerova objevu přispěl roku 1862 dánský inženýr **Ludwig August Colding** (1815-1888), který na základě obdobných pokusů pro mechanický ekvivalent tepla získal stejnou hodnotu jako Mayer. Nejpřesnější ve výsledcích svých pokusů ke stanovení mechanického ekvivalentu tepla byl **James Prescott Joule** (1818-1889). Roku 1840 zveřejnil zákon přeměny elektřiny v teplo. Dnes je znám jako **Jouleův zákon**: „*Množství tepla vyvinutého za sekundu ve vodiči, kterým protéká elektrický proud, je přímo úměrné čtverci proudu a elektrického odporu vodiče.*“

http://cs.wikipedia.org/wiki/James_Prescott_Joule,22.9.2007

Druhou větu termodynamiky formuloval roku 1850 německý fyzik **Rudolph Clausius** následovně: „*Teplo nemůže samo od sebe přecházet z chladnějšího tělesa na teplejší těleso.*“ Z této tzv. věty o **entropii** vyplývá, že proces přechodu tepla z těles o vyšší teplotě na tělesa o teplotě nižší probíhá automaticky. Z této věty dále vyplývá, že třením dvou těles nutně vzniká teplo. (PATURI, 1993, s. 243)

Obě termodynamické věty se dotýkají problému „teplo a pohyb“. Hypotéza **kinestetické teorie tepla** byla nejprve uplatněna pro plynné látky, neboť jsou u nich jednodušší poměry. Podnět ke zkoumání kinesteticky plynů daly již v roce 1738 myšlenky Daniela Bernoulliho. Jeho námět se však v té době nesetkal s pochopením. K předním průkopníkům uvedené teorie patřili fyzikové, kteří byli úspěšní i při řešení dalších velkých témat fyziky 19. století. Ke kinestetické teorii plynů přispěli svým výkladem matematici. Vzhledem k tomu, že nebylo možné postihnout pohyb jednotlivých částic plynu, nebo jej dokonce změřit, mohlo se jednat pouze o statistický průměrný počet. Základem pro toto vyhodnocení se stala **teorie pravděpodobnosti**. Myšlenka pravděpodobnosti měla tedy přelomový význam, protože bylo nalezeno řešení, které vyústilo ve statistické chápání pravděpodobnosti. Tuto stránku teorie propracoval nejprve **Ludwig Eduard Boltzmann** (1844-1906). Boltzmann ukázal, že tepelné vyrovnání nepředstavuje nic jiného než přechod určitého systému z méně pravděpodobného stavu do pravděpodobnějšího. Boltzmannovým dílem byla kinestetická teorie plynů spojena s druhým termodynamickým zákonem.

Dalším předpokladem je **hypotéza „nejmenších částic“**. Bezprostřední empirický důkaz **kinestetické teorie plynů** podal roku 1827 anglický botanik **Robert Brown** (1773-1858). Zkoumal pod mikroskopem pyl různých květin, který vytvářel ve vodním prostředí suspenzi. Suspendované částičky pylu vykonávaly ve vodě nepravidelný (chaotický) pohyb,

který nese jméno svého objevitele **Brownův pohyb**. Této teorie se přírodovědci ihned chopili, neboť objasňovala všechny známé základní procesy související s teplem (např. jeho šíření). Této teorii vyhovovala teplotní stupnice zavedená **Williamem Thomsonem** (lordem **Kelvinem**), neboť při absolutní nule (-273°C) ustává všechen pohyb molekul. Předpokladem kinetické teorie plynů byla atomistická teorie, která se stala podnětem k upřesnění kvantitativní představy o „atomu“ a „molekule“ (o jejich velikosti, hmotě, rychlosti pohybu atd.). „*Jako shrnující zevšeobecnění zahrnuje teorie dvě do té doby oddělené oblasti: mechaniku a nauku o teple. Rozlišuje pouze kvantitativní rozdíly mezi jevy, které předtím platily za kvalitativně odlišné.*“ (NEČAS, ZWETTLER, 1987, s.203)

Nové poznatky o světle a elektřině

Na základě znalosti Newtonovy a Huygensovy teorie světla přišel všestranně nadaný a vzdělaný **Thomas Young** (1773-1829) na existenci **interference světla**, kterou popsal na základě své vlnové a korpuskulární teorie. Na tématu vlnové teorie současně bádala Francouzka **Augustin Fresnel** (1788-1827), který experimentálně potvrdil Youngovu **vlnovou teorii** a dále učinil základní zjištění, že rozdíl mezi barvami je dán rozdílností v jejich vlnových délkách. Další vědci potvrdili poznatky, že světelné vlny nejsou podélné, nýbrž se transverzálně šíří prostorem jako kruhy na vodě, včetně jejich kolmého kmitání.

Sir Humphray Davy (1778-1829) si ve vědeckém světě získal jméno nejprve jako objevitel narkózy a trvalý věhlas mu zajistil vynález bezpečnostní lampy. Všestranný Davy obohatil i chemii a jeho myšlenky vyústily nakonec v moderní poznání, že všechny chemické procesy jsou v podstatě procesy elektrickými.

Dánský fyzik a chemik **Hans Christian Oersted** (1777-1851) objevil magnetické účinky elektrického proudu. Na jeho objev o souvislosti elektrických a magnetických jevů navázal **André Maria Ampère** (1775-1836), který dospěl k závěru, že pohyblivé vodiče, kterými prochází elektrický proud, se pohybují v magnetickém poli. Jako autor díla *Teorie elektrodynamických jevů*, vydaného roku 1826, je objevitelem nových druhů sil označovaných jako elektrodynamické.

Dalším vědcem bádajícím v oblasti elektřiny byl **Georg Ohm** (1789-1854). Zasloužil se o systematizaci do té doby známých poznatků o elektrického proudu. Je po něm nazván zákon, který formuloval. Elektrický odpor je přímo úměrný délce vodiče a nepřímo úměrný příčnému průřezu a měrné vodivosti. K vytvoření vzorce pro výpočet odporu vodiče vzal Ohm v úvahu tři faktory: napětí, intenzitu a odpor. Jednotka elektrického odporu nese Ohmovo jméno.

Roku 1831 se geniálnímu experimentátorovi **Michaelu Faradayovi** (1791-1867) podařilo podat důkaz, že s využitím magnetismu lze vyrábět elektřinu. Poprvé pokusně dosáhl jevu zvaného **indukce**. Roku 1852 se mu podařilo vizualizovat magnetické pole použitím železných pilin. Magnetické pole, které vzniká pohybem elektrických nábojů a časovou změnou elektrického pole se dnes popisuje pomocí vektoru magnetické indukce a intenzity magnetického pole.

Ve druhé polovině 19. století **James Clerk Maxwell** (1831-1879) přišel s teorií elektromagnetického pole, která vysvětluje veškeré elektrické a magnetické jevy. Jako důsledek teorie předpovídá elektromagnetické vlny, a přivádí tak na stejný základ i optiku. Nejdůležitější Maxwellova práce *Tretise on Electricity and Magnetism (Pojednání o elektřině a magnetismu)* byla publikována roku 1873. Maxwellovy a Faradyovy teoretické předpovědi experimentálně ověřil **Heinrich Rudolf Herz** (1857-1894), čímž otevřel cestu k bezdrátovému spojení. Je po něm pojmenována jednotka SI pro frekvenci – [Hz].

Roku 1895 v publikaci *Nový druh paprsků* seznámil **Wihelm Conrad Roentgen** (1845-1923) vědeckou veřejnost se svým objevem „paprsků X“, objevem, který byl později

v řadě spisů popsán jako „průhledná ruka“. V průběhu svých pokusů zjistil, že paprsky X (sám je tak nazval) jsou zcela odlišné od katodových paprsků, ale katodové záření je vytváří tam, kde naráží na překážku (skleněnou nebo kovovou). Paprsky X se přímočaře šíří do všech stran a způsobují, že se vzduch stává vodivým. Na rozdíl od katodových paprsků nelze paprsky X odchylovat. (VAN BERGH, FINKE, 1996, s. 242) O rok později (1896) **Antoine Henri Becquerel** (1852-1908) objevil **radioaktivní záření** uranu. A o další rok později (1897) sir **Joseph John Thomson** (1856-1940) objevil existenci elektronu. Manželé **Piere Curie** (1859-1906) a **Marie Curie – Skłodovská** (1867-1934) podrobili studiu Jáchymovské rádiu. Objevili v roce 1898 **radioaktivní prvek** polonium a brzy po tomto objevu prokázali existenci druhého radioaktivního prvku rádia. Těmito objevy se otevřely brány atomového věku.

2.3.1.3. Chemie

Atomistická teorie je známá od antického starověku a jako zlatá nit se táhne celými dějinami přírodních věd. Na antické myslitele v oblasti představ o složení hmoty a jejich pokračovatele ze 17. a 18. století (Boyla, Newtona, Lomonosova, Lavoisiera a dalších) navázali učenci 19. století. Položili tak pevný základ moderní vědy chemie. Diskusi o nové **atomové teorii** zahájil anglický chemik **John Dalton** (1766-1844). Jeho vědecký přístup bývá označován jako nový systém chemické filozofie. Podle Daltona jsou všechny látky složeny z atomů. Atomy jsou nedělitelné a jsou posledními stavebními prvky hmoty. Atomy určitého prvku jsou dokonale stejné. Atomy každé látky mají určitou váhu (všechny stejnou), od váhy atomů ostatních látek se však liší. **Atomová váha** je pro každou danou látku její důležitou charakteristikou. Jednotlivé atomy není možno vážit, relativní atomové váhy jednotlivých látek lze pak zjistit podle toho, jak se látky navzájem slučují. Dalton věnoval svou hlavní pozornost a vědecký zájem studiu chování plynů. Jeho zjištění (zveřejněné roku 1801 a označované jako první Daltonův zákon), že tlak směsi plynů, které jsou chemicky netečné, se rovná součtu parciálních tlaků (tj. tlaku každého plynu ze směsi zvlášť). Později dospěl k poznatku, že při stálém tlaku a stejném zvýšení teploty se všechny plyny rozpínají stejně. Druhý Daltonův zákon (objevený roku 1803) říká, že každý plyn ze směsi plynů nad kapalinou se v téže kapalině rozpustí úměrně svému parciálnímu tlaku (tj. tak, jako by byl nad kapalinou zvlášť).

Dalším příspěvkem do tezauru chemických objevů té doby byl Avogadrův zákon. Ital **Amadeo Avogadro** (1776-1856) díky vlastním výzkumům a také z Gay-Lussacova zákona o tepelné roztažitelnosti plynů a Daltonovy teorie vyvodil další správné závěry. Avogadrův zákon zní: stejné objemy různých plynů a par obsahují při stejné teplotě a tlaku stejný počet molekul. Avogadrův krajan **Stanislao Cannizzaro** (1826-1910) dále precizoval Avogadrovu představu o molekulách. Molekulou nazval spojení nejméně dvou atomů, a to atomů stejného prvku a nebo atomů dvou různých prvků. Objasnili poměr mezi atomem a molekulou, což se projeвило ve způsobu jejich symbolického zápisu.

Na Daltonovu myšlenku o atomových vahách navázal jeho krajan **William Proust** (1785-1850). Vystoupil s názorem, že atomové váhy prvků mohou být vyjádřeny celými čísly, jestliže bude chápán vodík jako pralátka, ze které jsou všechny ostatní prvky budovány. Z tohoto důvodu Proust označil vodík číslem 1. Vědeckým světem však nebyla jeho myšlenka ihned akceptována. Do roku 1859 bylo známo již 59 prvků, byly poznávány jejich vlastnosti, především jejich atomová váha. Právě číselné hodnoty atomových vah umožnily uspořádání chemických prvků do systému.

Nezávisle na sobě pracovali na systemizaci prvků **Lothar Mayer** (1830-1895) a **Dmitrij Ivanovič Mendělejev** (1834-1907). Mendělejev předložil petrohradské Chemické společnosti tabulku prvků, založenou na atomových vahách s řadou z ní odvozených tezí. V roce

1870 vyšel Mendělejev spis *Přirozený systém prvků a jeho aplikace k předpovědi vlastností neobjevených prvků*. Výraz atomová váha, který používal, byl později nahrazen výrazem atomové číslo (dnes se používá označení protonové číslo). Prvky uspořádal do řad podle periodicity vlastností, které určité skupiny prvků vykazovaly. V každé řadě se vlastnosti prvků periodicky opakují; jejich atomová váha stále vzrůstá. Při výkladu nově objeveného **periodického zákona** předvídal Mendělejev také existenci prvků v té době neznámých. Ponechal proto pro ně v tabulce volná místa, předpověděl jejich atomovou váhu (hmotnost) a jejich další vlastnosti. Tabulka s periodickým uspořádáním prvků podle jejich vlastností dnes nese Mendělejevovo jméno. V roce 1871 Mendělejev napsal, že zákon zachování hmoty lze chápat jako speciální případ zákona zachování síly nebo pohybu. Tutéž myšlenku vyslovil ve svých přednáškách Angličan **William Crookes** (1823-1919) tvrzením, že hmota a energie jsou z jednoho hlediska zaměnitelné. Jeho tabulka vyšla tiskem roku 1872. Postupoval tak, že 28 chemických prvků seřadil podle vzrůstající atomové váhy, dále tyto prvky rozdělil do šesti skupin, aby v každé skupině měly prvky stejné mocenství (tj. stejné oxidační číslo).

Počátky organické chemie

Z předchozího textu víme, že ke vzniku organické chemie a jejího oddělení od anorganické chemie došlo v již v 18. století. Označení vědního oboru jako organická chemie poprvé užil švédský chemik **Jóns Jakob Berzelius** (1779-1848), který také vytvořil nový symbolický záznam, který se stal základem současného záznamu značek chemických prvků.

První organickou sloučeninou, která byla získána jasně prokázanou syntézou byla kyselina močová. V roce 1831 ji z kyanidu amonného vyrobil **Friedrich Wöhler** (1800-1882). Druhou organickou sloučeninou, kterou roku 1845 syntetizoval **A.W.H. Kolbe** (1818-1884) byla kyselina octová. Do té doby panovala mezi organickými chemiky představa tzv. životní síly (vitalismu), která je potřebná k vytvoření organické látky. Podle této představy byla organická chemie jen chemií živé hmoty. Obecně panoval názor, že nelze organické látky syntetizovat. Výroba prvních synteticky vyrobených organických sloučenin tuto představu vyvrátila. Místo mezi zakladateli organické chemie je vyhrazeno i pro **Justa von Liebiga** (1803-1873). Liebig propracoval **metody kvantitativní organické analýzy**. Snad jako vůbec první moderní vědec se zabýval problematikou výživy lidstva. Objevil, že rostliny potřebují ke své výživě minerální látky (především dusík, fosfor a draslík). Jeho zákon minima říká, že rostlina dobře prospívá jen tehdy, pokud má dost prvku, kterého je v půdě nejméně. Pro objevy v oblasti výživy rostlin a využívání minerálních látek k jejich přeměně na organické lze Liebiga považovat za zakladatele agronomie, průkopníka fyziologické chemie a chemie potravin.

Další posun v rozvoji organické chemie nastal ve chvíli, kdy objevil **Friedrich August Kekulé ze Stradonic** (1829-1896) a ve stejné době i Skot **Archibald Couper** (1831-1892) schopnost atomů uhlíku tvořit různé dlouhé řetězce na základě silné vazby mezi sebou. Velmi mnoho atomů tak může vytvořit i velkou molekulu. Kekulé vědecky propracoval vzájemné řazení atomů uhlíku; jejich další charakteristikou je počet vazeb, v nichž se mohou spojit s jinými atomy. Vodík má jednu, kyslík dvě, dusík tři a uhlík čtyři takové vazby (valence). Pochopil a graficky vyjádřil strukturální princip vazby mezi atomy uhlíku u cyklických uhlovodíků. Teorie mocenství byla obohacena Souperovým objevem strukturálního zápisu vzorce chemických sloučenin. Jednoduché valence mezi dvěma prvky Souper zobrazil jednoduchou čárkou. volné valence mezi prvky dvojitou a nebo i trojitou čárkou. Tentýž objev je k roku 1860 připisován německému chemikovi **Emilu Erlenmeyerovi** podle něhož jsou všechny nenasycené valence, které jsou již obsazeny vlastně nasycené. Látky s těmito vazbami jsou jen více reaktivní (PATURI, 1993, s. 265). Otevřela se tak etapa objevů ve **strukturní chemii**. Nauku o prostorovém uspořádání atomů v molekule (stereochemie) je spojová-

na se jmény Francouze **Achilla Le Bella** (1847-1930) a Nizozemce **Jacoba Henrica van't Hoffa** (1852-1911). Tito vědci zjistili (uvádí se rok 1874), že atomy uhlíku jsou trojrozměrné. Hoff uvedl do vztahu optickou a chemickou koncentraci organických sloučenin. Oba vědci nezávisle na sobě zjistili, že vazby uhlíku jsou k sobě kolmé, tak atom uhlíku má tvar pravoúhlého čtyřstěnu.

Kekulého strukturální teorie znázorňovala molekuly planimetricky nikoli strukturálně. Důležitý podnět k propracování uvedené teorie dal podnět **Luis Pasteur** (1822-1895), který objevil, že u mnoha organických látek existují dva druhy krystalů odlišné tím jak polarizují dopadající světlo (pravotočivé a levotočivé krystaly kyseliny vinné).

Na konci 19. století byly z uhlí průmyslově vyrobeny první organické výrobky a to barviva a léky.

2.3.1.3. Biologie

Vznik Mikrobiologie

Mikrosvět ovlivňoval vždy zásadním způsobem život, jeho průběh i smrt každého člověka po všechny doby. Z tohoto pohledu je významnou kapitolou dějin lidstva vznik **bakteriologie**. Lékaři sice již exaktně poznali chorobné změny tkání, nevěděli však, čím jsou vyvolány a jak bránit rozvoji nakažlivých chorob. Jedinou výjimkou bylo Jennerovo očkování proti neštovicím. Dějiny bakteriologie začínají sice Pasteurem, avšak Pasteur nebyl prvním, kdo zjistil mikroby. V tomto směru se přičítá prvenství Leeuwenhoekovi. **Luis Pasteur** byl však první, kdo přišel na myšlenku, že by **mikroorganismy** mohly být **původci nemocí**. Byl přesvědčen, že mikroby, které studoval při kvasných procesech jsou stejné jako ty, jež vyvolávají nakažlivé nemoci, (VAN BERGH, FINKE, 1996, s.212). Aby mohly být odstraněny nakažlivé choroby, bylo nutno poznat jejich původce. Bylo třeba najít vhodné metody, jejichž prostřednictvím by bylo možné nakažlivé mikroorganismy objevit. Metoda ničení bakterií a kvasinek teplem byla na počest svého objevitele nazvána **pasterizace** a je aktuální metodou uchování některých druhů potravin tepelnou sterilizací dodnes. Svými objevy, že mikroby vyvolávají hnisání a zánětlivost ran, položil základy asepsy a antisepsy v chirurgii. Naočkováním slepice oslabenou kulturou bakterií slepičího moru a potom dále očkováním ovčí oslabenými bakteriemi ovčího moru se Pasteur dostal ke stejnému výsledku jako **Jenner** v případě kravských neštovic, získal sérum. Vyvinul očkovací látky také proti vzteklině, července, slezinné sněti a slepičí choleře. Je považován za zakladatele **mikrobiologie a imunologie**. K zakladatelům imunologie lze řadit ruského lékaře Ilju Iljiče Mečnikova (1845-1916), který roku 1883 objevil fagocytální schopnost leukocytů. Vypracoval teorii zápalu jako aktivní činnosti organismu. Imunitu považoval za základní obranný proces těla při působení patogenních mikrobů.

Robert Koch (1843-1910) objevil původce slezinné sněti, tuberkulózy a cholery. Objevil, že určitý živý bacil způsobí určité onemocnění a objevil také, že některé bacily za určitých podmínek vytvářejí spory. Předvedl současníkům jak lze bakterie pěstovat na živné látce, jak je pro lepší rozlišení při pozorování zabarvovat a jak je ničit. Koch je považován za zakladatele moderní **bakteriologie**.

V díle na poli bakteriologie pokračovali žáci Pasteura i Kocha. Byli jimi **Emil Roux** (1853-1933) objevitel bacilu dětského záškrtu a **Emil von Behring** (1854-1917), kterému se na základě svého objevu **sératoterapie** podařilo roku 1891 podařilo zachránit účinnou léčbou první dítě se záškrtným onemocněním. Princip sératoterapie spočíval v získání účinného antitoxinu, neboť jak Behring zjistil bacily produkují toxiny a ty vlastně zabíjejí organismus obratlovců. Ve výzkumech na poli sératoterapie pokračoval dále i Roux, který je autorem me-

tody imunizace koní. Ve výčtu dlouhé řady jmen „lovců mikrobů“. V závěru této pasáže nelze opomnět osobnost **Paula Ehrlicha** (1854-1915), neboť jeho vědeckou činností a objevy začínají dějiny **chemoterapie**, která se dále rozvinula výrobou sulfonamidů a výrobou penicilínu.

Embryologie, objev buňky a jejích součástí

Objev mikroskopu umožnil hlubší pohled do vývojových pochodů. Byla překonána Malpighiho tzv. preformační teorie, podle níž je budoucí živý organismus v miniaturní podobě hotový již ve vajíčku. Slabinou preformační teorie bylo, že odmítala exaktní pozorování. Nahradi-la ji **epigenetická koncepce**, kterou dále rozvinul Charles Darwin.

Poznání buňky a také její pojmenování se událo před necelými dvěma staletími. Pozorovanou buňku takto označil Hooke. Český přírodovědec, biolog a fyziolog **Jan Evangelista Purkyně** (1787-1869) pojmenoval živou buněčnou hmotu **protoplazma**. Purkyně identifikoval také buněčné jádro. Spolu s naším vědcem se o vyřešení skladby buňky snažila řada vědců. Angličan **Robert Brown** (1773-1858) objevil roku 1831 buněčné jádro, ale svůj objev neuměl zhodnotit. Do dějin objevu buňky se nejvýrazněji zapsali **Mathias Schleiden** (1804-1881) a **Theodor Schwann** (1810-1882). Mathias Schleiden proslul jako botanik prací *Beiträge zur Phytogenese*. Na rozdíl od Browna poznal význam buněčného jádra a objevil jeho složení. Považoval rostlinu za živý soubor buněk; buňku považoval za relativně samostatnou živou jednotku. Theodor Schwann byl především zoolog. Pracoval jako asistent u Johanesse Müllera a pod jeho vedením odborně rostl. Slávu zajistila Schwannovi především práce *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen* (1838/39). Jako zoolog poznal, že organismus živočichů je tvořen strukturami buněk. Buňka je stavebním kamenem i centrem fyziologických činností. Také vajíčko je buňka. Je objevitelem **pepsinu** v žaludeční šťávě.

Tím, že bylo uznáno jednotné pojetí všech životních pochodů, byla odbourána hranice mezi říší rostlinnou a živočišnou a byl postaven také most k embryologii.

Evoluční teorie, eugenika, genetika

Charles Darwin (1809-1882) prostudoval díla svých předchůdců v oblasti evolučního vývoje. Budoval ale také na základě vlastního obsáhlého materiálu, který si přivezl z přírodovědecké výpravy do Jižní Ameriky, Austrálie a Pacifiku. Trvalo mu téměř dvacet let než publikoval závěry z pečlivě a dlouhodobě zpracovávaných podkladů. Roku 1859 vydal dílo *O vzniku druhů přírodním výběrem*. Toto dílo bylo údajně rozebráno ještě v den svého vydání. Z pozdějších Darwinových děl je nejdůležitější kniha *O původu člověka*. Názor o nutnosti zlepšování dědičného základu a vývoje se stala základem **eugeniky** (vědy o rodech), jejímž zakladatelem se stal Darwinův bratranec **Francis Galton** (1822-1911).

Embryologický výzkum a buněčné teorie vytvořily až v 19. století předpoklady pro úspěšné řešení problému dědičnosti. Evoluční učení vytvořilo všeobecný rámec v němž mohly být jevy dědičnosti studovány. Věda o dědičnosti – **genetika** je odůvodněně jednou z nejmladších věd. Její základy položil svými pokusy **Johann Gregor Mendel** (1822-1884). Zásady, z nichž Mendel při pokusech vycházel: čistokrevný výchozí materiál, výběr jednoduchých případů (tzn. rostlin, které se liší pouze v jednom nebo několika málo znacích), přesné statistické vyhodnocování materiálu, vyvození závěrů, přísné sledování generací z každého jednotlivého znaku.

Základní pokus: existují hrachy, u nichž při naprosté rovnosti kvete jedna forma bíle a druhá červeně. Zkřížíme-li červeně kvetoucí hrachy s rostlinami hrachu, které kvetou bíle,

získáme první filiální generaci kříženců (F1). Všechny budou mít červené květy. Pravidlo o štěpení znaků hovoří, že ve druhé filiální generaci (F2) se ztrácí uniformita a znaky obou rodičovských generací v ní budou v určitých konstantních číselných poměrech. Budou v ní $\frac{3}{4}$ červeně kvetoucích a $\frac{1}{4}$ bíle kvetoucích hrachů. Tato čtvrtina dá při dalším množení mezi sebou opět jen bíle kvetoucí rostliny. Je tedy čistokrevná (homozygotní) a rovná se jedné rodičovské části výchozí generace. Ostatních $\frac{3}{4}$ rostlin s červenými květy se bude chovat různě. Třetina z nich, tj. 25 % celkové generace, se bude opět skládat jen z červených exemplářů. Je tedy dominantně homozygotní a odpovídá rodičovskému dílu s červenými květy u výchozí generace. Zbytek, tj. 50 % celkové generace F2 se bude chovat jako heterozygoty generace F1. Poměr genotypů je 1:2:1, což představuje 25 % dominantních homozygotů, 50 % heterozygotů a 25 % recesivních homozygotů. Při intermediaritě (nepřevládá ani jedna vlastnost) vzniká shodný poměr fenotypů (vnější vzhled) a genotypů (vnitřní danost) 1:2:1. Pravidlo o nezávislosti a volné kombinaci dědičných vloh platí pro potomky hybridů, které se liší ve více znacích (polyhybridismus). Každý pár dědičných vloh se chová nezávisle na ostatních, takže vznikají všechny kombinace dědičných vloh a to i takové, které se nevyskytly u rodičů.

Mendlova pravidla jsou statistickým vyjádřením biologických zákonitostí, jejichž materiálním podkladem je lokalizace dědičných vloh na chromozómech.

Po osmileté práci přednesl Mendl své výsledky v brněnském přírodovědném spolku, který otiskl Mendlovu práci pod názvem *Versuche über Pflanzen-Hybriden, Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn*. Listy byly rozeslány do mnoha univerzit. Vědecký svět však tehdy nepochopil význam Mendlova objevu. (NEČAS, ZWETTLWR, 1987, s. 234-235)

Vědy o zemi: geologie a geografie

Poznání Jižní Ameriky, jejích veletoků, pohoří a jiné přírodní tvářnosti přiblížil Evropanům svým cestopisem **Alexandr von Humboldt** (1769-1859). Tento všestranně vzdělaný vědec se zasloužil o vznik **biogeografie**. Zabýval se také dějinami a etnografií.

Geologii posunul v jejím vývoji dál **Charles Leyll** (1797-1875) dílem *Principles of Geology (Základy geologie)*. Uplatnil v ní princip uniformity na všechny geologické jevy. Tím vnesl řád do vědy, která byla do té doby představovaná různými protichůdnými teoriemi a názory.

Na Leyellovy myšlenky navázal **Fjodor Bogdanovič Šmidt** (1832-1908) rozsáhlým paleontologickým výzkumem Poamuří a Sachalinu. Hodnotu dodnes neztratil jeho popis organických zbytků kambrického stáří v Rusku.

Období nových objevů bylo v 19. století zaměřeno zejména na Afriku. 20 000 km dlouhou trasu Afrikou prošel **Heinrich Barth** (1821-1865). Jeho cesta směřovala z Tripolisu do Súdánu a dál východním směrem k Čadskému jezeru. Cestou na západ dosáhl Timbaktu, což v té době byla křižovatka pěti velkých obchodních cest a nejdůležitější město vnitřní Sahary.

Jako první Evropan spatřil Viktoriiny vodopády na řece Zambezi **David Livingstone** (1813-1873). Do středoafričské jezerní oblasti podnikl postupně několik cest. Při své poslední cestě dosáhl jezera Tanganika. Cílem Livingstonea bylo objasnit souvislost mezi středoafričským mezijezeřím, jeho řekami a Nilem. Zásluhy na prozkoumání řeky Kongo si právem připsal na konto svých objevů **Henry Morton Stanley** (1841-1904). Zásluhy o průzkum jižní Afriky má první český cestovatel **Emil Holub** (1847-1902); sestavil mapu Viktoriiných vodopádů, prozkoumal území mezi Limpopem a Zambezi.

Kromě Afriky čekaly na prozkoumání ještě dvě neznámé oblasti: polární kraje a nitro Asie. Jedním z prvních cílů bylo nalézt námořní cestu podél severoamerického pobřeží, Seve-

rozápadní průjezd, což se stále nedařilo. **Edward Parry** uskutečnil roku 1819 překročení 111. západní délky a dobrovolně se svou expedicí přezimoval v Arktidě. Brzy po této události objevili **John Ross** a jeho synovec **James Clack Ross** (1800-1862) na poloostrově Boothia Felix **severní magnetický pól**. Severozápadním průjezdem se podařilo proplout až skotskému mořeplavci **Mc Cluremu** roku 1907 (část cesty vykonal na lyžích) při hledání ztracené polární expedice vedené **Johnem Franklinem** (1786-1847), která zamrzla v ledovci a všichni účastníci expedice zde zemřeli. Lodí tuto cestu celou podnikl a proplul průlivem **Roald Amundsen**. Prvním přemožitelem grónského pevninového ledovce na lyžích se stal **Fridtjof Nansen** (1861-1930). Přiblížil se na 450 km k severnímu pólu. Vlajku na severním pólu vztyčil roku 1909 Američan **Robert Erwin Peary** (1856-1920).

Důležitým výsledkem expedic bylo zjištění, že Severní ledový oceán není mělkou pánví, ale dosahuje hloubky 2000-3000 m.

Polární výpravy financovaly vlády Velké Británie a Ruska. První vědecká výprava do Antarktidy uskutečněná z Ruska roku 1819 byla vedena **Faddějem Fadděvičem Bellingshausenem** (1777-1852). V lednu roku 1820 se lodní výprava dostala do blízkosti antarktické pevniny a také ji obeplula.

Koncem 19. století byl na základě dohod uzavřených na mezinárodních geografických kongresech uskutečněn plánovitý průzkum antarktické pevniny ze čtyř stran současně. Podíleli se na něm současně anglická, skotská, švédská a německá expedice. Největšího úspěchu dosáhla anglická expedice pod vedením **Roberta Falcota Scotta** (1868-1912) a **Roalda Amundsena** (1872-1928). Obě expedice v roce 1912 dosáhly jižního pólu.

Do nitra Asie vykonal pět cest **Nikolaj Michajlovič Prževalský** (1839-1888), který se dostal až do Tibetu. Byla lépe poznána Čína. Podíl na tom mají cestovatelé různých evropských zemí.

S výzkumem tehdy neznámé Nové Guineje je spojeno jméno **Nikolaje Nikolajeviče Mikulko-Maklaje** (1846-1888); zabýval se studiem života Papuánců a dospěl k závěru, že různé etnické skupiny obývající tamní oblasti patří k jediné melanéské rase.

ZÁVĚR

Od druhé poloviny 18. století začínají výtobytky přírodních věd sloužit postupné industrializaci.

Technika 20. století pak zpětně umožňuje dokonalejší bádání v oblasti přírodních věd a lze tvrdit, že bez dokonalých technických vynálezů by se přírodovědné poznání nemohlo vyvíjet tak všestranně.

Dynamický vývoj nových poznatků v oblasti přírodních věd v 19. století znamenal i pozitivní ovlivňování životních podmínek obyvatel té doby (například osvěta v oblasti hygieny). Jevilo se stále nezbytnějším seznamovat s vědeckými poznatky dané doby nejširší veřejnost, hlavně mladé lidi. Zejména ve 20. století byly přírodovědecké poznatky zaváděny jako učivo do školního vyučování na různých stupních a typech škol. Obsah vědeckých oborů stále je stále dokonaleji selektován a didaktizován podle věku žáků a studentů a je podle vzniklé potřeby inovován.

Literatura:

- BAHNÍK, V. a kol. Slovník antické kultury. Praha: Nakladatelství Svoboda, 1974.
LE GOFF, J. Encyklopedie středověku. Praha: Vyšehrad, 2002. ISBN 80-7021-545-3
PATURI, F. R. *Kronika techniky*. Praha: Fortuna Print, 1993.
O'DONNELL, K. *Dějiny myšlenky*. Praha: Knižní klub, 2004. ISBN 80-242-1163-7
STÖRIG, H.J. *Malé dějiny filozofie*. Praha: Zvon, 1991. ISBN 80-7113-041-9
NEČAS, C., ZWETTLER, O. *Dějiny věd a techniky - I.*, Praha: SPN, 1985.
NEČAS, C., ZWETTLER, O. *Dějiny věd a techniky - II.*, Praha: SPN, 1987.
VAN BERGH, H., FINKE, K. *Lidé, kteří změnili svět: 50 slavných osobností, jejich stručné životopisy a obrazové dokumenty*. Bratislava: Mladé letá, 1996. ISBN 80-06-00711-X
VOIT, P. Encyklopedie knihy. Praha: Libri, 2006. ISBN 80-7277-312-7

Internetové zdroje:

- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Leukippos_z_Mil%C3%A9tu>
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Eukleid%C3%A9s>>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/James_Prescott_Joule>
<http://www.jcmf.cz/lib/i_hvezdy.html>
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Biologie>>
<http://www.vso-praha.eu/storage/1170965820_sb_zahrady_iv.pdf>
<<http://knihovna.npk.cz/Nkkr0202/0202136.html>>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Starom%C4%9Bstsk%C3%BD_orloj>
<<http://zivotopisyonline.cz/luigi-galvani.php>>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal>
<http://www.geometricum.com/pic_of_the_month_082001_02.htm>
<<http://zivotopisyonline.cz/carl-linne.php>>
<<http://www.tabulka.cz/vedci/vedci.asp?id=cavendish>>
<<http://antoine-lavoisier.navajo.cz>>