

Historie fyziky

Vývojové fáze fyziky

- Rozdělení podle oborů
- Rozdělení podle společenskoekonomických formací
- Rozdělení podle vnitřních kritérií (experimentální a teoretická)
- Rozdělení historické

Historický vývoj fyziky

1. Fyzika ještě není samostatnou vědou, není běžně známa experimentální metoda (doba před r. 1600 n.l.)

1.1. Prehistorie fyziky.

Doba prehistorická i ve smyslu dějepisném, tj. doba před r. 4000 př.n.l. v nejvyspělejších oblastech světa.

1.2. Stará fyzika

Nejvyspělejší oblasti Starého světa v době 4000 př.n.l. až 1600 n.l.

- 1.2.1. Starověké říční civilizace Orientu získávají prvky fyzikálního vědění na základě přírodovědné zkušenosti. Umějí dobře měřit, jde zejména o Mezopotámii a Egypt od 4000 př.n.l. až do nadvlády Řeků
- 1.2.2. Starořeční filozofové v 6. stol. př.n.l. až do 337 př.n.l. naučili lidstvo racionálně chápat přírodní jevy. Opírali se o předvědeckou zkušenost a filozofickou spekulaci.
- 1.2.3. Helénská věda a její pokračovatelé v antickém Římě, v islámském a evropském středověku přibírají k řešení fyzikálních problémů metody elementární matematiky (337 př.n.l. až 1600 n.l.).

2. Novověká fyzika (od roku 1600 dodnes).

2.1. Období rozvoje klasické fyziky v rámci mechanistického obrazu přírody.

Převážně v Evropě (přibližně v letech 1600 – 1850 n.l.). Fyzika je samostatnou vědou a dělí se na fyziku „važitelných“ těles (ponderabilií), tj. mechaniku pevných těles, kapalin, plynů a ohně a akustiku, a na fyziku imponderabilií, „nevažitelných“ substancí, tj. optiku a fyziku fluid elektrických, magnetických a tepelných.

2.2. Období rozvoje fyziky v rámci kontinuálního obrazu přírody, směřujícího k relativistické nekvantové konceptuální soustavě. Jedná se o oblast Evropy a Severní Ameriky přibližně v letech 1850 až 1925. Vůdčí teorií je klasická elektrodynamika a teorie relativity. Toto postavení ztrácí v první třetině 20. Století, rozvíjí se však i nadále. Fyzika se dělí podle obsahu na „fyziku hmoty“ a „fyziku éteru“, čili na fyziku makroskopických látek a polí a podle metod na fyziku teoretickou a experimentální.

2.3. Období rozvoje současné, tj. kvantové, statistické a relativistické fyziky.

Rozumíme tím dobu od roku 1900 dodnes. Fyzika se rozvíjí ve vědeckých centrech na všech kontinentech a stává se společným základem přírodovědy. Má významné aplikace na pomezí s jinými vědami a v technice do té míry, že se stává výrobní silou a podstatně ovlivňuje i filozofii a světový názor. Je možno ji rozdělit podle interakcí, přičemž každé interakci odpovídají hmotné struktury určitého měřítka (např. gravitační interakce ovládá kosmos, elektromagnetická interakce hmotné struktury od atomů po makroskopická tělesa, silná interakce jádro atomu). Rozdělení fyziky podle metod trvá, celá fyzika se silně matematizuje.

Prehistorie fyziky

Pravěký člověk

Základy mechaniky – vrhací zbraně, šípy, praky, oštěpy, **kolo**.

Základy vědy o materiálu – suroviny k výrobě zbraní, obydlí, **tkaniny, oheň**.

Základy zbožíznanství – jedlé a nejedlé potraviny.

Významné kvalitativní změny stylu života – od lovce a sběrače zemědělcem (potřeba znát základy astronomie – záplavy, orientace v prostoru).

Stará fyzika

Babylónská a Egypťská fyzika.

Dobrá znalost měření délek, úhlů, času, hmotnosti. Byli dobrými matematiky a geometry. Tehdejší obrazu světa: uvnitř Všehomíra se nachází Země ve tvaru polokulové „skořápky“, tzv. „Kruh zemský“. Horstva na západě a východě ji chrání před záplavami moře. Nad Zemí je nebeský oceán. Dírkami z něho prší a za jasné noci je dírkami vidět světlo z horní vrstvy Nebe. Nebýt nebeského oceánu, shořela by Země žářem od nebeského ohně. Pod Zemí je podzemní oceán, z něhož vyvěrají prameny řek a potoků. Za východními a západními horami se nachází Slunce a ostatní posvátná nebeská tělesa (Měsíc, Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn).

Sumerové v Mezopotámii.

Vynikající systém jednotek, lepší než ve středověké Evropě.

Dvojloket (elle) = 992,3 mm. Uměli měřit plochy a úhly, šedesátinná soustava.

Čas měřili pomocí množství vody, která vyteče z nádoby s konstantní hladinou.

Výborní astronomové, 7 planet, 7 dní v týdnu. Znali kladku, nakloněnou rovinu, klín, šroub. V Ninive – nalezena čočka (?).

Starý Egypt.

Výborní geometři, astronomové (záplavy).

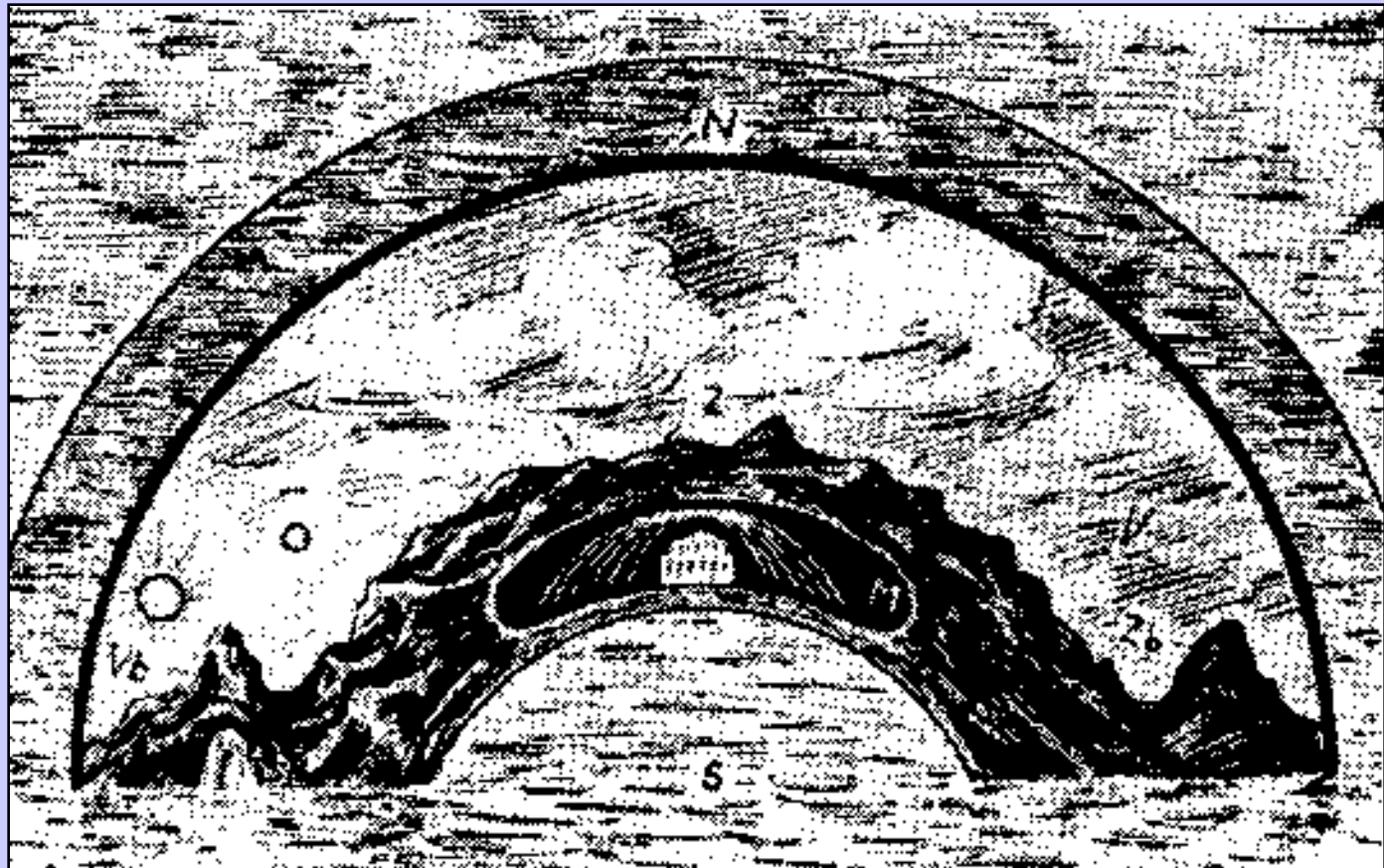
Pyramidy: základna 233 m, přesná orientace vzhledem ke světovým stranám (na minuty).

Řezání kamenných kvádrů (hrana 80 cm, hmotnost 2500 kg). Doprava na značné vzdálenosti a do značné výšky (až 150 m). Karnacký monolit – 374 tun.

Hydrodynamika – zavlažování.

Možná znali i zrcadla a elektřinu – stožáry pobité mědí.

Rok 365 dní, den 12 hodin denních a 12 hodin nočních. Kalendář pojmenován podle panovníků. Hodně převzali Řekové



Starověké řecko a jeho filozofie

Přímořské oblasti, obývané Féničany, Kartagiňany, Řeky a Římany se staly centrem kultury. Mezi zakladatele filozofie je třeba řadit zejména Řeky. Ti považovali za základ poznání prosté pozorování a filozofickou spekulaci. To jim nelze vytýkat – provozovat experiment je náročné zejména na přístroje a tím i na úroveň rozvoje výrobních prostředků. V otrokářském řádu nebyla snaha o takový rozvoj, otroků bylo dost. Význam měla pouze řemesla, ale ta byla filozofy přezírána, stejně jako fyzická práce.

Snaha něco si ověřit a vyzkoušet byla spíše výjimkou => abstraktnost a odtrženost filozofů od přírody a života (ovšem jejich logická a verbální vybroušenost závěrů a úsudků byla výtečná, stejně jako i rétorika). Staří myslitelé se tak záměrně vyhýbali soustavné mravenčí experimentální práci, která jediná vede k cíli, tj. k novému poznání a snažili se řešit i principiální a velmi náročné problémy (např. původ světa, základní prvky bytí a hmoty, atd.) pouze filozofickou cestou a tak jediným geniálním tahem vyřešit tyto problémy. To vedlo ke dvěma extrémům: buď ke skepticizmu, nebo k mysticismu.

Thálés z Milétu (?624 - ?548 př.n.l.)

Silně ovlivněn Egypťany. Filozof, astronom, matematik. Thaletova věta o obvodových úhlech nad průměrem kružnice. Objev sklonu ekliptiky k rovníku, potvrzení kulového tvaru Země – na základě stínu, vrženého na Měsíc. Vše pochází z jediné pralátky a tou je voda. První zmínka o elektríně, vznikající třením jantaru. Výrok o magnetismu: „magnetovec má duši“.

Pythagoras ze Samu (6. Stol. Př.n.l.)

Studoval v Egyptě a v Babylonu, byl žákem Thaletovým. Usadil se v jihoitalském Krotonu u Tarentského zálivu, kde založil svoji školu (ráz tajného filozoficko – náboženského spolku s politickými ambicemi). Základní myšlenka jeho filozofie – podstatou všeho dění a věcí nejsou látky, ale číselné vztahy mezi kvantitativně vyjádřitelnými vlastnostmi věcí. Pythagorejci hledali ve všem a všude číselné vztahy – číselná mystika a idealismus. (Pythagoras šel kolem kovárny, kde otroci bušili do kovadliny. Shledal, že odlišnost tónů, tvořících kvartu, kvintu a oktávu je dána poměrem hmotností kladiv: $1:3/4:2/3:1/2$).

Podobné vztahy mezi čísly hledali Pythagorejci i na obloze. Kolem „Centrálního ohně“ ve středu Vesmíru obíhá Země a ostatní tělesa, planety i stálice v „Harmonických sférách“. Číslo 10 bylo mystické, proto muselo být těchto těles také 10 – vytvořili hypotetické „Protizemí“, které nemůžeme spatřit, neboť leží proti nám, za Centrálním ohněm. Měsíc a Slunce září jenom odraženým světlem.

Problémy vidění – z oka vycházejí emanace, výrony, jež se po odrazu vracejí zpět do oka a vyvolávají v něm zrakový vjem.

Leukippos z Milétu (5. stol.př.n.l.) a jeho žák Démokritos z Abdér (460 – 370 př.n.l.)

Zakladatelé atomismu. Démokritos hodně cestoval po Persii a Egyptě, zkoumal zajímavé jevy a diskutoval s učiteli. Nikdo ho nepředčil v matematice – odvodil vzorec pro objem jehlanu a kužele. Jediného objevu si cenil více, než celého jmění (byl velmi bohatý).

Démokritos učil, že naše vjemy postihují pouze jevovou stránku skutečnosti. Podstatou všeho jsou částice (atomy) a prázdnota. Atomy jsou nedělitelné, věčné a neměnné a jsou nositeli kvantitativních, nikoliv kvalitativních vlastností látek. Mají např. určitý geometrický tvar a hmotnost, ale nemají barvu, vůni, apod. Vlastnosti těles vznikají teprve kombinací atomů. Také duše není nic jiného, než soustava jemných atomů, pronikajících celým tělem. Mezi dvěma obyčejnými atomy je vždy jeden řídicí, duševní, který je ovšem též materiální povahy. Sídlem myšlení je mozek, sídlem citu je srdce, sídlem vášní jsou játra.

Vidění je podle něho způsobeno dopadem malých atomů, které se odlupují z předmětu, na povrch oka.

Celé učení je ryze materialistické. Prohloubil ho *Epikuros ze Samu* a ve svém díle zachytil římský spisovatel *Lucretius Carus*.

Platón (?427 - ?347 př.n.l.)

Zatímco Démokritovy názory připadaly v antickém období průměrnému občanovi jako výstřední a učené, mohli bychom Platónovy názory označit za „standardní“

Pocházel z aristokratické rodiny a byl mluvčím otrokářské aristokracie. Co se týká fyziky, mohli bychom jeho učení vynechat. Přesto jsou zajímavé jeho myšlenky, týkající se astronomie. Podle něho je středem Vesmíru Země, ostatní planety a Slunce kolem ní obíhají ve vzdálenostech,

tzv. „harmonických sférách“, jejichž poloměry odpovídají poměrům mezi harmonickými tóny a vyvolávají proto „hudbu sfér“. Na kulaté Zemi je možná existence protinožců, neboť tělesa na ní jsou přitahována do jejího středu. Svět živilů rozhojnil Platón o pojem *éteru*, dokonalejší, než čtyři živly předcházející (je z něho vybudován Vesmír).

Matematika je předstupněm filozofického poznávání světa idejí. Do Platónovy *Akademie* nemohl vstoupit nikdo, kdo neznal geometrii. To je pozitivní rys jeho filozofie, neboť zanedbávání

matematiky vedlo např. v Číně (u Konfucia aj.) ke stagnaci vědy. Ale ani Platón nebyl dokonalý: odmítl „snižovat“ úroveň matematiky aplikacemi na fyzikální a astronomické problémy. Matematika měla sloužit jenom jako nástroj ke zdokonalování abstraktního myšlení, potřebného k pochopení světa idejí.

Aristoteles ze Stageiry (384 – 322 př.n.l.)

Jeho vliv nebyl v Řecku zpočátku velký, postupně však narůstal a nejvíce ovlivnil Araby a zejména západoevropské scholastiky. Z hlediska fyziky ho hodnotíme negativně (jeho učení a doslovná interpretace bible byly hlavní brzdou středověké přírodovědy).

Pocházel z rodiny lékaře (jeho otec byl lékařem na dvoře Filipa Makedonského) a zprvu jím také byl. Teprve později se stal filozofem. Jako 17-letý odešel do Platónovy *Akademie*, kde setrval 20 let, až do Platónovy smrti. Potom založil vlastní školu, *Lykeion* (Lyceum). Během krátkého pobytu v Malé Asii se oženil a po perské okupaci Malé Asie se jako 40-letý stal vychovatelem 14-letého Alexandra Velikého, na kterého měl bezesporu velký vliv. Později se spolu rozešli názorově, zejména kvůli Alexandrovu despotizmu. Přesto ale Alexandr, již jako mladý král, řekl: „Otcí vděčím za svůj život a Aristotelovi za vše, co mu dává smysl“. Z dobytých území posílal Aristotelovi ukořistěné knihy a zprávy. Aristoteles zemřel na ostrově Euboia.

Rozsahem díla se řadí Aristoteles k největším světovým filozofům. Svět se podle něho neskládá z atomů, ale z fyzických těles, která mají látku a formu (u živočichů je tou formou duše). Látka i forma jsou v neustálém pohybu (nejen pohyb fyzický, ale i růst je pohyb). Příčinou smyslových vjemů jsou čtyři živly (pevné látky, kapaliny, plyny a oheň), které jsou výsledkem kombinace čtyř základních atributů (teplé, studené, suché, vlhké). Příklad: volný pád je způsoben „strachem z prázdnoty“ – za tělesem vzniká vakuum, vzduch se tam nahrne a tlačí těleso kupředu. Dospěl k závěr, že kdyby nebyl vzduch, bylo by těleso v klidu, nebo se pohybovalo konstantní rychlostí. Země leží ve středu Vesmíru a je kulatá (stín na Měsíci). Pohyb se děje tak, že má rychlost, úměrnou hmotnosti (to vyvrátil až Galileo). Svět je neměnný, odedávna existuje nejen prvotní hmota, ale i prvotní duch – velmi výhodné učení pro středověké křesťanství a islám.

Aristotelův obraz Vesmíru: středem je Země, ostatní tělesa obíhají ve sférách, kterým pohyb udělil „prvotní hybatel“. Veškeré Aristotelovo učení bylo velmi logicky sestaveno a nešlo je po dlouhou dobu nijak vyvrátit. Navíc se hodilo jak církvi, tak i světské moci.

Archimédés ze Syrakus (?287 – 212 př.n.l.).

Syrakusy byly spojencem Kartága a tak byly zničeny, ač je Archimédés pomáhal hájit svými vynálezy.

Významná fyzikální díla: ***O rovnováze, O plovoucích tělesech, O počtu písečných zrn, Ephodion.*** Je zakladatelem statiky pevných těles a hydrostatiky. Definoval těžiště tělesa, moment síly, rovnováhu na páce. Zavedl pojem hustoty těles a zavedl metody měření objemu těles. Formuloval ***Archimédův zákon.*** Zdokonalil jednoduché stroje (Archimédův šroub, Archimédův kladkostroj). Dovedl zapalovat římské lodě pomocí dutých zrcadel, vrhal proti nim těžké kameny na velkou dálku, zvedal je převracel a zapaloval „řeckým ohněm“. Sestavil glóbus, spojený s planetáriem. Byl též výborným matematikem (na jeho hrobě je obraz kužele, polokoule a válce o stejné základně a výšce – dokázal, poměr jejich objemů je dán čísly 1:2:3). Byl zakladatelem matematické axiomatiky.
Bezesporu největší vědec a technik starověku.

Eukleidés z Alexandrie

Axiomaticky zpracoval geometrii a katoptriku – nauku o odrazu světla na rovinných a kulových zrcadlech.

Erastothénés

Matematik, správce Alexandrijské knihovny. Zakladatel matematického zeměpisu. Určil rozměry Země (ze stínu, který vrhá Slunce na dno studny ve dvou různých místech na stejném poledníku na Zemi). Dostal řádově správnou hodnotu.

Aristarchos ze Samu.

Významný astronom – určil vzdálenost Země – Měsíc a vyslovil první nesmělou myšlenku o heliocentrismu.

Hipparchos z Nikaie

Astronom – snad první pozorovatel. Přesně určil délku roku, vzdálenost Měsíce a Slunce od Země. Katalogizoval 1080 hvězd a svými tabulkami založil observační astronomii. Byl však zastáncem heliocentrismu.

Klaudios Ptolamaios

Hipparchův žák – vybudoval velmi dobrou geocentrickou soustavu a trvalo 200 let po Koperníkovi, než se jí astronomové úplně vzdali. Přibližně formuloval zákon lomu světla.

Herón z Alexandrie

Po Archimédovi největším fyzikem starověku. Parní turbína (Heronova báh), nivelační přístroje, mikrometrické šrouby, atd. Zobecnil zákon odrazu světla jako princip nejkratší dráhy paprsku. V matematice – Herónův vzorec.

ANTICKÝ ŘÍM.

Po ovládnutí Egypta Římany, se středisko vzdělanosti přesouvá do Říma. Římané ale žijí jinak. Práci ponechávají otrokům, vědu zase vzdělaným Řekům. V Římě nenabyl významu Aristoteles, který říká, že všechno dění v přírodě má svůj konečný cíl, ale atomisté.

Titus Lucretius Carus.

Byl básníkem, ale přesto napsal dílo *O přírodě*. To podává jasný obraz antického člověka s cílem vyvrátit pověry a zbavit člověka strachu před tajemnými silami. Vše založeno na idejích Demokritových. Přečkalo do dnešních dob.

Gaius Plinius Secundus (Starší).

Byl spíše encyklopedista. Napsal dílo *Historie naturalis* (*Přírodověda*). Tam shrnul dosavadní poznatky o vesmíru, geografii, člověku, živé i neživé přírodě, lékařství, atd. Nekriticky však přijímal vše, takže přejal i omyly (zrušení magnetismu diamantem).

Řecká vzdělanost se rozšířila nejen do Říma, tedy na západ, ale i na východ, do Konstantinopole, mezi nestoriány, žijící v Sýrii a nakonec přešla k Arabům a do Indie a Těž do Číny. Arabové tak zachránili vědění (zejména přírodní vědy), neboť Evropa se po pádu Říma stala „zemí temna a násilí“ – dochází ke stěhování národů pod tlakem Hunů, do toho přicházejí Avari, Maďaři a Tataři.

ARABSKÁ STŘEDOVĚKÁ FYZIKA.

Islám nebyl zprvu vědám nakloněn, ale velmi brzy začali kalífové zvát na své dvory cizí učence (mluvíme o době 9. – 14. stol n.l. zejména co se týká Bagdádu, Španělska a Střední Asie). Sami nejen přejímali, ale též vědy rozvíjeli. My od těch dob užíváme „arabské číslice“. Nejvíce se zajímali o matematiku (sinus, kosinus), astronomii (ale i astrologii), chemii (a alchymii). Vyvraceli Aristotela. Z fyziky – pojem hustota a protože v orientu jsou rozšířeny oční choroby – také optika.

Ibn Al – Hajsam (Alhazen) (?965 - _1038)

Optika – paprsky vycházejí z předmětu a v oku (čočce ?) vytvářejí obraz. Zkoumal mísení barev pomocí barevného kotouče. Zabýval se zákonem lomu a odrazu a též předchůdkyněmi dnešních čoček. Radikálně odmítl Aristotela.

Al – Rází (Rhazes)

Vynalezl hydrostatické váhy.

Al – Bírúní.

Určoval hustotu pevných látek pomocí těchto hydrostatických vah – velký počet přesných měření (na promile). Napsal dílo *O vahách moudrosti* (1143). Zabýval se pojmem tíha, ale došel k mylnému závěru, že tíha roste se vzdáleností od Země. Zabýval se též pojmem rychlost.

Kolem roku 1200 ale počet arabských vědců klesá. Přesuneme se proto do středověké Evropy. Zde je vše velmi atomizované, každá vesnice je prakticky soběstačná a tvoří svět sám pro sebe. Převládá naturální hospodářství. Vědě se věnuje málokdo a to jenom z řad kléru. Vše je velmi ovlivněno církevním učením.

Základním rysem středověkého učence byla úplná jasnost a jistota poznání o původu, stavbě, cíli a účelu celého světa. Vědění bylo ucelené, bez trhlin, takže nebylo třeba pochybovat a přemýšlet. Na vše stačila bible. Heslem bylo „věřím, abych chápal“. Jakékoliv experimentování je zbytečné, nebo dokonce zakázané (pitva). Obecně přijatou filosofií je učení Aristotelovo, doplněné příslušnými zjeveními. Tehdejší obraz světa: Země je středem vesmíru, kolem ní obíhají planety, upevněné na průhledných sférách. Nad nejvyšší sférou – sférou stálic se nachází nebe, kde jsou duše spravedlivých a boží trůn Duchové hříšníků naopak směřují dolů do pekla. Země má tvar disku, středem je Jeruzalém. Ten byl však v rukou nevěřících a proto musí být osvobozen. Smyslem lidského bytí je spása prostřednictvím církve a to třeba i mečem. Všechno pozemské je pomíjivé, laboratoře na univerzitách nemají smysl a tak se pouze učeně disputuje, pokud možno latinsky.

Výrazem definitivnosti a dokonalosti bytí je univerzální jednota: jeden Bůh, jeden je svět, jedna je Země, jeden je člověk, jeden dědičný hřích, vykoupený jedním aktem – ukřižováním, jediná je církev svatá, jediný je papež, atd. Na všech universitách jediné učení, výroky stejných autorů se memorují a disputují. Pravdy jsou jasné a neoddiskutovatelné, netřeba je měnit, nebo doplňovat. Kdo se protiví, je upálen.

Z prvního tisíciletí „období tmy“ stojí za zmínku **Jan Philoponos** (žil v Alexandrii, útočil na Aristotelovo učení. Téměř správně definoval kinetickou energii. Skončil jako kacíř), **Cassiodorus** (státní úředník v Římě. Celé své jmění dal mnichům v klášteře za podmínky, že budou pěstovat vědu – nazval je pak *Vivarium* – byl tam i vědecký dorost), a mnich **Gerbert**, (studoval v arabských školách ve Španělsku a nabyt takových znalostí astronomie a přírodních věd, že byl svými vrstevníky pokládán za čaroděje. V Remeši vybudoval školu a získal si sympatie císařů Oty I, II., a III. Protože konal astronomická pozorování, hrozilo mu obvinění z kacířství. Ota II ho však zachránil – prosadil jeho zvolení papežem. Potom se jmenoval Silvestr II a zavedl desítkovou soustavu a arabské číslice v Evropě. Zjednal přístup „fyzice“ do klášterních škol a to se pak postupně přeneslo i na university, které z nich později vznikly).

Shrneme-li si situaci ve vědě v první polovině druhého tisíciletí v Evropě, můžeme říci, že zde vládne Aristotelovo učení, pečlivě očištěné od arabských interpretací i od antického pohanství (scholastika v pravém slova smyslu).

Albertus Magnus. (1193 – 1280)

Největší přírodovědec v první polovině druhého tisíciletí. Získal titul *doctor universalis* a skutečně jeho dílo je přírodovědnou encyklopedií. On prosadil Aristotelovo učení na university, ale on to byl také, kdo stranil pokusům a zkušenosti ve fyzice. Objevil arzén, magnetickou deklinaci apod.

Roger Bacon (1214 – 1294)

Žil v anglickém Ilchestru. Pěstoval exaktní vědy, kritizoval Aristotela a poukazoval na tři zdroje zaostávání evropské vědy (neznalost jazyků, přezírání matematiky a nedostatek experimentálních metod). Tíha = přitažlivost středu Země. V optice objevil znovu „*cameru obscuru*“. Zkoumal barvy duhy, konstatoval, že zvuk a světlo mají mnoho společného. Vynalezl *brýle* a snad i dalekohled. Pro své názory na okraji magie byl vězněn v řádovém vězení. Napsal *Opus malus* (*Větší dílo*), *Opus minus* (*Menší dílo*) a *Opus tertium* (*Třetí dílo*), která jsou celá věnována přírodovědě a počátkům experimentování.

Z dalších vědců je třeba jmenovat **Williamu Occama** (vyslovil první zákon setrvačnosti: „Tělesa, uvedená v pohyb, nepotřebují dále ničeho“). **Petrus Peregrinus de Marecourt** zkoumal magnetismus, zjistil, že se souhlasné póly odpuzují a nesouhlasné přitahují. Sestrojil kompas a pokusil se sestavit magnetické *perpetuum mobile*. **Francesco Maurolycus** pracoval zejména experimentálně, zkoumal duhu a čočky (i v oku)

Nyní už pomalu začíná éra kapitalismu, vznikají velké státy a začíná období renezanace jak ve vědě, tak i v kultuře a ekonomice. Pro fyziku to značí odmítání Aristotelova učení a s ním spojené spekulativní a scholastické metody a přechod k experimentům a využití matematiky. Ptolemaiovo učení bylo zavrženo a zvítězil Koperník. Rozhodující boj na fyzikální půdě se odehrál zejména v mechanice.

Mikuláš Kusánský (1401 – 1464)

Syn bohatého loďaře a vinaře z Kues nad Moselou. S otcem se však rozešel a věnoval se církevní politice. Např. jednal s Čechy v Basileji. Později se stal kardinálem a ač hlásal prakticky totéž, co G.Bruno, nic se mu nestalo. Ovlivnil všechny další vzdělance své doby v čele s Leonardem da Vinci. K jeho převratným idejím patří např. idea o jednotě protikladů, která se stala páteří Hegelovy a Marxovy filosofie. Dále sem patří: 1) Idea o relativnosti pohybu, 2) Idea o nekonečnosti vesmíru, 3) Země koná pohyb a není rozdíl mezi ní a ostatními planetami. Jeho idolem byl Pythagoras.

Mikuláš Koperník (1473 – 1543)

Pocházel z patricijské rodiny v Toruni. Po smrti otce o něj pečoval strýc, biskup Lukáš z Varminu a umožnil mu studium na zahraničních universitách, kde vystudoval čtyři fakulty. Poté mu strýc zajistil místo kanovníka ve Fromborku, čímž ho hmotně zajistil a umožnil mu, aby se mohl věnovat vědě. Ideou o pohybu planet se zabýval 36 let a propracoval ji tak výborně, že předčila soustavu Ptolemaiovu. Byl i výborný pozorovatel, sestrojil paralaktický přístroj. Napsal dílo *De revolutionibus (O obězích)*, ale bál se ho uveřejnit, aby nebyl prohlášen kacířem. První výtisk uviděl až v den své smrti 24.5.1543.

Jeho dílo způsobilo převrat v astronomii. Za střed světa je pokládáno Slunce, pohyb Měsíce je vysvětlen jako pohyb satelitu Země. Objevil též precesní pohyb Země po plášti kužele jednou za 23 000 let. Vše dokonale podpořil matematicky.

Tycho de Brahe

Dánský šlechtic, působil v Praze. Bál se úplně přijmout Koperníkovu teorii a tak sestavil kompromisní model (Země je středem, kolem ní Slunce a teprve kolem obou ostatní planety). Vytvořil rozsáhlý soubor pozorování, ten však už nestačil zpracovat. Udělal to až jeho žák, který kvůli krátkozrakosti nepatřil k dobrým pozorovatelům – Johann Kepler.

Johann Kepler (1571 – 1630).

Pocházel z rodiny zchudlého šlechtice ze švábského města Weilu. Otec se o rodinu nestaral a matka byla málem upálena pro obvinění z čarodějnictví. O vzdělání (protestantská teologie) malého Jana se postaral dědeček, který byl ve Weilu starostou. Pro své názory (nadšené uznání Koperníka) nedostal místo kazatele, ale naštěstí se mu podařilo získat místo asistenta u Tychona de Brahe na hvězdárnu Rudolfa II. Ve svém prvním díle *Mysterium cosmographicum (Tajemství kosmu)* z r. 1596 našel přibližné pravidlo pro vzdálenosti tehdy známých planet od Slunce (dodnes zcela nevyjasněná záležitost). V dalším traktátu *Astronomia nova (Nová astronomie)* uveřejnil Kepler své první dva zákony. Třetí zákon uveřejnil v obsáhlém díle *Harmonices mundi (Harmonie světa)* v roce 1619 (protože nebyl známý základní zákony dynamiky a gravitace, nevysvětlil tento zákon dokonale).

Giordano Bruno (1548 – 1600)

Dominikánský mnich. Bojoval proti Aristotelovu učení (a tím i proti církvi). Hlásal, že takových soustav, jako je Sluneční, je ve Vesmíru nekonečně mnoho a že není žádná sféra stálic, jak musel připustit Koperník. Svůj život ukončil na hranici.

Leonardo da Vinci (1452 – 1519).

Geniální italský umělec, vědec a konstruktér, který předznamenal vývoj mechaniky a předběhl své současníky tak, že nebyli schopni využít jeho nápadů. Učil, že nových poznatků nelze dosáhnout spekulací, ale jedině pokusem. Zkoumal volný pád, pohyb po nakloněné rovině, hydrodynamiku, kapilaritu. Stavěl kanály a průplavy, navrhoval různé stroje včetně helikoptéry. Založil akademii a tam šířil své poznatky. Byl předchůdcem Galileiho, ale na rozdíl od něho téměř nic nepublikoval, neměl na to čas. Proto mnoho jeho nápadů zapadlo. Přesto ale ne úplně: v jeho sousedství bydlel podivný muž **Gierolamo Cardano**, o něm je důvodné podezření, že do svých děl převzal výsledky Leonardovy. Byl velmi rozporuplný: odvážný filosof – pověřčivý (věřil v domácí duchy a zabýval se magií). Bonviván – asketa. Vzdělaný a jemný člověk – bez mrknutí oka byl přítomen popravě vlastního syna. V 75 letech zemřel dobrovolně hladem, aby byla splněna věštba. Svému příteli **Tartagliovi** odcizil vzorec pro řešení rovnic třetího stupně (později mu autorství přiznal). Známy je „Cardanův závěs“ pro císařské kočáry.

Nicolo Tartaglio.

Pocházel z chudé rodiny, ve 14 letech ještě neuměl číst, Pak ale absorboval poznatky velmi intenzivně, takže dospěl k novým řešením jak v matematice, tak i ve fyzice. Řešil šikmý vrh (dílo *Nová věda – Nuova scienza*).

René Descartés (1596 – 1650).

V této době je Anglie „vlastí empirismu“ a Francie „vlastí racionalismu“. Představitelem tohoto racionalismu je právě Descartés. Byl příslušníkem vysoké šlechty a byl vychován v jezuitské koleji, kde za nejvyšší kritérium pravdy bylo pokládáno mínění autorit. On však dospěl k přesně opačnému názoru: k poznání chtěl dojít přísně deduktivní metodou podle vzoru matematiky. Tak ale dospěl k názoru, že všechny staré pravdy pravdami nejsou. Nakonec dospěl k názoru, že nic není jistého, kromě zásady „*dubito, ergo cogito, cogito, ergo sum*“ (pochybuji, tedy myslím, myslím, tedy jsem). Je tedy pravdivé jen to, k čemu lze dospět rozumem (popírá to hlavní úlohu empirie). Vybuodoval analytickou geometrii a sjednotil ji s algebrou (zavedením proměnných veličin). Vedlo to i k důležitým změnám ve fyzice – popis dynamických procesů, proměnných v čase. Snažil se geometrizovat fyziku. Jeho názor na Vesmír: prahmota byla uvedena do vírového pohybu tak, že jeho hybnost zůstává od těch dob stálá. Hvězdy jsou víry, mají vliv (prostřednictvím tření) na další hmotu, tedy další víry. Takže není možné působení na dálku.

Formuloval tři pohybové zákony, z nichž první je prakticky totožný se zákonem Newtonovým. Druhým byl zákon zachování hybnosti. Je zajímavé, že objevy Keplerovy ignoroval. Protože v jeho učení nebylo místo pro Boha (snad s výjimkou „prvního hybatele“), byl pokládán za ateistu a ze strachu před mocnou církví odešel do Leidenu.

Zajímavost: bojoval proti Čechům na Bílé hoře. Nakonec přijal pozvání Švédské královny, tam se nachladil a zemřel na zápal plic.

Galileo Galilei (1564 – 1642).

Narodil se v Pise v rodině zchudlého šlechtice, zabývajícím se prodejem sukna a vyučováním hudby. Chtěl mít ze svého syna lékaře – tomu se ale nelíbily autoritářské metody na universitě. Prostudoval si díla Eukleidova a Archimédova a rozhodl se pro studium matematiky a fyziky. Zkonstruoval nový typ hydrostatických vah, což mu vyneslo takový věhlas, že nemusel ani dokončit studia a stal se v roce 1589 profesorem matematiky v Pise. Zabýval se volným pádem – využil nakloněné roviny a zjistil, že dráha pádu je úměrná čtverci času a to nezávisle na tíze těles (čas měřil pomocí tepu a později pomocí vyteklé vody). Udělal chybu: publikoval to nikoliv v latině, ale v italštině a konal veřejné pokusy na šikmé věži. To velmi rozzlobilo církevní hodnostáře, neboť ti po staletí učili, že těleso padá tím rychleji, čím je těžší. Pomstili se mu tak, že mu dali posoudit návrh bagru ke hloubení dna přístavu. Návrh byl chybný, ale autorem byl syn arcivévod, takže odmítnutí znamenalo ztrátu autority i místa. Galileo napsal pravdu a odešel do služeb Benátské republiky (1592) a byl ustaven profesorem v Padově, kde setrval celých 18 let (nejšťastnějších). Zatěžovalo ho však učení (musel učit podle Aristotela).

Když se doslechl, že v Holandsku byl vynalezen dalekohled, sestrojil sám mnohem lepší. Věnoval ho toskánskému vévodovi Cosimovi II Medicejskému a čtyři Jupiterovy satelity, které první objevil, nazval „Medicejské hvězdy“. Za to byl povolán do Florencie jako dvorní matematik a jmenován profesorem bez povinnosti přednášet. Nebyl však již v liberálních Benátkách a tak se octl ve značných nesnázích, když obhajoval Koperníkovu učení. Soukromý život mu ztrpčovala i povinnost dodržovat celibát (nemohl se oženit s krčmářkou, přestože s ní měl syna a dvě dcery).

Cílem Galileovým bylo prosazení Koperníkovy soustavy – všemi svými astronomickými objevy ji obhajoval (díla: *Matematické rozpravy a pokusy, Největší světové soustavy* – vydána však nebyla v Itálii, ale v Holandském Leidenu. Za to byl souzen inkvizičním soudem a odsouzen k domácímu vězení ve vile Arcetri u Florencie. Později oslepl a ohluchl, ale pracoval dál – napadlo ho, jak pomocí kyvadla regulovat chod hodin. Ideu odkázal synovi, ale ten jako právník na ni zapomněl a znovu ji vzkřísil až Ch. Huyghens. Umřel 99 let po Koperníkovi a rok před narozením Newtona. Jeho žáky byli Castelli, Viviani, Torricelli aj.

Od Galileových dob se stává experimentální metoda obligátní záležitostí ve fyzice. Díky němu vzniklo v Itálii několik akademií a Královská společnost. V mechanice je to správný popis volného pádu a formulace tří základních zákonů: 1) Princip relativity v klasické mechanice. 2) Zákon setrvačnosti. 3) Princip skládání a nezávislosti pohybů.

Evangelista Torricelli.

Odvodil zákon pro výtok kapaliny z nádoby (Torricelliho vzorec) a navrhl pokus se rtutí ve skleněné trubici (Torricelliho pokus). Podle Aristotela byl vzduch lehčí než voda a země a snažil se tedy vystoupit výše. Samotný pokus však provedl ***Vincenzo Viviani.***

Giovanni Alfonso Borelli.

Správně vysvětlil pohyb planet jako současné působení gravitační a dostředivé síly. Přitom za gravitační sílu pokládal stejnou sílu, která nutí předměty na Zemi padat směrem dolů. Zabýval se též kapilaritou.

Robert Boyle.

Objevil Boyleův zákon při pokusech se zředěným i stlačeným plynem.

Robert Hooke.

Hookův zákon.

Blaise Pascal.

Zabýval se hydromechanikou (Pascalův zákon), objevil princip hydraulického lisu. Založil hydromechaniku na principu virtuálních posuvů.

V Německu a v Čechách v té době múzy mlčely – třicetiletá válka. Přesto byly výjimky:

Otto von Guericke.

Magdeburský starosta, přišel o všechnen majetek během obléhání města. Přesto konal pokusy s elektřinou a vakuem. Proto zdokonalil vývěvu. Známý pokus s 16 koňmi, který provedl v roce 1654 v Regensburgu. Zředěný vzduch (vakuum) měřil přístrojem vlastní konstrukce – dasymetrem. První též zvažil vzduch (stlačený).

Johannes Marcus Marci z Kronlandu.

Profesor Karlovy university. Zkoumal teoreticky i experimentálně ráz těles. První na světě objevil disperzi světla při lomu (1648).

Na konci první poloviny 17. století bylo již nakupeno mnoho experimentálních údajů, což vyžadovalo syntézu. Ta však nebyla možná bez matematické přípravy. čekalo se na někoho geniálního.

Giovanni Alfonso Borelli.

Správně vysvětlil pohyb planet jako současné působení gravitační a dostředivé síly. Přitom za gravitační sílu pokládal stejnou sílu, která nutí předměty na Zemi padat směrem dolů. Zabýval se též kapilaritou.

Robert Boyle.

Objevil Boyleův zákon při pokusech se zředěným i stlačeným plynem.

Robert Hooke.

Hookův zákon.

Blaise Pascal.

Zabýval se hydromechanikou (Pascalův zákon), objevil princip hydraulického lisu. Založil hydromechaniku na principu virtuálních posuvů.

V Německu a v Čechách v té době múzy mlčely – třicetiletá válka. Přesto byly výjimky:

Otto von Guericke.

Magdeburský starosta, přišel o všechn majetek během obléhání města. Přesto konal pokusy s elektrinou a vakuem. Proto zdokonalil vývěvu. Známý pokus s 16 koňmi, který provedl v roce 1654 v Regensburgu. Zředěný vzduch (vakuum) měřil přístrojem vlastní konstrukce – dasymetrem. První též zvažil vzduch (stlačený).

Johannes Marcus Marci z Kronlandu.

Profesor Karlovy university. Zkoumal teoreticky i experimentálně ráz těles. První na světě objevil disperzi světla při lomu (1648).

Na konci první poloviny 17. století bylo již nakupeno mnoho experimentálních údajů, což vyžadovalo syntézu. Ta však nebyla možná bez matematické přípravy. čekalo se na někoho geniálního.

Na konci první poloviny 17. století bylo již nakupeno mnoho experimentálních údajů, což vyžadovalo syntézu. Ta však nebyla možná bez matematické přípravy. čekalo se na někoho geniálního.

Christian Huyghens.

Pocházel z poměrně bohaté rodiny. Přesto se dal na dráhu vynálezce a vědce, která nebyla po finanční stránce příliš slibná. Sestrojil jako první velmi přesné kyvadlové hodiny a kapesní hodinky, poháněné stlačeným perem a model výbušného motoru, poháněného střelným prachem. Sestrojil dalekohled, ve své době nejlepší a pomocí něho objevil Saturnovy prstence. Vědě obětoval i soukromý život – zůstal svobodný. Za své zásluhy se stal členem Londýnské *Královské společnosti* a Francouzské *Akademie*. Přednost dal Francii, ale po zrušení nantského ediktu (ač mu byla udělena výjimka) odešel do rodného Holandska, kde setrval až do smrti.

Napsal dílo *Kyvadlové hodiny*, kde si kromě konstrukce hodin všímá i popisu pohybu kyvadel, zavedl pojem redukovaná délka a střed kyvu. Řešil ráz těles a jako první používal při teoretických výpočtech zákonů zachování mechanické energie a hybnosti. Známa je i jeho vlnová teorie optických jevů. Byl též významným astronomem – velmi důkladně propracovaný model Sluneční soustavy.

Isaac Newton (1642 – 1727)

Žil v době velkých myšlenkových, technických a politických převratů – strmý růst kapitalismu v Anglii. V oblasti exaktních věd – rovněž rostl jejich význam. To vedlo k revoluční změně v nazírání na přírodu. I. Newton tomu věnoval celý život a značně této změně napomohl (zůstal svobodný).

Narodil se na samotě Woolsthorpe v hrabství Lincolnshire severovýchodně od Londýna. Rodiče byli farmáři, ale jeho otec i děd umřeli ještě před jeho narozením (otec byl o mnoho starší). Matka se podruhé vdala a tedy o jeho výchovu pečovala babička. Když matka ovdověla podruhé, musel se prací v zemědělství starat o celou rodinu (byl však fyzicky slabý a nemocný – narodil se jako nedonošený). Jeho strýc se postaral o přijetí do *Trinity College* v Cambridgi (zprvu jako „subsider“ – poskok). Nebyl však příliš připraven a zprvu nijak nevynikal. Byl ale velmi snaživý a experimentálně zručný (to už jako dítě – viz pokus s měřením rychlosti větru). Jeho studia začala Keplerovou *Optikou* a díly Eukleidovými. Jako novopečený bakalář rozšířil platnost binomické věty na lomené exponenty. Zprvu ho studium moc nezajímalo, zřejmě proto, že byl geniální a školometský způsob výkladu ho neuspokojoval. Na jeho vývoj měl vliv profesor matematiky a pozdější přítel Barrow, který rozpoznal záhy Newtonovo nadání. Když dosáhl Newton věku 22 let a stal se magistrem, vypukl v Anglii mor a tak se uchýlil do svého rodiště, aby tam přečkal epidemii. Tam vlastně učinil své nejzákladnější objevy a koncepce v matematice, mechanice a optice. Po návratu na universitu v roce 1668 dává těmto koncepcím definitivní axiomatickou podobu. Stal se vedoucím katedry geometrie (po Barrowovi, který se jí dobrovolně vzdal). Tam pak prožil 35 let klidného života, naplněného prací. Potom se stal na 30 let královským mincmistrem v Londýně.

V oblasti matematiky položil Newton nezávisle na Leibnizovi základy infinitezimálního počtu a nazval jej metodou fluxí. Tím byl nejen dovršen vývoj matematiky proměnných veličin, začínající u Keplera, Descarta, Galileiho a Huyghense, ale byl také položen základ matematického aparátu, přiměřeného k popisu dynamických dějů, zejména mechanického pohybu.

Vedl spor s Leibnizem, kdo první objevil infinitezimální počet. Dnes soudíme, že ho první objevil Newton, Leibniz ho první publikoval a jeho reprezentace byla vhodnější a přehlednější, než Newtonova. Když byl tázán Leibniz na své mínění o Newtonovi, řekl: „Sir Izaak Newton má hlavní zásluhu o lepší polovinu veškeré matematiky, vytvořené od počátku světa do dnešních dnů“.

Nejznámější Newtonovo dílo: *Philosophiae naturalis principia mathematica* (*Matematické základy filozofie přírody*). Shrnul výzkumy svých předchůdců a stanovil 3 základní pohybové zákony. Druhý zákon – diferenciální rovnici již mohl řešit, zejména v oblasti nebeské mechaniky. Objevil zákon všeobecné gravitace (určení gravitační konstanty zůstalo jako úkol pro další vědce). Vyhýbal se vymýšlení hypotéz (např. rychlost působení na dálku).

Nástup velkých matematiků a jejich analytická mechanika (18. A 19. století). Vynikali zde zejména Francouzi a Němci (Angličané až později – drželi se Newtonovy méně vhodné symboliky).

Jacob I. Bernoulli. (narodil se a žil v Basileji).

Zejména matematik. Zkoumal kmitání těles, odpor v kapalinách a plynech, šikmý ráz těles.

Daniel I. Bernoulli.

Řadu let působil v Petrohradě. Řešil problémy hydromechaniky a plynů. Napsal známé dílo *Hydrodynamika*.

Leonhard Euler (1707 – 1783)

Využíval zejména matematické analýzy pro řešení fyzikálních problémů (zejména diferenciálních rovnic). Zavedl pojem hmotného bodu, momentu setrvačnosti a byl tvůrcem pohybových rovnic, dnes nazývaných Lagrangeovy. Zavedl pojem „Eulerovy úhly“ a též vektory do fyziky. Byl i výborný praktik (konstruoval turbíny, zabýval se teorií stability a vnější balistikou). Napsal díla *Mechanika* a *Teorie pohybu tuhých těles*.

Byl zastáncem vlnové teorie světla a jedním z tvůrců teorie fluida. Je znám také jako výborný popularizátor fyziky. Psal *Dopisy německé princezně* (vnučce Fridricha Falckého), které mají patřit k nejlepším populárně vědeckým dílům.

Pierre Louis Maupertius.

Formuloval variační princip v mechanice. Prosadil ve Francouzské akademii přesné měření tvaru Země.

Alexis Claude Clairaut.

Již v 19 letech akademikem. Výborný matematik, zúčastnil se Maupertusiových měření.

Jean Baptiste le Rond D'Alembert. (1717 – 1783).

Matematik a osvícenský filosof (spolu s Diderotem). Autor Francouzské *Encyklopedie*. Narodil se jako nemanželské dítě jisté šlechtičny a byl pohozen na schodech pařížského kostela le Rond. Ujali se mniši a později chudý sklář Alembert. Napsal *Traktát o dynamice*, v němž formuloval pravidla sestavování diferenciálních rovnic pro pohyb soustavy hmotných bodů (d'Alembertův princip).

Joseph Louis Lagrange (1730 – 1813).

Působil v Berlíně a Paříži. Matematice se věnoval jako samouk a v 19 letech se stal profesorem na dělostřelecké škole v Paříži. Potom odešel do Berlínské akademie věd a nakonec do Paříže, kde působil na Polytechnice. Napomáhal při reformě měr a vah a zasloužil se o přijetí metrické soustavy. Zejména ale působil v matematické analýze, formuloval Lagrangeovy rovnice ve tvaru dnes užívaném. Jeho *Analytická mechanika* se stala vzorem fyzikální teorie.

Pierre Simon Laplace (1749 – 1827).

Pocházel z rodiny rolníka v Normandii a studoval u benediktýnů, ale vyšel od nich jako ateista. Největší jeho zálibou byla matematika a významné práce začal vydávat již v 17 letech, takže ve 24 letech se stal akademikem. V roce 1799 ho Napoleon jmenoval ministrem vnitra, načež ho Bourboni povýšili do šlechtického stavu. Patřil k zastáncům metrické soustavy. Napsal *Nebeskou mechaniku* o pěti dílech. Zde byla publikována originální myšlenka o vzniku Sluneční soustavy a tím ho lze pokládat za zakladatele kosmologie. Na základě poruchové teorie řešil pohyb nebeských těles, vypracoval teorii přílivu a odlivu, zabýval se kalorimetrickou metodou měření měrného tepla. Byl i významným filosofem – známý Laplaceovský determinismus (jestliže bychom znali parametry všech bodů tělesa v minulosti, můžeme určit vývoj tělesa v budoucnosti). Potíže jsou tedy pouze technického rázu (příliš mnoho rovnic).

Siméon-Denis Poisson (1781 – 1840).

Rovněž působil na Pařížské Polytechnice. K jeho významným pracím patří *Traktát o mechanice*, *Nová teorie kapilarity* a *Matematická teorie tepla*. Zavedl teorii potenciálu.

Carl Friedrich Gauss (1777 – 1855).

Významný německý matematik, jako první dospěl k možnosti existence neeukleidovské geometrii. Byl ředitelem hvězdárny v Goettingen. Vypracoval metodu nejmenších čtverců, Gaussův variační princip v mechanice, prohloubil teorii potenciálu. Významná díla: *Teorie pohybu nebeských těles*, *Nová metoda řešení přitažlivosti těles* a *Obecné základy teorie tvaru kapalných těles*.

William Rowan Hamilton.

Pocházel z Irska. Již ve 13 letech znal základy 13 jazyků. Dodal rovnicím mechaniky kanonický tvar. Zavedl funkci, zvanou Hamiltonián.

Mezi další významné mechaniky 20. století patří dále například:

Carl Jakobi, Gustave Coriolis, Sofja Vasiljevna Kovalevská, Konstantin Eduardovič Ciolkovskij, Ivan Vsevolodovič Meščerskij.

Ponewtonovská experimentální mechanika tuhých těles:

Henry Cavendish, Lóránd Eotvoes (1891), Jean Foucolt,

Hydromechanika:

Louis Navier, Georg Gabriel Stokes, Gustav Kirchhoff, Nikolaj Jegorovič Žukovskil, Osborne Reynolds, Ludwig Prandtl, James Francis, Lester Allen Pelton (1853), Viktor Kaplan, John Willian Strutt (sir Rayleigh),

Aeromechanika:

Joseph Gay-Lussac, John Dalton, Benoit Clapeyron, Amadeo Avogadro, Johann J. Loschmidt, Johannes Diderik Van der Waals.

Molekulární mechanika:

Thomas Young, (1807), Hadamard Jean Claude Barré de Saint – Venant, Gabriel Lamé, Michail Vasiljevič Ostrogradskij, Georg Green, Georgij Ivanovič Petrov (reologie), Hannes Olof Goesta Alfven (teorie plazmatu), Pjotr Leonidovič Kapica, Lav Davidovič Landau.

Vývoj akustiky:

Isaac Newton, (závislost rychlosti zvuku na stlačitelnosti a hustotě vzduchu), Ernst Florens Friedrich Chladni (potomek pobělohorských uprchlíků ze Slovenska, rychlost zvuku v kovech, Chladniho obrazce), Johannes Christian Doppler, Jean Baptist Joseph Fourier, Wilhelm a Ernst Weberové, Franz Melde, August Kundt, John Tyndall, Georg Quincke, Pjotr Nikolajevič Lebeděv, Alexandr Graham Bell (telefon), Paul Lengevin (piezokrystaly, ultrazvuk), Leonid Isaakovič Mandelštam a Nikolaj Dmitrijevič Papaleksi, Čeněk Strouhal (píšťaly, třecí tóny, Profesor na KU Praha).

Vývoj termiky:

David Gabriel Fahrenheit (0 0F – směs tajícího ledu a salmiaku, 32 0F – teplota tání ledu, 96 0F – teplota zdravého lidského těla. Byl sklář (v Německu) a na teploměrech zbohatl). **René Antoine Ferchault de Réamur** (bod tání vody je 0 0R, bod varu vody je 80 0R, neboť líh zvětšuje v tomto intervalu svůj objem o 80%), **Anders Celsius** (Švéd, teplota varu vody byla 0 0C a teplota tání 100 0C. Teprve jeho nástupce **M. Stroemer** to roku 1742 obrátil). **Julius Robert Mayer** ((1814 – 1878). Lékařem na lodi, plující na Jávu, měl čas na přemýšlení – pouštěl námořníkům žilou, v tropech byla krev světlá, v mírném pásmu tmavá. Vysvětlil to tím, že v tropech potřebuje vyvinout méně tepla, tedy spotřebuje méně kyslíku. Mechanický ekvivalent tepla, zákon zachování energie, vyloučení možnosti sestrojení perp. mobile. Jeho teoretické práce prakticky potvrdil zámožný majitel pivovaru z Manchesteru) **James Prescott Joule**. (mechanický ekvivalent tepla změřil, Joule-Thomsonův jev, Joulovo teplo). **Hermann Helmholtz** ((1821 – 1894). Byl chirurgem u husarského pluku. Zabýval se teorií chemických procesů a termodynamikou). **Sadi Carnot** (věta o účinnosti tepelných strojů, velmi nadaný, zahynul brzy v souboji). **Rudolf Clausius** ((1822 – 1888) – pocházel z 18 dětí školního rady z Koszalinu v Polsku. Formuloval I. a II. větu termodynamiky, pojem entropie, pojem tepelné smrti vesmíru)). **William Thomson – lord Kelvin** ((1824 – 1907) – absolutní teplota, závislost teploty varu na teplotě, Joule-Thomsonův jev, významné práce v celé fyzice). **Josiah Willard Gibbs** (zavedl termodynamické potenciály, pravidlo fází, zakladatel statistické fyziky). **Walther Hermann Nernst** (současník Planckův, zakladatel chemické termodynamiky, formuloval třetí větu). **Ludwig Eduard Boltzmann** ((1844 – 1906) . Formuloval základní kinetickou rovnici, Boltzmannovo rozdělení, Stefanův-Boltzmannův vyzařovací zákon). **Josef Stefan** (spolupracovník Boltzmannův, pocházel ze Slovinska). **James Dewar** , **Heinrich Gustav Magnus**, **Jean Baptiste Perrin**, **Heike Kammerling-Onnes**, **Francois Marie Raoult**, **Jacobus Henricus Van 't Hoff** , **Ernst Ferdinand August**.

Vývoj klasické fyziky k relativistickému nekvantovému obrazu světa.

K pádu klasické newtonovské mechaniky vedly zejména výsledky klasické elektrodynamiky a optiky. Zdálo by se, že stačí nahradit klasickou mechaniku teorií relativity a bude vše v pořádku. Ale ani potom nestačila relativistická teorie na víc, než na popis makrosvěta. Proto musela být pro popis mikrosvěta vytvořena nová teorie – teorie, která byla současně relativistická, kvantová a statistická.

Vznik a vývoj klasické elektrodynamiky.

Willam Gilbert (1544 – 1603) Položil základy nauky o elektřině a magnetismu. Napsal knihu *Nová fyzika o magnetech a zmagetovaných tělesech a o velkém magnetu Zemi*. Hodně experimentoval (600 pokusů, zejména s magnetkami). Zjistil, že Země je velký magnet, póly ztotožnil s póly geografickými. Je autorem přístroje – elektroskopu.

Franz Ulrich Maria Theodor Aepinus. Objevil jev elektrostatické indukce a pyroelektrický jev u turmalínu. Pokusil se o matematické zpracování některých elektrických jevů.

Prokop Diviš (1698 – 1765). Premonstrátský mnich v Louce u Znojma a později farář v Příměticích. Bleskosvod – sání náboje z hrotu. Využil znalostí i komicky: dal si do paruky 20 jehel a „odborníkovi“, který prováděl pokusy před Marií Terezií se pokus nezdařil. Diviš vysvětlil proč a navrhl při té příležitosti konstrukci bleskosvodu.

Georg Wilhelm Richman (1711 – 1753). Sestrojil *gnomon electricitatis* (neuzemněný bleskosvod, spojený s elektroskopem). Kulový blesk ho zabil (zapálil na něm oděv). Prokop Diviš to objasnil – chybělo uzemnění.

Michail Vasiljevič Lomonosov . Vyšetřoval Richmanovu smrt. Sestrojil bleskosvod podle Franklina.

Benjamin Franklin Nejmladší ze 17 dětí chudého mydláře. Stal se tiskařem, kulturním pracovníkem, státníkem a mluvčím USA, které se v té době odtrhly od Anglie. Od svých čtyřiceti let se zaměřil na fyziku a zejména na elektřinu. Elektrické vlastnosti vysvětloval pomocí fluida – je pouze jediný druh elektřiny a jeho nadbytek nebo nedostatek se projevuje jako + a – (do té doby se soudilo, že jsou dva druhy elektřiny). Vyslovil důležitý zákon zachování náboje (tedy fluida).

Charles August de Coulomb (1736 – 1806). Účastnil se opevňovacích prací na ostrove Martinique (1776) a poté utíkal před gilotinou z Paříže (1789). Známé jsou jeho torzní vážky. Musel však nejdříve odvodit zákony torze vlákna. Měřil však v dynamickém režimu, tj. z kmitů vlákna (aby mu náboj nevysršel). K úplné dokonalosti přivedl jeho experiment až M. Faraday, který navíc ukázal vliv prostředí na sílu mezi náboji.

Luigi Galvani. Zabýval se anatomií živočichů, ale i elektřinou. Všiml si reakce žabích stehýnek na přeskok jiskry v třecí elektrice a také na vzájemný dotyk mezi železem a mědí. Správně usoudil, že v obou případech se jedná o projev elektrických sil, ale první případ (způsobený elektromagnetickou indukcí, do té doby neznámou) si vysvětlil špatně – pomocí tzv. „živočišné elektřiny“. Napsal knihu *O elektrických silách*. Celá kniha je založena na teorii o živočišné elektřině (dokazoval ji též pomocí rejnoků). Sestrojil dokonce elektrický obvod z živočišných tkání, bez kovových prvků – tím se stal zakladatelem nuky o bioelektřině.

Byl původně teologem a žil po celý svůj život v Bologni. Do kláštera nevstoupil a stal se lékařem – v tomto oboru dosáhl značných úspěchů. Přesto byl velmi skromný a svým způsobem smolař.

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745 – 1827). Pokračoval v díle Galvaniho, ale odmítl jeho interpretace a vytvořil ryze fyzikální „kontaktní“ teorii elektrických jevů. Podle něho napětí vzniká mezi kovy již při jejich kontaktu a mnohonásobně se zvětší jednak vložením elektrolytu mezi ně a jednak sériovým spojením těchto galvanických článků. Sestrojil Voltův sloup – střídající se Zn a Cu kotoučky, oddělené sukrem, namočeným do slané vody. Byl to první trvalý zdroj elektrického proudu. Na rozdíl od Galvaniho byl Volta na výsluní slávy, sestrojil ještě elektrofor, stéblový elektroskop, sestavil kovy do tzv. Voltovy řady, atd.

Další významná jména: **J. Daniell**, **Bunsen**, **Meidinger**, **LeClanche**, **Wheatstone**, **Thomas Johann Seebeck**, **Georg Simon Ohm**, **Thomas Alva Edison** (1847 – 1931), **Humphry Davy** (pomocí velké baterie provedl elektrolýzu řady elektrolytů, objevil sodík a draslík, uskutečnil elektrický oblouk. Významný popularizátor. Byl velmi oblíbený, takže když onemocněl, sledovaly šlechtičny jeho teplotu pomocí velkého modelu teploměru, umístěného na náměstí), **Michael Faraday** (geniální experimentátor).

Christian Oersted (1777 – 1851). Syn lékárníka, pomáhal v lékárně a oblíbil si chemii. Vystudoval medicínu a fyziku, byl i významný filosof a estét. Stal se profesorem fyziky a chemie v Kodani. Objevil souvislost mezi elektřinou a magnetismem (právě když chtěl demonstrovat, že tyto jevy spolu nesouvisí). Vyrobil kovový hliník, dokázal, že zásaditost a kyselost látek souvisí s jejich elektrickým nábojem, ukázal, že kapaliny jsou stlačitelné. Dánsko si ho velmi vážilo a dalo mu zámek (on si ho však neužil, zemřel krátce po nastěhování).

Adrien-Marie Ampère (1775 – 1836). Výborný matematik a teoretik, dodal teorii Oerstedovým objevům. Mluvil 13 jazyky, ve 14 letech přečetl celou Francouzskou *Encyklopedii*. Velký otřes prožil v roce 1793, kdy byl jeho otec popraven gilotinou. Dlouho se z tohoto otřesu nemohl vzpamatovat. Za své práce v diferenciálních rovnicích se stal členem Francouzské akademie věd.

Wilhelm Weber. Publikoval práce v oboru magnetismu. Jako první vytvořil planetární model atomu, čímž předběhl Bohra o 42 let.

Michael Faraday (1791 – 1867). Pocházel z chudé rodiny kováře, pracoval jako roznašeč novin a knih, po nocích pilně studoval. Později se stal knihařským učněm a tovaryšem. V 19 letech se mu podařilo zúčastnit se přednášky Profesora Davyho, která ho nesmírně zaujala. Proto mu daroval krásně vyvázané přednášky, jež od něho slyšel. Davy ho přijal do Královského institutu „aby čistil lahve a zkumavky, případně dělal něco lepšího“. Provázel také Davyho na jeho cestách po Evropě. Po návratu do Anglie dále intenzivně studoval, takže měl vlastní přednášky. Po jeho významných objevech ve fyzice a chemii byl přijat do *Královské společnosti*. Když se stal členem 68 akademií věd, musel i sám Davy uznat, že jeho největším objevem byl právě M. Faraday.

Protože byl samouk, nebyl příliš závislý na současných teoriích, které by ho mohly přivést na scestí. Objevil elektromagnetickou indukci, zákony elektrolýzy, diamagnetismus a magnetooptický Faradayův jev. Zkonstruoval Faradayovu klec, zjistil závislost kapacity kondenzátoru na dielektriku mezi deskami a zkonstruoval transformátor a elektromotor. Významné jsou i jeho objevy v chemii a metalurgii. Zajímavý je i jeho vynález skleněného cylindru k petrolejové lampě.

Vedoucí úlohu ve Faradayově fyzikální tvorbě měly dvě ideje: a) idea o jednotě všech sil a jevů v přírodě a b) idea o existenci elektrického a magnetického pole jako reálné entity, šířící se konečnou rychlostí v prostoru. První idea přinesla pokusné důkazy v roce 1833: účinky chemické, tepelné, mechanické, magnetické, světelné i fyziologické jsou stejné u elektřiny třecí, galvanické, statické aj. Druhá idea přinesla objev elektromagnetické indukce. Na závěr svého života objevil jev stáčení polarizační roviny lineárně polarizovaného světla v látkách, umístěných v magnetickém poli. Tento jev však zprvu „zapadl“.

Faradayovy objevy byly přijímány vědci jeho doby jako objevy ryze experimentální a do teoretické roviny je převedl až teprve J.C.Maxwell.

James Clerk Maxwell (1831 – 1879). Pocházel ze šlechtické rodiny Clerků, otec byl statkář, podivín a cestovatel. Přijal jméno Maxwell. Protože brzy ovdověl, pečoval o Jamese sám a najal mu domácí učitele. Malý James se stal samotářem a po celý život byl konzervativní (např. bojoval proti Darwinovým názorům a byl velmi nábožensky založen). Když mu otec daroval dalekohled, probudil tím u něho zájem o přírodní vědy, které intenzivně studoval. Později byl profesorem na několika školách v Anglii. Zabýval se molekulární teorií plynů (Maxwellovo rozdělení molekul ideálního plynu podle rychlostí). Faradayovy ideje zobecnil ve formě čtyř rovnic. Postuloval vznik nového, tzv. posuvného proudu. Z jeho rovnic plyne, že elektromagnetické vlny se šíří i ve vakuu. Z jeho teorie plyne, že toto vlnění přenáší energii a hybnost (s tím si sám Maxwell nevěděl rady). Byl to převrat ve fyzice, stejný jako výsledky Galileovy a Newtonovy. Nakonec dospěl k názoru, že je třeba vzdát se mechanistického názoru na svět.

Zemřel ve věku 48 let právě v roce, kdy se narodil jeho geniální pokračovatel, Albert Einstein. I když anglické autority neuznaly význam jeho díla, na kontinentě se jeho závěry jevily tak znepokojující, že Německá akademie věd vypsala cenu za experimentální ověření Maxwellovy teorie. Zvítězil mladý Hlemholzův asistent na berlínské universitě, hamburský rodák Heinrich Rudolf Hertz.

Heinrich Rudolf Hertz. Zemřel ve věku 37 let, ale přesto dokázal za 8 let své vědecké dráhy, že šíření elektromagnetických vln vyhovuje zákonům optiky a Maxwellovy teorie, již dal vhodnější matematickou podobu. Vynalezl zdroje a přijímače elektromagnetických vln a příslušnou měřicí techniku. Dokázal, že každý elektrický výboj je provázen těmito vlnami a demonstroval stojaté 60 cm vlny. Je zajímavé, že sám Hertz nerozpoznal praktický význam těchto vln, což vzápětí dokázali objevitelé bezdrátové telegrafie, **Popov, Tesla a Marconi.**

Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928). Studoval na universitě v Leidenu a to s takovým úspěchem, že po obhájení disertační práce ve 22 letech, již za tři roky byla pro něho zřízena nová katedra teoretické fyziky. Na rozdíl od Maxwella dospěl k závěru, že k popisu elektrických, magnetických a optických jevů nestačí pouhá koncepce pole, ale že je třeba přihlížet i k elektrickým vlastnostem látky, tvořené „atomy kladné a záporné elektřiny“ – tj. k elektronům. Doplnil Maxwellovy rovnice tak, že vektory elektrického posunutí a magnetické indukce mají mikroskopický, statistický význam. Objevil nový, fundamentální vztah pro tzv. Lorentzovu sílu, působící na elektrický náboj v magnetickém poli. Odvodil rovněž vztahy pro tzv. Lorentzovu transformaci, které se staly základem speciální teorie relativity.

Zabýval se i hydrodynamikou a výsledky jeho bádání měly praktický výstup při vysušování pobřežních oblastí (polderů). Všiml si rovněž sociálních aspektů vědy a patřil k zakladatelům *Ligy národů pro mezinárodní spolupráci*, která měla za úkol mírové poslání vědy. Jeho charakter ilustruje i to, že se vzdal svého místa vedoucího katedry ve prospěch P.Ehrenfesta, který po příchodu z Petrohradu (1912) nenašel nikde jinde v Evropě místo.

Lorentzovou elektronovou teorií a statistickou interpretací makroskopických veličin vrcholí klasická elektrodynamika. Jeho transformační rovnice nachystaly půdu pro speciální teorii relativity.