

Již v dávné minulosti se lidé snažili rozdělovat svět. Nejjednodušší rozdělení bylo na dvě sféry – Zemi a oblohu. Model Země byl kreslen velmi jednoduše - náš svět je Slunce a planety, hvězdy tvoří svět další. Všechny objekty, které lidstvo poznalo, jsou rozděleny do oblastí:

- mikrosvět
- mezosvět
- makrosvět
- megasvět

Ve světě vědy existují tendence vyčlenit ještě další světy – hippo svět (mikrosvět v mikrosvětě) a hyper svět (anti-mega svět). Toto je však jen hypotetický předpoklad, který ještě nebyl experimentálně pozorován.

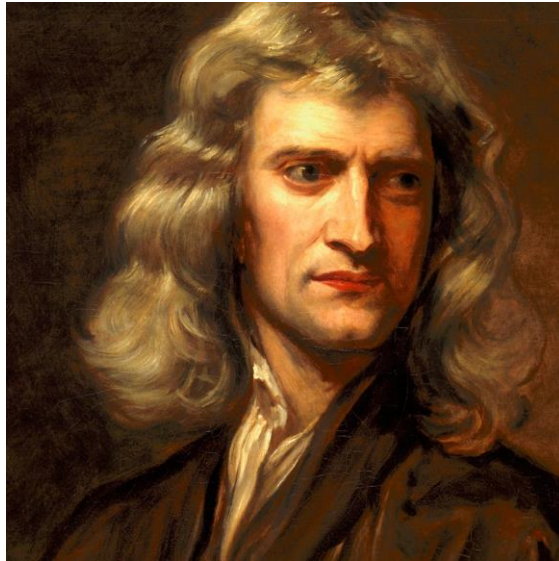
Na počátku 20. století německý fyzik Planck definoval fundamentální konstanty – délku (10^{-33} cm) a čas (10^{-44} s). Později byly tyto konstanty nazvány Planckova délka a Planckův čas. V oblasti Planckova měření nelze uplatnit obecnou teorii relativity, ale je potřeba vytvořit kvantovou mechaniku. V zásadě se jedná o odlišný svět, protože oblast mikrosvěta je popsána dostatečně přesně.

Ve 20.století věda proniká do hlubší podstaty světa okolo nás (např. pochopení podstaty existence galaxií). Největší svět, který je znám vědě, je metagalaxie, která obsahuje všechna dnes známá seskupení galaxií. Jejich rozměry jsou řádově 10^{28} cm. Je to vzdálenost, kterou světlo urazí rychlostí světla 300 000 km/s za více než 20 miliard let. Naše galaxie obsahuje přibližně 200 miliard hvězd, jednou z nich je Slunce se svojí galaxií. Slunce řadíme mezi středně jasné hvězdy. Stáří Slunce je přibližně 5 miliard let, samotná galaxie je starší. Slunce je koule žhavého plazmatu, produkuje velké množství energie (jaderné reakce), v současné době se jedná o hvězdu spektrální třídy G2V, žlutý trpaslík. Předpokládá se, že asi za 3,4 miliardy let přejde do fáze rudého obra a pohltí Zemi a ostatní vnitřní planety sluneční soustavy. V té době lidstvo vyhyne nebo si najde jiné místo vhodné pro život.

Někteří vědci si myslí, že by bylo vhodné sjednotit metagalaxii s vesmírem. Většina vědců je toho názoru, že vesmír obsahuje velké množství metagalaxií. Tyto úvahy dávají vznik diskusím o hypersvětě. Z tohoto pohledu je mikrosvět objektem kvantové mechaniky. Makrosvět je svět klasické mechaniky. Megasvět je světem relativistické mechaniky.

Model prostoru a času

Vše je v neustálém pohybu – základní princip mechaniky, který definoval Newton v roce 1687 ve svém díle Principia (The Principia – The Mathematical Principles of Natural Philosophy). Newtonova teorie se ukázala být tak úspěšnou, že více než 200 let nebyly objeveny od ní odchylky či rozpory. I v dnešní době je Newtonova klasická teorie základem studia fyziky.



Obr. 1. Isaac Newton

Prostor

Vztažnou soustavou je skupina objektů, které se vůči sobě nepohybují. Jsou základem pro popis polohy a pohybu ostatních objektů.

Přirozenou vztažnou soustavou je povrch Země. Předpokládáme, že objekty ve vztažné soustavě zaujímají různá místa ve světě, nám poskytují vztažné body v něčem – v prostoru – který existuje nezávisle na tom, jestli jsou či nejsou přítomny nějaké objekty. Aplikujeme pravidla Eukleidovské geometrie. Galileiho princip relativity říká, že druhá vztažná soustava, která se vzhledem k první vztažné soustavě pohybuje konstantní rychlostí v definovaném směru, je ekvivalentní pro popis fyzikálních jevů.

Čas – Newtonova definice:

Absolutní, pravý a matematický čas, sám v sobě, o sobě a ze své vlastní povahy, beze vztahu k čemukoliv vnějšimu, plyne rovnoměrně a jinak se mu říká trvání. Relativní, zdánlivý a běžně užívaný čas je každá smyslově dostupná a vnější míra (ať už přesná či nepřesná) trvání daná pohybem; taková míra – například hodina, den, měsíc či rok – se běžně užívá v roli času.

Ačkoli v běžném životě a zkušenosti je „směr“ času zcela samozřejmý a nepochybný, vzorce klasické mechaniky ani atomové fyziky nic takového neobsahují. Pohyby těles i částic by mohly stejně dobře probíhat opačně podle stejných zákonů. Asymetrie či šipka času se poprvé objevila v termodynamice, například ve druhé větě termodynamiky: entropie systému s časem roste nebo zůstává stejná.

V knize *The nature of the physical world* z roku 1928 Eddington vyzvedl tři důležité okolnosti o šipce času:

- že jej živě vnímáme ve svém vědomí
- že je stejně důležitý pro naše uvažování, protože „obrácený svět“ by nedával smysl

- že se ve fyzice vyskytuje jen při studiu hromadných jevů.

Současné vědy studují několik projevů šipky času:

- termodynamický, který se projevuje růstem entropie;
- kosmologický, který se projevuje expanzí vesmíru;
- šíření vln, které postupují od středu;
- v některých subatomárních dějích;
- v biologii je to „směr“ evoluce.

Také kauzalita – přesvědčení, že příčina předchází účinek – je zřetelně asymetrická. Lze ovšem namítnout, že kauzalitu nelze nikdy přímo pozorovat, ale že je naopak našim klíčem k pochopení událostí a jevů.

V Aristotelově pojetí vesmíru existovalo určité centrum – to správné místo pro Zemi – a další místa pro ostatní elementy. Toto pojetí není správné. Zdokonalení představuje kartézský model – fyzikální teorie, které jsou na něm založené, popisují svět s matematickou přesností. Klasická fyzika je ve svém popisu úspěšná, pokud gravitační síla je slabá, objekty jsou velké a jejich rychlost je malá. Teorie vytvořené ve 20. století, které popisují silnou gravitaci, atomární systémy, vysoké rychlosti, vyžadují revizi původních teorií.

Gravity.

Definitⁿ The point of center of motion in any body, will always rest when
 or however of body circulate about progressive motion. It would always be of
 same wth y^e center of Gravity were y^e lines of Gravity parallel & not converging
 towards y^e center of the earth.

Propⁿ 2. A set of right lines passing through y^e point of call y^e axis of motion or Gravity.

Lemma 1. The place & distance of body is determined by their center of Gravity
 w^{ch} is a wth middle point of a right line circle or Parallelogram.

Lemma 2. These weights for equipondants whose quantities are reciprocally pro-
 portionate to their distances from the common axis of Gravity, supposing their centers
 of Gravity ~~were~~ to be in y^e same plane wth y^e common axis of Gravity.

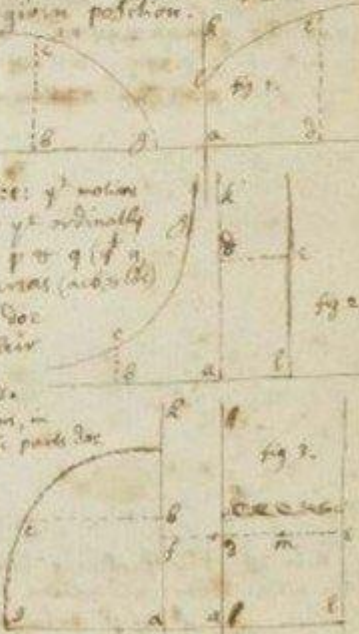
Prob^m To find y^e center of Gravity in rectilinear plane figures

1. In y^e Triangle acd make abde, & ef=fd. & draw db, & af. their
 intersection point e is its center of Gravity.
2. In y^e Trapezium abde, draw ad & eb. Join y^e centers of
 Gravity e & h, f & g of y^e opposite triangles abe & adb, bde & bdc
 wth y^e base eb. fg. their intersection point a is y^e center of
 Gravity in y^e Trapezium. (And so of Pentagons, hexagons &c)



Proof To find such plane figures w^{ch} are equipondant to any given
 plane figure in respect of an axis of Gravity in any given position.

Let this y^e nature & position of y^e given
 curvilinear plane fig. & sought plane fig. be such
 y^t they may equipondant in respect of y^e axis ab
 I suppose $x = ab \pm bc = z$ & $y = ad \pm de = v$ to be either
 perpendicular or parallel or coincident to y^e axis
 ab: the y^e motions whereby x & y doe increase or decrease (i.e. y^e motion
 of ac & de to or from a y^e point a & d call y^e p & q . Now y^e ordinates
 applied lines $bc = z$ & $de = v$, multiplied into their motions p & q (if p
 pz & qv) may signify y^e infinitely little parts of these areas (w^{ch} bc
 wth each moment they describe; w^{ch} infinitely little parts doe
 equipondant (by algebra 1 & 2), if they multiplied by their
 distances from y^e axis ab doe make equal products.
 If $p: pz = q: qv$, or $pz = qv$ & $p: pz = q: qv$ in fig 2: $p: pz = q: qv$, or
 $p: q = pz: qv$ & $p: q = x: y$ being given by y^e
 nature of y^e curve (see fig 1) if take at pleasure any equation
 for y^e distance w^{ch} x & y , & thereby (by prop 7) find
 p & q , & so by y^e precedent Theorem find y^e relation w^{ch}
 pv & qv for y^e nature of y^e sought unconfined fig.



Exam^{pl} 1. If cy (fig 1) is an Hyperbola, or y^e axis $ax = xz$.
 & I suppose $x = y$, $y = z$ & $p = q$ (prop 7). & $pa \pm pz = qv \pm qv$.
 Or $ax = xv$, or $ax = xv = z$. So y^e fig is a straight line & de a
 parallelogram, w^{ch} equipondant wth y^e Hyperbola $cybade$ (infinitely subdivided
 wth h & k) if $2abz = ad$, & $abxat = abx bcy$.

Obr. 2. Rukopis I. Newtona
 (https://wordlesstech.com/sir-isaac-newtons-handwritten-notes-available-online/)

Již bylo zmíněno, že pro normální život je potřeba uzavřít řadu dohod. V oblasti vědy jde o dohodu, které měrné jednotky budeme používat a jaké standardy zvolíme pro jejich popis a charakterizaci. Čím méně existuje standard, tím jednodušší je život, je přirozené, že bychom jich měli používat tolik, kolik jsme schopni si jich zapamatovat a uložit. Jak však předat informace např. jiné civilizaci?

Většina starověkých měrných systémů vycházela z měření lidského těla (např. stopa, počet prstů, loket atd.). Domníváme se, že nejstarší unifikovanou měřicí jednotkou je karát (jako závaží byly použity fazole rohovníku, které jsou přibližně stejné).

Některé vybrané standardy:

1. *jednotka délky* – jako výsledek francouzské revoluce francouzská Akademie věd ustavila komisi pro stanovení prosté stupnice všech měř. 7. října 1790 komise doporučila desítkový číselný systém a 19. března 1791 doporučila přijetí termínu „mètre“ („míra“), základní jednotky délky definovanou jako desetimilióntinu vzdálenosti severního pólu a rovníku po pařížském poledníku. Obvod Země tedy činil přesně 40 000 km. Roku 1793 Národní shromáždění Francouzů přijalo tento návrh. Později metr začaly používat i jiné země, např. Anglie od roku 1797. V této podobě *poledníkové definice* se metr stal základem metrické soustavy. V sedmdesátých letech 19. století ve světle novodobé přesnosti se zabývala metrickým standardem řada mezinárodních konferencí. Metrická dohoda (Convention du Mètre) z roku 1875 pověřila správou Mezinárodní úřad vah a měř (BIPM: Bureau International des Poids et Mesures) v Sèvres ve Francii. Tato nově ustavená organizace uchovávala prvotní metrovou tyč, poskytovala národní prototypy a udržovala převody s nemetrickými normami. Tato organizace vytvořila tyčový etalon roku 1889 na první Všeobecné konferenci vah a měř (CGPM: Conférence Générale des Poids et Mesures), a tím ustavila mezinárodní prototyp metru jako vzdálenost mezi dvěma ryskami normové tyče ze slitiny 90% platiny a 10% iridia při tavném bodu ledu. Později se zjistilo, že tento první vzor byl o 200 mikrometrů kratší kvůli chybě při výpočtu zploštění Země. Nicméně tato délka se stala normou, standardem. Prvotní vzor zůstává v definovaných podmínkách z roku 1889 nadále. 20. října 1960 – jedenácté CGPM definovalo metr jako 1 650 763,73 násobek vlnové délky radiace ve vakuu, která odpovídá přechodu mezi $2p_{10}$ a $5d_5$ kvantové úrovně atomu kryptonu-86. 21. října 1983 – sedmnácté CGPM definovalo délku jako vzdálenost, kterou urazí světlo ve vakuu během časového intervalu $1/299\,792\,458$ sekundy (tj. světlo urazí ve vakuu za sekundu přesně 299 792 458 metrů).
2. *Jednotka času – 1 sekunda*: Historicky vznikla sekunda dělením jednoho dne slunečního času na 24 hodin, 1 hodiny na 60 minut a 1 minuty na 60 sekund (*secunda*, latinsky „druhá“, ve smyslu druhého dělení hodiny). Dnes je délka sekundy přesněji odvozena od procesů uvnitř atomu, kterými se řídí i atomové hodiny a jimi určený mezinárodní atomový čas. Protože délka slunečního dne světového času není naprosto přesně $24 \times 60 \times 60 = 86\,400$ sekund atomového času, upravuje se čas v některých letech pomocí přestupné sekundy, a tím vzniká běžně používaný koordinovaný světový čas. Sekunda je podle soustavy SI definována jako doba trvání 9 192 631 770 period záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu ^{133}Cs . Tato definice předpokládá cesiový atom v klidu (jedná se tedy o jednotku pro vlastní čas) při teplotě absolutní nuly a zcela bez vnějších vlivů (toho nelze ve skutečnosti dosáhnout, v praxi se proto měří při teplotě řádu [mikrokelvinů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sekunda) a zavádějí se korekce). <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sekunda>

Dnes věda pracuje i s dalšími standardy nebo násobky jednotek. Standard hmotnosti je 1 kg. Nicméně hmotnost může být vyjádřena pomocí energie jako $E=mc^2$. V praxi dnes pro stanovení většiny veličin stačí jeden standard a tři fundamentální konstanty.

Používáme řadu veličin, které byly stanoveny dohodou. Např. klasicky levý-pravý. Ukázalo se, že podle přírodních zákonů lze objektivně zjistit, kde je vlevo a kde vpravo. A konečně, proč náš svět obsahuje hmotu a ne antihmotu.

Biologové vědí, že aktivita molekul se liší v závislosti na směru jejich zkroucení. To je symetrie.

Toto je základem popisu přírody pomocí zákonů zachování množství (např. zákon zachování mechanické energie popisuje přeměnu kinetické energie na potenciální a naopak).

Při vysvětlování jevů mikrosvěta bylo zjištěno, že energetické pojetí souvisí s hmotností objektů, např. při termionukleární reakci. Hmotnost pohybujícího se tělesa musí záviset na jeho rychlosti. Pokud se bude zvyšovat rychlost tělesa, bude se zvětšovat jeho hmotnost a bude obtížnější mu udělit větší zrychlení. Tím se dostaneme k potřebě energie nekonečné velikosti – toto je však nemožný požadavek (nedosažitelný limit). Na druhé straně tento limit je roven rychlosti světla ve vakuu. Pokud se ale světlo šíří “rychlostí světla”, potom není hmotné, protože nemá klidovou hmotnost. Proto se naskytá otázka “co je to hmotnost?”. Dosud to nikdo neví. Vysvětlení by bylo oceněno Nobelovou cenou.

Zákon zachování hybnosti definuje, že procesy probíhají ve stejném energetickém prostoru, např. rázy těles. Ale např. v termodynamice probíhají jevy složitější. Jako složitější systém lze považovat takový, kde dochází k vzájemným interakcím mezi jeho elementy, nezávisle na jejich stupních volnosti. Tyto úvahy vedly ke vzniku teorie chaosu a nestability.

Člověk je vnímán v prostoru a čase. Pohybujeme se v třírozměrném prostoru, jako čtvrtý rozměr je přidáván čas. Pohyb v čase je zvláštní v tom, že se jedná o pohyb v jednom směru bez jakýchkoliv zastávek. Jsou možné i světy, kde se pohyb uskutečňuje odlišně.

Již bylo uvedeno, že minimální vzdálenost, která může být experimentálně zjištěna, je 10^{-18} metru. Největší vzdálenost, ze které lze detekovat signály, je 10^{29} metru. Tato uvedená čísla nemají pro praktický život velký význam, protože první z nich odpovídá stomilionté části průměru atomu a druhé číslo je vzdálenost, kterou se světlo šíří několik miliard let.

Neexistuje jasná hranice pro rozdělení světa na mikro, makro a mega svět. Považujeme Zemi za makrosvět, ale sluneční soustava jako taková je částí megasvěta. Země je kosmické těleso ve vesmíru.

Během historie lidstva vzniklo několik kosmologií a kosmogonií pro pozorovatelný vesmír. Nejstarší kvantitativní geocentrické modely vznikly ve starověkém Řecku. Předpokládaly, že vesmír je v prostoru konečný a existuje věčně, a obsahuje soubor soustředných sfér konečných velikostí – které odpovídají stálicím, Slunci a různým planetám – rotujících kolem kulaté, ale nehybné Země. V průběhu staletí, díky přesnějším měřením a lepším teoriím gravitace vedl vývoj k heliocentrickému modelu Sluneční soustavy Mikuláše Koperníka a k modelu vesmíru Isaaca Newtona. Další vývoj astronomie přinesl poznání, že sluneční soustava je součástí galaxie složené z miliard hvězd, Mléčné dráhy, a že mimo Mléčnou dráhu existují v dosahu astronomických přístrojů jiné galaxie. Pečlivé studium rozložení těchto galaxií a jejich spektrálních čar vedlo ke vzniku moderní kosmologie. Objevy rudého posuvu v roce 1924 Edwinem Hubblem a reliktního záření v roce 1964 Arnem Penziasem a Robertem Wilsonem ukázaly, že vesmír se rozpíná, a že měl patrně svůj počátek.

Podle dnes převládajícího vědeckého modelu vesmíru, známého jako Velký třesk, se vesmír začal rozpínat v tzv. Planckově čase z extrémně horkého a hustého bodu, v němž byla soustředěna veškerá hmota a energie pozorovatelného vesmíru. Od Planckova času se vesmír rozšířil do dnešní podoby, po velice krátkou dobu (méně než 10^{-32} sekundy) trvala kosmická inflace. Několik nezávislých experimentálních měření tuto teoretickou inflaci i teorii velkého třesku podpořilo. Nedávná pozorování ukazují, že rychlost rozpínání vesmíru se zvětšuje, a to díky temné energii (energii vakua), o níž první data získal v 1933 švýcarsko-americký astronom Fritz Zwicky: většina hmoty ve vesmíru se vyskytuje ve formě, kterou nelze zjistit současnými přístroji, a proto není zahrnuta v současných modelech vesmíru, což je právě případ temné hmoty. Nepřesnosti současných pozorování vesmíru nedovolují předpovědět konečný osud vesmíru.

Současný výklad astronomických pozorování ukazuje, že stáří vesmíru je $13,799 \pm 0,021$ miliardy let a že průměr pozorovatelného vesmíru je minimálně 93 miliard světelných let čili $8,80 \cdot 10^{26}$ metrů. Podle obecné teorie relativity se prostor může rozšiřovat rychlostí větší než je rychlost světla, a proto můžeme pozorovat jen malou část vesmíru v důsledku omezené rychlosti světla. Protože nemůžeme pozorovat prostor ve vzdálenosti větší než dokázalo uletět světlo (či jakékoli jiné elektromagnetické záření) od Velkého třesku, není jisté, zda velikost vesmíru je konečná nebo nekonečná.

Podle některých vědeckých teorií je tento „naš“ vesmír součástí systému většího počtu vesmírů zvaného multivesmír nebo mnohovesmír (z anglického *multiverse*). Tyto jiné vesmíry přitom mohou mít zcela odlišné fyzikální zákony než ten náš, který známe. Termín mnohovesmír se používá také v populární kultuře, především ve sci-fi literatuře.

Oblast vesmíru viditelná ze Země (pozorovatelný vesmír) je koule o poloměru přibližně 46 miliard světelných let; (celý vesmír podle nejnovějších odhadů má zhruba 96 miliard světelných let). Poloměr byl určen z nejbližších viditelných objektů se zahrnutím rozpínání vesmíru. Pro srovnání: typická galaxie má průměr přibližně 30 000 světelných let a obvyklá vzdálenost mezi dvěma sousedními galaxiemi je 3 milióny světelných let. Například naše Galaxie má průměr zhruba 100 000 světelných let, a galaxie v Andromedě se nachází zhruba ve vzdálenosti 2,5 milionů světelných let od Mléčné dráhy. V pozorovaném vesmíru existuje pravděpodobně více než 100 miliard (10^{11}) galaxií. V roce 2016 britští astronomové odhadli počet galaxií na více než jeden bilion. Velikosti galaxií se pohybují od trpasličích galaxií s méně než deseti miliony (10^7) hvězd, až po obří eliptické galaxie s biliónem (10^{12}) hvězd, všechny se otáčejí kolem těžiště ve středu galaxie. Z velice hrubého odhadu vyplývá, že v pozorovatelném vesmíru je kolem jedné triliardy hvězd (10^{21}), nicméně v roce 2010 astronomové zveřejnili studii, která došla k číslu 300 triliard hvězd ($3 \cdot 10^{23}$).

Geocentrická soustava je jedním z historických modelů možného uspořádání sluneční soustavy a rovněž chápání uspořádání celého vesmíru. Představa předpokládá, že se ve středu vesmíru nachází nejdůležitější těleso – planeta Země, o které již učenci ve starověku věděli, že má tvar koule. Název soustavy vychází z řeckého *geos*, což znamená Země.

Model soustavy byl vytvořen na základě jednoduchých astronomických pozorování vesmíru, a to neozbrojeným okem ze zemského povrchu. Tato pozorování byla proto značně omezena. Pozorovatel na určitém místě zemském povrchu a v určitém čase spatřil část hvězdné klenby, která se vlivem rotace Země pomalu pohybovala, což si však nesprávně vysvětloval. Stálice podle představ byly pevně umístěny na hvězdné sféře. Vůči pevným stálicím bylo možné spatřit putovat tzv. „bludné hvězdy“, dnešní planety viditelné pouhým okem. Představa o planetách však byla poněkud odlišná.

Do planet bylo započítáno i Slunce a Měsíc. Takže tehdejší Sluneční soustavu tvořilo celkem 7 těles pozorovatelných na obloze. Podle představ byla Země ve středu tehdejší sluneční soustavy a zároveň i vesmíru. Kolem Země obíhal po nejbližší sféře Měsíc. Na dalších sférách vnitřní planety Merkur a Venuše. Na čtvrté sféře se pohybovalo Slunce a za ním pak vnější planety Mars, Jupiter a Saturn. O dalších tělesech (Uran, Neptun a Pluto) se v té době nevědělo. Sluneční soustava měla i se Zemí pouze 8 těles.

S planetami to však není tak jednoduché, neboť jejich pohyb na obloze je poněkud neuspořádaný. Planety se pohybují po eliptických drahách, a tím i během oběhu mění svoji rychlost. To se však v té době nevědělo. Astronomové dokázali poměrně přesně odměřit dobu oběhu jednotlivých známých těles. Pozorovali, že planety se v určitou dobu pohybují přímo, jindy mají vůči hvězdnému pozadí zpětný pohyb. Vytváří na obloze tzv. kličky, které bylo zapotřebí vysvětlit. A právě tyto smyčky se staly důvodem pro zavedení pomocných kružnic do předpokládaného geocentrického modelu. Jednotlivé planety se v modelu pohybovaly po myšlené kružnici, zvané **epicykl**. Nehmotný střed epicyklu se pohyboval po další a větší kružnici označené jako **deferent**. Uprostřed kružnice deferentu se nacházela nehybná Země.

Autorem geocentrické soustavy byl starověký řecký učenec, geograf, matematik, astronom a astrolog **Klaudios Ptolemaios** * kolem r. 85 (90); † asi r. 165 (160) n. l. Ten se kromě jiného zabýval pohybem planet na obloze a sférickou astronomií. Je i autorem významného astronomického encyklopedického díla *Syntaxis megale* (Velká soustava), později přeloženého do arabštiny pod názvem *Almagest*. Ptolemaios napsal i astrologické knihy a je rovněž autorem výkladu k zeměpisné mapě tehdy známého světa. Ptolemaiovův geocentrický systém ovlivnil na několik dalších století názor na uspořádání světa. **Geocentrismus** jako názor zejména z teologických důvodů podporovala i katolická církev. Ta dokonce zašla tak daleko, že ještě na počátku 17. století nechala dát řadu knih, které byly v rozporu s geocentrickým učením, na Index zakázané literatury. Nicméně v pozdějším období se ukázalo, že geocentrický model zcela nevyhovuje a byl překonán. Do popředí se dostaly modely jiné. Mezi významné patřil např. kombinovaný model Tychonova systému. Postupem doby na základě vynálezu dalekohledu a i dalších objevů začal převažovat model **heliocentrický**, což se odrazilo nejen v astronomii, ale i jiných oblastech, jako je filosofie a teologie. Geocentrický systém se ale dodnes ještě používá. Je na něm založena projekce promítání v planetáriu, směřování astronomických dalekohledů apod.

V astronomii je **heliocentrismus** modelem stavícím Slunce do středu sluneční soustavy a celého vesmíru. Slovo je odvozeno z řeckého (ἥλιος *hélíos* = „Slunce“ a κέντρον *kentron* = „střed“). Historicky je heliocentrismus protikladem geocentrismu a v současné době modernímu geocentrismu, které kladou jako centrum Zemi. Myšlenka Slunce jako středu vesmíru byla známá již v 4. století př. n. l., v 16. století myšlenku Slunce jako středu sluneční soustavy znovu zavádí polský astronom Mikuláš Koperník (1473–1543) a na něj navazují další jako např. Galileo Galilei.

Heliocentrická soustava

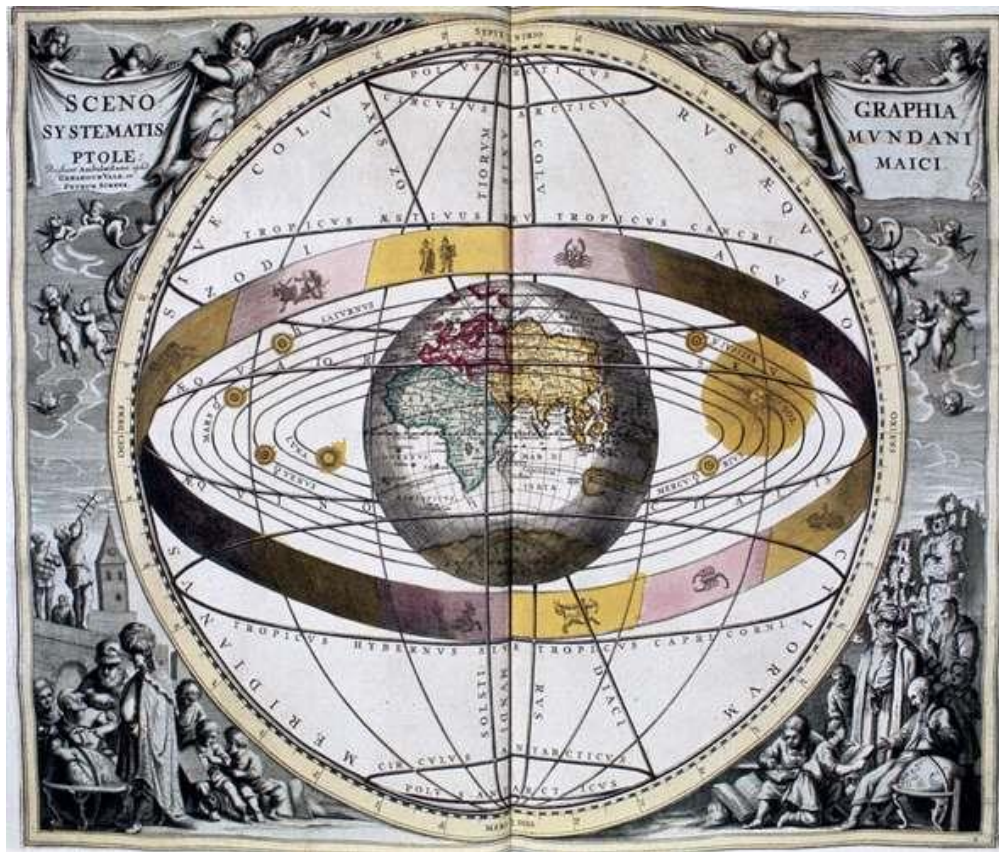
Koperník psal své objevy jen pro učence. Jeho názory narážely na odpor církve. Sféře stálic přisuzoval klid, Zemi denní rotaci kolem osy. I on byl toho názoru, že za sférou není zhora nic. Ve svém zdůvodňování heliocentrické soustavy Koperník tvrdil, že je jednodušší vysvětlovat občasné zpětný pohyb planet na nebeské klenbě vlastním pohybem Země, tedy pohybem jednoho tělesa kolem Slunce, než pohyby všech planet.

Koperník v knize o soustavě uvádí:

1. Žádný nebeský kruh neboli sféra nemá jediný střed.
2. Střed Země není středem světa, nýbrž toliko středem tíže a dráhy Měsíce.
3. Všechny dráhy obklopují Slunce, jako by stálo v jejich středu, a proto střed světa leží poblíž Slunce.
4. Poměr vzdálenosti Země-Slunce k výšce nebe stálic je mnohem menší než poměr zemského poloměru ke vzdálenosti Slunce, takže tato vzdálenost je proti výšce nebe stálic nepatrná.
5. Všechny pohyby viditelné na nebi stálic není reálný, tak jak je vidíme ze Země. Země se tedy otáčí s přidruženými elementy při denním pohybu jednou kolem svých pólů. Přitom zůstává nebe stálic nepohnuté jakožto nejzazší nebe.
6. Všechny pozorovaný pohyb Slunce nepřísluší jemu samému, nýbrž je důsledkem rotace Země a jejího pohybu po kruhové dráze kolem Slunce, který je vlastní všem planetám. A tak se Země pohybuje několikerým způsobem.
7. Co se u planet jeví jako pohyb zpětný a pohyb vpřed, není takové samo sebou, nýbrž se tak jeví ze Země. Její pohyb sám o sobě tedy stačí k vysvětlení četných rozmanitých jevů na nebi.

Koperníkovi vděčíme za vztažnou soustavu spočívající v těžišti naší sluneční soustavy a orientovanou svými osami k nebi stálic. Koperník stál u formulace Keplerových zákonů a teorie gravitace.

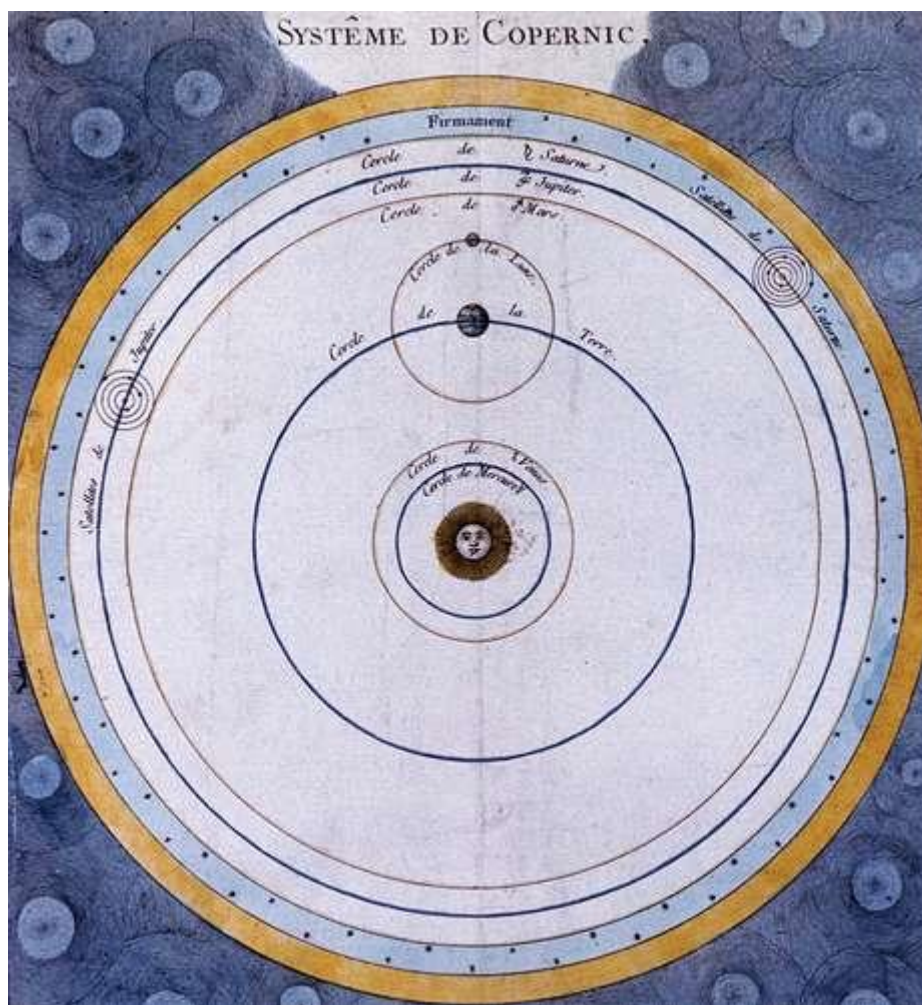
Po mnoho století musel heliocentrismus čelit zdánlivě samozřejmému obecnému názoru, že pokud by se Země otáčela a zároveň pohybovala kolem Slunce, lidé a předměty by musely spadnout, dalším argumentům týkajících se meteorologie a astronomie, a také nesouladu se soudobými filosofickými či náboženskými představami.



Obr. 3. Geocentrický systém (<https://www.britannica.com/science/geocentric-model>)

Další informace:

<https://www.britannica.com/science/Ptolemaic-system>



Obr. 4. Koperníkův systém (<https://www.britannica.com/science/Copernican-system>)

Další informace:

<https://www.britannica.com/science/Copernican-system>

Zamyslete se:

1. Co je to vztažná soustava?
2. Jak Newton definoval čas?
3. Co rozumíme pod pojmem šipka času?

Další informace:

<https://plato.stanford.edu/entries/newton-principia/>

https://www.youtube.com/watch?v=W-LYzPueH_k

RIBAS ET AL, Ignasi. *First Determination of the Distance and Fundamental Properties of an Eclipsing Binary in the Andromeda Galaxy* [online]. The Astronomical Journal, 2010 [cit. 2011-06-24]. S. 37 až 40. [Dostupné online](#). DOI [10.1086/499161](https://doi.org/10.1086/499161). (anglicky)