

## Prostor a čas v klasické mechanice

Klasická [mechanika](#) vznikla v 17. století zásluhou hlavně G. Galileiho (1564 - 1642) a I. [Newtona](#) (1643 - 1727). Newton shrnul do té doby známé poznatky o [pohybu](#) těles do tří pohybových [zákonů](#), jejichž význam byl (a je) obrovský. Byly základem přesných výpočtů pohybu planet, ale i návrhů mechanismů používaných v praxi. Zdálo se, že principy, jimiž se svět řídí byly objeveny jednou provždy a jejich na formulaci nebude třeba již nic měnit.

Poloha tělesa v prostoru je vždy určena vzhledem k nějakým okolním tělesům, tj. vzhledem k nějaké [vztažné soustavě](#). V této soustavě volíme většinou pravoúhlou soustavu [souřadnic](#) a polohu bodu pak určíme pomocí tří souřadnic  $x$ ,  $y$  a  $z$ . Děj, který nastane v určitém místě prostoru v určitém časovém okamžiku, nazýváme **bodová událost (událost)** - např. záblesk [světla](#), spuštění stopek, dopad [částice](#) na určité místo stínítka, dopravní nehoda, ... Každou událost tedy lze charakterizovat pomocí čtveřice [veličin](#):  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$ .

Klasický příklad: když si dávají dva lidé rande, musí se domluvit také na 4 souřadnicích: zeměpisná délka, zeměpisná šířka, nadmořská výška a čas setkání. V praxi se to pochopitelně řeší tak, že se řekne „V pět hodin 1. 1. 2006 na Václavském náměstí v Praze u sochy.“ Fyzik by měl ale místo „Václavské náměstí u sochy“ udat zeměpisnou délku, šířku a nadmořskou výšku.

Události, které se odehrály v dané vztažné soustavě na stejném místě, se nazývají **soumítné**. Spojíme-li s danou vztažnou soustavou soustavu souřadnic, mají soumítné události stejné souřadnice  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

Dvě soumítné události vzhledem k soustavě spojené se [Zemí](#) je opakovaný úder kladívka do téhož místa hřebíku. Ale např. vzhledem k [heliocentrické soustavě](#) spojené se [Sluncem](#) již tyto události soumítné nejsou, neboť za čas, který uplynul mezi dvěma údery kladívka, se Země posunula při svém pohybu o určitý úsek [dráhy](#) dále.

Události, které se odehrály ve zvolené vztažné soustavě ve stejném okamžiku, se nazývají **současné**. Takové události mají v dané soustavě souřadnic stejnou časovou souřadnici  $t$ , zatímco prostorové souřadnice dvou současných událostí mohou být obecně různé.

Dvě současné události z hlediska soustavy spojené např. s nádražím může být [zvuk](#) gongu nádražního rozhlasu a hvizd píšťalky výpravčího. Z hlediska soustavy spojené s vlakem projíždějícím nádražím tyto události nemusí být současné. Vlak se totiž jak vzhledem k rozhlasu, tak vzhledem k výpravčímu pohybuje, a proto časy, za které ke strojvedoucímu vlaku dospěje akustický signál píšťalky a gongu nemusí být stejné. (Tento fakt vyplývá z relativity současnosti.)

Popis těles je nejjednodušší v soustavách, v nichž platí [první pohybový zákon](#) (zákon setrvačnosti):

**KAŽDÉ TĚLESO SETRVÁVÁ V KLIDU NEBO V ROVNOMĚRNÉM PŘÍMOČARÉM POHYBU, DOKUD NENÍ PŘINUCENO PŮSOBENÍM VNĚJŠÍ SÍLY (JINÉHO TĚLESA) TENTO STAV ZMĚNIT.**

Tyto vztažné soustavy se nazývají [inerciální soustavy](#).

**JE-LI S INERCIÁLNÍ SOUSTAVOU, POTOM KAŽDÁ VZTAŽNÁ SOUSTAVA  $S'$ , POHYBUJÍCÍ SE VZHLEDEM K SOUSTAVĚ S ROVNOMĚRNÝM PŘÍMOČARÝM POHYBEM, JE TAKÉ INERCIÁLNÍ.**

Inerciální soustavy se vůči sobě tedy pohybují s nulovým [zrychlením](#). Kdyby člověka zavřeli do neprůhledné krabice, a on nemohl nijak vidět ven, nepozná jestli se krabice pohybuje rovnoměrně přímočaře nebo je v klidu. Nic se s ním v krabici nebude dít.

Soustavy pohybující se se zrychlením se nazývají **neinerciální vztažné soustavy**.

[Neinerciální soustavou](#) je rozjíždějící se metro, brzdící autobus, auto projíždějící [rychlostí](#) o konstantní velikosti zatáčkou, ... Člověk zavřený v krabici [zrychlený pohyb](#) pozná - „něco“ s ním bude v krabici házet ze strany na stranu.

Newton a celá klasická mechanika, které z jeho závěrů vycházela, předpokládá, že **čas je absolutní**, tj. plyne stejně ve všech soustavách. Klasická mechanika rovněž předpokládá, že současnost událostí je absolutní (jsou-li dvě události, které se staly v různých místech, současné v jedné soustavě, jsou současné i ve všech ostatních soustavách). Rovněž **absolutní je délka předmětů**.

Má-li tyč pro skok do výšky o tyči délku 5 m v jedné vztažné soustavě (např. spojené s běžícím skokanem, který ji drží v ruce), pak má délku 5 m i vzhledem k libovolné jiné vztažné soustavě (spojené s trenérem, vůči němuž se tyč pohybuje).

Hmotnost tělesa je v klasické fyzice veličina stálá a nezávislá na rychlosti, kterou se těleso pohybuje. Rychlost tělesa pak může být podle klasické fyziky libovolná. To vyplývá z **druhého pohybového zákona**  $\vec{F} = m\vec{a}$ : působí-li stálá síla  $\vec{F}$  na těleso stálé hmotnosti  $m$  dostatečně dlouho, vzrůstá podle vztahu  $v = at$  **velikost rychlosti** tělesa neomezeně.

Teorie relativity ale ukazuje, že i tato problematika je komplikovanější. Při neomezené velikosti rychlosti by mohl být narušen např. **princip kauzality**.

Také zákon **skládání rychlostí** je v klasické fyzice jednoduchý (a je popsán **Galileiho transformací**). Pohybuje-li se soustava  $S'$  vůči soustavě  $S$  rychlostí  $\vec{v}$  a v soustavě  $S'$  se pohybuje **hmotný bod** rychlostí  $\vec{u}'$  (vůči této soustavě), pak rychlost tohoto hmotného bodu vůči soustavě  $S$  je  $\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v}$ . Mají-li rychlosti stejný směr, lze pro jejich velikosti psát  $u = u' + v$ .

Pohybuje-li se např. vlak vzhledem ke stanici rychlostí o velikosti  $v = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a ve vlaku se ve směru jeho jízdy pohybuje člověk rychlostí o velikosti  $u' = 2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (vzhledem k vlaku), pak velikost rychlosti  $u$  člověka vzhledem ke stanici je  $u = u' + v = 52 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Součástí klasické fyziky je **mechanický princip relativity** (též **Galileiho princip relativity**):

**VE VŠECH INERCIÁLNÍCH VZTAŽNÝCH SOUSTAVÁCH PLATÍ STEJNÉ ZÁKONY NEWTONOVY KLASICKÉ MECHANIKY.**

To znamená, že libovolný, stejně připravený **pokus** z mechaniky, dopadne ve všech inerciálních soustavách stejně. Jinými slovy: pomocí mechanických pokusů prováděných uvnitř inerciální vztažné soustavy nelze zjistit, zda se tato inerciální soustava vůči jiné inerciální soustavě pohybuje rovnoměrně přímočaře nebo je v klidu. (viz komentář o člověku v krabici uvedený po definici inerciální soustavy).

Jiné vyjádření téhož principu:

**VŠECHNY INERCIÁLNÍ VZTAŽNÉ SOUSTAVY JSOU Z HLEDISKA NEWTONOVY MECHANIKY NAPROSTO ROVNOCENNÉ.**

Uvedené poznatky klasické fyziky se opírají o naši každodenní zkušenost. Naše bezprostřední zkušenost je ale omezena pouze na obor rychlostí podstatně menších, než je **rychlost světla** (nejrychlejší rakety dosahují rychlosti řádově  $10 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Není možné tedy na základě našich zkušeností vyvodit, zda by se zákony klasické fyziky změnily v případě, kdy by se inerciální soustava  $S'$  pohybovala vůči jiné inerciální soustavě  $S$  rychlostí blízkou rychlosti světla.