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 **soumístné**. Spojíme-li s danou vztažnou soustavou soustavu souřadnic, mají soumístné události stejné souřadnice *x*, *y*, *z*.

Dvě soumístné 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 soumístné 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 SOUSTAVA, 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 $v = 50\,\mathrm{km.h^{-1}}$ a ve vlaku se ve směru jeho jízdy pohybuje člověk rychlostí o velikosti $u' = 2\,\mathrm{km.h^{-1}}$ (vzhledem k vlaku), pak velikost rychlosti *u* člověka vzhledem ke stanici je $u = u' + v = 52\,\mathrm{km.h^{-1}}$.

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 naší každodenní zkušenost. Naše bezprostřední zkušenost je ale omezena pouze na obor rychlostí podstatně menších, než je rychlost světla (nejrychlejší rakety dosahují rychlosti řádově $10\,\mathrm{km.s^{-1}}$). 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.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.