

Materiál byl vytvořen v rámci projektu  
**Nové výzvy, nové příležitosti, nová škola**

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

●●●● POHYB



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Z vlastní zkušenosti víme, že tělesa se mohou pohybovat. Jedná se o pohyb v prostoru, pohyb v čase a (jak jsme uvedli v předchozí kapitole) také o pohyb částic, ze kterých je těleso složeno- tedy o jakýsi vnitřní pohyb.

## Relativnost klidu a pohybu

Pohyb a klid jsou vždy **relativní**, což znamená, že je musíme vztahovat k jiným objektům. Pokusme se například odpovědět na otázku, zda stojící automobil je skutečně v klidu. Otázka není položena jednoznačně: Automobil je v klidu vzhledem k vozovce, ale například vzhledem ke Slunci se pohybuje, protože se kolem něj otáčí spolu se Zemí. Podobně bychom mohli říci, že sedící cestující ve vlaku se pohybuje vzhledem k zemi, ale vzhledem k vlaku je v klidu. S důsledky této relativity se můžeme setkat i v praktickém životě. Například dvě auta přijíždějící na křižovatku za sebou stejnou rychlostí 40 km/h, jsou vzhledem k sobě v klidu. Pokud dojde ke srážce v důsledku náhlého zpomalení předního auta na 30 km/h, její následky nebývají dramatické, protože zadní vůz se vzhledem k němu pohybuje pouze rychlostí 10 km/h. Kdyby naproti tomu zadní automobil v rychlosti 40 km/h narazil do zdi, následky by byly tragické. Čelní srážka dvou automobilů jedoucích rychlostí 40 km/h by pak odpovídala nárazu do zdi rychlostí 80 km/h - což je jejich vzájemná rychlost. V první světové válce zažil jeden francouzský letec naprosto neobvyklou příhodu. Ve výšce dvou kilometrů zpozoroval, že se mu před obličejem pohybuje drobný předmět. Domníval se, že je to nějaký hmyz, a obratně jej chytil do ruky. K jeho překvapení zjistil, že chytil německou střelu z pušky. Tato příhoda je vysvětlená. Střela se totiž nepohybuje stále svou počáteční rychlostí 800-900 metrů za vteřinu, která je samozřejmě vyšší než rychlost letadla, ale odporem vzduchu se její rychlost postupně zmenšuje a na konci své dráhy - při dopadu - urazí za vteřinu jen asi 40 metrů. A takové rychlosti dosahuje i letadlo. Pokud střela letí vzhůru, je zpomalována i zemskou gravitací. Může se tedy snadno stát, že střela i letadlo budou mít po určitou dobu rychlost stejnou, proto bude střela vzhledem k letci stát nebo se bude pohybovat skoro nepozorovatelně. Nebude tedy nijak obtížné chytil ji do ruky, pokud má ovšem pilot rukavice, protože střela se třením o vzduch silně zahřívá.

## Rychlost

Z kvantitativního hlediska posuzujeme pohyb podle veličiny zvané **rychlost**. Rychlost značíme  $v$  a můžeme ji vypočítat podle vztahu  $v = \frac{s}{t}$ , kde  $s$  je dráha, kterou pohybuje se objekt urazil za dobu  $t$ . Z tohoto vztahu také plyne základní jednotka rychlosti -  $m/s$ . V praxi, například v silničním provozu, také často používáme jednotku  $km/h$ , kterou jsme nakonec již několikrát uvedli v předchozím odstavci. Chceme - li rychlost uvedenou v  $m/s$  převést na  $km/h$  je potřeba danou hodnotu znásobit číslem 3,6. Při opačném převodu musíme naopak číslem 3,6 dělit. Aby se nám oba postupy nepletly, postačí si zapamatovat, že  $km/h$  je vždy více.

Př. Na olympijských hrách v Pekingu vytvořil jamajský sprinter Usain Bolt světový rekord v běhu na 100 m časem 9,69 s a stal se tak nejrychlejším člověkem. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

Před dosazením do vztahů pro výpočet energie provedeme zápis, ve kterém převedeme na základní jednotky.

$$s = 100 \text{ m}$$

$$t = 9,69 \text{ s}$$

$$v = ?$$

Rychlost sprintera vypočteme dosazením do vztahu  $v = \frac{s}{t}$ .

$$v = \frac{100 \text{ m}}{9,69 \text{ s}} \doteq 10,32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pro naši lepší představu převedeme tuto rychlost na  $\text{km/h}$ , se kterými pracujeme častěji.

$$v = 10,32 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 37,15 \text{ km/h}$$

Zajímavé je z tohoto pohledu srovnání rychlosti, kterou se pohybuje člověk s ostatními živočichy. Některé příklady naleznete v následující tabulce.

HLEMÝŽĎ	1,5 mm/s	5,4 m/h
ŽELVA	2 cm/s	70 m/h
KAPR	1 m/s	3,6 km/h
CHODEC	1,4 m/s	5 km/h
MOUCHA	5 m/s	18 km/h
KŮŇ	8,5 m/s	30 km/h
USAIN BOLT	10 m/s	36 km/h
ZAJÍC	18 m/s	65 km/h
ŽRALOK	19 m/s	68 km/h
GEPARD	33 m/s	120 km/h
SOKOL	56 m/s	200 km/h

Hendikep, který má člověk oproti řadě živočichů, se snažíme dohnat pomocí dopravních prostředků. Od sestrojení prvních automobilů byl jejich vývoj poháněn honbou za **rychlostními rekordy**. Počáteční obavy, že člověk nemůže přežít rychlost vyšší než 30 km/h se nenaplnily a tak mohl roku 1898 Gaston Chasseloup-Laubat ustanovit na vozu Jeantaud (**obr.**) první oficiální rychlostní rekord 63,14 km/h. Magickou hranici 100 km/h překonal ještě v 19. století Camille Jenatton na voze vlastní konstrukce (**obr.**). K dalšímu zlomu došlo v roce 1963, kdy začal být používán raketový pohon. Ten také umožnil Andy Greenovi překonat v automobilu Thrust SSC (**obr.**) 15.10.1997 rychlost zvuku a ustanovit nový světový rekord 1227,73 km/h. Honba za rychlostními rekordy se nevyhnula ani železnici a umožnila tak dnešním rychlovlakům dosahovat rychlosti až 574 km/h (TGV). Nebudeme - li se bát vzlétnout, můžeme dopravním letadlem dosáhnout rychlosti až 2100 km/h. Abychom ale dosáhli takové rychlosti, nemusíme platit letenku do Concordu. Postavíme - li se na rovník, rotujeme rychlostí 1670 km/h kolem zemské osy. Vzpomeneme - li si na odstavec o relativnosti klidu a pohybu, pochopíme, proč tuto rychlost nevnímáme - Jsme zvyklí posuzovat svůj pohyb vzhledem k Zemi, která rotuje spolu námi a vzhledem k ní jsme tedy v klidu.

## Síla

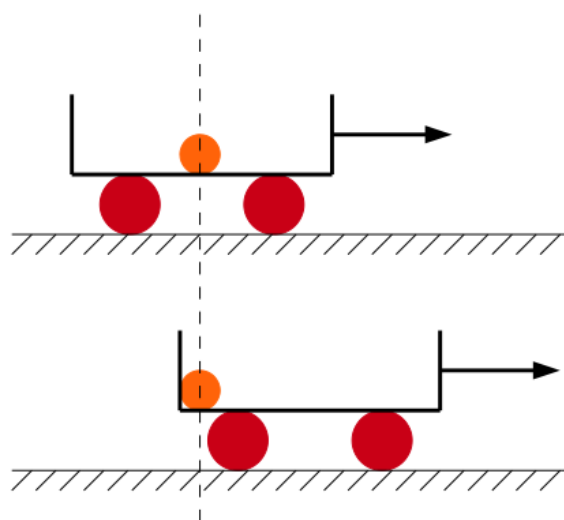
Doposud jsme pohyb pouze popisovali, ale nezabývali jsme se příčinami vzniku pohybu a změn v pohybovém stavu objektů. Těmito otázkami se zabýval anglický vědec Isaac Newton, který správně vyzoroval, že uvedení tělesa do pohybu nebo naopak do klidu, případně změna dráhy tělesa vždy souvisí s působením jiného tělesa. Říkáme, že toto působení se projevuje **silou**. Newton formuloval tři zákony popisující silové působení těles a jeho důsledky na jejich pohybový stav. Tyto Newtonovy pohybové zákony pak daly vzniknout části fyziky zvané **dynamika**.

## 1. Newtonův pohybový zákon - zákon setrvačnosti:

Těleso setrvává v klidu nebo rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není nuceno vnější silou změnit tento stav.

V běžném životě se denodenně setkáváme s důkazy tohoto tvrzení. Automobil uvádí z klidu do pohybu tažná síla motoru a naopak jej zastavují odporové síly prostředí - odpor vzduchu, třecí síly silnice, případně brzd. Také naše Země se kolem Slunce pohybuje sice přibližně konstantní rychlostí, ale její dráha není přímá, nýbrž zakřivená do elipsy. Příčinou tohoto zakřivení je přitažlivá síla Slunce. Při odbočování automobilu zvyšujeme otočením kol třecí síly v určitém směru apod.

Zvláštním případem síly je síla **setrvačná**, kterou můžeme pozorovat v soustavách, které mění rychlost svého pohybu nebo jeho směr. Leží - li například kulička na podlaze rozjíždějícího se vlaku, vzdaluje se pozorovateli uvnitř vagónu směrem k zadní stěně, z čehož pozorovatel usuzuje, že na ni působí jakási síla. Situaci mu upřesní pozorovatel stojící na perónu, který vidí, že kulička pouze setrvává na místě a vlak pod ní ujíždí. Proto také tuto zdánlivou sílu nazýváme setrvačnou.



S působením setrvačné síly se můžeme setkat při pádu v prudce brzdícím autobusu, jako odstředivou sílu ji vnímáme na kolotoči. Zajímavým druhem setrvačné síly je síla **Coriolisova**, která působí na zemském povrchu na předměty pohybující se podél poledníků. Představme si například vlak, jedoucí od rovníku severně. Kromě tohoto směru pohybu z předchozího odstavce víme, že vlak navíc rotuje se Zemí ze západu na východ poměrně vysokou rychlostí. Protože Země je kulatá při pohybu na sever se přibližuje k ose rotace a směřuje do oblastí, které již rotují pomaleji. Má ale snahu zachovat si původní rychlost rotace a je proto zdánlivou silou tlačena na východ. K symetrickému jevu dochází při pohybu opačným směrem. Důkazem působení Coriolisovy síly jsou opořebované pravé kolejnice na dvoukolejnicových drahách Švédska, vymleté pravé břehy ruských veletoků a některé teorie jí přičítají i směr rotace delfína za spánku (je rozdílný na obou polokoulích).

## 2. Newtonův pohybový zákon - zákon síly:

Ve svém druhém zákonu Newton upřesňuje základní faktory, které ovlivňují změny pohybových stavů. Uvádí veličinu zrychlení, která vviadruje, jak se změní rychlost pohybu za 1 sekundu.

Zrychlení tělesa je přímo úměrné síle, která na těleso působí a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.

V praxi to znamená, že například automobil se silným motorem zrychlí z 0 na 100 km/h dříve než automobil "slabší". Výhodou je přitom nižší hmotnost vozu - například lokomotiva má sice motor nesrovnatelně výkonnější, ale její zrychlování je pozvolnější. K tomu, abychom dosáhli v poměrně krátké době vysoké rychlosti ale nepotřebujeme silný motor. Parašutista při volném pádu na začátku seskoku dosáhne za několik sekund rychlosti 200 km/h. Za toto zrychlení vděčí gravitační síle Země, která tělesům ve svém okolí uděluje **gravitační zrychlení**  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ , jinými slovy lze říci, že každou sekundu zrychlí padající předmět o 36 km/h. V této souvislosti je dlužno podotknout, že rychlost volného pádu parašutisty je silně snižována odporem vzduchu. Toho

také využívá parašutista k dalšímu radikálnímu snížení rychlosti při otevření padáku.

### 3. Newtonův pohybový zákon - zákon akce a reakce:

Zákon akce a reakce nám říká, že silové působení dvou těles je vždy vzájemné, to znamená, že působí - li jedno těleso na druhé, musí působit i druhé těleso na první.

Dvě tělesa na sebe vzájemně působí stejně velkými silami opačného směru. Tyto síly současně vznikají a zanikají.

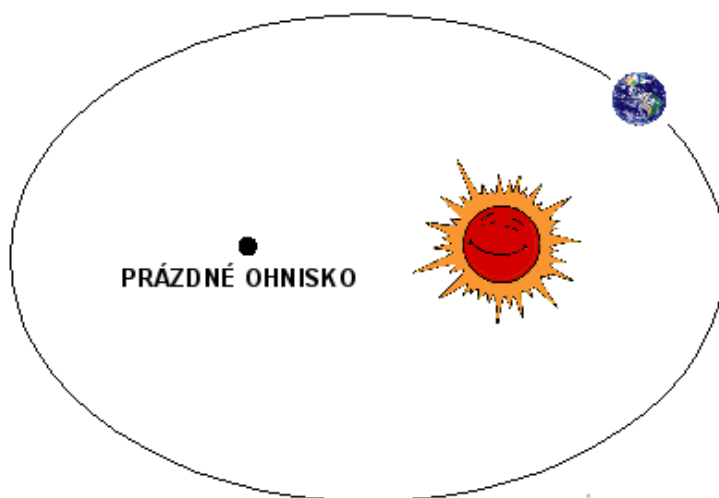
Představme si kovovou kuličku hozenou prudce na zeď: Kulička v okamžiku dopadu působila na zeď silou, jak napovídá díra v omítce. Rovněž zeď působila na kuličku silou, protože ta se odrazila. Také kůň táhnoucí povoz na něj působí silou - uvádí jej do pohybu. Koně se sice na působení povozu zeptat nemůžeme, ale z potu na jeho těle a napnutých svalů usuzujeme, že silové působení je opět vzájemné. Jak jsme uvedli výše, Země na nás působí gravitační silou, podle zákona akce a reakce tedy i my působíme na Zemi stejně velkou gravitační silou opačného směru. To, že se pohneme pouze my, je způsobeno mnohonásobně větší hmotností Země.

Poslední uvedenou myšlenku zobecnil Newton do svého gravitačního zákona, ve kterém říká, že nejen Země a předměty v jejím okolí, ale každá dvě tělesa jsou přitahována gravitační silou. Velikost této síly přitom závisí na hmotnosti těchto těles a zřetelně se projevuje až u těles velmi hmotných (hvězd, planet). Gravitační síla, kterou takto hmotná tělesa působí pak rozhodujícím způsobem ovlivňuje jejich pohybový stav.

## Sluneční soustava a pohyb planet

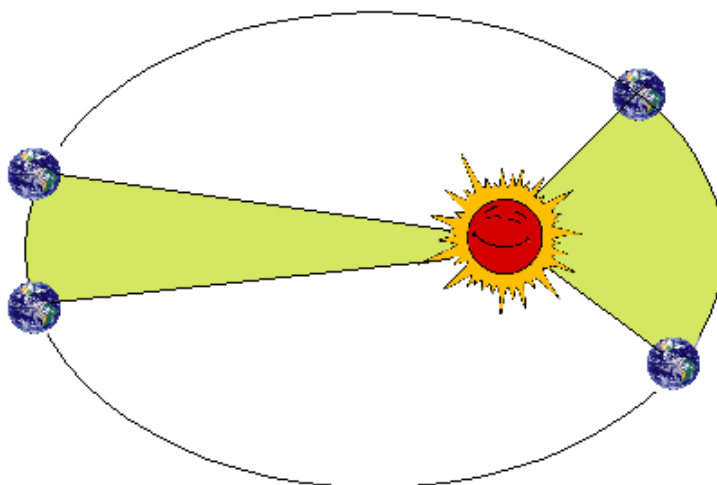
Planeta Země je součástí planetárního systému zvaného sluneční soustava. Podobných planetárních systémů bychom ve vesmíru našli nepřeberné množství. Centrálním bodem každého planetárního systému je hvězda, v našem případě Slunce. Jde o velice hmotné těleso, ve kterém je koncentrována takřka veškerá hmota sluneční soustavy. Kolem Slunce obíhají planety - tělesa s hmotností řádově tisíckrát menší. Po vyřazení Pluta ze skupiny planet pro jeho malou velikost zbývá ve sluneční soustavě osm planet - **Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun**. Planety se pohybují a jejich pohyb ve sluneční soustavě je ovlivňován gravitační silou, kterou na ně Slunce působí. Toto silové působení vyústí v jistá pravidla, kterými se pak pohyb planet řídí. Tato pravidla objevil německý astronom působící v Praze Johannes Kepler. Své tři zákony o pohybu planet formuloval v roce 1609 a v rámci našeho kurzu se seznámíme s prvními dvěma. **1. Keplerův zákon :**

Planety se pohybují kolem Slunce po elipsách málo odlišných od kružnic, v jejichž společném ohnisku je Slunce.



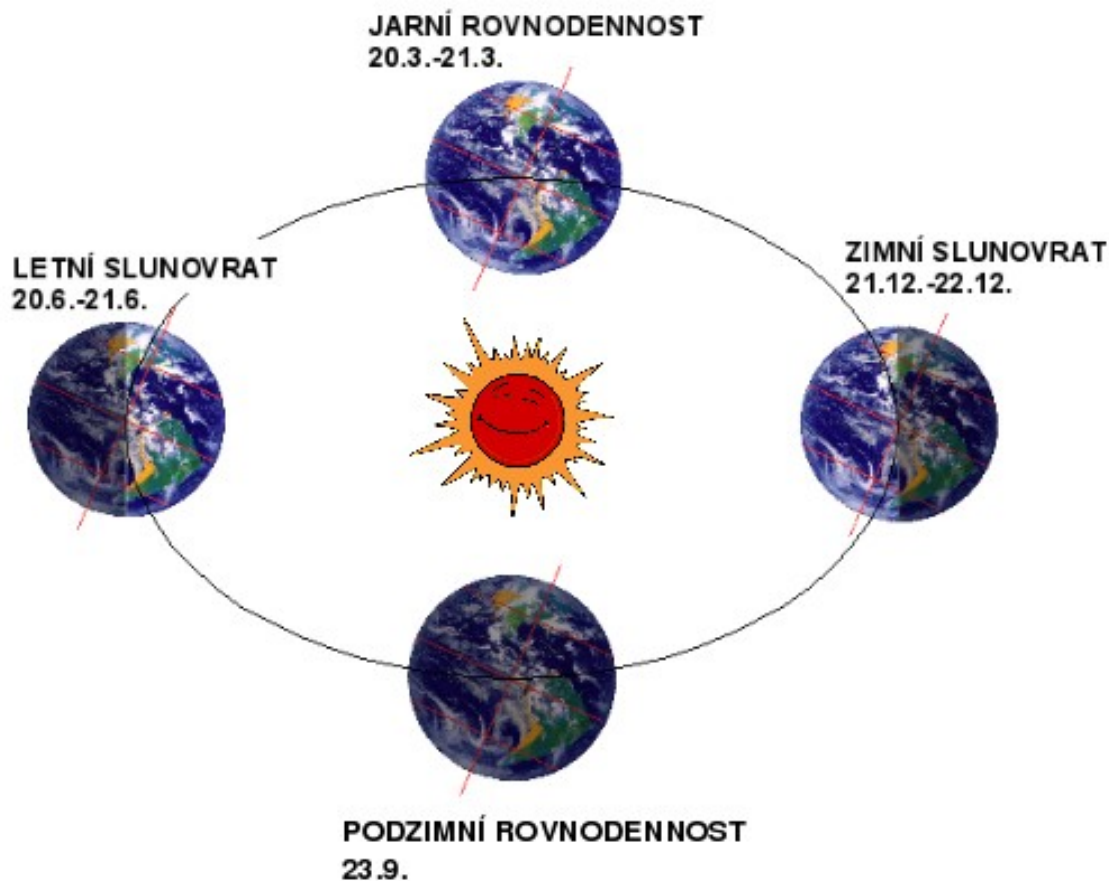
## 2. Keplerův zákon :

Plochy opsané průvodiči planet za stejné doby jsou stejné.

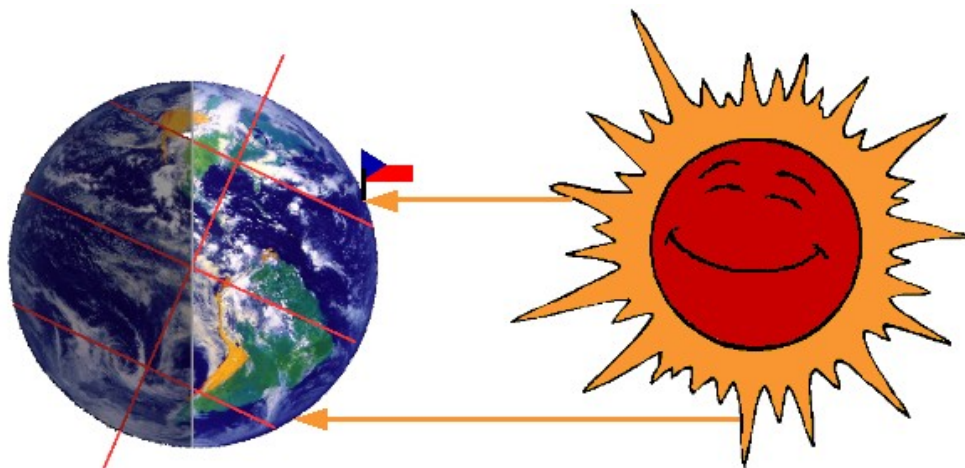


Jednoduše lze říci, že čím blíže je planeta na své eliptické dráze slunci, tím rychleji se pohybuje. Celou situaci lze v pohybu pěkně demonstrovat prostřednictvím následující **simulace**.

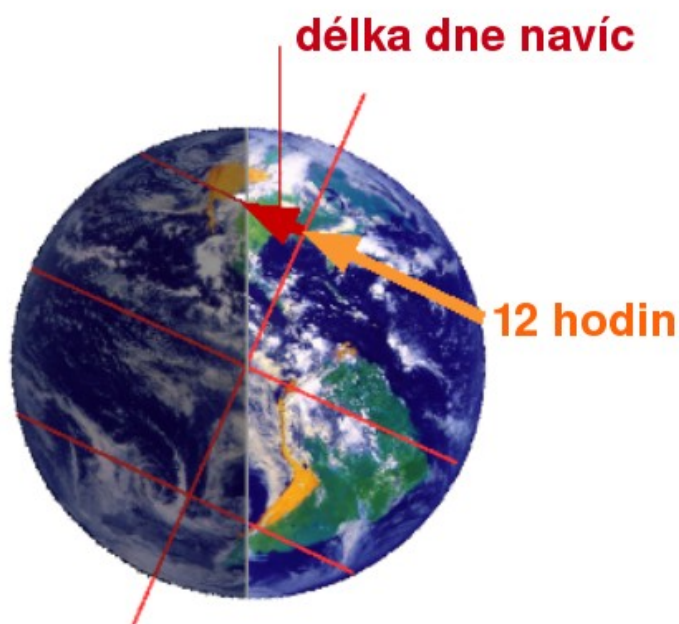
S pohybem Země kolem Slunce také souvisí střídání ročních období, ne však v tom smyslu, že poloha Země blíže Slunci znamená léto. Jak říká 1. Keplerův zákon, je dráha velmi podobná kružnici a přiblížení proto není tak velké jako na ilustračním obrázku. Toto vysvětlení také není v souladu se skutečností, že roční období nejsou stejná na obou polokoulích. Vysvětlení spočívá v tom, že zemská osa při oběhu Země kolem Slunce není kolmá na rovinu oběhu, ale je k této rovině nakloněna pod stále stejným úhlem.



Sklon zemské osy pak způsobuje, že otáčením Země kolem Slunce se mění úhel pod kterým svítí Slunce na povrch v různých zeměpisných šířkách. Teplejší počasí v letních měsících tedy způsobuje to, že Země se ke Slunci přiklání severní polokouli, na kterou tak sluneční paprsky dopadají shora, tzn. s největší intenzitou. Jižní polokoule se v této době naopak od Slunce odvrací, sluneční paprsky na ni dopadají na plocho a s malou intenzitou proto je na jižní polokouli v tomto období chladněji.



Jak je patrné z předchozího obrázku, dalším důsledkem sklonu zemské osy je prodlužování dne na úkor noci. V době rovnodennosti je délka dne i noci stejná, tedy 12 hodin. Jak je patrné z obrázku, přikloněním ke Slunci se délka dne skutečně prodlužuje.



V zimním období se pak celá situace obrací.

Pokud jste dané učivo pochopili, měli byste umět odpovědět na následující otázky.

Svémi slovy vysvětlíte co je relativnost klidu a pohybu a uveďte její konkrétní příklad  
Uveďte podle jakého vztahu (vzorce) počítáme rychlost, jaké jsou její jednotky a převodní vztah mezi nimi.

Formulujte 1., 2. a 3. Newtonův pohybový zákon a uveďte příklady z praxe.

Popište, z čeho se skládá sluneční soustava.

Formulujte Keplerovy zákony.

Vysvětlete čím je způsobeno střídání ročních období a tím související zkracování a prodlužování dne.

Hodně úspěchů při studiu.

