

Dráha rovnoměrného pohybu

Řidič si na dálnici zapnul tempomat. To je zařízení, které udržuje stálou rychlost automobilu bez ohledu na jízdu do kopce či z kopce. Od té doby jel rovnoměrně rychlostí $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jakou dráhu ujede za hodinu, za dvě, za půl hodiny?

Není těžké odpovědět na otázky v úvodu článku. Jsou zadány jednoduché hodnoty rychlosti i času a veličiny jsou ve vhodných jednotkách. Správné odpovědi získáme, aniž bychom si uvědomovali, že počítáme podle nějakého vzorce. Ve složitějších případech nám ovšem vzorec pomůže.

Dráhu s , kterou urazí těleso rychlostí v za čas t , vypočítáme podle vzorce $s = v \cdot t$.



Lanovka jede stálou rychlostí $7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Kolik metrů ujede za sekundu, za 2 sekundy, za půl minuty?



Protože určení dráhy lanovky za sekundu a za 2 sekundy je jednoduché, zaměříme se na výpočet dráhy ujeté za půl minuty.

$$v = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 0,5 \text{ min} = 30 \text{ s}$$

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

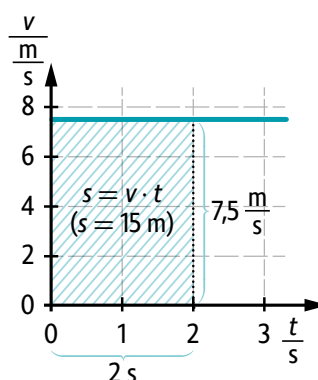
$$s = v \cdot t = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 30 \text{ s} = 225 \text{ m}$$

Lanovka ujede za půl minuty 225 metrů.

Znázorníme časový průběh rychlosti rovnoměrného pohybu. Jak již víme, je grafem úsečka rovnoběžná s časovou osou. V grafu vyznačíme dobu pohybu

($t = 2 \text{ s}$) a rychlost pohybu ($v = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$).

Protože dráha je součinem rychlosti a času, je v grafu vyznačena obsahem vyšrafovaného obdélníku – obrázek vpravo. Výpočtem dostaneme $s = 15 \text{ m}$.



Dráha rovnoměrného pohybu odpovídá v grafu časového průběhu rychlosti obsahu obdélníku.

I z grafického znázornění je patrné, že dráha tělesa bude větší, když se bude těleso pohybovat rychleji nebo delší dobu.



V grafu časového průběhu rychlosti můžeme vyznačit nejen dráhu uraženou tělesem od počátku pohybu za čas t , ale také například dráhu uraženou mezi dvěma časovými okamžiky. Řidič automobilu při jízdě po dálnici zapnul v 10 hodin tempomat (zařízení, které udržuje stálou rychlost automobilu) a nastavil ho na $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jakou vzdálenost ujel mezi 11 h a 11.30 h?



Za jeden den urazí Země kolem Slunce přes dva a půl milionu kilometrů, za rok téměř miliardu kilometrů.

Vzorce

$$v = \frac{s}{t} \quad s = v \cdot t \quad t = \frac{s}{v}$$

jsou tímtež vztahem v různém tvaru.

V matematice se naučíš z rovnice vyjádřit potřebnou veličinu.

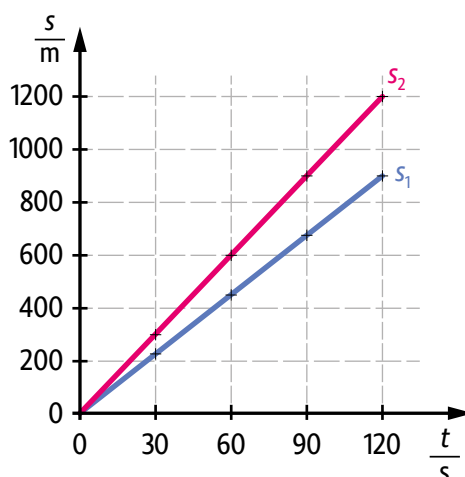
Vzorec $s = v \cdot t$ platí jen při rovnoměrném pohybu tělesa. Dráhu nerovnoměrného pohybu nemůžeme určit jednoduchým výpočtem. U některých speciálních nerovnoměrných pohybů ji můžeme vypočítat pomocí složitějších vzorců. Potřebujeme však znát další fyzikální veličinu: zrychlení (popisuje časové změny rychlosti).

Často se hodí nakreslit přímo **graf časového průběhu dráhy** (graf závislosti dráhy na čase).

? Sestroj graf časového průběhu dráhy, kterou urazí lanovka z předchozího příkladu za čas 2 minuty. Jak by vypadal časový průběh dráhy, pokud by rychlost lanovky nebyla $7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ale $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$?

Ze zadané rychlosti vypočteme dráhu uraženou v několika časových okamžicích pro oba pohyby a zapíšeme do tabulky. Podle tabulky sestojíme graf.

$\frac{t}{\text{s}}$	0	30	60	90	120
$\frac{s_1}{\text{m}}$	0	225	450	675	900
$\frac{s_2}{\text{m}}$	0	300	600	900	1200

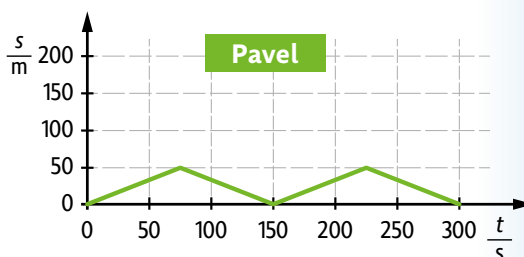
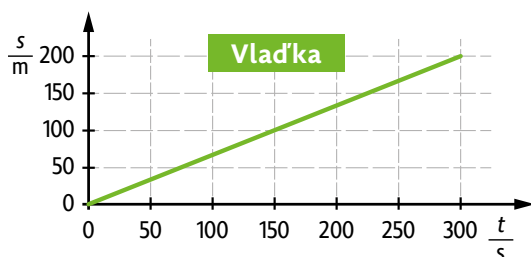


Laserový měřič vzdálenosti měří čas, za který se vyslaný paprsek po odrazu od překážky vrátí zpět do přístroje. Z tohoto údaje a známé rychlosti světla pak spočítá vzdálenost překážky.



Grafem časového průběhu dráhy rovnoměrného pohybu je úsečka (která není rovnoběžná s časovou osou). Čím je rychlost pohybu větší, tím má úsečka větší sklon, je strmější.

? Žáci při hodině fyziky dostali za úkol nakreslit graf časového průběhu dráhy plavce v 50metrovém bazénu, který za 5 minut uplavál 200 metrů. Vlad'ka a Pavel sestojili každý úplně jiný graf. Rozhodni, který graf je správně.



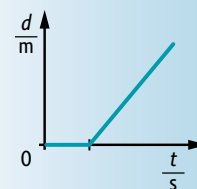
Každý graf znázorňuje něco jiného. Vladčín ukazuje uraženou dráhu, zatímco Pavel do grafu vyznačil vzdálenost plavce od místa startu, tedy vlastně jeho polohu. Oba dva grafy jsou tedy správně. Abychom je odlišili, budeme vzdálenost od startu označovat d (dráhu značíme i nadále s).

? Ze dvou míst A a B vzdálených od sebe 5 km vyjeli proti sobě na kolech Tomáš a Marie. Marie vyjela z místa B o 5 minut později než Tomáš z místa A. Tomáš jel rychlostí $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, Marie $15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Kdy a kde se Tomáš s Marií potkali?

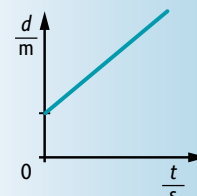
Pro řešení úlohy je vhodné použít graf časové závislosti vzdálenosti obou cyklistů od místa Tomášova startu. Tomáš vyjel v čase $t = 0 \text{ min}$ a ujede 1 kilometr za 3 minuty. Za 12 minut by tak dojel do vzdálenosti 4 kilometrů. Jede rovnoměrně, proto je grafem úsečka. Marie byla prvních 5 minut v místě B vzdáleném 5 km. To znázorňuje úsečka rovnoběžná s časovou osou. Poté jede vstříc Tomášovi a 1 kilometr ujede za 4 minuty. Za 8 minut (v čase 13 minut od startu Tomáše) by ujela

Graf časového průběhu dráhy nebo vzdálenosti (polohy) tělesa nemusí začínat v počátku souřadného systému.

Automobil vyjel až po několika sekundách:



Cyklista měl několik metrů náskok:



Tlak, tlaková síla

Polož přes hrníček kreslicí čtvrtku, jednou rukou přidrží její okraje a prstem druhé ruky zkus čtvrtku propíchnout. Asi se ti to nepodaří. Zkus ale položit na čtvrtku napínáček a stejnou silou tlačit prstem na napínáček. Propíchne čtvrtku docela snadno.

Účinky síly, které jsou spojeny s deformací těles a s jejich dělením, nezávisí jen na velikosti síly. Významná je také plocha tělesa, na kterou síla působí.



Na mycí houbu polož tuhou desku (karton, tenkou vázanou knihu, ...). Na desku polož závaží s hmotností 2 kg. Houbu se stlačí jen nepatrně. Pak knihu sundej a závaží polož přímo na houbu. Houbu se zdeformuje daleko více.



Popiš, jak musíš postupovat, chceš-li zachránit kamaráda, pod kterým se prolomil led na rybníce.



Velké plochy chodidel mají savci a ptáci, kteří se pohybují po měkkém povrchu.



Blaise Pascal [bléz paskal] (1623–1662), francouzský filozof, matematik a fyzik. Pascal se zabýval fyzikálním výzkumem atmosféry. Již v osmnácti letech sestavil mechanický počítací stroj.

V prvním případě byla působící síla větší, protože se rovná součtu tíhové síly závaží a desky. Síla se však rozložila na celou plochu houby. Houbu se proto zdeformovala jen málo. V druhém případě působila jen tíhová síla závaží. Působila však na malou plochu a deformační účinky byly větší.

Působí-li síla kolmo na nějakou plochu, budeme ji nazývat **tlaková síla**. K vyjádření účinků tlakové síly je pak vhodné zavést novou fyzikální veličinu. Touto veličinou je **tlak**. Tlak je podíl tlakové síly a obsahu plochy, na kterou síla působí. Tlak se označuje malým písmenem p . Označíme-li tlakovou sílu F a plošný obsah S , platí pro tlak:

$$p = \frac{F}{S}.$$

Jednotkou tlaku je **pascal** [paskal] (značka Pa), je to newton na metr čtverečný $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Je to velmi malá jednotka. Tlak s velikostí 1 Pa je pod

kouskem běžného papíru položeného na rovnou plochu. Větší jednotkou je kilopascal (1 kPa = 1 000 Pa) a megapascal (1 MPa = 1 000 000 Pa).

Proč se musí některé nástroje (nůž, sekera, dláto) ostřit?

Starší jednotkou tlaku je atmosféra. Je rovna přibližně 100 kPa. Dodnes se s ní můžete setkat na starších přístrojích.

veličina	tlak
označení	p
jednotka	pascal
značka jednotky	Pa

jednotka	značka	převody
kilopascal	kPa	1 kPa = 1 000 Pa
megapascal	MPa	1 MPa = 1 000 000 Pa



Dosazuj do vzorce pro tlak různě velké plošné obsahy a stejnou sílu. Poznáš, že tlak je tím menší, čím je větší obsah plochy.



Podívej se na následující obrázky a popiš, co by se stalo, kdyby se zmenšila plocha, na kterou působí tlaková síla. Jak by se přitom změnil tlak?



V mnoha jiných případech potřebujeme tělesa naopak co nejvíce deformovat, nebo je dělit. Pak zvyšujeme tlak tím, že zmenšíme plochu, na kterou tlaková síla působí.



Jak se u následujících činností zvyšuje tlak, a tím i deformační účinky na těleso?



Vypočti tlak pod botami člověka. Člověk má hmotnost 70 kg a obsah plochy, kterou se jeho boty dotýkají podlahy, má obsah 350 cm².



$$m = 70 \text{ kg}$$

$$S = 350 \text{ cm}^2 = \frac{350}{10000} \text{ m}^2 = 0,035 \text{ m}^2$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$p = ? \text{ Pa}$$

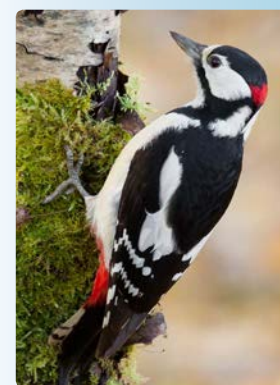


Tlaková síla je rovna tíhové síle: $F = m \cdot g = 70 \cdot 10 \text{ N} = 700 \text{ N}$.

$$\text{Tlak } p = \frac{F}{S} = \frac{700}{0,035} \text{ Pa} = 20000 \text{ Pa} = 20 \text{ kPa}.$$

Pod botami člověka je tlak 20 kPa.

Slípka modrá chodí po hladině vody hustě porostlé vodními rostlinami. Proč má tak dlouhé prsty na nohou?



Datel, strakapoud (na obrázku) a jiní ptáci, kteří hledají potravu pod kůrou stromů, mají velmi ostré zobáky. Proč?

Hrot jehly může mít plochu jen 0,001 mm². Působíme-li na jehlu tlakovou silou jen 1 N, působí jehla na těleso neuvěřitelným tlakem 1 000 000 000 Pa (jedna miliarda Pa, označuje se také gigapascal – GPa).

Zatmění Slunce a Měsíce

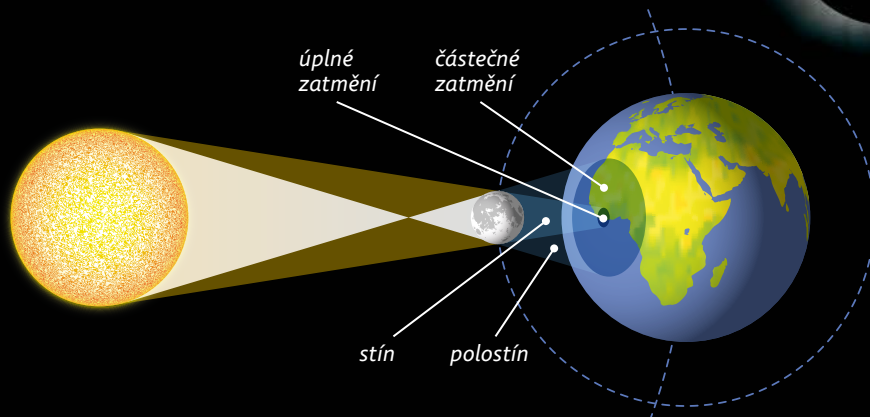
Úplné zatmění Slunce. Úchvatný zážitek, za nímž lidé cestují tisíce kilometrů i do nehostinných krajů, přestože samotný jev trvá jen několik minut. Úžasná hra světél a stínů, za kterou vděčíme tomu, že sluneční i měsíční kotouč jsou na obloze přibližně stejně velké.

Zatmění Slunce je velmi zajímavý přírodní jev, který nastává, když se před sluneční kotouč nasune Měsíc. Ten je sice asi 400krát menší než Slunce, je ale také 400krát blíže k Zemi. Proto mají oba kotouče na obloze přibližně stejný průměr. Měsíc může tedy zakrýt celé Slunce a pozorovatel na Zemi sleduje **úplné zatmění Slunce**. Při úplném zatmění Slunce je kolem měsíčního kotouče pozorovatelná korona – slabě zářící vnější vrstva Slunce, která je jinak nepozorovatelná, protože je přezářena slunečním zářením.



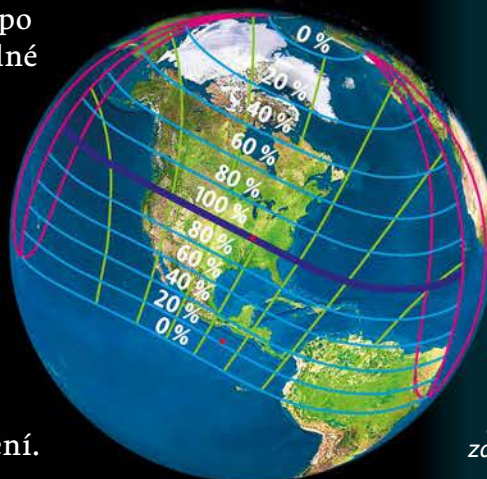
Jaká je při zatmění Slunce vzájemná poloha Slunce, Měsíce a Země?

Aby mohl měsíční kotouč zakrýt Slunce, musí se Měsíc nacházet na spojnici Země a Slunce. Takovou situaci znázorňuje následující obrázek:



Úplné zatmění Slunce lze pozorovat jen z míst, která jsou zastíněna Měsícem. Protože Země i Měsíc se vzhledem ke Slunci neustále pohybují, postupuje stín po zemském povrchu. Na daném místě trvá úplné zatmění Slunce nejvýše několik minut. Na obrázku je postup stínu znázorněn pro úplné zatmění Slunce 21. srpna 2017.

Stopa stínu Měsíce na zemském povrchu je obklopena polostímem. V místech polostímu na pozorovatele dopadají paprsky z části slunečního kotouče – je pozorovatelné **částečné zatmění Slunce**. Měsíc kolem Země neobíhá přesně po kružnici, jeho vzdálenost od Země se mění.



Tmavě modrá stopa vyznačuje oblasti, odkud je možné sledovat úplné zatmění Slunce. Na obou stranách od tohoto pásu je území, z něhož je pozorovatelné částečné zatmění Slunce.



Úplné zatmění Slunce nad mraky

Slova slunce, měsíc, země a podobné se píšou s velkým písmenem, pokud jde o astronomická tělesa (úplné zatmění Slunce, let na Měsíc). S malým písmenem se píšou v jiném významu, například pokud jde o úkazy na obloze (slunce pěkně páliło, vlk vyl na měsíc).



Jev, kdy při částečném zatmění Slunce prosvítají poslední sluneční paprsky, je nazýván Bailyho [bejliho] perly.

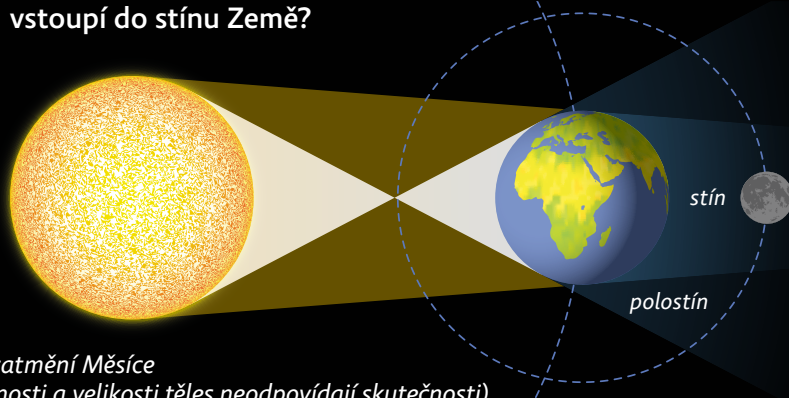
3D

Úplné zatmění Slunce (vzdálenosti a velikosti těles neodpovídají skutečnosti, Slunce je mnohem větší a mnohem dále od Země, Měsíc je také vzdálenější od Země)

Když je Měsíc dále, je průměr měsíčního kotouče menší a nezakryje celé Slunce. Z místa na povrchu Země, které leží na spojnici středů Slunce a Měsíce, pozorujeme **prstencové zatmění Slunce**.



Měsíc se při svém oběhu kolem Země dostane také na opačnou stranu Země, než na které je Slunce. Co se stane, když Měsíc vstoupí do stínu Země?



Úplné zatmění Měsíce
(vzdálenosti a velikosti těles neodpovídají skutečnosti)

Jak je vidět z nákresu, Měsíc nejprve vstoupí do polostínu. Této situaci říkáme **polostínové zatmění Měsíce**. Ze Země není tento jev příliš výrazný, protože Měsíc jen trochu ztmavne. Pak část Měsíce vstoupí do stínu Země – nastává **částečné zatmění Měsíce**. Měsíc se postupně posouvá dál do stínu, až nastane **úplné zatmění Měsíce**. Někdy se do stínu Měsíc celý nedostane, a proto dochází jen k částečnému zatmění Měsíce. Zatmění Měsíce je pozorovatelné naráz z celé poloviny Země.

I při úplném zatmění Měsíce je Měsíc na obloze vidět; jen se zmenší jeho jasnost. Dopadají na něj stále sluneční paprsky, které se rozptýlily v atmosféře Země, proto je zbarven oranžově či červenohnědě.

Měsíc kolem Země neobíhá přesně ve stejné rovině jako Země kolem Slunce, proto k zatmění nedochází při každém oběhu Měsíce kolem Země. Může k němu dojít jen tehdy, když se Měsíc nachází poblíž roviny oběhu Země kolem Slunce.

Zatmění Slunce nastává, když se před sluneční kotouč nasune Měsíc. Z míst na Zemi, která jsou ve stínu, pozorujeme úplné zatmění Slunce. Z míst, kde je na Zemi polostín, vidíme částečné nebo prstencové zatmění Slunce.

Když se Měsíc dostane do stínu Země, pozorujeme zatmění Měsíce. Je-li Měsíc celý ve stínu, jde o úplné zatmění Měsíce. Není-li Měsíc celý ve stínu, pozorujeme částečné nebo polostínové zatmění Měsíce.



Prstencové zatmění Slunce



Při částečném zatmění Slunce fungují mezery mezi listovím stromů jako dírkové komory. Na zemi pak můžeme pozorovat tvar slunečního kotouče.



Zatmění Měsíce

Zatmění Slunce i Měsíce se ve starověku vykládalo ve východních civilizacích jako pohlcení Slunce či Měsíce drakem. Proto lidé draka odháněli křikem a lomozem. Průsečíky trajektorií Měsíce a Slunce na obloze se ještě před sto lety označovaly jako dračí uzly.

Otázky a úkoly

- 1 Najdi na internetu obrázky úplných zatmění Slunce. Zjisti, zda se mění tvar vnější oblasti Slunce. Jak se tato oblast jmenuje?
- 2 V roce 1706 nemohli obyvatelé Prahy pozorovat úplné zatmění Slunce kvůli nepřízní počasí. Zjisti na internetu, kdy se na území hlavního města ČR naskytne šance sledovat tento úkaz znovu.
- 3 Proč nikdy nenastává prstencové zatmění Měsíce?
- 4 Měsíc se velice pomalu vzdaluje od Země. Které zatmění proto nebudou moci naši vzdálení potomci, například za 500 milionů let, sledovat?