

# Fyzika s nadhledem 7

## PŘEHLED UČIVA

pro základní školy a víceletá gymnázia



### Pohyb tělesa

#### Co je pohyb?

Pohyb tělesa je změna polohy tělesa vzhledem k jinému tělesu. Těleso je vzhledem k jinému tělesu v klidu, pokud se vzhledem k němu nepohybuje. Spojnice bodů, kterými při pohybu projde určitý bod tělesa, se nazývá trajektorie. Délce trajektorie za určitou dobu říkáme dráha. Dráha se proto měří ve stejných jednotkách jako vzdálenost či délka (milimetr, metr, kilometr). Podle tvaru trajektorie dělíme pohyby na přímočaré a křivočaré.

#### Posuvný a otáčivý pohyb

Všechny pohyby jsou složeny z posuvných a otáčivých pohybů. Proto posuvný a otáčivý pohyb jsou pohyby základní. Při otáčivém pohybu se všechny body tělesa pohybují po kružnicích se středy na jedné přímce – ose otáčení. Při posuvném pohybu se každý bod tělesa pohybuje po stejné trajektorii: trajektorie jednotlivých bodů tělesa mají stejný tvar a stejnou délku (dráhu).

#### Rychlost

Rychlost je podíl dráhy a času, za který těleso dráhu urazilo,  $v = \frac{s}{t}$ .

Jednotky rychlosti jsou: metr za sekundu  $\frac{m}{s}$ ,  
kilometr za hodinu  $\frac{km}{h}$  a kilometr za sekundu  $\frac{km}{s}$ .

jednotka	značka	převody
kilometr za hodinu	$\frac{km}{h}$	$1 \frac{km}{h} = \frac{1000 m}{3600 s} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s}, 1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h}$
kilometr za sekundu	$\frac{km}{s}$	$1 \frac{km}{s} = \frac{1000 m}{1 s} = 3600 \frac{km}{h}$

#### Průměrná a okamžitá rychlost

Ve fyzice rozlišujeme průměrnou a okamžitou rychlost. Průměrnou rychlost počítáme vydělením celkové dráhy celkovým časem. Okamžitá rychlost je rychlost v daném okamžiku. Znázorňujeme ji orientovanou úsečkou. Průměrná rychlost nemá směr.

#### Měření rychlosti

Okamžitá rychlost se měří tachometry. Údaj na tachometru závisí na počtu otáček kola za určitou dobu. Policie využívá k měření rychlosti vozidel radary. Rychlost větru se měří anemometry, které jsou vybavené speciálními vrtulkami roztáčenými větrem. Podobně se měří také rychlost proudění kapalin, například vody nebo benzínu. Rychlost měří i zařízení využívající satelitní navigační systémy (určují v krátkých časových úsecích polohu a počítají rychlost).



## Pohyb tělesa (pokračování)

### Rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb

Rovnoměrný posuvný pohyb je pohyb, při němž se všechny body tělesa pohybují stále stejnou rychlostí. Grafem časového průběhu rychlosti je úsečka rovnoběžná s časovou osou. Nerovnoměrný pohyb je pohyb, který není rovnoměrný. K tomu stačí, aby rychlost některého bodu nebyla stále stejná. Nerovnoměrným pohybem je například zrychlený pohyb a zpomalený pohyb. Otáčivé pohyby také rozdělujeme na rovnoměrné a nerovnoměrné.

### Kreslíme grafy ve fyzice

Postup při kreslení grafů ve fyzice:

1. Narýsujeme dvě navzájem kolmé osy – vodorovnou a svislou.
2. U konce každé osy doplníme popis osy ve tvaru  $\frac{\text{označení veličiny}}{\text{značka jednotky}}$ .
3. Na každou osu narýsujeme rovnoměrnou stupnici.
4. Do grafu vyneseme body odpovídající zjištěným hodnotám.
5. V grafu můžeme křivkou naznačit průběh závislosti fyzikální veličiny.

### Dráha rovnoměrného pohybu

Dráhu  $s$ , kterou urazí těleso rychlostí  $v$  za čas  $t$ , vypočítáme podle vzorce  $s = v \cdot t$ . Dráha rovnoměrného pohybu odpovídá obsahu obdélníku pod grafem časového průběhu rychlosti. Grafem časového průběhu dráhy rovnoměrného pohybu je úsečka.

### Dráha nerovnoměrného pohybu

Dráha odpovídá ploše pod křivkou znázorňující časový průběh rychlosti.

### Výpočet doby rovnoměrného pohybu

Čas  $t$ , za který těleso urazí dráhu  $s$  průměrnou rychlostí  $v_{\text{prům}}$  je  $t = \frac{s}{v_{\text{prům}}}$ .

## Síly a jejich vlastnosti

### Síla a její účinky

Působení těles je vždy vzájemné. Při statickém působení těles jsou tělesa vzhledem k sobě v klidu. Pokud se tělesa vůči sobě pohybují, mluvíme o dynamickém působení. Tělesa na sebe mohou působit při dotyku nebo na dálku. Působení těles na dálku je zprostředkováno silovým polem. Působení sil se projevuje deformačními a někdy také pohybovými účinky.

### Znázornění síly

Síla je veličina, kterou užíváme k popisu vzájemného působení těles. Jednotkou síly je newton (označení N). Síla je určena velikostí (číselnou hodnotou) a směrem, ve kterém síla působí. Sílu si můžeme znázornit orientovanou úsečkou (úsečka s šipkou). Bod, ve kterém síla působí, se nazývá působíště síly. Příímka, v níž síla působí, se nazývá nositelka síly. Sílu můžeme posunovat podél její nositelky bez změny účinku.

### Skládání rovnoběžných sil

Výslednice sil je síla, která by měla na těleso stejné účinky jako všechny síly, které na něj působí. Výslednicí rovnoběžných sil stejného směru je síla s velikostí rovnou součtu sil. Má stejný směr jako skládané síly. Výslednicí rovnoběžných sil opačného směru je síla s velikostí rovnou rozdílu sil. Má směr větší síly.



### Skládání různoběžných sil

Postup při grafickém skládání dvou různoběžných sil se stejným působištěm je následující – úsečky znázorňující síly doplníme na rovnoběžník. Výslednicí je síla, která je úhlopříčkou rovnoběžníku a vychází z působiště obou sil. Každou sílu můžeme rozložit na dvě složky.

### Tíhová síla

Na všechna tělesa na zemském povrchu působí tíhová síla. Značíme ji  $F_G$ . Tíhovou sílu můžeme počítat podle vzorce  $F_G = m \cdot g$ . Tíhová síla určuje svislý směr.

### Těžiště

Působištěm tíhové síly je těžiště. Každé těleso má jen jedno těžiště. Těžiště může ležet mimo těleso.

### Tlak, tlaková síla

Působí-li síla kolmo na plochu, nazýváme ji tlaková síla.

Účinky tlakové síly popisuje tlak. Tlak vypočítáme podle vzorce  $p = \frac{F}{S}$ , ve kterém je  $F$  tlaková síla a  $S$  obsah plochy, na kterou tlaková síla působí. Jednotkou tlaku je pascal (Pa).

Deformační účinky tlakové síly se snižují zvětšením plochy (lyže, sněžnice, pásy tanku, ...). Tlak se zvyší zmenšením plochy (jehla, nůž, hřebík, sekera, ...). Tlak můžeme ovlivnit také změnou tlakové síly.

### Setrvačnost

Zákon setrvačnosti: Těleso setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém, pokud není nuceno tento stav změnit působením jiných těles. S projevy setrvačnosti musíme počítat zejména při rychlých pohybech nebo při pohybech velmi hmotných těles.

### Síla a změny pohybu

Výsledná síla, která působí ve směru rychlosti, těleso urychluje. Výsledná síla, která působí proti směru rychlosti, těleso zpomaluje. Výsledná síla, která je kolmá ke směru rychlosti, zakřivuje trajektorii tělesa. Výsledná síla, která působí jiným směrem, má dva pohybové účinky. Jedním je zakřivení trajektorie, druhým změna velikosti rychlosti. Čím větší je výsledná síla, tím větší jsou pohybové účinky. Čím je větší hmotnost tělesa, tím menší jsou pohybové účinky.

### Akce a reakce

Zákon akce a reakce: Dvě tělesa na sebe navzájem působí stejně velkými silami opačného směru. Tyto síly nazýváme akce a reakce. Obě síly mají společnou nositelku, působí současně. Vždy působí na různá tělesa, proto se neruší.

### Otáčivé účinky síly

Otáčivé účinky síly popisuje moment síly. Moment síly je roven součinu ramene síly a síly ( $M = r \cdot F$ ). Rameno síly je vzdálenost nositelky síly a osy otáčení. Jednotkou momentu síly je newtonmetr, který má značku  $N \cdot m$ . K otáčení se s výhodou používá dvojice sil. Jsou to dvě rovnoběžné, stejně velké síly opačného směru, s různými nositelkami. Rovnováha je stav, při kterém je těleso v klidu. Podmínkami rovnováhy jsou nulová výslednice sil a nulový moment sil.

### Smykové tření

Smykové tření vzniká, když se dvě tělesa z pevných látek po sobě smýkají. Třecí síla závisí na tlakové síle a na kvalitě povrchů. Projevuje se silou působící proti směru pohybu nebo silou, která brání tělesu dát se do pohybu. Klidová třecí síla je větší než třecí síla při pohybu.

### Valivé tření a odpor prostředí

Valivé tření vzniká při valení válce, koule nebo kužele. Za stejných okolností je tření valivé menší než tření smykové. Tření je v některých případech užitečné, v technice je obvykle škodlivé. Když se nějaké těleso pohybuje v kapalině nebo v plynu, vzniká odpor prostředí. Síla odporu prostředí je vždy namířena proti pohybu.



# Kapaliny

## Vlastnosti kapalin, povrchové napětí

Molekuly kapalin jsou stejně jako molekuly plynů či molekuly pevných látek v neustálém neuspořádaném pohybu. Udržují se v přibližně stejných vzdálenostech od sebe. Nejsou však vázány na jedno místo a mohou po sobě klouzat.

Molekuly na sebe působí odpuzivými silami, jsou-li u sebe příliš blízko. Naopak při větších vzdálenostech mezi molekulami jsou síly přitažlivé. Kapaliny jsou tekuté, mají tvar podle nádoby. Jsou nestlačitelné. Důsledkem sil mezi molekulami kapaliny je pružná blána na povrchu kapaliny. Její vlastnosti popisuje fyzikální veličina povrchové napětí.

## Závislost hustoty kapaliny na teplotě

Hustota kapalin se při zvýšení teploty zmenšuje. Výjimkou je voda. Její hustota se při zvýšení teploty mezi 0 °C a 4 °C zvětšuje a objem zmenšuje. Hustota vody je při 4 °C největší. Tato výjimka se nazývá teplotní anomálie vody.

## Kapilární jevy

Kapalina smáčí stěny nádoby, jsou-li síly mezi molekulami stěny a molekulami kapaliny větší než síly mezi molekulami kapaliny. Hladina kapaliny se u stěny zvedne. V kapiláře vystoupí taková kapalina nad úroveň hladiny kapaliny v nádobě. Tento jev má velký význam v přírodě. Kapalina nesmáčí stěny nádoby, jsou-li síly mezi molekulami stěny a molekulami kapaliny menší než síly mezi molekulami kapaliny. Hladina kapaliny u stěny poklesne. V kapiláře je hladina kapaliny níže než hladina v nádobě.

## Hydrostatický tlak

Hydrostatický tlak v hloubce  $h$  je roven součinu hloubky  $h$ , hustoty kapaliny  $\rho$  a konstanty  $g$  ( $p_h = h \cdot \rho \cdot g$ ).

Na každou stěnu tělesa ponořeného v kapalině působí kolmo tlaková síla rovná součinu plochy stěny  $S$ , průměrné hloubky stěny  $h$ , hustoty kapaliny  $\rho$  a konstanty  $g$  ( $F = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$ ).

## Spojené nádoby

Hladiny kapalin ve spojených nádobách se ustálí ve stejné výšce. Tento jev se využívá například v sifonech umyvadel a WC, v konvicích, u hadicové vodováhy, ve zdymadlech.

## Archimedův zákon

Archimedův zákon: Vztlková síla působící na těleso v kapalině je rovna tíhové síle, která by působila na kapalinu s objemem ponořené části tělesa. Pro vztlkovou sílu platí  $F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$ , kde  $V$  je objem ponořené části tělesa,  $\rho$  je hustota kapaliny,  $g$  je konstanta. Změnu objemu tělesa a tím vztlkové síly využívají ryby a další vodní živočichové ke změně hloubky, ve které se pohybují.

## Plavání těles

Těleso ponořené v kapalině:

1. klesá ke dnu (potápí se), je-li jeho hustota větší než hustota kapaliny;
2. zůstává ve stejné výšce (vznáší se), je-li jeho hustota stejná jako hustota kapaliny;
3. stoupá k hladině, je-li jeho hustota menší než hustota kapaliny.

U ledu plovoucího na hladině vody vyčnívá z vody asi jedna desetina celkového objemu ledu.

## Pascalův zákon

Pascalův zákon: Působí-li na kapalinu v uzavřené nádobě vnější tlaková síla, zvýší se tlak ve všech místech kapaliny stejně. Pascalův zákon se využívá například v hydraulických lisech, hydraulických zvedácích, u strojů pro zemní práce a u brzd v automobilech.



## Plyny

### Vlastnosti plynů

Atomy a molekuly plynu se neustále neuspořádaně pohybují, jejich vzájemné vzdálenosti nejsou stálé. Plyn vyplní vždy celý objem nádoby. Plyny jsou stlačitelné a tekuté. Rozpínavost i tlak plynu jsou důsledkem pohybu molekul.

### Atmosférický tlak a jeho měření

Tíhová síla působící na vzduch v atmosféře se projevuje tlakovou silou. Tlak, který tomu odpovídá, nazýváme atmosférický tlak. Jeho velikost je přibližně 100 kPa, klesá s nadmořskou výškou a závisí i na počasí. Atmosférický tlak měříme aneroidy.

### Atmosféra Země a meteorologie

Atmosféra je vzduchový obal planety Země. Podle toho, jak se v ní mění teplota, ji rozdělujeme na čtyři vrstvy: troposféru, stratosféru, mezosféru a termosféru. V troposféře probíhají všechny změny ovlivňující další vývoj počasí. To je popisováno pomocí základních meteorologických prvků, jimiž jsou teplota vzduchu, tlak vzduchu, vlhkost vzduchu, proudění vzduchu, oblačnost a srážky.

### Archimedův zákon pro plyny

I v atmosféře platí Archimedův zákon: Vztlková síla působící v atmosféře na těleso je rovna tíhové síle, která by působila na vzduch s objemem tělesa. Pro vztlkovou sílu platí  $F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$ , kde  $V$  je objem tělesa,  $\rho$  je hustota vzduchu a  $g$  je konstanta. Vztlková síla působící na těleso míří svisle vzhůru. Je-li průměrná hustota tělesa menší než hustota vzduchu, těleso v atmosféře stoupá.

### Přetlak, podtlak, vakuum

O podtlaku mluvíme, má-li plyn v nádobě tlak nižší než atmosférický. Je-li tento tlak dokonce tak nízký, že se blíží hodnotě 0 Pa, používáme pojem vakuum. Tlaku většímu, než je atmosférický, říkáme přetlak. Přetlak se někdy uvádí jako fyzikální veličina. Je to rozdíl tlaku plynu a atmosférického tlaku.

### Proudění vzduchu

Příčinou proudění vzduchu v atmosféře je rozdíl tlaků. Rychlost větru se měří anemometry. Při vzájemném pohybu vhodně tvarovaných těles a vzduchu vzniká aerodynamický vztlak. Aerodynamického vztlaku využívají ptáci, letadla a vrtulníky.

## Světelné jevy

### Přímočaré šíření světla, rychlost světla

Zdroji světla mohou být jak rozžhavená tělesa (Slunce, plamen svíčky, ...), tak i tělesa nerozžhavená (zářivka, světluška, ...). Svítit mohou i tělesa osvětlená (Měsíc, osvětlená bílá zeď, ...). Bodovým zdrojem nazýváme zdroj světla, jehož rozměry jsou zanedbatelné vzhledem ke vzdálenosti (pouliční lampa, hvězda, ...). Ostatní zdroje jsou plošné nebo prostorové. Optická prostředí mohou být průhledná (vzduch, čisté sklo), průsvitná (kouř, mlha) nebo neprůhledná (dřevo, keramika). Světlo se šíří přímočaře. Rychlost šíření světla ve vakuu je 300 000 kilometrů za sekundu, v ostatních průhledných prostředích je menší.

### Stín a polostín

Stín je prostor za tělesem, do něhož neproniká světlo ze zdroje. Prostor, do kterého proniká světlo pouze z některého z více zdrojů nebo z části plošného zdroje, se nazývá polostín.



## Světelné jevy (pokračování)

### Zatmění Slunce a Měsíce

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.

### Fáze Měsíce

Změny osvětlení viditelné části Měsíce způsobené změnami vzájemné polohy Slunce, Země a Měsíce nazýváme fáze Měsíce. Vystřídají se za 29,5 dne. Nejvýznamnějšími fázemi jsou nov, první čtvrt, úplňk a poslední čtvrt.

Pomocí dalekohledů můžeme sledovat také fáze Merkuru a Venuše.

### Odras světla na rovinném zrcadle

Vyleštěné kovové rovinné plochy, obvykle chráněné skleněnou vrstvou, nazýváme rovinná zrcadla.

Pro odraz světelného paprsku na zrcadle platí zákon odrazu: Úhel odrazu se rovná úhlu dopadu. Odražený paprsek leží v rovině dopadu. Obraz v rovinném zrcadle je zdánlivý, stejně velký, vzpřímený a stranově převrácený.

### Kulová zrcadla

Kulová zrcadla rozeznáváme dutá a vypuklá. Rovnoběžné paprsky se po dopadu na duté zrcadlo odrážejí do jednoho bodu, který nazýváme ohnisko dutého zrcadla. Paprsky rovnoběžné s optickou osou dopadající na vypuklé zrcadlo se odrážejí, jako by vycházely z jednoho místa za zrcadlem – tento bod nazýváme ohnisko vypuklého zrcadla.

### Zobrazení předmětů kulovými zrcadly

Skutečný obraz předmětu vzniká protnutím paprsků světla odražených od zrcadla na stínítku. Zdánlivý obraz předmětu nelze zachytit na stínítku. Duté zrcadlo vytváří obraz skutečný, je-li předmět od zrcadla dál než ohnisko. Je-li předmět mezi ohniskem a dutým zrcadlem, pozorujeme zdánlivý, zvětšený obraz. Obraz předmětu, který pozorujeme vypuklým zrcadlem, je vždy zdánlivý a zmenšený.

### Lom světla

Na rozhraní dvou prostředí, kterými světlo prochází, nastává lom světla. Je důsledkem různých rychlostí šíření světla v různých prostředích. K lomu světelného paprsku ke kolmici dojde, prochází-li světlo do prostředí, ve kterém se šíří menší rychlostí než v původním prostředí (vzduch → sklo, vzduch → voda). K lomu světelného paprsku od kolmice dojde, prochází-li světlo do prostředí, ve kterém se šíří větší rychlostí než v původním prostředí (sklo → vzduch, voda → vzduch).

### Čočky

Rozeznáváme dva druhy čoček: spojky a rozptylky. Spojky jsou čočky, které mění rovnoběžný svazek paprsků na sbíhavý, rozptylky na svazek rozbíhavý. Bod, do kterého spojka láme všechny paprsky dopadající rovnoběžně s optickou osou, nazýváme ohnisko spojky. U rozptylky nazýváme ohniskem bod, ze kterého se rozptylují paprsky dopadající rovnoběžně s optickou osou. Důležitým údajem u čoček je jejich ohnisková vzdálenost, která udává vzdálenost ohniska od optického středu čočky.

### Zobrazení předmětů čočkami

Spojka vytváří obraz skutečný, je-li předmět dále od spojky než ohnisko. Je-li předmět mezi ohniskem a spojkou, pozorujeme zdánlivý, zvětšený obraz. Obraz předmětu, který pozorujeme rozptylkou, je zdánlivý a zmenšený.



## Oko

Oko se přizpůsobuje pozorování různě vzdálených předmětů kolem nás tím, že oční čočka mění svou ohniskovou vzdálenost. Dvě nejčastější vady oka jsou krátkozrakost a dalekozrakost. Vadu krátkozrakého oka odstraňujeme rozptylkou, dalekozrakého spojku.

## Optické klamy

Příčinou optických klamů může být buď zvláštní šíření světla v atmosféře či v kapalině, nebo chybné vyhodnocení pozorované skutečnosti mozkiem. Z fyzikálního hlediska patří k nejvýznamnějším optickým klamům jevy spodního a svrchního zrcadlení.

## Optické přístroje – užití čoček v praxi

Zorný úhel je úhel mezi paprsky od krajních bodů sledovaného předmětu, které vstupují zorničkou do oka. Ke zvětšení zorného úhlu používáme optické přístroje: lupu, mikroskop, dalekohled. Dalšími optickými přístroji jsou fotoaparát a videokamera.

## Rozklad světla, barvy

Bílé světlo se při průchodu skleněným hranolem rozkládá na jednoduché barvy, vzniká tak spektrum. Jsou v něm například tyto barvy: fialová, indigová, modrá, zelená, žlutá, oranžová a červená. K rozkladu světla dochází i na vodních kapkách, pak vzniká duha. Lidské oko obsahuje buňky citlivé zejména na tři barvy – červenou, zelenou a modrou. Libovolnou barvu můžeme nahradit smícháním těchto barev (označují se RGB). Při barevném tisku se skládají jiné barvy – azurová, purpurová a žlutá, navíc se přidává černá (označují se CMYK).

