

FYZIKA

7. ROČNÍK

Školní rok 2021/2022

Jméno a příjmení:

1. POHYB A SÍLA.

POHYB TĚLESA.

Téma 1.: Klid a pohyb tělesa.

! Těleso se pohybuje, mění-li svou polohu vzhledem k jinému tělesu.

Rozhodnout, zda se těleso pohybuje, nebo je v klidu, můžeme jen tehdy, uvedeme-li, **vzhledem k jakému tělesu pohyb vztahujeme. !**

Totéž těleso může být v pohybu vzhledem k jednomu tělesu a současně v klidu k jinému tělesu. Např. když jedeme na sáňkách, tak vzhledem k sáňkám jsme v klidu, ale vzhledem ke kopci se pohybuje.

V běžném vyjadřování vztahujeme pohyb nebo klid tělesa nejčastěji vzhledem k povrchu Země.

Otázky a úlohy str.9

Téma 2.: Jak můžeme popsat pohyb?

Pohyb popisujeme pomocí dvou základních pojmů: ***trajektorie pohybu tělesa*** a ***dráha tělesa***.

Čáru, kterou při pohybu těleso opisuje, nazýváme ***trajektorie pohybu tělesa***. Např. stopa letadla na obloze, koleje vlaku apod.

Podle tvaru trajektorie rozlišujeme pohyb:

- 1) přímočarý
- 2) křivočarý

Délka trajektorie, kterou pohybující se těleso opíše za určitou dobu, se nazývá ***dráha tělesa***. Dráha je fyzikální veličina. Označujeme ji písmenem **s**. Měříme ji v jednotkách délky, např. v metrech, kilometrech.

Druhy pohybu tělesa:

- 1) ***posuvný pohyb***: je to pohyb, při kterém se **všechny body tělesa pohybují po trajektorii stejného tvaru a proběhnou stejné dráhy** (např. posouvání trojúhelníku po lavici nebo vagónu po kolejích apod.). Při popisu posuvného pohybu tělesa **stačí popisovat pohyb jednoho jeho bodu. Trajektorie i dráhy všech ostatních bodů jsou zcela stejné.**
- 2) ***otáčivý pohyb kolem nehybné osy***: trajektorie všech bodů tělesa jsou **části kružnic se středem v ose *o***. **Body různě vzdálené od osy proběhnou různé dráhy** (např. lopatky ventilátoru, brusný kotouč, vrtule letadla apod.).

Téma 3.: **Nerovnoměrný a rovnoměrný pohyb.** **Rychlost rovnoměrného pohybu.**

Rovnoměrný pohyb koná těleso, jestliže za stejné doby urazí vždy stejné dráhy. Např. ve výrobě na páse se pohybují rovnoměrně noviny, lopatky ventilátoru konají rovnoměrný křivočarý pohyb apod.

Pohyb, který není rovnoměrný, se nazývá *nerovnoměrný pohyb*.

Rychlost rovnoměrného pohybu určíme tak, že dráhu s dělíme dobou pohybu t . Rychlost je fyzikální veličina a značíme ji v , přičemž platí vztah:

$$v = s : t \quad \text{nebo} \quad v = \frac{s}{t}$$

Jednotkou rychlosti je $\frac{m}{s}$ nebo $\frac{km}{h}$. Platí převodový vztah:

$$1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h}$$

Příklad: Vyjádři rychlost automobilu 20 m/s v jednotce km/h.

Řešení:

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

$$v = ? \text{ km/h}$$

$$20 \text{ m/s} = (20 \cdot 3,6) \text{ km/h} = 72 \text{ km/h}$$

Automobil jede rychlostí 72 km/h.

Téma 4.: **Dráha při rovnoměrném pohybu tělesa.**

Při rovnoměrném pohybu platí:

Kolikrát delší je doba pohybu, tolikrát delší je dráha.

Při rovnoměrném pohybu tělesa je dráha přímo úměrná době pohybu. Platí:

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

Příklad: Věra bydlí 60 m od nádraží. V kolik hodin musí vyjít z domova, aby stihla vlak v 7 h 30 min, když půjde rovnoměrně rychlostí 2 m/s?

Řešení:

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$t = s : v = 60 : 2 = 30 \text{ s}$$

$$s = 60 \text{ m}$$

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

Věra půjde na nádraží 30 s, musí tedy vyjít z domova nejpozději v 7 h 29 min 30 s.

Téma 5.: Průměrná rychlost nerovnoměrného pohybu tělesa.

U rovnoměrného pohybu tělesa je jeho rychlost stále stejná. Daleko častěji se setkáváme s nerovnoměrným pohybem tělesa. Při jízdě na kole, bruslích, autem apod. musíme něco uvést do pohybu, různě se vyhýbat překážkám tudíž zpomalovat, zrychlovat atd. Jedná se o pohyb nerovnoměrný.

Pro nerovnoměrný pohyb zavádíme **průměrnou rychlost pohybu**. Značíme ji v_p a vypočítáme:

$$v_p = \frac{\text{celková dráha}}{\text{celková doba}}$$

Příklad: Určete průměrnou rychlost vlaku na trati ze Slavonic do Dačic dlouhé 18 km, kterou vlak ujel za 30 min.

Řešení:

$$s = 18 \text{ km}$$

$$v_p = 18 : 0,5 = 36 \text{ km/h}$$

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

$$v_p = ? \text{ km/h}$$

Průměrná rychlost vlaku ze Slavonic do Dačic je 36 km/h.

Jakou rychlostí se pohybujeme při jízdě autem, vlakem apod. v dané chvíli nám ukazuje tachometr. Této rychlosti říkáme **rychlost okamžitá**. Když je údaj na tachometru stálý, vozidlo se pohybuje *rovnoměrně*. Když se údaj na tachometru zmenšuje, vozidlo koná pohyb zpomalený a když se údaj na tachometru zvětšuje, jde o pohyb zrychlený.

Příklad: Automobil jel na jednom úseku dálnice po dobu půl hodiny stálou rychlostí 80 km/h. Pak náhle svou rychlost zmenšil na 60 km/h. Tuto rychlost jel po dobu 45 min.

- a) Určete průměrnou rychlost automobilu na jeho dráze.
- b) Vypočítejte aritmetický průměr obou rychlostí.

Řešení:

SÍLA. SKLÁDÁNÍ SIL.

Téma 6.: Co už víme o síle?

Znázornění síly.

Síla je vzájemné působení těles. Označujeme ji písmenem **F**. Jednotkou síly je **newton (N)**.

1 N je roven síle, kterou Země přitahuje těleso o hmotnosti 100 g.

Silou na sebe působí tělesa nejenom *při vzájemném doteku*, ale také *prostřednictvím polí* (magnetické, elektrické, gravitační).

Sílu měříme pružinovým siloměrem.

Účinek síly závisí na:

- 1) *velikosti* působící síly
- 2) *směru*, ve kterém síla působí
- 3) *místě*, kde síla na těleso působí (*působíště síly*)

Sílu znázorňujeme šipkou. Směr šipky ukazuje směr síly a její délka odpovídá velikosti síly (např. 1 cm = 1 N). Počátek šipky znázorňuje působíště síly.

! Posuvný účinek síly na pevné těleso se nezmění, když se posune její působíště do jiného bodu tělesa po přímce, ve které síla působí. !

Téma 7.: Gravitační síla a hmotnost tělesa.

Gravitační síla, kterou Země přitahuje těleso F_g je tolikrát větší, kolikrát větší je hmotnost tělesa (m). Velikost síly F_g je tudíž přímo úměrná hmotnosti tělesa (m) a vypočítáme ji:

$$F_g = m \cdot g$$

$g = 10 \text{ N/kg}$ - tíhové zrychlení

Příklad: Jak velkou gravitační silou působí Země na Jirku, který má hmotnost 60 kg?

Řešení:

$$m = 60 \text{ kg}$$

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

$$F_g = ? \text{ N}$$

$$F_g = m \cdot g = 60 \cdot 10 = 600 \text{ N}$$

Jirka je přitahován k Zemi gravitační silou o velikosti 600 N.

**Téma 8.: Skládání sil stejného směru.
Skládání sil opačného směru.**

Síla, která má na těleso stejný účinek jako několik současně působících sil, se nazývá výslednice těchto sil. Nalezení výslednice sil se nazývá skládání sil.

Skládání sil stejného směru:

Výslednice dvou sil stejného směru má s oběma silami stejný směr a její velikost se rovná součtu velikosti obou sil:

$$F = F_1 + F_2$$

Skládání sil opačného směru:

Výslednice dvou sil opačného směru má stejný směr jako větší síla a její velikost se rovná rozdílu velikosti obou sil:

$$F = F_1 - F_2$$

Téma 9.: **Rovnováha dvou sil.**

Dvě síly stejné velikosti a opačného směru, které působí současně na těleso v jedné přímce, mají nulovou výslednici.

Dvě stejně velké síly opačného směru, které působí současně na těleso v jedné přímce, jsou v rovnováze. Jejich pohybové účinky na těleso se ruší.

Téma 10.: Skládání různoběžných sil.

Výslednici různoběžných sil určujeme geometricky pomocí tzv. rovnoběžníku sil.

Znázorníme skládané síly F_1 a F_2 ve společném působišti (bodě O). Sestrojíme rovnoběžník a úhlopříčka rovnoběžníku je výslednice sil, která vychází z bodu O.

Při zvětšování úhlu, který síly F_1 a F_2 svírají, se jejich výslednice F zmenšuje.

Téma 11.: Těžiště tělesa.

Každé těleso má jen jedno těžiště T.

Do těžiště umístíme působíště výsledné gravitační síly F_g , kterou Země působí na těleso.

Poloha těžiště závisí na rozložení látky v tělese.

Tělesa zavěšená nad těžištěm nebo v těžišti zůstávají v klidu. Rovněž tělesa podepřená přesně pod těžištěm nebo v těžišti zůstávají v klidu.

Téma 12.: **Rovnovážná poloha tělesa.**

Těleso je v rovnovážné poloze, když síly na něj působící (gravitační síla a tahová síla závěsu nebo tlaková síla podložky) jsou v rovnováze.

Rovnovážná poloha tělesa může být:

- 1) *stálá (stabilní)* – při vychýlení z této polohy těžiště stoupá; těleso se samo vrací do původní polohy.
- 2) *volná (indiferentní)* – při vychýlení z této polohy zůstává těžiště ve stejné výšce.
- 3) *vratká (labilní)* – při vychýlení z této polohy těžiště klesá; těleso se nevrací do původní polohy.

V praxi je velmi důležité, abychom věděli, na čem závisí stálost, tzv. *stabilita* rovnovážné polohy. Posuzujeme ji podle toho, jak velkou silou můžeme těleso na podložce převrátit.

Čím níže je těžiště tělesa nad podložkou a čím je větší jeho hmotnost, tím má větší stabilitu (např. stabilita závodních automobilů – jsou nízké a široké apod.).

POSUVNÉ ÚČINKY SÍLY. POHYBOVÉ ZÁKONY.

Sílu popisujeme:

- 1) vzájemné působení těles, která se dotýkají
- 2) působení silového pole na těleso

Sílu označujeme písmenem F , měříme ji *pružinovým siloměrem*.

Základní jednotkou síly je IN (odpovídá gravitační síle, kterou Země přitahuje těleso o hmotnosti 100 g).

Gravitační síla Země F_g má pro nás mimořádný význam, protože žijeme v gravitačním poli Země. **Je přímo úměrná hmotnosti tělesa m** , platí:

$$F_g = m \cdot g$$

Působíště výsledné gravitační síly F_g , kterou Země působí na těleso, znázorňujeme v těžišti tělesa.

Účinky síly:

- 1) *posuvné* (síla těleso uvede z klidu do posuvného pohybu, jeho pohyb může urychlit, zpomalit nebo zastavit)
- 2) *otáčivé* (síla těleso roztočí, nebo točivý pohyb zrychlí, zbrzdí případně zastaví)
- 3) *deformační* (síla změní tvar tělesa)

Téma 13.: **Urychlující a brzdné účinky síly na těleso (Zákon síly).**

Síla může těleso uvést do pohybu, urychlit pohyb, zpomalit nebo zastavit pohyb, nebo změnit směr pohybu.

Čím větší je síla působící na těleso po stejnou dobu, tím víc se jeho pohyb zrychlí.

Když působíme stejnou silou na tělesa o různé hmotnosti, tak změna rychlosti těžšího tělesa je pomalejší.

Pohybové účinky sil na těleso zkoumal Isaac Newton a formuloval je do tří pohybových zákonů.

1. Zákon síly:

Působí-li na těleso síla, mění se jeho rychlost (to znamená, že síla uvede těleso z klidu do pohybu, pohyb tělesa se urychlí, zpomalí, zastaví nebo se změní jeho směr)

- a) čím větší síla na těleso působí, tím je změna jeho rychlosti větší**
- b) čím větší má těleso hmotnost, tím je změna jeho rychlosti menší**

Proti pohybu těles působí *brzdné síly třecí* (při pohybu tělesa po podložce) nebo *odporové* (u kapalin a plynů).

Téma 14.: Zákon setrvačnosti.

Těleso, které je vzhledem k Zemi v klidu, můžeme uvést do pohybu jenom silovým působením jiného tělesa nebo silového pole (např. míč ležící na podložce se začne pohybovat jenom když do něho kopneme, nebo když podložku nakloníme). Poprvé tuto domněnku ve fyzice vyslovil Galileo Galilei. Přesně ji na základě Galileiho pokusů později zformuloval Isaac Newton jako zákon setrvačnosti.

2. Zákon setrvačnosti:

Těleso setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém, jestliže na něj nepůsobí jiná tělesa silou nebo jestliže jsou síly působící na těleso v rovnováze.

Obecná vlastnost těles setrvávat v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém, když na něj nepůsobí jiná tělesa silou, se nazývá setrvačnost těles.

Se setrvačností těles se setkáváme neustále (při jízdě autem atd.). Využíváme ji v denním životě i v technice, např. vyklepávání prachu z šatů, bruslení atd. K tomu, aby se těleso pohybovalo rovnoměrně přímočaře, musíme na něj téměř vždy působit určitou silou. Je to důsledek toho, že musíme přemáhat brzdící síly, hlavně tření.

Téma 15.: Zákon vzájemného působení dvou těles **(Zákon akce a reakce).**

Silové působení dvou těles je vzájemné. Tělesa se přitom nemusí dotýkat, můžou na sebe působit prostřednictvím silových polí. V některých případech můžeme velikost sil vzájemného působení změřit.

3. Zákon vzájemného působení dvou těles (Zákon akce a reakce):

Působí-li jedno těleso na druhé silou, působí i druhé těleso na první silou stejně velkou opačného směru.

Síly vzájemného působení současně vznikají a současně zanikají.

Každá z nich působí na jiné těleso.

Síly vzájemného působení dvou těles působí vždy na dvě různá tělesa, proto se nemohou ve svých účincích rušit – nejsou v rovnováze.

OTÁČIVÉ ÚČINKY SÍLY.

V praxi se běžně využívá otáčivých účinků síly, např. klika u dveří, okno, otvírač na láhve atd.

Otáčivý účinek síly nezávisí jenom na velikosti síly, ale taky na tom, kde a kterým směrem síla působí.

Téma 16.: Účinek síly na těleso otáčivé kolem pevné osy. Páka.

Páka je tyč, která je otáčivá kolem osy.

Otáčivé účinky sil závisí nejen na velikosti síly, ale taky na tom, v jaké vzdálenosti od osy otáčení síla působí. Tuto vzdálenost nazýváme *rameno síly* – je to vzdálenost osy otáčení od přímky, na které znázorňujeme sílu.

Páku zjednodušeně znázorňujeme:

Pro **rovnovážnou polohu páky** platí:

$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

Otáčivý účinek síly závisí na součinu velikosti síly a jejího ramene, který nazýváme moment síly:

$$M = F \cdot a \quad (\text{N.m}) - \text{newtonmetr}$$

Páka je v rovnovážné poloze, jestliže se moment síly, která otáčí páku v jednom smyslu, rovná momentu síly, která otáčí páku v opačném smyslu. Platí přitom:

$$M_1 = M_2$$
$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

Příklad:

Dívka o hmotnosti 25 kg sedí ve vzdálenosti 2 m vpravo od osy otáčení houpačky. Kam si má sednout chlapec o hmotnosti 40 kg vlevo od osy otáčení, aby se mohli dobře houpat.

Řešení:

$$m_1 = 40 \text{ kg}$$

$$F_1 = m_1 \cdot g = 40 \cdot 10 = 400 \text{ N}$$

$$m_2 = 25 \text{ kg}$$

$$F_2 = m_2 \cdot g = 25 \cdot 10 = 250 \text{ N}$$

$$a_2 = 2 \text{ m}$$

$$a_1 = ? \text{ m}$$

$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

$$F_1 = ? \text{ N}$$

$$400 \cdot a_1 = 250 \cdot 2$$

$$F_2 = ? \text{ N}$$

$$a_1 = 500 : 400$$

$$a_1 = 1,25 \text{ m}$$

Chlapec o větší hmotnosti se posadí do vzdálenosti 1,25 m vlevo od osy otáčení.

Téma 17.: Užití páky.

V praxi se s pákou setkáváme často. Je součástí mnoha zařízení. Pomocí páky můžeme zvedat těžké předměty menší silou než bez použití páky, přičemž se ještě využívá směr působení síly (po směru F_g).

Páka může být v rovnovážné poloze i tehdy, působí-li síly F_1 a F_2 na stejné straně osy otáčení, ale síly musí působit v opačném směru:

Při působení dvou stejně velkých sil ($F_1 = F_2$) na páku je páka v rovnovážné poloze, jestliže jsou ramena obou sil stejná ($a_1 = a_2$). Taková páka se nazývá *rovnoramenná páka*. Příkladem využití rovnoramenné páky jsou i rovnoramenné váhy, na kterých určujeme hmotnost tělesa srovnáním se známou hmotností závaží.

Téma 18.: Kladky.

Pevná kladka je podobně jako páka těleso otáčivé kolem pevné zpravidla vodorovné osy. Je to kotouč, na jehož obvodu je žlábek, do kterého se vkládá lano. *Pevnou kladku používáme, když chceme změnit směr síly.*

Pevná kladka je v rovnovážně poloze, když na obou koncích lana působí stejné síly. Pevná kladka jako rovnoramenná páka:

Při použití pevné kladky působíme stejně velkou silou jako bez jejího použití, ale působíme silou směrem dolů přičemž využíváme tahovou sílu našeho těla, která vzniká v důsledku gravitace (využíváme vlastní tíhu).

Volná kladka je kladka zavěšená na lano. Na osu kladky zavěšujeme těleso. Volná kladka je v rovnovážně poloze, když na volný konec lana působíme silou o poloviční velikosti, než je gravitační síla působící na zvedaný náklad:

Při použití volné kladky více táhneme menší silou než u pevné kladky, ale nevýhodou je, že táhneme směrem nahoru (proti směru gravitace). Abychom změnil tento směr, povedeme konec lana volné kladky přes pevnou kladku. Budeme tedy táhnout poloviční silou směrem dolů. Takové zařízení se nazývá kladkostroj (skládá se z jedné volné a jedné pevné kladky):

V praxi se používají kladkostroje složené z několika kladek pevných a volných, což nám umožní zvedat náklady ještě menší silou než při použití jednoduchého kladkostroje.

DEFORMAČNÍ ÚČINKY SÍLY.

Posuvné účinky síly závisí na velikosti síly, jakou působíme na těleso (čím větší síla, tím větší rychlost) a taky na hmotnosti tělesa (čím větší hmotnost, tím menší rychlost).

Otáčivé účinky síly závisí nejenom na velikosti síly, ale i na ramenu síly, tzn. závisí na momentu síly $M = F \cdot a$ (když chceme roztočit kolotoč, půjde nám to stejně velkou silou lépe, když budeme otáčet dále od osy otáčení).

Deformační účinky síly závisí na velikosti síly a na ploše, na kterou tato síla působí.

Téma 19.: Tlaková síla. Tlak.

Deformační účinky tlakové síly závisí na tom, jak velká síla působí na plochu.

Tlak označujeme písmenem **p** a vypočítáme ho, když velikost tlakové síly F dělíme obsahem plochy S , na kterou síla působí kolmo:

$$p = \frac{F}{S} \quad \frac{N}{m^2} = Pa$$

Jednotkou tlaku je **pascal (Pa)**. Jednotka byla nazvána podle francouzského matematika a fyzika B. Pascala (čti paskal; 1623 – 1662). Je to tlak, který vyvolá síla 1N působící kolmo na plochu 1 m². Je to velmi malý tlak (asi jaký vyvolá list papíru položený na stůl), proto se používají násobky této jednotky:

hektopascal	hPa	1 hPa = 100 Pa
kilopascal	kPa	1 kPa = 1 000 Pa
megapascal	MPa	1 MPa = 1 000 000 Pa

Příklad:

Hmotnost lyžaře s lyžemi je 60 kg. Obsah podrážek jeho bot je 0,040 m² a obsah plochy lyží je 0,400 m². Vypočítejte v obou případech, jaký tlak vyvolá lyžař na sněh.

Řešení:

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$S_1 = 0,040 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 0,400 \text{ m}^2$$

$$p_1 = ? \text{ Pa}$$

$$p_2 = ? \text{ Pa}$$

$$\text{Tlaková síla } F = F_g = m \cdot g = 60 \cdot 10 = 600 \text{ N}$$

a) tlak bez lyží:

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{600}{0,040} = 15\,000 \text{ Pa} = 15 \text{ kPa}$$

b) tlak s lyžemi na nohou:

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{600}{0,400} = 1\,500 \text{ Pa} = 1,5 \text{ kPa}$$

S lyžemi na nohou vyvolá lyžař desetkrát menší tlak na sněh než bez lyží.

Téma 20.: Tlak v praxi.

Běžně v praxi potřebujeme tlak zmenšit nebo zvětšit.

Zmenšení tlaku:

- 1) zvětšením obsahu stykové plochy
- 2) zmenšením tlakové síly

Zvětšení tlaku:

- 1) zmenšením obsahu stykové plochy
- 2) zvětšením tlakové síly

Je-li znám tlak a obsah stykové plochy, *tlakovou sílu* F určíme podle vztahu:

$$F = p \cdot S$$

Příklad:

Výrobce skleněných desek na konferenční stolky uvádí, že maximální tlak na desku může být 1 kPa. Obsah plochy desky stolku je 0,75 m². Urči, jakou maximální tlakovou silou můžeme na desku stolku působit.

Řešení:

$$p = 1 \text{ kPa} = 1\,000 \text{ Pa}$$

$$F = p \cdot S = 1\,000 \cdot 0,75 = 750 \text{ N}$$

$$S = 0,75 \text{ m}^2$$

$$F = ? \text{ N}$$

Na desku stolu můžeme působit maximálně tlakovou silou 750 N.

TŘENÍ.

Proti pohybu těles působí brzdné síly – *třecí a odporové*.

Odporové síly se uplatňují proti pohybu těles v kapalinách a v plynech.

Třecí síly vznikají při pohybu pevných těles po podložce, ke které jsou přitlačovány určitou silou. Tento jev, při kterém vznikají třecí síly nazýváme **tření**.

Téma 21.: **Třecí síla.**

Třecí síla působí ve stykové ploše tělesa s podložkou a má směr proti pohybu tělesa.

Velikost třecí síly

a) **závisí na povrchu stykových ploch** (např. táhneme těleso po skleněné desce nebo po koberci, třecí síla je pokaždé jiná).

b) **je přímo úměrná tlakové síle**, kterou působí těleso kolmo na podložku (např. když dáme na sebe dvě tělesa naměříme dvojnásobnou třecí sílu).

c) **nezávisí na obsahu stykových ploch** (např. když dáme dvě tělesa na sebe nebo je táhneme za sebou velikost třecí síly je stejná).

Smykové tření vzniká při posouvání neboli smýkání tělesa po podložce.

Tření lze podstatně zmenšit, když *smýkání nahradíme válením*, např. kolečkové brusle, skateboard apod.

Třecí síla působí i mezi tělesy, která jsou v klidu a to když je naše síla stejná jako síla třecí $F_t = F$ - k pohybu nedojde. Je to klidová třecí síla. *Klidová třecí síla* je při stejných podmínkách **v okamžiku uvedení tělesa do pohybu větší než třecí síla při pohybu.**

Téma 22.: **Třecí síly v denní i technické praxi.**

Tření v našem běžném životě může být:

- 1) *škodlivé* – při vzájemném pohybu se součásti strojů zahřívají, jejich stykové plochy se odírají a stroje se tím brzo opotřebovávají. Proto se snažíme třecí sílu zmenšovat např. leštěním stykových ploch, olejováním apod.
- 2) *užitečné* – kdyby neexistovala třecí síla našich bot, neudělali bychom ani krok, hřebíky by vypadly ze stěny, nábytek by klouzal po podlaze, každý uzel by se rozvázal apod.

2. MECHANICKÉ VLASTNOSTI KAPALIN A PLYNŮ.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI KAPALIN

Téma 23.: Co už víme o kapalinách?

Vlastnosti kapalin vyplývají z jejich částicové stavby:

- a) částice kapalin jsou v neustálém a neuspořádaném pohybu, proto kapaliny mění svůj tvar podle tvaru nádoby, ve které jsou umístěné
- b) kapaliny můžeme přelévat, tudíž jsou tekuté (tečou)
- c) po nalití kapaliny do nádoby se působením F_g částice kapaliny posouvají na místa položená níže až se ustálí vodorovná hladina kapaliny v klidu
- d) částice kapalin jsou velice blízko u sebe a tím jsou téměř nestlačitelné a nejsou rozpínavé
- e) kapaliny jsou snadno dělitelné na menší části

Téma 24.: Přenášení tlaku v kapalině.

Pascalův zákon.

Z různých poznatků a výsledků pokusů bylo definováno, že: Působením vnější tlakové síly na povrch kapaliny v uzavřené nádobě vznikne ve všech místech kapaliny stejný tlak.

Tento poznatek se podle svého objevitele nazývá *Pascalův zákon*.

Téma 25.: Hydraulická zařízení.

Víme, že zatlačením na kapalinu v uzavřené nádobě v jednom místě vyvoláme stejné zvětšení tlaku ve všech místech kapaliny – praktické využití Pascalova zákona. Když použijeme jako uzavřenou nádobu trubici, můžeme pomocí kapaliny přenášet působení síly do jiného místa.

Hydraulická zařízení **umožňují nejen přenášet tlakovou sílu, ale také ji zvětšit**. Pomocí různých pokusů a výpočtů bylo zjištěno, že **kolikrát má jeden píst větší obsah průřezu než druhý, tolikrát větší silou na něj kapalina působí**. Tlakové síly působící na písty jsou ve stejném poměru jako obsahy průřezů obou pístů:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

V hydraulických zařízeních se působením malé síly na píst o menším obsahu průřezu může vyvolat velká tlaková síla na píst o větším obsahu průřezu, např. hydraulický zvedák automobilů (místo vody se používá olej, aby zařízení nerezivěla a písty se snadněji pohybovaly), plošiny pro vozíčkáře, hydraulické lisy (lisování součástek, lisování oleje ze semen aj.), apod.

Téma 26.: Účinky gravitační síly Země na kapalinu.

V důsledku působení gravitační síly Země působí kapalina v nádobě v klidu tlakovou silou kolmo na dno nádoby, na stěny nádoby a na plochy ponořené v kapalině.

Tlaková síla kapaliny **roste s hloubkou a závisí na hustotě kapaliny.**

Příklad:

Jak velkou tlakovou silou působí voda na dno láhve o obsahu 60 cm². Výška sloupce vody nad blánou je 10 cm.

Řešení:

$$S = 60 \text{ cm}^2 = 0,006 \text{ m}^2$$

$$h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

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

$$F = ? \text{ N}$$

Velikost tlakové síly, kterou působí kapalina o hustotě ρ na plochu o obsahu S v hloubce h pod hladinou kapaliny vypočítáme:

$F = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$

Téma 27: Hydrostatický tlak.

Hydrostatický tlak (hydro = vodní + statický = v klidu) označujeme p_h a vypočítáme:

$$p_h = \frac{\text{tlaková síla}}{\text{obsah plochy, na kterou působí}} = \frac{F}{S} = \frac{S \cdot h \cdot \rho \cdot g}{S} = h \cdot \rho \cdot g$$

! Hydrostatický tlak v kapalině roste s hloubkou h pod hladinou. !

! Ve stejné hloubce je větší hydrostatický tlak v kapalině, která má větší hustotu ρ . !

Příklad:

Hloubka nádrže Slapské přehrady u hráze dosahuje 58 m. Porovnejte hydrostatický tlak v hloubce 1 m pod hladinou vody s tlakem u dna.

Řešení:

$$h_1 = 1 \text{ m}$$

$$h_2 = 58 \text{ m}$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

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

$$p_{h1} = ? \text{ Pa}$$

$$p_{h2} = ? \text{ Pa}$$

$$p_{h1} = h_1 \cdot \rho \cdot g = 1 \cdot 1\,000 \cdot 10 = 10\,000 \text{ Pa} = 10 \text{ kPa}$$

$$p_{h2} = h_2 \cdot \rho \cdot g = 58 \cdot 1\,000 \cdot 10 = 580\,000 \text{ Pa} = 580 \text{ kPa}$$

Hydrostatický tlak v hloubce u dna je 58krát větší než v hloubce 1 m.

Téma 28.: **Vztlaková síla působící na těleso v kapalině.**

Je známo, že ve vodě uzvedneme nějaký předmět nebo člověka snadněji než na pevnině.

Těleso ponořené do kapaliny je nadnášeno silou, která má opačný směr než síla F_g . Tato síla se nazývá **vztlaková síla** a značíme ji F_{vz} . Její velikost určíme jako rozdíl sil:

$$F_{vz} = F_g - F$$

Vztlaková síla vzniká tím, že při ponoření tělesa, např. krychle do kapaliny, působí na její stěny tlakové síly. Účinek působení sil na bočné stěny se ruší, protože jejich velikost je stejná. Tlaková síla působící na horní stěnu je menší, protože je v menší hloubce než dolní stěna, která je ve větší hloubce. Výslednice těchto dvou sil má směr větší síly, tedy svisle vzhůru. Je to *vztlaková síla* (proto tělesa ve vodě zvedáme snadněji).

! Kolikrát větší je objem ponořené části tělesa, tolikrát větší vztlaková síla na těleso působí. !

! Větší vztlaková síla působí na těleso o větší hustotě. !

Téma 29.: Archimédův zákon.

Víme, že na těleso ponořené do kapaliny působí svisle vzhůru vztlaková síla směřující proti gravitační síle. **Velikost vztlakové síly závisí na objemu ponořené části tělesa a na hustotě kapaliny, do které je těleso ponořené.**

$$F_{vz} = F_g \quad F_g = m \cdot g \quad m = V \cdot \rho \quad F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$$

Archimédův zákon:

Na těleso ponořené do kapaliny působí svisle vzhůru vztlaková síla. Velikost vztlakové síly F_{vz} se rovná velikosti gravitační síly F_g působící na kapalinu stejného objemu, jako je objem ponořené části tělesa. Platí:

$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$

kde V je objem ponořené části tělesa v kapalině o hustotě ρ .

Porovnání vztlakové síly a gravitační síly působící na kapalinu, jejíž objem je stejný jako objem ponořené části tělesa:

a) pro zcela ponořené těleso

b) pro částečně ponořené těleso

Téma 30.: **Potápění, plování a vznášení se stejnorodého tělesa v kapalině.**

Na *stejnorodé těleso* (je to těleso, které je celé z látky o stejné hustotě) o objemu V z látky o hustotě ρ působí gravitační síla $F_g = V \cdot \rho \cdot g$ a vztlaková síla $F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$. V obou vztazích jsou V a g stejné a proto jsou rozhodující veličiny ρ a ρ_{kapaliny} .

Při plování tělesa v kapalině se vynoří taková část tělesa, že gravitační síla F_g a vztlaková síla F_{vz} působící na těleso jsou v rovnováze.

Téma 31.: **Plování nestejnorodých těles.**

Při vhodné úpravě mohou plovat v kapalině i taková pevná tělesa, která jsou zhotovena převážně z materiálu o větší hustotě, než je hustota kapaliny. Obvykle jsou to tělesa dutá.

Těleso plovoucí v různých kapalinách se ponoří tím větší částí svého objemu do kapaliny, čím menší je hustota kapaliny.

Tohoto poznatku se využívá při měření hustoty kapaliny hustoměrem.

Hustoměr je skleněná trubice na obou koncích zatavená. V dolní části trubice jsou zpravidla zataveny broky. Na zúžené části je opatřena stupnicí v jednotkách hustoty kg/m^3 nebo g/cm^3 . Při měření hustoty plove hustoměr v kapalině. Poloha hladiny kapaliny určuje na stupnici hustotu kapaliny.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI PLYNŮ.

Téma 32.: Co už víme o plynech?

Vlastnosti plynů:

- 1) jsou snadno stlačitelné a rozpínavé
- 2) nemají vlastní tvar ani vlastní objem
- 3) jsou tekuté
- 4) jsou složeny z částic, které se neustále a neuspořádaně pohybují

Téma 33.: Atmosféra Země. Atmosférický tlak.

Atmosféra je vzduchový obal Země, kterého tloušťka je několik set kilometrů. V atmosférickém vzduchu je 21% kyslíku, 78% dusíku a 1% jiných plynů (hlavně oxid uhličitý a argon). Ve vzduchu je i vodní pára, částičky prachu, mikroorganismy apod.

Atmosférický tlak vzniká tím, že horní vrstvy atmosféry Země působí v gravitačním poli Země tlakovou silou na spodní vrstvy atmosféry. Značíme ho **p_a**.

Na libovolnou plochu o obsahu S v atmosférickém vzduchu působí kolmo tlaková síla, kterou vypočítáme ze vztahu:

$$F = p_a \cdot S$$

Atmosférický tlak se liší od tlaku hydrostatického. Kapaliny jsou téměř nestlačitelné, proto se jejich hustota s hloubkou téměř nemění. Vzduch je stlačitelný, proto má ve vrstvě při povrchu Země větší hustotu než ve výše položených vrstvách. Atmosférický tlak nemůžeme vypočítat ale můžeme ho změřit.

Téma 34.: Měření atmosférického tlaku.

Tlaková síla atmosférického vzduchu je tak velká, že udrží sloupec vody do výšky h . Mohli bychom tento sloupec vody pořád zvětšovat. Takový pokus byl učiněn s hadicí s vodou. Hladina vody se usáti přibližně na 10 m a tudíž musí být atmosférický tlak stejný jako hydrostatický:

$$p_a = p_h = h \cdot \rho \cdot g = 10 \cdot 1\,000 \cdot 10 = 100\,000 \text{ Pa} = 1\,000 \text{ hPa}$$

Poprvé byl atmosférický tlak přesně změřen v roce 1643 pokusem, který prováděl E. Torricelli a proto se nazývá **Torricelliho pokus**. Místo vody použil rtuť. Rtuť má 13,5krát větší hustotu než voda, takže k vyrovnání atmosférického tlaku vzduchu stačí hydrostatický tlak sloupce rtuti 13,5krát kratší, tedy kolem 74 cm.

Když porovnáme výsledek Torricelliho pokusu s pokusem s vodou zjistíme, že atmosférický tlak je přibližně stejný:

$$p_a = p_h = h \cdot \rho \cdot g = 0,76 \cdot 13\,500 \cdot 10 = 102\,600 = 1\,000 \text{ hPa}$$

Atmosférický tlak vzduchu je $p_a = 1\,000 \text{ hPa}$

Podle Torricelliho pokusu byl pro měření atmosférického tlaku sestrojen **rtuťový tlakoměr (barometr)**. Častěji se však pro měření atmosférického tlaku používá tlakoměr, který se nazývá **aneroid**. Jeho hlavní součástí je krabička, ze které je vyčerpán vzduch. Na pružné zvlákněné stěny krabičky působí zvnějšku tlaková síla vzduchu a promáčkne je tím víc, čím je atmosférický tlak větší. Změny tlaku se přenášejí na ručku, které poloha na stupnici (zpravidla v hPa) určuje atmosférický tlak. K automatickému záznamu hodnot atmosférického tlaku během týdne se na meteorologických stanicích používá **barograf** (jeho princip je podobný jako u aneroidu).

Téma 35.: **Změny atmosférického tlaku.**

! S nadmořskou výškou je hustota vzduchu menší. Atmosférický tlak se stoupající nadmořskou výškou klesá. Největší atmosférický tlak je u hladiny moře, asi 1 013 hPa. !

Změny atmosférického tlaku se stoupající nadmořskou výškou byly podrobně proměřeny. Podle těchto měření byly sestrojeny přístroje, které se nazývají výškoměry. Jsou to aneroidy upravené tak, že na stupnici je místo hodnot atmosférického tlaku přímo uvedena nadmořská výška místa měření (jsou důležité při řízení letadel).

Vzduch v atmosféře je v neustálém pohybu vzhledem k povrchu Země, mění se jeho teplota a vlhkost a proto se *na témže místě atmosférický tlak během času mění*. Výkyvy jsou ovšem velmi malé (u nás cca 935 hPa – 1 055 hPa).

Normální tlak byl stanoven mezinárodní dohodou:

$$p_n = 101\,325 \text{ Pa (přesně)} = 101 \text{ kPa}$$

Téma 36.: **Vztlaková síla působící na těleso v atmosféře Země.**

Na každé těleso v atmosférickém vzduchu působí vztlaková síla. Podle Archimédova zákona platí:

$$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$$

kde V je objem tělesa a ρ je hustota vzduchu.

Hustota vzduchu ve vrstvě u povrchu Země je $1,29 \text{ kg/m}^3$.

Na volné těleso v atmosféře Země působí tedy vztlaková síla F_{vz} svisle vzhůru a gravitační síla Země F_g svisle dolů. Je-li F_{vz} větší než F_g , směřuje výslednice těchto sil vzhůru a těleso ve vzduchu stoupá:

Téma 37.: Tlak plynu v uzavřené nádobě. Manometr.

Tlak stlačeného vzduchu v uzavřené nádobě *je větší než atmosférický tlak* okolního vzduchu. Říkáme, že v uzavřené nádobě vznikl přetlak vzduchu.

Tlak zředěného vzduchu pod pístem v uzavřené nádobě *je menší než atmosférický tlak* okolního vzduchu. Říkáme, že v uzavřené nádobě vznikl podtlak vzduchu.

Vznik podtlaku je základem činnosti nejrůznějších pump, které mohou čerpat např. vodu ze studně, vývěv odsávacích vzduch apod.

Přetlak nebo podtlak plynu můžeme měřit *otevřeným kapalinovým manometrem*. Je to skleněná trubice tvaru U částečně naplněná kapalinou. Obě ramena jsou otevřená. Chceme-li změřit přetlak nebo podtlak plynu v nádobě, jedno rameno U-trubice připojíme k nádobě s plynem a druhé rameno necháme otevřené.

V technické praxi se měří velké přetlaky *deformačními manometry*. Jejich hlavní součástí je pružná kovová trubice ohnutá do oblouku. Otevřený konec trubice je spojen s vnitřkem nádoby, např. kotle, ve kterém se měří přetlak páry. Uzavřený konec trubice je připojen k ručce, jejíž poloha udává přetlak na stupnici, např. v kPa.

3. SVĚTELNÉ JEVY.

Téma 38.: Světelné zdroje. Rychlost světla.

Pokud máme zdravý zrak, vidíme kolem sebe různé předměty, ze kterých do našeho oka přichází světlo. Předměty mohou být samy zdrojem světla (hvězdy, oheň, vlákno žárovky atd.), nebo mohou do našeho oka světlo odrážet z jiných zdrojů (lavice, knížky, spolužáky apod.).

Tělesa světlo **vyzařují** (*světelné zdroje*), **odrážejí** (*osvětlená tělesa*) nebo světlo **pohlcují**.

Světelný zdroj je těleso, ve kterém světlo vzniká a je z něj vyzařováno do okolí, např. Slunce, hvězdy, oheň apod. Existují světelné zdroje, které nevyžadují vysoké teploty, např. výbojky a zářivky, v nichž vzniká „studené“ světlo. Také některé rostliny a živočichové, např. svatojánské mušky světélkují (světlo vzniká při chemické reakci).

! Bílé a lesklé předměty většinu světla odrážejí, černé předměty většinu světla pohlcují. !

Prostředí, kterým se světlo šíří může být:

- a) průhledné (sklo)
- b) průsvitné (mléčné sklo)
- c) neprůhledné (plech)

Světlo se šíří nejrychleji ve vakuu rychlostí $c=300\ 000$ km/s. V ostatních průhledných prostředích je rychlost světla vždy menší. Ve vzduchu je rychlost světla téměř stejně velká jako ve vakuu.

Téma 39.: **Přímočaré šíření světla.**

Jak se světlo šíří vzduchem nevidíme. Světelné paprsky „vidíme“ jenom tehdy, když se procházející světlo odráží např. na částech prachu, kouře nebo mlhy, nebo když Slunce svítí mezi mraky apod. Sluneční paprsky vidíme jako „svítící čáry“.

! Světlo se šíří ve stejnorodém prostředí přímočaře. !

Přímočaré šíření světla se využívá např. při vytyčování přímků v zemědělství, stavitelství, při zaměřování střelby atd.

Téma 40.: **Měsíční fáze.**

Slunce vidíme na obloze jako celý kotouč. Měsíc obíhá kolem Země a vidíme vždy jenom tu jeho část, která je osvětlena Sluncem.

Měsíční fáze:

Nov – Měsíc ze Země nevidíme.

Úplněk – celá část povrchu Měsíce obrácená k Zemi je osvětlena.

Téma 41: Stín.

Stín vzniká, když mezi zdroj světla a stínítko postavíme předmět, kterým světlo neprochází. V důsledku přímočarého šíření světla vzniká za neprůhlednými tělesy stín. Může vzniknout *plný stín* nebo *polostín*.

Plný stín je temný prostor, který ostře hraničí s osvětlenou částí.

Polostín je místo, kam světlo proniká částečně. Vzniká za neprůhledným tělesem při jeho osvětlení více bodovými zdroji nebo plošným zdrojem.

Světelný zdroj, který má malé rozměry v porovnání s jeho vzdáleností od místa pozorování se nazývá *bodový světelný zdroj (svítící bod)*, např. laserové ukazovátko, plamen svíčky atd. Zdroj větších rozměrů se nazývá *plošný zdroj*, např. žárovka s mléčným sklem, osvětlená tabule matného skla aj.

Pěkný příklad vzniku stínu můžeme vidět na obloze. Slunce jako plošný zdroj světla osvětluje Zemi. Za Zemí vzniká stín, který postupně přechází v polostín.

Měsíc se na své oběžné dráze okolo Země někdy dostane do prostoru stínu Země. Tehdy pozorujeme zatmění Měsíce. Když je celý Měsíc v plném stínu Země je úplné zatmění Měsíce. Když jenom část Měsíce je v plném stínu Země, pozorujeme částečné zatmění Měsíce. Zatmění Měsíce nastává přibližně dvakrát až třikrát do roka.

Také za Měsícem vzniká stín, který postupně přechází v polostín. Měsíc se na své dráze kolem Země dostane do takové polohy, že jeho vržený stín padá na povrch Země. V místech na povrchu Země, kam nedopadají žádné paprsky ze Slunce nastane úplné zatmění Slunce. V místech, kam paprsky dopadají jen z části Slunce nastane částečné zatmění Slunce. Někdy dochází k zatmění Slunce třikrát v průběhu desetiletí.

Vzájemné porovnání velikosti Slunce, Země a Měsíce a jejich vzdáleností:

- přibližný průměr Slunce je 1 400 000 km
- průměr Země je 12 756 km
- průměr Měsíce je 3 480 km
- vzdálenost Země – Měsíc je 384 000 km
- vzdálenost Země – Slunce je 150 000 000 km

Téma 42.: **Odraz světla. Zákon odrazu světla.**

Dopadá-li světlo na těleso, část světla se od povrchu tělesa *odráží*, část světla se v tělese *pohlcuje* a část tělesem *prochází*.

Zrcadla jsou plochy, které dobře odrážejí světlo. Nejjednodušší jsou *rovinná* zrcadla. Velmi dobrým zrcadlem jsou dokonale vybroušené a vyleštěné kovové desky. Levnější jsou skleněná zrcadla. Vyrábí se tak, že sklo se pokryje tenkou vrstvou kovu, která dobře odráží světlo.

Zákon odrazu:

Úhel odrazu se rovná úhlu dopadu. Odražený paprsek leží v rovině dopadu.

V rovnoběžném světelném svazku mají všechny paprsky stejný úhel dopadu. Proto po odrazu na rovinném rozhraní vznikne opět rovnoběžný světelný svazek. Pokud povrch tělesa není přesně rovinný (papír aj.) odráží se svazek rovnoběžných paprsků do všech směrů a nastává *rozptyl světla*. Sluneční světlo se rozptyluje ve vzduchu na částech prachu, na kapkách vody, na stěnách budov apod.

Téma 43.: **Zobrazení rovinným zrcadlem.**

Když dáme před zrcadlo svítící bod A (žárovku), tak z něho dopadá světlo na celou plochu zrcadla. Všechny dopadající paprsky se odrážejí od rovinného zrcadla podle zákona odrazu světla. Odražené světlo tudíž tvoří rozbíhavý světelný paprsek, jakoby paprsky vycházely z jednoho bodu A' za zrcadlem. Ve skutečnosti však světlo nemůže proniknout za zrcadlo, které je neprůsvitné. Bod A' nazýváme *zdánlivým obrazem* svítícího bodu A, který je před zrcadlem. Bod A a jeho obraz A' jsou souměrně sdružené podle roviny zrcadla.

! Obraz v rovinném zrcadle je zdánlivý, stejně velký jako předmět a je stranově převrácený. Předmět a jeho obraz jsou souměrně sdružené podle roviny zrcadla. !

Téma 44.: **Zrcadla v praxi.**

Pomocí zrcadel můžeme získat taky obraz zmenšený nebo zvětšený. Musíme však použít **kulová zrcadla**.

Kulové zrcadlo vypuklé – světlo se odráží od vnější části kulové plochy:

Dopadající rovnoběžný paprsek se po odrazu soustředí v jednom bodě F , který nazýváme *ohnisko zrcadla*. Po odrazu rovnoběžného svazku paprsků na vypuklém zrcadle získáme rozbíhavý svazek paprsků. Paprsky jakoby vycházely z jednoho bodu za zrcadlem (kdyby to bylo silné záření, mohli bychom zapálit např. papír umístěný v tomto bodě). Tento bod F se nazývá *ohnisko zrcadla*.

! Obraz, který vzniká ve vypuklém zrcadle, je nezávisle na vzdálenosti předmětu od zrcadla zdánlivý, přímý a zmenšený.!

Kulové zrcadlo duté – světlo se odráží od části vnitřního povrchu kulové plochy:

! Obraz předmětu, který vzniká v dutém kulovém zrcadle závisí na vzdálenosti předmětu od zrcadla. Může vzniknout obraz skutečný nebo zdánlivý. Obraz *skutečný* můžeme zachytit na stínítku. Obraz *zdánlivý* nelze zachytit na stínítku. !

Téma 45.: **Lom světla.**

Sluneční světlo se od vodní hladiny částečně odráží a částečně proniká do vody. Pod určitým úhlem pohledu předmět, který jsme bez vody neviděli, po nalití vody vidíme:

Na rovinném rozhraní dvou optických prostředí nastává lom světla. Lomený paprsek zůstává vždy v rovině dopadu:

- 1) postupuje-li paprsek do prostředí, ve kterém se světlo šíří menší rychlostí, např. ze vzduchu do skla nebo do vody, nastane lom paprsku *ke kolmici*

- 2) postupuje-li paprsek do prostředí, ve kterém se světlo šíří větší rychlostí, např. ze skla nebo z vody do vzduchu nastane lom paprsku *od kolmice*

Téma 46.: **Rozklad světla optickým hranolem.**

Optický hranol je obvykle trojboký hranol z čirého stejnorodého skla.

Sluneční světlo je složeno ze všech spektrálních barev. Při průchodu skleněným hranolem se rozkládá na jednotlivé barevné složky, protože jednotlivé barvy se šíří ve skle hranolu jinou rychlostí čímž vzniká *spojité hranolové spektrum*. Pořadí barev je vždy stejné: červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá a fialová. Nejméně se tudíž láme světlo červené, nejvíce světlo fialové.

Velkolepé spektrum slunečního světla je *duha*. Pozorujeme ji, když prší a za námi svítí Slunce nebo při zalévání zahrady. Vzniká tak, že se sluneční světlo láme na kapkách vody. Paprsky, které přicházejí do našeho oka z rozličných kapek a jsou stejně odchýleny od směru paprsků dopadajících na kapky, vytvářejí oblouk stejné barvy. Proto vidíme duhu jako barevný oblouk s vnitřním okrajem fialovým a vnějším okrajem červeným.

Téma 47.: **Barva těles.**

Čiré prostředí (čiré sklo), propouští všechna barevná světla. Barevné průhledné prostředí (barevná skla), propouští jen některé barvy.

Barva neprůhledných těles závisí na barvě dopadajícího světla. Barva neprůhledného tělesa je dána tím, **jakou barvu světla těleso odráží nebo rozptyluje a jakou pohlcuje.** Povrch tělesa, který odráží všechny barvy, je **bílý**. Povrch tělesa, který všechny barvy pohlcuje, je **černý**. Např. zelená tabule odráží nejvíce zelené světlo a téměř všechny ostatní barvy pohlcuje. Modrý míč odráží modré světlo a ostatní pohlcuje.

Barva tělesa závisí také na tom, přes jaké prostředí těleso pozorujeme. Např. zelené listy odrážejí a rozptylují jen zelenou barvu ale přes červené sklo projdou do našeho oka různé odstíny červené.