

**HRAVÁ**

# FYZIKA

Učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia

**V souladu s RVP**



Vydavatelství  
**Taktik**

## Vysvětlivky piktogramů:



PRAKTICKÉ VYUŽITÍ



DOMÁCÍ POKUS



POKUS



ZAJÍMAVOST



KONTROLNÍ OTÁZKY



MEZIPŘEDMĚTOVÉ  
VZTAHY



ÚKOL



VZOROVÝ POČETNÍ  
PŘÍKLAD

**+ INTERAKTIVNÍ  
VÝUKA**

Naleznete na [www.etaktik.cz](http://www.etaktik.cz)

## HRAVÁ FYZIKA 8

Učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia

Autorky: Mgr. Pavla Enevořová, Mgr. Kristýna Kaplanová, RNDr. Renata Křížková

Odborná spolupráce: doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc.

Mgr. David May

RNDr. Jarmila Mulačová

Mgr. Petr Koníř

Jazykové korektury: Mgr. Vendula Bailey

Grafická úprava a sazba: Michaela Slezáková

Sára Doležalová

Projektový manager: Ing. Maroš Blahovec

Produktový manager: Ing. Karel Jager

ISBN: 978-80-7563-278-4

1. vydání, 2020

Copyright: © Vydavatelství Taktik International, s.r.o., Praha 2020

Vyrobil a vydal: Taktik International, s.r.o., Argentinská 38, 170 00 Praha 7








Všechna práva vyhrazena. Šíření či reprodukce obsahu nebo jeho částí jakýmkoliv způsobem jsou bez předchozího písemného souhlasu vydavatele zakázány.

[www.etaktik.cz](http://www.etaktik.cz)

# HRAVÁ FYZIKA

## 8

**Učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia**

	Vyjádření neznámé ze vzorce .....	3
	Práce .....	6
	Teplo.....	22
	Změna skupenství látek .....	41
	Elektrické jevy a zákony.....	62
	Zvukové jevy.....	94
	Meteorologie .....	112



## Vážení čtenáři,

ve svých rukách držíte třetí díl učebnice fyziky pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií.

V úvodu učebnice se v kapitole **Vyjádření neznámé ze vorce** zaměříte na rozšíření matematického aparátu. Na základě poznatků z této kapitoly již nebudete muset znát pomocné trojúhelníky ke vzorcům, naučíte se se vzorcem pracovat a odvodit z nich vztah pro libovolnou neznámou veličinu.

V kapitole **Mechanická práce** se seznámíte s tím, co znamená práce ve fyzikálním slova smyslu, jak ji lze vypočítat a jakou práci člověk koná s využitím kladek. Tato kapitola se také věnuje množství práce vykonané za jednotku času, tedy výkonu, dále příkonu a účinnosti. Rovněž se budete zabývat energií, kterou má každé pohybující se těleso (pohybová energie), energií, kterou má těleso nacházející se v poli určité síly (polohová energie), a jejich vzájemnými přeměnami.

Ve třetí kapitole s názvem **Teplo** si oživíte a prohloubíte znalosti o částicovém složení látek, budete se věnovat změnám vnitřní energie konáním práce a tepelnou výměnou. Zjistíte, jaký je rozdíl a souvislost mezi pojmy teplo a teplota, poznáte, které látky jsou dobré tepelné vodiče a které naopak izolanty. Naučíte se, jak lze teplo dodané či odebrané tělesu vypočítat, a seznámíte se s přenosem tepla vedením, prouděním a sáláním.

Další kapitola, **Změny skupenství látek**, se věnuje tání, tuhnutí, vypařování, kapalnění, sublimaci a desublimaci. Dozvíte se v ní například, jaký je rozdíl mezi vypařováním a varem, a seznámíte se s principem fungování zážehových i vznětových motorů.

V kapitole **Elektrické jevy a zákony** navážete na znalosti o elektřině z 6. ročníku. Budete provádět měření elektrického náboje elektroskopem, věnovat se zajímavým elektrickým jevům jako elektrostatická indukce a polarizace izolantu, při nichž budete v elektrickém poli elektrovat vodiče i izolanty. Definujete si důležitou fyzikální veličinu elektrický odpor, a díky Ohmovu zákonu si objasníte závislost elektrického proudu na elektrickém napětí. Seznámíte se s novou elektrotechnickou součástkou zvanou rezistor, kterou budete do obvodu zapojovat sériově i paralelně. V závěru kapitoly se zaměříte na elektrickou práci a naučíte se spočítat, kolik stojí provoz jednotlivých elektrických spotřebičů.

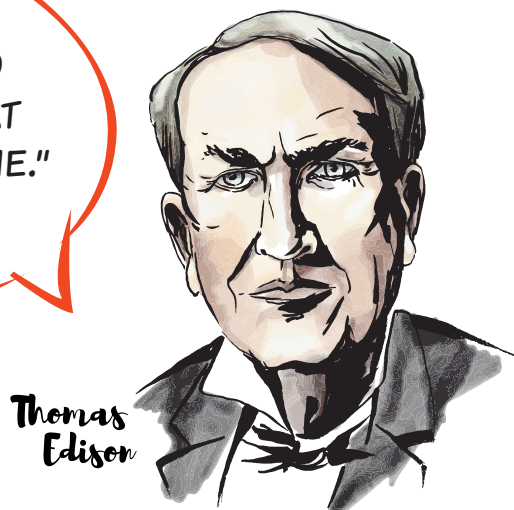
Šestá kapitola se věnuje **Zvuku**, jeho vzniku, šíření, druhům zvuku a jeho vlastnostem. Zjistíte, co je tón, výška, kmitočet a jak se zvukový rozruch šíří naším uchem. Poznáte, co je hlasitost, jak se měří hladina intenzity zvuku a jaké hluky jsou pro nás nebezpečné. Budete se zabývat odrazem i pohlcováním zvuku, přičemž zjistíte, jak vzniká ozvěna a dozvuk. Seznámíte se rovněž s infrazvukem, ultrazvukem a jejich využitím.

Poslední kapitola, **Meteorologie**, se věnuje počasí, vzniku oblak, mlhy, jinovatky, deště a větru. Dozvíte se, jak můžeme chránit naše ovzduší.

Učebnice je doplněna návody na domácí pokusy, které si můžete vyzkoušet, celou řadou zajímavostí a mezi-předmětových vztahů. Doufáme, že Vám učebnice pomůže hlouběji poznat a pochopit tuto krásnou přírodní vědu, a nezapomeňte:

„TAJEMSTVÍ ÚSPĚCHU  
V ŽIVOTĚ NENÍ DĚLAT, CO  
SE NÁM LÍBÍ, ALE NALÉZAT  
ZALÍBENÍ V TOM, CO DĚLÁME.“

THOMAS ALVA EDISON



# VYJÁDŘENÍ NEZNÁMÉ ZE VZORCE

V 6. a 7. ročníku jsme se seznámili se vzorci vyjadřujícími vztahy mezi fyzikálními veličinami:

- gravitační síla  $F_g = m \cdot g$
- hustota  $\rho = \frac{m}{V}$
- rychlost rovnoměrného pohybu  $v = \frac{s}{t}$
- moment síly  $M = F \cdot a$
- rovnováha sil na páce  $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$
- tlak  $p = \frac{F}{S}$
- vztah platící pro hydraulické zařízení  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$
- hydrostatická tlaková síla  $F = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$
- hydrostatický tlak  $p_h = h \cdot \rho \cdot g$
- vztlaková síla  $F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$

## ÚKOL

Zopakuj si, jaké fyzikální veličiny jsou obsaženy ve výše uvedených vzorcích, a uveď, jaké jejich jednotky znáš.

U vzorců, které se skládaly ze tří či čtyř fyzikálních veličin, jsme používali pomocné trojúhelníky, díky nimž jsme dokázali sestavit tři nebo čtyři různé vzorce. Např. z pomocného trojúhelníku pro výpočet rychlosti rovnoměrného pohybu jsme získali vzorec nejen pro rychlost rovnoměrného pohybu, ale i pro výpočet dráhy a času.

V této části učebnice si vysvětlíme, jakým způsobem lze z výše uvedených vzorců (a kterýchkoli jiných vztahů) získat vztah pro tu fyzikální veličinu, kterou pro své výpočty potřebujeme, aniž bychom užili pomocný trojúhelník.

Tento postup je navíc obecný, lze jej využít i pro vzorce s více než čtyřmi fyzikálními veličinami.

Nejprve si musíme uvědomit, že každý fyzikální vzorec představuje matematickou rovnici. U rovnic pak platí jednoduché pravidlo: Aby se neporušila rovnost pravé a levé strany rovnice, musíme každou úpravu provést na obou stranách rovnice. Tyto úpravy nazýváme **ekvivalentní úpravy** rovnic a setkali jste se s nimi již v matematice. Na jednoduchých příkladech si ukážeme základní ekvivalentní úpravy. Řešení rovnice budeme nazývat kořen.

### Řešení rovnice se nezmění, když k oběma stranám rovnice **přičteme** stejné číslo či výraz.

$$x - 5 = 8 \quad / \text{abychom osamostatnili kořen rovnice } x, \text{ přičteme k oběma stranám rovnice číslo } 5$$

$$x - 5 + 5 = 8 + 5 \quad / \text{nyní vypočteme obě strany rovnice: } -5 + 5 = 0 \text{ a } 8 + 5 = 13, \text{ tak dostaneme kořen rovnice}$$

$$x = 13$$

### Řešení rovnice se nezmění, když od obou stran rovnice **odečteme** stejné číslo či výraz.

$$x + 3 = 5 \quad / \text{abychom osamostatnili kořen rovnice } x, \text{ odečteme od obou stran rovnice číslo } 3$$

$$x + 3 - 3 = 5 - 3 \quad / \text{nyní vypočteme obě strany rovnice: } 3 - 3 = 0 \text{ a } 5 - 3 = 2, \text{ tak dostaneme kořen rovnice}$$

$$x = 2$$

### Řešení rovnice se nezmění, když obě strany rovnice **vynásobíme** stejným číslem či výrazem různým od nuly.

$$\frac{x}{2} = 5 \quad / \text{abychom osamostatnili kořen rovnice } x, \text{ vynásobíme obě strany rovnice číslem } 2$$

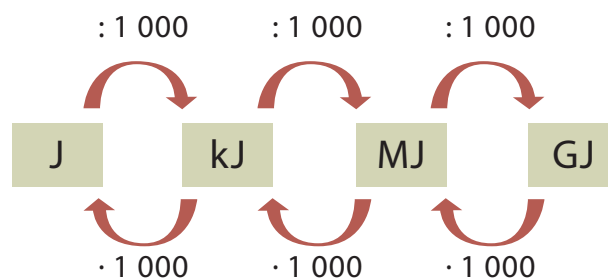
$$\frac{x}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2} = 5 \cdot 2 \quad / \text{na levé straně rovnice dvojky zkrátíme a levou stranu rovnice vypočteme: } 5 \cdot 2 = 10$$

$$x = 10$$

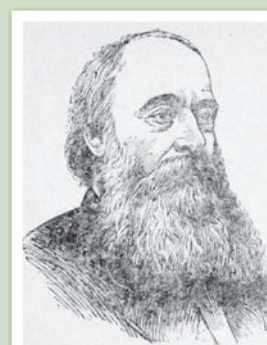
## PRÁCE A JEJÍ VÝPOČET

V následující tabulce vidíme souhrn uvedených jednotek a pomůže nám i převodník jednotek:

Název jednotky	Značka jednotky	Převodní vztah
joule	J	
kilojoule	kJ	1 kJ = 1 000 J
megajoule	MJ	1 MJ = 1 000 000 J
gigajoule	GJ	1 GJ = 1 000 000 000 J


 ZAJÍMAVOST

**James Prescott Joule** (čti džejms preskot džaul) ( $\rightarrow$  Obr. 3) se narodil r. 1818 do bohaté pivovarské rodiny ve Velké Británii. Jako dítě byl velmi nemocný a studoval doma. Zajímal se o fyziku i chemii a často prováděl experimenty, které dokonce způsobily zranění jemu i služebnictvu. Pracoval v otcově pivovaru, kde ve 20. letech vynalezl elektrický motor, který měl nahradit parní stroje. Objasnil řadu fyzikálních jevů, formuloval zákon týkající se vzniku tepla při průchodu proudu vodičem a jeho bádání vedlo k formulování zákonů termodynamiky. Zjistil také, že při mechanické práci může vznikat teplo. Zemřel v 70. letech na degeneraci mozku.



Obr. 3 – James Prescott Joule, anglický fyzik



Obr. 4 – Přemísťování bedny, odvození vztahu pro výpočet práce

Nyní sestavíme početní vztah pro výpočet práce. Uvažujme, že máme přemístit bednu s nákladem ( $\rightarrow$  Obr. 4). Čím těžší bedna bude, tím větší mechanickou práci vykonáme, neboť musíme překonat větší třecí sílu. Velikost práce tedy bude přímo úměrně záviset na velikosti působící síly  $F$ .

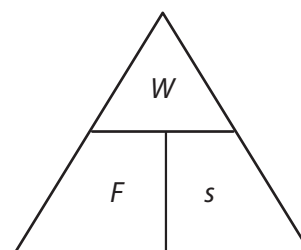
V případě, že bednu zvedneme do výšky 2 m, vykonáme jistě větší práci, než kdybychom ji zvedali do výšky 20 cm. Vykonaná práce tedy bude také přímo úměrně záviset na velikosti dráhy  $s$ , po které těleso přemísťujeme, a výsledný vztah bude vypadat takto:

$$W = F \cdot s$$

síla v jednotkách newton (N)

práce v jednotkách joule (J)

dráha v jednotkách metr (m)



Tento početní vztah platí za předpokladu, že síla má stejný směr, jako je směr pohybu tělesa. Tedy je-li působící síla rovnoběžná s trajektorií tělesa. Např. při tažení saní, kdy ruka táhne popruh pod určitým úhlem, musíme brát v úvahu složku působící síly ve směru pohybu. Velikost vykonané práce bude záviset i na velikosti úhlu, který svírá působící síla s trajektorií tělesa.

## PRÁCE A JEJÍ VÝPOČET



## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Gruzínský vzpěrač v supertěžké váze (sportovci s váhou nad 109 kg) Laša Talachadze (→ Obr. 5) je několikanásobným mistrem Evropy i mistrem světa ve vzpírání a je rovněž držitelem zlaté olympijské medaile. V roce 2018 zvedl nad hlavu (do výšky přibližně 2 m) činku o hmotnosti 257 kg. Jakou práci při tom vykonal?

$$\begin{array}{lll} m = 257 \text{ kg} & F = m \cdot g & W = F \cdot s \\ s = 2 \text{ m} & F = 257 \cdot 10 & W = 2\,570 \cdot 2 \\ g = 10 \text{ N/kg} & F = 2\,570 \text{ N} & W = 5\,140 \text{ J} = 5,14 \text{ kJ} \\ \underline{W = ? \text{ J}} & & \end{array}$$

**Odpověď:** Vzpěrač při zvednutí činku nad hlavu vykonal přibližně práci 5,14 kJ.

Obr. 5 – Laša Talachadze, gruzínský vzpěrač



## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

V jaké výšce je police, na kterou umísťujeme balík 6 olivových olejů ( $\rho = 910 \text{ kg/m}^3$ ) o objemu 1,5 l, jestliže při tom vykonáme práci 122,85 J?

$$\begin{array}{llll} V = 6 \cdot 1,5 = 9 \text{ l (dm}^3\text{)} = 0,009 \text{ m}^3 & \rho = \frac{m}{V} & / \cdot V & F = m \cdot g & W = F \cdot s & / : F \\ \rho = 910 \text{ kg/m}^3 & m = \rho \cdot V & & F = 8,19 \cdot 10 & s = \frac{W}{F} & \\ W = 122,85 \text{ J} & m = 910 \cdot 0,009 & & F = 81,9 \text{ N} & s = \frac{122,85}{81,9} & \\ \underline{s = ? \text{ m}} & m = 8,19 \text{ kg} & & & s = 1,5 \text{ m} & \end{array}$$

**Odpověď:** Balík olivových olejů zvedáme na polici do výšky 1,5m.

## ZÁVĚR:

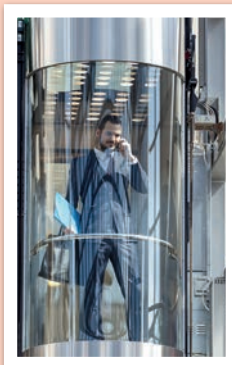
**Práce** ve fyzikálním slova smyslu představuje působení síly na těleso, v jehož důsledku dojde k jeho posunutí. Práci dělíme na **práci mechanickou**, při níž přemísťujeme těleso působením síly po určité dráze, a na **práci elektrickou**, kdy elektrické pole elektrickou silou posouvá elektricky nabitě těleso. Práce může být vykonávána i silami magnetickými či jadernými. Práce je fyzikální veličina, kterou značíme **W**, její hlavní jednotkou je **joule (J)**. Práce přímo úměrně závisí na velikosti působící síly **F** na těleso a na velikosti dráhy **s**, po níž těleso přemísťujeme. Je-li působící síla rovnoběžná s trajektorií tělesa, platí pro výpočet práce vztah:

$$W = F \cdot s$$

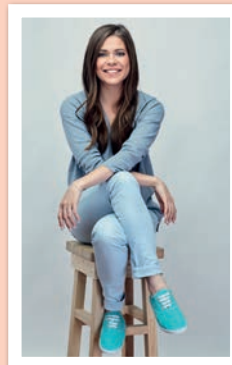


## KONTROLNÍ OTÁZKY

1. Na kterém z uvedených obrázků (→ Obr. 6a–c) dochází ke konání práce a kdo či co práci vykonává?
2. Jakou hmotnost má kniha, kterou zvedneme ze země a uložíme na polici do výšky 175 cm, když jsme při tom vykonali práci 7 J?



Obr. 6a – Muž jedoucí ve výtahu



Obr. 6b – Žena sedící na židli



Obr. 6c – Jedoucí vlak

## Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie

Jak již víme, celková energie tělesa je dána součtem jeho polohové a pohybové energie. Při určitých dějích se polohová energie tělesa mění na pohybovou a naopak. Uvedeme si některé příklady této přeměny.

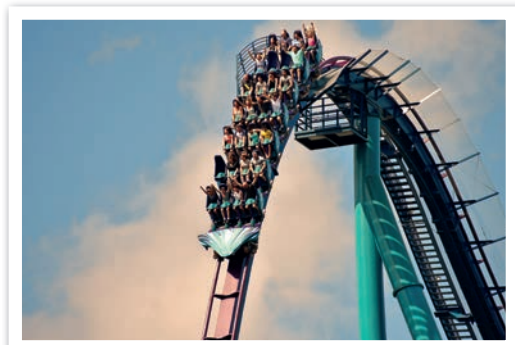
### 1. Pád knihy ze stolu

Na počátku umístíme knihu na stůl do určité výšky nad zemí (→ Obr. 1). Kniha je v klidu, její pohybová energie je nulová a polohová energie maximální. V okamžiku, kdy je shozena a začne padat, dochází k přeměně její polohové energie na pohybovou energii. Výška, v které se kniha nachází, se zmenšuje, a tudíž klesá velikost její polohové energie. Naopak kniha je uvedena do pohybu, její rychlost se zvyšuje, zvyšuje se tedy i její pohybová energie. Těsně před dopadem je rychlost pohybu knihy největší, tudíž pohybová energie nabude své maximální hodnoty. Naopak polohová energie má svou minimální hodnotu. Polohová energie se tedy při pádu mění na pohybovou energii.

Obr. 1 – Pád knihy ze stolu, přeměna polohové energie na pohybovou



### 2. Jízda na horské dráze



Obr. 2 – Jízda na horské dráze, přeměna polohové energie na pohybovou a naopak

Při jízdě na horské dráze (→ Obr. 2) dochází k neustálé přeměně polohové energie na pohybovou a naopak. V okamžiku, kdy se účastníci atrakce nacházejí v nejnižším bodě dráhy, je jejich polohová energie minimální. Vláček se sedačkami je vytažen na první vrchol dráhy a puštěn. Při cestě dolů z vrcholu dráhy dochází k přeměně polohové energie na pohybovou. V nižších místech má tedy vláček vyšší rychlost. Když pak opět vyjíždí na další vrchol, jeho rychlost (tedy i pohybová energie) klesá, avšak výška, ve které se vláček nachází roste. Pohybová energie se tedy mění na polohovou. A tak stále dokola. V případě vláčku se ovšem nejedná o izolovanou soustavu. Část mechanické energie je využita na ztráty způsobené třením.

### 3. Vyhození míče

Dívka na obrázku (→ Obr. 3) vyhazuje míč svisle nad hlavu, čímž koná práci a udělí míči pohybovou energii. Rychlost míče ovšem postupně klesá, tudíž se jeho pohybová energie zmenšuje. Oproti tomu stále stoupá do větší výšky a jeho polohová energie se zvětšuje. Dochází tedy k přeměně jeho pohybové energie na polohovou. V určitém okamžiku se však míč zastaví, jeho pohybová energie bude nulová. Poté začne opět padat k zemi, jeho rychlost se začne zvětšovat a výška, ve které se nachází, snižovat. Dojde k přeměně polohové energie na pohybovou. Před dopadem na zem bude mít míč minimální polohovou energii a maximální pohybovou energii. Jelikož má míč i energii danou pružností materiálu, přeměnění se tato energie při dopadu opět na pohybovou energii. K této přeměně (odrážení balonu od země) bude docházet, dokud se míč nezastaví.

Obr. 3 – Vyhození míče, přeměna pohybové energie na polohovou a naopak





### ÚKOL

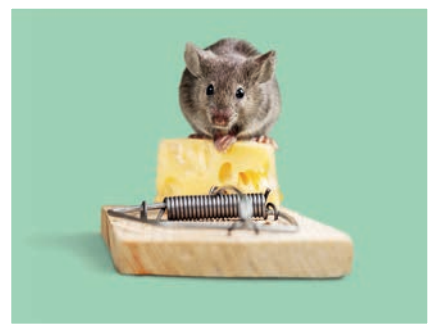
Zamysli se nad tím, jak je možné využít přeměnu polohové energie vody v řece tekoucí z kopce na pohybovou energii.

Když stlačíme nebo naopak prodloužíme pružinu, pérko či jiné pružné těleso, vykonáme tak mechanickou práci a udělíme jim polohovou energii pružnosti. Po uvolnění pružina i pérko konají práci, vrátí se do své původní polohy a jejich polohová energie pružnosti bude nulová. Velikost této energie závisí na velikosti natažení či stlačení a tuhosti materiálu, ze kterého je pružina či pérko vyrobeno.

Polohovou energii pružnosti využíváme např. při stříbě z luku (→ Obr. 4), u pastičky na myši (→ Obr. 5), natahovacích hodinek (→ Obr. 6), pružin nárazníků apod.



Obr. 4 – Střelba z luku



Obr. 5 – Past na myši



Obr. 6 – Natahovací hodinky

### ZÁVĚR:

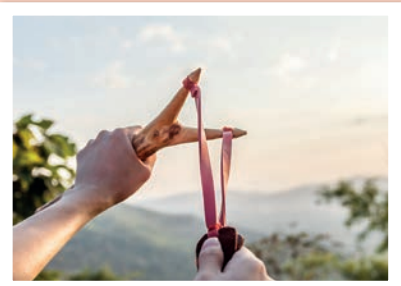
Celková mechanická energie tělesa je dána součtem jeho **polohové** a **pohybové energie**. Polohová energie se může měnit na pohybovou a naopak. Přeměny energií jsou neustálé. Názorně je to vidět, například když vyhodíme míč nad hlavu nebo když jedeme na horské dráze.

Při vyhození míče nad hlavu udělíme míči pohybovou energii konáním práce. Míč stoupá a snižuje svou rychlost. Dochází tedy k přeměně pohybové energie na polohovou. Poté se na chvíli zastaví, jeho pohybová energie je nulová a polohová energie maximální, a začne padat směrem k zemi. V tomto okamžiku se zvyšuje jeho rychlost a klesá jeho výška, tudíž dochází k přeměně polohové energie na pohybovou.

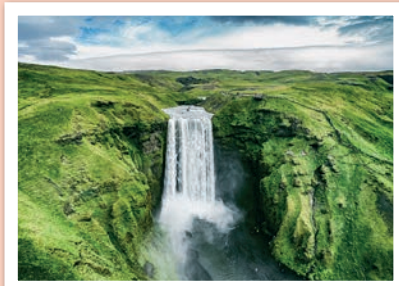
Natažená nebo stlačená pružina či pérko mají **polohovou energii pružnosti**, jíž se využívá např. u pastičky na myši či natahovacích hodinek.

### KONTROLNÍ OTÁZKY

1. Na následujících obrázcích (→ Obr. 7a–c) popiš přeměnu polohové či pohybové energie.



Obr. 7a – Střelba z praku



Obr. 7b – Vodopád



Obr. 7c – Skákání na trampolíně

2. Popiš, kdy má pružina nulovou a kdy nenulovou polohovou energii pružnosti.

## TEPLO PŘIJATÉ A ODEVZDANÉ PŘI TEPELNÉ VÝMĚNĚ

## Teplo přijaté a odevzdané při tepelné výměně

Při výrobě podkov pro koně se železo rozpálí v kovářské výhni na teplotu kolem  $700\text{ °C}$ , při níž ho lze opracovávat (→ Obr. 1). Kovář pak podkovu ponoří do studené vody a celý proces opakuje.

Ve chvíli, kdy se rozpálené železo a studená voda dostanou do vzájemného kontaktu, začne mezi nimi docházet k tepelné výměně. Teplejší železo odevzdává teplo vodě a naopak, studenější voda přijímá teplo od železa. Tento děj bude trvat tak dlouho, dokud se teploty obou těles – podkovy i vody, nevyrovnejí.

Voda má měrnou tepelnou kapacitu  $c_1$ , hmotnost  $m_1$  a počáteční teplotu  $t_1$ . Železo má měrnou tepelnou kapacitu  $c_2$ , hmotnost  $m_2$  a je rozpáleno na teplotu  $t_2$ . Po skončení tepelné výměny se teplota ustálí na společné hodnotě  $t$ .



Obr. 1 – Zahřívání železa v kovářské výhni, tepelná výměna

## ÚKOL

Rozhodni, zda je možné, aby výsledná teplota  $t$  byla nižší než počáteční teplota chladnějšího tělesa  $t_1$ , nebo vyšší než počáteční teplota teplejšího tělesa  $t_2$ . Svě tvrzení zdůvodni.

Můžeme snadno spočítat, že voda přijala od podkovy teplo  $Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1)$ . Podkova předala vodě teplo  $Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)$ . Vzhledem k tomu, že teplo je forma energie, vyplývá ze zákona zachování energie  $Q_1 = -Q_2$ , tedy množství tepla, které předala podkova vodě, je stejné jako množství tepla, které přijala voda od podkovy.

Aby měla rovnice  $Q_1 = -Q_2$  na obou stranách stejné znaménko (i přes to, že jednou mluvíme o teple přijatém a podruhé o teple odevzdaném), je potřeba správně stanovit rozdíly teplot.

$$t_1 < t < t_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$$

Tento vztah nazýváme **kalorimetrická rovnice**.

## ÚKOL

1. Vyjádři z kalorimetrické rovnice hmotnost  $m_1$ .
2. Vyjádři z kalorimetrické rovnice teplotu  $t_2$ .

## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Podkova (→ Obr. 2) je rozpálena na  $700\text{ °C}$  a váží  $1,5\text{ kg}$ . Kovář ji chladí v  $5\text{ litrech}$  vody, která má  $20\text{ °C}$ . Vypočítej, na jaké hodnotě se teplota ustálí.

Voda

$$V_1 = 5\text{ l} = 0,005\text{ m}^3$$

$$\rho_1 = 998\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$c_1 = 4\,180\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$$

$$t_1 = 20\text{ °C}$$

Železo

$$m_2 = 1,5\text{ kg}$$

$$c_2 = 450\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$$

$$t_2 = 700\text{ °C}$$

Výpočet hmotnosti:

$$m_1 = \rho_1 \cdot V_1$$

$$m_1 = 998 \cdot 0,005$$

$$m_1 = 4,99\text{ kg}$$

$$t = ?\text{ °C}$$

$$t_1 < t < t_2$$



Obr. 2 – Rozžhavená podkova, tepelná výměna

## TEPLO PŘIJATÉ A ODEVZDANÉ PŘI TEPELNÉ VÝMĚNĚ



## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Vyjádříme z kalorimetrické rovnice neznámou  $t$ :

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot t - m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 - m_2 \cdot c_2 \cdot t$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot t + m_2 \cdot c_2 \cdot t = m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1$$

$$t \cdot (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) = m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1$$

$$t = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1}{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}$$

$$t = \frac{1,5 \cdot 450 \cdot 700 + 4,99 \cdot 4 \cdot 180 \cdot 20}{4,99 \cdot 4 \cdot 180 + 1,5 \cdot 450}$$

$$t \doteq 41,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

/ roznásobíme závorky

/ výrazy obsahující  $t$  převedeme na levou stranu, ostatní výrazy na pravou stranu rovnice

/ na levé straně rovnice vytkneme  $t$

/ :  $(m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2)$

**Odpověď:** Voda s podkovou se po skončení tepelné výměny ustálí na teplotě  $41,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ .



## ÚKOL

Vypočítej, jaké teplo přijala voda od podkovy v předchozím početním příkladu a jaké teplo předala podkova vodě. Ověř, jestli se rovnají.



## ÚKOL

Probíhá tepelná výměna pouze mezi vodou a podkovou? Jak se změní výsledná teplota  $t$ , pokud kovář nechá podkovu ve vodě ležet několik hodin?

Kalorimetrická rovnice se v praxi využívá k určování měrných tepelných kapacit látek.



## POKUS

Nachystej si kovový váleček, dvě kádinky s vodou, plynový hořák nebo kahan a teploměr se stupnicí alespoň do  $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Váleček zvaž, poté ho vlož do vody v první kádince a nad kahanem zahřívěj tak dlouho, dokud se voda nezačne vařit ( $\rightarrow$  Obr. 3). Do druhé kádinky si nalij trochu studené vody, zjisti její hmotnost a nech ji ustálat na teplotu okolí. Změř teplotu vody v kádince i kovového válečku (změření teploty vroucí vody). Poté vlož rychle váleček do studené vody a počkej, dokud se teplota soustavy neustálí. Poté změř výslednou teplotu. Naměřené hodnoty zapisuj do tabulky ( $\rightarrow$  Obr. 4). Pomocí kalorimetrické rovnice zjisti, jakou má kov, ze kterého je váleček vyroben, měrnou tepelnou kapacitu.

Studená voda:	Horký kovový váleček:
$m_1 =$	$m_2 =$
$c_1 =$	$c_2 =$
$t_1 =$	$t_2 =$
$t =$	

Obr. 4 – Tabulka, naměřené hodnoty



Obr. 3 – Zahřívání vody nad kahanem, žákovský pokus

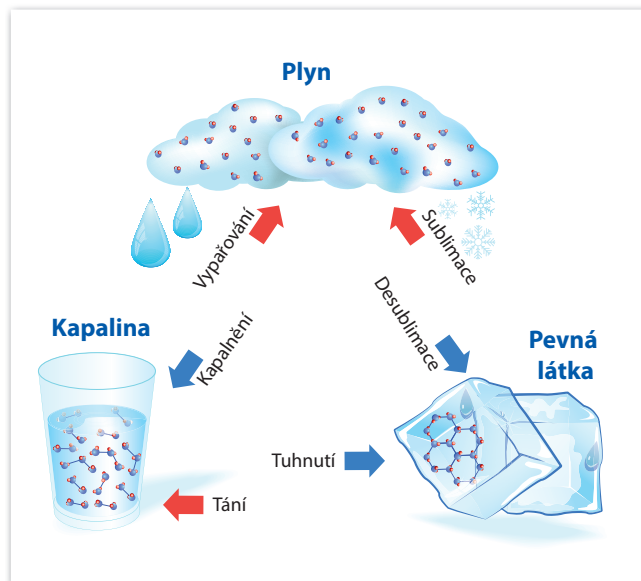


## ÚKOL

Zjištěnou hodnotu měrné tepelné kapacity daného kovu porovnej s hodnotou uvedenou v tabulkách. Vysvětli, proč se výsledky liší.

## Změny skupenství

Látky mohou existovat ve třech skupenstvích. Ve skupenství **pevném**, **kapalném** nebo **plynném**. **Skupenskými přeměnami** nazýváme děje, při nichž dochází k přechodu z jednoho skupenství do druhého. Jednotlivé skupenské přeměny popisuje obrázek (→ Obr. 1), na kterém je znázorněno schéma pro vodu. Přechod z pevného skupenství do kapalného nazýváme **tání**, z kapalného do plynného **vypařování** a z pevného do plynného **sublimace**. Aby docházelo k těmto přeměnám, musíme danou látku ohřívat (dodávat jí teplo). Změnu skupenství plynného na kapalné nazýváme **kapalnění** (často se také setkáváme s pojmem **kondenzace**), skupenství kapalného na pevné **tuhnutí** a přechod skupenství plynného na pevné nazýváme **desublimace**. U těchto skupenských přeměn látku ochlazujeme (odebíráme jí teplo).



Obr. 1 – Schéma pro vodu, skupenské přeměny

Pevné látky mají atomy a molekuly pevně svázané do krystalické mřížky. V důsledku tohoto uspořádání mají nízkou pohybovou energii, tedy i nízkou celkovou vnitřní energii. Když začneme takové těleso **zahřívat**, jeho molekuly a atomy získávají více energie, vibrují a snaží se z vazby utrhnout. Pokud **dodáme dostatečné množství energie** a těleso tak ohřejeme na dostatečně vysokou teplotu, jeho částice se dokážou uvolnit a vazbu tak rozbít. Atomy a molekuly se pak pohybují rychleji, vzájemné přitažlivé síly jsou slabší a částice tak mají více volnosti. Z pevné látky se stane látka kapalná. Pokud kapalinu dále zahříváme, částice se pohybují stále rychleji, jejich vzájemné vazby slábnou a z kapaliny se stává plyn. Opačně, pokud budeme plyn **ochlazovat**, jeho částicím bude klesat energie, jejich pohyb bude stále pomalejší, až se plyn přemění na kapalinu a posléze na pevnou látku. Při tání, vypařování i sublimaci tedy musíme **energii látky dodávat**, při desublimaci, kapalnění a tuhnutí **energii odeberáme**.

## Měrné skupenské teplo tání a varu



Připrav si led a horkou vodu o stejné hmotnosti. Teplotu ledu zjisti podle nastavení v mrazničce, teplotu vody změř. Nejprve odhadni, jaká bude výsledná teplota soustavy po smíchání. Poté led s vodou smíchej a nech teplotu ustálit. Následně změř její hodnotu a výsledek porovnej se svým odhadem. Pokus prováděj v kalorimetru.

Vzhledem k tomu, že led a voda mají stejnou hmotnost, výslednou teplotu budeme pravděpodobně odhadovat přesně uprostřed mezi původními teplotami. Při bližším zkoumání zjistíme, že led má měrnou tepelnou kapacitu zhruba poloviční než voda. Stačí mu tedy na ohřátí dodat méně tepla neboli bude se ohřívat dvakrát rychleji. Z toho můžeme usuzovat, že výsledná teplota bude spíše blíže původní teplotě horké vody. Pravděpodobně nás překvapí, že tomu tak není. To ale znamená, že energie, kterou předává horká voda ledu, se všechna nespotřebuje jen na ohřívání ledu a posléze vody, ale ještě na něco jiného.

Jestliže led přijímá energii od horké vody, jeho teplota roste. Když se zahřeje na teplotu asi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , což je teplota, při které led taje, začne se přeměňovat ze skupenství pevného na kapalné. V této fázi se dodávaná energie **všechna spotřebuje na proces roztání** ledu v celém objemu, přičemž se **jeho teplota nemění**. Až ve chvíli, kdy všechen led roztaje, tedy změní se na vodu o teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se díky dodávané energii začne voda zase zahřívat. Vzhledem k tomu, že každá látka potřebuje jiné množství energie k tomu, aby roztála, zavádíme fyzikální veličinu zvanou **měrné skupenské teplo tání**. Tato veličina udává, kolik tepla musíme dodat 1 kg pevné látky, aby se v celém svém objemu přeměnila na kapalinu o stejné teplotě. Značí se  $I_t$ , hlavní jednotkou je **joule na kilogram** ( $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ ). Hodnotu měrného skupenského tepla tání různých látek nalezneme v tabulkách.

## ZMĚNY SKUPENSTVÍ

## ÚKOL

Vyhledej v tabulkách hodnotu měrného skupenského tepla tání mědi, rtuti a cínu.

Kromě měrného skupenského tepla tání zavádíme také veličinu zvanou **měrné skupenské teplo varu**. Ta udává, kolik tepla musíme dodat 1 kg kapaliny, aby se přeměnila na plyn o stejné teplotě. Měrné skupenské teplo varu se značí  $l_v$  a hlavní jednotkou je opět **joule na kilogram** ( $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ ).

## ÚKOL

Kolik joulů tepla musíme dodat jednomu kilogramu vody při teplotě 100 °C, aby se přeměnila na plyn o stejné teplotě?

## ÚKOL

Kolik joulů tepla musíme dodat jednomu kilogramu ledu při teplotě 0 °C, aby se přeměnil na vodu o stejné teplotě?

## ÚKOL

Vyhledej v tabulkách měrné skupenské teplo varu rtuti, glycerolu a síry.

## ÚKOL

Zkus vysvětlit, proč se nezavádí také měrné skupenské teplo tuhnutí a kapalnění.

## Skupenské teplo tání a varu

Protože se v praxi málokdy setkáváme se situací, kdy počítáme množství energie dodané nebo odebrané přesně jednomu kilogramu látky, zavádíme další dvě veličiny zvané **skupenské teplo tání** a **skupenské teplo varu**.

**Skupenské teplo tání** určuje, kolik tepla musíme dodat pevné látce, aby se **v celém svém objemu** přeměnila na kapalinu o stejné teplotě. Značíme ho  $L_t$ , a vypočítáme ho podle vztahu  $L_t = l_t \cdot m$ , kde  $l_t$  je měrné skupenské teplo tání a  $m$  je hmotnost látky.

## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Pomocí rozměrové analýzy odvod hlavní jednotku skupenského tepla tání.

Skupenské teplo tání vypočítáme podle vztahu  $L_t = l_t \cdot m$ .

$l_t$  – měrné skupenské teplo tání, hlavní jednotka  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$m$  – hmotnost, hlavní jednotka (a zároveň základní jednotka SI) **kg**

$$L_t = l_t \cdot m \longrightarrow \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \text{kg} = \text{J} \right]$$

**Odpověď:** Hlavní jednotkou skupenského tepla tání je joule.

## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Kolik tepla je potřeba dodat 0,5 kg ledu o teplotě 0 °C, aby roztál v celém svém objemu?

Vypočítáme skupenské teplo tání ledu  $L_t$ :

$$m = 0,5 \text{ kg}$$

$$l_t = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 334\,000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$L_t = ? \text{ J}$$

$$L_t = l_t \cdot m$$

$$L_t = 334\,000 \cdot 0,5$$

$$L_t = 167\,000 \text{ J}$$

**Odpověď:** Aby roztálo 0,5 kg ledu, musíme mu dodat 167 kJ tepla.

## Elektrický odpor



## POKUS

Použijeme-li v obvodu zdroj o větším napětí, bude obvodem procházet větší elektrický proud. Do elektrického obvodu postupně zapojíme jako zdroj elektrického napětí tužkovou baterii (1,5 V) (→ Obr. 1a), knoflíkovou baterii (3 V) (→ Obr. 1b), plochou baterii (4,5 V) (→ Obr. 1c) a devítivoltovou baterii (9 V) (→ Obr. 1d), LED žárovku a připojíme ampérmetr.



Obr. 1a – Tužková baterie 1,5 V



Obr. 1b – Knoflíková baterie 3 V



Obr. 1c – Plochá baterie 4,5 V



Obr. 1d – Devítivoltová baterie 9 V

Čím větší je hodnota napětí připojeného k žárovce, tím jasněji svítí, protože jí prochází větší proud.

Změříme pro jednotlivé zapojení uvedených druhů zdrojů velikost elektrického proudu. V tabulce (→ Obr. 2) vidíme naměřené hodnoty.

Druh baterie	tužková	knoflíková	plochá	devítivoltová
napětí zdroje [V]	1,5	3	4,5	9
naměřený proud v obvodu [mA]	150	300	450	900

Obr. 2 – Tabulka, závislost naměřeného proudu na napětí zdroje

Z uvedených hodnot sestojíme graf (→ Obr. 3):



Z grafu je patrné, že velikost naměřeného proudu v obvodu je přímo úměrná velikosti napětí. Poměr napětí zdroje a proudu v obvodu tedy  $U : I$  je vždy stejný:

Tužková baterie  $U : I = 1,5 : 0,150 = 10$

Knoflíková baterie  $U : I = 3 : 0,300 = 10$

Plochá baterie  $U : I = 4,5 : 0,450 = 10$

Devítivoltová baterie  $U : I = 9 : 0,900 = 10$

Obr. 3 – Graf, závislost naměřeného proudu na napětí zdroje

Budeme zavádět novou fyzikální veličinu, která udává schopnost elektrického vodiče vést elektrický proud. Tato veličina se nazývá **elektrický odpor**.

## ELEKTRICKÝ ODPOR

Elektrický odpor je fyzikální veličina, kterou značíme **R** (z angl. resistance). Má hlavní jednotku **ohm** (čti óm), kterou značíme řeckým písmenem  $\Omega$  (omega).

Naměřenou hodnotu elektrického odporu zapisujeme pomocí matematického zápisu. Pokud tedy chceme zapsat, že velikost elektrického odporu v obvodu je 200  $\Omega$ , bude zápis vypadat takto:

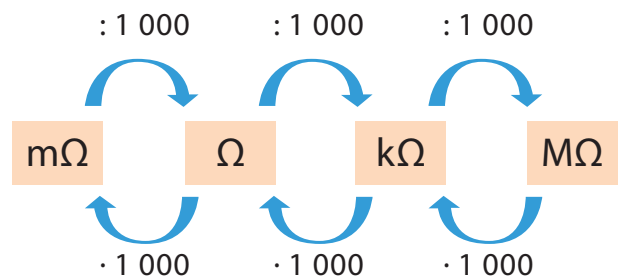
$$R = 200 \Omega$$

1  $\Omega$  představuje odpor vodiče v elektrickém obvodu připojeném ke zdroji napětí 1 V, kterým protéká proud 1 A.

V praxi se používá dílčí jednotka **miliohm**, který odpovídá tisícině ohmu. Dále se můžeme setkat s jednotkami násobnými: **kilohm** (1 k $\Omega$  = 1 000  $\Omega$ ) a **megaohm** (1 M $\Omega$  = 1 000 000  $\Omega$ ).

V následující tabulce vidíme souhrn uvedených jednotek a pomůže nám i převodník jednotek:

Název jednotky	Značka jednotky	Převodní vztah
miliohm	m $\Omega$	1 m $\Omega$ = 0,001 $\Omega$
ohm	$\Omega$	
kilohm	k $\Omega$	1 k $\Omega$ = 1 000 $\Omega$
megaohm	M $\Omega$	1 M $\Omega$ = 1 000 000 $\Omega$


 ZAJÍMAVOST

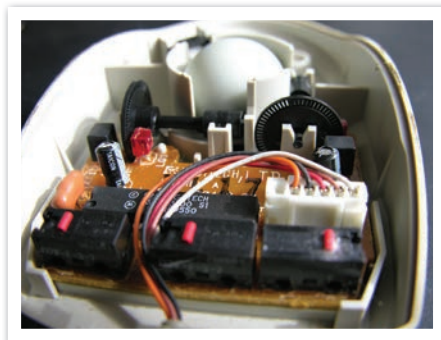

**Georg Simon Ohm** (čti georg simon óm) se narodil roku 1789 v německém Erlangenu. Měl šest sourozenců, matka mu umřela velmi brzy, vychovával a matematice i fyzice ho učil otec. Jeho bratr Martin se stal matematikem. Z důvodu finanční tísně musel Georg přerušit studium univerzity a nějakou dobu vyučoval matematiku ve Švýcarsku. Univerzitu poté dokončil, avšak s nedostatkem financí se potýkal celý život. Formuloval zákon týkající se vztahu mezi elektrickým napětím, odporem a proudem, který však dlouho nebyl odbornou veřejností uznán. Během života se kromě bádání v oblasti elektřiny věnoval akustice. Zemřel roku 1854 v Mnichově (→ Obr. 4).

Obr. 4 – Georg Simon Ohm

Pokud bychom v elektrickém obvodu při daném napětí zdroje chtěli měnit velikost procházejícího proudu, zapojíme do obvodu součástku zvanou **rezistor** (→ Obr. 5a, b). Jde např. o vodič, který je izolovaný a navinutý na válec z keramiky. Do obvodu jej zapojujeme podle potřeby sériově či paralelně. Jeho schematická značka je na obrázku (→ Obr. 6).



Obr. 5a – Rezistor, elektrotechnická součástka



Obr. 5b – Myš, tištěný spoj s rezistorem

Rezistory mohou mít pevně danou hodnotu elektrického odporu z výroby nebo jejich odpor můžeme v určitém rozsahu měnit. Využívá se prakticky ve všech elektrických obvodech.



Obr. 6 – Rezistor, schematická značka

## ZAPOJENÍ REZISTORŮ

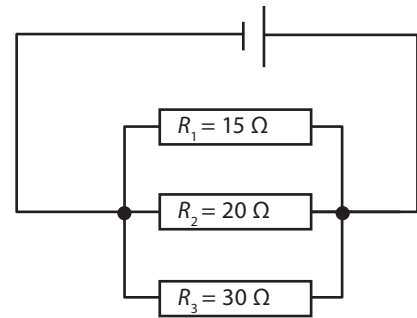


## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Jaký odpor bude mít rezistor, kterým chceme nahradit tři rezistory o odporech  $15 \Omega$ ,  $20 \Omega$  a  $30 \Omega$  v obvodu na obrázku ( $\rightarrow$  Obr. 3)? Příklad vypočti dosazením do vztahu pro výpočet výsledného odporu rezistorů.

$$\begin{aligned} R_1 &= 15 \Omega & \text{a) } \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} & \frac{1}{R} &= \frac{9}{60} \\ R_2 &= 20 \Omega & & & & \\ R_3 &= 30 \Omega & \frac{1}{R} &= \frac{1}{15} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} & R &= \frac{60}{9} = 6,7 \Omega \\ R &= ? \Omega & & & & \\ & & \frac{1}{R} &= \frac{4 + 3 + 2}{60} & & \end{aligned}$$

**Odpověď:** Rezistory na obrázku lze nahradit jedním rezistorem o odporu  $6,7 \Omega$ .



Obr. 3 – Schéma zapojení k příkladu, paralelní zapojení rezistorů



## ÚKOL

Proč se žárovky na osvětlení vánočního stromku zapojují paralelně? Co by se mohlo stát v případě sériového zapojení těchto žárovek?



## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Dva rezistory zapojené paralelně o odporech  $50 \Omega$  a  $100 \Omega$  připojíme na zdroj napětí  $9 \text{ V}$ . Jaký elektrický proud prochází rezistory, jaký je proud v nerozvětvené části obvodu a jaký je celkový odpor rezistorů?

$$\begin{aligned} R_1 &= 50 \Omega & I_1 &= \frac{U}{R_1} \\ R_2 &= 100 \Omega & I_1 &= \frac{9}{50} = 0,18 \text{ A} \\ U &= 9 \text{ V} & I_2 &= ? \text{ A} \\ I_2 &= ? \text{ A} & I_1 &= ? \text{ A} \\ I_1 &= ? \text{ A} & I &= ? \text{ A} \\ I &= ? \text{ A} & R &= ? \Omega \\ R &= ? \Omega & I_2 &= \frac{U}{R_2} \\ & & I_2 &= \frac{9}{100} = 0,09 \text{ A} \\ & & I &= I_1 + I_2 \\ & & I &= 0,18 + 0,09 = 0,27 \text{ A} \end{aligned}$$

**Odpověď:** Rezistory prochází proud po řadě  $0,18 \text{ A}$  a  $0,09 \text{ A}$ . Velikost proudu v nerozvětvené části obvodu je  $0,27 \text{ A}$  a výsledný odpor rezistorů  $33,3 \Omega$ .

Nyní máme dvě možnosti, jak vypočítat výsledný odpor:

a) Ze vztahu pro výpočet celkového odporu rezistorů zapojených paralelně

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} & / \cdot R \cdot R_1 \cdot R_2 \\ R_1 \cdot R_2 &= R \cdot R_2 + R \cdot R_1 & / \text{ na pravé straně rovnice vytkneme } R \\ R_1 \cdot R_2 &= R \cdot (R_2 + R_1) & / : (R_2 + R_1) \\ R &= \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \\ R &= \frac{50 \cdot 100}{50 + 100} = \frac{5000}{150} = 33,3 \Omega \end{aligned}$$

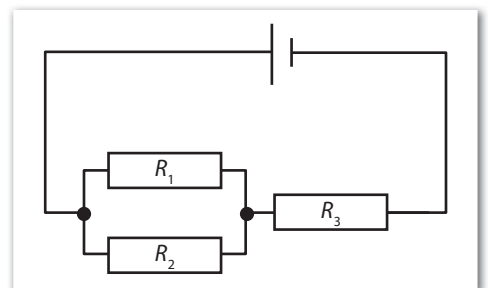
b) Podle Ohmova zákona

$$R = \frac{U}{I} \quad R = \frac{9}{0,27} = 33,3 \Omega$$

Zamysleme se nyní nad tím, jak bychom vypočetli výsledný odpor rezistorů, které jsou v obvodu zapojeny v kombinaci zapojení vedle sebe i za sebou ( $\rightarrow$  Obr. 4).

V takovém případě bychom nejprve paralelně zapojené rezistory o odporech  $R_1$  a  $R_2$  nahradili jedním rezistorem  $R_4$ , který by byl poté řešen v sériovém zapojení s rezistorem  $R_3$ . Postup řešení by byl tedy následující:

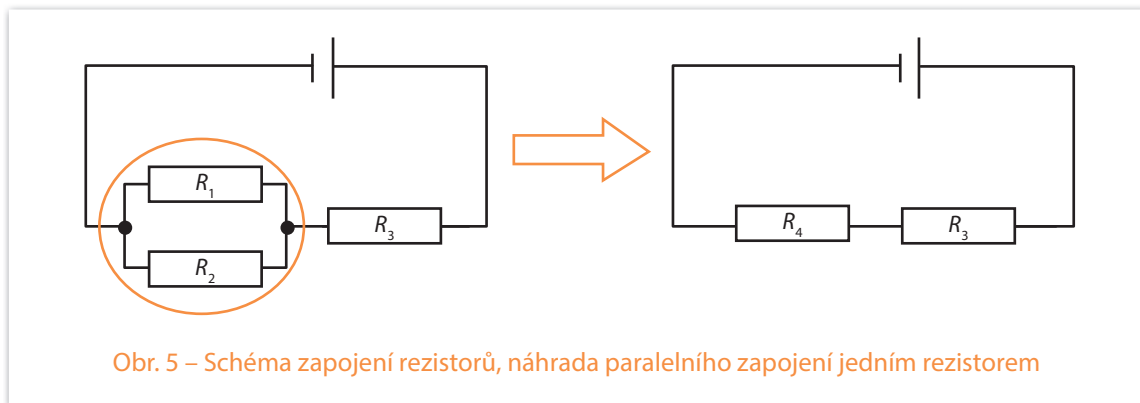
Obr. 4 – Schéma zapojení rezistorů, kombinace sériového a paralelního zapojení





## ZAPOJENÍ REZISTORŮ

1. Nejprve vyřešíme paralelně zapojené rezistory  $R_1$  a  $R_2$  ( $\rightarrow$  Obr. 5).



Obr. 5 – Schéma zapojení rezistorů, náhrada paralelního zapojení jedním rezistorem

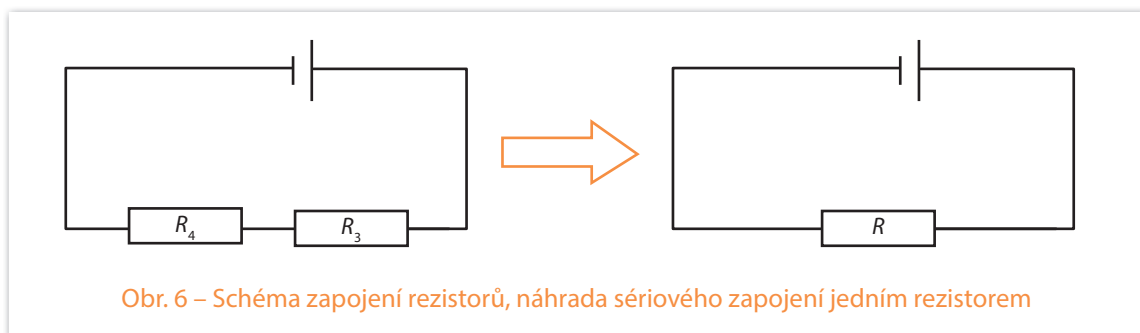
Pro výsledný odpor těchto rezistorů platí vztah:

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Stejným způsobem jako v předchozím početním příkladu můžeme odvodit:

$$R_4 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

2. Dále řešíme sériové zapojení rezistorů  $R_3$  a  $R_4$  ( $\rightarrow$  Obr. 6).



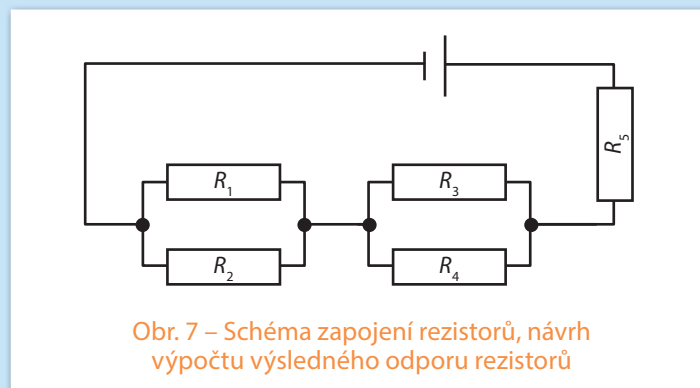
Obr. 6 – Schéma zapojení rezistorů, náhrada sériového zapojení jedním rezistorem

Celkový odpor rezistorů daného obvodu ( $\rightarrow$  Obr. 4) pak vypočteme podle následujícího vztahu.

$$R = R_4 + R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$

### ÚKOL

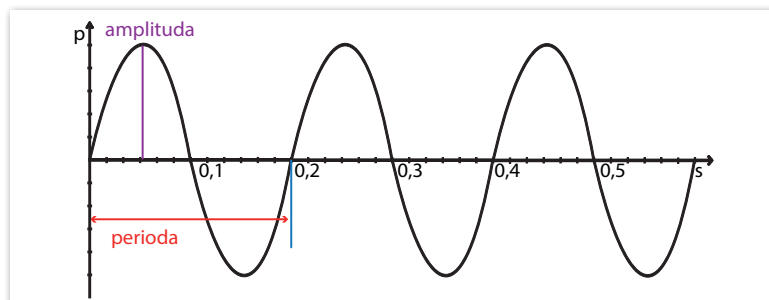
Navrhni, jakým způsobem bys postupoval při výpočtu výsledného odporu rezistorů zapojených v obvodu dle následujícího schématu ( $\rightarrow$  Obr. 7).



Obr. 7 – Schéma zapojení rezistorů, návrh výpočtu výsledného odporu rezistorů

## TÓN, VÝŠKA, KMITOČET

## Tón, výška, kmitočet



Obr. 1 – Zvuková vlna, časový průběh periodického vlnění

zhuštění a zředění představuje jednu vlnovou délku zvukové vlny. Doba, za kterou proběhne jedna vlna, se nazývá **perioda**. Periodu značíme **T** a měříme ji v **sekundách** (s). Při znázornění časového průběhu periodického zvukového vlnění lze tuto veličinu z grafu celkem snadno určit (→ Obr. 1).

Kmity zvukových vln mohou být charakterizovány **kmitočtem** (frekvencí) jako počet kmitů za jednu sekundu, jehož hlavní jednotkou je **hertz** (Hz). Kmitočt označujeme **f**.

Naměřenou hodnotu frekvence zapisujeme pomocí matematického zápisu. Pokud tedy chceme zapsat, že velikost frekvence má hodnotu 300 Hz, bude zápis vypadat takto:

$$f = 300 \text{ Hz}$$

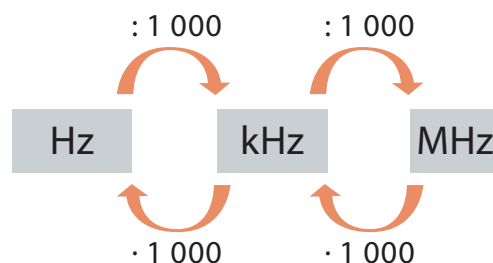
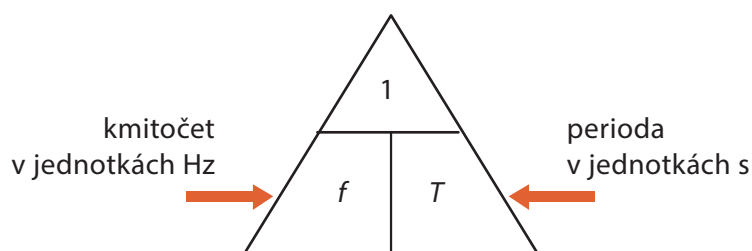
Jeden hertz odpovídá tedy frekvenci jednoho kmitu za jednu sekundu. Pro určování frekvence často používáme i větší jednotky, jako je **kilohertz** (kHz), který odpovídá hodnotě 1 000 Hz, nebo **megahertz** (MHz), což je 1 000 000 Hz. Při převádění jednotek si můžeme pomoci převodníkem jednotek.

Pokud vlny mají frekvenci větší než 16 Hz a menší než 20 000 Hz (20 kHz), vnímáme je jako zvuk. Vlnění s frekvencí nižší, než je hranice slyšitelnosti lidského ucha (asi pod 16 Hz), je nazýváno **infrazvuk**. Vlnění s větší frekvencí než 20 kHz se nazývá **ultrazvuk**. Maximální hodnota zvukové vlny se nazývá **amplituda**, ta určuje intenzitu zvuku. Pokud vlny následují jedna za druhou v rychlém sledu, vytvářejí vysoký tón. Vzniká zvuk o vysokém kmitočtu. Pokud se vlny střídají jen pomalu, je zvuk hluboký. Jedná se o zvukové vlny s nízkým kmitočtem.

Vztah pro výpočet kmitočtu (frekvence) ze známé velikosti periody:

$$f = \frac{1}{T}$$

Pomocný trojúhelník pro výpočet kmitočtu a periody:



## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Z grafického záznamu zvukové vlny (→ Obr. 1) odečteme periodu vlnění a určíme velikost kmitočtu.

$$T = 0,2 \text{ s (1 vlna trvá 0,2 s)}$$

$$f = ? \text{ Hz}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,2}$$

$$f = 5 \text{ Hz}$$

**Odpověď:** Kmitočt dané vlny je 5 Hz.

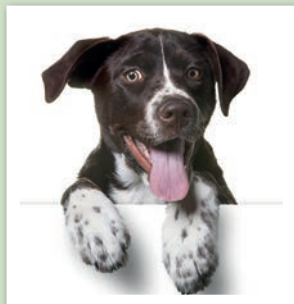
## TÓN, VÝŠKA, KMITOČET

 ZAJÍMAVOST

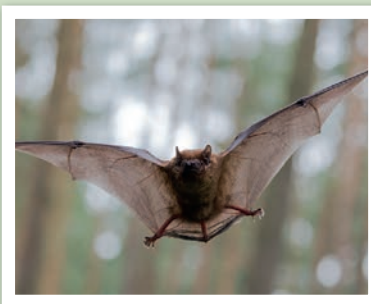
Rozsah vnímaného zvuku u některých živočichů (→ Obr. 2a–d):



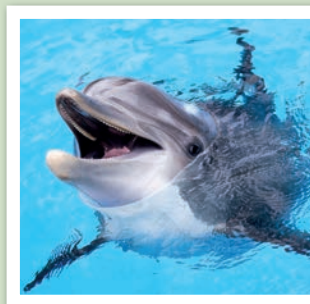
Obr. 2a – Slon:  
1–20 000 Hz



Obr. 2b – Pes:  
15–50 000 Hz



Obr. 2c – Netopýr:  
1 000–120 000 Hz



Obr. 2d – Delfín:  
150–150 000 Hz

**Výška tónu** je sluchový vjem, podle něhož lze zvuky uspořádat do stupnice od nízkých po vysoké na základě kmitočtu zdroje. Porovnáním zvuku s jednoduchými tóny s periodickým průběhem lze často přiřadit výšku i složitým nebo neperiodickým zvukovým vlnám. Sluchem výšku těchto jednoduchých tónů většinou nedokážeme určit, spíše zvuky hodnotíme na základě porovnání s **referenčním tónem**. Základním referenčním tónem, ze kterého vychází hudební akustika, je tón zvaný **komorní**, jehož kmitočet je 440 Hz. Jedná se o jednoduchý tón, který vydává například ladička hudebních nástrojů. Většina zvuků, ale obsahuje směs různých kmitočtů. V hudbě se setkáváme s tzv. hudebními intervaly. Nejjednodušším hudebním intervalem je oktáva, která je charakterizována poměrem kmitočtů 2 : 1. To znamená, že tón o oktávu vyšší má dvojnásobný kmitočet (frekvenci). Dva tóny vzdálené o oktávu jsou v hudbě označeny stejným písmenem s různým indexem. Například komorní tón  $a_1$  má kmitočet 440 Hz a tón o oktávu vyšší  $a_2$  má kmitočet 880 Hz. V hudbě jsou tóny uspořádány do hudebních stupnic, což je řada tónů uspořádaná podle určitých pravidel. Jednou z nejjednodušších hudebních stupnic je stupnice s označením C-dur (→ Obr. 3).



Obr. 3 – Stupnice C-dur, zobrazení klaviatury piana s notovým zápisem



Jednotlivým tónům odpovídá určitý kmitočet. V následující tabulce (→ Obr. 4) jsou uvedeny přibližné kmitočty některých tónů ve stupnici C-dur.

Tón	$c_1$	$d_1$	$e_1$	$f_1$	$g_1$	$a_1$	$h_1$	$c_2$
Kmitočet (Hz)	262	294	330	349	392	440	494	524

Obr. 4 – Kmitočet tónů stupnice C-dur

## ODRAZ A POHLCOVÁNÍ ZVUKU

## Odraz a pohlcování zvuku

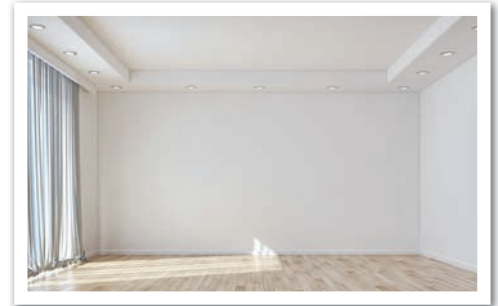
Pokud se vám někdy stalo, že jste stáli uprostřed prázdného pokoje (→ Obr. 1), určitě jste si všimli, že zvuk při rozhovoru se rozléhá. Když se pak do této místnosti umístí koberec, nábytek a další vybavení, toto rozléhání vymizí.

Při dopadu zvukového vlnění na překážku, kterou jsou dveře, stěna místnosti, ale i nábytek apod., dojde k proniknutí části energie zvuku

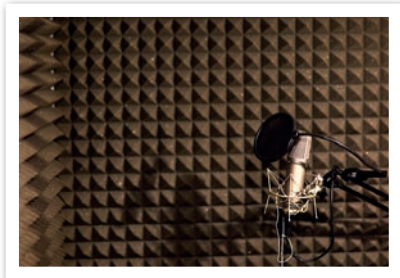
do prostředí překážky. Tomu říkáme **pohlcování zvuku**. Část zvuku

se **odrazí** podle zákona odrazu, stejně jako u světla. V zařízené místnosti tedy dochází k většímu pohlcování a odrazu zvuku než v místnosti nezařízené.

Látky, které dobře pohlcují zvuk, mají své využití pro zvukovou izolaci, kterou využijeme například při stavbě domů, abychom neslyšeli zvuky z okolí či štěkot sousedova psa. Pro zvukovou izolaci jsou vhodné členité materiály. Pro zvukové izolování zkušeben hudebníků či v nahrávacích studiích se často využívá akustická pěna, která zabraňuje odrazu zvukových vln (→ Obr. 2).



Obr. 1 – Prázdný pokoj, pohlcování a odraz zvuku



Obr. 2 – Akustická pěna, izolace nahrávacího studia



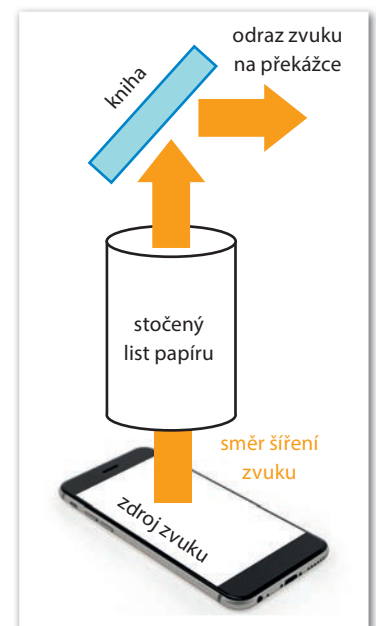
## POKUS

Dobrym zvukovým izolantem je vakuum. To si můžeme dokázat s použitím vývěvy (zařízení, které pod zvonem či skleněnou nádobou odčerpává vzduch a snižuje tlak v tomto prostoru pod hodnotu atmosférického tlaku), do které umístíme zvoněk. Postupným snižováním tlaku ve vývěvě, hlasitost zvonku klesá.



## DOMÁCÍ POKUS

Zákon odrazu zvuku si můžeš doma ověřit jednoduchým pokusem. Zdroj zvuku (například hrající mobilní telefon) umísti na stůl, nad něj dej válec tvořený jednoduše srolovaným listem papíru tak, aby jeden otvor válce směřoval ke zdroji zvuku a druhý kolmo vzhůru. K druhému konci umísti přibližně pod úhlem 45° knihu tak, aby se zvuk odrážel směrem k tobě (→ Obr. 3). Knihou mírně pohybuj a hledej umístění, ve kterém slyšíš zvuk nejlépe. Zvuk vycházející z mobilního telefonu je trubicí směřován nahoru, kde se na překážce (knize) odrazí pod stejným úhlem, jako na ni dopadl.



Obr. 3 – Pokus, odraz zvuku

Obdobně jako v domácím pokusu můžeme odrazu zvuku využít i pro „telefon“ ze zahradní hadice. Pokud bychom na sebe volali na větší vzdálenost, zvuk by byl rozptýlen do všech směrů a slyšeli bychom volajícího slabě. Při mluvení do zahradní hadice je zvuk veden požadovaným směrem a prostřednictvím odrazů se v hadici šíří směrem k posluchači na druhé straně.



## KONTROLNÍ OTÁZKY

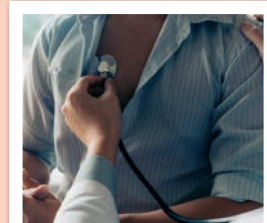
## ZÁVĚR:

Dopadne-li zvuková vlna na překážku, část zvukové energie se **pohlčí** a zbytek se **odrazí** podle zákona odrazu.

Látky, které dobře pohlcují zvuk, se používají ke zvukové izolaci.

1. Popiš, jakým způsobem se šíří zvuk ve fonendoskopu (→ Obr. 4).

2. Co bude zvuk více pohlcovat? Peřiny, nebo zrcadlo.



Obr. 4 – Fonendoskop, odraz zvuku

## OZVĚNA A DOZVUK

## Ozvěna a dozvuk

Určitě se vám již někdy stalo, že když jste zakřičeli směrem ke vzdálené skále, v jeskyni, v rozlehlé budově či do propasti, uslyšeli jste zpožděný zvuk nazývaný **ozvěna (echo)** (→ Obr. 1).

Ozvěna vzniká důsledkem fyziologie lidského ucha a dochází k ní při odrazu zvuku od překážky. Ucho je schopno rozeznat od sebe dva zvuky, je-li mezi nimi prodleva alespoň 0,1 s. Bude-li překážka, od které se zvuková vlna odrazí, od nás v dostatečné vzdálenosti, bude zvuk putovat ze zdroje (v případě výkřiku z našich úst) k překážce (skále), zde se odrazí a vrátí se zpět k našemu uchu. Pokud je doba mezi zaznamenáním vyslaného a odraženého zvuku lidským uchem nejméně 0,1 s, budou tyto dva zvuky vnímány jako rozličné. Pokud je tato doba kratší, zvuky nám budou splývat, a v takovém případě mluvíme o **dozvuku**.



Obr. 1 – Volání, vznik ozvěny



## VZOROVÝ POČETNÍ PŘÍKLAD

Vypočti, v jaké vzdálenosti je překážka, na které dojde k odrazu zvuku, abychom slyšeli ozvěnu. Rychlost zvuku ve vzduchu je při teplotě 20 °C přibližně 340 m/s.

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$t = 0,1 \text{ s}$$

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

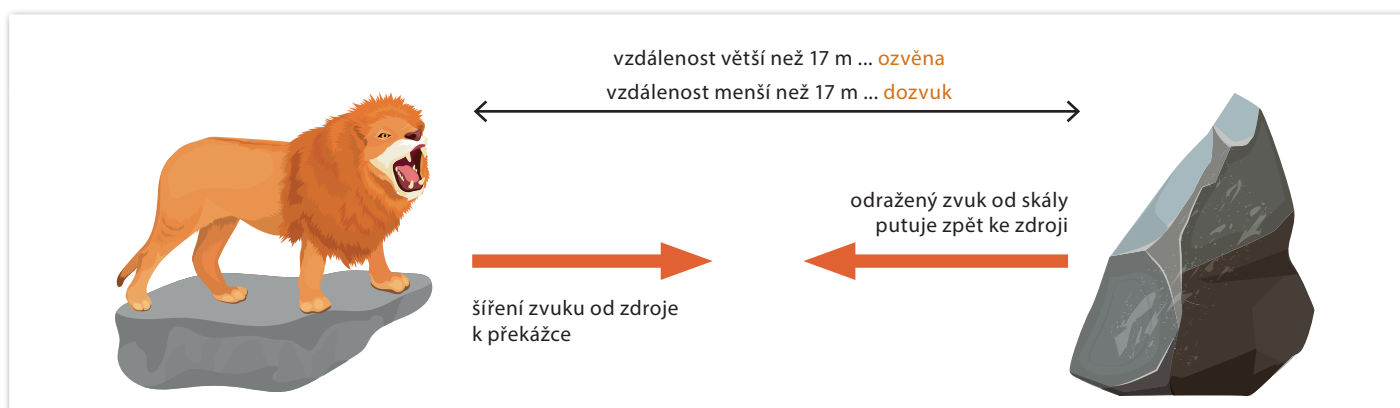
$$v = \frac{s}{t} \quad / \cdot t$$

$$s = v \cdot t = 340 \cdot 0,1 = 34 \text{ m}$$

Zvuk musí projít cestou od zdroje k překážce a zpět, tudíž vzdálenost překážky bude  $34 \text{ m} : 2 = 17 \text{ m}$ .

**Odpověď:** Je-li překážka ve vzdálenosti alespoň 17 m, uslyšíme ozvěnu.

Rozdíl mezi vznikem ozvěny a dozvuku vidíme na obrázku (→ Obr. 2).



Obr. 2 – Ilustrativní obrázek, vznik ozvěny a dozvuku



## ÚKOL

Vypočítej, v jaké minimální vzdálenosti musí být překážka, aby došlo ke vzniku ozvěny, je-li teplota vzduchu, kterým se zvuková vlna šíří, 0 °C.

# ZÁKLADNÍ METEOROLOGICKÉ JEVY A JEJICH MĚŘENÍ

## Vznik větru

Na různých místech Země má vzduch různý atmosférický tlak. Ten má snahu dostat se do rovnovážného stavu (mít na všech místech stejnou hodnotu). Z míst s vyšším tlakem se tedy přesouvá vzduch do míst s tlakem nižším. Tento přesun vzduchu vnímáme jako **vítr**. Čím jsou rozdíly tlaku větší, tím silněji fouká. Pokud je rozdíl malý, je vítr slabý nebo nastává bezvětří. U větru nás zajímá jeho směr a rychlost. Rychlost větru měříme v **metrech za sekundu** ( $\frac{m}{s}$ ). Pokud vítr krátkodobě zvýší svou rychlost a ta dosáhne hodnoty vyšší, než je  $15 \frac{m}{s}$ , hovoříme o **nárazech větru**.

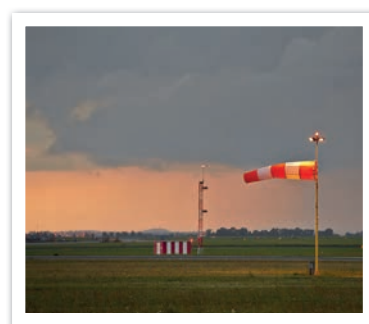
### ZAJÍMAVOST

V lednu 2007 byla na Labské boudě naměřena rychlost větru  $58 \frac{m}{s}$ , tedy  $208,8 \frac{km}{h}$ , což je nový český rekord.

Směr a rychlost větru měříme přístrojem zvaným **anemometr**. Anemometrů existuje několik druhů. **Mechanický anemometr** (→ Obr. 3a) určuje rychlost větru na základě otáček mechanické konstrukce, kterou vítr roztáčí. **Aerodynamický anemometr** porovnává tlak proudícího vzduchu s tlakem statickým. Z naměřeného tlaku větru na jednotkovou plochu pak určuje jeho sílu. **Termické anemometry** obsahují čidlo, které je ochlazováno proudícím vzduchem. Podle rychlosti ochlazování určuje rychlost proudění vzduchu. **Akustické anemometry** určují rychlost i směr větru ze změn šíření zvuků v atmosféře. Na letištích nebo heliportech se setkáváme s takzvaným **větrným rukávem** (→ Obr. 3b), který určuje především směr a částečně i rychlost větru.



Obr. 3a – Mechanický anemometr



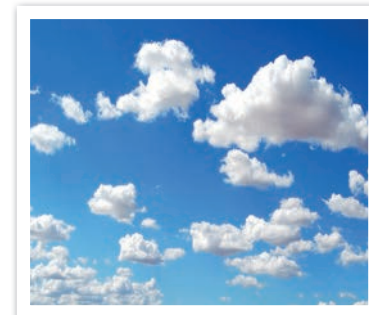
Obr. 3b – Větrný rukáv

## Oblačnost

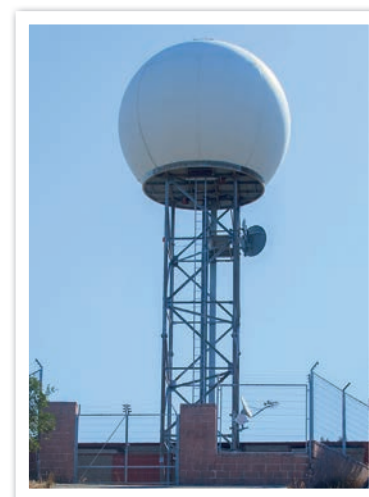
**Oblaka** neboli hovorově mraky mnoho lidí mylně považuje za seskupenou vodní páru. Jak však již víme, vodní pára je neviditelná. Oblak tvoří **zkapalněná nebo zmrzlá vodní pára**. Z praxe víme, že ne z každého mraku musí pršet. To záleží na výšce, ve které vznikl. Pokud je oblak příliš vysoko, vodní kapka, která se z něj uvolní se vypaří ještě před svým dopadem na zem. Kapky vody, které obsahují mraky, mají schopnost odrážet až 70 % slunečního světla. Nepronikne jimi tedy ani teplo. Z toho důvodu bývá při zatažené obloze chladněji.

### ZAJÍMAVOST

Ze zkušenosti víme, že oblaka se mohou vzájemně lišit. Některé hovorově nazýváme „beránky“ (→ Obr. 4), jiným říkáme „dešťové mraky“. Někdy se na obloze vytvoří jen bílý závoj z mraků, jindy je obloha zastřena šedou oblačnou vrstvou. Často dokážeme podle vzhledu oblak odhadnout, jestli bude nebo nebude pršet. Pro možnost jasné klasifikace jednotlivých druhů oblaků existuje atlas, ve kterém jsou obsaženy mezinárodně uznávané názvy pro 10 základních druhů oblaků, které dále dělíme podle tvarů, odrůd a dalších zvláštností. Například již zmíněné „beránky“ podle této terminologie nazýváme Cumulus (kupy). Klasifikaci oblaků lze vyhledat na internetu.



Obr. 4 – Oblaka druhu Cumulus, klasifikace oblak



Obr. 5 – Meteorologický radar, určení oblačnosti pomocí rádiových vln

Toho, že voda, případně ledové krystalky obsažené v oblacích odrážejí světlo (tedy obecně elektromagnetické vlny), využívá **meteorologický radar** (→ Obr. 5). Ten vysílá rádiové vlny v krátkých časových intervalech. Když tyto vlny narazí na oblak, část z nich je pohlcena a část se vrací zpět. Na základě rozboru vln, které se vrátily, můžeme určit nejen vzdálenost oblak, ale i jejich

# ZÁKLADNÍ METEOROLOGICKÉ JEVY A JEJICH MĚŘENÍ

velikost nebo rychlost a směr, kterým se pohybují. Pomocí radaru jsme schopni detekovat oblačnost na vzdálenost 200 až 300 km. Kolik srážek ale z oblaků reálně spadne, to můžeme na základě tohoto měření pouze odhadovat.

Oblačnost můžeme sledovat také pomocí **meteorologických družic** (→ Obr. 6), které jsou umístěny v atmosféře Země. V současné době existují dva typy. Družice polární a geostacionární. **Polárních družic** krouží kolem Země několik desítek. Jsou umístěny v exosféře, ve výšce 600 km až 1 500 km. Díky tomu, že jsou poměrně blízko k zemskému povrchu, jsou jejich snímky v lepším rozlišení. Jejich oběžná doba je 100 minut. **Geostacionární družice** jsou umístěny ve výšce 36 000 km. Oběžná doba je stejná jako doba jedné otáčky Země, díky čemuž se drží nad jedním místem. Když družice doslouží, polární typ shoří v atmosféře. Geostacionární ale zůstává viset nad planetou a stává se tak dalším odpadem na naší oběžné dráze.



Obr. 6 – Meteorologická družice, sledování oblačnosti

## Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu udává, **kolik vodní páry je obsaženo ve vzduchu**. Udává se v  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Vlhkost vzduchu závisí na teplotě. Čím vyšší je teplota vzduchu, tím více vodní páry může vzduch pojmout. To je důvod, proč bývá v létě dusný vlhký vzduch a v zimě nikoli. Pokud vzduch obsahuje tolik vodní páry, že při dané teplotě už jí více pojmout nemůže, říkáme, že je **vzduch párou nasycen**. Vlhkost vzduchu dělíme na absolutní a relativní.

**Absolutní** vlhkost vzduchu vyjadřuje hmotnost vodní páry v jednom  $\text{m}^3$  vzduchu. **Relativní** vlhkost vzduchu určíme podle vztahu **relativní vlhkost** =  $\frac{\text{absolutní vlhkost vzduchu}}{\text{maximální vlhkost vzduchu při dané teplotě}}$  a vyjadřujeme ji v procentech.

Vlhkost vzduchu měříme **vlhkoměrem**. Vlhkoměrů existuje více druhů, my se seznámíme s vlhkoměrem vlasovým a psychrometrem.

**Vlasový vlhkoměr** (→ Obr. 7) využívá vlastnosti lidských vlasů prodlužovat se v závislosti na vlhkosti okolního vzduchu. Prodloužení je samozřejmě velmi malé, vlasy musí být přírodní, nejlépe světlé a dobře odmaštěné. Ve vlhkoměru jsou syntetická vlákna vlasové tloušťky, ke kterým má přístup vzduch. Na ciferníku se pak v závislosti na prodloužení zobrazuje procentuální, tedy relativní vlhkost vzduchu. **Psychrometr** obsahuje dva teploměry, z nichž jeden je namočený v kapalině. Suchý teploměr naměří v daných podmínkách jinou teplotu než vlhký. Z rozdílu těchto teplot se určuje relativní vlhkost vzduchu.

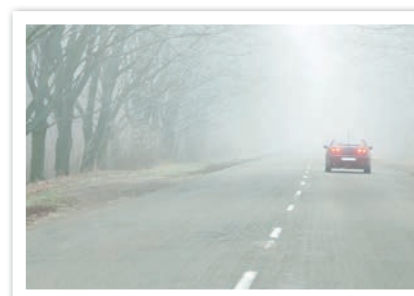


Obr. 7 – Vlasový vlhkoměr, měření vlhkosti vzduchu

## Srážky

Srážky jsou v meteorologii definovány jako voda v pevném či kapalném skupenství, která se tvoří z vodní páry v atmosféře a dopadá na zem. Jsou jednou z hlavních částí koloběhu vody na Zemi. Každý den spadne na planetě na zem průměrně 2,7 mm vody. Srážky dělíme na vertikální a horizontální. **Vertikální srážky** padají z nebe. Je to tedy déšť a sníh. **Horizontální srážky** se usazují na zemském povrchu. Patří sem rosa, jinovatka a námraza. Častěji se však setkáváme s dělením srážek na **tuhé** (namrzající déšť, kroupy, sníh, jinovatka) a **kapalné** (déšť, mrholení, rosa).

Vzduch okolo nás obsahuje vodní páru. Její množství závisí na teplotě vzduchu. Teplota, při které je vzduch vodními parami nasycen, se nazývá **rosný bod** (relativní vlhkost vzduchu je 100 %). Pokud teplota vzduchu klesne pod tuto hodnotu, vzduch už vodní páru neudrží a ta začne kondenzovat. Tímto způsobem vzniká také mlha. **Mlha** (→ Obr. 8a) jsou drobné kapičky vody ve vzduchu. Pokud teplota klesne rychle a vodních par z kondenzuje velké množství, může být mlha tak hustá, že je téměř neprůhledná. Proto musíme být při pohybu v mlze velmi opatrní, obzvláště, jdeme-li po kraji silnice. Pro řidiče automobilů můžeme být bez reflexních prvků téměř neviditelní. Další



Obr. 8a – Automobil v mlze

## Ochrana ovzduší

Od počátku průmyslové revoluce, která začala v 17. století, se prudce zvýšil podíl oxidu uhličitého v ovzduší, a to asi o čtvrtinu. Dále vzrostl podíl oxidů dusíku, prachu a popílku. Je to způsobeno prudkým nárůstem tovární strojní výroby, která nahradila do té doby dominující manufakturu a zemědělství. Došlo také k rozšíření těžby a dopravy. To se odrazilo na stavu životního prostředí. Kvůli znečištění atmosféry se lidstvo potýká s problémy, jako jsou **kyselé deště**, **ozonová díra**, **skleníkový efekt** a s ním související **globální oteplování**. V následující kapitole se blíže seznámíme s příčinami těchto problémů a se snahami o jejich řešení.

Největší znečištění vzniká v důsledku spalování fosilních paliv. Za **fosilní paliva** označujeme **ropu** (a tedy i benzin a naftu), **zemní plyn** a **uhlí**. Spalováním fosilních paliv se do ovzduší uvolňuje velké množství oxidu uhličitého, oxidu siřičitého, oxidů dusíku, popílku a jiných škodlivých látek. Hlavním zdrojem lidské produkce těchto škodlivin jsou uhelné elektrárny (→ Obr. 1) a automobilová doprava. Přírodním zdrojem těchto oxidů je například sopečná činnost (→ Obr. 2).

### Kyselý déšť

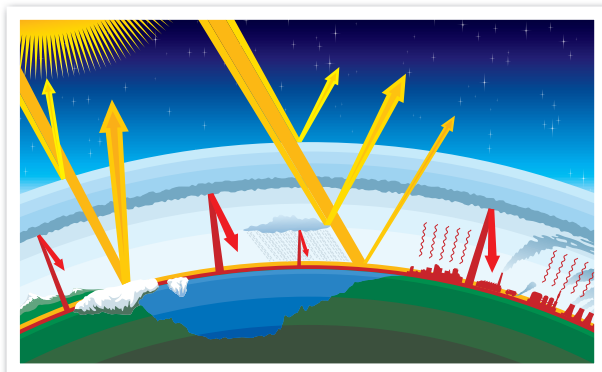
Z chemie známe dělení roztoků na kyselé a zásadité. Víme, že neutrální roztok, například čistá voda, má  $\text{pH} = 7$ . Pokud je hodnota  $\text{pH} > 7$ , mluvíme o zásadách, při  $\text{pH} < 7$  o kyselinách. Čím nižší je hodnota  $\text{pH}$ , tím koncentrovanější je kyselina. Vlivem znečištění ovzduší vznikají takzvané kyselé deště, které mají  $\text{pH} < 5,6$ .

Jak již víme, spalováním fosilních paliv se do vzduchu dostává množství **oxidů síry** a **dusíku**. Tyto látky reagují s vodou obsaženou v atmosféře, čímž vzniká kyselina chlorovodíková nebo dusíkaté kyseliny, které pak padají na zem ve formě **kyselého deště**. Ten má špatný vliv na lidský organismus, na ryby v řekách, zabíjí stromy v lesích (→ Obr. 3), ale ničí také například omítky domů apod.

### Skleníkový efekt

**Skleníkovým efektem** (nebo **jevem**) nazýváme proces ohřívání Země vlivem takzvaných **skleníkových plynů** v atmosféře. Za skleníkové plyny považujeme především vodní páru, oxid uhličitý, metan a oxid dusný.

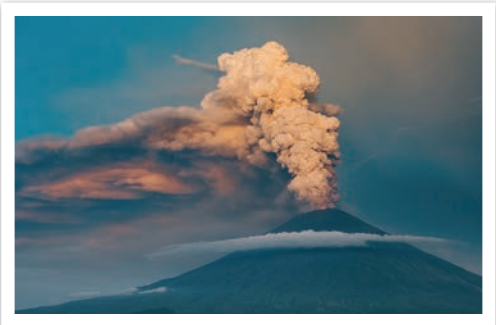
Princip skleníkového efektu je znázorněn na obrázku (→ Obr. 4). Slunce vysílá na Zemi elektromagnetické záření (kromě toho také proud elementárních částic a proud jader helia). Část tohoto záření (19 %) je pohlcena zemskou atmosférou, část (26 %) atmosféra odráží zpět do vesmíru. Po dopadu na zemský povrch se opět část záření (4 %) odráží, část (51 %) je pohlcena. Jak již víme, vnitřní energie tělesa (v tomto případě Země) se zvyšuje o hodnotu energie pohlceného záření. Tuto energii začne zemský povrch vyzařovat zpět do vesmíru ve formě elektromagnetického záření. Skleníkové plyny v atmosféře ale tepelnou (infračervenou) složku záření zadrží a odrážejí zpět na zemský povrch, který se v důsledku toho zahřívá. Výsledkem tohoto zahřívání je **globální oteplování**. Průměrná teplota na Zemi se za posledních 100 let zvýšila téměř o  $1\text{ }^\circ\text{C}$ , což způsobuje tání ledovců a vzestup hladiny moří.



Obr. 4 – Ohřívání zemského povrchu, skleníkový efekt



Obr. 1 – Uhelná elektrárna, znečištění ovzduší vlivem lidské činnosti



Obr. 2 – Sopečná činnost, přírodní zdroj produkce oxidu uhličitého



Obr. 3 – Mrtvý les, kyselý déšť



## Uhlíková neutralita

**Rámcová úmluva OSN o změně klimatu** je celosvětový projekt, který má za cíl zastavit globální oteplování snížením a regulací produkce oxidu uhličitého do ovzduší. Docílit **uhlíkové neutrality** znamená snížit produkci emisí uhlíku do takové míry, aby byla nastolena rovnováha mezi produkcí a tím, co je atmosféra schopna pohltit. Dle **Pařížské dohody** mají rozvinuté země za cíl dosáhnout uhlíkové neutrality do roku 2050.

V současné době probíhá nahrazování fosilních paliv **obnovitelnými zdroji energie**. Uhelné elektrárny jsou nahrazovány ekologičtějšími zdroji energie, jako jsou jaderná, větrná, vodní nebo solární energie, a to po celém světě. Dalším opatřením je redukce a **kontrola emisí ve výfukových plynech**. Vznětové motory jsou nahrazovány LPG a CNG motory (motory na propan-butan a zemní plyn, které jsou šetrnější k životnímu prostředí než motory diesellové) nebo elektromotory. Další možností redukce oxidu uhličitého v ovzduší je **snížení rychlosti kácení lesů**, které se prostřednictvím fotosyntézy podílejí na jeho přeměně na kyslík.

## Ozonová díra

**Ozon** ( $O_3$ ) je látka vyskytující se převážně ve stratosféře. Tvoří zde vrstvu, která pohlcuje ultrafialové záření vysílané Sluncem, které má při dopadu na Zem negativní účinky. U lidí i zvířat vystavených ultrafialovému záření byl prokázán častější výskyt rakoviny kůže, dále způsobuje zánět spojivek a poškození očí.

**Freon** nazýváme sloučeninu chlor-fluorovaného uhlovodíku (zkratka CFC-11). Jde o plyn dříve používaný v chladničkách (zhruba 115 gramů freonu v každém kusu) či jako hnací plyn ve sprejích (→ Obr. 5), stříkaných montážních a izolačních pěnách apod. Až po několika desítkách let hojného využívání se zjistilo, že tento plyn po proniknutí do atmosféry uvolňuje chlor, který reaguje s ozonem. Jedna molekula freonu dokáže rozložit molekulu ozonu a přitom sama nepoškozena existovat dál. Tímto způsobem může zničit až 100 000 molekul ozonu. Díky vysoké koncentraci freonu v atmosféře, zejména nad Antarktidou, je pozorovatelná **ozonová díra**, tedy oblast s nedostatkem molekul ozonu k tomu, aby zadržela nebezpečné UV záření.

V rámci regulace vypouštění freonů do atmosféry byla v roce 1985 jako součást programu OSN podepsána **Vídeňská úmluva**. Signatářské země se v ní zavazují k omezení úniku freonů do atmosféry. Od té doby bylo podepsáno několik zpřísnujících dodatků a od roku 2010 je výroba i použití freonu typu CFC-11 zcela zakázáno. Ten je v současné době nahrazován propan-butanem, amoniakem nebo kyselinou citronovou.



Obr. 5 – Freon jako hnací plyn do sprejů, ozonová díra

### ZÁVĚR:

Názvem **fosilní paliva** označujeme ropu, zemní plyn a uhlí. Spalováním těchto paliv se do ovzduší produkuje velké množství oxidu uhličitého, oxidů síry a dusíku. Spalování fosilních paliv způsobuje **kyselé deště**, **skleníkový efekt** a **globální oteplování**.

Celosvětová snaha o omezení emisí ve vzduchu zahrnuje nahrazování fosilních paliv **obnovitelnými zdroji** (větrné, vodní, solární elektrárny), regulaci **emisí z výfukových plynů** (plynové motory a elektromotory) a zpomalení procesu **kácení lesů**, které přeměňují oxid uhličitý na kyslík.

**Freon** je plyn, který reaguje s molekulami ozonu v atmosféře a rozkládá je. Četné užívání freonu v minulosti výrazně přispělo ke vzniku **ozonové díry**. V současnosti jsou výroba i produkce freonu typu CFC-11 zcela zakázány.

### KONTROLNÍ OTÁZKY

1. Vyjmenuj globální problémy spojené se spalováním fosilních paliv.
2. Vysvětli pojmy skleníkový efekt a globální oteplování.
3. Na internetu vyhledej mapu elektráren v ČR. Jaký podíl na výrobě elektřiny mají elektrárny uhelné, vodní, větrné a solární?

<b>skupenské teplo tání</b>	udává, kolik joule tepla musíme dodat (odebrat) pevné (kapalně) látce, aby se v celém svém objemu přeměnila na kapalinu (pevnou látku) o stejné teplotě, značka $L_v$ , hlavní jednotka joule
<b>skupenské teplo vypařování</b>	udává, kolik tepla musíme dodat (odebrat) kapalině (plynu), aby se v celém svém objemu přeměnila na plyn (kapalinu) o stejné teplotě, značka $L_v$ , hlavní jednotka joule
<b>sublimace</b>	přímá přeměna pevné látky na plyn, aniž dojde k tání
<b>svítící noční oblaka</b>	pozorovatelný jev, který vzniká v horních vrstvách mezoféry; díky velmi nízkým teplotám se vodní páry mění na ledové krystaly, které jsou osvětleny Sluncem
<b>synoptická mapa</b>	mapa, které zobrazuje hodnoty atmosférického tlaku
<b>T</b>	
<b>tání</b>	přeměna pevné látky na kapalinu, při které musíme tělesu dodat teplo
<b>tepelná výměna</b>	předávání části vnitřní energie mezi tělesy různých teplot
<b>tepelná výměna prouděním</b>	přenos tepla nastávající u kapalin nebo plynů různé teploty
<b>tepelná výměna sáláním</b>	přenos tepla prostřednictvím elektromagnetického záření
<b>tepelná výměna vedením</b>	přenos tepla nastávající u pevných látek s rozdílnými teplotami
<b>tepelný izolant</b>	látka či prostředí, která zabraňuje šíření tepla
<b>tepelný vodič</b>	látka či prostředí, kterou se dobře šíří teplo – například kovy
<b>teplo</b>	forma energie, značka $Q$ , hlavní jednotka joule
<b>teplota</b>	fyzikální veličina, která vyjadřuje stav tělesa, měříme ji teploměrem, značka $t$ , hlavní jednotka (a zároveň základní jednotka SI) kelvin
<b>teplota tání</b>	teplota, při které dochází k tání a tuhnutí dané látky
<b>teplota varu</b>	teplota, při které dochází k varu kapaliny, závisí na druhu látky a na tlaku okolního vzduchu
<b>tlaková níže</b>	tlak vzduchu uvnitř této oblasti je nižší než v jeho okolí
<b>tlaková výše</b>	tlak vzduchu uvnitř této oblasti je vyšší než v jeho okolí
<b>tón</b>	zvuk charakteristické frekvence
<b>tuhnutí</b>	přeměna kapalně látky na látku pevnou, při které je tělesu odebíráno teplo
<b>U</b>	
<b>účinnost</b>	bezrozměrná veličina udávající poměr výkonu a příkonu, značka $\eta$
<b>ultrazvuk</b>	mechanické vlnění s větší frekvencí než 20 kHz
<b>V</b>	
<b>Van de Graaffův generátor</b>	přístroj sloužící k nabití koule dostatečně velkým nábojem
<b>var</b>	děj, kdy se kapalina vypařuje v celém svém objemu
<b>vítr</b>	vzniká prouděním vzduchu z míst s vyšším atmosférickým tlakem do míst s nižším tlakem
<b>vlhkoměr</b>	přístroj sloužící k měření vlhkosti vzduchu
<b>vlhkost vzduchu</b>	udává množství vodní páry v 1 m <sup>3</sup> vzduchu
<b>vlnění (mechanické)</b>	jev, při kterém kmitající předmět vyvolává v látkovém prostředí oblasti zhuštění a zředění, které se šíří hmotným prostředím určitou rychlostí
<b>vnitřní energie tělesa</b>	je dána součtem polohové a pohybové energie molekul tělesa, značka $U$ , hlavní jednotka joule
<b>výkon</b>	odvozená fyzikální veličina, která číselně udává velikost práce vykonané za 1 s, značka $P$ , hlavní jednotka watt
<b>vypařování</b>	přeměna kapalně látky na plyn, při které tělesu dodáváme teplo
<b>výška tónu</b>	subjektivní vlastnosti zvuku, podle níž lze zvuky porovnáním s referenčním tónem (komorní a) uspořádat do stupnice
<b>Z</b>	
<b>zákon zachování energie</b>	v izolované soustavě musí celkové množství energie zůstat stejné, energii nelze vyrobit ani zničit, pouze přeměnit na jiný druh
<b>zapojení prvků v obvodu paralelní</b>	prvky v rozvětveném obvodu můžeme řadit vůči sobě vedle sebe (paralelně)
<b>zapojení prvků v obvodu sériové</b>	v jednoduchém elektrickém obvodu jsou prvky zapojeny v řadě za sebou (sériově)
<b>změna skupenství</b>	děj, při němž přechází látka do jiného skupenství
<b>zvuk</b>	mechanické vlnění, které se šíří hmotným prostředím a vyvolává sluchový vjem

Záznam o použití učebnice:

Školní rok	Jméno a příjmení	Třída	Stav

Objednávky učebnic a pracovních sešitů na  
**[www.etaktik.cz](http://www.etaktik.cz)**

# Hravá fyzika 8

## učebnice

Učebnice, která plynule navazuje na předchozí díly Hravá fyzika 6. a Hravá fyzika 7, je rozdělena do sedmi kapitol. První kapitola vyjádření neznámé ze vzorce je zaměřena na rozšíření matematického aparátu, který žáci mohou využít v dalších kapitolách, ve kterých se seznámí s tématy práce, teplo, změna skupenství látek, elektrické jevy a zákony, zvukové jevy a meteorologie.

Učebnice obsahuje speciálními piktogramy, které žáky upozorní na praktické využití, pokusy, mezipředmětové vztahy, zajímavosti či návody na domácí pokusy. Učivo je doplněno vzorovými početními příklady a v závěru každé z kapitol nechybí shrnutí učiva a kontrolní otázky napomáhající k osvojení dané látky.

Učebnici doprovázejí zajímavé úkoly a obsahuje přehledný, abecedně řazený rejstřík pojmů.

Atraktivní barevné grafické zpracování učebnice doplňuje i velké množství fotografií a ilustrací.

Učebnici vhodně doplňuje pracovní sešit Hravá fyzika 8, ve kterém si žáci mohou procvičit probrané učivo a upevnit znalosti získané díky této učebnici.



ISBN: 978-80-7563-278-4



**Učebnice je připravena v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem.**