Jak používat tuto učebnici

Komu je učebnice určena. *Učebnice vyhovuje schválenému Rámcovému vzdělávacímu programu pro základní vzdělávání. V souladu s tímto programem zdůrazňuje především činnostní a praktický charakter fyzikálního vzdělávání, motivuje žáky mnoha příklady z běžného života i z historie a vede je k tvořivému myšlení, logickému uvažování a k řešení problémů. V rubrikách „Chci vědět víc“ obsahuje rozšiřující učivo, a je proto vhodná i pro výuku v třídách s rozšířeným vyučováním fyzice a na víceletých gymnáziích.*

Na co učebnice navazuje. *Předpokládáme, že žáci vstupující do sedmého ročníku mají základní představy o působení sil, zejména elektrické, magnetické a gravitační síly, dále že umějí měřit délku, objem, hmotnost, čas a sílu a že jsou přiměřeně zruční při provádění fyzikálních pokusů. Kapitola 14 navazuje na první, převážně kvalitativní představu o hustotě, kterou by žáci měli získat v 6. ročníku.*

Pokud jde o matematické dovednosti, předpokládáme, že žáci umějí počítat s desetinnými čísly na kalkulačce a že mají jistou zkušenost s řešením slovních úloh.

Na první straně každé kapitoly je rubrika „Zopakujte si“, která shrnuje, co by žáci měli před probíráním nové látky umět.

Na co klade důraz. *Pochopit a naučit se používat fyziku lze jedině vlastní prací, vlastními zkušenostmi. Proto učebnice obsahuje mnoho námětů pro činnosti žáků, především pro pokusy, pozorování a řešení problémů. Umožní-li to místní poměry, zejména vybavenost školy pomůckami, měli by žáci co nejvíc pokusů provádět sami pod dohledem učitele.*

Dále je kladen důraz na co největší srozumitelnost a na praktickou aplikaci fyzikálních jevů v životě. To značně usnadňuje žákům zvládnutí učiva.

Výkladové části. *Výkladové kapitoly obsahují na první straně motivační úvod a rubriky „Zopakujte si“ a „Co se naučíme“. Následují krátké výkladové články. Jejich hlavní body jsou většinou shrnuty v rámečku. Kapitoly, které jsou věnovány výpočtu určitých veličin, obsahují i řadu řešených příkladů.*

Za každým článkem jsou čísla cvičení, která se k němu vztahují.

Rubrika „Dokument“ popisuje některé běžné aplikace probraného učiva. Její obsah není určen k tomu, aby ho žák aktivně ovládal; jde spíše o doplňkovou četbu.

Rubrika „Chci vědět víc“ obsahuje náročnější, výběrové učivo. Je určena pro práci s některými žáky a pro některé školy, zejména pro víceletá gymnázia.

Některé výkladové kapitoly obsahují také náměty na laboratorní práce.

Cvičení. *Rubrika „Cvičení“ začíná krátkými otázkami pod titulkem „Zopakujte si“. Tyto otázky slouží jen k utřídění a upevnění učiva krátce po výkladu, ne však ke zkoušení.*

Následuje řada úloh, na kterých lze prověřit, jak žák probrané části fyziky skutečně porozuměl a jakých dovedností dosáhl. Úlohy, kterých je v celé učebnici víc než 480, jsou rozděleny do tří typů. Standardně vyžadované základní dovednosti jsou označeny „Měli byste umět“. Následují „Problémy“, rozmanité problémové úlohy různé obtížnosti; některé z nich jsou vhodné pro společné řešení ve třídě, jiné mohou žáci řešit samostatně. Konečně „Náměty pro samostatnou práci“ mohou být využity jak doma, tak i ve škole pro skupinovou nebo individuální práci žáků.

Většina úloh má vztahy i k mnoha jiným oblastem života, ukazuje aplikace fyziky např. v běžném životě, v živé přírodě, v technice apod. Některé úlohy neobsahují ve svém zadání všechny informace, které jsou k vyřešení třeba; žák tedy musí rozhodnout, které další údaje potřebuje, a tyto údaje si získat jinak – změřit je, odhadnout, vyhledat v tabulkách apod. Je velmi důležité, aby se žáci naučili řešit i takto „neúplně“ zadané úlohy, protože téměř všechny problémy, které lidé musí řešit při práci i v běžném životě, jsou tohoto druhu. Učitel bude pravděpodobně muset zpočátku své žáky vést k tomu, aby při řešení podobných problémů příliš „nebloudili“ a aby získávali důvěru v to, že i zdánlivě obtížný úkol lze vyřešit. Společné řešení problémových úloh je jednou z nejcennějších vyučovacích metod.

Opakovací kapitoly. *Tyto kapitoly jednak shrnují podstatné věci z kapitol výkladových, jednak dále rozvíjejí dané téma, zejména směrem k praktickým aplikacím. Obsahují také další problémové úlohy. Opakovací kapitoly končí slovníčkem „Nová slova“, v němž je velmi zjednodušený výklad pojmů, které jsou v učebnici nově použity, a odkazy na stránku, kde jsou tyto pojmy zavedeny.*

Z čeho a jak zkoušet. *Ve fyzice, stejně jako v matematice, žáci prokazují zvládnutí učiva nějakou činností (vypočítat, změřit, odhadnout, seřadit apod.). Tyto činnosti jsou v učebnici uvedeny pod záhlavími „Měli byste umět“. Pouhá reprodukce naučeného textu nezaručuje, že žák učivu skutečně rozumí, a proto ji nevyžadujeme. Například nezkoušíme, zda žáci umějí odříkat Archimedův zákon, ale zda umějí v konkrétních případech vypočítat vztlakovou sílu. Je vhodné, aby při písemných zkouškách mohli žáci používat tabulky i učebnice. Stejně řeší problémy i všichni dospělí lidé – mohou přitom používat veškerou dostupnou literaturu i své poznámky. Rozhodující je, jak si umějí poradit s problémem.*

Učebnice vznikla ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků
Zpracoval: RNDr. Martin Macháček, CSc.
Lektorovali: Mgr. Jiřina Kubištová, doc. ing. Ivan Štoll, CSc., prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc., RNDr. Jaroslav Veverka, Mgr. Zdeňka Kamarádová

Schválilo MŠMT č. j.: MSMT-1905/2018 dne 1. února 2018 k zařazení do seznamu učebnic pro základní vzdělávání jako součást ucelené řady učebnic pro vzdělávací obor Fyzika s dobou platnosti šest let.

Dotisk 2. vydání
© Martin Macháček, 2001
Illustrations © Táňa Žitňanová, 2001

ISBN 978-80-7196-217-5

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus, https://prometheus-nakl.cz

JAK SE DÁ USNADNIT PRÁCE

Vzpomínám si, jak jsem jel před mnoha lety s panem Fukou, starým zkušeným sedlákem, do lesa pro klády. Jak jsem byl tehdy plný energie, připadala mi ta práce jasná: vezme se kláda a zvedne se na valník. Jenomže pan Fuka dobře věděl, že taková energie člověku vydrží jen asi do třetí klády. Proto šel na věc s fortelem.

Napřed připravil „návalky“: dvě kulatinky asi 10 cm v průměru, které opřel šikmo o valník. Pak z tenké soušky udělal dvě páky, kterými jsme klády po návalkách kutáleli nahoru. Když bylo předtím potřeba kládu na zemi otočit, aby mířila jiným směrem, navalil ji pan Fuka tak, aby prostředkem ležela na jiné kulatince; kláda pak byla pěkně vyvážená, oba konce ve vzduchu, a otočit jí by snad dokázalo i miminko.

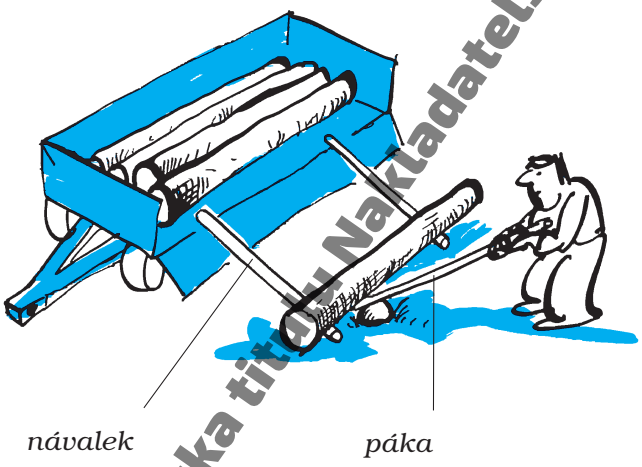
Byla to vlastně taková lekce praktické fyziky. Návalky, to je nakloněná rovina, o které se letos budeme učit. Budeme se učit i o páce, i o tom, že kláda, když má být v rovnováze, musí být podložena pod svým těžištěm. Když všem těmto věcem porozumíte (nestačí naučit se něco nazpaměť!), ušetříte si hodně dřiny a problémů.

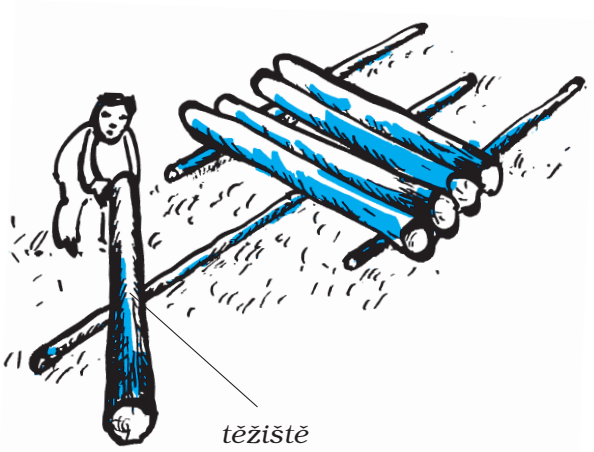
Fyzika totiž vznikla a vyvíjela se proto, aby si lidé usnadnili a zpříjemnili život. Nejdříve si ulehčovali práci pomocí takových jednoduchých nástrojů, jako jsou páka nebo nakloněná rovina. Pak pomocí složitějších zařízení – například takových, jaká jsou vyobrazena na str. 70 a 71 této učebnice. Ještě později, přibližně před 200 lety, vymysleli parní stroj. Jeden parní stroj nahradil těžkou práci stovek lidí; v továrnách, které byly poháněny parními stroji, se vyrábělo víc zboží a mnohem levněji než při ruční práci v dílnách.

Pak začali k pohonu strojů a k mnoha jiným účelům používat elektřinu, vynalezli rozhlas, televizi, fotoaparát, auta, počítače i spoustu jiných věcí. A klády v lese už nenakládají ručně jako my s panem Fukou, ale nakladačem s hydraulickou „rukou“. O hydraulických zařízeních se budete učit ve druhém pololetí.

Nové vynálezy ovšem nepřinášejí jen užitek, ale někdy i nepříjemnosti. Je dobré, že jsou na světě auta a elektromotory, ale za jejich užívání platíme tím, že dýcháme vzduch znečištěný výfukovými plyny a kouřem z elektráren. I proto musíme dobře rozumět přírodním zákonům, abychom věděli, co nám bude prospěšné a co by bylo spíš na škodu.

Proto je tedy dobré znát fyziku. Abychom si usnadnili práci, rozuměli věcem okolo nás, abychom dokázali vymýšlet nové užitečné vynálezy a abychom při tom nenadělali víc škody než užitku.





Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus http://prometheus-nakl.cz

OBSAH

1. ROVNOMĚRNÝ POHYB 6

Rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb. Jak vypočítáme dráhu rovnoměrného pohybu. Jak označujeme dráhu, rychlost a čas. Co je to vzorec a jak do něj dosazujeme. Jednotky rychlosti. Jak vypočítáme rychlost rovnoměrného pohybu. Jak převádíme jednotky rychlosti. CVIČENÍ 7

2. NEROVNOMĚRNÝ POHYB 12

Tabulka dráhy. Graf dráhy. Jízdní řád a grafikon. Co poznáme z grafu dráhy. Průměrná rychlost. Rychlost vzhledem k čemu? CVIČENÍ 13

CHCI VĚDĚT VÍC: Jak se skládají rychlosti 17

3. CO JSME SE NAUČILI O POHYBU 18

Jsou i jiné „rychlosti“. CVIČENÍ. Družice, která „visí“. Nebezpečná rychlost 30 km/h. CVIČENÍ 18

NOVÁ SLOVA 21

4. SÍLA 22

Síly se mohou lišit velikostí a směrem. Na co síla působí. Jak síly znázorňujeme. Kdy jsou dvě síly v rovnováze. CVIČENÍ. 23

5. GRAVITAČNÍ SÍLA 26

Všechna tělesa se navzájem přitahují. Jaké vlastnosti má gravitační síla. Jak velkou silou přitahuje Země. Několik příkladů. Gravitační síla není všude stejná. CVIČENÍ. 27

6. SKLÁDÁNÍ SIL 30

Jak se skládají dvě síly, které mají stejný směr. Jak se skládají dvě síly, které mají opačný směr. CVIČENÍ . . . 31

CHCI VĚDĚT VÍC: Jak se skládají dvě síly, které mají různé směry. Hledáme výslednici. Jak rozkládáme sílu 33

DOKUMENT: Jaké síly působí ve stavbách 34

CO VÁS ZAJÍMÁ: Jak plují plachetnice proti větru. 36

NÁMĚT NA LABORATORNÍ PRÁCI: Co je v „černé skříňce“ 37

CHCI VĚDĚT VÍC: Nakloněná rovina. Nakloněná rovina šetří sílu. Serpentina, šroub a klín. CVIČENÍ. . . . 37

7. TŘENÍ 40

Třecí síla. Jeden z největších vynálezů. Kdy nám tření pomáhá. Kdy nám tření škodí. Jak tření zmenšujeme a jak ho zvětšujeme. CVIČENÍ. 41

NÁMĚT NA LABORATORNÍ PRÁCI: Jak velká je třecí síla 43

8. TLAK 44

Deformace. Tlak. Jednotky tlaku. Příklady. Jak vypočítáme tlakovou sílu. Kdy chceme tlak zvětšit a kdy zmenšit. CVIČENÍ 45

CHCI VĚDĚT VÍC: Jak stůl „pozná“, jakou silou má tlačit? Jak Cavendish měřil gravitační sílu 49

9. ZÁKON SETRVAČNOSTI A ZÁKON SÍLY 50

Setrvačnost. Proč se tělesa na Zemi zastavují. Jak lidé poznávají přírodu. Jak se pohybuje těleso, na které nepůsobí žádná síla. Co způsobí síla ve směru pohybu. V čem se hodně lidí mýlí. Co způsobí síla, která působí proti směru pohybu. Co způsobí síla kolmá na směr pohybu. Těžká tělesa mají větší setrvačnost. Druhý Newtonův zákon: zákon síly. CVIČENÍ. 51

10. ZÁKON AKCE A REAKCE 56

Třetí Newtonův zákon. Třetí Newtonův zákon a rovnováha sil. Srážka! Která síla působí na auto. Raketový pohon. CVIČENÍ 57

CHCI VĚDĚT VÍC: Odstředivá síla. CVIČENÍ 61

CO VÁS ZAJÍMÁ: Člověk brzdí Zemi. Země jako kolotoč 61

11. PÁKA 62

Jak nazýváme části páky. Rovnoramenná páka. Nerovnoramenná páka. Zákon rovnováhy na páce. Moment síly. Pokusy s momentem síly. K čemu je dobrá páka. Pevná kladka. CVIČENÍ 63

CHCI VĚDĚT VÍC: Volná kladka. Kladkostroj. Kolo na hřídeli. Příklady. Jednoduché stroje. CVIČENÍ . . . **68**

12. TĚŽIŠTĚ A STABILITA 72

Co je to těžiště. Jak najdeme těžiště. Pokusy s těžištěm. Stabilita. CVIČENÍ 73

13. CO JSME SE NAUČILI O SILÁCH 76

Platí zákon setrvačnosti i v Austrálii? Skok vysoký. CVIČENÍ 77

CHCI VĚDĚT VÍC: Jak vznikla jednotka síly newton 78

NOVÁ SLOVA 79

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

14. HUSTOTA **80**
Jednotky hustoty. Jaká je hustota vody a jak převádíme jednotky hustoty. Tabulky hustoty. Jak vypočítáme hmotnost. CVIČENÍ 81
NÁMĚT NA LABORATORNÍ PRÁCI: Jaká je hustota plastelíny 82
CHCI VĚDĚT VÍC: Hustota plynů není vždycky stejná. Jak vypočítáme objem tělesa. Průměrná hustota. CVIČENÍ. 84
15. HYDROSTATICKÝ TLAK **86**
Kterým směrem tlačí kapaliny a plyny. Tlak, který způsobuje gravitační síla. Jak závisí hydrostatický tlak na hloubce. CVIČENÍ. 87
DOKUMENT: Proč vznikají křečové žíly. Jak pracuje potápěčský přístroj 90
CHCI VĚDĚT VÍC: Jak velký je hydrostatický tlak. CVIČENÍ 91
16. SPOJENÉ NÁDOBY **92**
Spojené nádoby. Kde se setkáme se spojenými nádobami. CVIČENÍ. 93
DOKUMENT: Jak pracují vodárny. 94
17. ATMOSFÉRICKÝ TLAK **96**
Kolik vzduchu unesete? Pokusy s atmosférickým tlakem. Podtlak a přetlak. Kde využíváme atmosférický tlak. Jak velký je atmosférický tlak. Jak měříme atmosférický tlak. Proč je na horách „řidší vzduch“. Jak měříme přetlak. Proč a jak se měří krevní tlak. CVIČENÍ 97
18. ARCHIMEDŮV ZÁKON **104**
Vztlaková síla. Jak velká je vztlaková síla. Archimédův zákon. Co plave a co klesne ke dnu. Hustoměr. Jak zachránit tonoucího. Také vzduch nás nadlehčuje. CVIČENÍ. 105
NÁMĚT NA LABORATORNÍ PRÁCI: Poklad na jezeře. 111
19. PASCALŮV ZÁKON **112**
Pascalův zákon. Hydraulická a pneumatická zařízení. Hydraulický lis. CVIČENÍ 113
20. CO JSME SE NAUČILI O KAPALINÁCH A PLYNECH **116**
Proč jsou při rýmě zalehlé uši. Libely, které ukazují špatně. Voda teče pod zemí. Jak se ohřívá voda v hrnci. Ve vodě není život tak těžký. Co nadlehčuje rybu, ponorku, velrybu a batyskaf. 116
NOVÁ SLOVA. NOVÁ JMÉNA 121
21. ŠÍŘENÍ SVĚTLA **122**
Bílé a černé. Jak vidíme barvy. Jak se světlo šíří v různých prostředích. Jakou rychlostí se šíří světlo. Světlo jako pravítko. Nejjednodušší fotoaparát. CVIČENÍ 123
CHCI VĚDĚT VÍC: Infračervené záření. Ultrafialové záření 127
22. STÍN **128**
Stín a polostín. Měsíční fáze. Zatmění Měsíce. Zatmění Slunce. CVIČENÍ 129
23. ODRAZ SVĚTLA **132**
Jak se světlo odráží od zrcadla. Jaké vlastnosti má zrcadlový odraz. Zákon odrazu. Jak odráží kout. Duté zrcadlo. Reflektor. CVIČENÍ 133
CHCI VĚDĚT VÍC: Jak zobrazuje duté zrcadlo. Vypuklé zrcadlo. CVIČENÍ 137
24. LOM SVĚTLA **138**
Pokusy s lomem světla. Spojky. Rozptylky. Kolik dioptrií? Jak zobrazuje spojka. Jak vzniká duha. CVIČENÍ 139
CHCI VĚDĚT VÍC: Fata morgana. Závod paprsků. 143
25. OPTICKÉ PŘÍSTROJE **144**
Jak pracuje fotoaparát. Jak se tvoří fotografie. Lidské oko. Prostorové vidění. Proč nosíme brýle. Abychom dobře viděli. Příjemné osvětlení. CVIČENÍ 145
CHCI VĚDĚT VÍC: Co je to zorný úhel. Lupa. Mikroskop. Dalekohled. Zrcadlový dalekohled. Promítací přístroj 150
26. CO JSME SE NAUČILI O SVĚTLE **152**
Černé divadlo. Optické klamy. Co je to teleobjektiv a „zoom“. Jak vidí různí živočichové 152
NOVÁ SLOVA 156

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Jak vypočítáme dráhu, rychlost a čas

1. ROVNOMĚRNÝ POHYB

V městě Únětíně byla vyloupena banka. O čtvrt hodiny později zablokovali policisté všechny cesty a silnice vedoucí od Únětína. Auto lupičů nemohlo jet rychlostí větší než 120 kilometrů za hodinu (120 km/h). Kde mají policisté postavit hlídky?

Aby policisté mohli vyřešit tento jednoduchý úkol, musejí vypočítat, jakou vzdálenost ujede za čtvrthodinu auto rychlostí 120 km/h.

I když nebudete stíhat bankovní lupiče, podobné úlohy budete v životě řešit také. Představte si například, že vyrazíte na delší cestu autem. Víte, že vaše auto pojede přibližně rychlostí 120 km/h. Kam asi dojedete za dvě hodiny?

Naučíme se řešit i úlohy trochu jiného druhu. Například při pokusu o rychlostní rekord ujelo závodní auto 1 kilometr za 3 sekundy. Jakou rychlostí jelo? Zvuk projde za 1 sekundu vzdálenost 340 metrů. Bylo toto auto rychlejší než zvuk, nebo ne?

Dnes jezdí auta rychlostí větší než 100 km/h.
V roce 1830 by ale nejrychlejší „samohybné vozy“ každý předběhl, protože jely rychlostí jen 16 km/h.

A v r. 1865 musely v Anglii jezdit ještě pomaleji.
Platil tam totiž „praporkový zákon“.
Podle něj musel asi 50 metrů před „parovozem“ jít strážce s praporkem, uvolňovat cestu a dávat znamení řidiči.
V dnešní době se to zdá legrační.

Jezdíme však opravdu rychleji?
Dost lidí si myslí, že se bez auta neobejdou.
Nešli by pěšky snad ani pár metrů.
Proto jsou ulice ve větších městech často ucpané.
Auta v nich jezdí krokem.

Za 180 let se tedy doprava ve městech moc nezrychlila.
Jen vzduch je tam horší.

Zopakujte si

- V kterých jednotkách měříme délku? Jaké jsou mezi těmito jednotkami vztahy?
- V kterých jednotkách měříme čas? Jaké jsou mezi těmito jednotkami vztahy?
- Které jednotky rychlosti znáte?
- Jaká je přibližná rychlost chodce, cyklisty, auta, letadla?
- Kterým přístrojem se měří rychlost?

Co se naučíme?

- Kterému pohybu říkáme rovnoměrný a kterému nerovnoměrný?
- Jak vypočítáme dráhu, kterou urazíme za nějakou dobu?
- Jak vypočítáme rychlost pohybu?
- Kterými písmeny se označují dráha, čas a rychlost pohybu?

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus http://prometheus-nakl.cz

Jízdní řád a grafikon

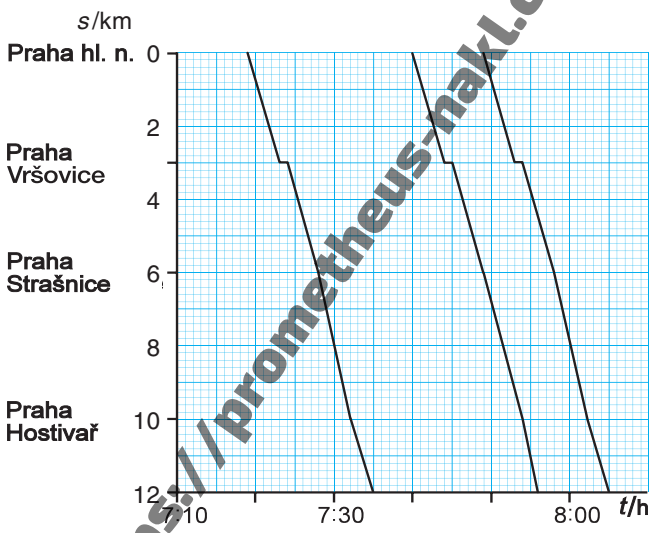
Aby se ušetřilo místo, zapisuje se do jedné tabulky víc vlaků najednou. Tak vznikne **jízdní řád**. Poznáme podle něj, kdy nám odjíždí vlak a kdy dojedeme do cíle cesty. Naučte se v jízdním řádu číst. Všimněte si, že v jízdních řádech se mezi hodinami a minutami dělá mezera nebo tečka, ne dvojtečka. Například 7 19 nebo 7.19 znamená 7 hodin 19 minut.

Podobné jízdní řády se používají i v autobusové, letecké a lodní dopravě.

221 Souhrnná doprava Praha-Benešov u Prahy

km	OPŘ Pr	Vlak	9113	9155	9115	9117
				1,2. ⊙		
0	**Praha** hl.n. ●	81	⊙ 7 19	32 7 40	30 ⊙ 7 49	27 ⊙ 8 19
3	**Praha**-Vršovice ■	○	7 23	7 44	7 53	8 23
	Praha-Vršovice ■	81	⊙ 7 24	7 45	⊙ 7 54	⊙ 8 24
6	Praha-Strašnice zastávka		7 28	7 49	7 58	8 28
10	Praha-Hostivař		7 32	7 54	8 02	8 32
12	Praha-Horní Měcholupy 8		7 35		8 05	8 35
14	Praha-Uhříněves		7 39	7 59	8 09	8 39
17	Praha-Kolovraty 8		7 42		8 12	8 42
20	Říčany ●		7 47	8 06	8 17	8 47
23	Světice 8		7 51		8 21	8 51
26	Strančice		7 55		8 25	8 55
29	Mnichovice		7 59	8 16	8 29	8 59
32	Mirošovice u Prahy		8 02	8 20	8 32	9 02
34	Senohraby		8 05		8 35	9 05
37	Čtyřkoly 8		8 09		8 39	9 09
39	Pyšely		8 11		8 41	9 11
40	**Čerčany** 210,222	○	8 13	8 28	8 43	9 13
	Čerčany 210,222		8 14	8 29	8 44	9 14
42	Mrač 8		8 17		8 47	9 17
49	**Benešov** u Prahy 220,223	○	8 23	32 8 38	30 8 53	27 9 23

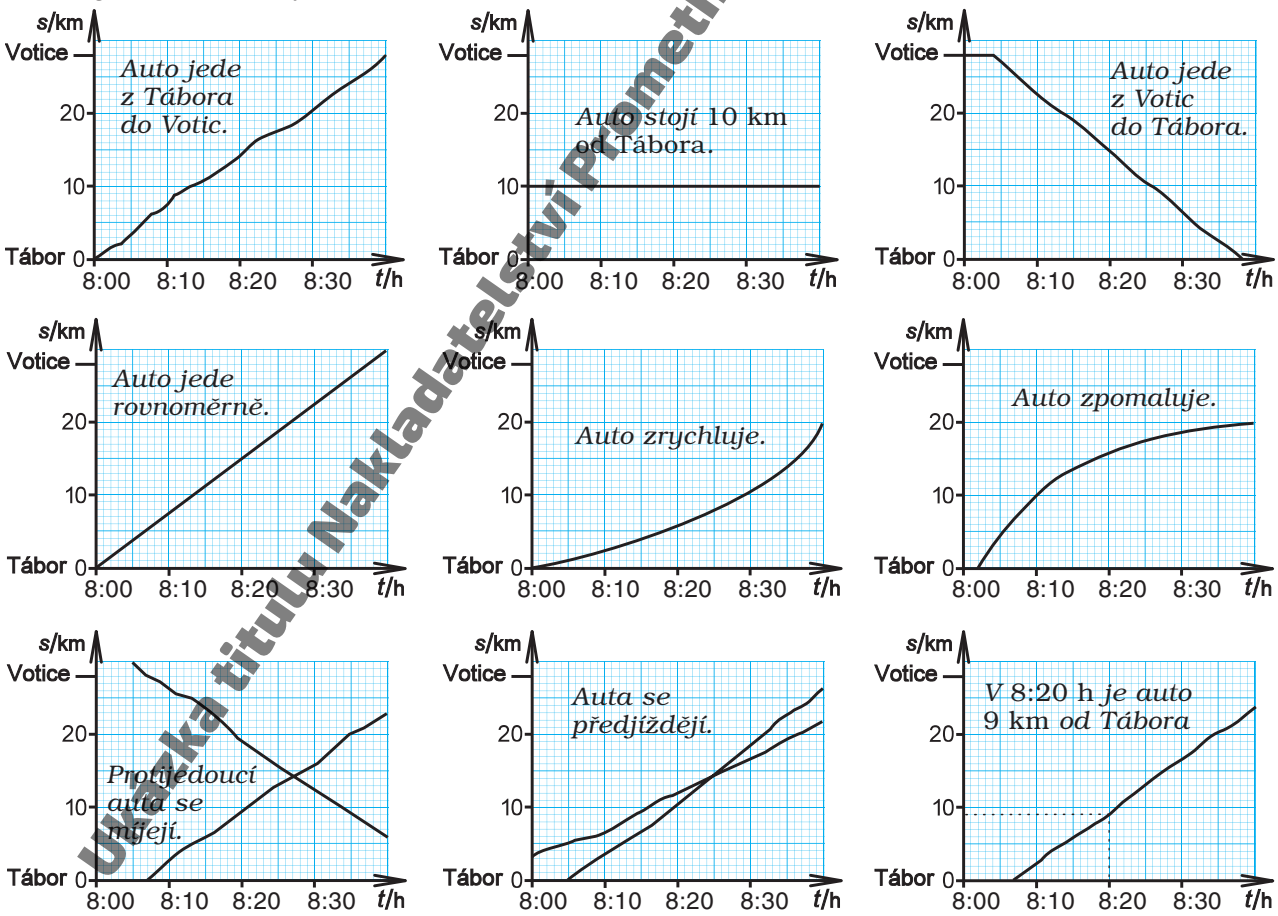
Grafikon je prostě graf dráhy několika vlaků na jednom obrázku. Toto je grafikon podle jízdního řádu, který je otištěn vlevo.



► *Cvičení 6*

Co poznáme z grafu dráhy

Nakreslili jsme několik grafů dráhy, které ukazují pohyb aut mezi Táborem a Voticemi. Podívejte se, co z těchto grafů můžeme vyčíst. Písmenem *s* v nich značíme vzdálenost auta od Tábora.



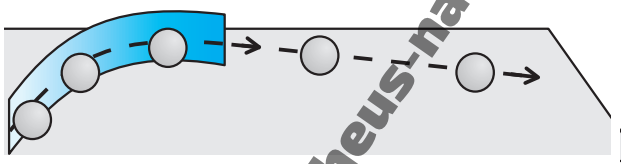
► *Cvičení 2, 3, 11*

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

Jak se pohybuje těleso, na které nepůsobí žádná síla

Podle tohoto obrázku postavte na podlaze třídy slalomové branky z tašek. Pokuste se hodit míček tak, aby nikde nenarazil a projel celý slalom. Podařilo se? Po jaké dráze se pohybuje míček, na který nepůsobí skoro žádná síla?

Ohněte kus lepenky a postavte ho na stůl. Pak podél něj kutálejte tenisový míček. Dokud se míček dotýká lepenky (lepenka na něj působí silou), pohybuje se *po křivce*. Když na něj lepenka přestane působit, pohybuje se míček *po přímce*.



Baron Prášil prý má pušku *zároznici*, která střílí až za tři rohy. Baron Prášil říká, že koule z této pušky dokáže i kličkovat za zajícem.

Tomu ale nikdo moc nevěří. Proč? Protože dobře víme, že střela z pušky nemůže kličkovat. Letí vždy jen po přímce. Směr by mohla měnit jen tehdy, kdyby na ni působila nějaká síla.

To, co platí pro tenisový míček a střelu z pušky, platí pro všechna tělesa. Když na ně nepůsobí žádná síla, pohybují se po přímce. A jak jsme poznali při pokusech s hokejovým pukem, jejich rychlost se nemění. Jen když působí síla, může se rychlost zvětšovat nebo zmenšovat.

Co se stane s tělesem, které je v klidu a na které nepůsobí žádná síla? *Zůstane v klidu i nadále.* Samo od sebe se určitě nedá do pohybu. Když se těleso začne pohybovat, určitě to způsobila nějaká síla.

To všechno můžeme říci jednou větou. Této větě se říká **první Newtonův zákon** nebo **zákon setrvačnosti:**

Těleso, na které nepůsobí žádná síla, zůstává v klidu nebo v rovnoměrném pohybu po přímce.

Jak už víme, když na těleso působí *síly v rovnováze*, je to stejné, jako by na něj nepůsobila žádná síla. Proto i těleso, na které působí síly v rovnováze, zůstává v klidu nebo v rovnoměrném pohybu po přímce.

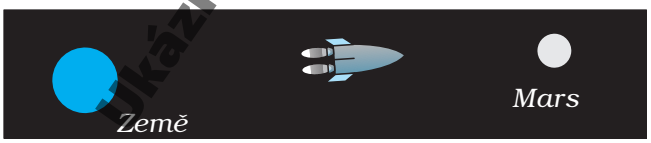
Například na míček, který se kutálí po podlaze, působí dvě síly: gravitační síla a „pevnost podlahy“. Tyto síly jsou ale v rovnováze. Proto se míček pohybuje stejně, jako kdyby na něj nepůsobila žádná síla.

► *Cvičení 3, 4*

Co způsobí síla ve směru pohybu

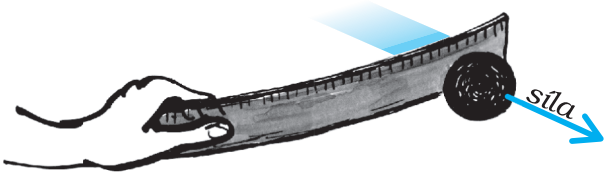
Raketa letí k Marsu. Má vypnuté motory a nepůsobí na ni skoro žádné síly. Jaký je její pohyb? Podle zákona setrvačnosti je přibližně rovnoměrný a po přímce.

Na povel ze Země byly její motory zapáleny. Na raketu začala působit síla. Jaký je její pohyb?



Vyzkoušejte si to se železnou koulí na vrhání. Rozkutálejte ji po podlaze. Když na ni nepůsobíte silou, pohybuje se skoro stále stejnou rychlostí – jen třecí síla ji bude trochu brzdit.

Pak na ni tlačte pravítkem ve směru pohybu. Co se stane? Dokud na kouli tlačíte, její rychlost se neustále zvětšuje.



Totéž platí i pro raketu: *Když na ni začala působit síla motorů, její rychlost se začala zvětšovat.*

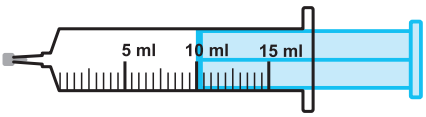
Síla, která působí ve směru pohybu, zvětšuje rychlost.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

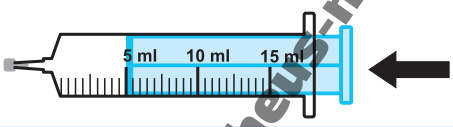
CHCI VĚDĚT VÍC

Hustota plynů není vždycky stejná

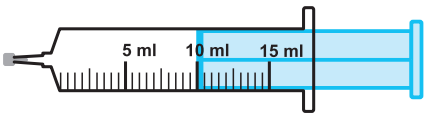
1. Nechte pod pístem injekční stříkačky 10 cm^3 vzduchu a ucpěte její hrdlo. Hmotnost vzduchu pod pístem je 0,013 g. Jeho hustota je tedy ρ = = 0,013 g : 10 cm^3 = 0,001 3 g/cm^3.



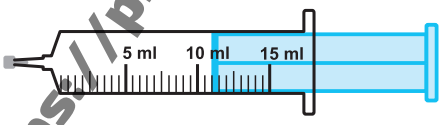
2. Stlačte vzduch pod pístem tak, aby se jeho objem zmenšil na polovinu. Hmotnost vzduchu se ale nezměnila. Proto se hustota zvětšila na dvojnásobek: ρ = 0,013 g : 5 cm^3 = 0,0026 g/cm^3.



3. Uvolněte píst, aby se vzduch mohl opět roztáhnout do „normálního“ objemu. Jeho hustota je tedy opět ρ = 0,001 3 g/cm^3.



4. Položte stříkačku do hodně horké vody. Vzduch se ohřeje a roztáhne. Jeho objem se zvětší na 12 cm^3, ale hmotnost je pořád stejná. Jeho hustota je pak ρ = 0,013 g : 12 cm^3 ≐ 0,0011 g/cm^3.



Vzduch a jiné plyny se dají snadno stlačit. Při stlačení se jejich objem zmenší, ale jejich hmotnost zůstane stejná. To znamená, že stlačením se jejich hustota *zvětší*.

Plyny mají také dost velkou teplotní roztažnost. Když se zvětší teplota, jejich hustota se *zmenší*. Naopak když se plyny ochladí, jejich hustota se *zvětší*.

Proto hustota plynů závisí na teplotě i na tlaku. Kdyby každé tabulky uváděly hustoty při jiné teplotě a při jiném tlaku, mohli byste se v jedněch tabulkách dočíst, že hustota vzduchu je 0,001 g/cm^3 a v jiných tabulkách, že hustota vzduchu je 0,002 g/cm^3. Byl by z toho zmatek.

Proto se lidé dohodli, vybrali jednu teplotu a jeden tlak a říkají jim **normální**. Normální teplota je 0 °C a normální tlak je 100 000 Pa (to je tlak, kterým na nás normálně tlačí vzduch okolo nás). V tabulkách se většinou uvádějí hustoty plynů *při normální teplotě a tlaku*.

Na rozdíl od plynů se kapaliny a pevné látky dají stlačit jen velmi málo, skoro vůbec ne. Také jejich teplotní roztažnost je daleko menší než roztažnost plynů. Proto se jejich hustota mění s teplotou a tlakem jen nepatrně.

Změny hustoty kapalin a pevných látek se tedy berou v úvahu jen při nejpřesnějších výpočtech. Na základní škole se o ně starat nemusíme.

Hustota plynů závisí na teplotě a tlaku.

V tabulkách se hustota většinou uvádí při normální teplotě a normálním tlaku.

Jak vypočítáme objem tělesa

Příklad 3. Jaký je objem 7 tun černého uhlí, které pozoruje pan Lopata na obrázku na str. 80?

Řešení. Podle tabulek je hustota černého uhlí 1 400 kg/m^3. To znamená, že objem 1 400 kg černého uhlí je 1 m^3. Abychom vypočítali, kolik krychlových metrů zabere 7 000 kg černého uhlí, musíme určit, kolikrát se 1 400 kg vejde do 7 000 kg:

$$V = 7\,000 \text{ kg} : 1\,400 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5 \text{ m}^3.$$

Objem 7 tun černého uhlí je 5 m^3.

Objem tělesa tedy vypočítáme tak, že hmotnost tělesa m dělíme hustotou ρ jeho látky: $V = m : \rho$. (V našem případě je „tělesem“ hromada uhlí.)

Vztah $V = m : \rho$ můžeme odvodit i takto: Víme už, že platí $m = V \cdot \rho$. Když vydělíme obě strany hustotou ρ, dostaneme

$$\frac{m}{\rho} = V \qquad \text{neboli} \qquad V = m : \rho$$

Tímto způsobem ve fyzice často odvozujeme jeden vztah z druhého. Stejně můžeme například dostat vztah $\rho = m : V$, když ve vztahu $m = V \cdot \rho$ vydělíme obě strany objemem V.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

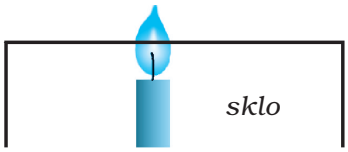
Co ukazují tyto pokusy? Bílé světlo je vlastně směs barevných světel. Na tato barevná světla se dá rozložit například skleněným hranolem, kapkami vody při dešti, povrchem kompaktního disku nebo tenkou vrstvičkou nafty na hladině vody.

Obráceně, když spolu složíme některá barevná světla, oko uvidí bílé světlo. Toho využíváme například v televizi nebo na monitoru počítače.

Bílé světlo je směsí barevných světel.
Modré sklo propustí jen modré světlo.
Modrý papír odrazí jen modré světlo.
Podobně to platí i pro jiné barvy.

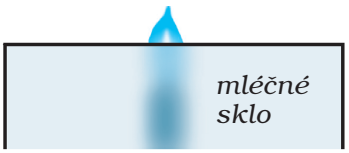
► *Cvičení 5, 11 12, 13, 14*

Jak se světlo šíří v různých prostředích



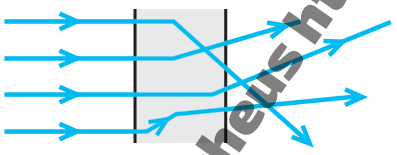
Světlo může dobře procházet například vzduchem, sklem nebo vodou. Takovým prostředím říkáme **průhledná**.

V průhledném prostředí se směr světla nemění. Světlo jde přímo od zdroje až k našemu oku.



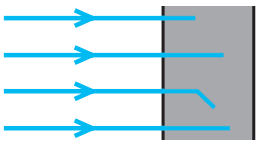
Mléčným sklem nebo mlhou světlo prochází. Není však za nimi skoro nic vidět. Jsou to prostředí **průsvitná**.

Světlo se v nich **rozptyluje** – mění směr. Nepřichází do oka od zdroje, ale z jiného směru.

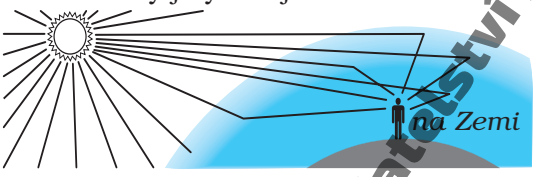


Většinou pevných látek světlo vůbec neprojde. Jsou to prostředí **neprůhledná**.

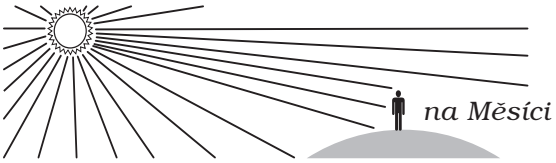
V neprůhledných prostředích se světlo **pohlcuje** – ztratí se v látce a dál nepokračuje.



I v úplně čistém vzduchu se ale velmi malá část světla rozptyluje. Jen proto je obloha jasná. Malá část slunečního světla se totiž ve vzduchu rozptylila, a přichází k nám proto i ze směru, kde není Slunce ani žádný jiný zdroj světla.



Naproti tomu na Měsíci, kde žádný vzduch není, vidí astronauti i ve dne černou oblohu. Na ní je oslnivě zářící Slunce – a současně i hvězdy. Astronauti totiž vidí přicházet světlo jen z míst, kde jsou nějaká nebeská tělesa. Jinde je obloha černá.



Jakou rychlostí se šíří světlo

Když v dálce uhodí blesk, vidíme to okamžitě, ale zvuk hromu slyšíme až za chvilku. Podle toho víme, že světlo se šíří daleko rychleji než zvuk. Připadá nám vlastně, že světlo je tu „hned“, že mu cesta netrvá ani chvilku.

Skoro to tak je. Rychlost světla je obrovská: 300 000 km/s. V běžném životě skutečně nemůžeme pozorovat dobu, po kterou světlo putuje z jednoho místa na druhé. Jen v astronomii se setkáváme s tak obrovskými vzdálenostmi, že světlu trvá delší dobu, než je urazí. Například okolo Země by světlo oběhlo přibližně za $\frac{1}{7}$ sekundy, z Měsíce k nám dorazí přibližně za sekundu, ze Slunce za 8 minut a z nejbližší hvězdy za 4 roky.

Touto rychlostí se světlo šíří *ve vakuu*. Ve vzduchu, ve skle, ve vodě a v jiných průhledných prostředích se světlo šíří o něco pomaleji, ale pořád ještě tak rychle, že si to vůbec neumíme představit. Například kdyby světlo mohlo obletět Zemi ve skle, netrvalo by mu to $\frac{1}{7}$ sekundy jako ve vakuu, ale o něco déle, asi $\frac{1}{5}$ sekundy. Pro srovnání: zvuku ve vzduchu by to trvalo skoro jeden a půl dne.

Světlo se ve vakuu šíří rychlostí 300 000 km/s.

V jiných průhledných prostředích se světlo šíří o trochu pomaleji.

Ve vzduchu se ale šíří skoro stejnou rychlostí jako ve vakuu.

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz

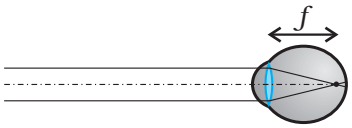
Proč nosíme brýle

Mezi oční čočkou a objektivem fotoaparátu je jeden důležitý rozdíl. *Objektiv* má stále *stejnou ohniskovou vzdálenost*. Ostrý obraz se tedy může utvořit v různé vzdálenosti: obraz dalekých předmětů je blíž k objektivu a obraz blízkých předmětů je dál. Proto fotoaparát zaostřujeme tak, že posouváme objektiv od citlivé vrstvy.

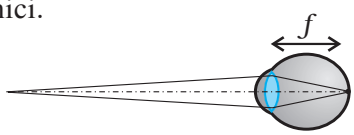
Oko zaostřuje jinak. Oční čočka se „nevysouvá“ jako objektiv. Místo toho *mění svou ohniskovou vzdálenost*. Když oko zaostřujeme na blízké předměty, sval, který napíná oční čočku, se uvolní. Čočka je pružná, a proto se sama trochu zakřiví. Tím se zkrátí její ohnisková vzdálenost a obraz, který padne za ohnisko, bude opět právě na sítnici – stejně daleko od oční čočky jako dříve.

Zdravé oko má promítat obraz vždy na sítnici. Někdy je však sítnice příliš daleko od čočky.

Potom ostrý obraz vzdálených předmětů vzniká *před* sítnicí a na sítnici už je rozmazaný.

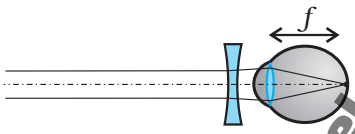


Obraz blízkých předmětů ale vzniká dál od čočky – až na sítnici.

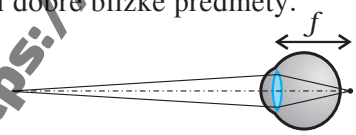


Člověk proto vidí vzdálené předměty rozmazaně, ale blízké předměty ostře. Říkáme, že je **krátkozraký**.

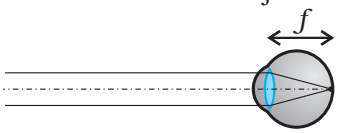
Abychom tuto vadu napravili, dáváme před oči *rozptylky*.



Někdy je oko naopak trochu zploštělé. Sítnice je tak blízko čočky, že obraz blízkých předmětů je až za ní, ať je čočka zakřivena sebevíc. Takový člověk tedy nevidí dobře blízké předměty.

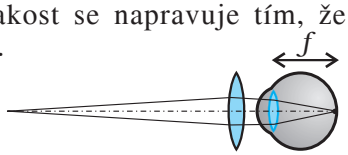


Až když dá předmět dál od očí, posune se jeho obraz blíž k čočce a na sítnici už je ostrý.

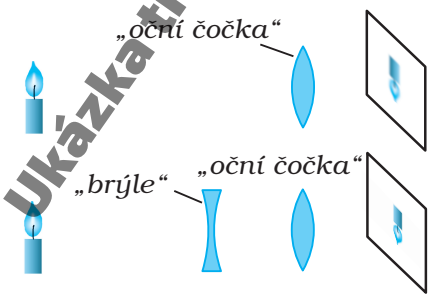


Člověk proto vidí blízké předměty rozmazaně – nemůže například bez brýlí číst. Říkáme, že je **dalekozraký**.

Dalekozrakost se napravuje tím, že před oči dáme spojky.

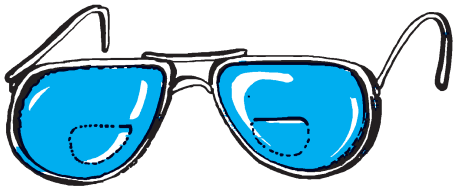


Obě tyto vady zraku, krátkozrakost a dalekozrakost, si můžete ukázat jednoduchým pokusem. Spojkou promítněte obrázek svíčky nebo vlákna žárovky na stínítko. Spojka zde hraje roli oční čočky a stínítko je pro nás oční sítnice. Potom stínítko posuňte trochu dál od čočky. Obraz na něm se rozmaže. Tím jste napodobili krátkozrakost. Jaké „brýle“ postavíte před spojku, aby se obraz opět zaostřil? Podobným způsobem můžete napodobit dalekozrakost.



V mládí je oční čočka pružná. Proto mladý člověk snadno zaostřuje na blízko. Přibližně po 40. roku věku však čočka začíná tuhnout a nezkřiví se, i když ji sval uvolní. Proto starší lidé nevidí dobře na blízko a musí nosit brýle.

Někteří starší lidé potřebují dvoje brýle: jedny na blízko, druhé do dálky. Často ale místo toho používají jen jedny brýle se složenými čočkami. Dolní polovinou brýlí – dolní čočkou – se dívají například při čtení, horní polovinou do dálky.



► *Cvičení 12*

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus https://prometheus-nakl.cz