1.1.11 Rovnoměrný pohyb II

Předpoklady: 010110

Pedagogická poznámka: Je třeba postupovat tak, aby všichni stihli (a zkontrolovali) alespoň první dva body posledního příkladu.

Minulou hodinu jsme zakončili předpovídáním dalšího pohybu autíčka. Počítali jsme jeho dráhy v dalších okamžicích pomocí tabulky a nakonec i přímé úměrnosti:
autíčko se pohybuje rovnoměrně $\Rightarrow$ každou sekundu urazí vzdálenost 72 cm $\Rightarrow$
1 s … 72 cm
50 s … $50 \cdot 72\,\text{cm} = 3680\,\text{cm}$ (přibližně stejná hodnota, jakou už jsme jednou odhadli).

Př. 1: Najdi vztah, který nám umožní předvídat dráhu rovnoměrně se pohybujícího předmětu. Zapiš vztah pomocí vzorce.

Rovnoměrný pohyb $\Rightarrow$ každou sekundu urazíme stejnou vzdálenost (danou hodnotou rychlosti) $\Rightarrow$ $dráha = rychlost \cdot čas$, vzorcem: $s = vt$

Vzorec $s = vt$ velmi dobře popisuje naši běžnou zkušenost:

- velkou vzdálenost urazíme, když pojedeme velkou rychlostí, po dlouhou dobu (podle vzorce násobíme dvě velká čísla)
- malou vzdálenost urazíme, když pojedeme malou rychlostí, po krátkou dobu (podle vzorce násobíme dvě malá čísla)

Pokud se hračka pohybuje rovnoměrně rychlostí *v* můžeme její dráhu za dobu *t* vypočítat pomocí vzorce: $dráha = rychlost \cdot čas$**, fyzikálně** $s = vt$**.**

Tento vzorec platí pouze pro rovnoměrný pohyb.

Ve skutečnosti jsme neodvodili pouze jediný vzorec, ale (s pomocí matematiky) několik vzorců.

Př. 2: Odvoď ze vzorce $s = vt$ vztahy pro rychlost a čas rovnoměrného pohybu a zkontroluj je pomocí příkladů z reálného života.

a) vztah pro rychlost

$s = v \cdot t \quad / : t$

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

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

Kontrola:
Velkou rychlostí jedeme, když ujedeme velkou vzdálenost za krátkou dobu.
Malou rychlostí jedeme, když ujedeme malou vzdálenost za dlouhou dobu.

b) vztah pro čas

$s = v \cdot t \quad / : v$

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

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

Kontrola:
Dlouho pojedeme, když musíme ujet velkou vzdálenost malou rychlostí (například ze Strakonic do Prahy na kole).
Chvíli pojedeme, když musíme ujet malou

vzdálenost velkou rychlostí (například dojet nakoupit autem).

Pedagogická poznámka: Předchozí příklad je jedním z míst, kde je nutné začít bojovat s většinovou zkušeností studentů, která říká, že písmenka ve fyzice nic neznamenají a není možné je logicky interpretovat. Teprve schopnost podobné interpretace jako je uvedeno v předchozím příkladu je pro důkazem, že studenti vzorec, o kterém se bavíme. Napsání samotného vzorce pro mě nic neznamená. Zpočátku to studentům přijde divné, ale podle mého není možné učit fyziku bez toho, aby si studenti pod každým vzorcem něco představili.

Pedagogická poznámka: Na tomto místě je v některých případech nutno začít bojovat s nešťastným používáním „trojúhelníčků", které studentům „ulehčují" vyjadřování ze vzorce. Důvodů proti jejich zavádění je mnoho:

- studenti z trojúhelníčků získávají vztahy zadarmo a bez přemýšlení, trojúhelníčky v nich vzbuzují pocit, že nad tím není třeba přemýšlet (**největší prohřešek vůbec**)
- studenti zapomínají na polohu jednotlivých písmenek v trojúhelníčku a pak získávají zcela nesmyslné výsledky
- studenti aplikují „trojúhelníčkovou technologii" i na vztahy, které například obsahují sčítání a na klasické použití v trojúhelníčcích se nehodí
- klasické vyjadřování z jednoduchých vztahů pomocí ekvivalentních úprav (rovnice a je rovnost a tu zachováme pouze v případě, že s oběma stranami provedeme to samé) není pro studenty nijak obtížné, ale na rozdíl od trojúhelníčků je použitelné obecně

Z libovolného fyzikálního vztahu můžeme vyjadřovat matematickými úpravami pro rovnice jakoukoliv veličinu. Takto získáme obecný vztah, který sice obsahuje písmenka, ale:
umožňuje řešit více stejných příkladů najednou (pouze dosadíme různá čísla)
umožňuje kontrolu správnosti (například srovnáním s realitou)

Každý fyzikální zákon se budeme učit pouze v základním tvaru. Tvary pro vyjádření různých veličin se učit nebudeme, protože je můžeme snadno získat pomocí matematických úprav a protože nemá cenu se učit zbytečnosti.

Smrt trojúhelníčkům!!!!!!

Př. 3: Urči průměrnou rychlost autíčka. Naměřené hodnoty dráhy jsou uvedeny v tabulce. Výsledek zaokrouhli na dvě platné číslice a uveď v jednotkách SI.

čas [s]	0	3	6	9	12	15	18	21
dráha [cm]	0	76	160	245	330	415	493	596

Použijeme vzorec $\bar{v} = \frac{celková\ dráha}{celkový\ čas} = \frac{596}{21} = 28{,}4\,\mathrm{cm/s} \doteq 28\,\mathrm{cm/s}$.

$28\,\mathrm{cm/s} = 28\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}} = 28\frac{0,01\,\mathrm{m}}{1\,\mathrm{s}} = 0,28\,\mathrm{m/s}$

Pedagogická poznámka: V následujícím příkladu jde pouze o opakování a získání hodnoty do dalších příkladů. Je dobré si zkontrolovat zda nejsou nejasnosti ohledně zaokrouhlování (pojem platná číslice) a převodu (postup použitý v příkladu musí být samozřejmostí).

Pedagogická poznámka: Následující dva příklady používám k zavedení „standardní úpravy" příkladů. V žádném případě netrvám na přesném dodržování úpravy, ale chci, aby některé náležitosti příklady měly, snažím se trvat na obecném vyjádření (s tím, že jeho užitečnost si ještě ukážeme později) a správném dosazování. Zdůrazňuji, že v písemkách je příklad se správným dosazením, ale bez výsledku v podstatě správně, ale pokud dosazení nemá, něco podstatného mu chybí.

Př. 4: Urči dobu, za kterou by autíčko jedoucí rychlostí $v = 72\,\mathrm{cm/s}$ ujelo dráhu maratónského běhu 42195 m.

$v = 72\,\mathrm{cm/s} = 0,72\,\mathrm{m/s}$, $s = 42195\,\mathrm{m}$, $t = ?$

$s = v \cdot t \quad / : v$

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

$t = \frac{s}{v} = \frac{42195}{0,72}\,\mathrm{s} = 58\,604{,}16667\,\mathrm{s} \doteq 59000\,s = 16\,\mathrm{h}$

Autíčko by vzdálenost ujelo přibližně za 16 hodin.

K hodnotě $t = 58\,604{,}16667\,\mathrm{s}$ je možné snést řadu výhrad. Jde o to, že tuto hodnotu jsme určili z jiných hodnot, které (jak už to ve fyzice bývá) známe jenom s určitou přesností. Jde hlavně o rychlost, kterou máme určenu na dvě platné číslice $\Rightarrow$ čas, který jsme z této hodnoty spočítali nemůže být přesnější než na dvě platné číslice a cifry 604,16667 jsou hausnumera zcela bez fyzikálního významu.

Počet platných číslic ve výsledku by měl odpovídat počtu platných číslic hodnot, které jsme dosazovali. Ve zbytku učebnice budeme takové zaokrouhlování provádět automaticky a nebudeme kvůli němu používat znak $\doteq$.

Více si o přesnosti měření řekneme v praktikách ve třetím ročníku.

Př. 5: Pavlovi ujel autobus, kterým měl jet na koncert do města vzdáleného 14 km. Rozhodni, zda existuje reálná šance, že koncert ještě stihne, když pojede na kole, pokud do začátku koncertu zbývá 40 minut.

Určíme rychlost, kterou by musel Pavel jet, aby se dostal na koncert včas. Rychlost nás zajímá v km/h $\Rightarrow$ převedeme čas na hodiny a vzdálenosti na km.

$t = 40\,\mathrm{min} = \frac{2}{3}\,\mathrm{h}$, $s = 14\,\mathrm{km}$, $v = ?$

$s = v \cdot t \quad / : t$

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

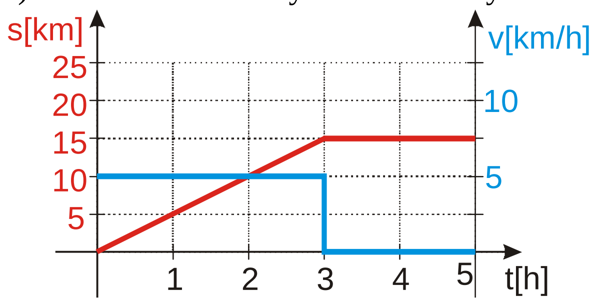
$v = \frac{s}{t} = \frac{14}{\frac{2}{3}} \text{km/h} = \frac{14 \cdot 3}{2} \text{km/h} = 21 \text{km/h}$

Pavel by musel do města jet rychlostí 21 km/h (což je tak horní hranice, kterou je netrénovaný člověk schopen po příznivém profilu jet).

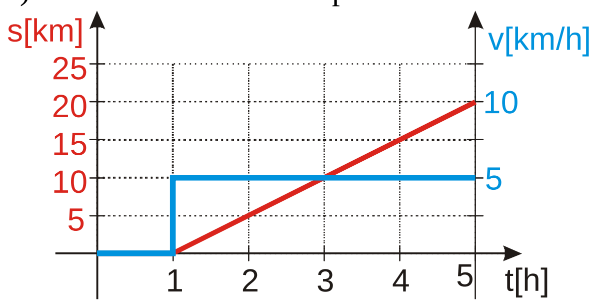
Pedagogická poznámka: Předchozí příklad je důležitý z hlediska způsobu, jakým studenti převádějí jednotky a jakým dosazují. Hodnota času neumožňuje celočíselné převedení, studenti často zaokrouhlují na $40\,\text{min} = 0,7\,\text{h}$ (nebo ještě hůře $40\,\text{min} = 0,6\,\text{h}$) a získávají tak nepřesný výsledek. Je potřeba jim vysvětlit, že převádět musí s přesností, která odpovídá ostatním údajům nebo zcela přesně pomocí zlomků.
U některých je problém i ve způsobu, jakým hodnoty zadávají do kalkulačky. Nepočítají totiž najednou, ale postupně a zaokrouhlují při zapisování mezivýsledků.

Př. 6: Nakresli pro každý z následujících pohybů do jednoho obrázku grafy závislosti dráhy a rychlosti na čase. Ve všech bodech kresli graf pro prvních pět hodin popisovaného děje.
a) Turista šel tři hodiny rovnoměrně rychlostí 5 km/h a pak se utábořil
b) Turista hodinu čekal a pak šel rovnoměrně rychlostí 5 km/h.
c) Turista pospíchal hodinu rychlostí 5 km/h na schůzku, která trvala hodinu, a pak pokračoval v původním směru rychlostí 3 km/h.

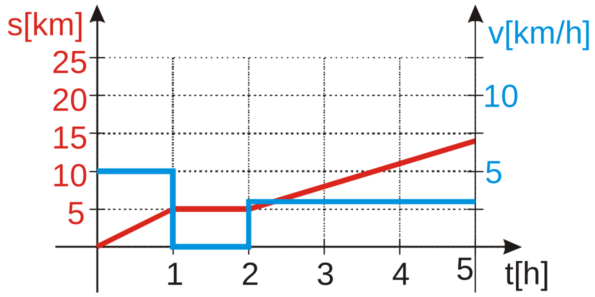
a) Turista šel tři hodiny rovnoměrně rychlostí 5 km/h a pak se utábořil



b) Turista hodinu čekal a pak šel rovnoměrně rychlostí 5 km/h.



c) Turista pospíchal hodinu rychlostí 5 km/h na schůzku, která trvala hodinu, a pak pokračoval v původním směru rychlostí 3 km/h.



Pedagogická poznámka: Z hlediska budoucnosti je u předchozího příkladu zcela zásadní, aby žáci kreslili grafy opravdu sami. Pokud mají problémy (jako že je mít budou) jde potřeba v první fázi trvat na tom, že graf dráhy zobrazuje, kde kdy byli, a graf rychlosti, kolik jim kdy ukazoval pomyslný tachometr. Ve většině případů stačí z jejich špatných grafů přečíst data a oni sami se opraví.
Důležité je také, aby měli přehled o svém řešení (každý bod do jiného obrázku, rychlost a dráha různými barvami, číslování os). Pokud se v jejich matlaninách nevyznám ani já ani oni, chci aby všechno nakreslili tak, aby se sami orientovali. Na tabuli kreslím maximální bod a) všechno ostatní si doopravdy dokázali studenti s pomocí nakreslit sami.
Právě proto si myslím, že jde o vhodné místo pro srážku mezi Vámi a studenty o to, aby začali opravdu dělat sami. Zaplatíte sice ztrátou spousty času, lepší část studentů nebude mít třeba 20 minut, co dělat (dovoluji jim připravovat se na jiné hodiny nebo si číst, mají na to nárok, protože byli dobří), ale můžete se v podstatě spolehnout na to, že všichni budou nakonec úspěšní pokud „na to začnou doopravdy myslet a budou si dávat pozor“ – citát jedné ze studentek.
Po všech žácích, kteří nedokáží příklad dokončit o hodině, chci před další hodinou předložit dokreslené grafy. V příštích hodinách je schopnost kreslit grafy zcela zásadní.

Shrnutí: Ze každého vzorce můžeme matematickými postupy vyjádřit libovolnou veličinu. Pamatovat si však budeme pouze základní vzorec.