

## 1.1.8 Rychlost I

**Předpoklady:** 010107

**Pomůcky:**

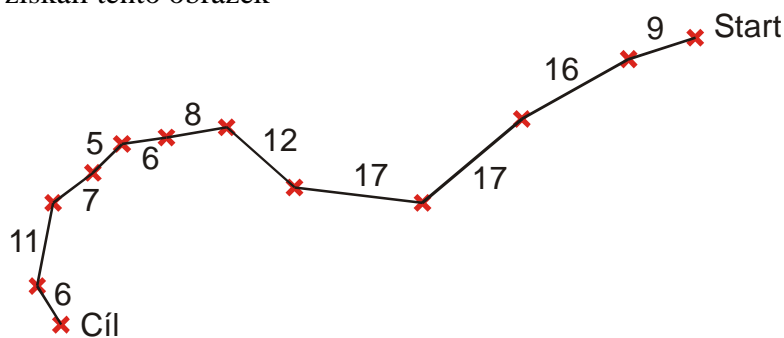
Rychlost:

- kolik ukazuje ručička na tachometru,
- jak rychle se mívá krajina za oknem,
- jak rychle se dostaneme z jednoho místa na druhé.

**Okamžitá rychlost** se při jízdě autem neustále mění (brzdíme v zatáčkách a před vesnicí, zrychlujeme za cedulí, na dálnici).

**Průměrná rychlost** je jedna pro celou cestu. Říká, jak jsme celkově jeli rychle, není z ní vidět, kde jsme brzdili a kde zrychlovali. Je to taková rychlost, kterou bychom museli jet celou cestu, abychom ji urazili za stejnou dobu.

Budeme pokračovat tam, kde jsme skončili minulou hodinu. Při měření pohybu šneka jsme získali tento obrázek



a následující tabulku.

$t$ [s]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	55	60
$s$ [mm]	0	9	25	42	59	71	79	85	90	97	108	114
$\Delta s$ [mm]		9	16	17	17	12	8	6	5	7	11	6

**Př. 1:** Rozhodni podle obrázku, kdy se šnek pohyboval nejvyšší a kdy nejnižší rychlostí. Jak se to projevilo v tabulce?

Nejvyšší rychlostí se šnek pohyboval mezi desátou a patnáctou (patnáctou a dvacátou) sekundou. Křížky jsou nejdál od sebe. V tabulce patří tomuto intervalu největší změna dráhy a nejvíce se liší sousední hodnoty dráhy.

Nejnižší rychlostí se šnek pohyboval mezi třicátou pátou a čtyřicátou sekundou. Křížky jsou nejbliž u sebe. V tabulce patří k těmto intervalům nejmenší změna dráhy a nejméně se liší sousední hodnoty dráhy.

**Př. 2:** Rozhodni, zda změna dráhy je pouze jiným názvem pro rychlost nebo ne. Najdi, co nejvíce důvodů pro své tvrzení.

Změna dráhy není rychlostí protože:

- v tabulce je ještě volná řádka, která je zřejmě určena na hodnoty rychlosti,
- změna dráhy je uvedena v mm, ale rychlost se uvádí v jiných jednotkách. Nejspíše by měla být uvedena v mm/s,
- v minulé hodině jsme počítali i změny dráhy pro delší časové úseky a ty vycházely větší než 17, které nám v tabulce vyšly pro pohyb mezi 10 s a 20 s, kdy měla být nejvyšší rychlost,
- kdybychom měřili polohu šneka po deseti sekundách hodnoty ve třetím řádku by se zvětšily, ale rychlost šneka by měla zůstat celá,
- pomalý šnek může mít stejnou změnu dráhy jako rychlý, když se bude pohybovat delší dobu.

⇒ Změna dráhy není rychlostí, musíme zohlednit nejen vzdálenost, kterou šnek mezi dvěma měřeními urazil, ale i dobu, po kterou se mezi nimi pohyboval.

**Pedagogická poznámka:** Dopředu nezdůrazňujte, že u posledního sloupce je  $\Delta t$  jiné. Je třeba si na tabuli připravit první čtyři sloupce tabulky. Chvilí po začátku pak upozornit, že správnou hodnotou rychlosti mezi 5 s a 10 s není ani 2,5 mm/s (takto počítají žáci, kteří jsou pevně přichyceni na vzorec  $v = \frac{s}{t}$ ) ani 5 mm/s (tato hodnota vznikne vydělením dráhy v 10 s časovým intervalem) .

**Př. 3:** Doplň do tabulky řádek s hodnotami rychlostí, kterými se šnek mezi jednotlivými měřeními pohyboval.

Rychlost šneka je větší, když potřebuje na uražení dráhy kratší čas, menší, když potřebuje na uražení dráhy delší čas ⇒ hodnoty změny dráhy musíme vydělit dobou, kterou se šnek mezi měřeními pohyboval, tedy 5s (v jednom případě 10 s).

$t$ [s]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	55	60
$s$ [mm]	0	9	25	42	59	71	79	85	90	97	108	114
$\Delta s$ [mm]		9	16	17	17	12	8	6	5	7	11	6
$v$ [mm/s]		1,8	3,2	3,4	3,4	2,4	1,6	1,2	1	1,4	1,1	1,2

**Př. 4:** Napiš vzorec, podle kterého jsi v předchozím příkladu počítal hodnoty rychlosti.

Dělili jsme změnu dráhy v daném intervalu, délkou tohoto intervalu (tedy ne dobou, která uběhla od začátku měření). Délka intervalu je vlastně  $\Delta t$  změna času mezi měřeními ⇒ pro rychlost platí vzorec  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ .

**Pedagogická poznámka:** I když studenti v předchozím kroku úspěšně spočítali hodnoty rychlosti v tabulce, budou navrhovat špatné vzorce, buď  $v = \frac{s}{t}$  nebo  $v = \frac{\Delta s}{t}$ . U obou je možné dosazením do zadních sloupců tabulky ukázat, že jsou špatné.

Jak souvisí vzorec  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  se vzorcem  $v = \frac{s}{t}$ , který známe ze základní školy?

Pan Novák jel ze Strakonice do Prahy autem 1,5 hodiny. Urči rychlost, kterou jel, pokud vzdálenost Praha-Strakonice měří 105 km.

- Starý postup:  $s = 105 \text{ km}$ ,  $t = 1,5 \text{ h}$ ,  $v = \frac{105}{1,5} \text{ km/h} = 70 \text{ km/h}$ .
- Nový postup: auto ujelo 105 km  $\Rightarrow \Delta s = 105 \text{ km}$ , za 1,5 h  $\Rightarrow \Delta t = 1,5 \text{ h}$  (čas se změnil o 1,5 hodiny),  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{105}{1,5} \text{ km/h} = 70 \text{ km/h}$

Pouze zdánlivě jde o to samé.

Spočteme si něco o šnekovi.

Jakou rychlostí se šnek pohyboval mezi 20 s a 25 s?

- Starý způsob:  $s_{25} = 71 \text{ mm}$ ,  $t = 25 \text{ s}$ ,  $v = \frac{s}{t} = \frac{71}{25} \text{ mm/s} = 2,8 \text{ mm/s} \Rightarrow$  to není dobře, šnek se pohyboval pomaleji, proč jsme nepoužili žádné údaje o času 20 s?
- Nový způsob:  $\Delta s = s_{25} - s_{20} = 71 - 59 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$ ,  $\Delta t = 25 - 20 \text{ s} = 5 \text{ s}$ ,  
 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{12}{5} \text{ mm/s} = 2,4 \text{ mm/s}$

Starý vzorec neumí rozlišovat jednotlivé části pohybu, počítáme pomocí něj průměrnou rychlost. Nový vzorec umí počítat rychlost i pro jednotlivé části pohybu.

Průměrnou rychlost vypočteme jako podíl  $\bar{v} = \frac{\text{celková dráha}}{\text{celkový čas}}$ .

**Př. 5:** Spočti pomocí vzorce  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  průměrnou rychlost šneka za celou dobu pohybu.

Počítáme za celý pohyb:

$$\Delta s = s_{55} - s_0 = 114 - 0 \text{ mm} = 114 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 60 - 0 \text{ s} = 60 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{114}{60} \text{ mm/s} = 1,9 \text{ mm/s}$$

Šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 1,9 mm/s.

**Př. 6:** Spočti pomocí vzorce  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  průměrnou rychlost šneka:

- |   |  |
|---|--|
| a) v první části pohybu od 0 s do 30 s, | b) v druhé části pohybu od 30 s do 60 s, |
| c) od 10 s do 40 s,                     | d) ve třetí čtvrtině pohybu.             |

a) v první části pohybu od 0 s do 30 s

$$\Delta s = s_{30} - s_0 = 79 - 0 \text{ mm} = 79 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 30 - 0 \text{ s} = 30 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{79}{30} \text{ mm/s} = 2,6 \text{ mm/s}$$

V první části pohybu se šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 2,6 mm/s.

b) v druhé části pohybu od 30 s do 60 s

$$\Delta s = s_{60} - s_{30} = 114 - 79 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 60 - 30 \text{ s} = 30 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{35}{30} \text{ mm/s} = 1,2 \text{ mm/s}$$

V druhé části pohybu se šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 1,2 mm/s.

c) od 10 s do 40 s

$$\Delta s = s_{40} - s_{10} = 90 - 25 \text{ mm} = 65 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 40 - 10 \text{ s} = 30 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{65}{30} \text{ mm/s} = 2,2 \text{ mm/s}$$

Od 10 s do 40 s se šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 2,2 mm/s.

d) ve třetí čtvrtině pohybu

Třetí čtvrtina pohybu trvala od 30 s do 45 s.

$$\Delta s = s_{45} - s_{30} = 97 - 79 \text{ mm} = 18 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 45 - 30 \text{ s} = 15 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{18}{15} \text{ mm/s} = 1,2 \text{ mm/s}$$

Ve třetí čtvrtině pohybu se šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 1,2 mm/s.

Oba výsledky odpovídají realitě, v první části se šnek opravdu pohyboval v průměru rychleji.

Vztah  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  je tedy univerzální, umožňuje spočítat jak průměrnou tak téměř okamžitou rychlost.

**Rychlost pohybu určíme jako podíl změny dráhy a změny času  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ . Čím je použitý časový interval delší, tím více se spočtená hodnota blíží průměrné rychlosti. Čím je použitý interval kratší, tím více se vypočtená hodnota blíží okamžité rychlosti předmětu.**

**Pedagogická poznámka:** U následujícího příkladu hodně záleží na tom, jaké studenty učíte.

Obecně se předpokládá, že studenti kreslit grafy umí, ale mé zkušenosti bohužel ukazují, že to není pravda. Následující příklad je tedy řešen jako nácvik kreslení grafů. Doporučuji studentům, aby si na fyziku koupili velký čtverečkovaný sešit, proto se odkazuji k počtům čtverečků v tomto typu sešitů. Další možností je rozdání milimetrových papírů. Každopádně je třeba, aby si žáci tento graf nakreslili sami a ručně. Rychlejší studenti graf dokončí ve škole, pomalejší doma, Výsledky rozebíráme na počátku příští hodiny.

**Př. 7:** Nakresli do jednoho obrázku graf závislosti dráhy a rychlosti šneka na čase. Ještě před nakreslením obou grafů rozhodni, jak z nich poznáš, kdy se šnek pohyboval nejrychleji a kdy nejpomaleji. Porovnej grafy dráhy a rychlosti a zjisti, jakým způsobem je v grafu dráhy „schován“ graf rychlosti“-

**Pedagogická poznámka:** I v případě, že studenti předstírají dobrou znalost grafů je dobré si pohlídat, zda jejich obrázky jsou dostatečně velké dobře rozmyšlené, aby z nich bylo něco „vidět“.

**Shrnutí:** Rychlost pohybu určíme jako podíl změny dráhy a změny času  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ .