

**Kto sa hýbe, ja
alebo Arphy?**



MECHANIKA: KINEMATIKA



ARPHYMEDES

Nicole Oresme (asi 1320-1325 - 1382)

Filozof, vedec, biskup z Lisieux, prekladateľ, radca kráľa Karola V

Nicole Oresme bol francúzsky filozof neskorého stredoveku. Písal o mnohých témach, napríklad o ekonomike, matematike, fyzike, astrológii a teológii. Tiež bol biskupom z Lisieux, prekladateľom, poradcom francúzskeho kráľa Karola V. a jedným z najoriginálnejších mysliteľov Európy 14. storočia. Oresme mal vlastné predstavy o tom, ako sa veci pohybujú, ako ich môžeme nájsť v jeho knihe s názvom Fyzika. Nesúhlasil s tým, čo o pohybe hovorili iní slávni myslitelia, ako Aristoteles a Averroes. Veril, že predmety nemajú pohyb len tak prirodzene, ale že ich niečo musí k pohybu prinútiť. Mal na to svoj vlastný, jedinečný spôsob uvažovania.



Obr. 8

René Descartes (1596–1650)

Ako prvý prišiel s modernými myšlienkami o tom, ako a prečo sa veci pohybujú.

René Descartes je známy ako významná osobnosť filozofie a tiež fyziky. Ľudia si však dlho neuvedomovali, ako veľmi prispel k fyzike. Descartes ako prvý prišiel s modernými myšlienkami o tom, ako sa veci pohybujú a prečo sa hýbu. Mal aj vlastnú teóriu o tom, ako sa pohybujú planéty, ktorá bola v tej dobe veľmi populárna. Mal vo zvyku zostávať v posteli do neskorého rána, ale musel to zmeniť, keď ho švédská kráľovná pozvala, aby ju učil. Kráľovná chcela hodiny o piatej ráno, takže Descartes musel vstávať skoro ráno a ku kráľovnej chodiť v chladnej zime. Nanešťastie veľmi ochorel na zápal pľúc a zomrel.



Obr. 9

André-Marie Ampère (1775 – 1836)

Člen uznávaných vedeckých inštitúcií bez formálneho vzdelania.

André-Marie Ampère bol francúzsky fyzik a matematik, ktorý bol jedným zo zakladateľov vedy o klasickom elektromagnetizme, čiže o vzájomnom pôsobení elektriny a magnetizmu. Svoje poznatky využil pri konštrukcii viacerých technických zariadení, napríklad solenoidu a elektrického telegrafu. Hoci Ampère nemal žiadne formálne vzdelanie, bol členom Francúzskej akadémie vied a profesorom na École polytechnique a Collège de France. Ampère tiež vymyslel slovo "kinematický", ktoré znamená pohyb alebo pohybujúci sa. Toto slovo vytvoril pomocou gréckych slov κίνημα kinema ("pohyb") a κινεω kineō ("pohybovať sa").



Obr. 10

Na tejto stránke nájdete niekoľko návrhov projektov, ktoré môžete realizovať v škole alebo doma. Ďalšie nájdete na sprievodnej webovej stránke.

Návrhy projektov:

1. Pokúste sa zistiť, ako dokážete odmerať svoj reakčný čas.
2. Vytvorte si vlastný príbeh o nejakom dni niekoho. Zistite si potrebné informácie, aby ste mohli vytvoriť zápletky rýchlosť - čas a vzdialenosť - čas. Príbeh vyjadrite v grafoch rýchlosť v závislosti od času a vzdialenosť v závislosti od času.
3. Do mobilného telefónu si stiahnite aplikáciu, ktorá sleduje počet krokov za daný čas, celkovú prejdenu vzdialenosť, dokonca aj počet spálených kalórií a priemernú rýchlosť za deň. Používajte ju jeden deň a potom odpovedzte na nasledovné otázky:
 - Koľko krokov ste urobili za celý deň?
 - Pokúste sa zistiť, ako môžete vypočítať priemernú dĺžku kroku.
 - Akú vzdialenosť ste prešli za celý deň?
 - Akú vzdialenosť ste prešli medzi 7.30 a 9.00 hod.?
 - Aká bola vaša priemerná rýchlosť za celý deň?
 - Vytvorte graf vzdialenosť - čas pre zvolený časový interval.
 - Pripravte pre svojich spolužiakov jedno zadanie na výpočet podľa údajov z aplikácie.

Technické aplikácie

1. Dopplerov jav – jeho vysvetlenie a využitie vo vede.

Mechanika je veda o veciach v pohybe.

Pri pohľade na pohybujúce sa objekty sa nám vynárajú dve hlavné otázky:

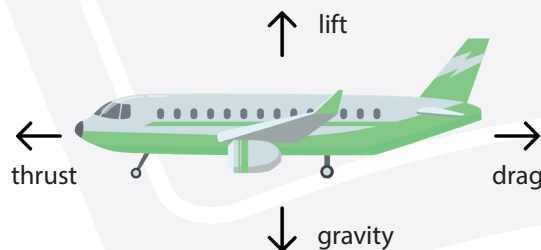
Ako? – Kinematika opisuje pohyb objektov pomocou slov, diagramov, čísel, grafov a rovníc.



Obr. 18-19

Opísať tento pohyb nie je také jednoduché. Začnime statickou situáciou. **Vyskúšajte úlohu 1.**

Prečo? – Dynamika sa týka síl a ich účinkov na pohyb.



Obr. 11



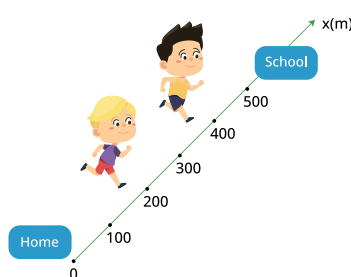
Obr. 14



Obr. 12



Obr. 13



Obr. 16



Obr. 15

Úloha 1. Dajte svojmu spolužiakovi list papiera. Obrázok triedy budete mať len vy. Opíšte polohu detí tak, aby ju mohli všetci vyznačiť na svojich papieroch. Potom urobte to isté so štvorčekovým papierom a dohodnite sa, že začnete počítať od ľavého dolného rohu.



Obr. 17

Myšlienková mapa zobrazuje veci (pojmy) súvisiace s pohybom. Budeme postupovať krok za krokom, a pri každej novej informácii je vhodné sa k myšlienkovej mape vrátiť.

Naším cieľom je opísať pohyb.

Ako identifikujeme pohyb? Čo znamená, že teleso sa pohybuje?

Aké fyzikálne veličiny sú dôležité pre opísanie pohybu?

Akým spôsobom môžeme pohyb opísať?

Aké zjednodušenia môžeme urobiť?

Aké druhy pohybu poznáte?

Aby sme mohli správne skúmať, ako sa teleso pohybuje, musíme vedieť niekoľko ďalších údajov. Pohyb sa matematicky opisuje pomocou posunu, vzdialenosti, rýchlosti, zrýchlenia za čas.

Pohyb telesa sa pozoruje tak, že sa pozorovateľovi priradí vzťažná sústava a meria sa zmena polohy telesa vzhľadom na túto sústavu spolu so zmenou času. Práve preto pomohol štvorčekový papier v úlohe 1 za podmienky, že všetci začali počítať od rovnakého začiatku. Inštrukcie, ktoré ste potrebovali, boli doprava, doľava, hore a dole.

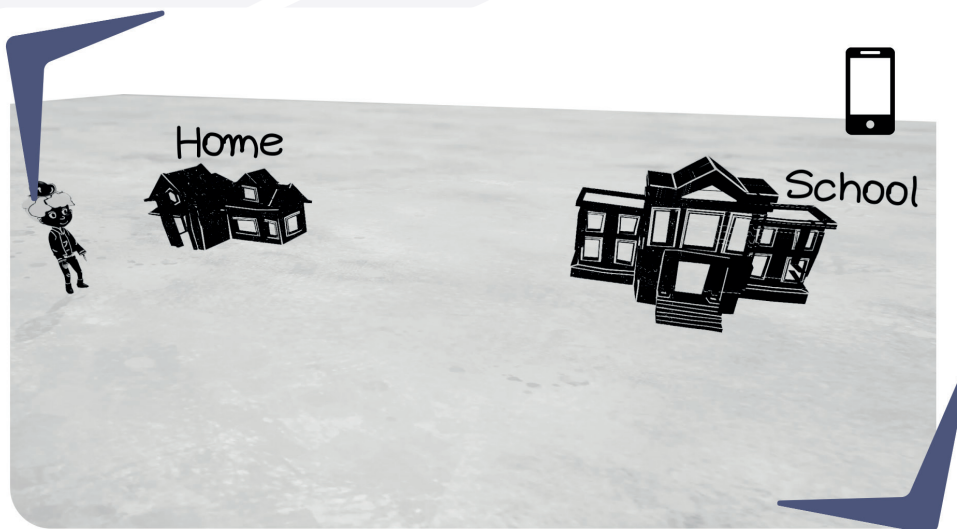
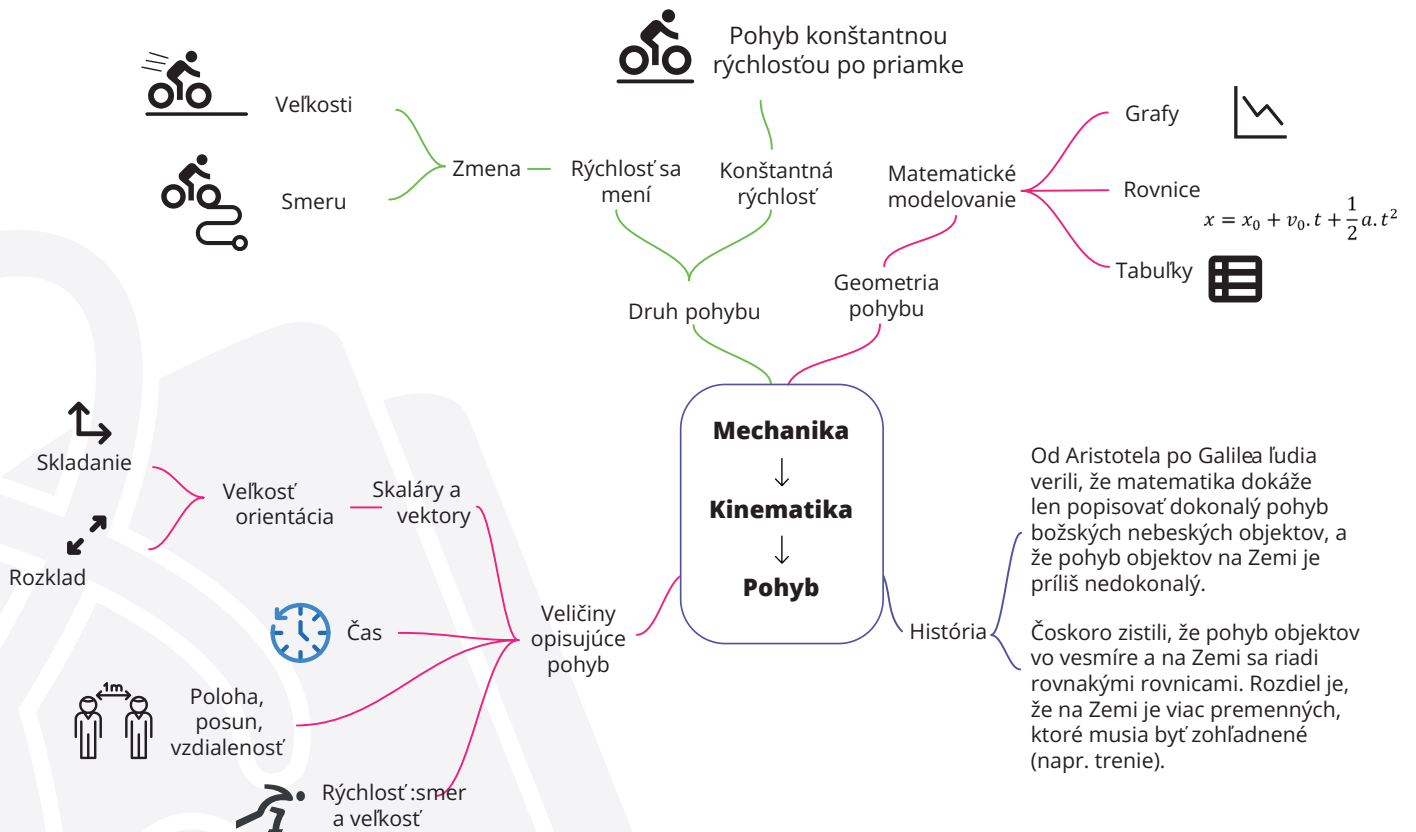
► Poloha, posun, vzdialenosť

Arphy nám pomôže porozumieť týmto pojmom. Arphy išiel z domu do školy. Pozrite si animáciu.

Ak chceme opísať to, čo vidíme, môžeme povedať len toľko, že Arphy išiel z domu do školy. Aby sme sa dozvedeli viac, treba ešte niečo dodať. Napadá vás niečo?

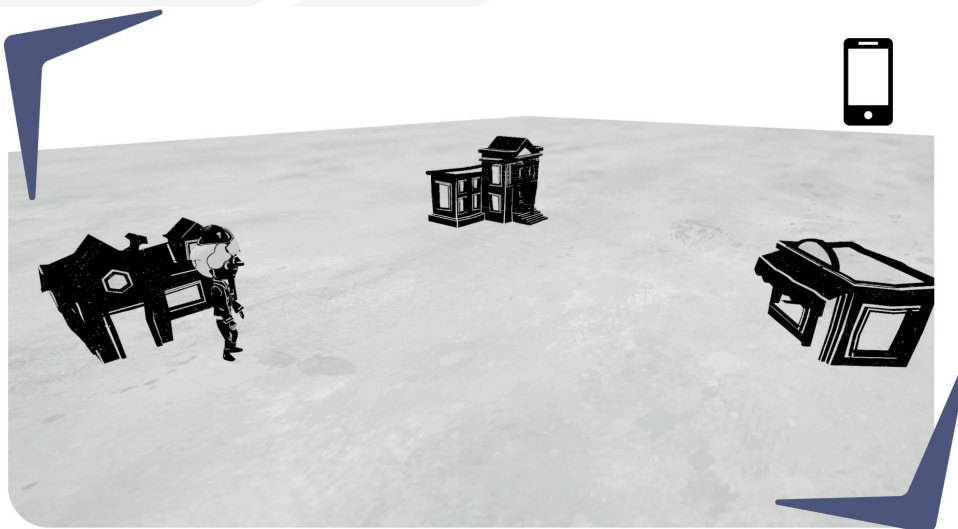
Vaše pripomienky, otázky, postrehy





Pridajme do animácie ešte ďalšie informácie.
Teraz vidíme Arphyho **polohu**. Nachádza sa vo vzdialenosti 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m a nakoniec vo vzdialenosti 600 m keď je v škole.
Týchto 600 metrov predstavuje dĺžku jeho cesty. **Nazývame ju vzdialenosť.**

Chodíte do školy rovno? Väčšinou tak nechodíme, rovnako ako Arphy v našom príklade. Zastavil sa v obchode. Pozrite si animáciu. Pomôže nám pochopiť ďalší pojem - **posunutie**.
Tentoraz prešiel dlhšiu vzdialenosť, pričom zmena vzdialenosti bola $390\text{ m} + 455\text{ m}$, spolu 845 m . Keď však uvažujeme len o najkratšej ceste medzi domovom a školou, tá zostáva rovnaká - 600 m , a to sa nazýva **posunutie**. (Arphyho cesta začínala doma a končila v škole)



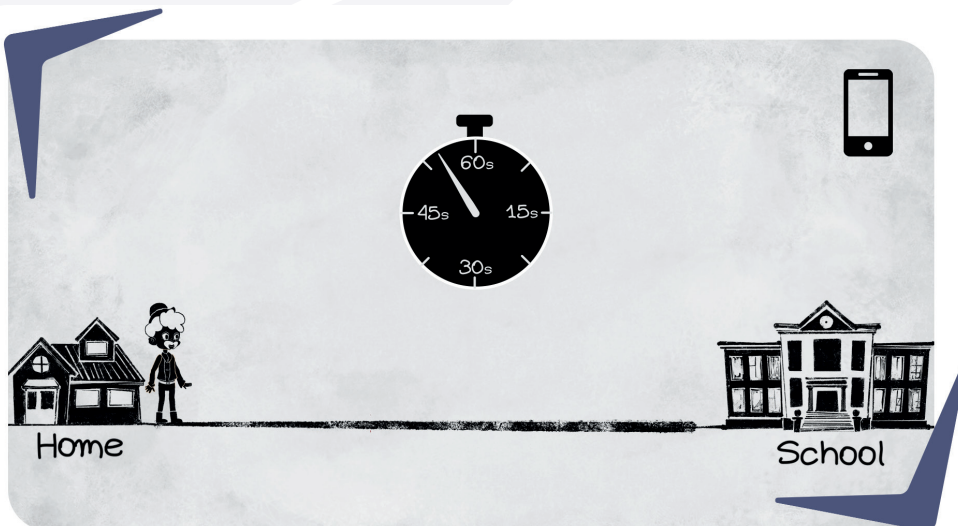
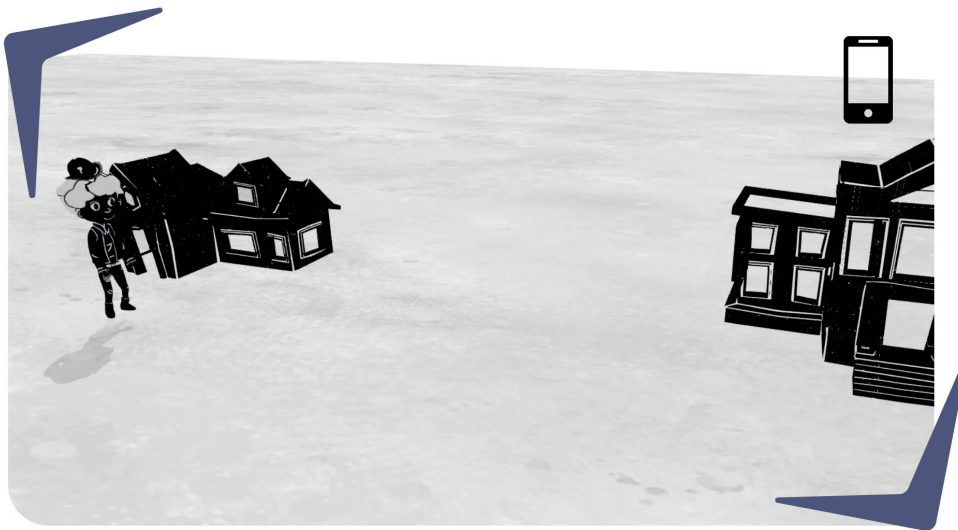
Arphy cestou do školy premýšľal a takto to dopadlo. Pozrite si animáciu. Arphy prešiel celú cestu do školy ale potom sa otočil a vrátil sa domov. Celú cestu do školy, ako aj spätnú cestu prešiel pešo. Bez ohľadu na zvolený smer sa vzdialenosti jednoducho sčítajú. **Posunutie** znamená, že sčítate celú cestu, ale postaráte sa aj o smer. Cesta do školy je jedným smerom (+), zatiaľ čo návrat domov sa považuje za záporný smer (-). Arphy začal doma a skončil doma, teda na tom istom **mieste**. **Posunutie, čo je cesta medzi konečným a východiskovým (počiatočným) bodom, bolo nulové**. Posunutie a vzdialenosť sa merajú v rovnakej jednotke dĺžky SI - meter.

Doteraz sme diskutovali o pojmoch poloha, posunutie a vzdialenosť, ale Arphy mohol chodiť do školy pešo aj celý deň. Pridajme teda k nášmu opisu čas. Vedieť, kde a kedy nám poskytne viac informácií. Pozrite si animáciu.

Keď máme polohu a čas, dokážeme vypočítať rýchlosť. **Rýchlosť** (v) je miera pohybu, ktorou objekt mení svoju polohu.

Čo teraz vieme o Arphyho pohybe? Arphy išiel z domu do školy. Pohyboval sa konštantnou rýchlosťou 1 m/s. Situáciu môžeme vyjadriť aj graficky, čo si ukážeme neskôr.

$$\begin{aligned}v &= \frac{100\text{m} - 0\text{m}}{t_{100\text{m}} - t_{0\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s} - 0\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\v &= \frac{200\text{m} - 100\text{m}}{t_{200\text{m}} - t_{100\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{200\text{s} - 100\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\v &= \frac{300\text{m} - 200\text{m}}{t_{300\text{m}} - t_{200\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{300\text{s} - 200\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\v &= \frac{400\text{m} - 300\text{m}}{t_{400\text{m}} - t_{300\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{400\text{s} - 300\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\v &= \frac{500\text{m} - 400\text{m}}{t_{500\text{m}} - t_{400\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{500\text{s} - 400\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\v &= \frac{600\text{m} - 500\text{m}}{t_{600\text{m}} - t_{500\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{600\text{s} - 500\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$



Keď zhrnieme predchádzajúce strany: vzdialenosť sme vypočítali ako rozdiel medzi koncovou a počiatočnou polohou, a časový interval ako rozdiel medzi časom konca a začiatku sledovaného pohybu. (Podstatné je uvedomiť si, že rozdiel je vždy koncový stav – počiatočný stav. Tento príklad by vám mohol pomôcť. Ak navštívite kaderníka, tak vaši priatelia budú porovnávať váš konečný vzhľad s počiatočným vzhľadom, nie naopak).

Arphy sa pohyboval konštantnou rýchlosťou, takže výsledok bol vždy 1 m/s.

V reálnom živote sa však väčšinou nepohybujeme konštantnou rýchlosťou. Preto keď popisujeme rýchlosť objektu, často popisujeme priemer za určitý časový interval. Priemerná rýchlosť je celková prejdená vzdialenosť vydelená časom, počas ktorého sa pohyb uskutočňoval.

$$v_{\text{priemer}} = \frac{\text{celková vzdialenosť}}{\text{celkový čas}}$$

Keďže sa Arphy pohyboval rovnakou rýchlosťou, priemerná rýchlosť bola rovnaká.

$$v = \frac{600\text{m} - 0\text{m}}{t_{600\text{m}} - t_{0\text{m}}} = \frac{600\text{m}}{600\text{s} - 0\text{s}} = \frac{600\text{m}}{600\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Rýchlosť. Ak nás pri pohybe zaujíma nielen veľkosť rýchlosti (ako rýchlo) ale aj smer pohybu (ktorým smerom) objektu, hovoríme o rýchlosti ako o vektore. Ak chce niekto chytiť Arphyho, nestačí, keď mu povieme, že odišiel z domu rýchlosťou 1 m/s. Musíme tiež povedať, že išiel smerom - rovno do školy. Stále však používame tú istú jednotku SI - meter za sekundu (m/s), ale keďže ide o vektor, je potrebné uviesť aj smer. (Okrem toho symbol $\mathbf{v}$ označuje, že nás zaujíma veľkosť aj smer, čo je v kontraste s v , ak hovoríme len o veľkosti rýchlosti.) V našich príkladoch, keďže sa pohybujeme po priamke, musíme určiť len kladný smer, a potom podľa toho rýchlosti sčítať alebo odčítať.

Zrýchlenie je akákoľvek zmena rýchlosti. Ako sa môže meniť rýchlosť?

Môže sa zväčšiť, zmenšiť, alebo môže dôjsť k zmene smeru. Zrýchlenie je zmena veľkosti alebo smeru rýchlosti, prípadne oboje.

Arphy hral včera neskoro do noci hry, takže nestihol vstať včas. Otec ho odviezol do školy autom, ale posledných 100 metrov musel Arphy prejsť sám. Aby prišiel včas, začal bežať s konštantným zrýchlením $0,1 \text{ m/s}^2$. Pozrite si animáciu.

Predpokladajme, že cestujete k starým rodičom, ktorí žijú 150 km od vášho domova, a zvládnete to za 3 hodiny. Vaša priemerná rýchlosť bude:

$$v_{\text{priemerná}} = \frac{150 \text{ km}}{3 \text{ hodiny}} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 13,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Priemerná rýchlosť znamená, že ak by bolo možné cestovať stále rovnakou rýchlosťou 50 km/h, zvládnete to za 3 hodiny. Vieme však, že rýchlosť auta by sa počas trojhodinovej cesty pravdepodobne mnohokrát zvýšila a znížila. Zastavili ste na semafore, mohli ste prekročiť povolenú rýchlosť. Ak by však polícia vypočítala vašu rýchlosť rovnakou metódou, ako sme vypočítali priemernú rýchlosť, nemohla by poskytnúť konkrétne dôkazy. Polícia musí vykonať výpočet vašej okamžitej rýchlosti v konkrétnom časovom okamihu, teda tú, ktorú môžeme vidieť na tachometri auta. V skutočnosti ju nemôžeme merať s úplnou presnosťou, ale môžeme merať vzdialenosť, ktorú prejdeme za veľmi krátky čas, takže rýchlosť pozorovaného objektu sa za ten čas veľmi (často vôbec) nezmení.



Teraz vidíte, že sa jeho rýchlosť zvyšuje. Na konci bola jeho rýchlosť 4,5 m/s.

Aby sme si to vedeli lepšie predstaviť, prepočítajme ju na km/h.

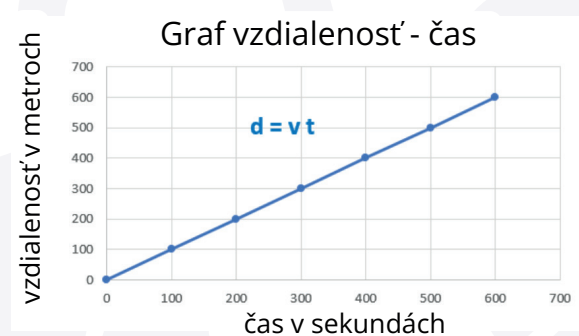
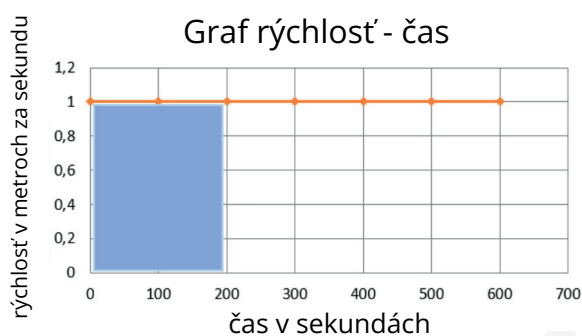
$$4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{4,5 \cdot 10^{-3} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 4,5 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Počas maratónu, čo znamená 42,195 km, majú najlepšie bežci čas okolo 2 hodín. To znamená že bežia približne 20 km/h, čo je priemerná rýchlosť. Arphyho priemerná rýchlosť bola

$$v = \frac{600 \text{ m} - 500 \text{ m}}{44,7 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 2,24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{2,24 \cdot 10^{-3} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 2,24 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Arphy dosiahol maximálnu rýchlosť 16 km/h. Z posledných dvoch animácií sa môžeme dozvedieť oveľa viac.

Pracujme s grafmi z animácií.



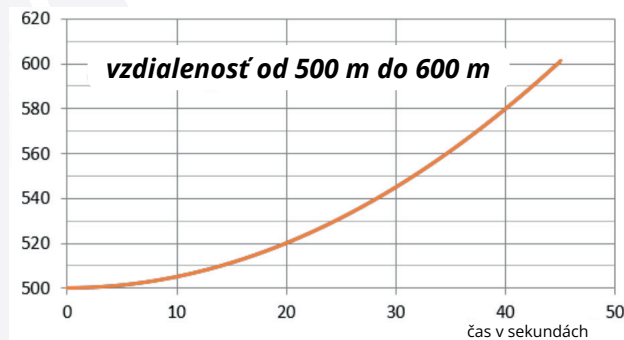
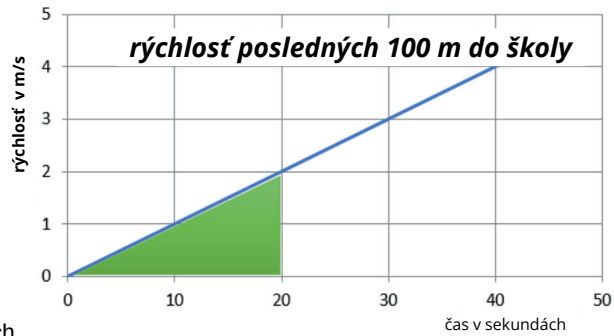
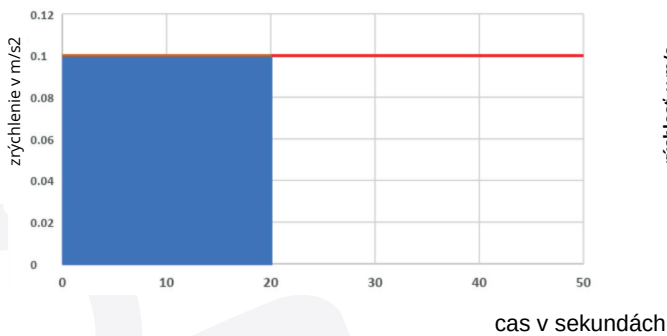
Existujú dva grafy: rýchlosť - čas, vzdialenosť - čas. Rýchlosť je konštantná a keď chceme zistiť vzdialenosť, ktorú sme prešli za určitý čas, vieme to urobiť výpočtom plochy pod krivkou rýchlosti. Urobíme to pre 200 sekúnd, plocha je:

$$A = \text{plocha modrého obdĺžnika} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\text{rýchlosť}) 200\text{s} (\text{čas}) = 200\text{m}$$

Ak sa pozrieme na graf vzdialenosť - čas v čase 200s, vzdialenosť na osi y ukazuje 200m.

Rovnica pre výpočet vzdialenosti prejdenej konštantnou rýchlosťou je: $s=vt$

Konštantné zrýchlenie



Existujú tri grafy: zrýchlenie - čas, rýchlosť - čas, vzdialenosť - čas. Zrýchlenie je konštantné a keď chceme zistiť rýchlosť za určitý čas, môžeme to urobiť výpočtom plochy pod krivkou grafu zrýchlenie - čas. Keď to urobíme pre 20 sekúnd, plocha je

$$A = \text{plocha modrého obdĺžnika} = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (\text{zrýchlenie}) 20\text{s}(\text{čas}) = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Rovnica pre výpočet rýchlosti pri konštantnom zrýchlení je: $v=at$

Ak chceme zistiť vzdialenosť, musíme vykonať výpočet podľa grafu krivky rýchlosť - čas, ako sme to urobili v predchádzajúcom prípade.

$$A = \text{plocha zeleného trojuholníka} = \frac{2 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\text{rýchlosť}) 20\text{s}(\text{čas})}{2} = 20\text{m}$$

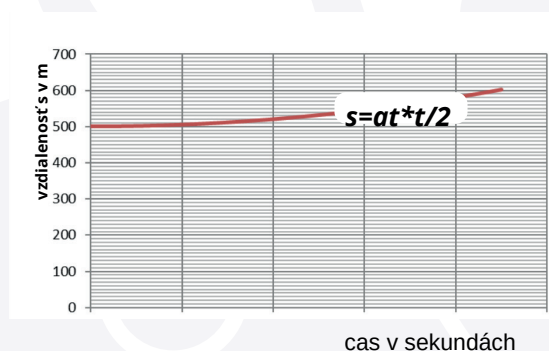
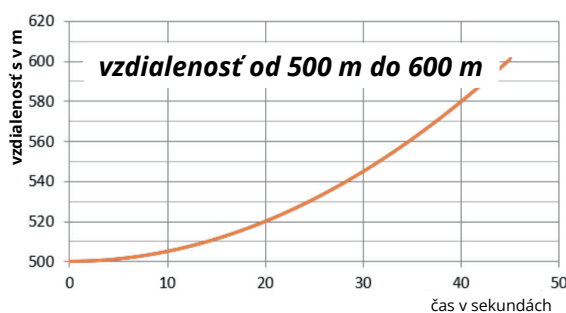
Od chvíle, keď začal Arphy bežať posledných 100 metrov, zvládol 20 metrov za 20 sekúnd. A čo rovnica?

$$s = \frac{\text{rýchlosť čas}}{2} = \frac{vt}{2} = \frac{v(v=at \text{ ako sme už odvodili})t}{2} = \frac{at^2}{2}$$

Rovnica pre výpočet vzdialenosti prejdenej s konštantným zrýchlením je: $s = \frac{at^2}{2}$

S grafmi súvisí ešte jedna vec. Pre graf vzdialenosť - čas, kedy Arphy bežal do školy, sme použili štartovaciu pozíciu 500 m a nie 0.

Pozrite si grafy a pochopíte prečo.



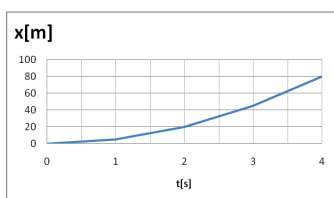
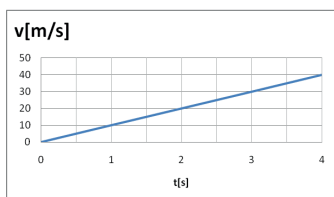
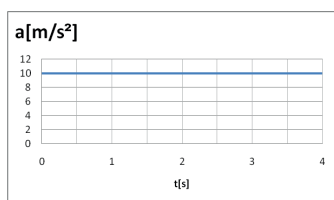
V prvom grafe sme vynechali prvých 500 metrov, kedy bol Arphy v aute. Nebolo to pre nás zaujímavé. Chceli sme vedieť ako sa pohyboval posledných 100 metrov, kedy bežal konštantným zrýchlením, a graf bol tak ľahšie čitateľný. Ak sa však niekto spýtal na jeho vzdialenosť z domu do školy, museli by sme sčítať vzdialenosť, ktorú prekonal autom a vzdialenosť prekonanú behom.

Ako ste si mohli všimnúť, čítanie grafu je dôležité a užitočné. Budeme preto pokračovať ďalšími príkladmi pre lepšie pochopenie, ale ešte predtým si uvedieme niekoľko užitočných rád na riešenie úloh z fyziky.

Riešenie problémov je umenie, neexistuje jednoduchý recept na získanie riešenia. Tu je príklad postupného riešenia problémov.

1. Nakreslite náčrt situácie opísanej v úlohe a označte všetky príslušné veličiny. Informácie môžu byť prezentované aj vo forme grafu, prípadne tabuľky, preto si skúste predstaviť, čo sa za nimi skrýva.
2. Potom si skúste tento dej predstaviť, akoby ste sledovali film, alebo si predstavte, ako "rozprávate príbeh". Chybou je hneď hľadať odpoveď bez toho, aby ste sa zamysleli nad tým, čo sa deje a aké fyzikálne princípy riadia tento dej, preto je rozprávanie príbehu dôležitým aspektom štúdia akejkoľvek vedy.
3. Pripravte si úplný zoznam daných (známych) a neznámych premenných.
4. Vyberte rovnicu, ktorá zodpovedá vašim premenným.
5. Vyjadrite neznámu veličinu z rovnice.
6. Keď nahrádzate premenné číslami, uveďte tiež jednotky týchto čísel. Jednotky vo vašich rovniciach by sa potom mali dať kombinovať alebo rušiť tak, aby ste dostali správne jednotky pre konečný výsledok. Ak sa jednotky nekombinujú alebo nerušia očakávaným spôsobom, niečo je nesprávne.
7. Po dokončení výpočtov vždy skontrolujte, či je odpoveď vierohodná. Ak napríklad váš výpočet vedie k výsledku, že potápač, ktorý skákal z útesu dopadne do vody rýchlosťou 3000 km/h, potom asi niekto niekde urobil chybu!

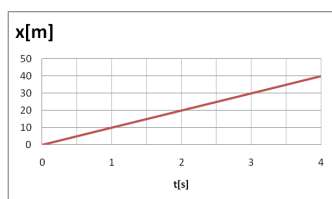
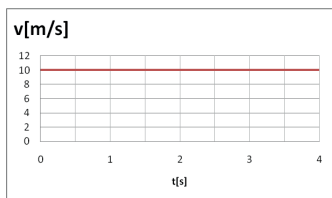
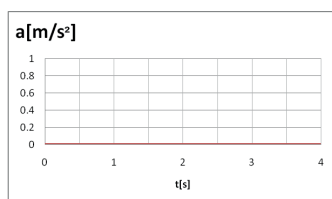
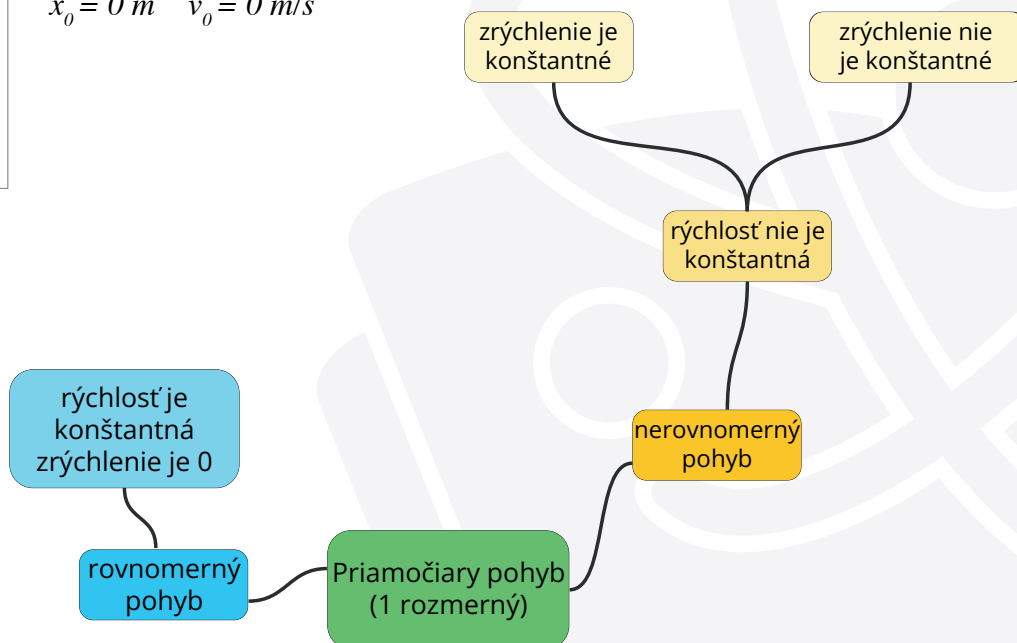
Nasledujúca myšlienková mapa vám pomôže lepšie si predstaviť koncept priamočiareho pohybu pomocou vzorcov aj grafov.



a je konštantné, v našom prípade $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 rýchlosť = plocha pod krivkou zrýchlenie - čas
 = za 4 sekundy = $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (a) 4\text{s} (t) = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

vzdialenosť = plocha pod krivkou rýchlosti
 za 4 sekundy = $\frac{1}{2} 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} (v) 4\text{s} (t) = 80 \text{ m}$

$$x_0 = 0 \text{ m} \quad v_0 = 0 \text{ m/s}$$



$$\text{Plocha} = \text{Dĺžka} \times \text{Šírka} \Delta t$$

$$\Delta t = (1\text{s} - 0\text{s}) = 1\text{s} \quad v = 10\text{m/s} \quad 10\text{m/s} \times 10\text{m} = 10\text{m}$$

$$\Delta t = (4\text{s} - 0\text{s})$$

čas na konci čas na začiatku

$$\Delta x = v \times \Delta t$$

PLOCHA ŠÍRKA DĹŽKA

$$x = 10\text{m/s} \times 4\text{s} = 40\text{m}$$

VZDIALENOSŤ =
 PLOCHA POD KRIVKOU
 RÝCHLOSTI

Δ - zmena premennej, ak je počiatkový bod 0, potom $\Delta x \rightarrow x - 0 = x$

Časti grafu.

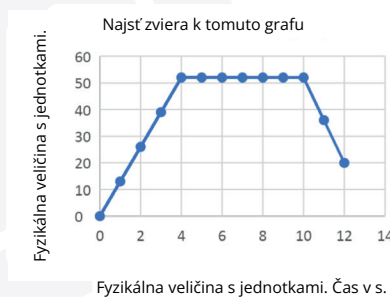
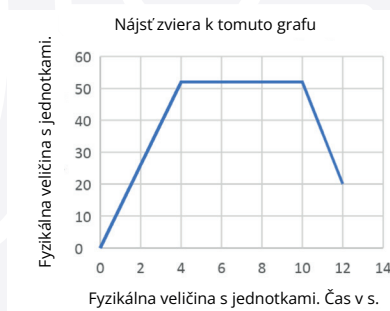
Grafy sa využívajú vo všetkých vedeckých oblastiach a tiež aj v reálnom živote.

Potrebujeme vedieť, ako zostrojiť graf. Teraz budeme pracovať s grafmi, ktoré majú 2 osi, pretínajúce sa pod pravým uhlom. Horizontálna os sa nazýva os x a vertikálna os sa nazýva os y. Tieto osi sa pretínajú v počiatku. Do grafu môžeme zakresliť body, priamky a krivky. Ku grafu by mal byť priradený názov, aby sa ľahšie určilo, čo graf predstavuje, a čo je najdôležitejšie, na každú os musíme uviesť znamienko, jednotku a mierku fyzikálnej veličiny. Každé meranie polohy, vzdialenosti alebo rýchlosti sa musí vykonávať vzhľadom na referenčný rámec (vzťažnú sústavu). Význam všetkých častí grafu bude vysvetlený v nasledujúcich príkladoch. Príklad:

Rýchlosť zvierat prevzatá z encyklopédie:

Gepard: rýchlosť 120 km/h - 33,3 m/s; sokol lovecký: 187 km/h - 52 m/s; orol skalný: 270 km/h - 75 m/s; slimák záhradný: 0,05 km/h - 0,014 m/s; leňochod trojprstý: 0,27 km/h - 0,075 m/s; útloň malý: 1,9 km/h - 0,53 m/s; kôrnatec gila: 2,7 km/h - 0,75 m/s; prasa 18 km/h - 5 m/s.

V nasledujúcich grafoch chýbajú názvy zvierat. Grafy znázorňujú zmenu rýchlosti zvieratá v čase.



Vyriešte nasledujúce úlohy, ale poradie nemeňte:

1. Ktorý graf zodpovedá rýchlejšiemu zvieratú? Vysvetlite.
2. Zistite názvy, aby ste mohli zvieratám priradiť rýchlosť. Použite údaje zo začiatku príkladu.
3. Dobré sa pozrite na jednotky.

Ak chcete porovnať dva objekty z hľadiska rýchlosti, veľkosti alebo čohokoľvek iného, musíte sa postarať o jednotky. Zopakujme si, ako zmeniť jednotky rýchlosti

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000(10^3)\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{1\text{m}}{3,6\text{s}} = 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,27 \frac{100\text{m}}{\text{s}} = \frac{27\text{cm}}{\text{s}}$$

Príklad

Auto sa pohybuje po priamej vodorovnej ceste konštantnou rýchlosťou $v_0 = 72 \text{ km/h}$. Vodič vidí vo vzdialenosti 132 m prekážku, spadnutý strom, a začne brzdiť. Jeho reakčný čas bol $t_0 = 1,5 \text{ s}$, kým začal brzdiť. Potom znižoval rýchlosť o 4 m/s za každé 2 s .

- a) Na štvorčekový papier zakreslite graf závislosti rýchlosti auta od okamihu, keď uvidíte prekážku.
- b) Pomocou grafu určte čas t_1 , za ktorý vodič zastaví vozidlo od okamihu, keď uvidí prekážku.
- c) Pomocou grafu určte vzdialenosť s_1 , ktorú auto prejde za čas t_1 . Zastaví pred prekážkou alebo do nej narazí?

~~~~~

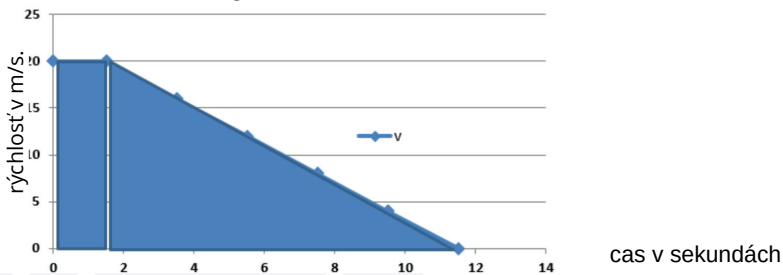
Ďalej zmeníme niektoré faktory.

- d) Ak by bol vodič nepozorný a jeho reakčný čas by sa predĺžil na  $t_0' = 2,5 \text{ s}$ , bol by schopný zastaviť pred prekážkou pri rovnakých brzdnych podmienkach? Nakreslite graf pre tento prípad, môžete použiť predchádzajúci graf ale s inými farbami alebo si urobte nový graf.

Riešenie:

a)

### Graf rýchlosť - čas



b) Čas potrebný na zastavenie vozidla je 11,5 sekundy

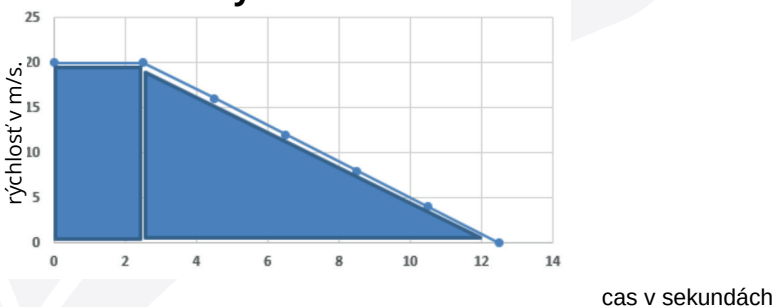
c) Dráhu (vzdialenosť) možno vypočítať ako plochu pod krivkou grafu rýchlosti a času.

$$\text{Dráha} = \text{plocha obdĺžnika} + \text{plocha trojuholníka} = 1,5s \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{(11,5s - 1,5s) \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} = (30 + 100)\text{m} = 130\text{m}$$

Keďže vzdialenosť od stromu bola 132 metrov, auto zastaví pred nárazom do stromu.

d) Riešenie

### Graf rýchlosť - čas



V tomto prípade vozidlo zastaví o 12,5 s. Vzdialenosť vypočítaná ako plocha pod krivkou grafu rýchlosti a času je:

$$\text{Dráha} = \text{plocha obdĺžnika} + \text{plocha trojuholníka} = 2,5s \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{(12,5s - 2,5s) \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} = (50 + 100)\text{m} = 150\text{m}$$

Reakčný čas, ktorý je dlhší o jednu sekundu (napr. zdvihnutie mobilného telefónu) spôsobí, že vodič narazí do stromu.

e) Podobne sa situácia zmení aj v prípade zlého stavu brzd alebo klzkej vozovky. Reakčný čas bude 1,5 s. Spomalenie vozidla počas brzdenia by v takomto prípade bolo menšie. Napr. pre každé 2 s o 2,5 m/s. Nakreslite graf pre tento prípad v pôvodných súradniciach alebo ho urobte samostatne.

f) Aké poznatky si môžu vodiči vziať z technického stavu vozidla a stavu cesty?

**K tomuto príkladu je potrebná ešte jedna dôležitá poznámka.**

**Vo všetkých prípadoch vozidlo spomaľovalo. Tieto informácie sme vyjadrili slovami:**

Potom vozidlo znižuje svoju rýchlosť o 4 m/s za každé 2 s.

Spomalenie vozidla počas brzdenia by v takom prípade bolo menšie, napr. za každé 2 s o 2,5 m/s.

Keď auto zníži svoju rýchlosť, znamená to, že došlo k spomaleniu, čo je výraz pre zrýchlenie so znamienkom (-).

Zníženie rýchlosti o 4 m/s každé 2 s by sa teda dalo zapísať ako 
$$a = - \frac{4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\text{s}} = - 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Pre každé 2 s o 2,5 m/s by sa dalo napísať ako 
$$a = - \frac{2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\text{s}} = - 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

e) Riešenie

**Graf rýchlosť - čas**

V tomto prípade vozidlo zastaví o 17,5 s. Vzdialenosť (dráha) je vypočítaná ako plocha pod krivkou grafu rýchlosti a času:

$$\text{Dráha} = \text{plocha obdĺžnika} + \text{plocha trojuholníka} = 1,5\text{s} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{(17,5\text{s} - 1,5\text{s}) \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} = (30 + 160)\text{m} = 190\text{m}$$

Zlý stav brzd alebo klzká cesta spôsobia haváriu vozidla.

f) Vaše pripomienky, otázky, postrehy

---



---



---



---



---



---

Na tejto strane sa pokúste zostaviť situáciu, keď sa reakčný čas zvýši na 2,5 s a rýchlosť sa za každé 2 s zníži o 2,5 m/s.

Príklad:

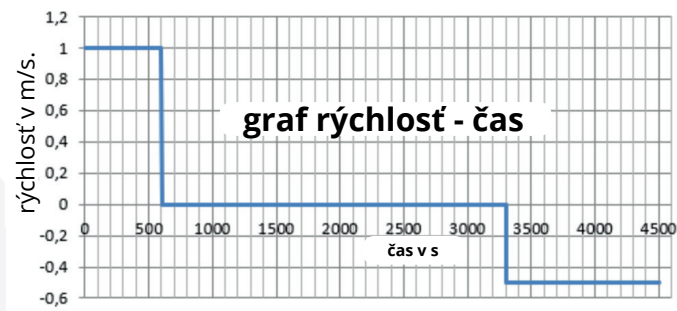
Jedného dňa išiel Arphy do školy ako zvyčajne, jeho rýchlosť bola konštantná  $1 \text{ m/s}$ . Ale po hodine sa cítil tak zle, že ho učiteľ poslal domov, aby sa vyliečil. Keďže sa necítil dobre, jeho rýchlosť sa znížila, a išiel len  $0,5 \text{ m/s}$ .

Predtým sme hovorili o rozdiely v situácii, keď nás okrem veľkosti rýchlosti zaujíma aj jej smer. Aby ste mohli vytvoriť graf rýchlosť - čas a vzdialenosť - čas, musíte doň zahrnúť informáciu, že Arphy išiel do školy (kde dáme znamienko  $+$ ) a potom išiel opačným smerom (kde dáme znamienko  $-$ ).

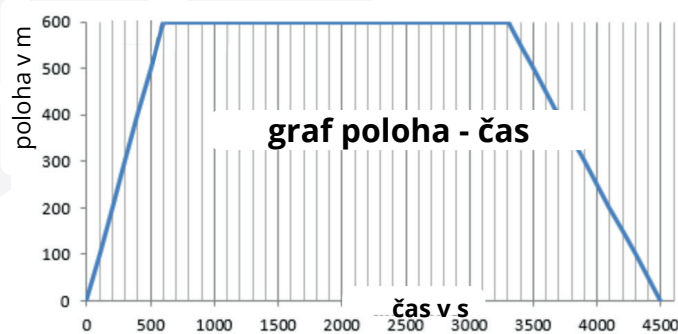
---

Aby sme zistili vzdialenosť, ktorú prekonal, umiestnime jeho polohu na os  $y$  a čas na os  $x$ . Východiskový bod bol doma a on sa vrátil späť domov. Jeho poloha na začiatku a na konci bola rovnaká. Na výpočet vzdialenosti musíme pripočítať cestu do školy ( $600 \text{ m}$ ) a cestu späť domov ( $600 \text{ m}$ ), takže spolu prešiel  $1200 \text{ metrov}$ . **Ale posunutie, čo je rozdiel medzi konečným a východiskovým (počiatočným) bodom, bolo nulové.**





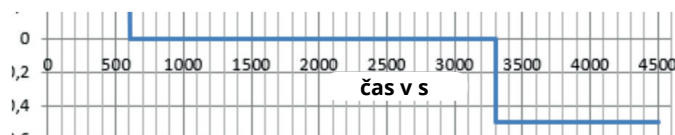
Graf bude vyzerat' takto. Arphy sa pohyboval po priamke, takže musíme dbať len na smer (znamienko + alebo -).



Ako vidíte, grafy sú intuitívnejšie ako slová. Ak si údaje pozorne prečítate, dokážete úlohy vyriešiť.

(Pri grafe poloha - čas musíte mať na pamäti, čo sa v grafe píše: ide o polohu, v ktorej sa Arphy nachádza na trase medzi domovom a školou, konkrétne medzi 0-600 metrami smerom do školy a potom od 600 metrov späť domov.)

A úplne posledná úloha. Vypočítajte vzdialenosť rovnakým spôsobom ako v predchádzajúcom príklade. (Plocha pod krivkou grafu rýchlosti a času). Na čo si musíte dať pozor, je časová os.



Aký je počet značiek medzi (0s-1000s) a rovnako medzi (1000s-2000s) (2000s-3000s) atď.? Je ich 10 a to znamená, že každá značka znamená 100 sekúnd navyše. Ak by to bolo všetko napísané pod osou grafu bol by preplnený.

~~~~~

Ak nechcete pracovať s veľkými číslami, môžete merať čas v minútach. Potom musíte zmeniť rýchlosť na metre za minútu. Grafy budú vyzerat' nasledovne:

Vaše pripomienky, otázky, postrehy



Prečítajte si informácie:

Arphy začal svoju cestu doma a to bol jeho počiatočný bod. Poloha na osi y bola nulová a čas 0 sekúnd. Kráča rýchlosťou 1 m/s. V škole bol za čas 600 sekúnd, jeho poloha bola 600 metrov.

V škole zostal jednu vyučovaciu hodinu, čo je 45 minút, alebo 2700 sekúnd. Jeho poloha sa nezmenila.

Arphy sa vydal na cestu domov v čase 3300 sekúnd od začiatku pohybu. (600 sekúnd z domu do školy plus jedna vyučovacia hodina je spolu 3300 sekúnd).

Arphy kráča domov od 3300 sekúnd do 4500 sekúnd, jeho rýchlosť bola len 0,5 m/s. Teraz si to môžete spočítať.

