

2.2.8 Jiné pohyby, jiné rychlosti I

Předpoklady: 020207

Pomůcky: Vernier Go Motion, počítač, nafukovací míč, kyvadlo velké, závaží na pružině, nakloněná rovina s vozíkem

Př. 1: Nejdelší přímou pravidelně provozovanou leteckou linkou je v současnosti (k 2. 2. 2016) spojení Dubaj-Auckland. Letoun Airbus A380 urazil trasu dlouhou 14 200 km za 17 hodin 15 minut. Urči jeho rychlost během letu. Jakou vzdálenost urazí letadlo za 1 minutu?

$$s = 14\,200 \text{ km}, \quad t = 17 \text{ h } 15 \text{ min} = 17,25 \text{ h}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{14\,200}{17,25} \text{ km/h} = 820 \text{ km/h}$$

Letadlo se pohybuje rychlostí 820 km/h.

1 minuta je jednou šedesátinou hodiny \Rightarrow za minutu urazí letadlo šedesátkrát menší vzdálenost než za hodinu: $820 : 60 = 13,7 \text{ km}$.

Letadlo urazí během letu za každou minutu přibližně 14 km.

Př. 2: Převed' na jednotku v závorce.

a) 15 m/s [km/h]

b) 0,5 km/h [m/s]

c) 1,5 km/s [m/s]

d) 2,3 m/min [km/h]

e) 3 km/s [km/h]

f) 7,1 mm/s [m/h]

a) $15 \text{ m/s} = 15 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 54 \text{ km/h}$

b) $0,5 \text{ km/h} = 0,5 : 3,6 \text{ m/s} = 0,139 \text{ m/s}$

c) $1,5 \text{ km/s} = \frac{1,5 \text{ km}}{1 \text{ s}} = \frac{1500 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 1500 \text{ m/s}$

d) $2,3 \text{ m/min} = \frac{2,3 \text{ m}}{1 \text{ min}} = \frac{0,0023 \text{ km}}{\frac{1}{60} \text{ h}} = 0,0023 \cdot 60 \text{ km/h} = 0,138 \text{ km/h}$

e) $3 \text{ km/s} = \frac{3 \text{ km}}{3 \text{ s}} = \frac{3 \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 3 \cdot 3600 \text{ km/h} = 10\,800 \text{ km/h}$

f) $7,1 \text{ mm/s} = \frac{7,1 \text{ mm}}{1 \text{ s}} = \frac{0,0071 \text{ m}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 0,0071 \cdot 3600 \text{ m/h} = 25,56 \text{ m/h}$

Př. 3: Nejvyšší povolenou rychlostí na dálnicích v UK je 70 mil/h. Kolik je to km/h? (1 mil = 1609 m).

$$70 \text{ mil/h} = \frac{70 \text{ mil}}{1 \text{ h}} = \frac{70 \cdot 1,609 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 112,6 \text{ km/h}$$

Nejvyšší povolená rychlost na anglických dálnicích je 113 km/h.

Pedagogická poznámka: Následující úkoly zadáváme jako částečně skupinovou práci.

Pohyb několikrát předvedu (bez měření), pak si každý žák nakreslí obrázek s grafy. Poté si žáci v jedné skupině ukáží své návrhy a snaží se najít společné řešení. Výsledek, na kterém se dohodli, zakreslí na společný papír (který poté budou odevzdávat a na kterém se nesmí opravovat). Pak pohyb naměříme pomocí čidla Go Motion a rozebereme si výsledky. Po rozboru následuje další pohyb (další bod v zadání) stejným způsobem. Skupinové papíry si pak vyberu a opravím je.

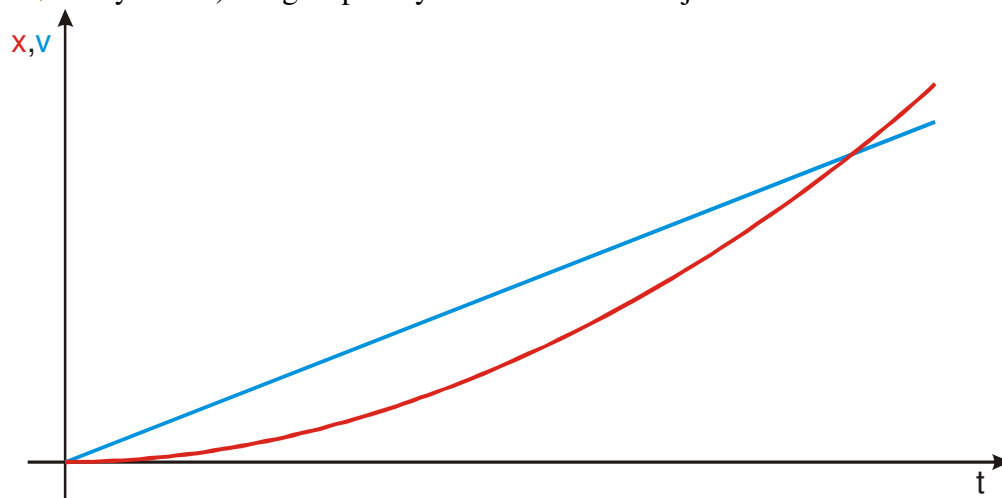
Př. 4: Nakresli do společného obrázku graf závislosti polohy na čase a rychlosti na čase pro následující pohyby:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| a) jízda vozíku po nakloněné rovině, | b) kývání kyvadla, |
| c) kmitání závaží na pružině, | d) pád a poskakování míče. |

a) jízda vozíku po nakloněné rovině

Vozík během jízdy po nakloněné rovině plynule zrychluje:

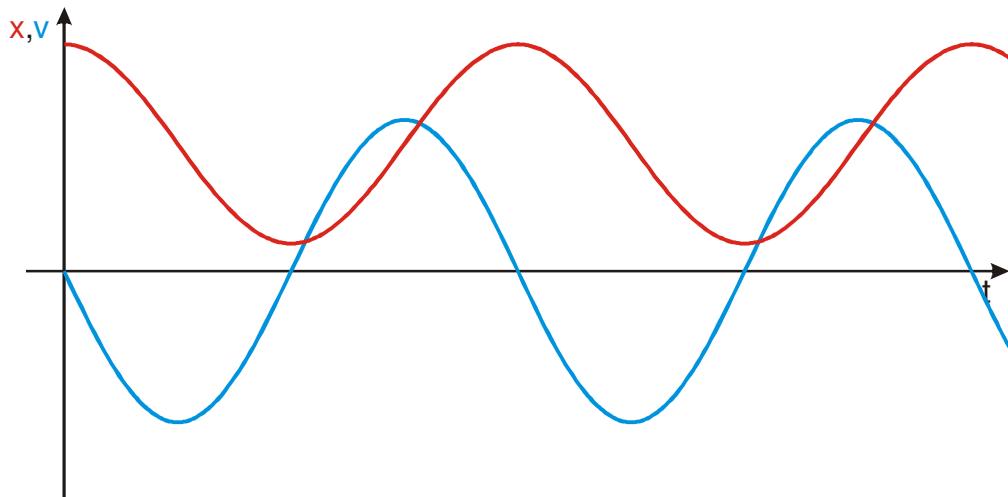
- rychlost se musí zvyšovat (zřejmě rovnoměrně),
- vzdálenost od čidla na začátku nakloněné roviny se zvyšuje čím dál rychleji (s rostoucí rychlostí) \Rightarrow graf polohy bude čím dál strmější.



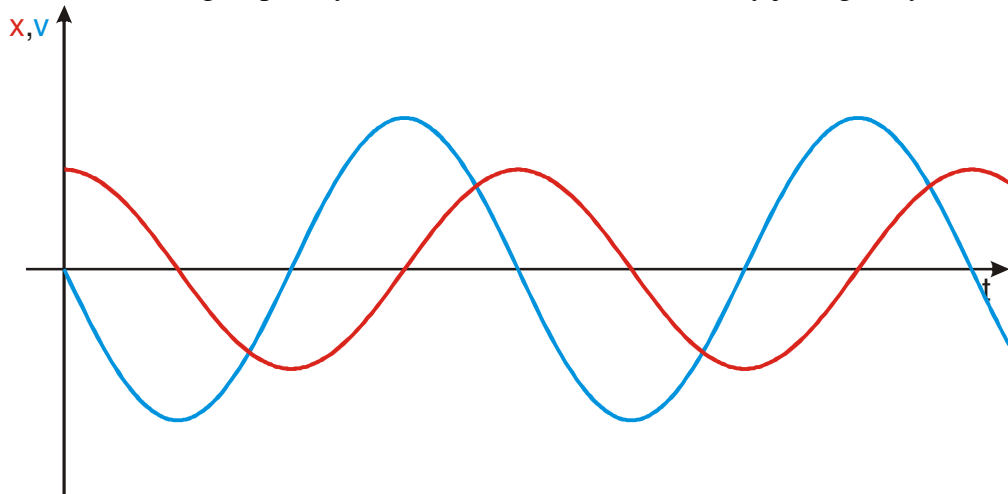
b) kývání kyvadla

Kyvadlo se kývá neustále sem tam, pohyb se opakuje \Rightarrow i na grafech se musí opakovat určitý vzor.

Kyvadlo se v krajních bodech zastavuje, mění se v nich směr rychlosti \Rightarrow v krajních bodech s největší výchylkou musí být rychlost nulová a měnit znaménko.



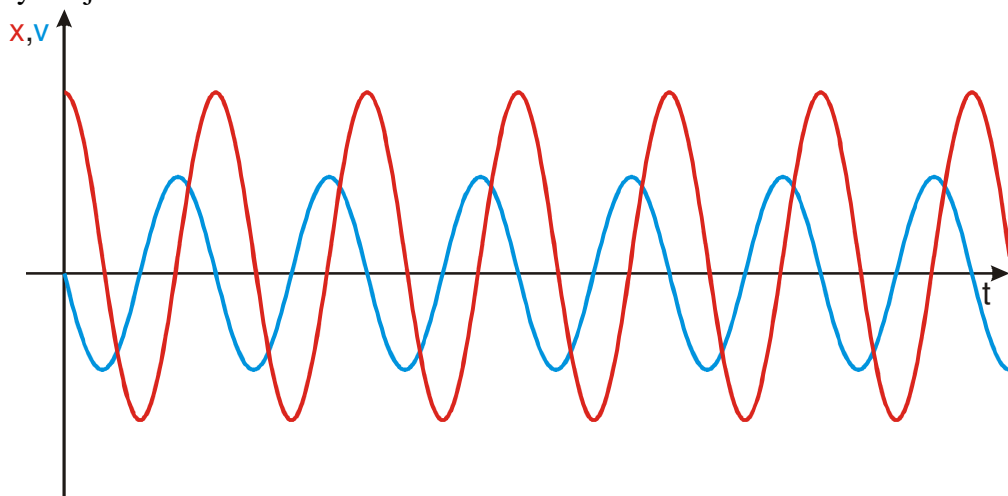
Graf polohy se většinou kreslí tak, že nulová poloha je v místě, kde se kyvadlo po dlouhé době ustálí \Rightarrow graf polohy tak kmitá okolo nulové hodnoty jako graf rychlosti.



Pokud necháme kyvadlo kývat delší dobu, kmity se postupně zmenšují \Rightarrow výška vlnek na grafu se bude postupně zmenšovat.

c) kmitání závaží na pružině

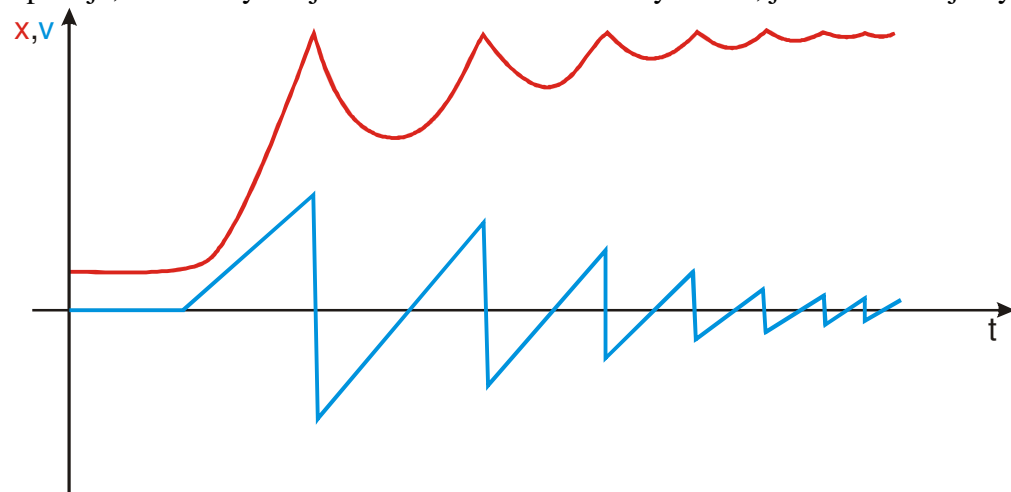
Pohyb je velmi podobný, grafy jsou stejné, jenom vlnky jsou kratší, protože kmitán je rychlejší.



d) pád a poskakování míče

Míč je nejdříve blízko u čidla v malé vzdálenosti, pak padá stále rychleji, po každém odrazu se k čidlu chvilku přibližuje a pak zase začne padat dolů a znovu se odrazí. Po každém odrazu vyletí do menší výška (obrábí se ve větší vzdálenosti od čidla), nakonec zůstane stát v největší vzdálenosti od čidla.

Rychlost se po puštění zvětšuje, při odrazu se rychle změní její směru (a znaménko), pak se během stoupání zmenšuje, až začne směřovat od čidla (jako po spuštění). To se postupně opakuje, čím dál rychleji a s menšími hodnotami rychlosti, jak se zmenšuje výška výskoků.



Pedagogická poznámka: V bodě b) jsou před kontrolou častější špičaté grafy, po kontrole by se při řešení bodu c) měl jejich počet zmenšit. Pokud si někdo všimne, že grafy v bodech b) a c) jsou ve skutečnosti stejné, zaslouží si velkou pochvalu (zvláště v případě, že se tak stane ještě před změřením pohybu).

Př. 5: Před zavedením letu uvedeným v prvním příkladu bylo nejdelší leteckou linkou spojení Dubaj-Los Angeles. Trasa vedoucí přes severní pól má délku přibližně 13 400 km. Linka odlétá z Dubaje v 8:20 a na mezinárodní letiště v Los Angeles přiletí ve 12:50 tamního času téhož dne. Zpáteční let odlétá z Los Angeles v 16:00 a do Dubaje přilétá v 19:50 následujícího dne. Urči rychlost letadla při obou cestách. Zajímavé rozdíly vysvětli.

Dobu letu nemůžeme vypočítat jako pouhý rozdíl časů (let z Dubaje do Los Angeles by trval jen 4,5 hodiny, zpáteční naopak 27 hodin 50 minut), musíme zohlednit to, že obě města leží v různých časových pásmech:

- Dubaj: +4 h (o čtyři hodiny více než UTC na nultém poledníku v Greenwichi v Anglii),
- Los Angeles: -8 h,

⇒ rozdíl časových pásem je 12 h (při letu z Dubaje do Los Angeles k rozdílu místních časů 12 přičítáme, při zpátečním letu naopak 12 hodin odečítáme).

Let Dubaj - Los Angeles

$$s = 13\,400 \text{ km}, \quad t = 4,5 + 12 \text{ h} = 16,5 \text{ h}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{13\,400}{16,5} \text{ km/h} = 810 \text{ km/h}$$

Let Los Angeles - Dubaj

$$s = 13\,400 \text{ km}, \quad t = 27 \text{ h } 50 \text{ min} - 12 \text{ h} = 15 \text{ h } 50 \text{ min} = 15,8 \text{ h}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{13\,400}{15,8} \text{ km/h} = 850 \text{ km/h}$$

Při cestě z Dubaje do Los Angeles letí letadlo rychlostí 810 km/h, při zpáteční cestě pak rychlostí 850 km/h.

Dodatek: Rozdílná rychlost letadla vůči zemi je většinou způsobena tím, že letadlo se pohybuje cestovní rychlostí vůči vzduchu, který se většinou vůči zemi pohybuje. Ve vyšších vrstvách atmosféry je proudění vzduchu ustálenější než při zemi, při cestě z Dubaje do Los Angeles tak letadlo zřejmě letí po větší část cesty proti větru než při zpáteční cestě. U některých leteckých linek je tento rozdíl daleko výraznější.

Pedagogická poznámka: Na začátku příkladu neupozorňuji na časová pásma ani na nic jiného, případné dotazy se snažím řešit individuálně, aby třída nic nepostřehla. Při řešení povolují (jako standardně u podobných příkladů) přístup na internet.

Shrnutí: