

**MENO:**

**ROČNÍK A TRIEDA:**

## **6. LABORATÓRNE CVIČENIE**

### **ZÁVISLOSŤ POLOHY, RÝCHLOSTI A ZRÝCHLENIA OD ČASU PRE ROVNOMERNE SPOMALENÝ POHYB**

#### **Cieľ:**

- V programe Coach zobrazit' grafy závislosti polohy  $x$  od času  $t$  a závislosti rýchlosti  $v$  od času  $t$  pre rovnomerne spomalený pohyb vozíčka.
- Určiť z grafu veľkosť zrýchlenia
- Vedieť, ako sa na grafe prejaví pohyb s väčším, resp. menším zrýchlením

#### **Pomôcky:**

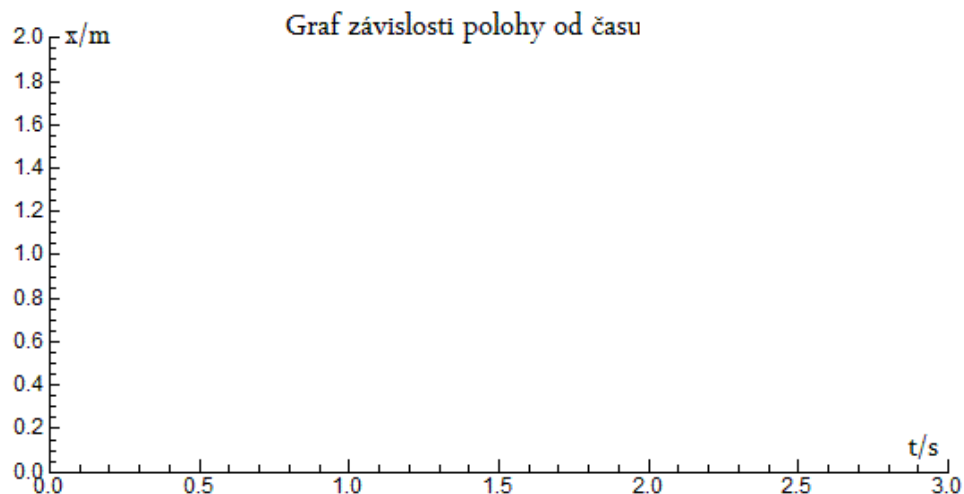
- Počítač so softvérom Coach, karta Coachlab II, senzor polohy, rampa s veľmi malým trením pre pohyb vozíčka ako je napríklad vzduchová dráha, koľajnice a podobne, vozíček, meradlo dĺžky

### Úloha 1:

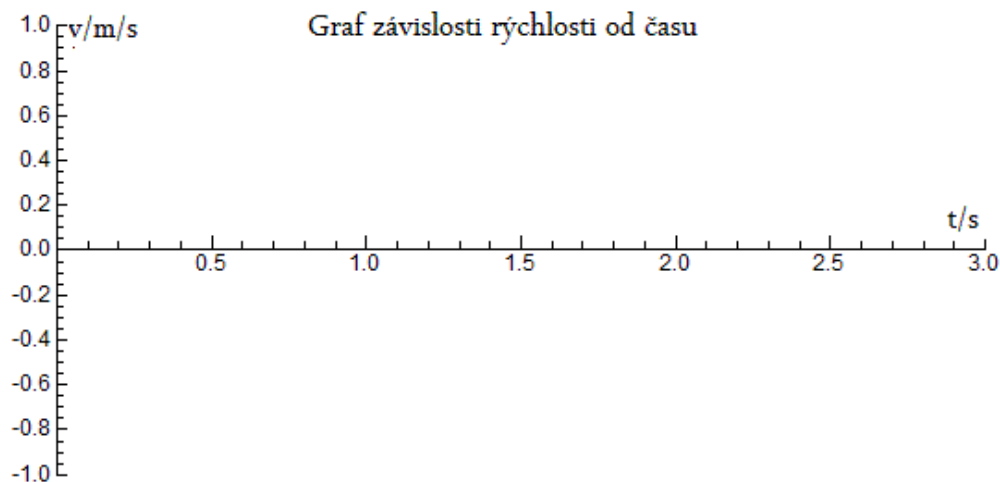
Zobrazte grafy závislosti polohy, rýchlosti a zrýchlenia od času pre rovnomerne spomalený pohyb.

#### Postup k úlohe 1:

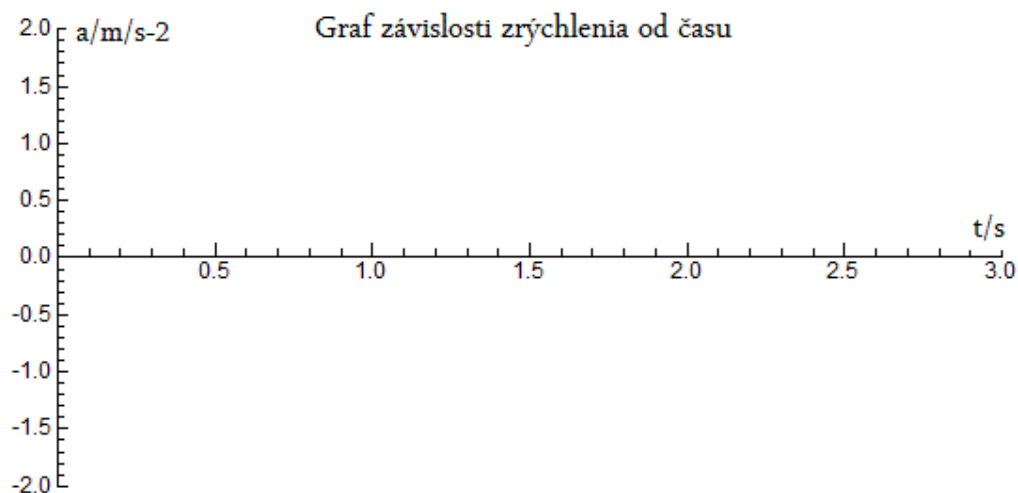
1. Položte na rampu, (napríklad vzduchovú dráhu alebo na koľajnice), ktorá je na jednom konci podložená (naklonená rovina) vozíček a presvedčte sa, že sa môže voľne pohybovať. Do stojana upevnite senzor polohy a položte ho k zníženému koncu rampy. Pri takomto usporiadaní sa vozíček bude pohybovať smerom od senzora nahor po naklonenej rovine, teda bude sa pohybovať rovnomerne spomaleným pohybom.
2. V programe Coach vytvorte aktivitu „Spomalený pohyb“ a v nej grafy závislosti polohy  $x$ , rýchlosti  $v$  a zrýchlenia  $a$  od času  $t$  podľa nasledujúcich obrázkov č. 1, č. 2, č. 3:



Obrázok č. 1



Obrázok č. 2



Obrázok č. 3

3. Načrtnite *prerušovanou čiarou* vaše predpovede do uvedených grafov. Bude zrýchlenie(spomalenie) v tomto prípade kladné, záporné alebo nulové?
4. Porovnajte svoje predpovede so svojimi susedmi a zistite, či je vaša predpoveď v súhlase s ich predpoveďami. Načrtnite *plnou čiarou* vaše predpovede po diskusii so susedmi.
5. Overte svoje predpovede experimentom. Opakujte experiment, ak je potrebné dovtedy, kým nezískate „pekné“ grafy. Dohliadnite, aby sa vaša ruka počas merania nenachádzala medzi vozíčkom a senzorom. Začnite pohyb vozíčka asi vo vzdialenosti 0,5 m od detektora polohy.

### Úloha 2:

Rozličnými metódami, opísanými v teoretickom princípe určte veľkosť zrýchlenia rovnomerne spomaleného pohybu vozíčka.

### Teoretický princíp:

- Určenie priemerného zrýchlenia pomocou definičného vzťahu a grafu závislosti rýchlosti od času

Priemerné zrýchlenie na určitom úseku trajektórie možno vypočítať ako podiel zmeny polohy  $\Delta v$  a prislúchajúceho časového intervalu  $\Delta t$ :

$$a_p = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Zvolíme si dva body na grafe závislosti rýchlosti od času, odčítame pomocou funkcie scan ich súradnice a zapíšeme do pripravenej tabuľky:

	v/m/s	t/s
Bod 1		
Bod 2		

a vypočítame priemerné zrýchlenie:

$\Delta v / m.s^{-1}$	
$\Delta t / s$	
$a_p = \frac{\Delta v}{\Delta t} / m.s^{-2}$	

- **Priemerné zrýchlenie ako smernica grafu závislosti rýchlosti od času**

Pri rovnomerne zrýchlenom pohybe je grafom závislosti rýchlosti od času rastúca lineárna funkcia.

Ako sme mohli pozorovať pri meraní, rovnomerne zrýchlený pohyb s väčším zrýchlením „kreslí“ graf závislosti rýchlosti od času ako polpriamku, ktorá je strmšia a opačne, rovnomerne zrýchlený pohyb s menším zrýchlením menej strmú.

Matematicky lineárna funkcia je určená rovnicou

$$y = kx + q, \text{ kde } k, q \in R$$

Reálne číslo  $k$  v rovnici predstavuje tzv. smernicu priamky, v našom prípade polpriamky a platí, že

$k = \tan \alpha$ , kde  $\alpha$  je uhol, ktorý zvierá polpriamka s kladným smerom vodorovnej osi  $x$

Teda smernica  $k$  kvantitatívne určuje sklon polpriamky voči vodorovnej osi. Znamienko tejto smernice určuje, či polpriamka je rastúca alebo klesajúca.

Ak túto teóriu aplikujeme na naše fyzikálne meranie závislosti rýchlosti  $v$  od času  $t$ , polpriamku tejto závislosti matematicky opisuje rovnica

$$v = at + v_0,$$

kde  $a$  je zrýchlenie objektu a  $v_0$  je začiatočná rýchlosť objektu.

Ak porovnáme rovnicu lineárnej funkcie s rovnicou závislosti rýchlosti od času, vidíme, že smernicou v tomto prípade je zrýchlenie  $a$ , pričom hodnota tohto čísla udáva veľkosť zrýchlenia, znamienko udáva smer zrýchlenia.

Smernicu priamky, grafu závislosti rýchlosti od času v programe IP Coach nám umožňuje zistiť funkcia „analyse“ (spracovať a analyzovať), „function-fit“ (fitovanie funkciou).

## **Postup k úlohe 2:**

1. Pomocou grafu závislosti  $v$  od  $t$  v prvej úlohe určte priemerné zrýchlenie oboma spôsobmi uvedenými v teoretickom princípe pre aspoň jeden prípad rovnomerne zrýchleného pohybu.
2. Určte priemerné zrýchlenie aj pomocou funkcie *scan* (prezeranie) z grafov zrýchlenia.
3. Využite k tomu pripravené tabuľky:

**Rovnomerne spomalený pohyb s menším zrýchlením:**

- a) Pomocou funkcie „scan“ (prezeranie) z grafu zrýchlenia:  $a = \dots\dots m \cdot s^{-2}$
- b) Pomocou funkcie „scan“ (prezeranie) z grafu rýchlosti:

	v/m/s	t/s
Bod 1		
Bod 2		

$\Delta v / m.s^{-1}$	
$\Delta t / s$	
$a_p = \frac{\Delta v}{\Delta t} / m.s^{-2}$	

- c) Pomocou funkcie „analyse“, „function-fit“ z grafu rýchlosti:  $a = \dots\dots m \cdot s^{-2}$

**Rovnomerne spomalený pohyb s väčším zrýchlením:**

- a) Pomocou funkcie „scan“ z grafu zrýchlenia:  $a = \dots\dots m \cdot s^{-2}$
- b) Pomocou funkcie „scan“ z grafu rýchlosti:

	v/m/s	t/s
Bod 1		
Bod 2		

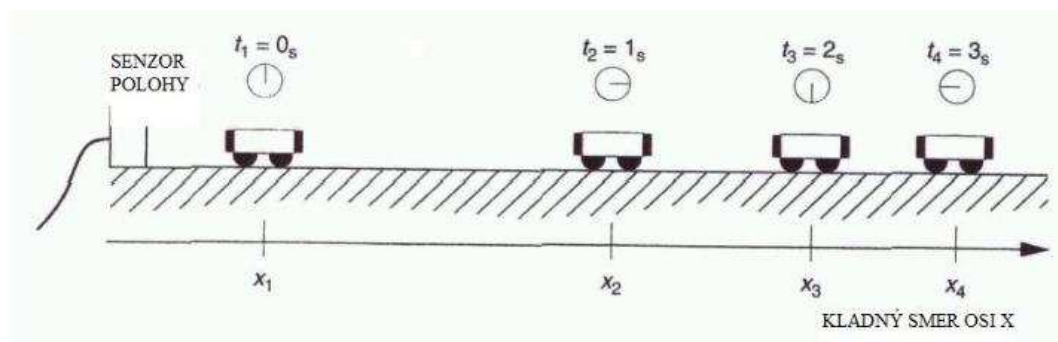
$\Delta v / m.s^{-1}$	
$\Delta t / s$	
$a_p = \frac{\Delta v}{\Delta t} / m.s^{-2}$	

- c) Pomocou funkcie „analyse“, „function-fit“ z grafu rýchlosti:  $a = \dots\dots m \cdot s^{-2}$

**Odpovedzte na nasledujúce otázky:**

1. Aké sú hodnoty veľkosti zrýchlenia určené z grafu rýchlosti? Aká je veľkosť zrýchlenia určená z grafu závislosti zrýchlenia od času?
2. Zhodujú sa tieto tri hodnoty? Vysvetlite prípadné rozdiely v hodnotách zrýchlenia.

3. Priemerné zrýchlenie má kladnú alebo zápornú hodnotu? Zhoduje sa to s vašou predpoveďou?
4. Obrázok č. 4 ukazuje polohu vozíčka v rovnakých časových intervaloch počas spomaleného pohybu.



Obrázok č. 4

Vo vhodne zvolenej mierke načrtnite vektory rýchlosti pre vozíček, ktorý sa pohybuje rovnomerne spomaleným pohybom smerom od detektora polohy. Predpokladajme, že v čase  $t_1$  je vozíček už v pohybe. Veľkosť rýchlosti v čase  $t_1$  ako aj veľkosť zmeny rýchlosti si zvolíte ľubovoľne.

5. V predchádzajúcom obrázku ukážte, ako nájdete vektor zmeny rýchlosti medzi časmi  $t_1$  a  $t_2$ ,  $t_2$  a  $t_3$ ,  $t_3$  a  $t_4$  (nezabudnite, že vektor zmeny rýchlosti je koncový vektor rýchlosti mínus začiatkový vektor rýchlosti). Určte orientáciu tohto vektora a pomocou neho aj orientáciu vektora zrýchlenia. Porovnajte so smerom pohybu telesa.
6. Zapište matematické predpisy závislostí  $x = x(t)$ ,  $v = v(t)$  a  $a = a(t)$  zistené pomocou funkcie „function – fit“ (fitovanie funkciou). O aké matematické závislosti ide (konštantná, lineárna, kvadratická)?

7. Porovnajte hodnoty konštant začiatocnej rýchlosti  $v_0$  a zrýchlenia a určené pomocou grafu rýchlosti  $v = v(t)$  a pomocou grafu polohy  $x = x(t)$

.