

MENO:

ROČNÍK A TRIEDA:

8. LABORATÓRNE CVIČENIE

ZÁVISLOSŤ RÝCHLOSTI, ZRÝCHLENIA A SILY OD ČASU

Cieľ:

- Naučiť sa používať senzor sily
- Odmerať grafy závislosti rýchlosti, zrýchlenia a pôsobiacej jednej sily na vozíček od času
- Z tvaru týchto závislostí nájsť vzťahy medzi pôsobiacou silou na vozíček a medzi rýchlosťou a zrýchlením pohybujúceho sa vozíčka
- Nájsť matematický vzťah medzi pôsobiacou silou na objekt a jeho zrýchlením

Pomôcky:

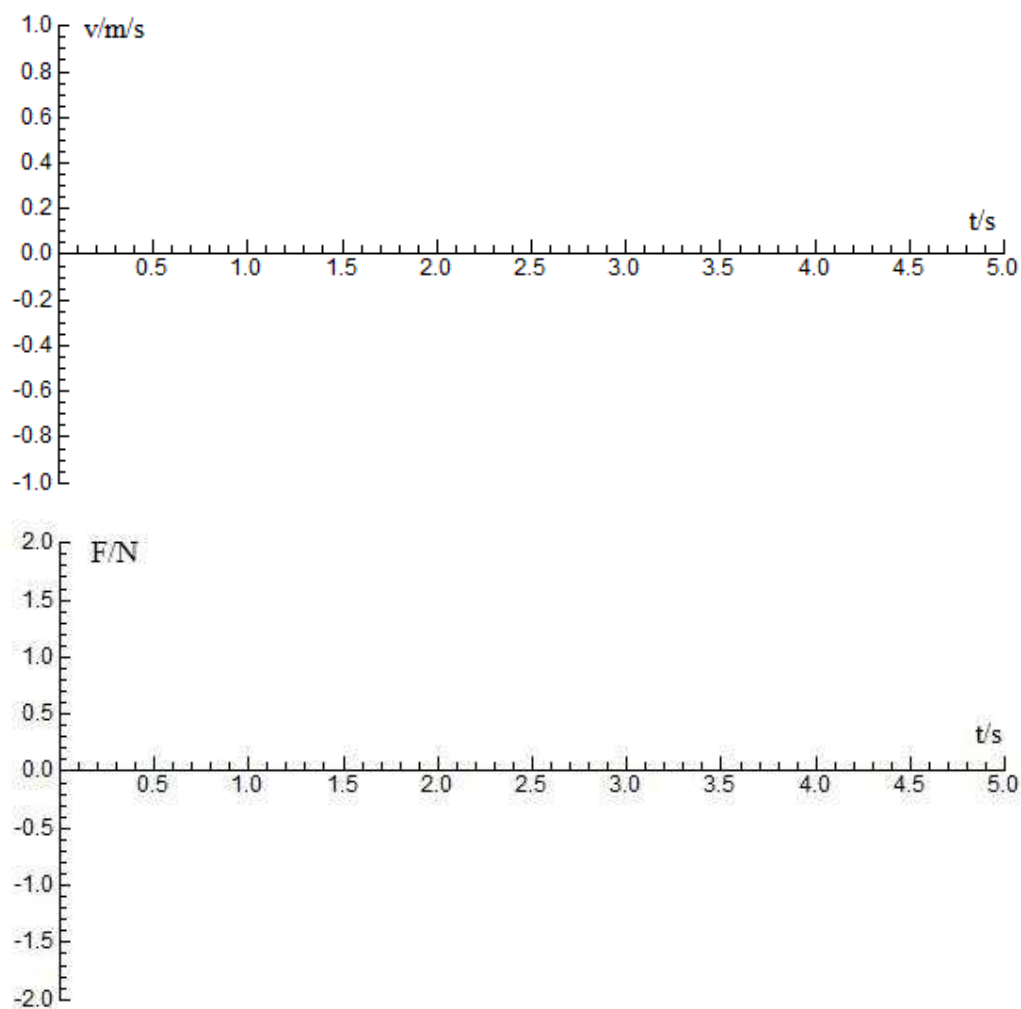
- Počítač so softvérom Coach, karta Coachlab II, senzor polohy, senzor sily, rampa s veľmi malým trením pre pohyb vozíčka ako je napríklad vzduchová dráha, koľajnica a podobne, vozíček, súprava závaží, kladka a špagát

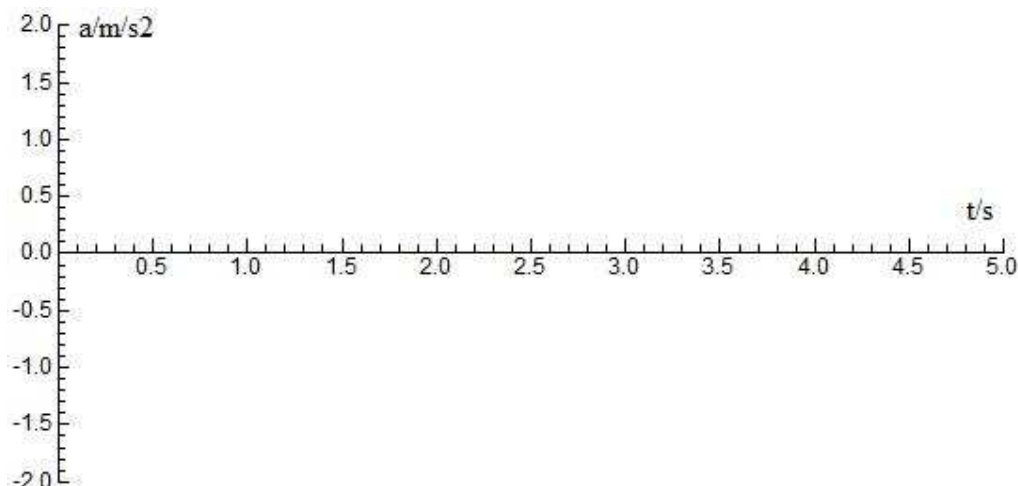
Úloha 1:

Pomocou senzora polohy a senzora sily odmerajte grafy závislosti rýchlosti, zrýchlenia sily od času pre ťahaný a tlačný vozíček na rampe s minimálnym trením.

Postup k úlohe 1:

1. Na vozíček na koľajnicovej dráhe prilepte senzor sily, na začiatok koľajnicovej dráhy umiestnite senzor polohy. Zabezpečte kábel od senzora sily tak, aby nebol počas merania „videný“ senzorom polohy. Vytvorte aktivitu „*Pohyb a sila*“ v programe Coach, v ktorej zadefinujte grafy závislosti $v = v(t)$, $F = F(t)$, $a = a(t)$, tak ako je to na obrázku č. 1.





Obrázok č. 1

2. Vyslovte svoju hypotézu:

Predstavte si, že uchopíte háčik senzora sily prilepeného na vozíčku a jeho prostredníctvom pohybujete vozíčkom dopredu a dozadu. Čo si myslíte, budú grafy závislosti rýchlosti a zrýchlenia od času mať podobný priebeh ako graf závislosti sily od času? Je niektorá z týchto pohybových veličín v nejakom vzťahu so silou? Ak zmeníme pôsobiacu silu (čo do veľkosti alebo smeru) na vozíček, zmení sa rýchlosť alebo zrýchlenie rovnakým spôsobom?

3. Svoju predpoveď overte experimentálne. Čas merania zvolte na 5 s. Rýchlo potiahnite vozíček prostredníctvom háčika senzora sily smerom od senzora polohy, a potom ho rýchlo zastavte. Následne rýchlo potlačte vozíček smerom k detektoru polohy a opäť ho rýchlo zastavte. Počas merania zaujmite takú polohu, aby ani vaše telo, ani vaša ruka neboli zaregistrované senzorom polohy.

Odpovedzte na nasledujúce otázky:

1. Ktorý z pohybových grafov, $v = v(t)$ alebo $a = a(t)$ pripomína svojím tvarom graf závislosti sily od času $F = F(t)$?

2. Na základe svojich pozorovaní sa pokúste objaviť matematický vzťah medzi pôsobiacou silou a rýchlosťou pohybujúceho sa objektu, pôsobiacou silou a zrýchlením pohybujúceho sa objektu, existuje tento vzťah v oboch prípadoch, alebo v žiadnom z nich?

Úloha 2:

V predchádzajúcej úlohe sme zistili, že pôsobiaca sila a telesa nejakým spôsobom spolu súvisia. Realizujme experiment, pri ktorom na vozíček pôsobí konštantná sila.

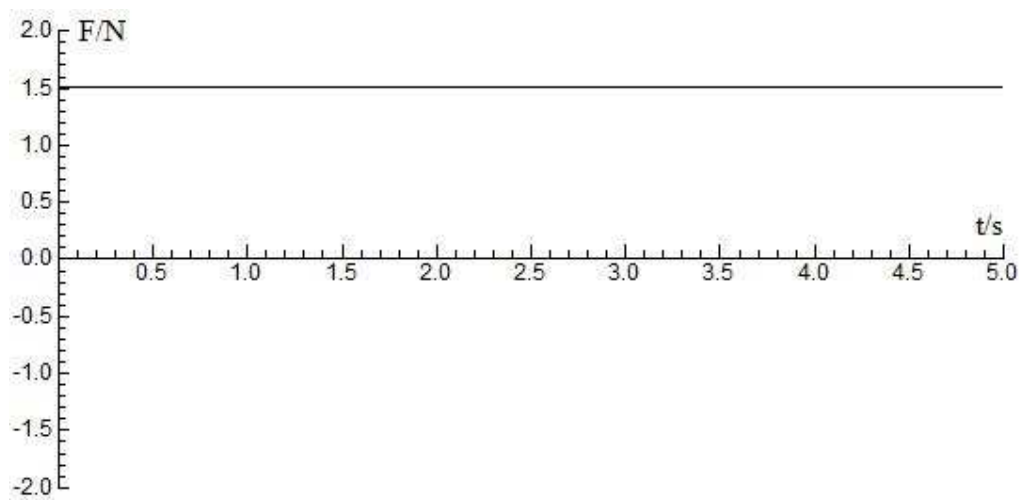
Meraním zistite nasledujúce vzťahy medzi veličinami:

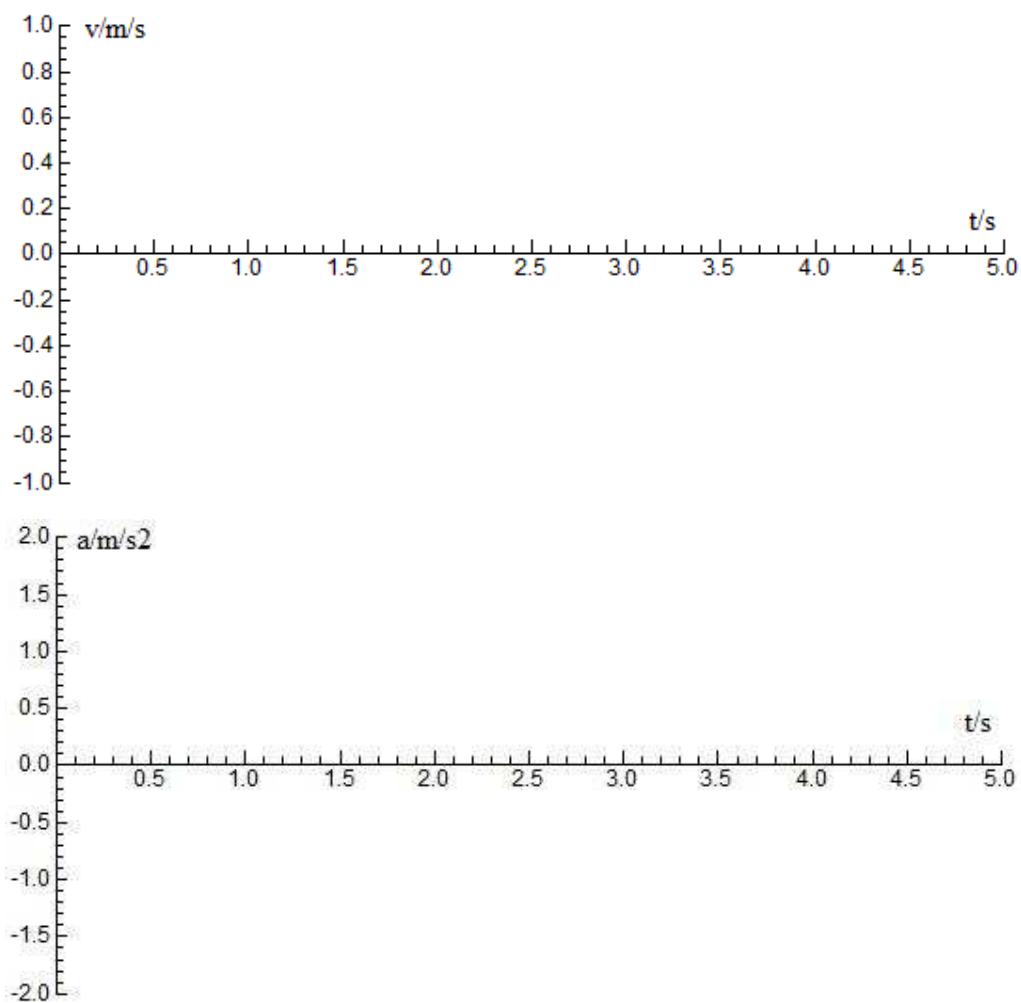
- zrýchlenie vozíčka a pôsobiaca sila na vozíček,
- rýchlosť pohybu vozíčka a pôsobiaca sila na vozíček.

Vyslovte svoju hypotézu:

Uvažujte, že vozíček, ktorý sa pohybuje po koľajniciach s malým trením je ťahaný konštantnou silou tak, ako to vidíme na grafe $F = F(t)$.

1. Načrtnite do pripravených grafov na obrázku č. 2 graf závislosti rýchlosti od času $v = v(t)$ a graf závislosti zrýchlenia od času $a = a(t)$ pre pohyb vozíčka.



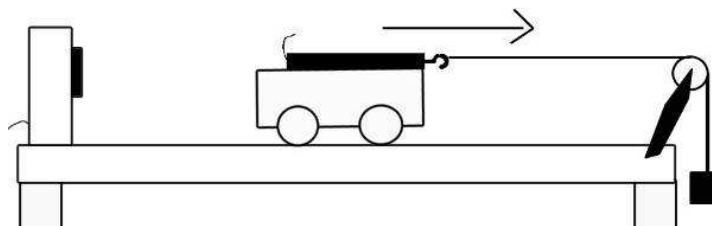


Obrázok č. 2

2. Slovné opíšte priebeh týchto grafov.

Postup k úlohe 2:

1. Pripravte experiment tak, ako je to na obrázku č. 3 :



Obrázok č.3

- na rampu s malým trením, ktorá má na jednom konci kladku, položte vozíček,
 - na vozíček prilepte pomocou lepiacej pásky senzor sily,
 - na druhý koniec rampy umiestnite senzor polohy; *nezabudnite, že vozíček musí byť od senzora polohy v minimálnej vzdialenosti 0,2 – 0,5 m,*
 - pripravte si špagát, alebo šnúрку s krúžkami zo školskej demonštračnej mechaniky,
 - jeden koniec šnúrky uviažte na háčik senzora sily, šnúрку ved'te cez kladku, a na druhý koniec šnúrky vešajte závažia, ktoré budú predstavovať pôsobiacu silu na vozíček,
 - prostredníctvom silového pôsobenia závaží na vozíček vyvoláme pohyb vozíčka po rampe smerom od senzora polohy .
2. Uistite sa, že senzor polohy bude počas experimentu zaznamenávať len pohyb vozíčka, a teda že medzi senzorom polohy a vozíčkom sa nenachádza žiadny iný objekt, ktorý by mohol byť senzorom registrovaný (ruka, kábel senzora sily a podobne).
3. Uskutočnite experiment.
- *Ak je potrebné, opakujte pokus dovtedy, kým na obrazovke počítača nebudú vykreslené „dobré“ grafy, čo spoznáte podľa priebehu grafov rýchlosti a zrýchlenia, ktoré už poznáte z predchádzajúcich meraní o pohybe.*
 - *Ak je potrebné, upravte rozsah osí tak, aby zobrazený graf bol zreteľný a jasný.*
 - *Pomocou funkcie „filter“ v programe Coach vyhľadte získané grafy, nerobte si však starosti s malými nerovnosťami.*
4. Grafy si vytlačte.

Odpovedzte na nasledujúce otázky:

1. Sila, ktorou bol vozíček ťahaný, bola počas pohybu vozíčka konštantná, rastúca alebo klesajúca? Vysvetlite na základe výsledkov meraní, podľa priebehu grafu závislosti sily od času.
2. Opíšte priebeh grafu závislosti zrýchlenia od času a odpovedzte:

- Je jeho priebeh zhodný s vašou predpoveďou?
 - Platí tvrdenie: *ak na teleso pôsobí konštantná sila, teleso sa pohybuje s konštantným zrýchlením?*
3. Opíšte priebeh grafu Závislosti rýchlosti od času a odpovedzte:
- Je jeho priebeh zhodný s vašou predpoveďou?
 - Aká je veľkosť zmeny rýchlosti telesa, ak na teleso pôsobí konštantná sila?
4. Aký druh pohybu vykonáva vozíček, ak naň pôsobí sila konštantnej veľkosti? Vysvetlite pomocou priebehu nameraných závislosti rýchlosti a zrýchlenia od času.

Úloha 3:

Pomocou merania závislosti rýchlosti, zrýchlenia a sily od času pre tri rôzne veľkosti síl pôsobiacich na vozíček s konštantnou hmotnosťou určte funkčnú závislosť medzi veľkosťou zrýchlenia a veľkosťou pôsobiacej sily na vozíček.

Vyslovte svoju hypotézu:

Predpokladajte, že na vozíček s konštantnou hmotnosťou bude pôsobiť dvakrát a trikrát väčšia sila, ako v predchádzajúcom meraní v úlohe 2. Aký vplyv to bude mať na veľkosť zrýchlenia vozíčka? Svoje tvrdenie odôvodnite.

Postup k úlohe 3:

1. Otestujte svoju predpoveď:
 - Uskutočnite meranie tak ako v úlohe 2 pre ďalšie dve rôzne veľkosti síl pôsobiacich na vozíček (zmenou hmotnosti zavesených závaží na jednom konci šnúrky od senzora sily

prilepeného na povrchu vozíčka), spolu tak budete mať tri merania, dosť na to, aby ste mohli objaviť matematický vzťah medzi zrýchlením a silou v prípade, že hmotnosť vozíčka je konštantná.

- Grafy si vytlačte a preštudujte, aký vplyv mala zmena veľkosti sily na veľkosť zrýchlenia. Diskutujte o svojich záveroch v skupine.
- 2. S použitím metód, ktoré ponúka program Coach a ktoré ste si osvojili pri štúdiu rozličných pohybov (*scan, analyse – function – fit, prezeranie, spracovať, analyzovať, fitovanie funkciou*), vyplňte nasledujúcu tabuľku, pričom použite len tie časti grafov závislosti zrýchlenia a sily od času, v ktorých ste zaznamenali veľkosť zrýchlenia a sily blížiacu sa ku konštante:

Číslo merania	Hmotnosť vozíčka	Priemerná hodnota sily	Priemerná hodnota zrýchlenia
	m/kg	F/N	a/m . s⁻²
1			
2			
3			

- 3. Preštudujte si získané výsledky a „hľadajte“ matematický vzťah medzi veľkosťami týchto troch veličín: hmotnosť, ktorá bola v tomto meraní konštantná, sila, zrýchlenie.

Odpovedzte na nasledujúce otázky:

1. Aké sú výsledky vašich meraní vplyvu dvojnásobne a trojnásobne väčšej sily na veľkosť zrýchlenia vozíčka? Zhodujú sa tieto výsledky s vašou hypotézou?
2. Aký je matematický vzťah medzi veľkosťami veličín hmotnosť telesa, pôsobiaca sila na teleso a zrýchlenie, ktoré mu táto sila udelí? Napíšte tento vzťah matematicky a opíšte slovne:
3. Ak by ste zväčšili veľkosť pôsobiacej sily 10 – krát pri konštantnej hmotnosti vozíčka, akú zmenu zrýchlenia očakávate?

Ako sa zmení graf zrýchlenia? Načrtnite a vysvetlite pomocou nameraných grafov:

4. Ak by Ste zväčšili veľkosť pôsobiacej sily 10 – krát pri konštantnej hmotnosti vozíčka, akú zmenu rýchlosti očakávate?

Ako sa zmení graf rýchlosti? Načrtnite a vysvetlite pomocou nameraných grafov:

Poznámka:

Matematický vzťah, ktorý ste vyšetrovali medzi fyzikálnymi veličinami zrýchlenia telesa a pôsobiaca sila na teleso – hmotný bod je vo fyzike známy ako 2. *Newtonov pohybový zákon – zákon sily*.

Ak zatiaľ uvažujeme len vzťah medzi veľkosťami veličín (zrýchlenie a sila sú vektorové veličiny) tento zákon matematicky zapisujeme:

$$a = \frac{F}{m}$$

alebo

$$F = m \cdot a$$

A slovne hovoríme:

Veľkosť zrýchlenia hmotného bodu je priamo úmerná veľkosti výslednej sily pôsobiacej na hmotný bod a nepriamo úmerná hmotnosti hmotného bodu

alebo

výsledná sila pôsobiaca na hmotný bod je rovná súčinu hmotnosti hmotného bodu a veľkosti jeho zrýchlenia.

Vo formulácii zákona sme použili slovné spojenie „výsledná sila“. Ak zavesíme na šnúрку napríklad dve závažia, môžeme to posudzovať dvojako:

- Aplikujeme na vozíček jednu dvakrát väčšiu silu,
- Na vozíček pôsobia dve rovnako veľké sily toho istého smeru

V druhom prípade teda vozíček uvedie do pohybu výslednica týchto síl.