

Václav Pazdera
Jan Diviš
Jan Nohýl

Měření
fyzikálních
veličin
se systémem
Vernier



Pracovní listy KVINTA

pro základní školy a víceletá gymnázia



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Fyzika na scéně - exploratorium pro žáky základních a středních škol
reg. č.: CZ.1.07/1.1.04/03.0042

5. KVINTA

5.1	Dráha. Rychlost. Zrychlení.	5
5.2	Volný pád.	13
5.3	Rovnoměrný pohyb po kružnici.	19
5.4	Rychlost otáčení. Kmitočet.	25
5.5	II. Newtonův zákon.	27
5.6	III. Newtonův zákon.	37
5.7	Smykové tření.	45
5.8	Dostředivá síla.	51
5.9	Mechanická práce.	53
5.10	Účinnost rychlovarné konvice.	59
5.11	Kinetická a potenciální energie.	67
5.12	Tíhové zrychlení.	75
5.13	Hydrostatický tlak. Tlak v balónku.	81
5.14	Určení hustoty pevné látky pomocí Archimedova zákona.	87
5.15	Pascalův zákon.	95
5.16	Atmosférický tlak.	101
5.17	Objemový průtok.	111
5.18	Rovnice kontinuity.	113

Poznámka: Modře jsou podbarvené úlohy, pro které byly vytvořeny pouze pracovní listy a nebyly vytvořeny protokoly a vzorová řešení.

Úvod

Fyzikální veličina je jakákoliv objektivní vlastnost hmoty, jejíž hodnotu lze **změřit** nebo **spočítat**. **Měření** fyzikální veličiny je praktický **postup** zjištění hodnoty fyzikální veličiny. Metody měření lze rozdělit na absolutní a relativní, přímé a nepřímé.

Tento **sborník pracovních listů, protokolů a vzorových řešení** je věnován měření fyzikálních veličin měřicím systémem **Vernier**. Samozřejmě lze stejné úlohy měřit i s pomocí jiných měřicích systémů.



Sborník je určen pro studenty a učitele.

Sborník pro PRIMU, SEKUNDU, TERCII a KVARTU pokrývá učivo nižšího gymnázia a jim odpovídajícím ročníkům základních škol. Sborník pro KVINTU, SEXTU, SEPTIMU a OKTÁVU pokrývá učivo fyziky pro vyšší stupeň gymnázia nebo střední školy.

U každého **pracovního listu** je uvedena stručná fyzikální teorie, seznam potřebných pomůcek, schéma zapojení, stručný postup, jednoduché nastavení měřicího systému, ukázka naměřených hodnot a případně další náměty k měření.

Protokol slouží pro **studenta** k vyplnění a vypracování.

Vzorové řešení (vyplněný protokol) slouží pro **učitele**, jako možný způsob vypracování (vyplnění).

Byl bych rád, kdyby sborník pomohl studentům a učitelům fyziky při objevování krás vědy zvané fyzika a výhod, které nabízí měření fyzikálních veličin pomocí měřicích systémů ve spojení s PC.

Jaké jsou výhody měření fyzikálních veličin se systémem Vernier (nebo jiných)?

- K měřicímu systému můžeme připojit až 60 různých senzorů.
- Všechna měření různých fyzikálních veličin se ovládají stejně, což přináší méně stresu, více času a radosti z měření.
- Při použití dataprojektoru máme obrovský měřicí přístroj.
- Měření můžeme provádět ve třídě i v terénu.
- Měření lehce zvládnou „malí“ i „velcí“.
- Můžeme měřit několik veličin současně a v závislosti na sobě.
- Naměřené hodnoty lze přenášet i do jiných programů.
- Naměřené hodnoty lze uložit pro další měření nebo zpracování.
- Lze měřit i obtížně měřené veličiny a lze měřit i dopočítávané veličiny.
- Lze měřit velmi rychlé děje a velmi pomalé děje.
- Pořízení měřicího systému není drahé.
- Máme k dispozici hodně námětů k měření.
- Výsledek měření nás někdy překvapí a ... poučí.
- Ve většině měření je výstupem „graf“ – velmi názorně se buduje vnímání fyzikálních vztahů mezi veličinami.

Přeji mnoho zdaru při měření fyzikálních veličin a hodně radosti z naměřených výsledků.
Olomouc 2012

Václav Pazdera

Fyzikální princip

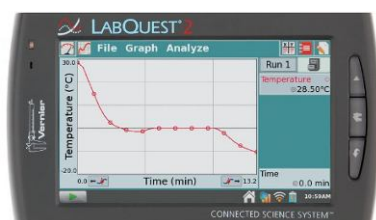
Dráha s je délka trajektorie. **Okamžitá rychlost** v je změna dráhy Δs za velmi krátkou dobu Δt . **Zrychlení** je změna rychlosti Δv za velmi krátkou dobu Δt .

Cíl

Určit **dráhu**, **rychlost** a **zrychlení** těles.

Pomůcky


LabQuest, ultrazvukové čidlo MD-BTD, akcelerometr ACC-BTA, tělesa.



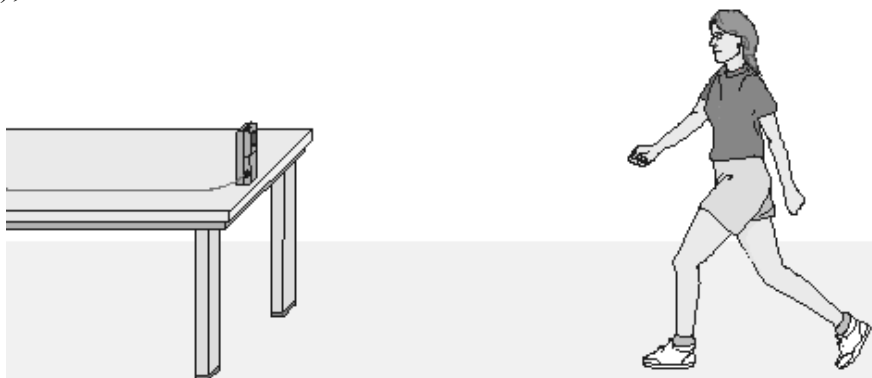
Schéma



Postup

1. Připojíme ultrazvukový senzor MD-BTD nebo GO-MOT do vstupu DIG 1.
2. V menu Senzory – Záznam dat nastavíme Režim: Časová základna; Frekvence: 20 čtení/s; Trvání: 30 s.
3. Zvolíme zobrazení Graf .
4. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu.

- a) Pohybujeme dlaní nad senzorem tam a zpět – měříme **dráhu, rychlost a zrychlení** pohybu dlaně k senzoru;
- b) Můžeme ultrazvukový senzor postavit svisle na hranu stolu a přibližovat se a vzdalovat se od senzoru – **měříme dráhu, rychlost a zrychlení chůze člověka** (0 až 6 m);



- c) Zavěsíme těleso na závěs a měříme **dráhu, rychlost a zrychlení tělesa, které se kývá** na závěsu kyvadla;
- d) Na pružinu zavěsíme závaží a pod závaží položíme ultrazvukový senzor a měříme **dráhu, rychlost a zrychlení kmitajícího závaží** na pružině;
- e) Vezmeme senzor do ruky (míří svisle dolů) a pod něj vložíme basketbalový míč a pustíme míč k zemi – měříme **dráhu, rychlost a zrychlení padajícího míče**;
- f) Stejně jako za e), ale s mělkým papírovým kornoutem nebo mělkým papírovým talířem;



- g) Měříme **dráhu, rychlost a zrychlení jedoucího autíčka** (viz fotka výše), vláčku,...

5. Ukončíme a vyhodnotíme měření. Sledujeme, jak se mění dráha, rychlost a zrychlení u jednotlivých pohybů těles.

Doplňující otázky

1. Vyzkoušíme měřit **zrychlení** se senzorem zrychlení ACC-BTA:
 - Země;
 - při volném pádu tělesa;
 - ve výtahu;
 - na kolotoči;
 - v tramvaji;
 - v autě;
 - ...

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **5.1 Dráha, rychlost, zrychlení**

Jméno:	Podmínky měření: Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Grafy časových závislostí vzdálenosti, rychlosti a zrychlení:

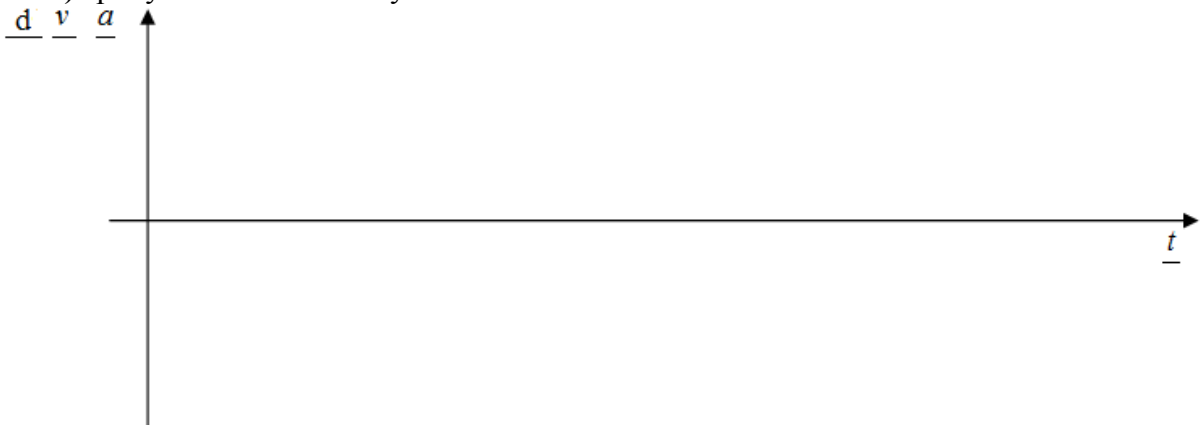
a) těleso kývající se na závěsu



b) těleso kmitající na pružině



c) pohyb vozičku stálou rychlostí



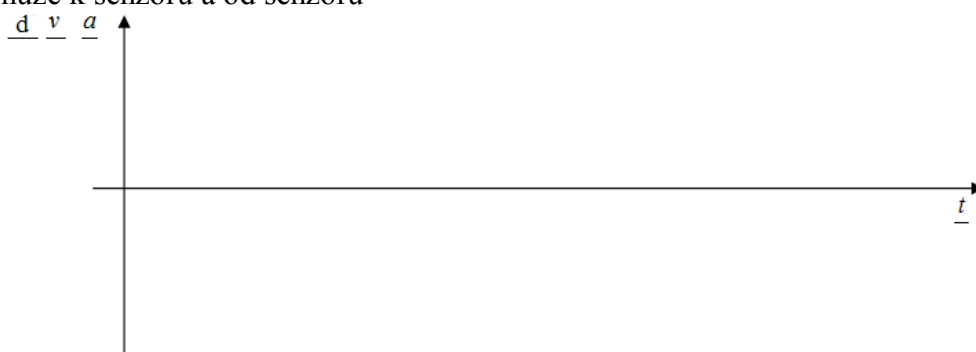
d) padající papírový talíř



e) padající míč



f) chůze k senzoru a od senzoru



g) pohyb rukou



2. Závěr:

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **5.1 Dráha, rychlost, zrychlení**

Jméno:

Podmínky měření:

Třída:

Teplota:

Datum:

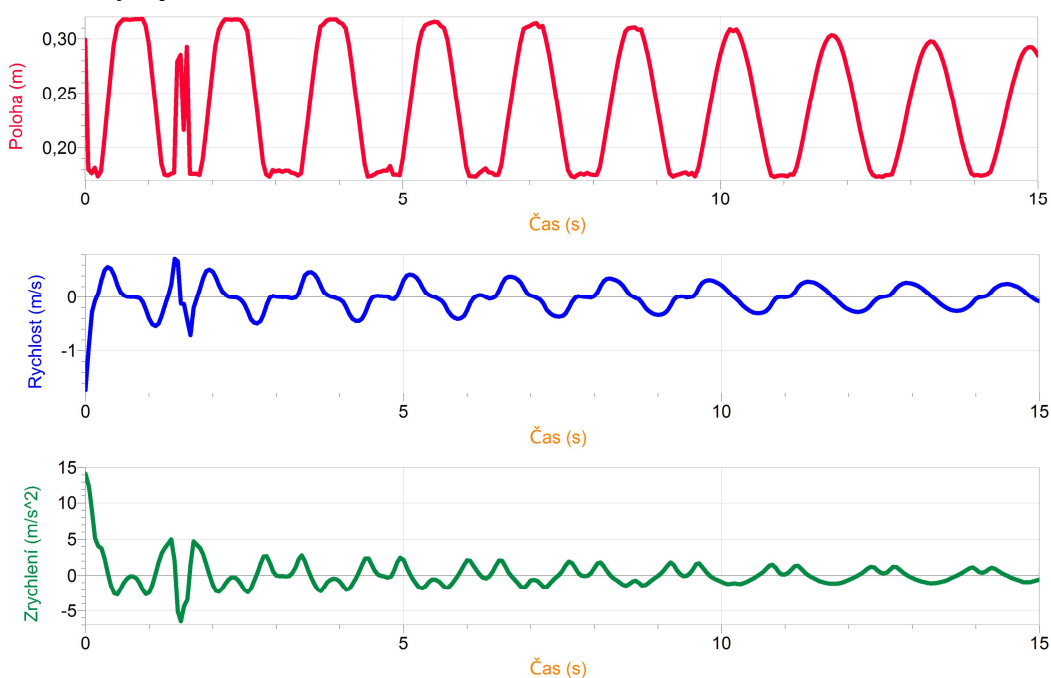
Tlak:

Spolupracovali:

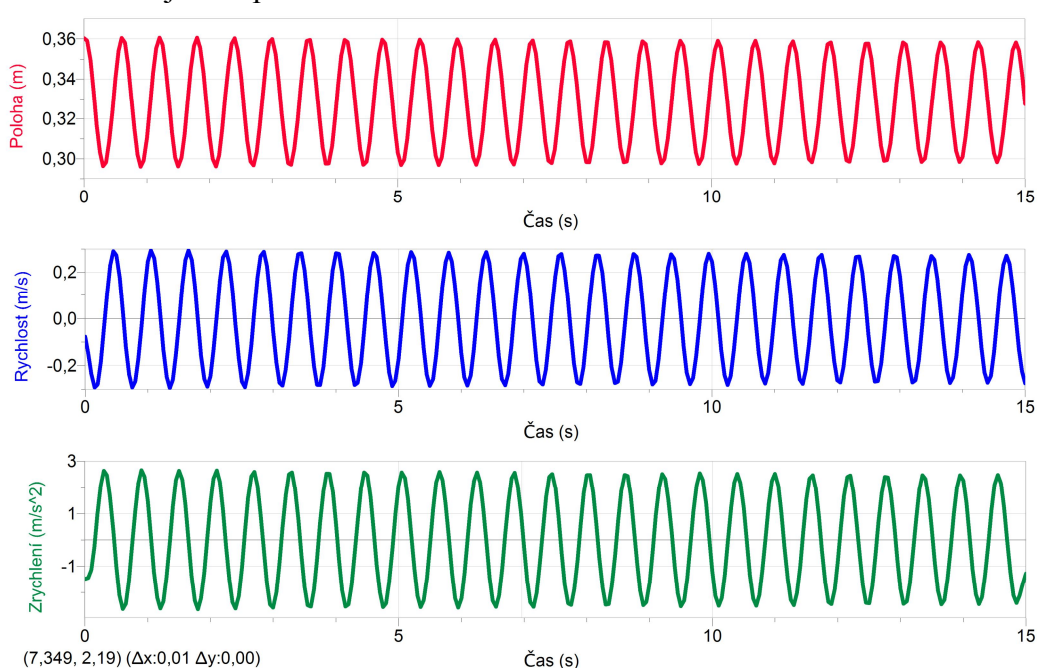
Vlhkost:

1. Grafy časových závislostí vzdálenosti, rychlosti a zrychlení:

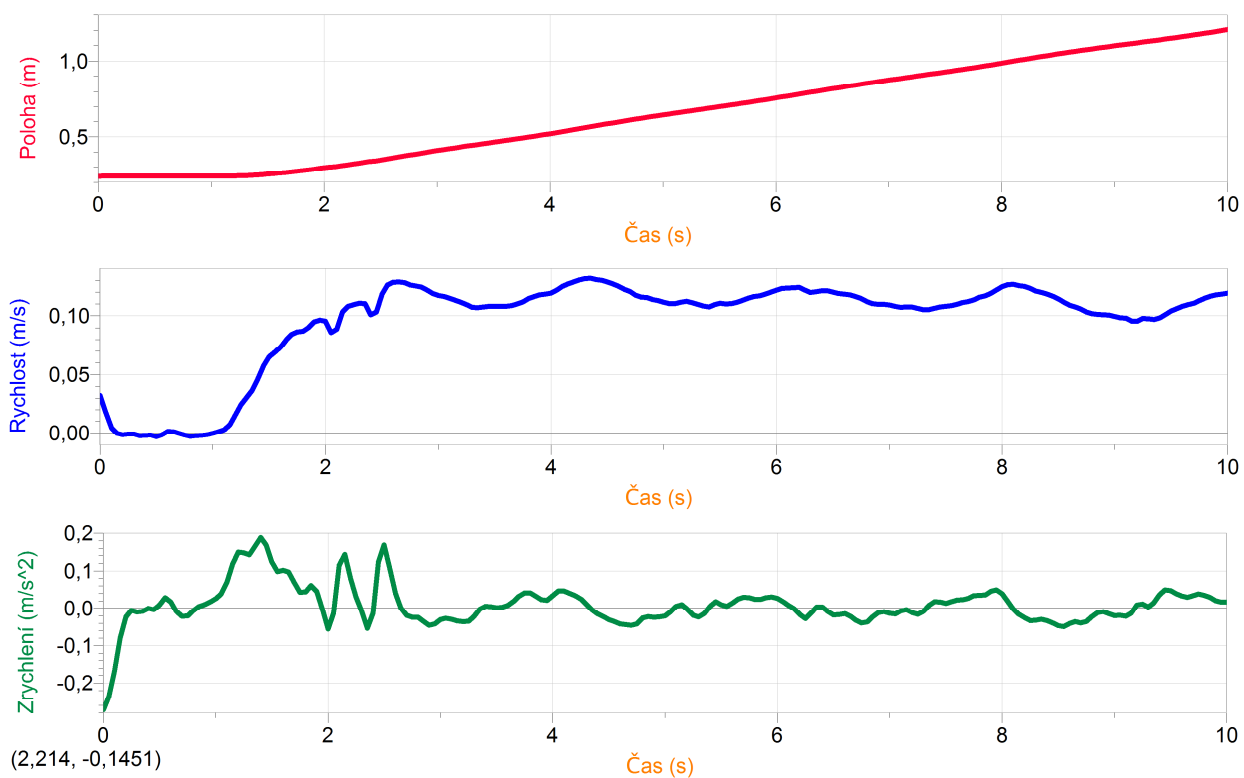
a) těleso kývající se na závěsu



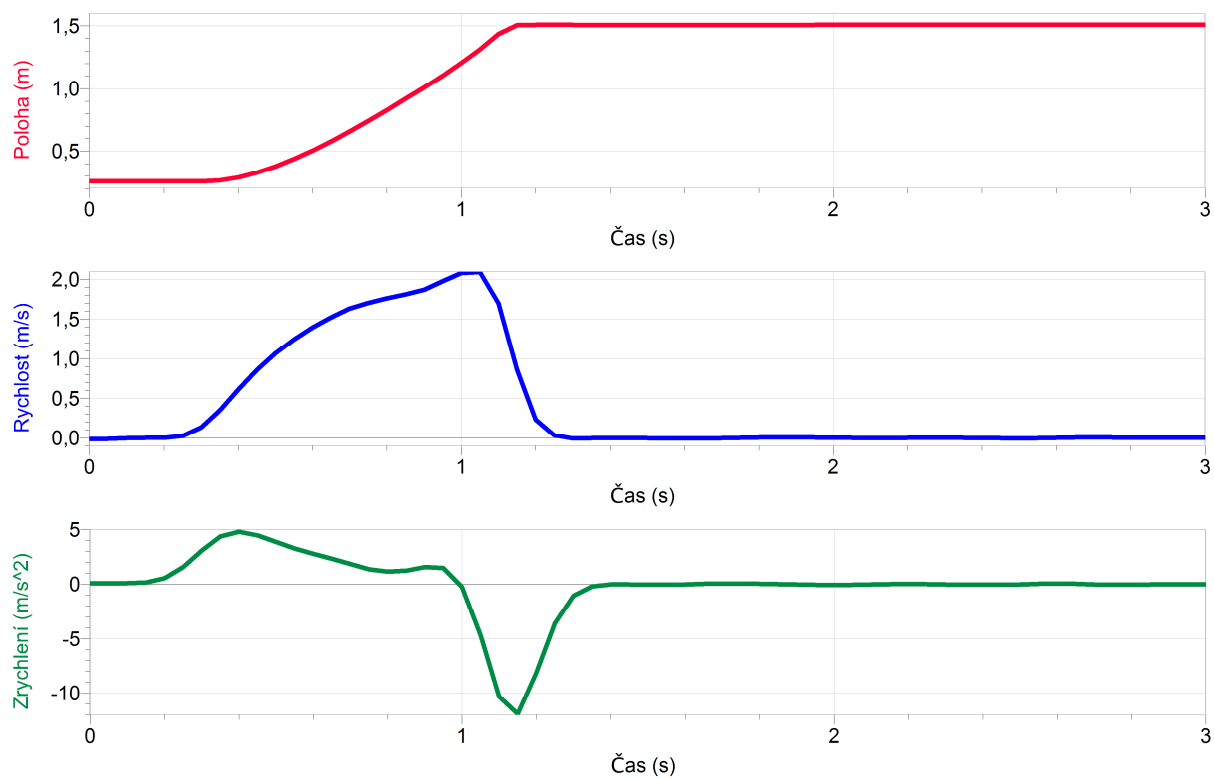
b) těleso kmitající na pružině



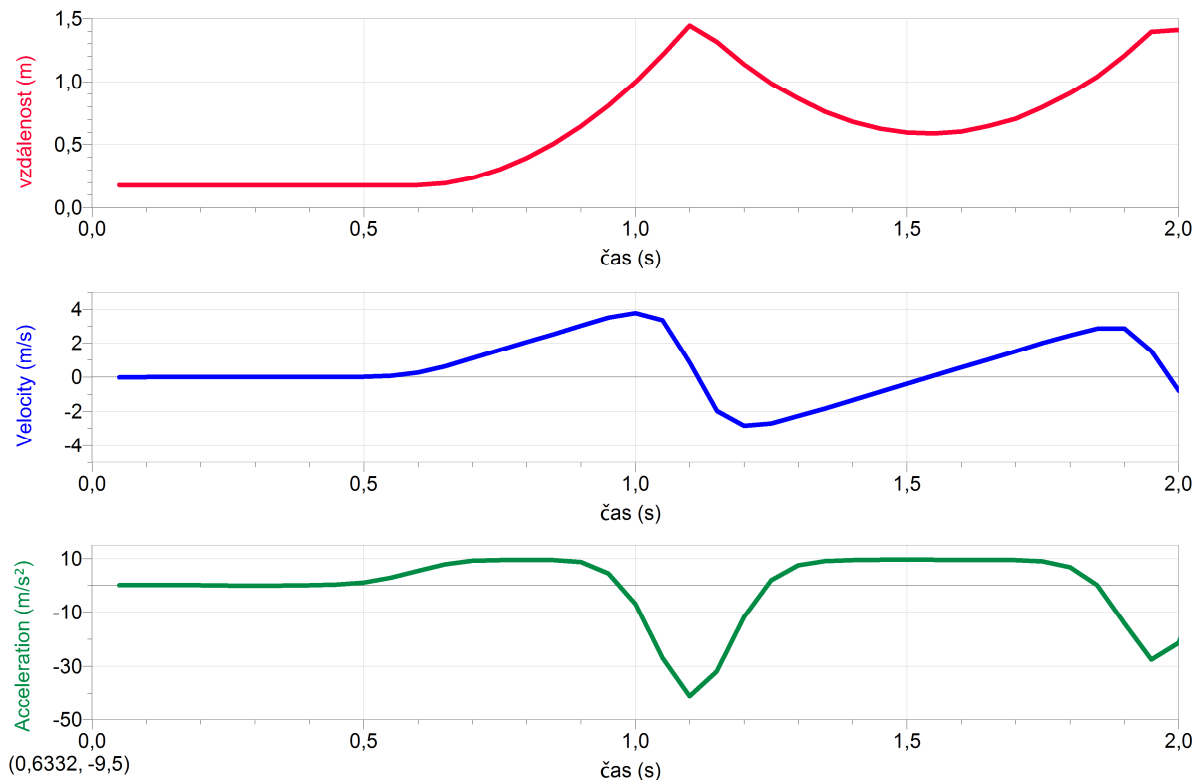
c) pohyb vozičku stálou rychlostí



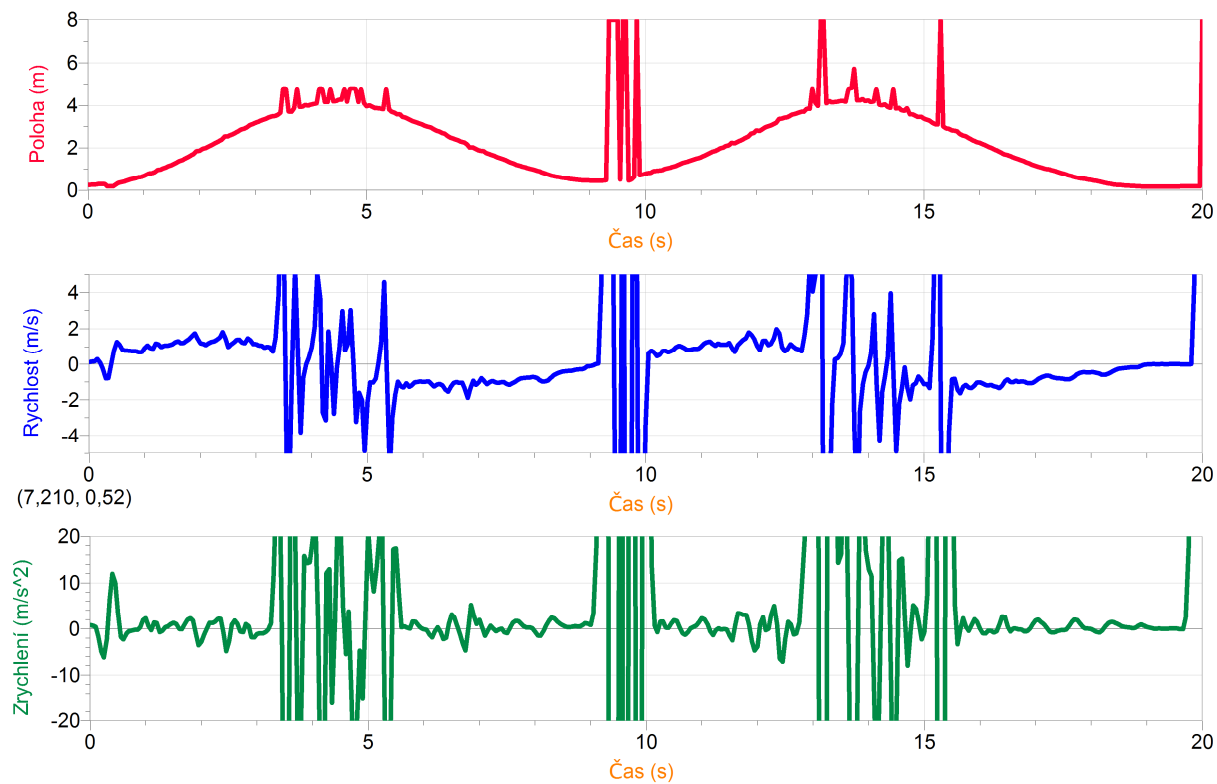
d) padající papírový talíř



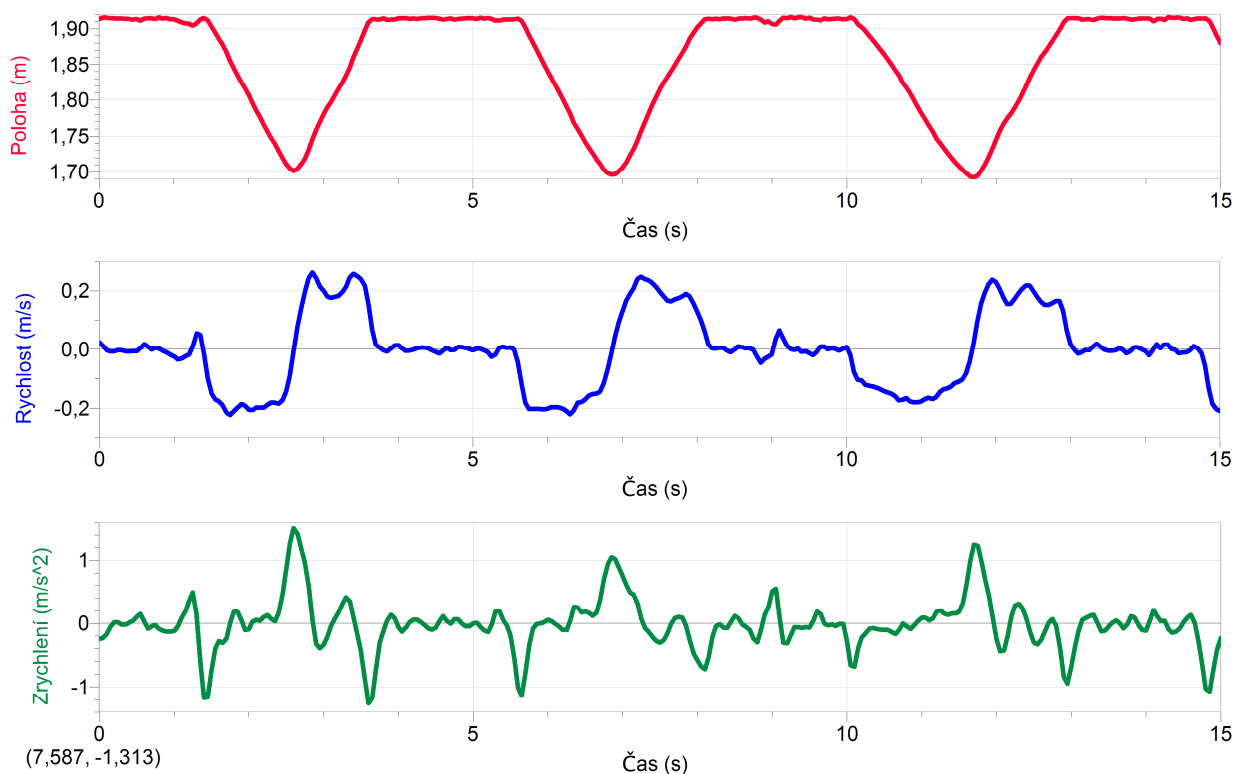
e) padající míč



f) chůze k senzoru a od senzoru



g) pohyb rukou



2. Závěr:

- a) nerovnoměrně zrychlený křivočarý pohyb
- b) nerovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb
- c) rovnoměrný přímočarý pohyb
- d) rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb (volný pád)
- e) rychlost tělesa se v díky odporu prostředí ustálí dříve na určité konstantní hodnotě než v případě (e).
- f) rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb (volný pád)
- g) nerovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb
- h) nerovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb

Uvažujeme-li pohyb tělesa v případech (f) a (g) pouze směrem k senzoru nebo jen od senzoru (bez změny směru pohybu), pak lze na uvedené pohyby pohlížet jako na rovnoměrné přímočaré.

Fyzikální princip

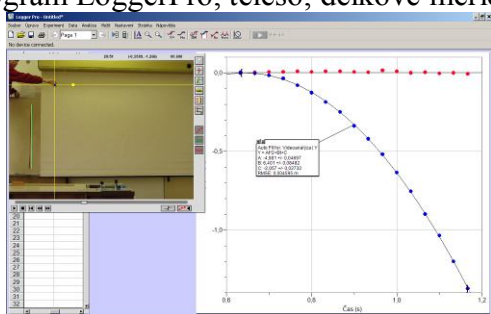
Volný pád je zvláštní případ rovnoměrně zrychleného přímočarého pohybu ve vakuu s nulovou počáteční rychlostí a s tíhovým zrychlením $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Pro velikost **okamžité rychlosti** a pro **dráhu** platí vztahy $v = g \cdot t$; $s = \frac{1}{2}gt^2$.

Cíl






Pomocí **videoanalýzy** určit zrychlení volně padajícího tělesa.

Pomůcky

Program LoggerPro, těleso, délkové měřidlo, digitální fotoaparát.

**Schéma**

Postup

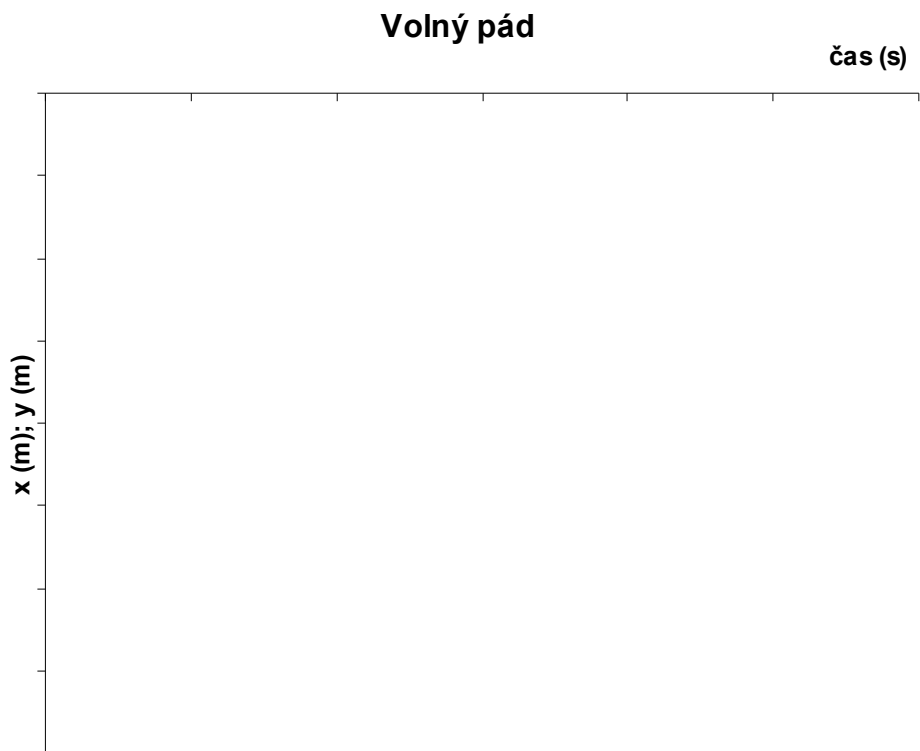
1. Pomocí digitálního fotoaparátu **nafilmujeme** volný pád tělesa (viz schéma).
2. Do programu **nahrajeme** video – v menu zvolíme Vložit – Video. Otevře se okno s videem, které můžeme pomocí tlačítek  (vlevo dole) libovolně přehrávat.
3. Stiskem tlačítka  umožníme analýzu videa (po pravé straně se objeví další tlačítka).
4. Nastavíme začátek videa.
5. Tlačítkem  nastavíme funkci postupného přidávání bodů do tabulky a grafu.
6. Na tělese si **zvolíme jeden bod** a postupným „klikáním“ na tento bod **vložíme** do tabulky a grafu jednotlivé body pohybujícího se tělesa v jednotlivých snímcích videa.
7. Stiskem dalšího tlačítka  umožníme volbu počátku souřadnic – klikneme myší například do stejného bodu, který jsme si zvolili v předcházejícím bodě.
8. Dalším tlačítkem  umožníme vložit do videa měřítko. Myší označíme délku pravítka, které je předem vloženo do roviny pohybu tělesa a takto zaznamenané na videu. Po automatickém objevení textového okénka vložíme skutečnou délku pravítka (např. 1 m).
9. V menu Analýza – Vložit křivku **vložíme** do grafu $y = f(t)$ kvadratickou funkci. Z této funkce určíme tíhové zrychlení g .
10. Vyslovíme závěr.

Doplňující otázky

1. Pomocí délky trvání jednoho snímku videa (1/30 s) určete dobu volného pádu tělesa a pomocí měřítka dráhu a vypočítejte velikost tíhového zrychlení.
2. Nafilmuj volný pád dvou stejně velkých těles různých hmotností např. pingpongový míček a stejně velká ocelová kulička. Které těleso dopadne dříve na zem? Co je příčinou rozdílu v pohybech těchto těles?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.2 Volný pád	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



Velikost tíhového zrychlení je m.s^{-2} .

2. **Doplňující otázky:**

Určete dobu trvání volného pádu tělesa a zjistěte dráhu, kterou urazilo. Na základě těchto údajů vypočítejte velikost tíhového zrychlení.

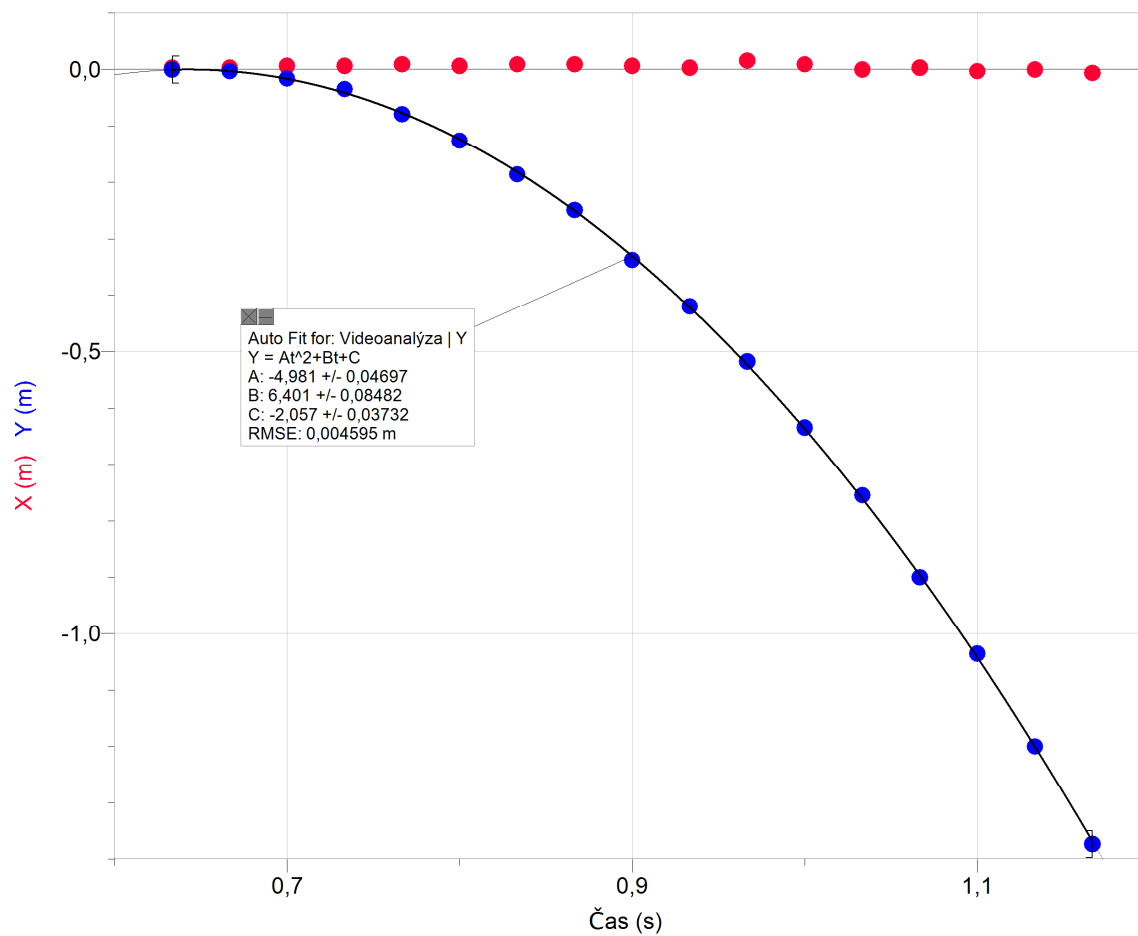
$$t = \dots\dots\dots \text{ s}$$

$$s = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$g = \frac{2s}{t^2} \Rightarrow g = \dots\dots\dots \text{ m.s}^{-2}$$

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.2 Volný pád	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



Velikost tíhového zrychlení je **9,96 m.s⁻²**.

2. Doplnující otázky:

Určete dobu trvání volného pádu tělesa a zjistěte dráhu, kterou urazilo. Na základě těchto údajů vypočítejte velikost tíhového zrychlení.

čas	y (m)
0,63333	0,00000
0,66667	-0,00316
0,70000	-0,01579
0,73333	-0,03473
0,76667	-0,07894
0,80000	-0,12631
0,83333	-0,18630
0,86667	-0,24946
0,90000	-0,33787
0,93333	-0,41997
0,96667	-0,51786
1,00000	-0,63470
1,03333	-0,75469
1,06667	-0,89994
1,10000	-1,03572
1,13333	-1,19992
1,16667	-1,37360

$$t = 1,16667 - 0,63333 = \mathbf{0,53334 \text{ s}}$$

$$s = \mathbf{1,37360 \text{ m}}$$

$$g = \frac{2s}{t^2} \Rightarrow g = \mathbf{9,66 \text{ m.s}^{-2}}$$

Fyzikální princip

Rovnoměrný pohyb po kružnici je nejjednodušší křivočarý pohyb. Trajektorií tohoto pohybu je **kružnice**. Pro velikost úhlové dráhy platí vztah $\varphi = \frac{s}{r} = \omega \cdot t$. Velikost rychlosti je konstantní

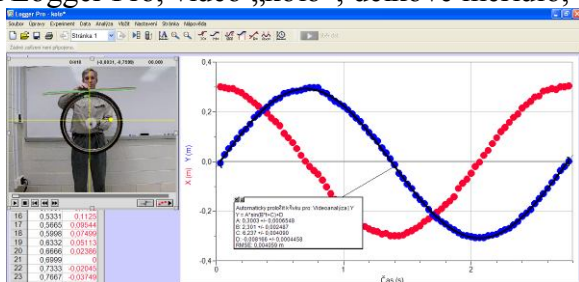
($v = \omega \cdot r$). Pro velikost **dostředivého zrychlení** platí vztah $a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$.

Cíl

Provést **videoanalýzu** rovnoměrného pohybu po kružnici.

Pomůcky






Program Logger Pro, video „kolo“, délkové měřidlo, digitální fotoaparát.



Schéma



Postup

1. Pomocí digitálního fotoaparátu **nafilmujeme** rovnoměrný pohyb po kružnici (viz schéma).
2. Do programu **nahrajeme** video – v menu zvolíme Vložit – Video. Otevře se okno s videem, které můžeme pomocí tlačítek  (vlevo dole) libovolně přehrávat.
3. Stiskem tlačítka  umožníme analýzu videa (po pravé straně se objeví další tlačítka).
4. Nastavíme začátek videa.
5. Tlačítkem  nastavíme funkci postupného přidávání bodů do tabulky a grafu.
6. Na „kole“ si **zvolíme jeden bod** (žlutá nálepka) a postupným „klikáním“ na tento bod **vkládáme** do tabulky a grafu jednotlivé body pohybujícího se tělesa v jednotlivých snímcích videa.
7. Stiskem dalšího tlačítka  umožníme volbu počátku souřadnic – klikneme myší například do středu kola (osa otáčení).
8. Dalším tlačítkem  umožníme vložit do videa měřítko. Myší označíme délku pravítka (1. snímek) **1 m**, které je předem vloženo do roviny pohybu tělesa a takto zaznamenané na videu. Po automatickém objevení textového okénka vložíme skutečnou délku pravítka (1 m).
9. V menu Analýza – Vložit křivku **vložíme** do grafu $y = f(t)$ funkci sinus. Z této funkce určíme úhlovou rychlost ω . Z ní pak frekvenci a periodu.
10. Vyslovíme závěr.

Doplňující otázky

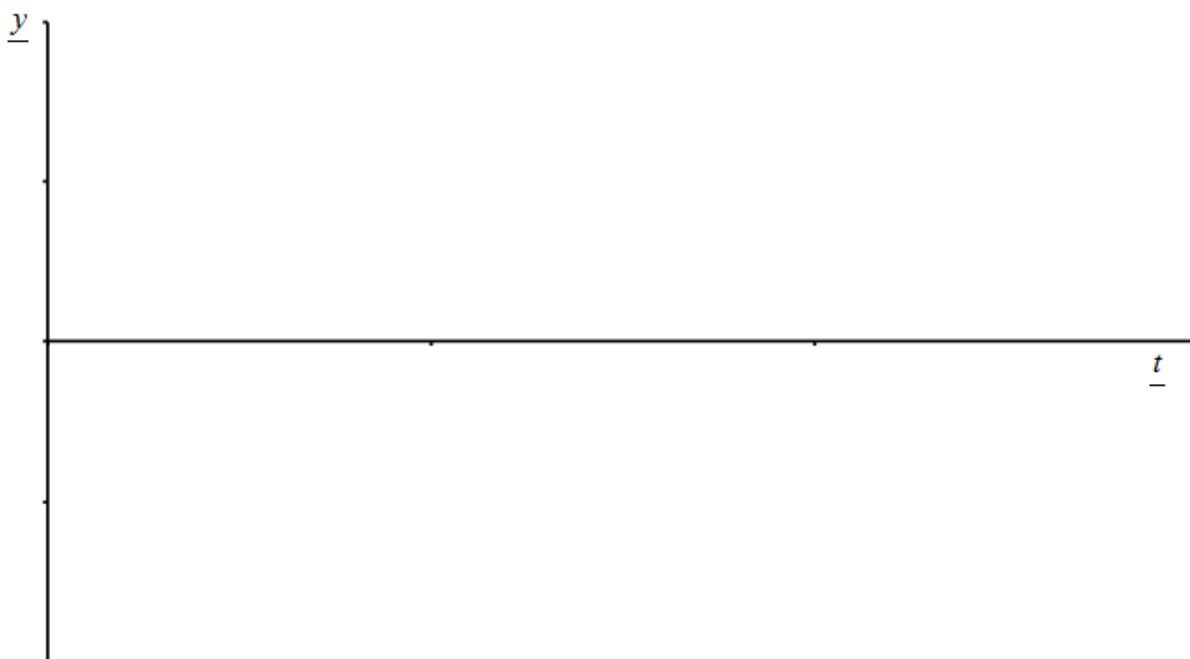
1. Určete obvodovou rychlost.
2. Z měření na kolotoči určete úhlovou rychlost, kmitočet a periodu. Dále pak dostředivé zrychlení.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **5.3 Rovnoměrný pohyb po kružnici**

Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf časové závislosti polohy hmotného bodu při pohybu po kružnicové trajektorii:



Parametry	Vzorec pro výpočet	Odečtení z grafu nebo výpočet
Úhlová rychlost ω	-----	
Poloměr kružnicové trajektorie r	-----	
Frekvence f		
Perioda T		
Obvodová rychlost v		
Dostředivé zrychlení a_d		

2. Studium pohybu kolotoče podle videa

Parametry	Vzorec pro výpočet	Měření nebo výpočet
Poloměr kružnicové trajektorie r	-----	1,32 m
Perioda T	-----	
Úhlová rychlost ω		
Frekvence f		
Obvodová rychlost v		
Dostředivé zrychlení a_d		

3. Závěr:

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **5.3 Rovnoměrný pohyb po kružnici**

Jméno:

Podmínky měření:

Třída:

Teplota:

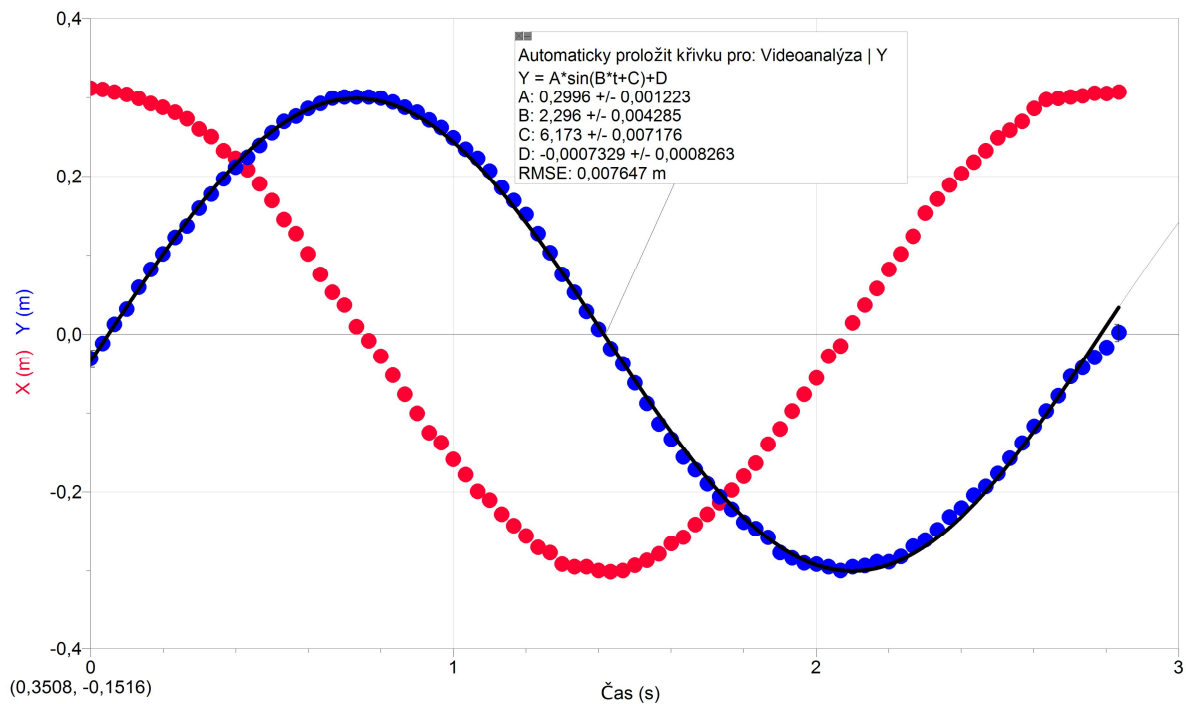
Datum:

Tlak:

Spolupracovali:

Vlhkost:

1. Graf časové závislosti polohy hmotného bodu při pohybu po kružnicové trajektorii:



Parametry	Vzorec pro výpočet	Odečtení z grafu nebo výpočet
Úhlová rychlost ω	-----	parametr B: $2,296 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
Poloměr kružnicové trajektorie r	-----	parametr A: $0,300 \text{ m}$
Frekvence f	$f = \frac{\omega}{2\pi}$	$0,365 \text{ Hz}$
Perioda T	$T = \frac{1}{f}$	$2,740 \text{ s}$
Obvodová rychlost v	$v = \omega r$	$0,688 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Dostředivé zrychlení a_d	$a_d = \omega^2 r$	$1,581 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

2. Studium pohybu kolotoče podle videa

Parametry	Vzorec pro výpočet	Měření nebo výpočet
Poloměr kružnicové trajektorie r	-----	1,32 m
Perioda T	-----	5 s
Úhlová rychlost ω	$f = \frac{2\pi}{T}$	1,26 rad·s ⁻¹
Frekvence f	$T = \frac{1}{f}$	0,2 Hz
Obvodová rychlost v	$v = \omega r$	1,66 m·s ⁻¹
Dostředivé zrychlení a_d	$a_d = \omega^2 r$	2,10 m·s ⁻²

3. Závěr:

Měřením a výpočtem byly určeny přibližné hodnoty jednotlivých veličin. Kolo i kolotoč se po roztočení trochu zpomalují a jejich osa otáčení není ve stálé poloze.

Z ukázaného grafu časového průběhu zrychlení bodu na obvodu kolotoče vyplývá, že se zrychlení i při setrvačném pohybu zmenšuje a pravidelně kolísá. Zřejmě se kolotoč zcela neotáčí ve vodorovné rovině.

Fyzikální princip

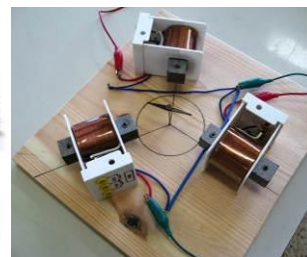
Velikost rychlosti hmotného bodu můžeme vyjádřit pomocí vztahu $v = \omega \cdot r = 2\pi \cdot r \cdot f = \frac{2\pi \cdot r}{T}$, kde f je kmitočet (frekvence) pohybu, T je oběžná doba a r je poloměr kružnice (trajektorie pohybu).

Cíl

Změřit **kmitočet** pohybu po kružnici. Určit **rychlost** hmotného bodu.

Pomůcky

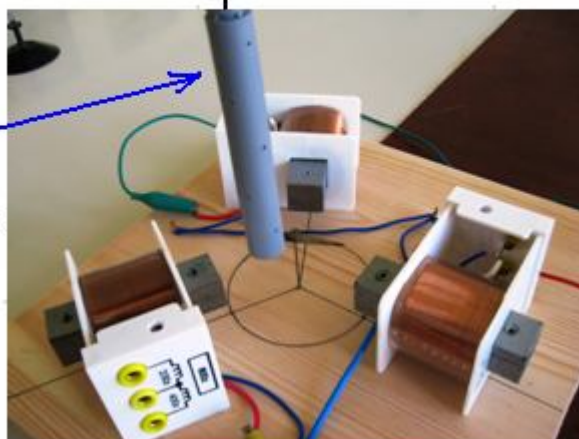
LabQuest, luxmetr LS-BTA, senzor světla TILT-BTA, otáčející se těleso – ventilátor, vrtačka,...



Schéma





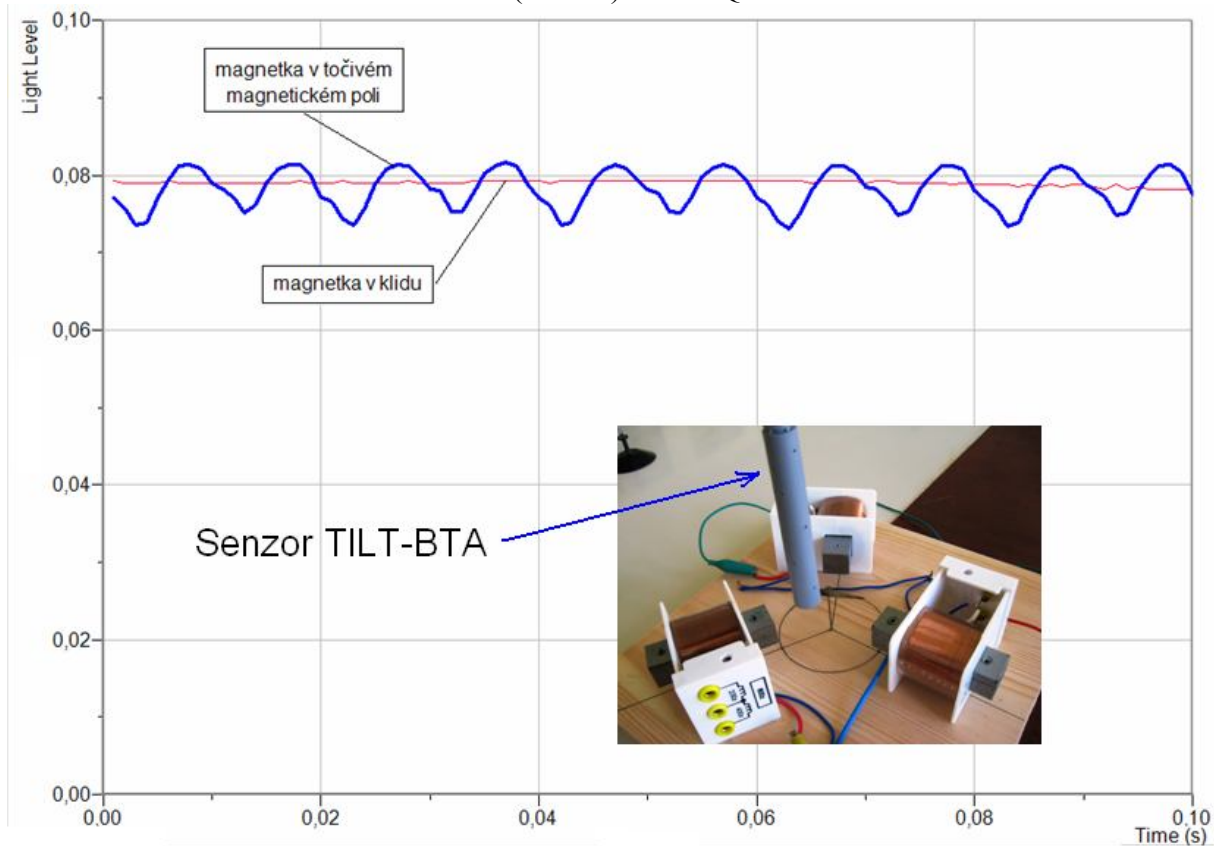
Senzor TILT-BTA



Postup

1. Světelný senzor TILT-BTA zapojíme do konektoru **CH 1** LabQuestu.
2. **Zapneme** LabQuest.

3. V menu Sensory – Záznam dat nastavíme Režim: Časová základna; Frekvence: 1 000 čtení/s; Trvání: 0,1 s.
4. Zvolíme zobrazení Graf . Nastavíme senzor nad otáčející se těleso (viz schéma).
5. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.



6. Z grafu odečteme kmitočet pohybu. Z poloměru kružnice a kmitočtu vypočítáme rychlost pohybu hmotného bodu. **Vyslovíme závěr.**

Doplňující otázky

1. Určete úhlovou rychlost.
2. Určete pro daný kmitočet počet otáček za minutu.
3. Zopakujte měření pro jiné otáčivé pohyby.

Fyzikální princip

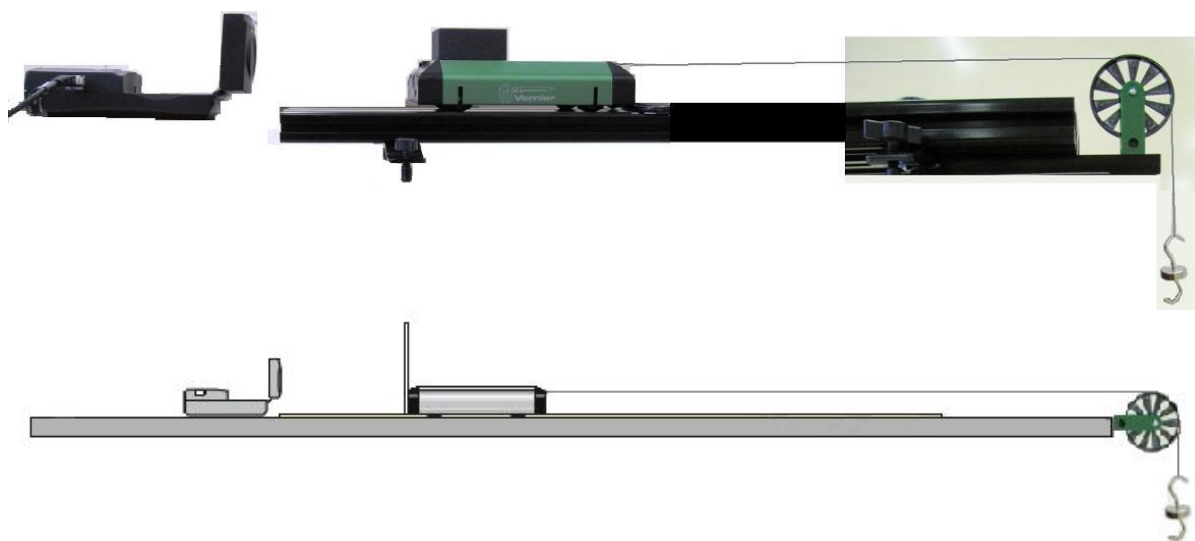
Velikost **zrychlení** a hmotného bodu je přímo úměrná velikosti výslednice sil F působících na hmotný bod a nepřímo úměrná hmotnosti hmotného bodu: $a = \frac{F}{m}$.

Cíl


Ověřit II. Newtonův zákon.

Pomůcky


LabQuest, siloměr DFS-BTA, akcelerometr LGA-BTA, senzor polohy a pohybu MD-BTD, souprava pro mechaniku VDS.

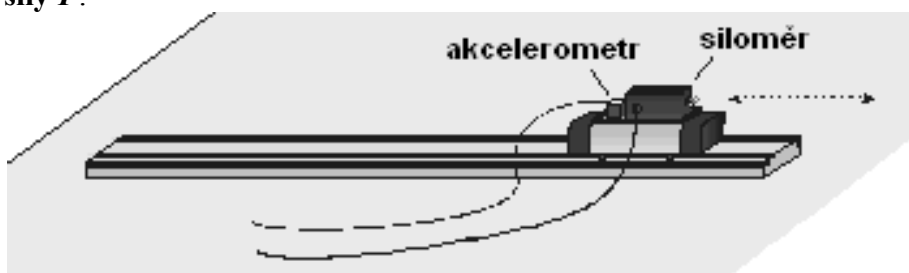
**Schéma**

Postup

1. Senzor polohy a pohybu MD-BTD zapojíme do konektoru DIG 1 LabQuestu. Na vozíček připojíme vlákno a na něj zavěsíme závaží o **hmotnosti 10 g**.
2. Zapneme LabQuest.
3. Nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 10 s, Frekvence: 20 čtení/s. Zvolíme zobrazení Graf .
4. **Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu. Pustíme vozíček. Zachytíme jej těsně před koncem vozíčkové dráhy. Měříme **zrychlení a** pohybu vozíčku.
5. Měření opakujeme se **závažím 20 g**.
6. **Porovnáme** oba grafy:
 - a) Jak se vozíček pohybuje (druh pohybu)?
 - b) Jaký má vliv velikost **síly F** na **zrychlení a** vozíčku?
7. Na vozíček položíme **závaží (500 g)** – viz fotografie výše.
8. Zopakujeme měření v bodech 1. až 6.
9. Zvážíme vozíček a určíme zrychlení z Newtonova zákona. Porovnáme hodnoty zrychlení měřením a výpočtem.

Doplňující otázky

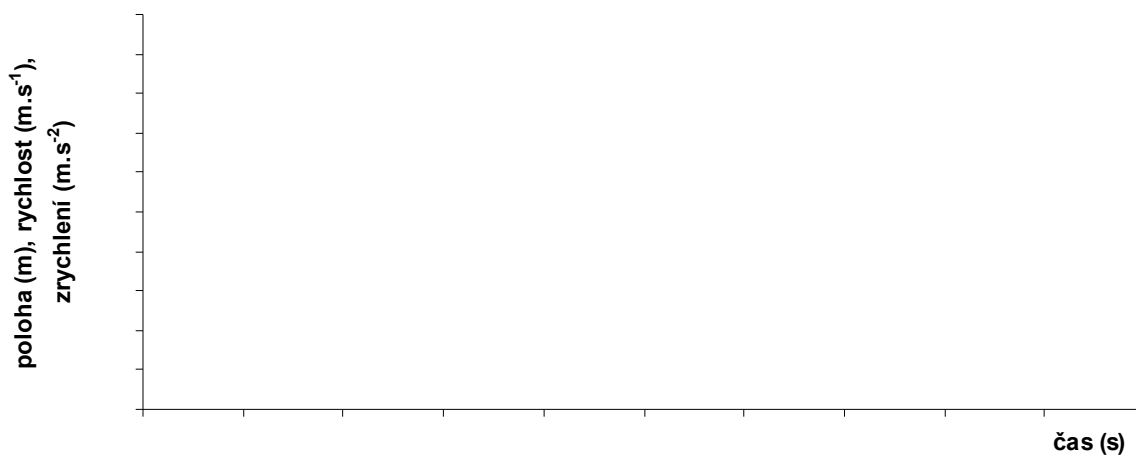
1. Na vozíček připevni siloměr a akcelerometr. Změř, jak závisí **zrychlení a** na velikost **síly F** . Nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 20 s, Frekvence: 20 čtení/s. Zvolíme zobrazení Graf . **Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu. Taháme za siloměr **tam a zpět** (vozíček se pohybuje). Sledujeme, jak závisí **zrychlení a** na velikost **síly F** .



2. Provedeme stejné měření, ale na vozíček položíme závaží o hmotnosti 500 g. Porovnáme obě měření.
3. Určíme směrnici přímky funkce $F = f(a)$. **Porovnáme** s hmotností (tělesa) vozíčku.
4. Upevníme hranol na pružinu a na něj akcelerometr. Pružinu zavěsíme na siloměr. Rozkmitáme a měříme závislost $F = f(a)$. Určíme směrnici funkce.

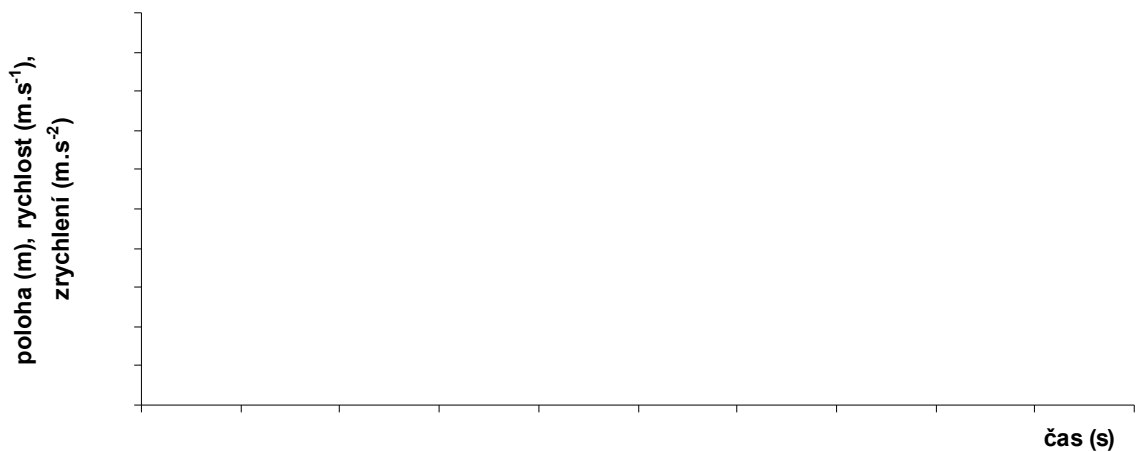
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.5 II. Newtonův zákon	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Graf (voziček + tažná síla $F_1 = 0,1$ N):



Velikost zrychlení... $a_1 = \dots\dots\dots$ m.s⁻²

2. Graf (voziček + tažná síla $F_2 = 0,2$ N):

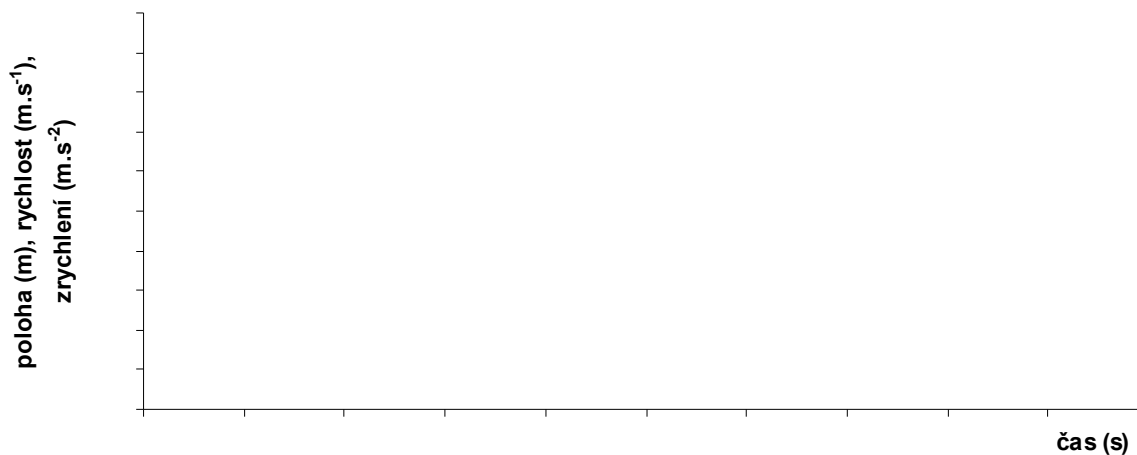


Velikost zrychlení... $a_2 = \dots\dots\dots$ m.s⁻²

O jaký druh pohybu se jedná?

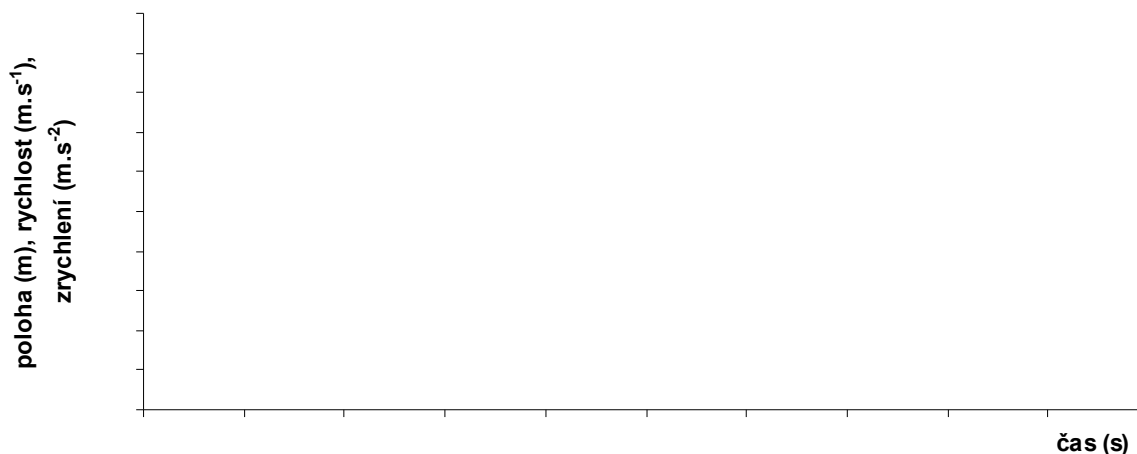
Jak závisí velikost zrychlení na velikosti působící síly?

3. Graf (voziček s 500 g + tažná síla $F_3 = 0,1$ N):



Velikost zrychlení... $a_3 = \dots\dots\dots$ m.s⁻²

4. Graf (voziček s 500 g + tažná síla $F_4 = 0,2$ N):



Velikost zrychlení... $a_4 = \dots\dots\dots$ m.s⁻²

O jaký druh pohybu se jedná?

Jak závisí velikost zrychlení na velikosti působící síly?

6. Výpočet zrychlení z II. Newtonova zákona:

$$F_1 = \dots\dots\dots N \quad ; \quad m_1 = \dots\dots\dots kg$$

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots m.s^{-2}$$

$$F_2 = \dots\dots\dots N \quad ; \quad m_2 = \dots\dots\dots kg$$

$$a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots m.s^{-2}$$

$$F_3 = \dots\dots\dots N \quad ; \quad m_3 = \dots\dots\dots kg$$

$$a_3 = \frac{F_3}{m_3} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots m.s^{-2}$$

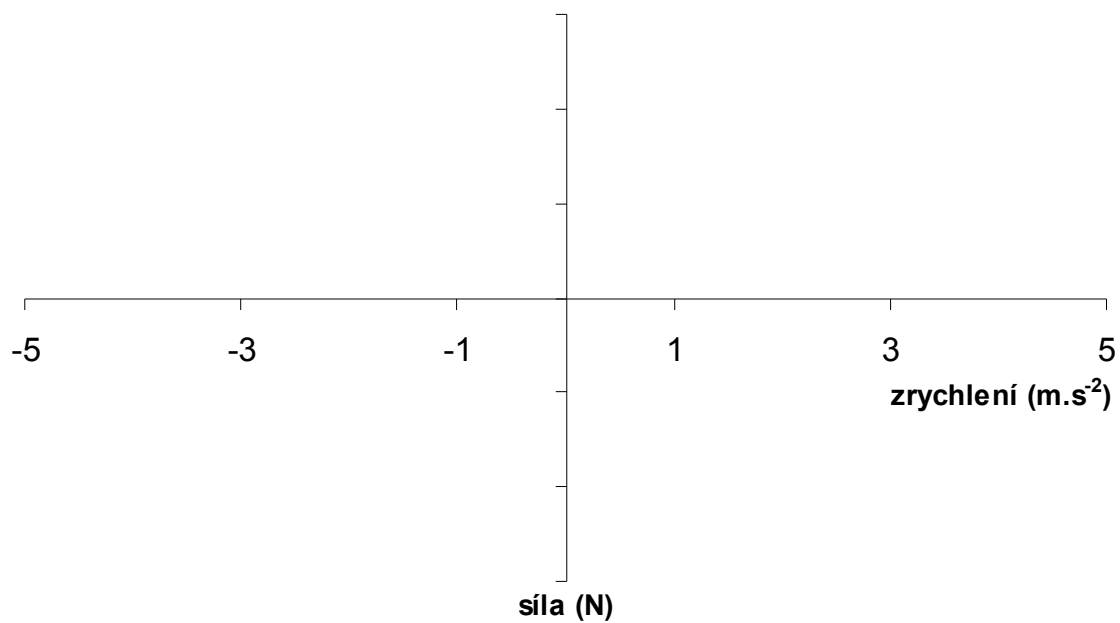
$$F_4 = \dots\dots\dots N \quad ; \quad m_4 = \dots\dots\dots kg$$

$$a_4 = \frac{F_4}{m_4} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots m.s^{-2}$$

Porovnejte hodnoty zrychlení, které jste získali z grafů a výpočtem.

7. Doplnující otázky:

Hranol upevněte na pružinu a na něj akcelerometr. Pružinu zavěste na siloměr. Rozkmitajte a měřte závislost $F = f(a)$. **Určete** směrnici přímky.

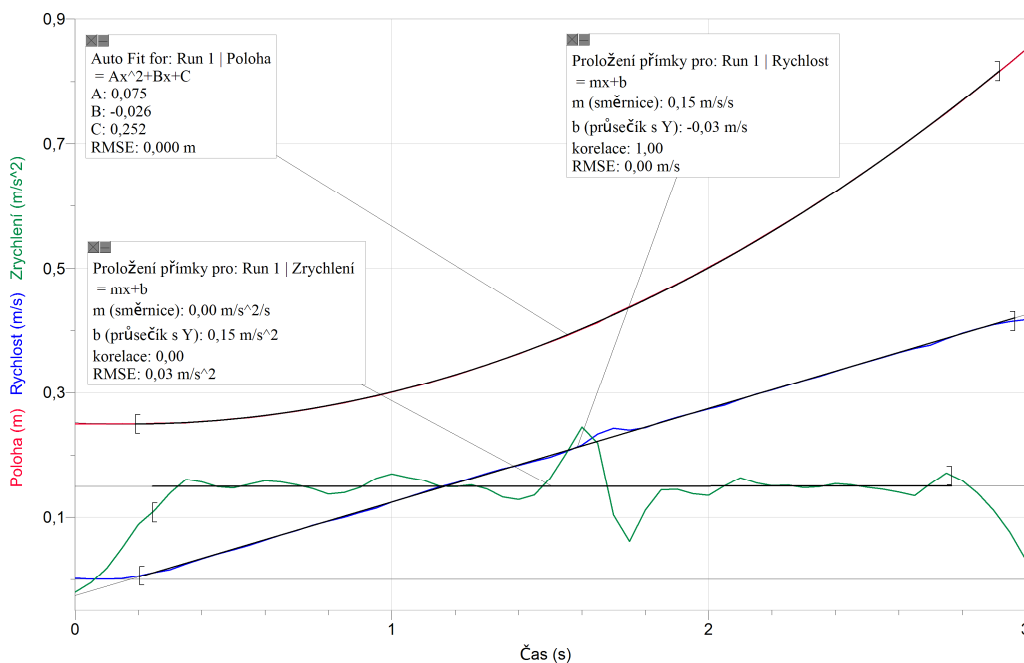


Směrnice přímky = hmotnost zavěšeného tělesa

m = kg

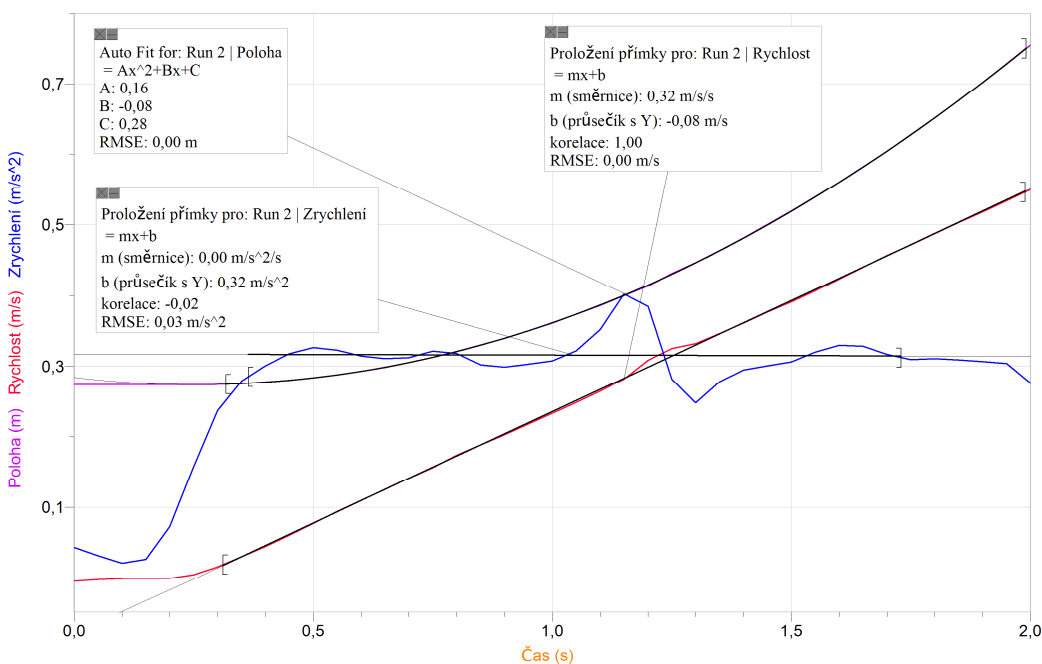
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.5 II. Newtonův zákon	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf (voziček + tažná síla $F_1 = 0,1 \text{ N}$):



Velikost zrychlení... $a_1 = 0,15 \text{ m.s}^{-2}$

2. Graf (voziček + tažná síla $F_2 = 0,2 \text{ N}$):



Velikost zrychlení... $a_2 = 0,32 \text{ m.s}^{-2}$

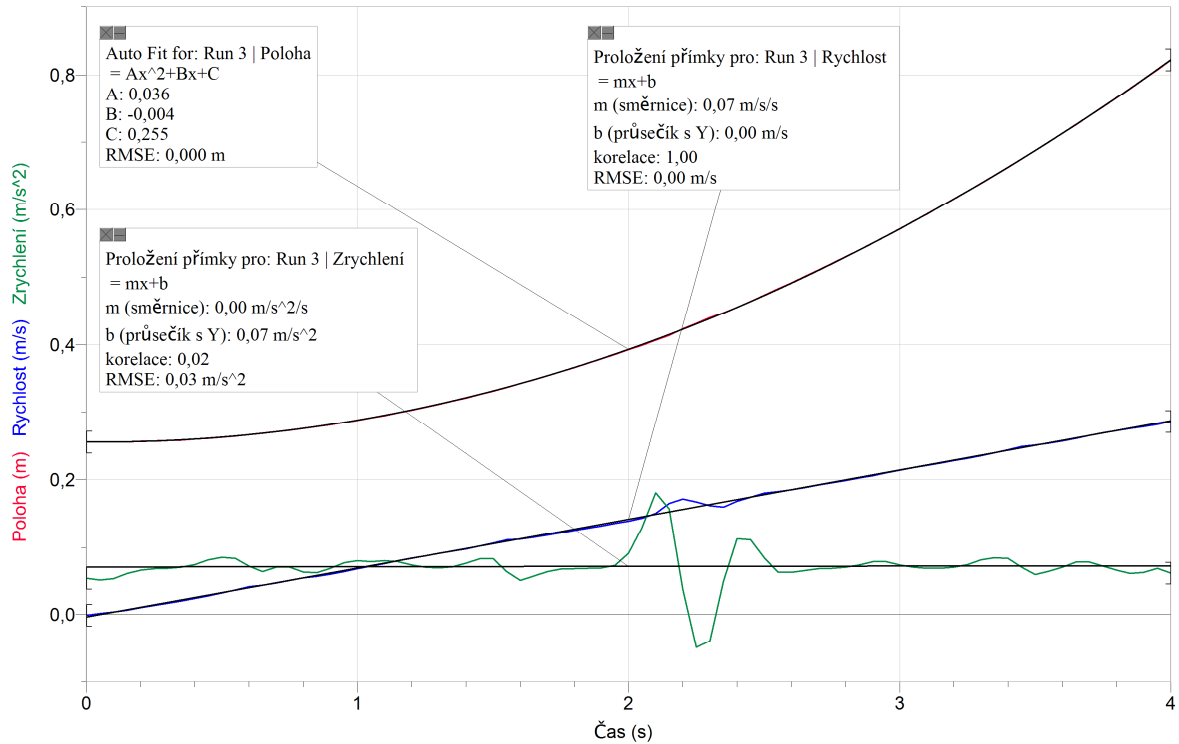
O jaký druh pohybu se jedná?

- jedná se o přímočarý, rovnoměrně zrychlený pohyb

Jak závisí velikost zrychlení na velikosti působící síly?

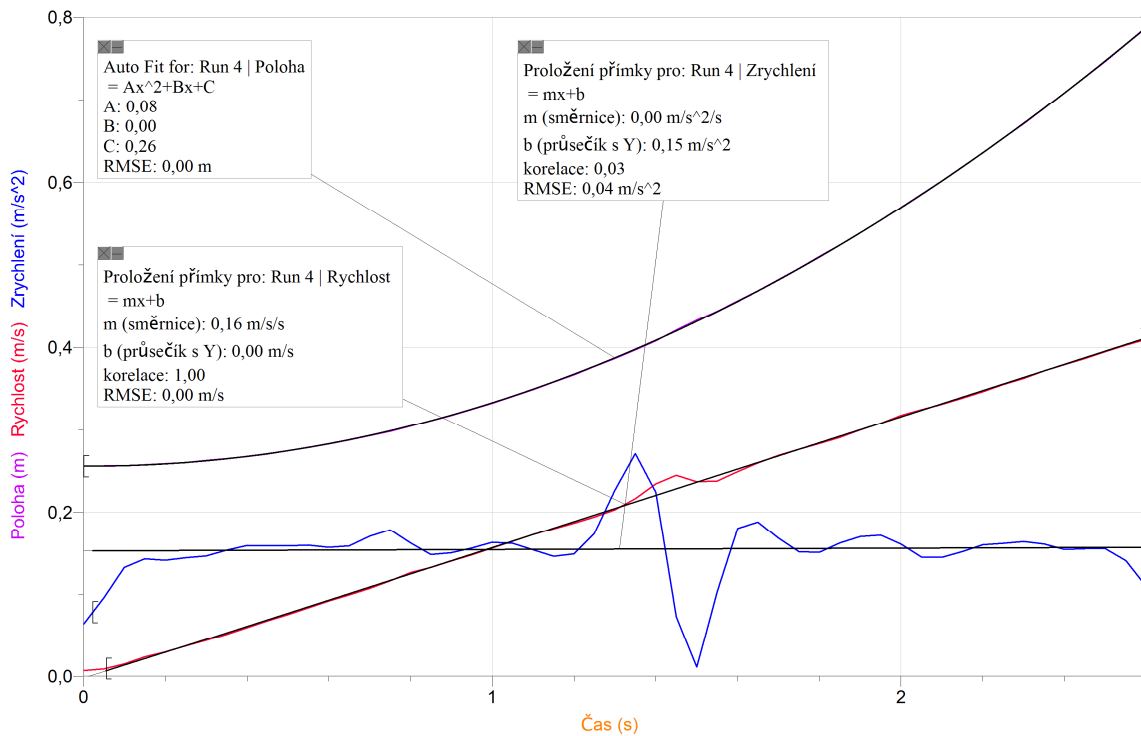
- zrychlení je přímoúměrné působící síle

3. Graf (voziček s 500 g + tažná síla $F_3 = 0,1$ N):



Velikost zrychlení... $a_3 = 0,07$ m.s⁻²

4. Graf (voziček s 500 g + tažná síla $F_4 = 0,2$ N):



Velikost zrychlení... $a_4 = 0,16 \text{ m.s}^{-2}$

O jaký druh pohybu se jedná?

- jedná se o přímočarý, rovnoměrně zrychlený pohyb

Jak závisí velikost zrychlení na velikosti působící síly?

- zrychlení je přímoúměrné působící síle

5. Výpočet zrychlení z II. Newtonova zákona:

$$F_1 = 0,1 \text{ N} \quad ; \quad m_1 = 0,670 \text{ kg}$$
$$a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{0,1}{0,670} \doteq 0,15 \text{ m.s}^{-2}$$

$$F_2 = 0,2 \text{ N} \quad ; \quad m_2 = 0,670 \text{ kg}$$
$$a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{0,2}{0,670} \doteq 0,30 \text{ m.s}^{-2}$$

$$F_3 = 0,1 \text{ N} \quad ; \quad m_3 = 1,170 \text{ kg}$$
$$a_3 = \frac{F_3}{m_3} = \frac{0,1}{1,170} \doteq 0,085 \text{ m.s}^{-2}$$

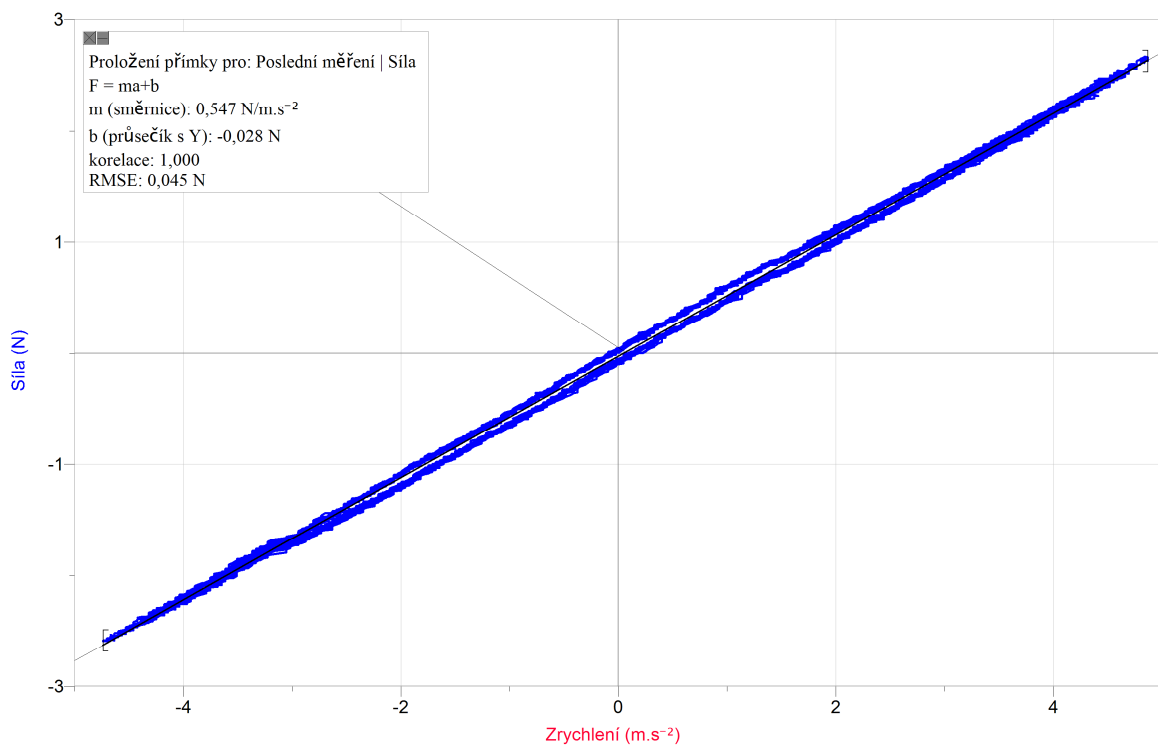
$$F_4 = 0,2 \text{ N} \quad ; \quad m_4 = 1,170 \text{ kg}$$
$$a_4 = \frac{F_4}{m_4} = \frac{0,2}{1,170} \doteq 0,17 \text{ m.s}^{-2}$$

Porovnejte hodnoty zrychlení, které jste získali z grafů a výpočtem.

- hodnoty zrychlení získané z grafů a výpočtem jsou téměř shodné

6. Doplnující otázky:

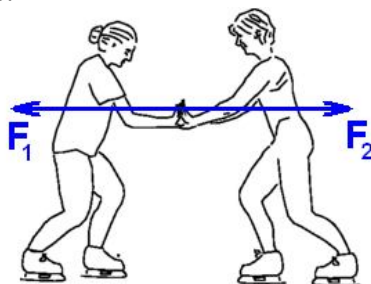
Hranol upevněte na pružinu a na něj akcelerometr. Pružinu zavěste na siloměr. Rozkmitajte a měřte závislost $F = f(a)$. Určete směrnici přímky.



Směrnice přímky = hmotnost zavěšeného tělesa..... $m = 547 \text{ g}$

Fyzikální princip

Dvě tělesa na sebe navzájem působí **stejně velkými** silami opačného směru $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$. Tyto síly vznikají a zanikají **současně**.



Cíl

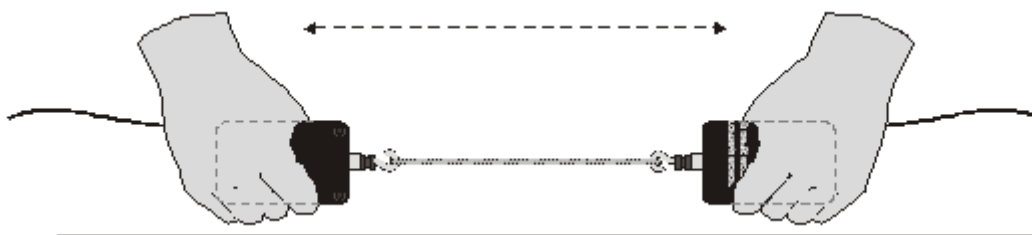
Ověřit III. Newtonův zákon.

Pomůcky


LabQuest, dva siloměry DFS-BTA, dva plošné siloměry FP-BTA.

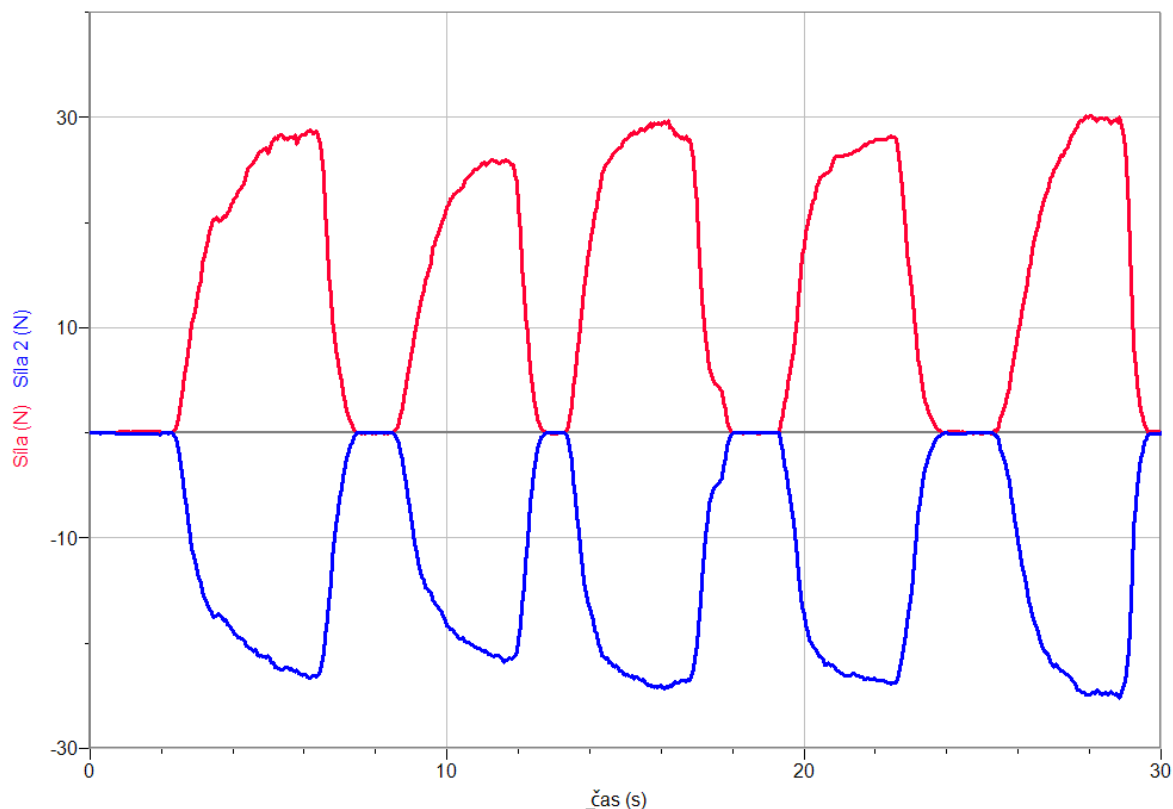


Schéma



Postup

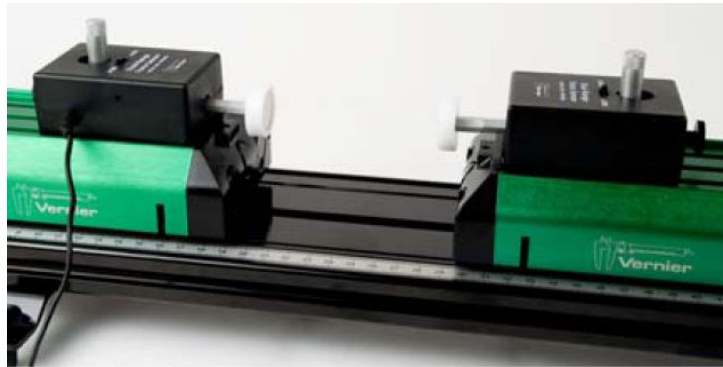
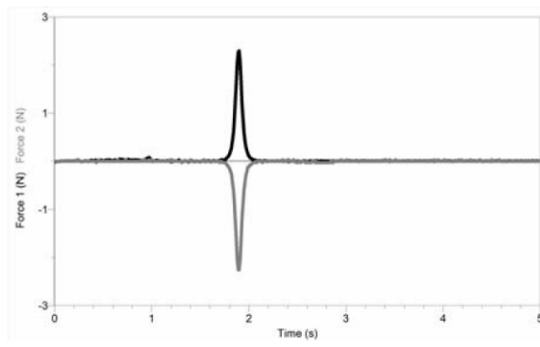
1. Siloměry DFS-BTA zapojíme do konektorů CH 1 a CH 2 LabQuestu. Siloměry přepneme na rozsah 0-50 N.
2. Zapneme LabQuest.
3. Nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 30 s, Frekvence: 20 čtení/s; Senzory – Obráceně- CH 1 Siloměr. Zvolíme zobrazení Graf . Jeden siloměr držíme (nebo upevníme).
4. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu. Druhou rukou střídavě táhneme a uvolňujeme druhý siloměr, který je zapojený k prvnímu. Měříme změnu sil po dobu 30 sekund.



5. Vyhodnotíme měření – velikost, směr, současnost sil F_1 a F_2 .
6. Mezi siloměry vlož **provázek** (viz schéma). Změní se nějak výsledek měření?

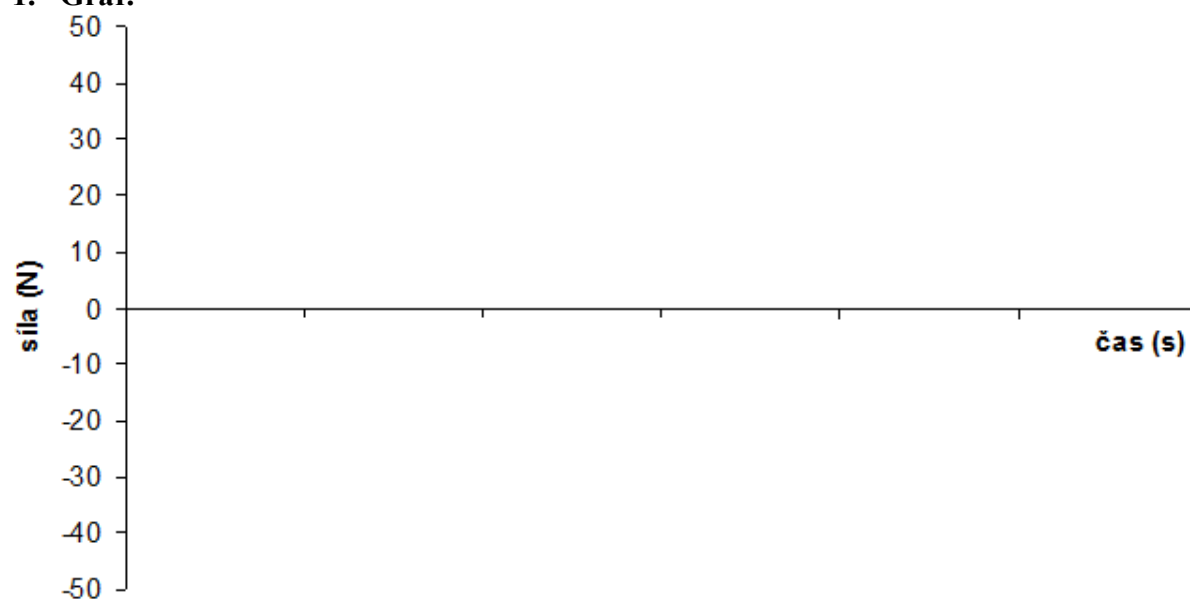
Doplňující otázky

1. Na plošné siloměry namontujeme rukojeti. Připojíme je do konektorů CH 1 a CH 2 LabQuestu. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu. Dva studenti prostřednictvím těchto vah tlačí proti sobě – podobně jako bruslaři na obrázku (viz výše). Vyhodnotíme měření.
2. Pomocí vozíčkové dráhy a dvou siloměrů, jeden upevněný na jednom vozíčku a druhý na druhém vozíčku, uskutečni náraz (pružná srážka) vozíčků se siloměry (viz níže). Na siloměry upevni **magnety**. Podobný děj nastane při nárazu míče na zeď (zem).



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.6 III. Newtonův zákon	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

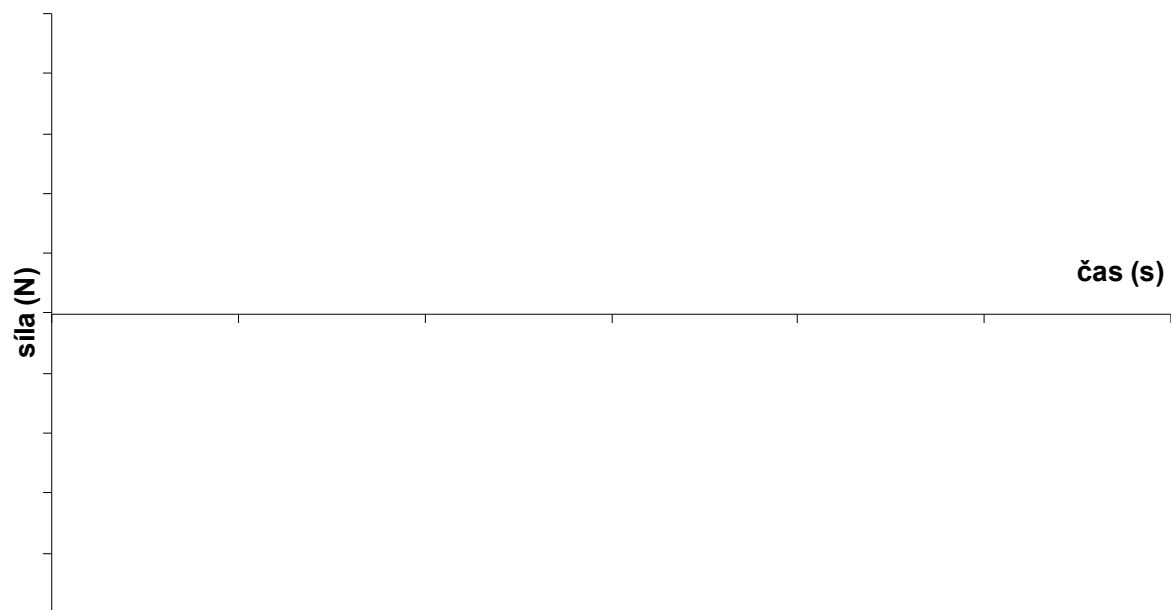
1. Graf:



2. Jakou velikost mají síly, jejichž velikost měříme siloměry? Jaký mají směr? Která ze sil vzniká dříve?
3. Jak se změní výsledek měření, pokud mezi siloměry vložíme provázek?

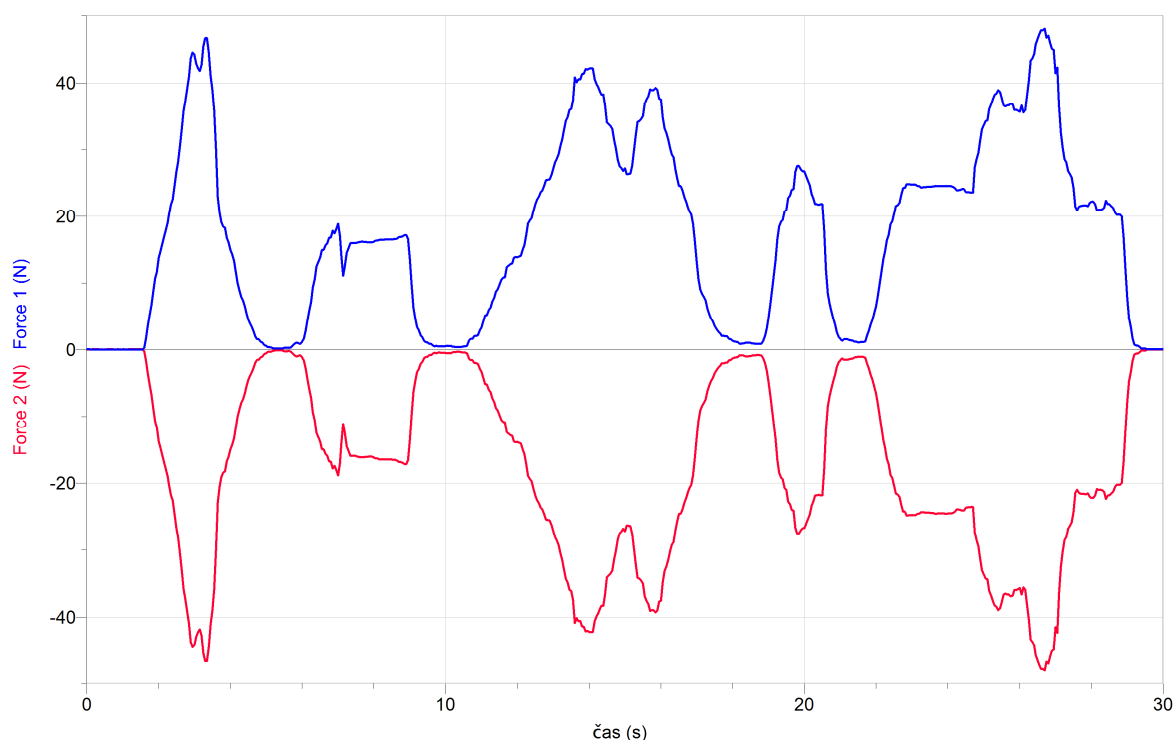
4. Doplnující otázky:

a) Graficky znázorněte pružnou srážku dvou vozíčků.



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.6 III. Newtonův zákon	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



2. Jakou velikost mají síly, jejichž velikost měříme siloměry? Jaký mají směr? Která ze sil vzniká dříve?

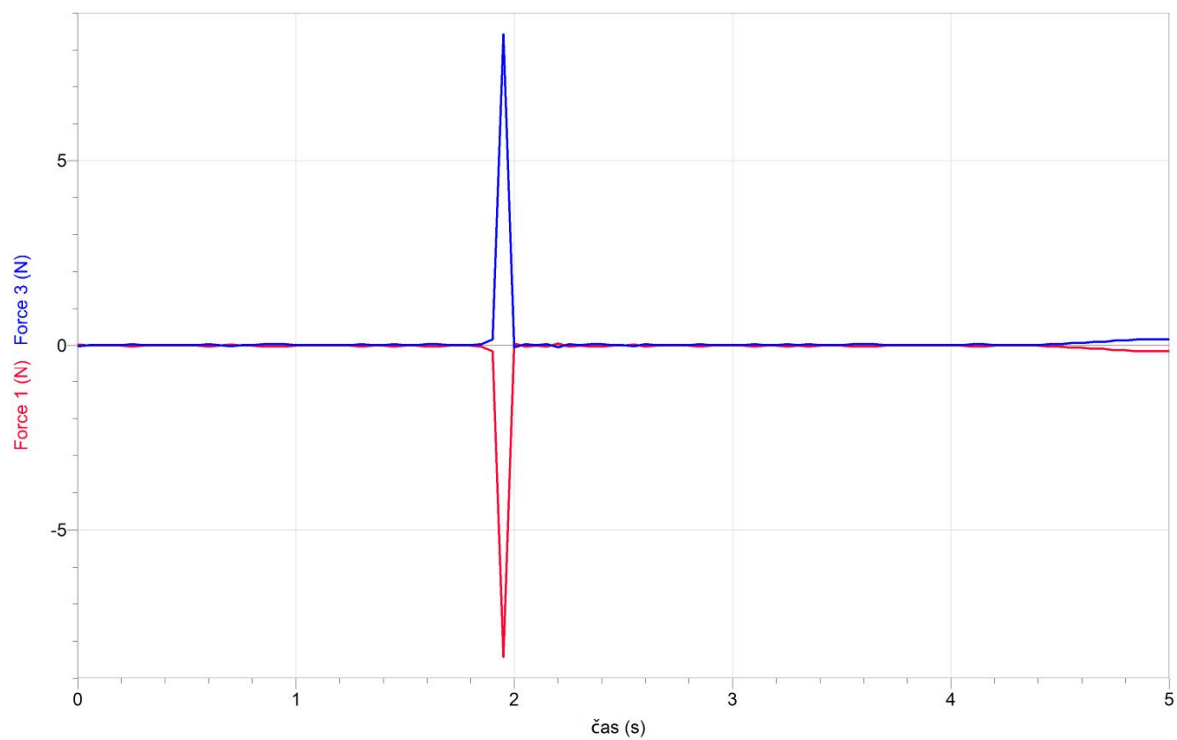
Síly mají stejnou velikost, opačný směr a obě vznikají a zanikají ve stejný okamžik.

3. Jak se změní výsledek měření, pokud mezi siloměry vložíme provázek?

Výsledek měření se nijak nezmění. Síly budou mít opět stejnou velikost, opačný směr a budou vznikat a zanikat ve stejný okamžik.

4. Doplnující otázky:

Graficky znázorněte pružnou srážku dvou vozíčků.



Fyzikální princip

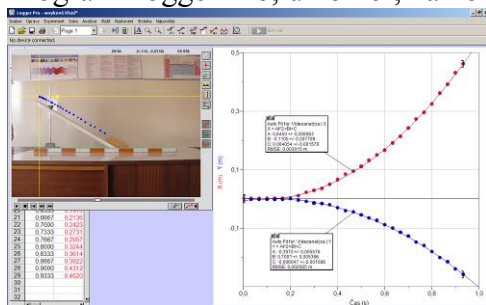
Smykové tření je fyzikální jev, jehož původ je především v nerovnostech stykových ploch těles. Při smýkání tělesa po povrchu jiného tělesa vzniká na stykové ploše **třecí síla F_t** , směřující proti pohybu. Velikost třecí síly je přímo úměrná velikosti kolmé tlakové síly F_n , tedy platí $F_t = f \cdot F_n$, kde f je **součinitel smykového tření**. Jestliže po nakloněné rovině, která svírá s vodorovnou rovinou úhel α , klouže těleso se zrychlením a , potom můžeme součinitel smykového tření vypočítat $f = \frac{g \cdot \sin \alpha - a}{g \cdot \cos \alpha}$.

Cíl

Pomocí **videoanalýzy** určit zrychlení tělesa a klouzajícího zrychleným pohybem po nakloněné rovině. Vypočítat součinitele smykového tření f .

Pomůcky






Program Logger Pro, úhломěr, nakloněná rovina, těleso, délkové měřidlo.



Schéma

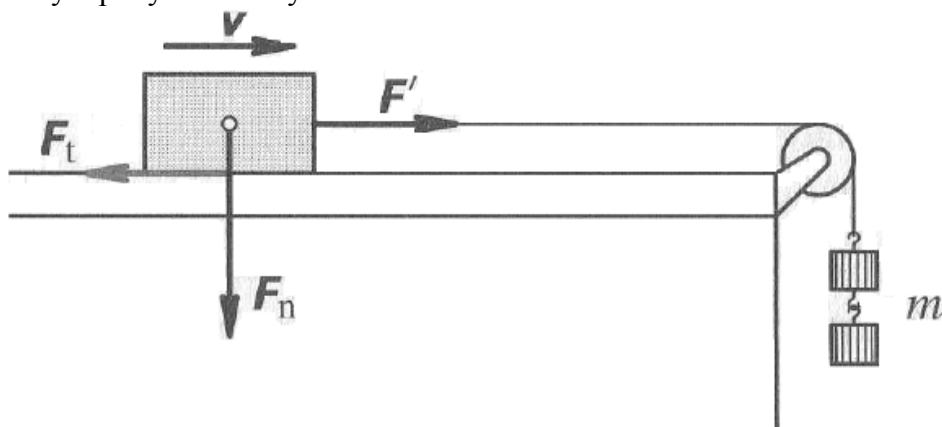


Postup

1. Pomocí digitálního fotoaparátu **nafilmujeme** klouzavý pohyb tělesa po nakloněné rovině (viz schéma).
2. Do programu **nahrajeme** video – v menu zvolíme Vložit – Video. Otevře se okno s videem, které můžeme pomocí tlačítek  (vlevo dole) libovolně přehrávat.
3. Stiskem tlačítka  umožníme analýzu videa (po pravé straně se objeví další tlačítka).
4. Nastavíme začátek videa.
5. Tlačítkem  nastavíme funkci postupného přidávání bodů do tabulky a grafu.
6. Na tělese si **zvolíme jeden bod** a postupným „klikáním“ na tento bod **vkládáme** do tabulky a grafu jednotlivé body pohybujícího se tělesa v jednotlivých snímcích videa.
7. Stiskem dalšího tlačítka  umožníme volbu počátku souřadnic – klikneme myší například do stejného bodu, který jsme si zvolili v předcházejícím bodě.
8. Dalším tlačítkem  umožníme vložit do videa měřítko. Myší označíme délku pravítka, které je předem vloženo do roviny pohybu tělesa a takto zaznamenané na videu. Po automatickém objevení textového okénka vložíme skutečnou délku pravítka (např. 1 m).
9. V menu Analýza – Vložit křivku **vložíme** do grafů $y = f(t)$ a $x = f(t)$ kvadratické funkce. Z nich určíme a_x a a_y (složky zrychlení tělesa v ose x a ose y).
10. Ze složek zrychlení určíme zrychlení a a úhel sklonu nakloněné roviny α . Úhel α ověříme ještě pomocí úhloměru.
11. Vypočítáme součinitel smykového tření f .
12. Vyslovíme závěr.

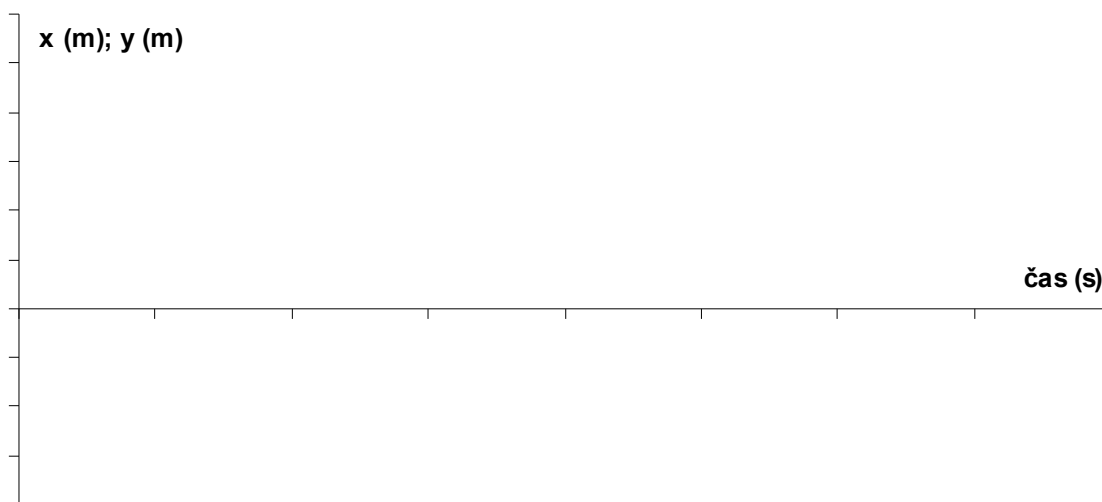
Doplňující otázky

1. Určete hodnotu součinitele smykového tření f pro stejné těleso a stejnou podložku pomocí kladky a závaží, jestliže se těleso bude pohybovat:
 - a) rovnoměrným pohybem;
 - b) zrychleným pohybem se zrychlením a .



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.7 Smykové tření	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



$$a_x = \dots\dots\dots \text{ m.s}^{-2}$$

$$a_y = \dots\dots\dots \text{ m.s}^{-2}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \doteq \dots\dots\dots \text{ m.s}^{-2}$$

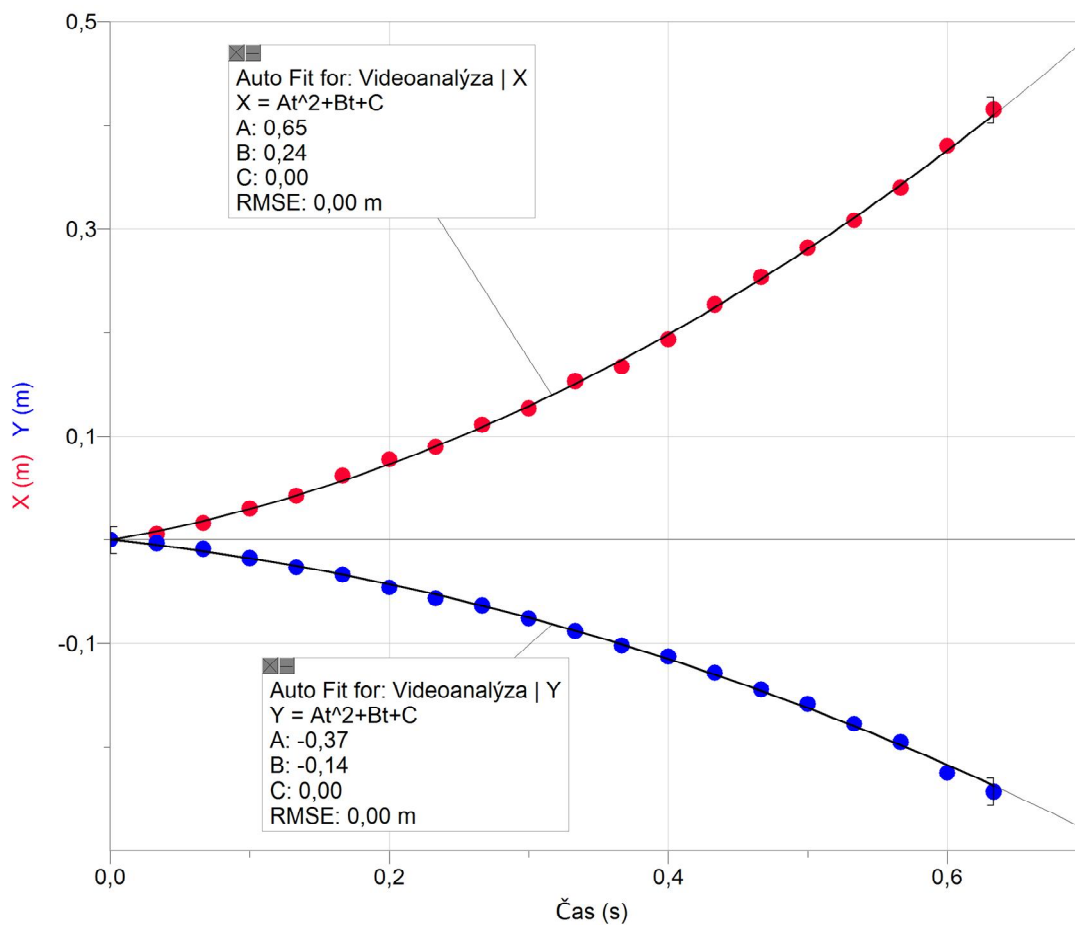
$$\text{tga} = \frac{a_y}{a_x} \Rightarrow \alpha \doteq \dots\dots\dots$$

$$f = \frac{g \cdot \sin\alpha - a}{g \cdot \cos\alpha} \Rightarrow f \doteq \dots\dots\dots$$

Velikost součinitele smykového tření je

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.7 Smykové tření	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



$$a_x = 2 \cdot 0,65 = 1,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a_y = 2 \cdot 0,37 = 0,74 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \doteq 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{tga} = \frac{a_y}{a_x} \Rightarrow \alpha \doteq 30^\circ$$

$$f = \frac{g \cdot \sin \alpha - a}{g \cdot \cos \alpha} \Rightarrow f \doteq \frac{9,81 \cdot \sin 30^\circ - 1,5}{9,81 \cdot \cos 30^\circ} = 0,4$$

Velikost součinitele smykového tření je **0,4**.

Fyzikální princip

Na hmotný bod, který koná rovnoměrný pohyb po kružnici, působí **dostředivá síla** F_d , která směřuje do středu kružnice. Podle druhého pohybového zákona $F_d = m \cdot a_d$, kde m je hmotnost tělesa, a_d jeho dostředivé zrychlení. Pro velikost dostředivé síly platí vztahy

$$F_d = \frac{m \cdot v^2}{r}, \quad F_d = m \cdot \omega^2 \cdot r.$$

Cíl

Určit dostředivé zrychlení a_d .

Pomůcky


LabQuest, akcelerometr LGA-BTA, kolotoč.

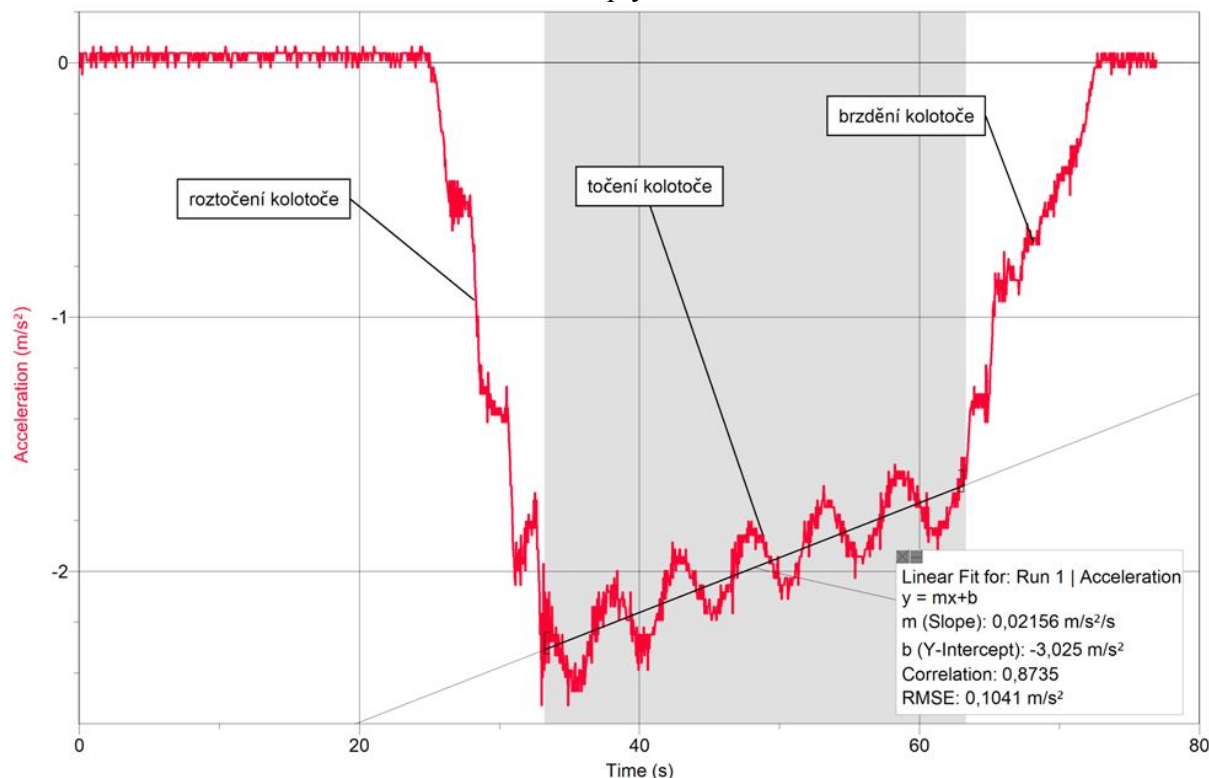


Schéma



Postup

1. Akcelerometr LGA-BTA zapojíme do CH 1 LabQuestu.
2. Zapneme LabQuest.
3. Nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 80 s, Frekvence: 20 čtení/s. Zvolíme zobrazení Graf .
4. LabQuest s akcelerometrem položíme na kolotoč (viz schéma).
5. **Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu. Roztočíme kolotoč a přibližně 30 s necháme kolotoč otáčet. Pak kolotoč plynule zastavíme.



6. Z grafu odečteme periodu otáčení a dostředivé zrychlení.
7. Z periody a poloměru otáčení vypočítáme hodnotu dostředivého zrychlení.
8. **Vyslovíme závěr** – porovnáme vypočítanou a změřenou hodnotu dostředivého zrychlení.

Doplňující otázky

1. Provedeme měření pro jiné poloměry.
2. Jak závisí hodnota dostředivého zrychlení na čase?
3. Jak velká dostředivá síla na Tebe působí (vypočítej)?

Fyzikální princip

Práce je fyzikální veličina. Označuje se písmenem W a její jednotkou je **joule** (značka **J**). Je-li F síla působící na těleso a s trajektorií svírá stálý úhel α , vykoná se při přesunutí tělesa o dráhu s práce

$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$. Jestliže se síla mění, je práce dána **obsahem obrazce** ohraničeného vodorovnou osou a grafem závislosti síly na dráze.

Cíl

Určit **práci** potřebnou na protahování pružiny.

Pomůcky




LabQuest, siloměr DFS-BTA, senzor polohy MD-BTD, pružinu, závaží, magnet, kolečko.

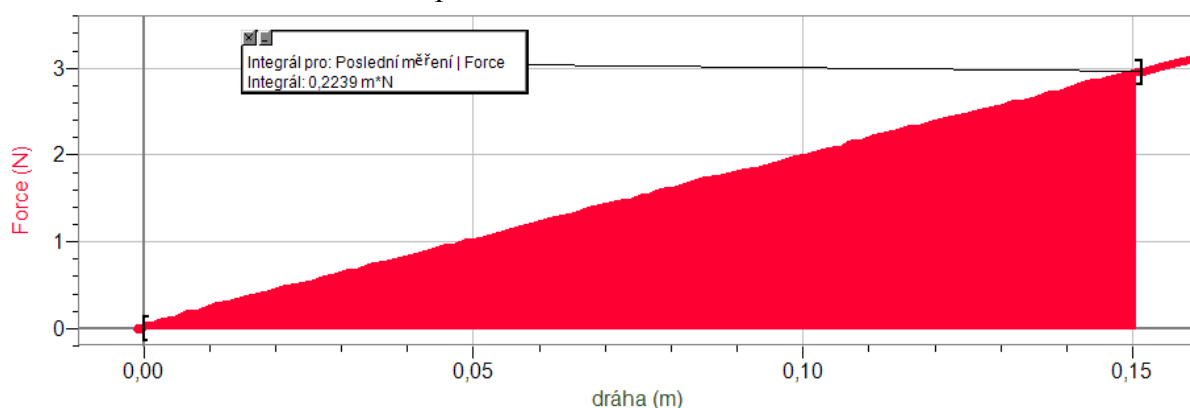


Schéma



Postup

1. Siloměr DFS-BTA zapojíme do konektoru CH 1 LabQuestu. Siloměr přepneme na citlivější rozsah 0-10 N. Sensor polohy zapojíme do konektoru DIG 1. Sestavíme obvod podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Sensory – Záznam dat: Trvání: 10 s, Frekvence: 20 čtení/s.
3. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu. Změříme vzdálenost senzoru polohy od kolečka (přípevněné magnetem na závaží).
4. Zvolíme záložku tabulka. V menu Tabulka zvolíme Nový dopočítávaný sloupec: Název – dráha; Jednotka – m; Tvar výrazu X.Y; Sloupec pro X – dráha; Sloupec pro Y – Síla
5. Vynulujeme sensor – menu Sensory – Vynulovat – Siloměr. Dále zvolíme zobrazení grafu .
6. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu a snažíme se pomalu a rovnoměrně rukou natahovat pružinu.



7. Měření si můžeme uložit do paměti: menu Graf – Uložit.
8. Vypočítáme plochu pod grafem $F = f(s)$.
9. Závěr – vyhodnotíme měření - graf a vykonanou práci.

Doplňující otázky

1. Vyzkoušej vykonat práci při **zvedání** tělesa.
2. Vyzkoušej vykonat práci při **překlápění** tělesa.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKYNázev úlohy: **5.9 Mechanická práce**

Jméno:

Třída:

Datum:

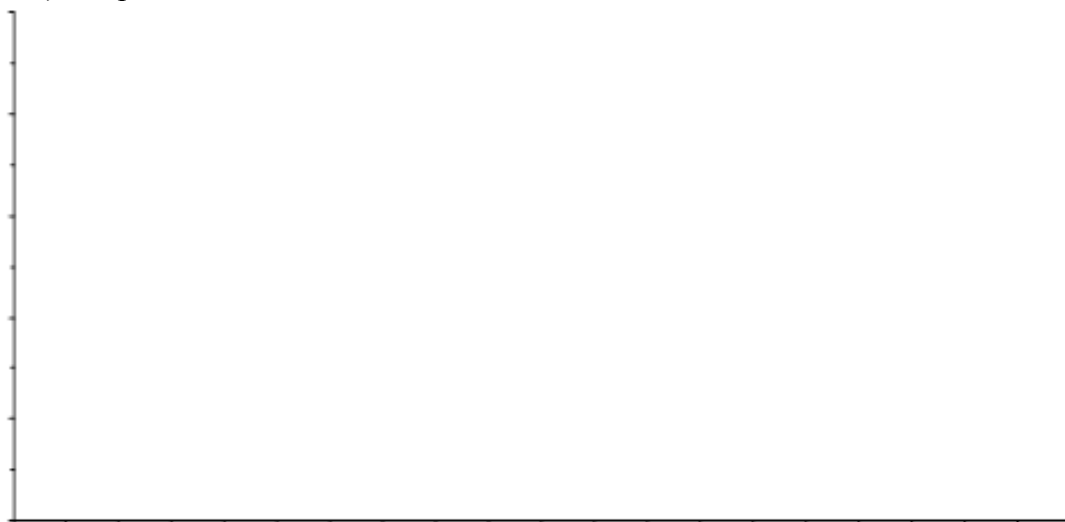
Spolupracovali:

Podmínky měření:

Teplota:

Tlak:

Vlhkost:

1. Graf závislosti působící síly na dráze**a) 1. pružina:****b) 2. pružina:****2. Co je grafem závislosti síly na dráze?**

3. Co v grafu závislosti síly na dráze vyjadřuje vykonanou práci?

4. Velikost vykonané práce

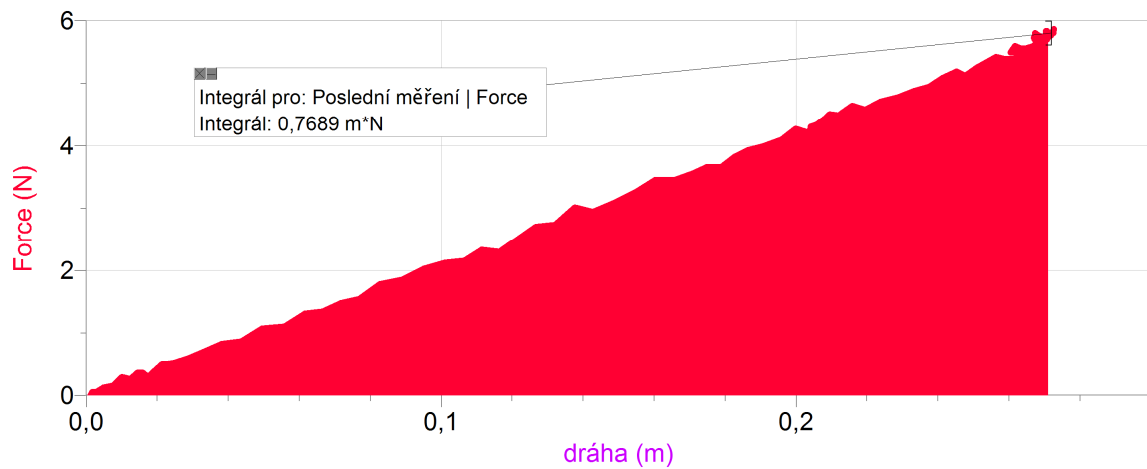
1. pružina	2. pružina

5. Závěr

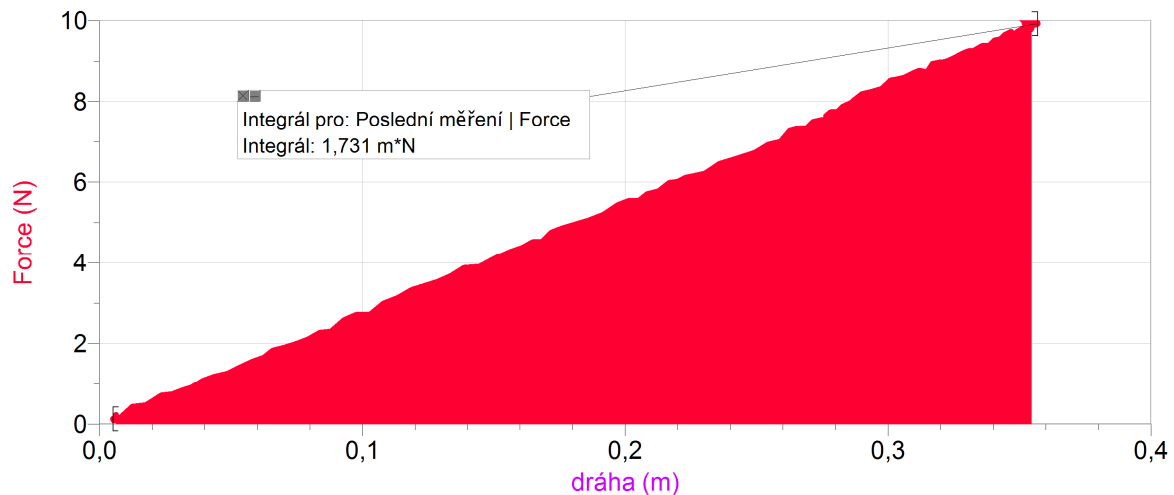
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.9 Mechanická práce	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 22 °C
Datum:	Tlak: 1008 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 45%

1. Graf závislosti působící síly na dráze

a) 1. pružina:



b) 2. pružina:



2. Co je grafem závislosti síly na dráze?

grafem je polopřímka

3. Co v grafu závislosti síly na dráze vyjadřuje vykonanou práci?

obsah plochy pod křivkou grafu

4. Velikost vykonané práce

1. pružina	2. pružina
0,7689 J	1,731 J

5. Závěr:

Graf závislosti působící síly na dráze není dokonalá polopřímka, protože tělesem nepohybujeme zcela rovnoměrně ve směru pohybu. Vypočítaná práce je tedy přibližná. Navíc z uvedených grafů vyplývá, že druhá pružina má větší tuhost, jelikož k jejímu protažení o stejnou jednotku délky je zapotřebí větší síly.

Fyzikální princip

Účinnost η strojů je určena podílem výkonu P a příkonu P_0 . Udáváme ji v procentech.

Cíl

Určit **účinnost** rychlovarné konvice a porovnat ji s účinností dalších známých strojů (zařízení).

Pomůcky

Rychlovarná konvice, wattmetr (ENERGY CHECK 3000) nebo wattmetr WU-PRO-I, LabQuest, teploměr TMP-BTA, odměrný válec.

**Schéma**

Postup

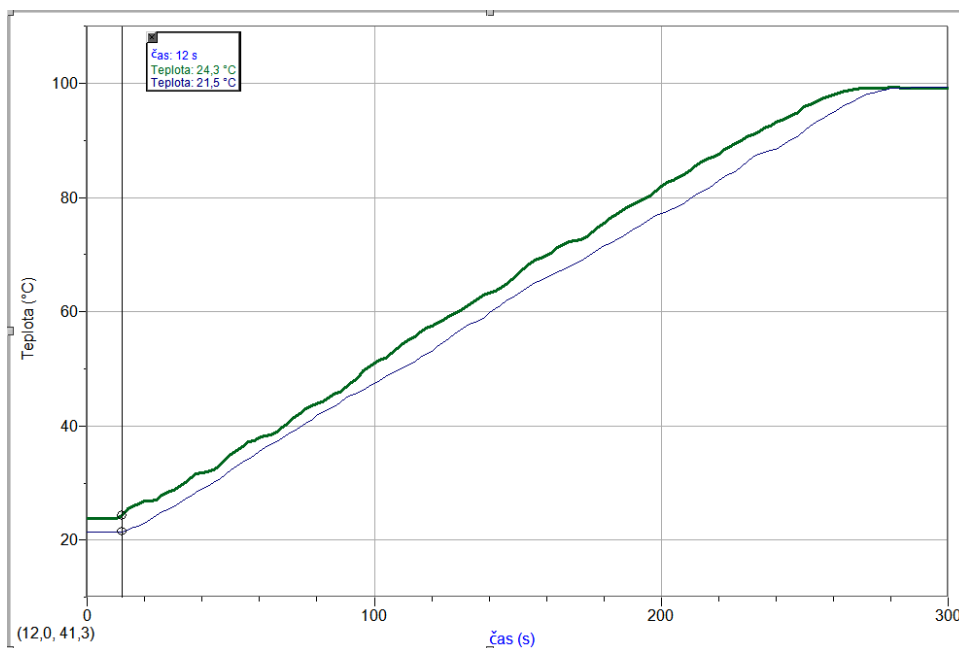
1. Přístroje propojíme podle schéma. Teploměr TMP-BTA zapojíme do konektoru CH 1 LabQuestu.
2. Zapišeme jmenovitý příkon konvice $P_{0j} = \dots\dots\dots$ W.



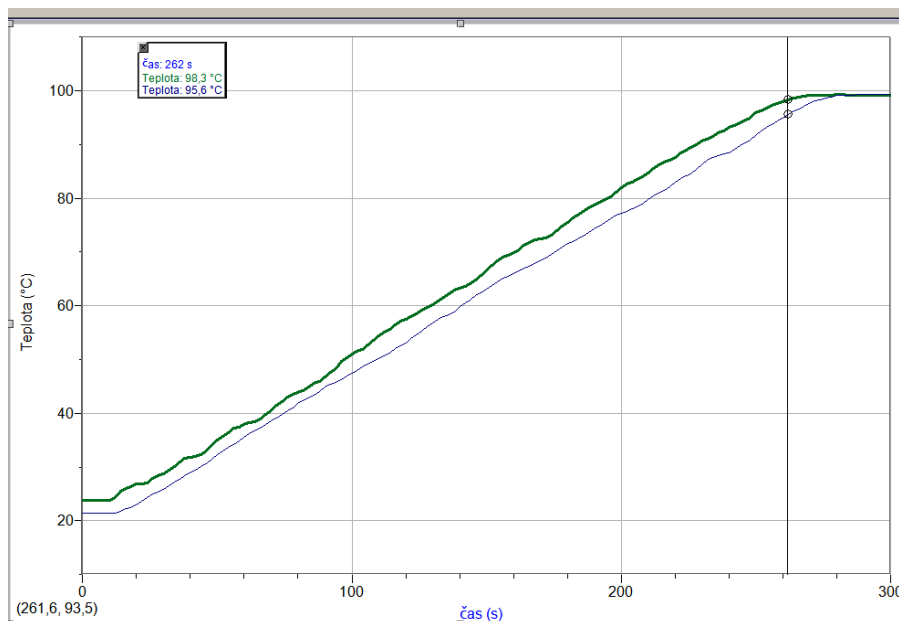
3. Konvici naplníme pomocí odměrného válce 1 litrem (případně 1,5 litrem) vody.
4. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 300 s, Frekvence: 1 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu.



5. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu, zapneme konvici.
6. Zapišeme příkon konvice (z wattmetru) $P_0 = \dots\dots\dots$ W.
7. Zapišeme hmotnost vody v konvici $m = \dots\dots\dots$ kg.
8. Sledujeme průběh měření (300 s).



9. Měření můžeme zopakovat pro jinou konvici.



10. Z grafu odečteme na začátku a na konci rostoucí části grafu počáteční čas a teplotu:
 $t_1 = \dots\dots\dots$ s, $t_1 = \dots\dots\dots$ °C a konečný čas a teplotu: $t_2 = \dots\dots\dots$ s, $t_2 = \dots\dots\dots$ °C.
11. Vypočítáme změnu času $\Delta t = t_2 - t_1 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ s a změnu teploty
 $\Delta t = t_2 - t_1 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ °C.
12. Vypočítáme teplo potřebné k ohřátí vody $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot \dots\dots\dots \cdot \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J.
13. Vypočítáme výkon konvice $P = Q/\Delta t = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ W.
14. Vypočítáme účinnost konvice $\eta = (P/P_0) \cdot 100\% = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots \cdot 100\% = \dots\dots\dots$ %.

Doplňující otázky

1. Jak závisí teplota vody na čase (viz průběh grafu)?
2. Porovnej účinnost této konvice s účinností jiné konvice.
3. Porovnej účinnost ohřívání vody pomocí elektrovarné konvice s účinností ohřívání vody plamenem. Proveď stejné měření s lihovým kahanem a urči účinnost.
4. Porovnej účinnost konvice s účinností jiných známých zařízení (spalovací motor, transformátor, elektromotor, parní turbína, ...).
5. Proč graf začíná a končí vodorovnou částí?
6. Jak funguje rychlovarná konvice?

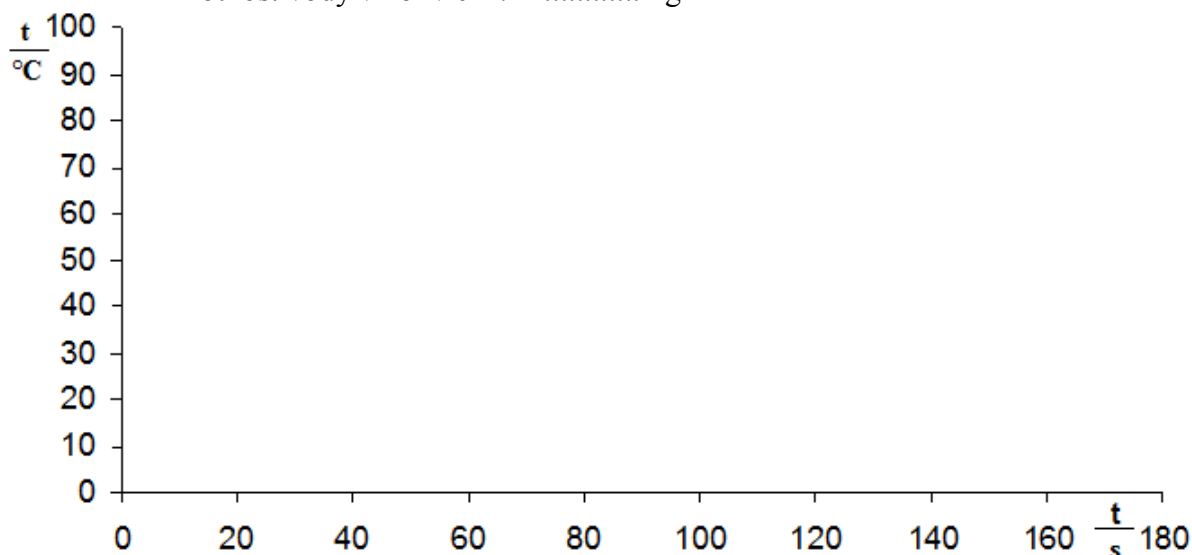
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.10 Účinnost rychlovarné konvice	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Rychlovarná konvice č. 1

- jmenovitý příkon konvice $P_{0j} = \dots\dots\dots$ W

- příkon konvice (z wattmetru) $P_0 = \dots\dots\dots$ W

- hmotnost vody v konvici $m = \dots\dots\dots$ kg



Z grafu odečteme na začátku a na konci rostoucí části grafu počáteční čas a teplotu:

$t_1 = \dots\dots\dots$ s, $t_1 = \dots\dots\dots$ °C a konečný čas a teplotu: $t_2 = \dots\dots\dots$ s, $t_2 = \dots\dots\dots$ °C.

Vypočítáme změnu času $\Delta t = t_2 - t_1 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ s a změnu teploty

$\Delta t = t_2 - t_1 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ °C.

Vypočítáme teplo potřebné k ohřátí vody $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot \dots\dots\dots \cdot \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J.

Vypočítáme výkon konvice $P = Q/\Delta t = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ W.

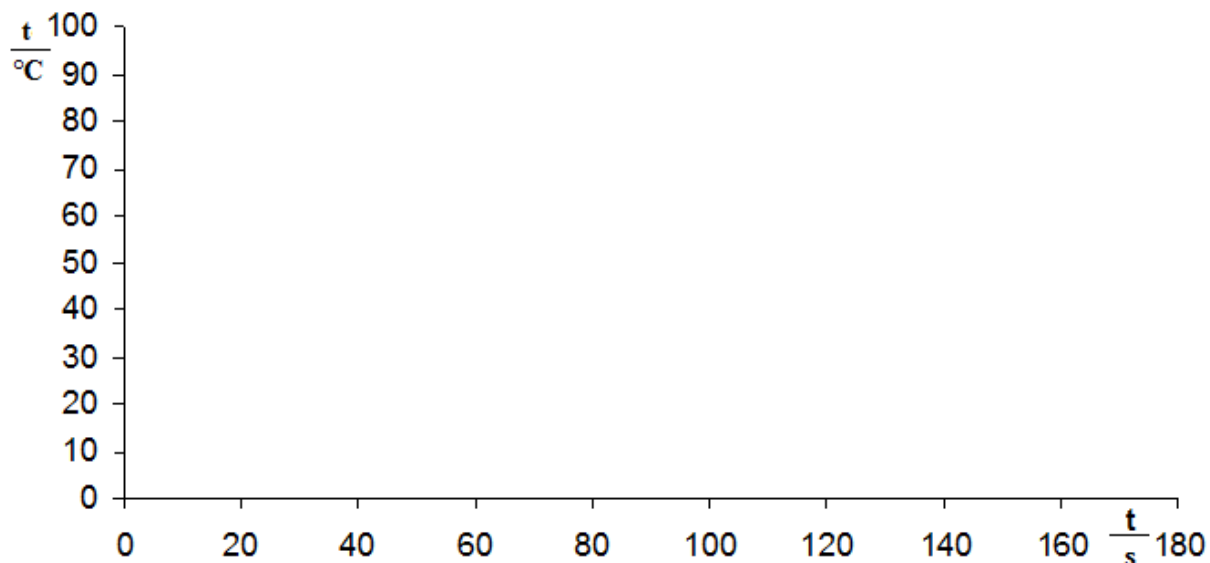
Vypočítáme účinnost konvice $\eta = (P/P_0) \cdot 100\% = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots \cdot 100\% = \dots\dots\dots$ %.

2. Rychlovarná konvice č. 2

- jmenovitý příkon konvice $P_{0j} = \dots\dots\dots$ W

- příkon konvice (z wattmetru) $P_0 = \dots\dots\dots$ W

- hmotnost vody v konvici $m = \dots\dots\dots$ kg



Z grafu odečteme na začátku a na konci rostoucí části grafu počáteční čas a teplotu:

$t_1 = \dots\dots\dots$ s, $t_1 = \dots\dots\dots$ °C a konečný čas a teplotu: $t_2 = \dots\dots\dots$ s, $t_2 = \dots\dots\dots$ °C.

Vypočítáme změnu času $\Delta t = t_2 - t_1 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ s a změnu teploty

$\Delta t = t_2 - t_1 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ °C.

Vypočítáme teplo potřebné k ohřátí vody $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot \dots\dots\dots \cdot \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J.

Vypočítáme výkon konvice $P = Q/\Delta t = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ W.

Vypočítáme účinnost konvice $\eta = (P/P_0) \cdot 100\% = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots \cdot 100\% = \dots\dots\dots$ %.

3. Doplňující otázky:

1) Jak závisí teplota vody na čase (viz průběh grafu)?

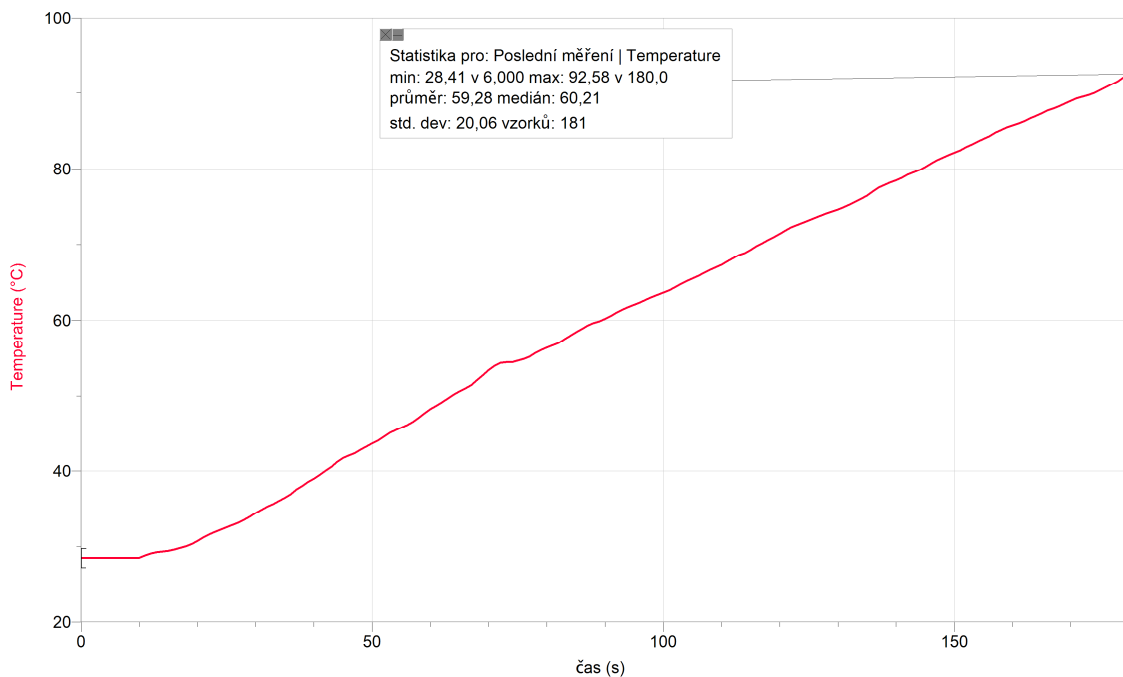
2) Porovnej účinnost konvice s účinností jiných známých zařízení (spalovací motor, transformátor, elektromotor, parní turbína,...).

3) Proč graf začíná a končí vodorovnou částí?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.10 Účinnost rychlovarné konvice	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Rychlovarná konvice č. 1

- jmenovitý příkon konvice $P_{0j} = 2000 \text{ W}$
- příkon konvice (z wattmetru) $P_0 = 1790 \text{ W}$
- hmotnost vody v konvici $m = 1 \text{ kg}$



Z grafu odečteme na začátku a na konci rostoucí části grafu počáteční čas a teplotu:

$$t_1 = 0 \text{ s}, t_1 = 28,4 \text{ °C} \text{ a konečný čas a teplotu: } t_2 = 180 \text{ s}, t_2 = 92,6 \text{ °C}.$$

Vypočítáme změnu času $\Delta t = t_2 - t_1 = 180 - 0 = 180 \text{ s}$ a změnu teploty

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 92,6 - 28,4 = \mathbf{64,2 \text{ °C}}.$$

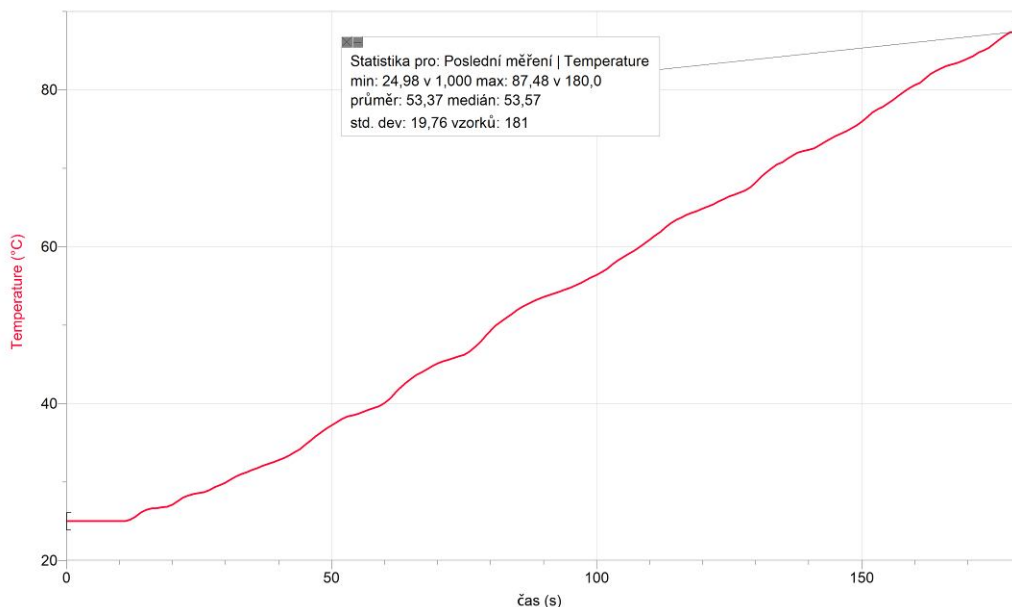
Vypočítáme teplo potřebné k ohřátí vody $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot 1 \cdot 64,2 = \mathbf{268\,356 \text{ J}}$.

Vypočítáme výkon konvice $P = Q/\Delta t = 268\,356 / 180 = \mathbf{1491 \text{ W}}$.

Vypočítáme účinnost konvice $\eta = (P/P_0) \cdot 100\% = (1491 / 1790) \cdot 100\% = \mathbf{83\%}$.

2. Rychlovarná konvice č. 2

- jmenovitý příkon konvice $P_{0j} = 2200 \text{ W}$
- příkon konvice (z wattmetru) $P_0 = 1820 \text{ W}$
- hmotnost vody v konvici $m = 1 \text{ kg}$



Z grafu odečteme na začátku a na konci rostoucí části grafu počáteční čas a teplotu:

$$t_1 = 0 \text{ s}, t_1 = 25,0 \text{ °C} \text{ a konečný čas a teplotu: } t_2 = 180 \text{ s}, t_2 = 87,5 \text{ °C}.$$

Vypočítáme změnu času $\Delta t = t_2 - t_1 = 180 - 0 = 180 \text{ s}$ a změnu teploty

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 87,5 - 25,0 = \mathbf{62,5 \text{ °C}}.$$

Vypočítáme teplo potřebné k ohřátí vody $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot 1 \cdot 62,5 = \mathbf{261\,250 \text{ J}}$.

Vypočítáme výkon konvice $P = Q/\Delta t = 261\,250 / 180 = \mathbf{1451 \text{ W}}$.

Vypočítáme účinnost konvice $\eta = (P/P_0) \cdot 100\% = 1451 / 1820 \cdot 100\% = \mathbf{80\%}$.

3. Doplňující otázky:

a) Jak závisí teplota vody na čase (viz průběh grafu)?

Závislost teploty vody na čase je téměř lineární.

b) Porovnej účinnost konvice s účinností jiných známých zařízení (spalovací motor, transformátor, elektromotor, parní turbína, ...).

- účinnost konvice... 80 %
- účinnost spalovacího motoru... kolem 25 %
- účinnost transformátoru... 90 % - 99 %
- účinnost elektromotoru... 55 % - 80 %
- účinnost parní turbíny... 25 % - 35 %

c) Proč graf začíná a končí vodorovnou částí?

Při zapnutí konvice trvá určitou dobu, než se topné těleso zahřeje. Při dosažení teploty kolem 100 °C nedochází již k výraznému nárůstu teploty.

Fyzikální princip

Polohová (potenciální) energie E_p ve výšce h nad zvolenou nulovou hladinou potenciální energie hmotného bodu o hmotnosti m , je dána vztahem $E_p = m \cdot g \cdot h$. **Pohybová (kinetická) energie** E_k hmotného bodu o hmotnosti m , který se pohybuje rychlostí o velikosti v , je dán vztahem $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$.

Součet kinetické a potenciální energie tvoří **celkovou mechanickou energii** $E = E_k + E_p$.

Cíl

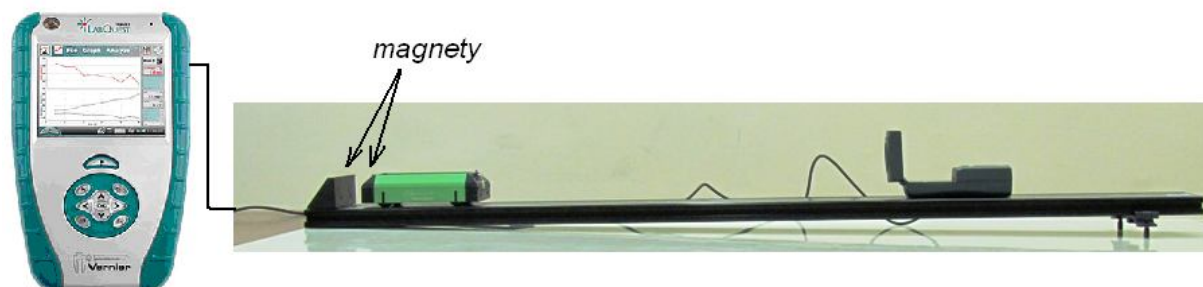
Určit pohybovou a polohovou energii tělesa.

Pomůcky

LabQuest, ultrazvukový senzor MD-BTD, voziček, digitální váha, dráha pro mechaniku VDS.

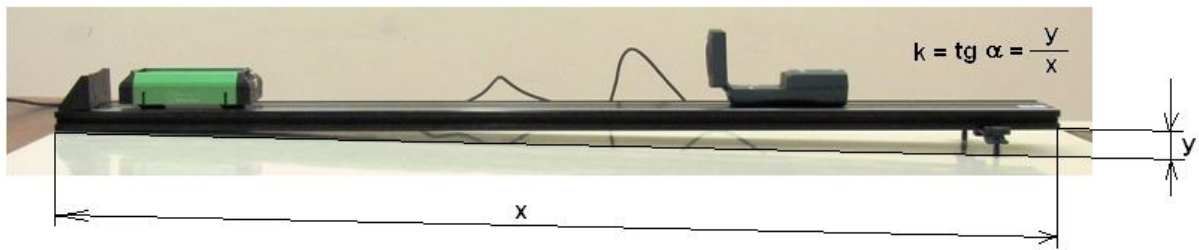


Schéma



Postup

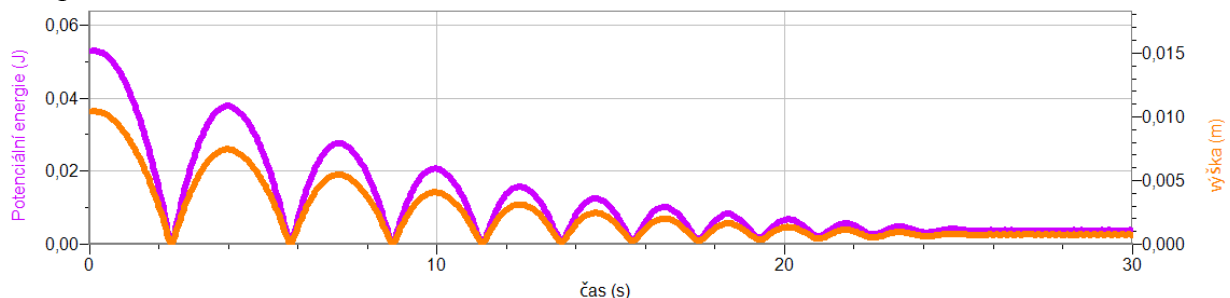
1. Připojíme ultrazvukový senzor MD-BTD nebo GO-MOT do vstupu DIG 1 LabQuestu a ten přes USB do PC. Pomocí digitálních vah určíme hmotnost vozičku.
2. Sestavíme měření podle schéma. Určíme sklon dráhy.



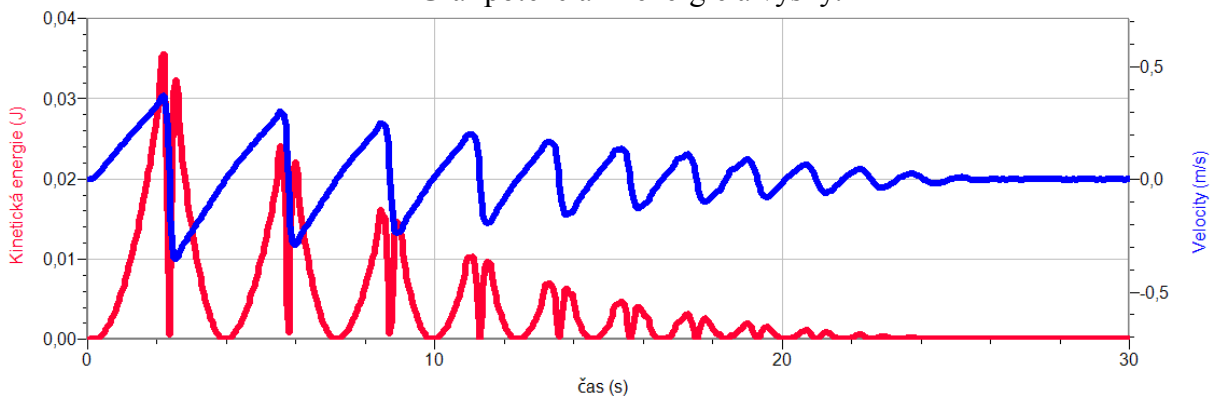
3. Zapneme LabQuest a připojíme k PC. Přepínač ultrazukového senzoru přepneme na vozíček.



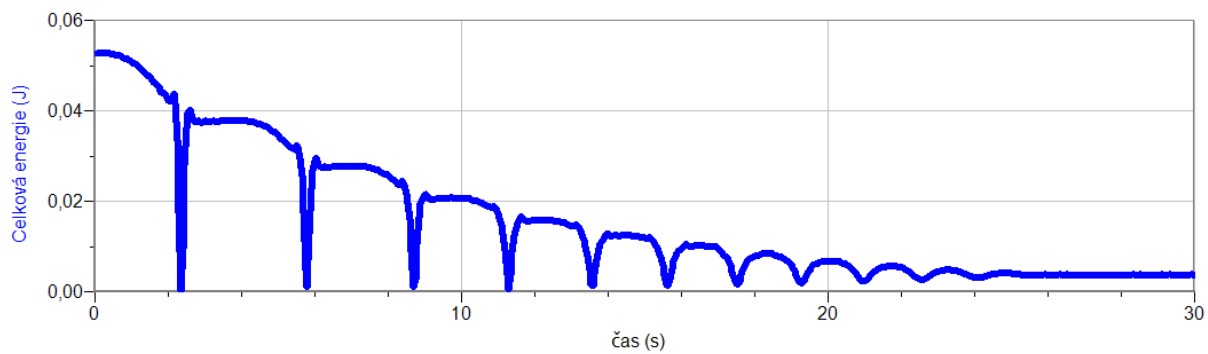
4. V programu LoggerPro v menu Experiment – Sběr dat nastavíme: Délka: 30 s; Vzorkovací frekvence: 20 vzorků/sekunda.
5. V menu Data – Nový dopočítávaný sloupec nastavíme:
- Název: výška; Značka h ; Jednotka: m; Rovnice: $(0,6212 - \text{"vzdálenost"}) * 3/122 - 0,6212$ max. vzdálenost vozíčku od senzoru; 3/122 je sklon dráhy;
 - Název: Potenciální energie; Značka E_p ; Jednotka: J; Rovnice: $0,518 * 9,81 * \text{"výška"} - 0,518$ je hmotnost vozíčku;
 - Název: Kinetická energie; Značka E_k ; Jednotka: J; Rovnice: $0,5 * 0,518 * \text{"Velocity"} * \text{"Velocity"};$
 - Název: Celková energie; Značka E ; Jednotka: J; Rovnice: **"Potenciální energie" + "Kinetická energie"**;
6. Postavíme vozíček 20 cm od ultrazukového senzoru, pustíme ho a současně zapneme sběr dat. Vozíček bude střídavě sjíždět a vyjíždět (po odrazu od magnetického nárazníku) po dráze.



Graf potenciální energie a výšky.



Graf kinetické energie a rychlosti.



Graf celkové energie.

7. Vyslovíme závěr – jak se mění E_k , E_p , E , E_m (magnetická) jak se přeměňují energie, kde se ztrácí?

Doplňující otázky

1. Opakujeme měření pro menší (větší) sklon nebo hmotnost vozičku.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKYNázev úlohy: **5.11 Kinetická a potenciální energie**

Jméno:

Třída:

Datum:

Spolupracovali:

Podmínky měření:

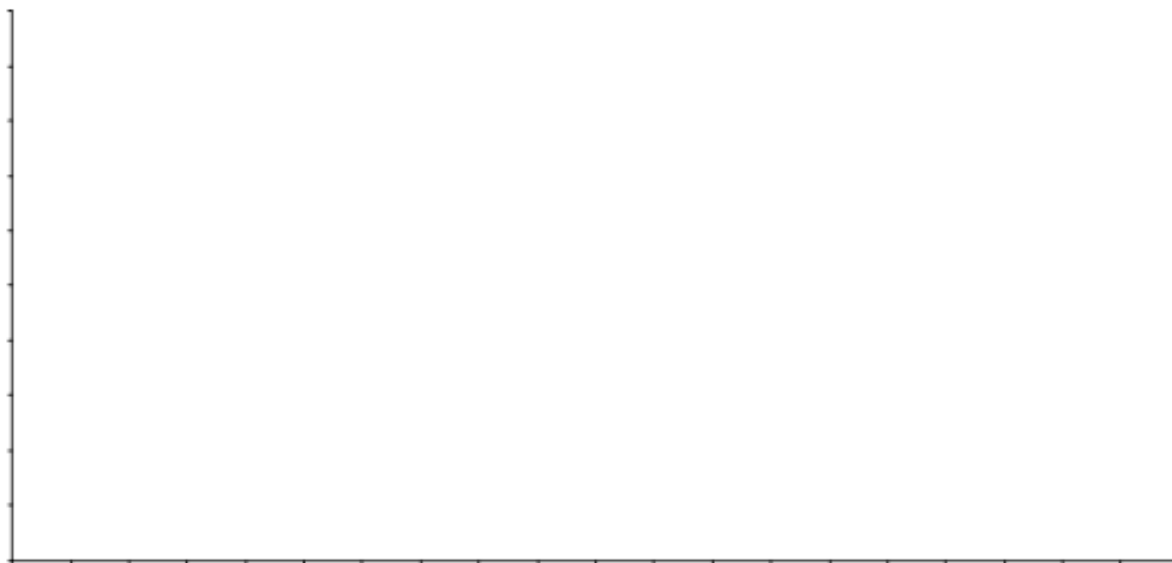
Teplota:

Tlak:

Vlhkost:

1. Graf závislosti rychlosti a kinetické energie na čase:**2. Graf závislosti výšky a potenciální energie na čase:**

3. Graf závislosti celkové mechanické energie na čase:



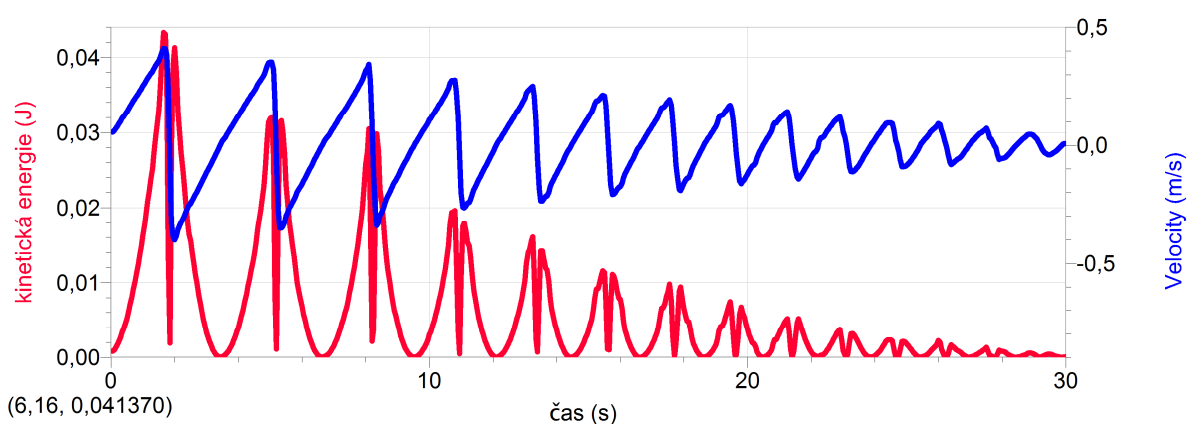
4. Závěr:

Jak se mění E_k , E_p , E , E_m (magnetická)? Jak se přeměňují energie? Kde se ztrácí?

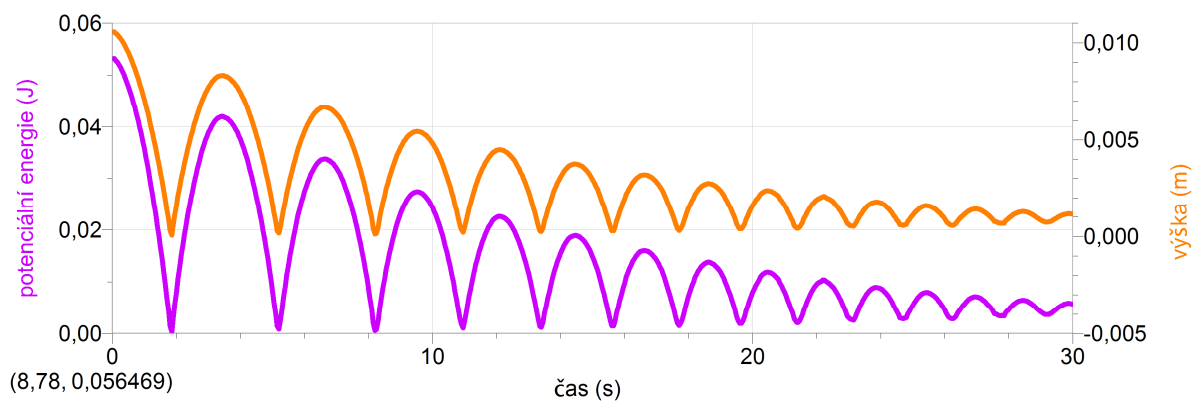
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.11 Kinetická a potenciální energie	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 23 °C
Datum:	Tlak: 1009 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 60%

Hmotnost tělesa: $m = 0,514 \text{ kg}$, náklon: $\alpha \approx 1,4^\circ$

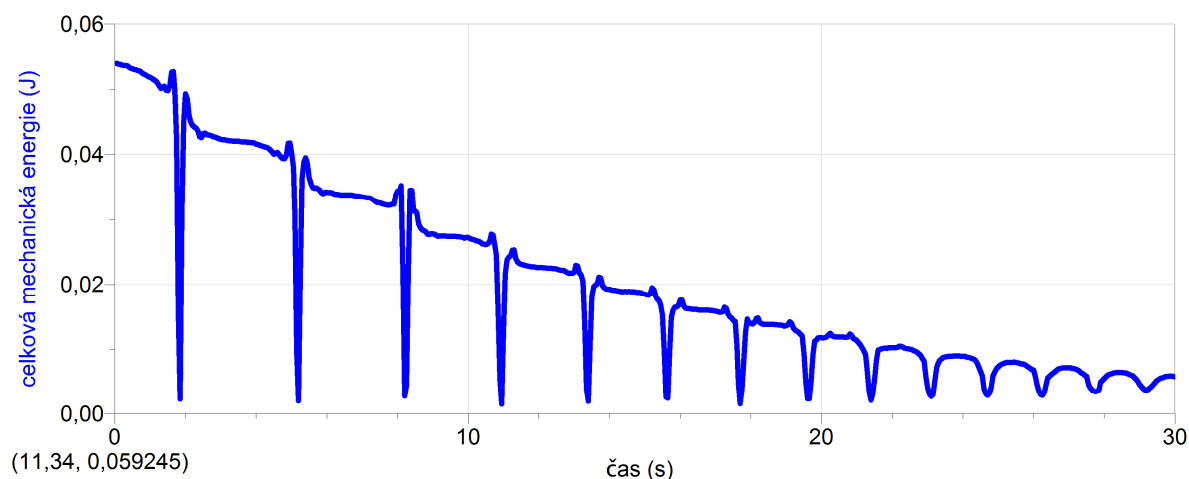
1. Graf závislosti rychlosti a kinetické energie na čase:



2. Graf závislosti výšky a potenciální energie na čase:



3. Graf závislosti celkové mechanické energie na čase:



4. Závěr:

Jak se mění E_k , E_p , E , E_m (magnetická), jak se přeměňují energie, kde se ztrácí?

Z grafů vyplývá následující:

- *Těleso má největší potenciální energii v okamžiku, je-li nejbliže UZ detektoru (v největší výšce). V tomto místě je pohybová energie tělesa nejmenší (nulová).*
- *Při sjíždění tělesa po nakloněné rovině se mění potenciální energie na polohovou.*
- *V nejnižším bodě trajektorie je polohová energie tělesa nejmenší (nulová) a kinetická energie největší. Ovšem v okamžiku změny směru pohybu v nejnižším bodě je kinetická energie nulová. Dochází ke změně magnetické energie na kinetickou a polohovou.*

Celková energie stejně jako oba druhy mechanické energie se postupně snižuje. Mechanická energie se mění na magnetickou energii. Avšak pouze část magnetické energie se mění zpět na mechanickou energii. Část mechanické energie se také ztrácí při tření tělesa s podložkou a v důsledku odporu prostředí.

Gravitační pole

5.12 TÍHOVÉ ZRYCHLENÍ

Fyzikální princip

Působením tíhové síly F_G se pohybuje volně puštěné těleso ve vakuu volným pádem se zrychlením g , které se nazývá **tíhové zrychlení**. U nás je tíhové zrychlení $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Cíl

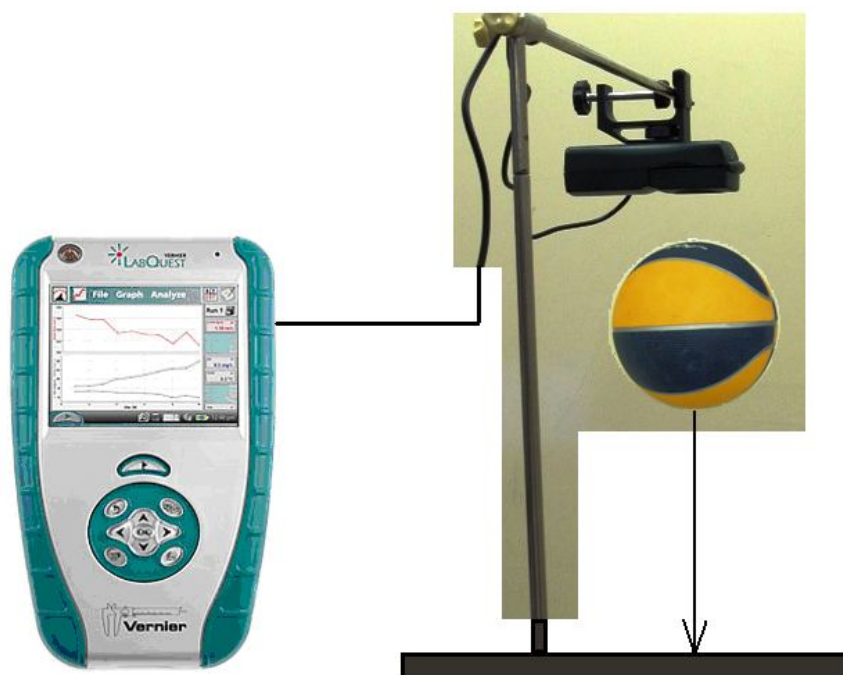
Určit tíhové zrychlení tělesa.

Pomůcky

LabQuest, ultrazvukový senzor MD-BTD, míč, stojan.

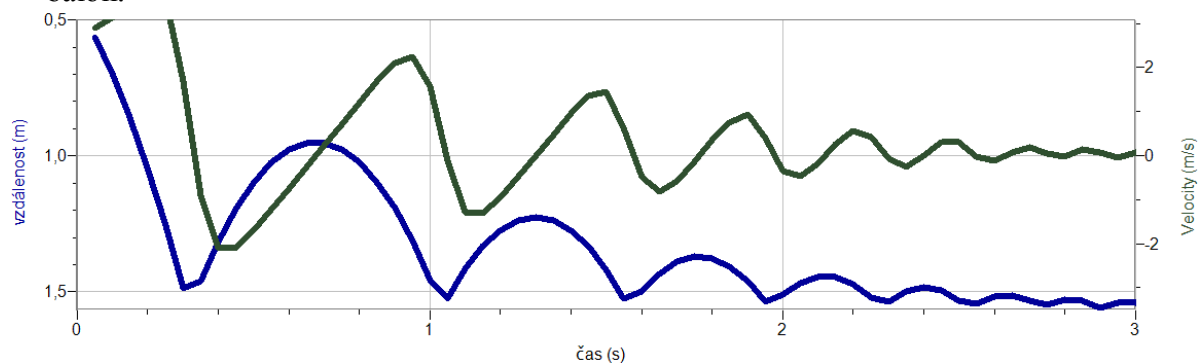


Schéma

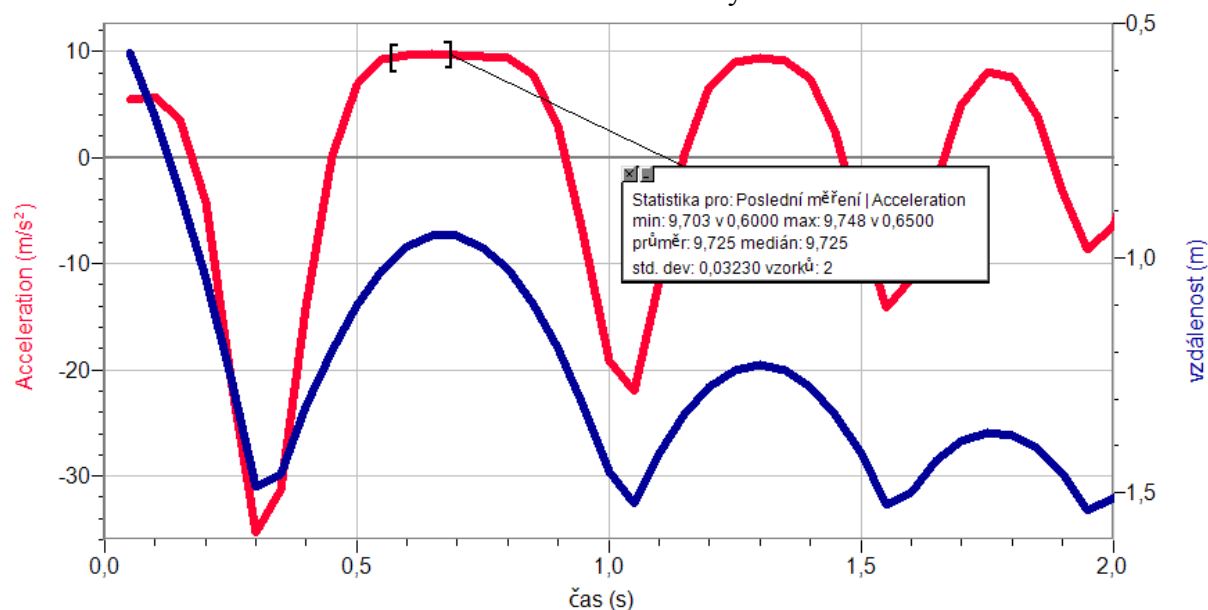


Postup

1. **Připojíme** ultrazvukový senzor MD-BTD nebo GO-MOT do vstupu DIG 1 LabQuestu. LabQuest připojíme k PC přes USB.
2. Sestavíme měření podle schéma. Přepínač na ultrazvukovém senzoru přepneme na „míč“.
3. **Zapneme** LabQuest. Nastartujeme program LoggerPro.
4. V menu Experiment – Sběr dat nastavíme: Délka: 5 s; Vzorkovací frekvence: 20 vzorků/sekunda
5. Na ose y vlevo nastavíme „vzdálenost“ na ose y vpravo „rychlost“. Na druhém grafu nastavíme vlevo na ose y „zrychlení“ na ose y vpravo „vzdálenost“.
6. Balón přidržíme 20 cm od senzoru (asi 1,5 m nad zemí), zapneme sběr dat a pustíme balón.



Graf vzdálenosti a rychlosti.



Graf zrychlení a vzdálenosti.

7. Vyslovíme závěr – velikost **tíhového zrychlení** (menu Analýza – Statistika).

Doplňující otázky

1. Vyzkoušíme jiná tělesa – míče, koule, papírové tácky, ...
2. Zkus zaznamenat volný pád pomocí mikrofону (kuličkový padostroj).
3. Zkus zaznamenat volný pád pomocí světelného senzoru (hřeben pro volný pád).

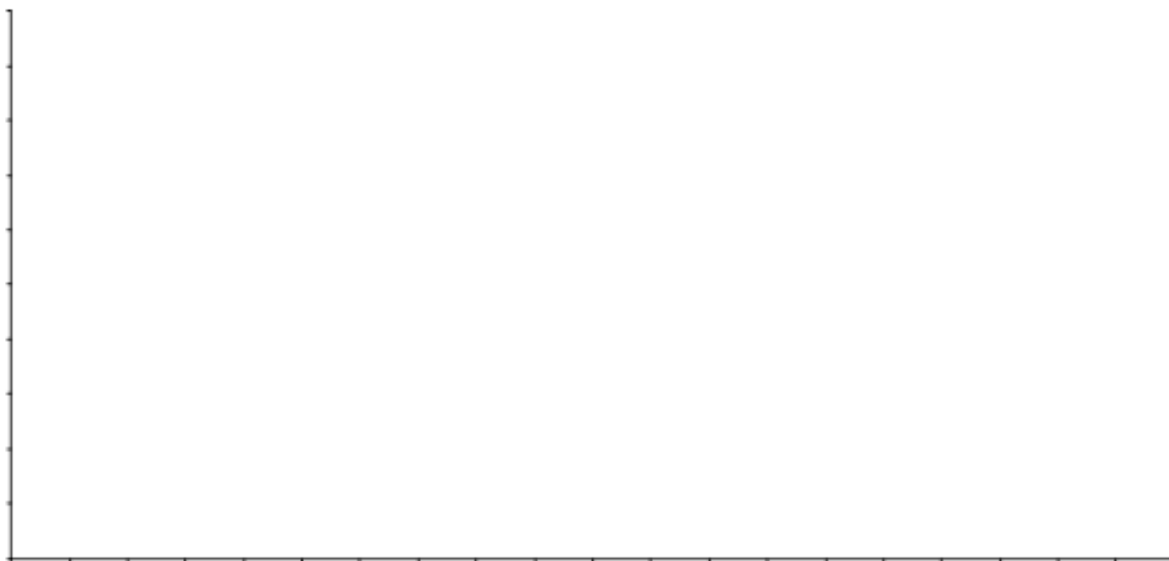
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.12 Tíhové zrychlení	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Graf závislosti vzdálenosti, rychlosti a zrychlení tělesa na čase:

a) Míč



b) papírové tácky

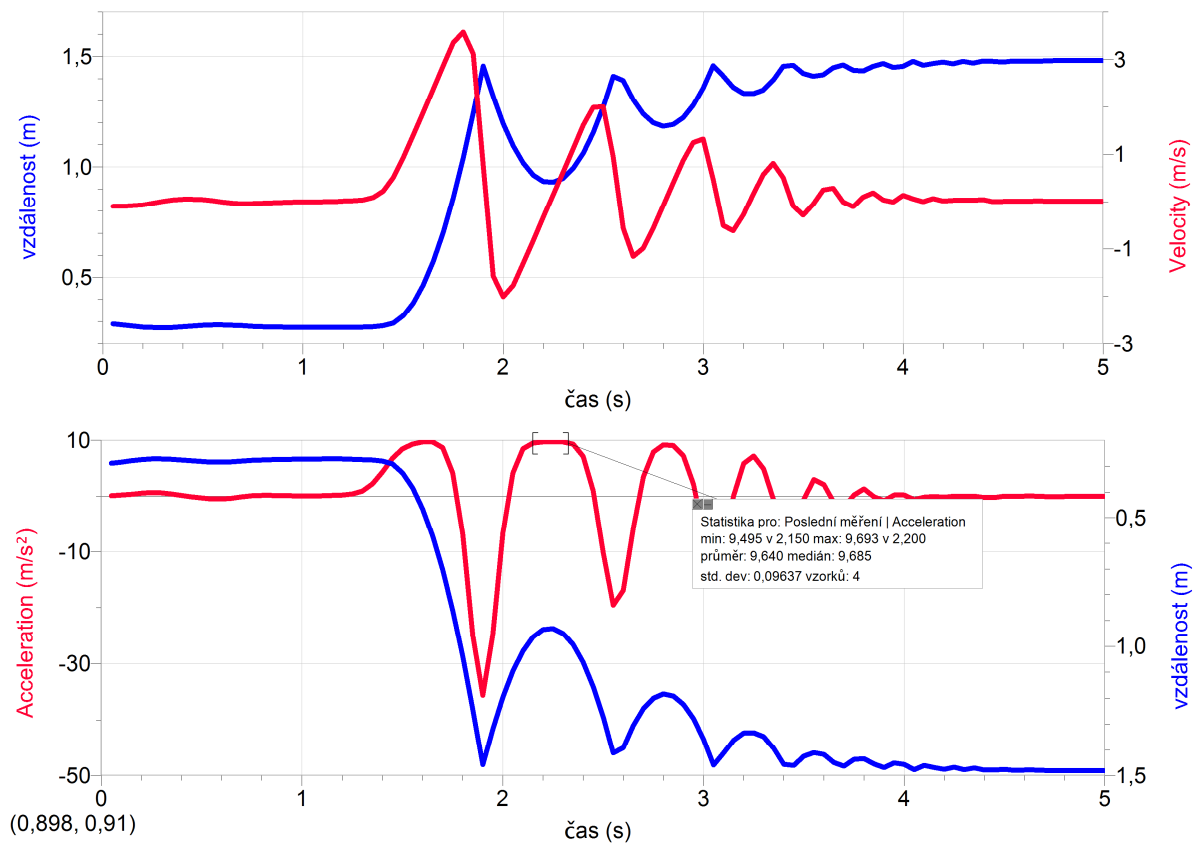


2. Závěr:

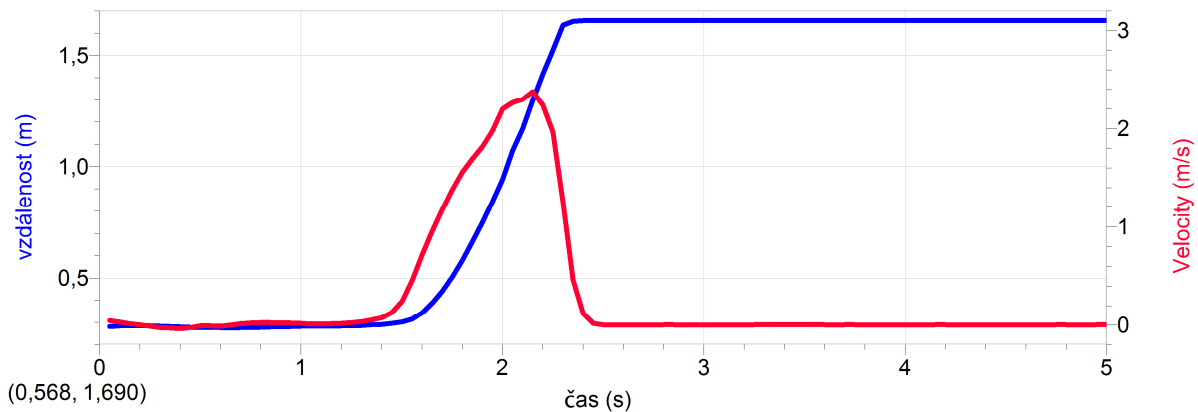
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.12 Tíhové zrychlení	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 23 °C
Datum:	Tlak: 1014 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 62%

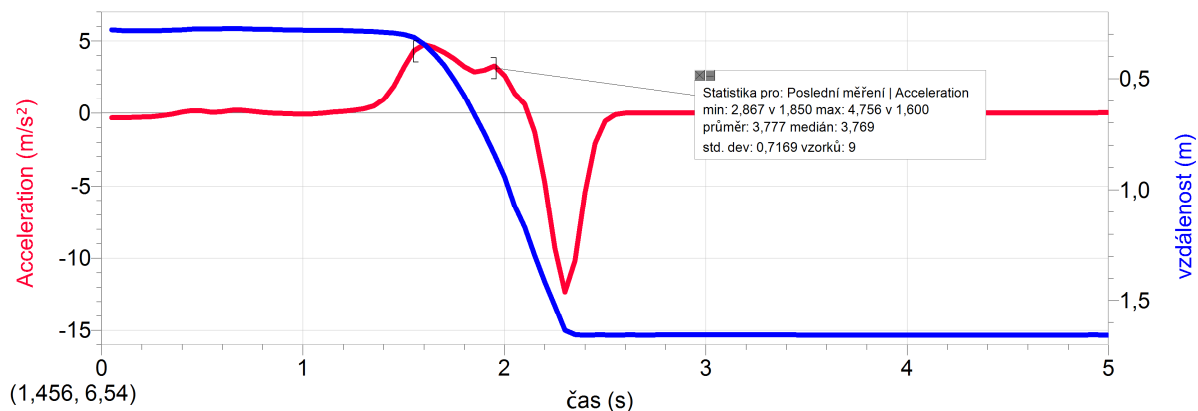
1. Graf závislosti vzdálenosti, rychlosti a zrychlení tělesa na čase:

a) míč

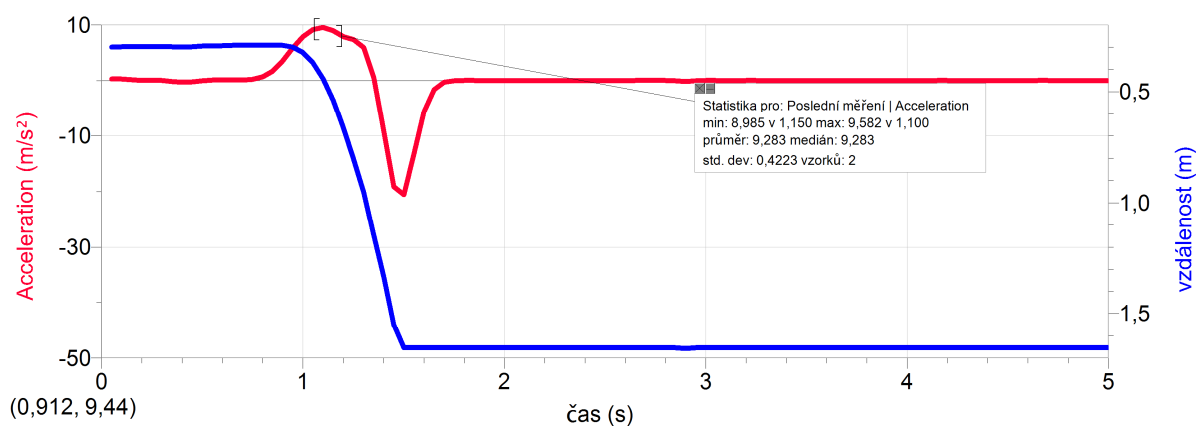
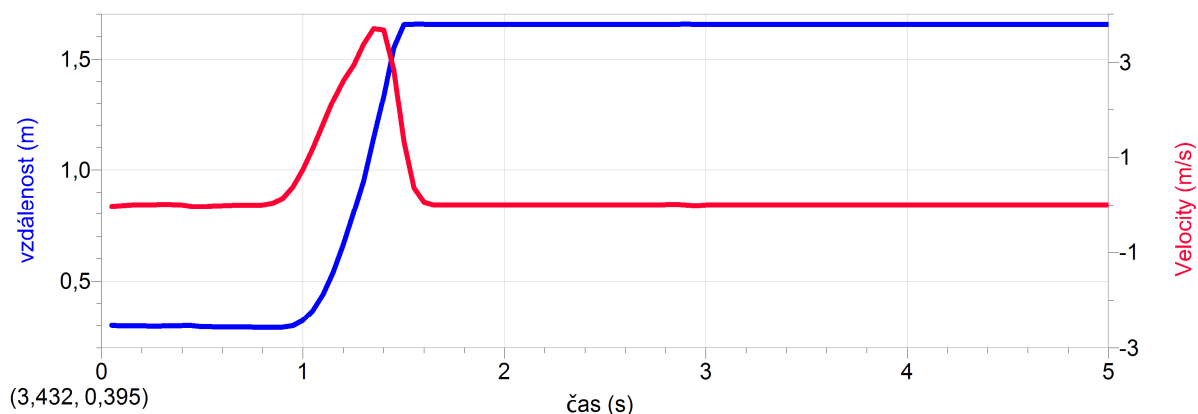


b) papírové tácky





c) kniha



2. Závěr:

Tíhové zrychlení pro naši zeměpisnou polohu ve vakuu v blízkosti povrchu Země: $g \approx 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Naměřené maximální hodnoty ve vzduchu v blízkosti povrchu Země:

míč: $g \approx 9,70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

papírový tácek: $g \approx 4,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

kniha: $g \approx 9,60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Vzhledem k tomu, že měření probíhalo v odporovém prostředí, naměřil jsem menší hodnotu tíhového zrychlení. Velikost tíhového zrychlení tedy závisí jak na hmotnosti tělesa, tak na součiniteli odporu tělesa, který vyjadřuje závislost odporu prostředí na tvaru tělesa. V případě míče působila nejmenší odporová síla a v případě lehkého papírového táčku působila největší odporová síla.

Fyzikální princip

Tlak v kapalině vyvolaný hydrostatickou tlakovou silou se nazývá **hydrostatický tlak** p_h . Hydrostatický tlak v hloubce h pod volným povrchem kapaliny o hustotě ρ je $p_h = \rho \cdot h \cdot g$.

Cíl

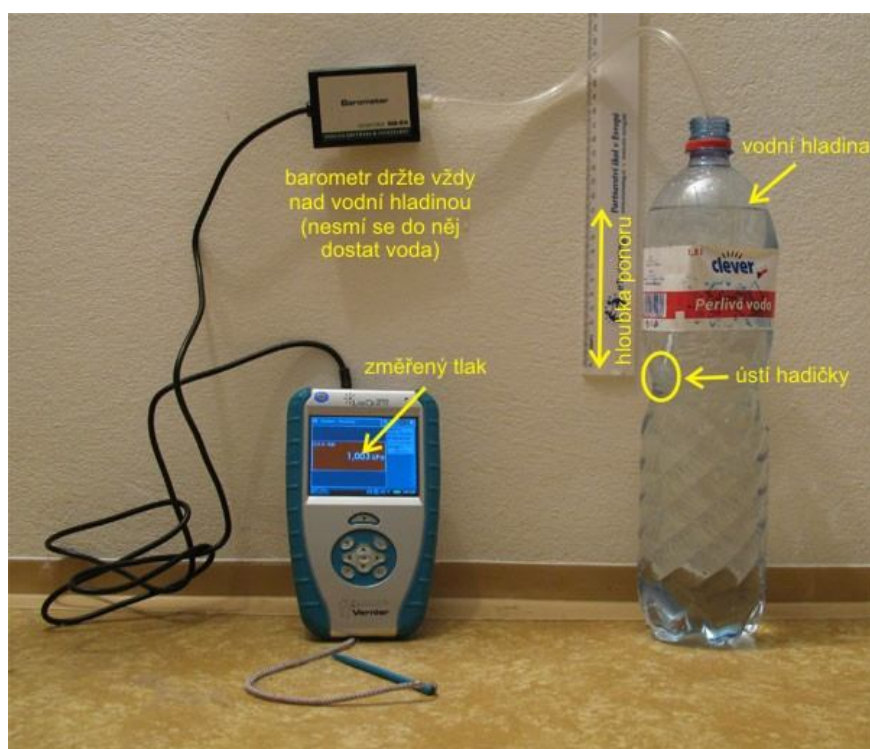
Ověřit závislost hydrostatického tlaku p_h na hloubce h .

Pomůcky

LabQuest, senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím, odměrný válec (nebo PET láhev), pravítko, balónek.



Schéma

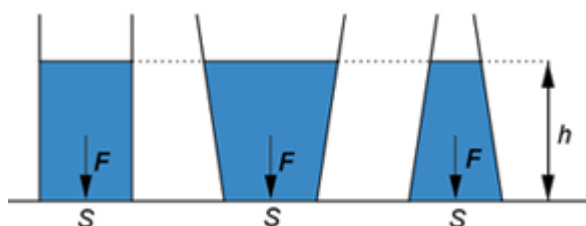


Postup

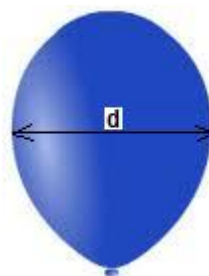
1. Připojíme senzor tlaku GPS-BTA (je možné použít i BAR-BTA) do vstupu CH1 LabQuestu. Našroubujeme hadičku na závit senzoru.
2. Zapneme LabQuest a v základním menu Senzory zvolíme Záznam dat... Nastavíme Režim: Události + hodnoty; Název: Hloubka; Jednotky: cm. V menu Senzory zvolíme Vynulovat.
3. Zvolíme okno Graf. Na svislé ose je tlak a na vodorovné ose hloubka.
4. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu. Objeví se nové tlačítko pro vložení události – hloubky. Stiskneme toto tlačítko a vložíme hloubka 0 cm. Tlakoměr držíme nad vodní hladinou (nesmí se do něj dostat voda)!!!
5. Zasuňme ústí hadičky do hloubky 1 cm a opakujeme vložení události. Pak postupně ponořujeme 2, 3, 4, ..., 20 cm.
6. V menu Analýza zvolíme Fitovat křivku - Tlak. Vybereme typ rovnice Lineární funkce (Přímá úměrnost).
7. Zapišeme si rovnici funkce $p_h = f(h)$ i s koeficienty.

Doplňující otázky

1. Zkus stejné měření pro jinou kapalinu.
2. Zkus stejné měření pro různé tvary nádob – **hydrostatické paradoxon**.



3. Zkus změřit závislost tlaku plynu p uvnitř balónku na průměru d balónku. Proved' analýzu naměřené funkce.



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.13 Hydrostatický tlak. Tlak v balónku	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:

- запишите rovnici funkce $p_h = f(h)$ i s koeficienty:

2. Stejné měření proved'te pro jinou kapalinu.

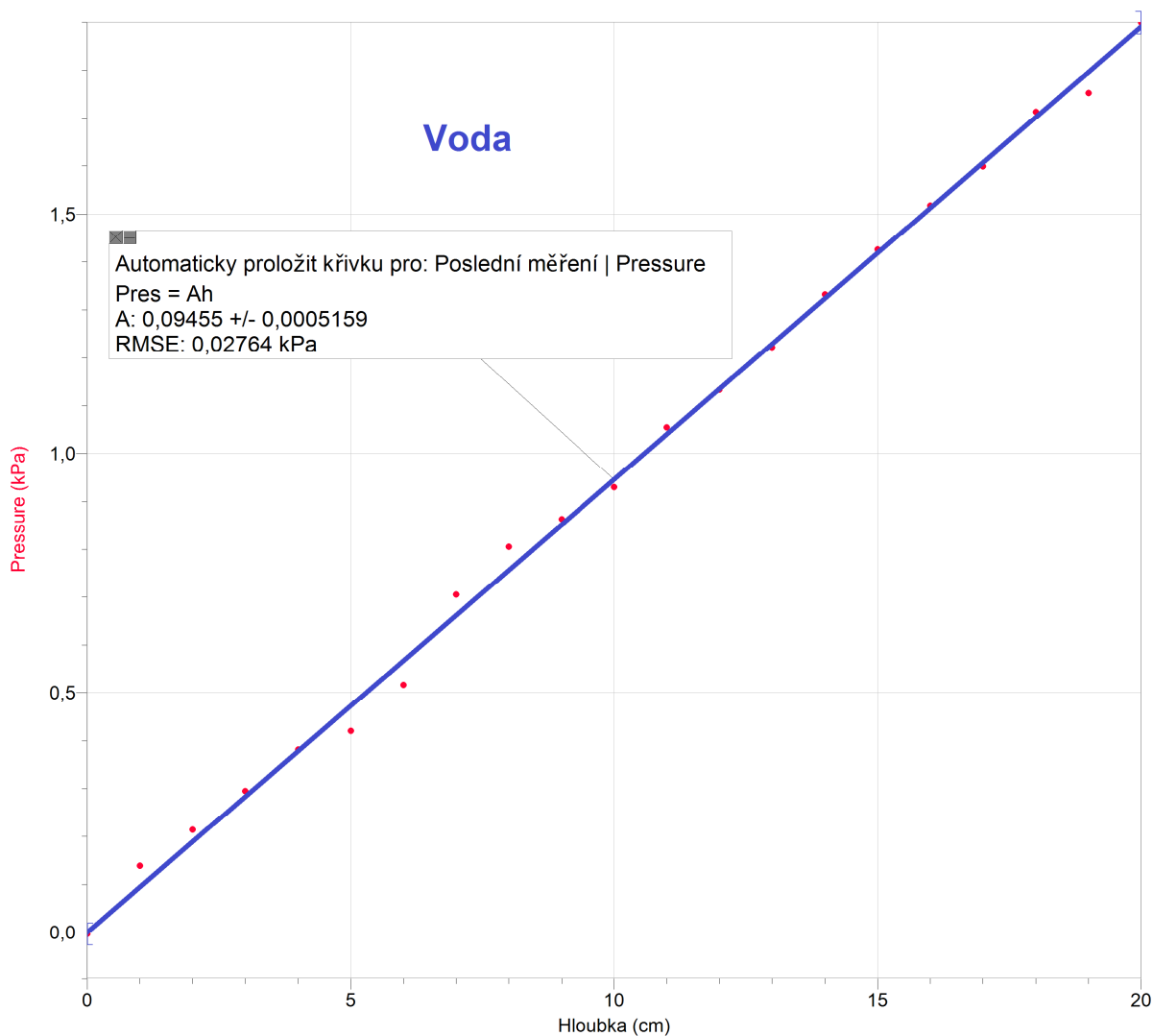
- запишите rovnici funkce $p_h = f(h)$ i s koeficienty:

3. Zkus stejné měření pro různé tvary nádob – **hydrostatické paradoxon.**

- *hydrostatický tlak nezávisí na*

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.13 Hydrostatický tlak. Tlak v balónku	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

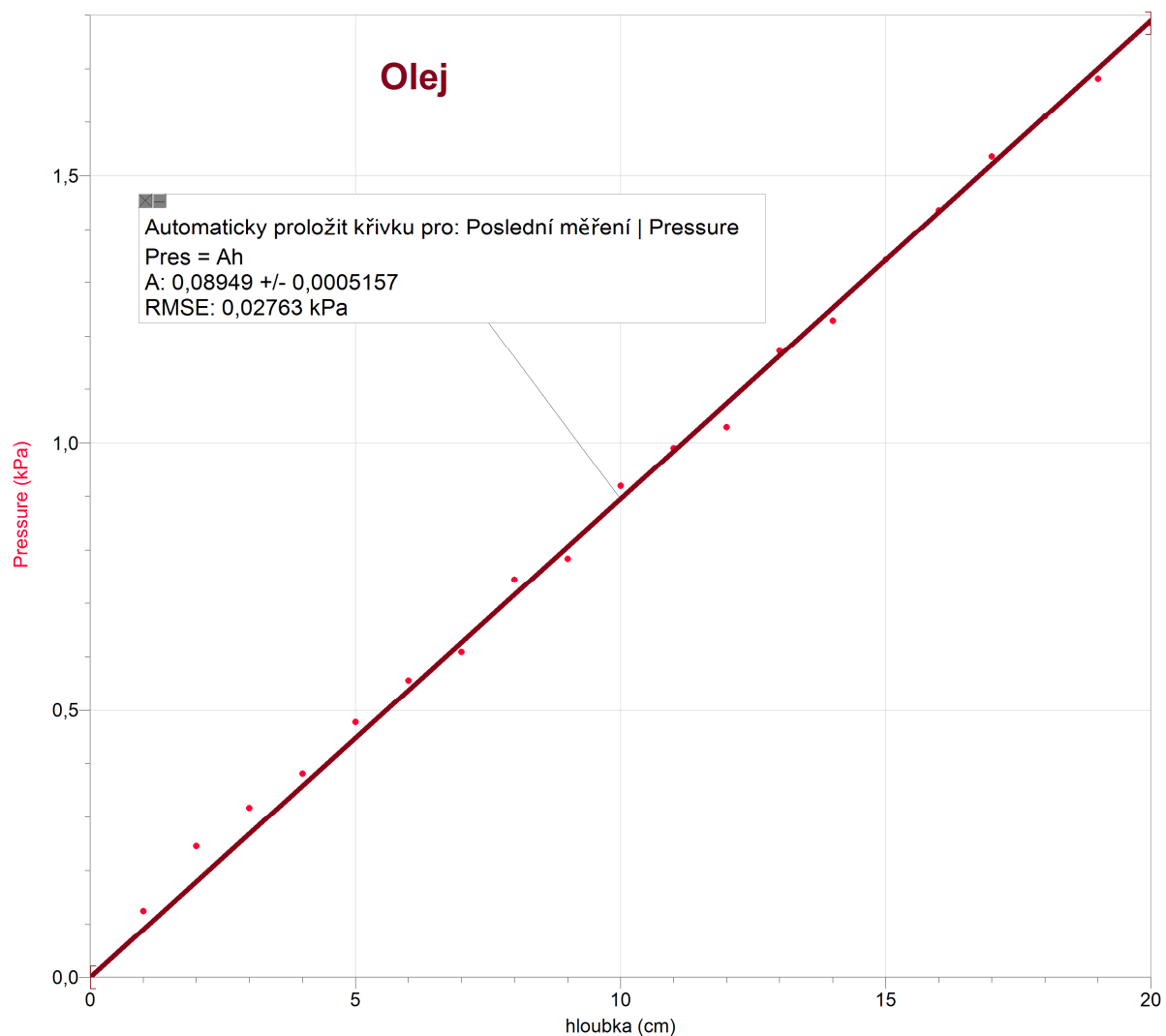
1. Graf:



Zapište rovnici funkce $p_h = f(h)$ i s koeficienty:

$$p_h = 0,09455h$$

2. Stejně měření proved'te pro jinou kapalinu.



Zapište rovnici funkce $p_h = f(h)$ i s koeficienty:

$$p_h = 0,08949 \cdot h$$

3. Zkus stejné měření pro různé tvary nádob – **hydrostatické paradoxon**.

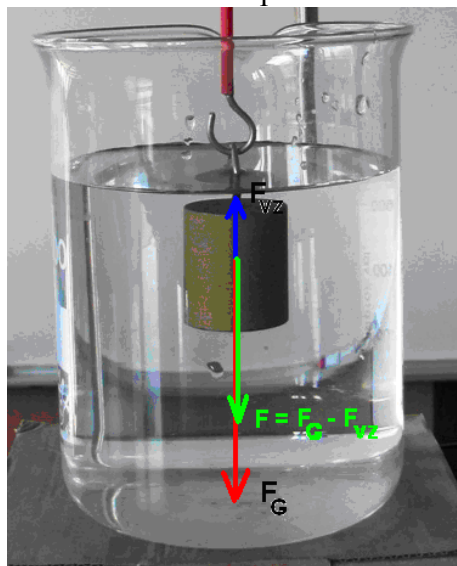
Hydrostatický tlak nezávisí na tvaru nádoby a na objemu kapaliny.

Fyzikální princip

Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou F_{vz} , jejíž velikost se rovná tíze kapaliny stejného objemu, jako je objem ponořené části tělesa (**Archimedův zákon**). Pro vztlakovou sílu platí $F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g$; kde V je objem ponořené části tělesa, ρ je **hustota** kapaliny, g je **tíhové zrychlení**.

Hustotu tělesa můžeme vypočítat ze znalosti velikosti sil: $\rho_t = \frac{F_G}{F_G - F} \cdot \rho_k = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$, kde F_G

je tíhová síla (těleso zavěšené na siloměru na vzduchu), F_{vz} je vztlaková síla, F je výsledná síla (těleso zavěšené na siloměru ponořené do kapaliny) působící na těleso ($F = F_G - F_{vz}$).



$$F = F_G - F_{vz} = Vg(\rho_t - \rho_k)$$

Cíl

Určit tíhovou sílu F_G , výslednou sílu F a vztlakovou sílu F_{vz} . Určit hustotu pevné látky ρ_t

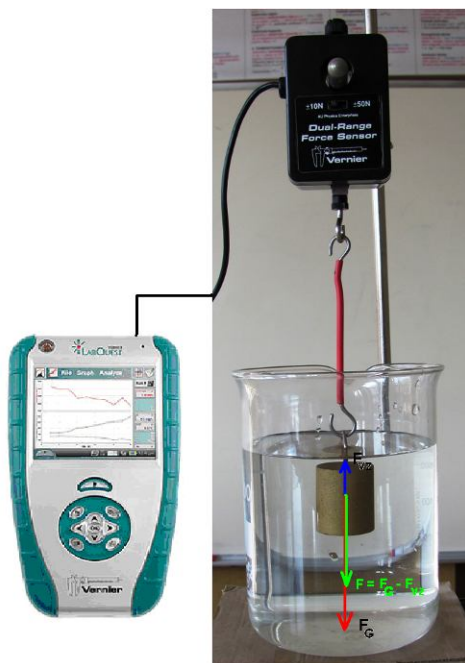
tělesa pomocí Archimedova zákona: $\rho_t = \frac{F_G}{F_G - F} \cdot \rho_k = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$.

Pomůcky



LabQuest, siloměr DFS-BTA, nádoba s vodou, těleso (a), stojan.

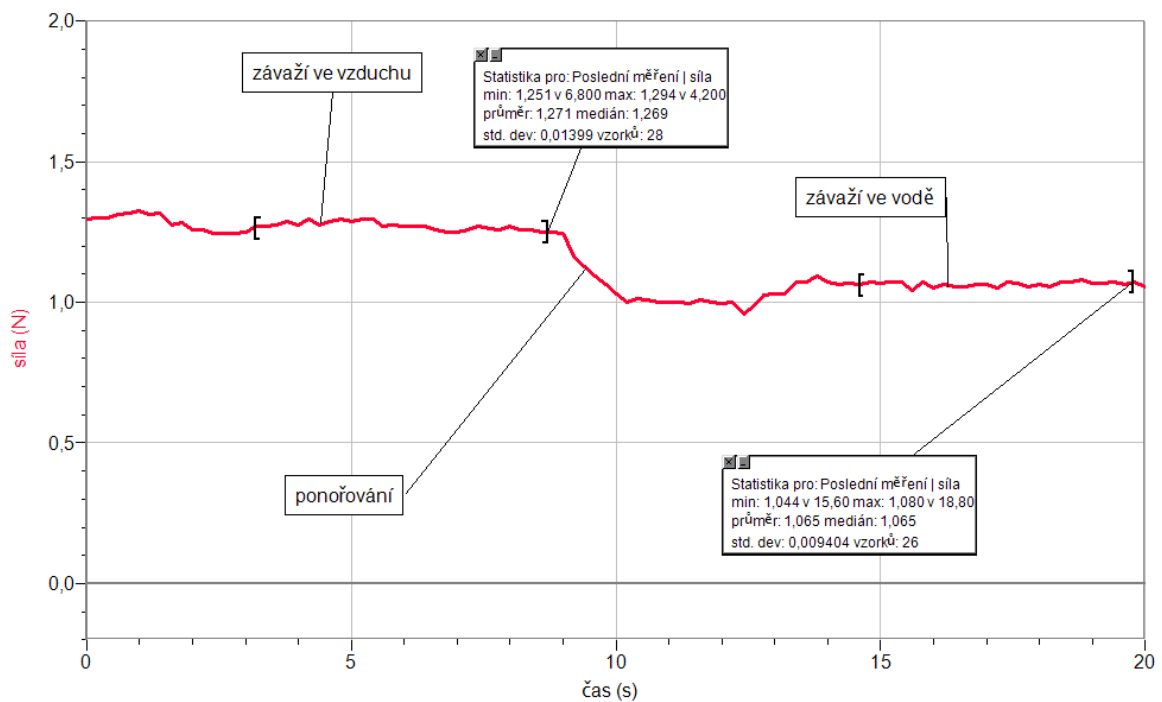


Schéma



Postup

1. Siloměr DFS-BTA upevníme na stativ (podle schéma) a zapojíme do CH 1 LabQuestu.
2. Zapneme LabQuest.
3. Vynulujeme siloměr v menu Sensory – Vynulovat.
4. Nastavíme v menu Sensory – Záznam dat: Trvání: 20 s, Frekvence: 5 čtení/s. Zvolíme zobrazení Graf .
5. Na siloměr zavěšíme těleso (závaží). Počkáme až se „uklidní“.
6. **Stiskneme** tlačítko START  (měření) na LabQuestu. Asi po 6 sekundách ponoříme těleso do vody (nadzvedneme kádinku s vodou a podsuneme pod kádinku podložku) a necháme dokončit měření.



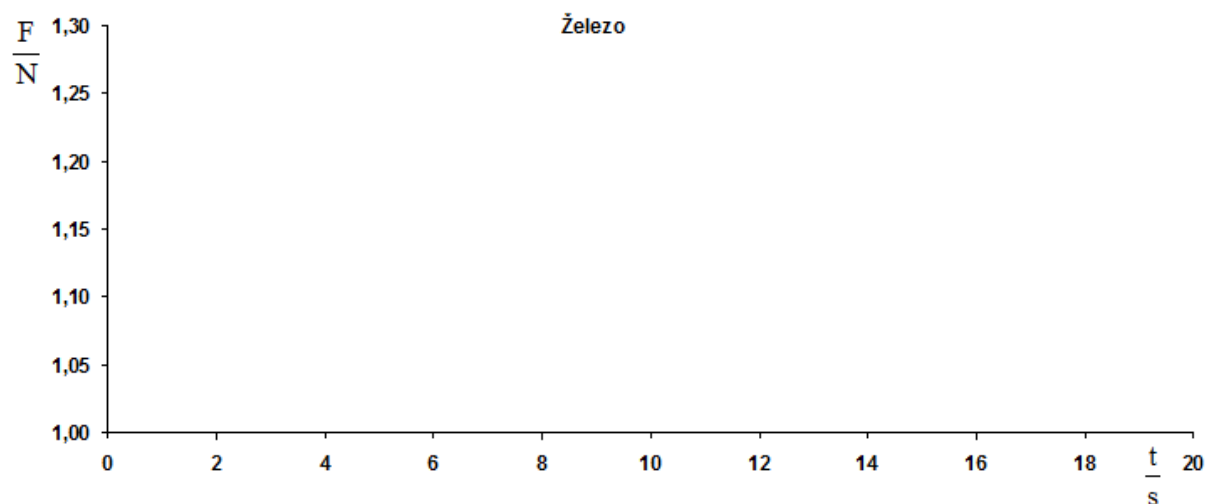
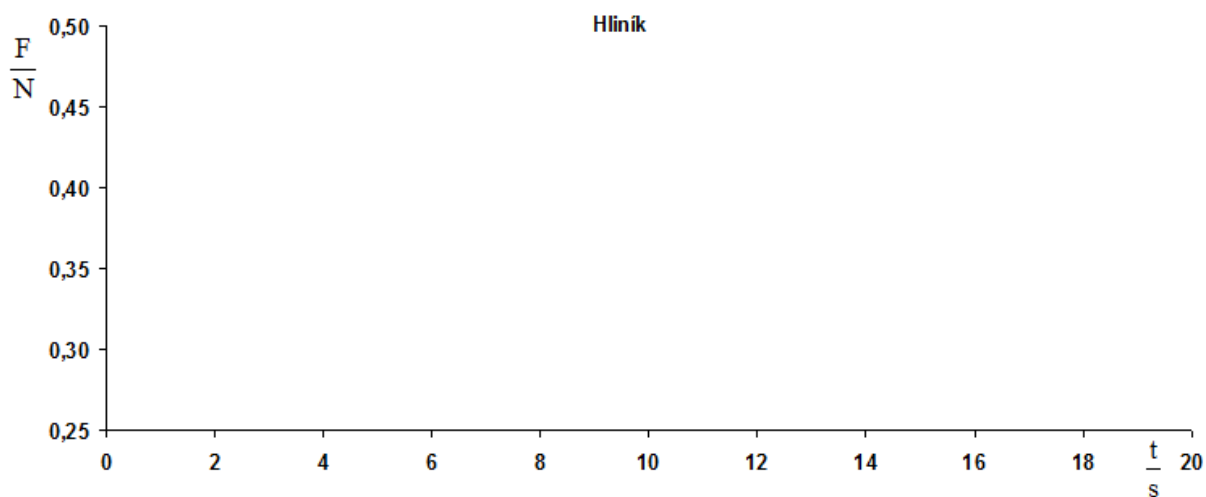
7. Z grafu odečteme tíhovou sílu F_G pomocí menu Analýza – Statistika a stejně i výslednou sílu F (závaží ve vodě).
8. Vypočítáme **vztlakovou sílu** $F_{vz} = F_G - F$.
9. Vypočítáme **hustotu** tělesa ρ_t ze vztlakové síly F_{vz} , tíhové síly F_G a hustoty kapaliny ρ_k
 (voda): $\rho_t = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$.
10. Ověříme určení tíhové síly zvážení tělesa na digitálních vahách.
11. Vypočítanou hustotu tělesa ověříme v tabulkách.

Doplňující otázky

1. Provedeme měření pro jiná tělesa.
2. Pokud má těleso tvar válce, vypočítáme objem válce z jeho rozměrů a dále vypočítáme jeho hustotu.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.14 Archimedův zákon	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



2. Výpočet:

<p>Hliník:</p> <p>$F_G = \dots\dots\dots N$</p> <p>$F = \dots\dots\dots N$</p>	<p>Železo:</p> <p>$F_G = \dots\dots\dots N$</p> <p>$F = \dots\dots\dots N$</p>
---	---

$F_{vz} = F_G - F = \dots\dots\dots \text{ N}$ $\rho_k = 998 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\rho_t = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$ $\rho_t = \dots\dots\dots \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $m_t = \dots\dots\dots \text{ kg}$ $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ $F_G = m_t \cdot g$ $F_G = \dots\dots\dots \text{ N}$ Těleso je vyrobeno z hliníku. Hustota Al v tabulkách je $\dots\dots\dots \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.	$F_{vz} = F_G - F = \dots\dots\dots \text{ N}$ $\rho_k = 998 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\rho_t = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$ $\rho_t = \dots\dots\dots \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $m_t = \dots\dots\dots \text{ kg}$ $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ $F_G = m_t \cdot g$ $F_G = \dots\dots\dots \text{ N}$ Těleso je vyrobeno ze železa. Hustota Fe v tabulkách je $\dots\dots\dots \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
---	---

Pokud má těleso tvar válce, vypočítáme objem válce z jeho rozměrů a dále vypočítáme jeho hustotu.

3. Výpočet z rozměrů:

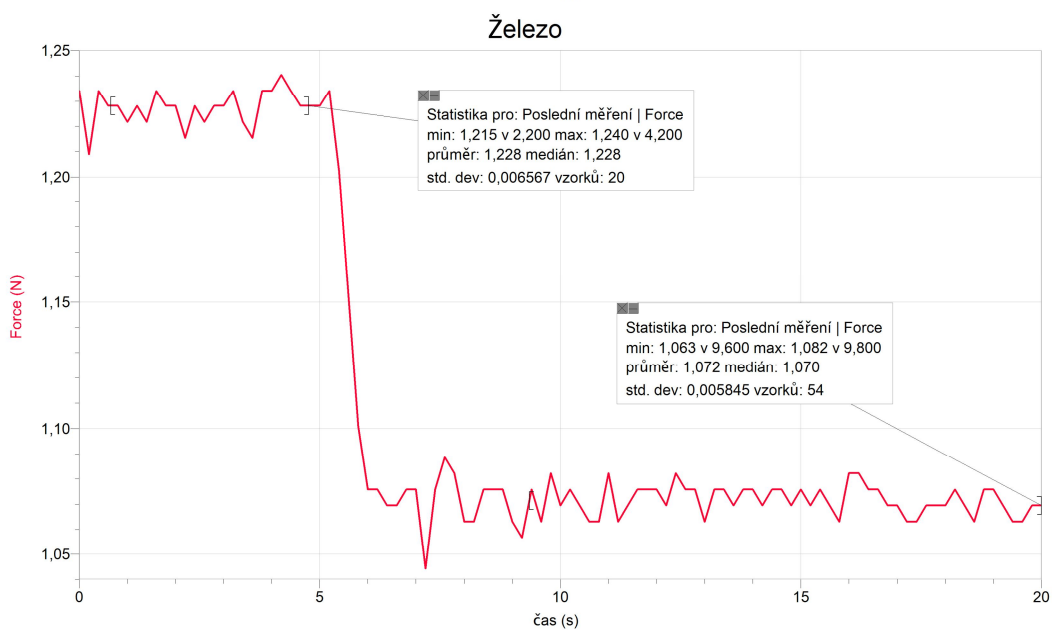
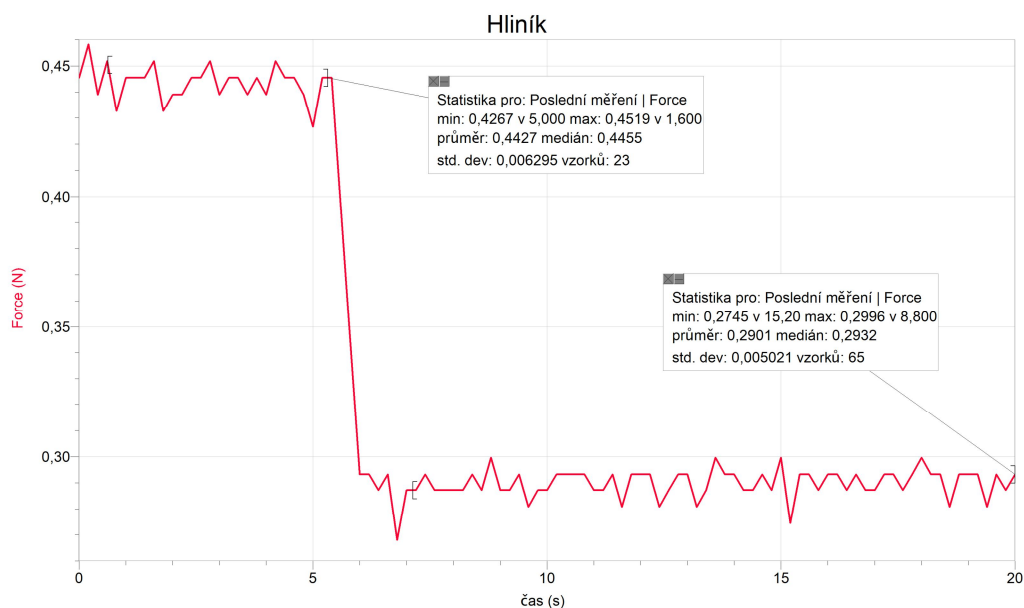
Hliník: $d = \dots\dots\dots \text{ m}, \quad v = \dots\dots\dots \text{ m}$ $V = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot v$ $V = \dots\dots\dots \text{ m}^3$ $\rho = \frac{m_t}{V}$ $\rho = \dots\dots\dots \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	Železo: $d = \dots\dots\dots \text{ m}, \quad v = \dots\dots\dots \text{ m}$ $V = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot v$ $V = \dots\dots\dots \text{ m}^3$ $\rho = \frac{m_t}{V}$ $\rho = \dots\dots\dots \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
--	--

4. Závěr:

Porovnejte výsledky:

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.14 Archimedův zákon	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



2. Výpočet:

<p>Hliník:</p> $F_G = 0,443 \text{ N}$ $F = 0,290 \text{ N}$ $F_{vz} = F_G - F = 0,153 \text{ N}$ $\rho_k = 998 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\rho_t = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$ <p>$\rho_t = 2890 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$</p> $m_t = 0,045 \text{ kg}$ $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ $F_G = m_t \cdot g$ <p>$F_G = 0,44 \text{ N}$</p> <p>Těleso je vyrobeno z hliníku.</p> <p>Hustota Al v tabulkách je $2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.</p>	<p>Železo:</p> $F_G = 1,228 \text{ N}$ $F = 1,072 \text{ N}$ $F_{vz} = F_G - F = 0,156 \text{ N}$ $\rho_k = 998 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\rho_t = \frac{F_G}{F_{vz}} \cdot \rho_k$ <p>$\rho_t = 7860 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$</p> $m_t = 0,125 \text{ kg}$ $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ $F_G = m_t \cdot g$ <p>$F_G = 1,23 \text{ N}$</p> <p>Těleso je vyrobeno ze železa.</p> <p>Hustota Fe v tabulkách je $7870 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.</p>
---	---

Pokud má těleso tvar válce, vypočítáme objem válce z jeho rozměrů a dále vypočítáme jeho hustotu.

3. Výpočet z rozměrů:

<p>Hliník:</p> $d = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}, \quad v = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $V = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot v$ $V = 1,59 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ $\rho = \frac{m_t}{V}$ <p>$\rho = 2830 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$</p>	<p>Železo:</p> $d = 2,405 \cdot 10^{-2} \text{ m}, \quad v = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $V = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot v$ $V = 1,59 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ $\rho = \frac{m_t}{V}$ <p>$\rho = 7860 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$</p>
--	--

4. Závěr:

Porovnejte výsledky:

Hliník – hustoty vypočítané pomocí dvou různých metod se od sebe liší jen nepatrně – tabulková hodnota se nepatrně liší. Těleso není zřejmě vyrobeno z čistého hliníku.

Železo – hustoty vypočítané pomocí dvou různých metod se od sebe neliší – tabulková hodnota vychází stejně jako vypočítaná.

Fyzikální princip

Tlak vyvolaný vnější silou, která působí na kapalně těleso v uzavřené nádobě, je ve všech místech kapaliny **stejný**. Jiná formulace: Působí-li na kapalinu v uzavřené nádobě vnější tlaková síla, zvýší se **tlak** ve všech místech **stejně** (**Pascalův zákon**).



Cíl

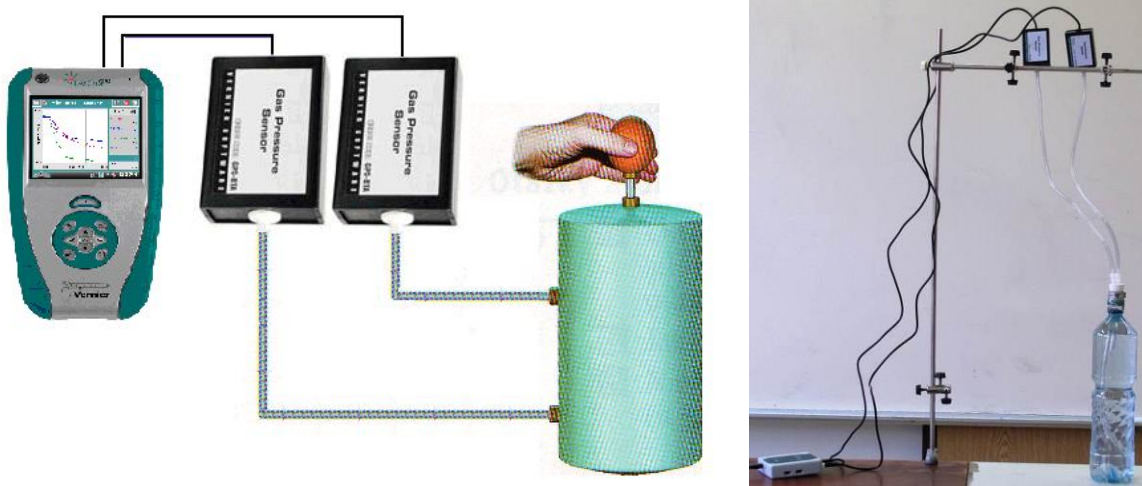
Změřit **hydrostatický tlak** v různých hloubkách při změně vnější tlakové síly.

Pomůcky



LabQuest, 2ks tlakové čidlo GPS-BTA, PET láhev s měřítkem.

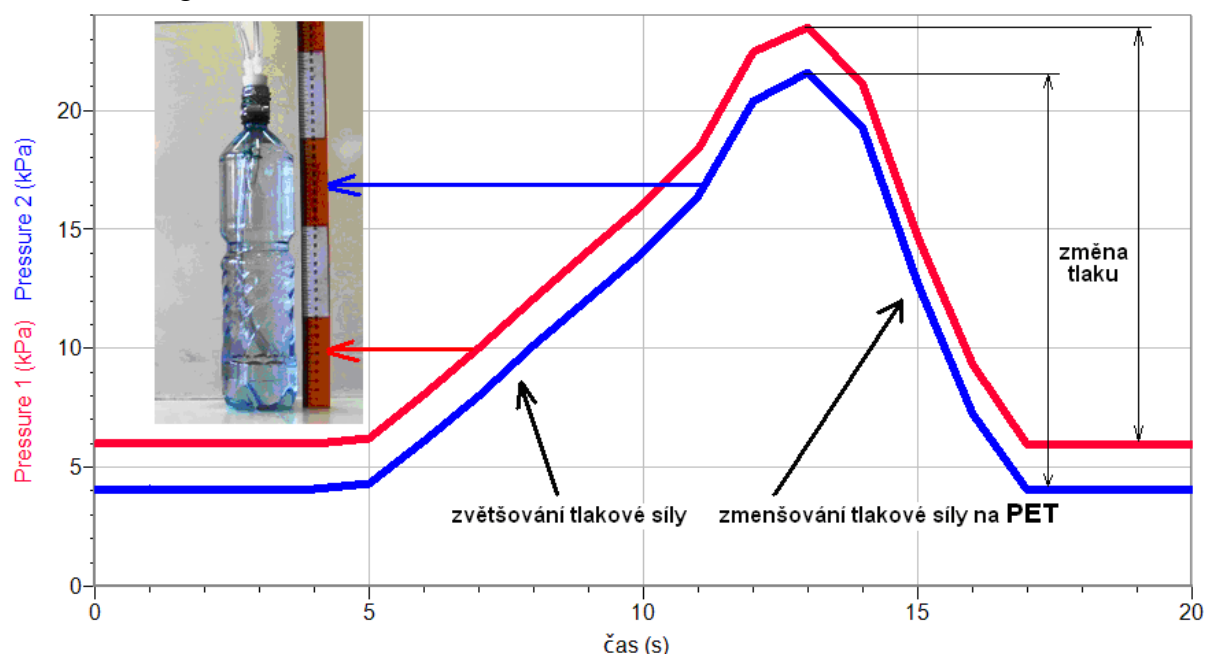


Schéma



Postup

1. **Připojíme** tlaková čidla GPS-BTA ke vstupům CH1 a CH2 LabQuestu (nebo LabQuest Mini). K sensorům přišroubujeme hadičky, které vedou přes gumovou zátku do PET láhve tak, že konce hadiček budou v různých hloubkách (rozdíl asi 20 cm). Tím dosáhneme toho, že počáteční tlak bude u obou sensorů různý.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 20 s, Frekvence: 2 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu . Vynulujeme oba tlaky (hadičky nejsou ponořeny ve vodě).
3. Napustíme PET láhev vodou a zasuneme hadičky do PET (senzory musí být výše než je PET láhev – **POZOR** na vodu – nesmí se dostat do senzoru!!!). Utěsníme zátku (viz schéma).
4. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
5. Malou silou stlačujeme rukou PET láhev.
6. **Uložíme** graf – menu Graf – Uložit měření.



7. **Vyslovíme závěr** – jak se mění tlak v různých hloubkách.

Doplňující otázky

1. Provedeme stejné měření - PET láhev máme položenou **vodorovně**.
2. Provedeme měření pro spojené nádoby – dvě PET láhve nebo dvě injekční stříkačky.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKYNázev úlohy: **5.15 Pascalův zákon**

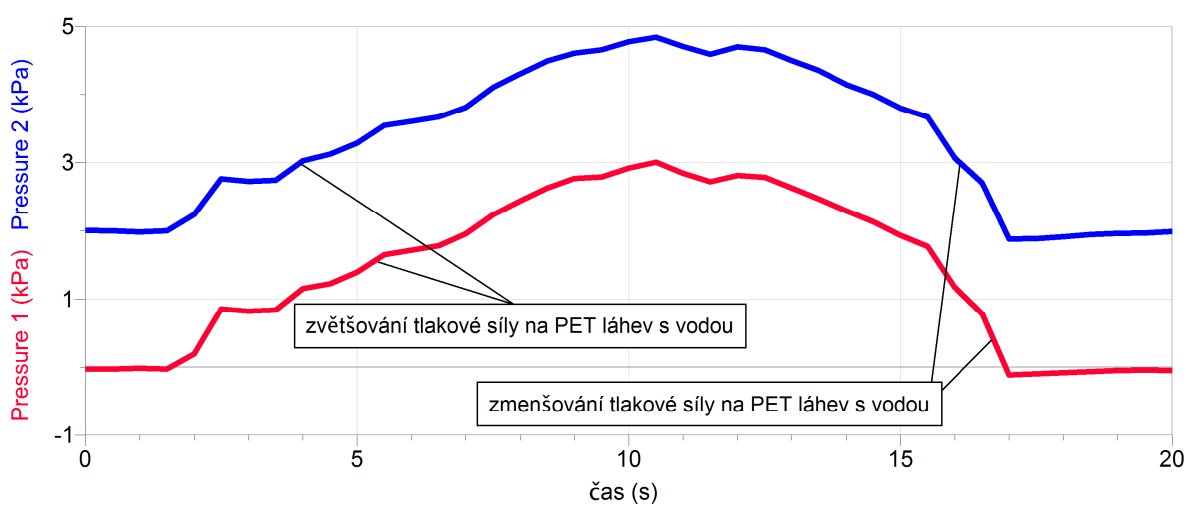
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Časová závislost tlaku v kapalině na vnější tlakové síle**a) stojící láhev****b) položená láhev****2. Závěr:**

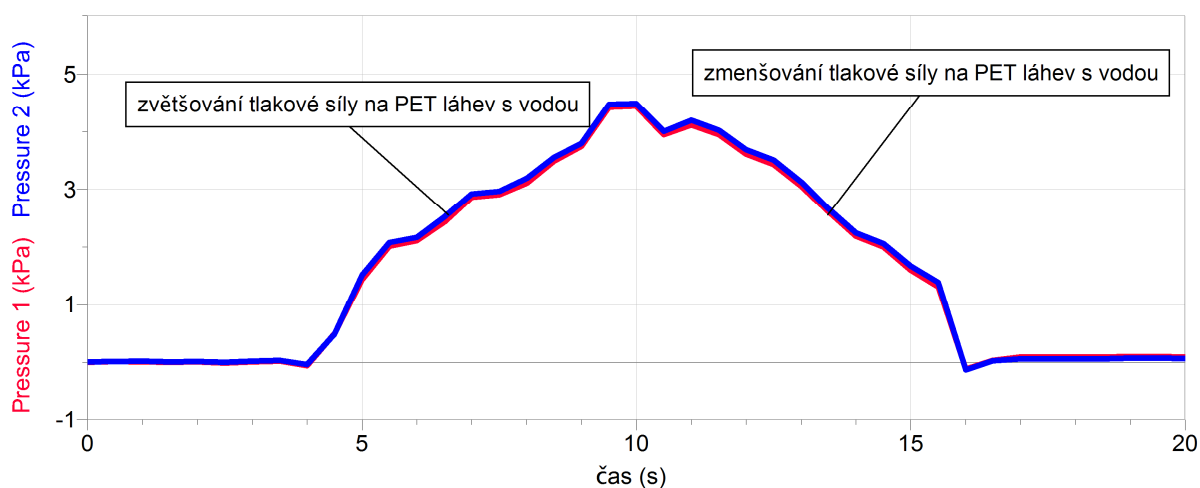
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.15 Pascalův zákon	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

3. Časová závislost tlaku v kapalině na vnější tlakové síle

c) stojící láhev



d) položená láhev



4. Závěr:

Jak se mění tlak v různých hloubkách v obou případech?

a) V různých hloubkách vzhledem k hladině vody je na počátku měření různě velký hydrostatický tlak. Při stlačování PET láhve rukou se začnou oba tlaky postupně zvyšovat,

při uvolňování se oba tlaky snižují na počáteční hodnoty. Tvary křivek časových závislostí tlaků na působící vnější tlakové síle jsou stejné.

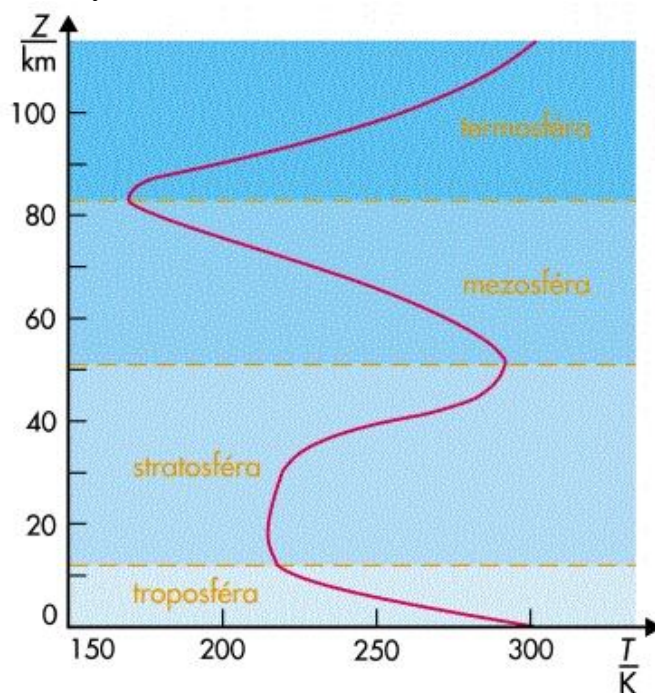
b) *Pokud PET láhev položíme takovým způsobem, aby trubice byly ve stejné hloubce pod hladinou vody, mají na počátku měření oba hydrostatické tlaky stejně velkou hodnotu. Při stlačování PET láhve se opět oba tlaky postupně zvyšují, při uvolnění naopak snižují. Rozdíl oproti případu (a) je v tom, že obě naměřené křivky se překrývají.*

V obou případech byl ověřen Pascalův zákon pro kapaliny. Působíme-li na uzavřenou PET láhev v libovolném místě vnější tlakovou silou, změní se tlak v libovolném místě kapaliny za určitý čas o stejnou hodnotu.

Fyzikální princip

Atmosféra je vzdušný obal Země a má svoji hmotnost. Podle normální hustoty vzduchu má 1 m^3 vzduchu hmotnost asi 1,29 kg. Celková hmotnost atmosféry je asi $5,1 \cdot 10^{18}$ kg, tedy přibližně 0,000 000 9 celkové hmotnosti Země. Tak velká hmotnost vzduchu působí svou tíhovou silou kolmo na libovolně orientovanou plochu na Zemi a způsobuje tak tlak. Tento tlak označujeme jako **atmosférický tlak** a vzniká tedy tíhou svislého sloupce vzduchu sahajícího od zemského povrchu vzhůru skrz celou atmosféru.

Jednotkou tlaku je pascal (Pa) v meteorologii častěji používáme jeho násobek hektopascal (1 hPa = 100 Pa). Dříve se používala jednotka bar (b), respektive milibar (mb). Ve starší literatuře se jako jednotka tlaku používá milimetr rtuťového sloupce. Tlak běžně měříme pomocí **barometrů** a **aneroidů**. Na velikost atmosférického tlaku má vliv **teplota** vzduchu, **obsah vodní páry** v atmosféře, **nadmořská výška** a **zeměpisná šířka**. Pro vzájemné porovnávání se používá tlak redukovaný na hladinu moře. Tento tlak je dohodou stanovený jako **normální atmosférický tlak** s hodnotou **1013,25 hPa**.



Cíl

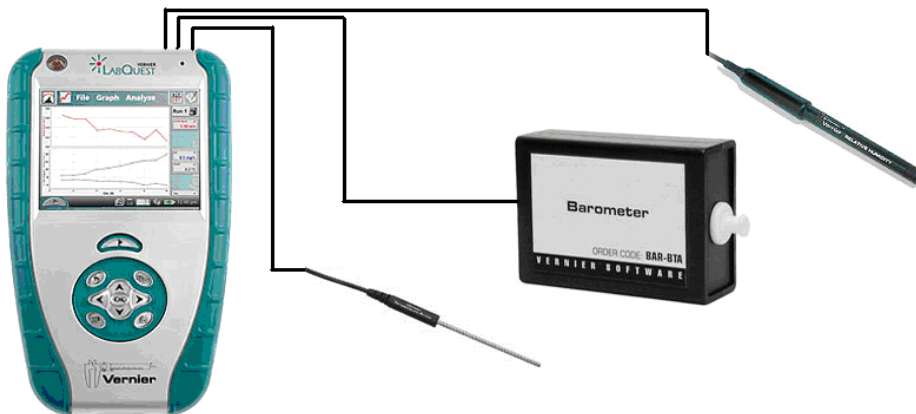
Určit jak se mění **tlak** v troposféře.

Pomůcky

LabQuest, teploměr TMP-BTA, barometr BAR-BTA, vlhkoměr RH-BTA.



Schéma



Postup

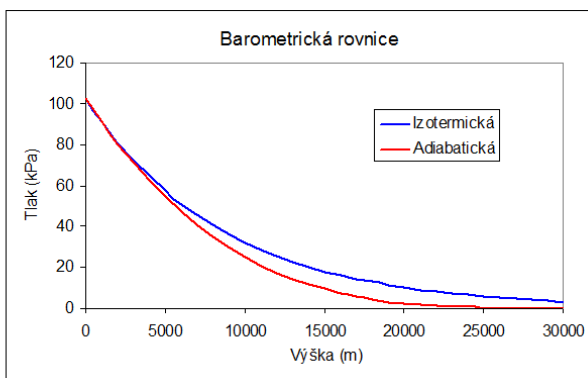
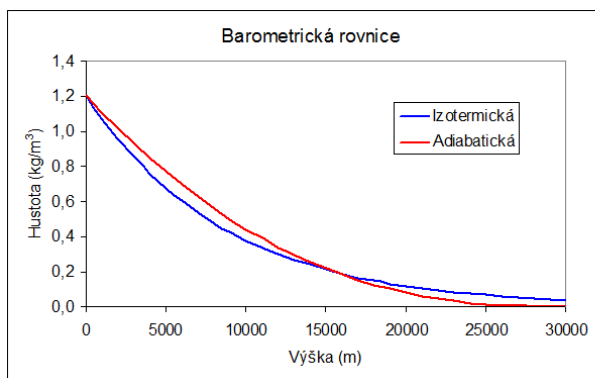
1. Do vstupu CH 1 LabQuestu **připojíme barometr BAR-BTA.**
2. Zvolíme zobrazení Graf . Nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 600 s, Frekvence: 2 čtení/s.
3. **Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu.
4. **Měníme nadmořskou výšku** – jedeme výtahem, jdeme po schodech „dolů“ a pak „nahoru“.
5. **Odhadneme** nebo **změříme** velikost změny nadmořské výšky.
6. Po skončení měření (600 s) nebo po stisknutí tlačítka (ukončit měření). **Uložíme** graf – menu Graf – Uložit měření.
7. Vyslovíme závěr. K jaké změně atmosférického tlaku došlo v závislosti na změně nadmořské výšky. Jaký je „gradient tlaku“?

Doplňující otázky

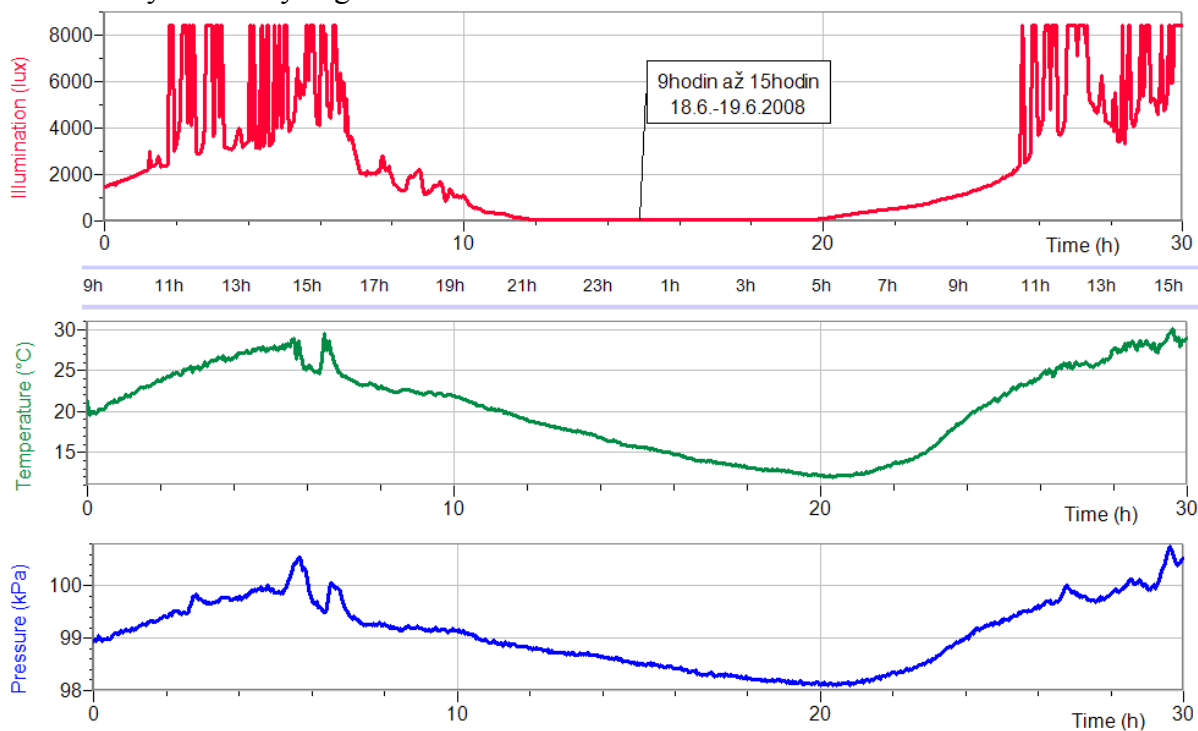
1. Jak spolu souvisí teplota, atmosférický tlak, vlhkost? Zdůvodni. Ověř delším měřením – 24 h nebo déle.
2. Jak se mění teplota, tlak a vlhkost v průběhu dne? Zdůvodni. Ověř delším měřením – 24 h nebo déle.
3. Jak souvisí teplota, tlak, vlhkost se změnou počasí?
4. Zkus měřit tyto hodnoty naráz v různých nadmořských výškách na jednom místě (například v různých poschodích domu). Jak se liší naměřené hodnoty?
5. Zkus připojit i luxmetr LS-BTA nebo světelný senzor TILT-BTA. Proved' stejné měření. Co naměříš světelným senzorem?

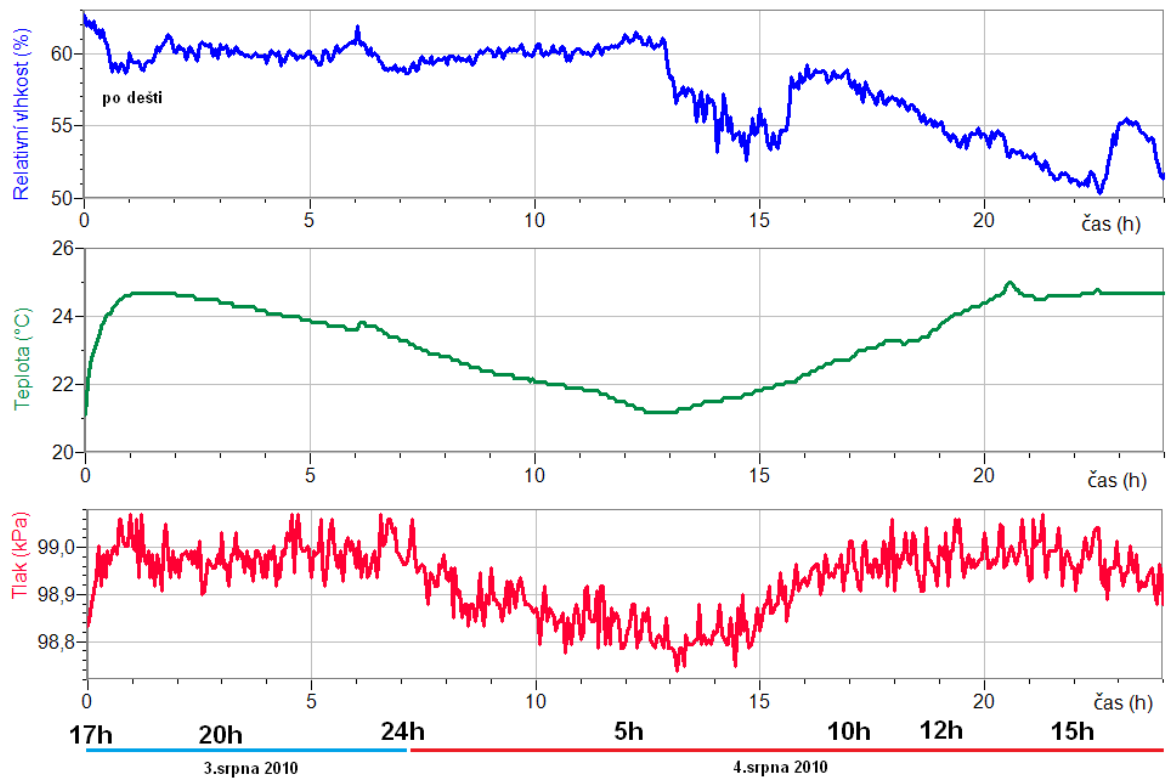


6. Ověř získané výsledky podle tabulkových hodnot. V Excelu vytvoř tabulku a graf z tabulkových hodnot. Jaká je to funkce?
7. Jak vypadá **barometrická rovnice**?



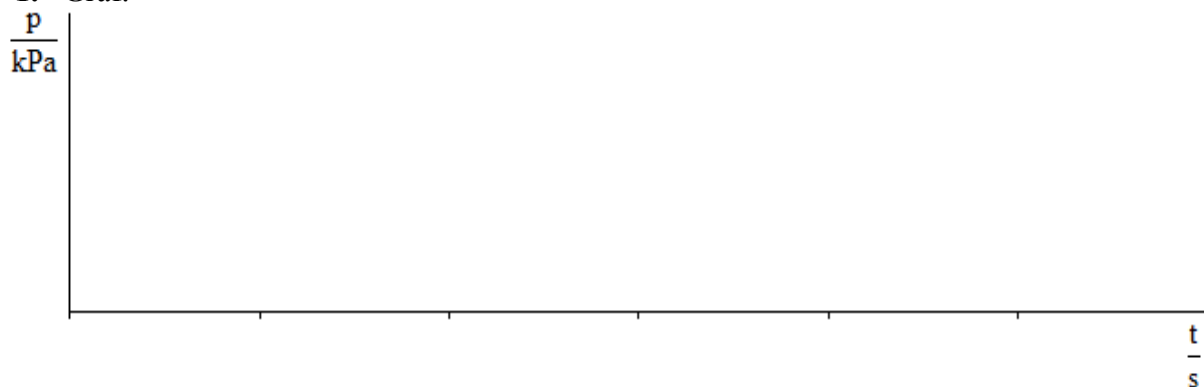
8. Ukázky naměřených grafů:





Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.16 Atmosférický tlak	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:



Jak závisí atmosférický tlak na nadmořské výšce?

K jaké změně atmosférického tlaku došlo v závislosti na změně nadmořské výšky?

$\Delta h = \dots\dots\dots$ m	$\Delta p = \dots\dots\dots$ Pa
--------------------------------	---------------------------------

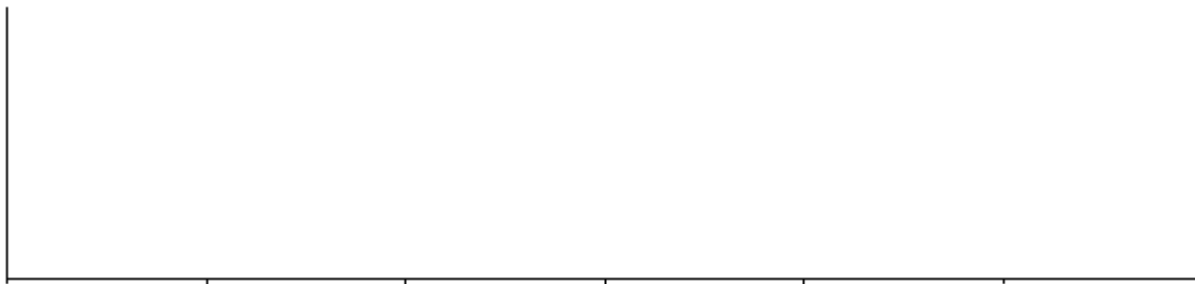
Atmosférický tlak se zmenší na každých 100 m nadmořské výšky o $\dots\dots\dots$ kPa.

2. Načrtněte grafy vlhkosti, tlaku, teploty a osvětlení v závislosti na čase.

Vlhkost:



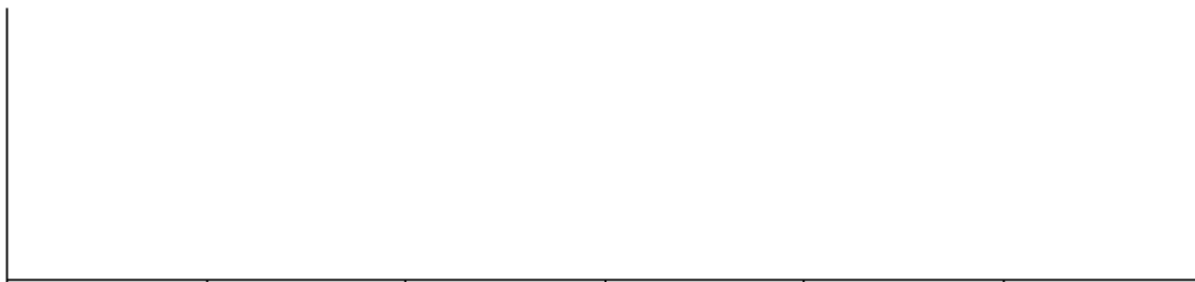
Tlak:



Teplota:



Osvětlení:



3. **Zodpovězte otázky:**

a) Jak spolu souvisí teplota, tlak, vlhkost? Zdůvodněte.

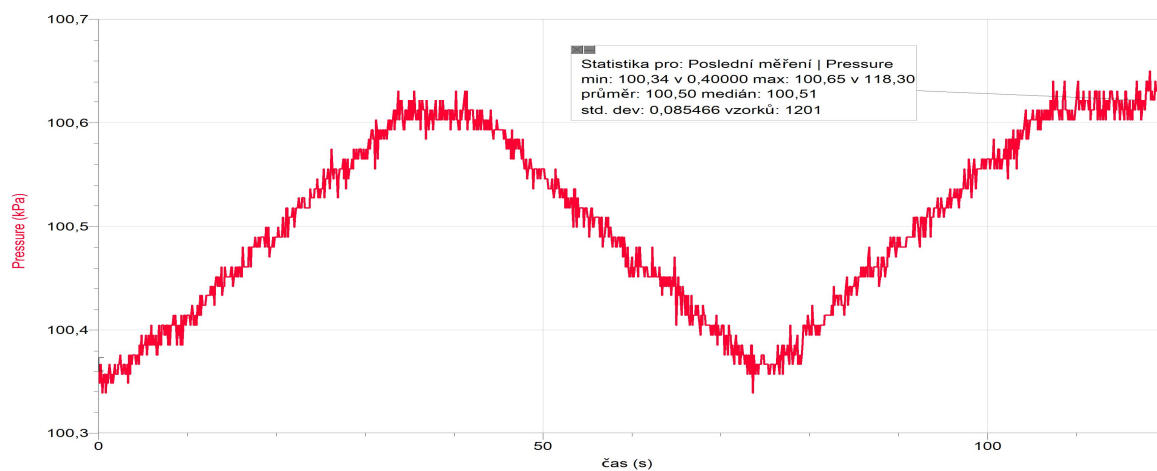
b) Jak se mění teplota, tlak a vlhkost v průběhu dne? Zdůvodněte.

c) Jak souvisí teplota, tlak, vlhkost se změnou počasí?

d) Co naměříte světelným senzorem za stejné časové období?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 5.16 Atmosférický tlak	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

4. Graf:



Pozn.: Graf byl měřen při jízdě výtahem (dolů – nahoru – dolů)

Jak závisí atmosférický tlak na nadmořské výšce?

Atmosférický tlak s rostoucí nadmořskou výškou klesá.

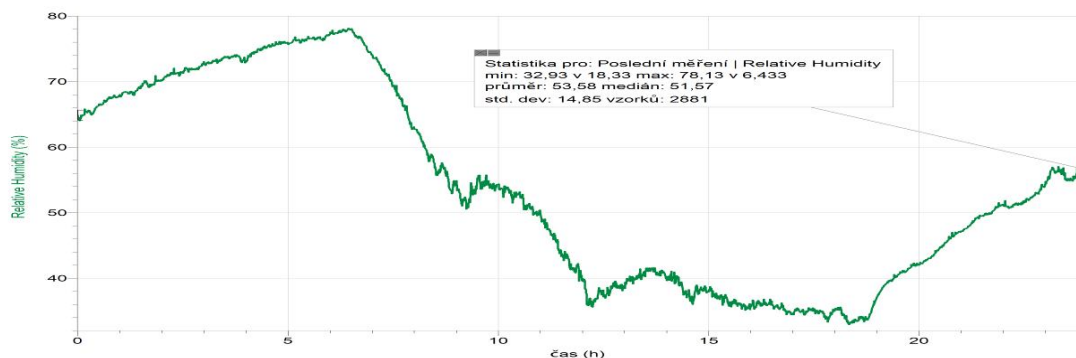
K jaké změně atmosférického tlaku došlo v závislosti na změně nadmořské výšky?

$\Delta h = 20 \text{ m}$	$\Delta p = 280 \text{ Pa}$
---------------------------	-----------------------------

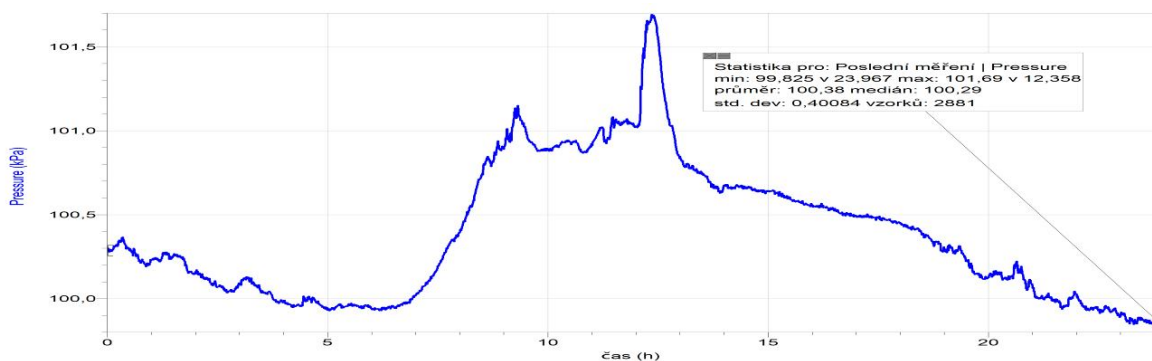
Atmosférický tlak se zmenší na každých 100 m nadmořské výšky o **1,4 kPa**.

5. Načrtněte grafy vlhkosti, tlaku, teploty a osvětlení v závislosti na čase.

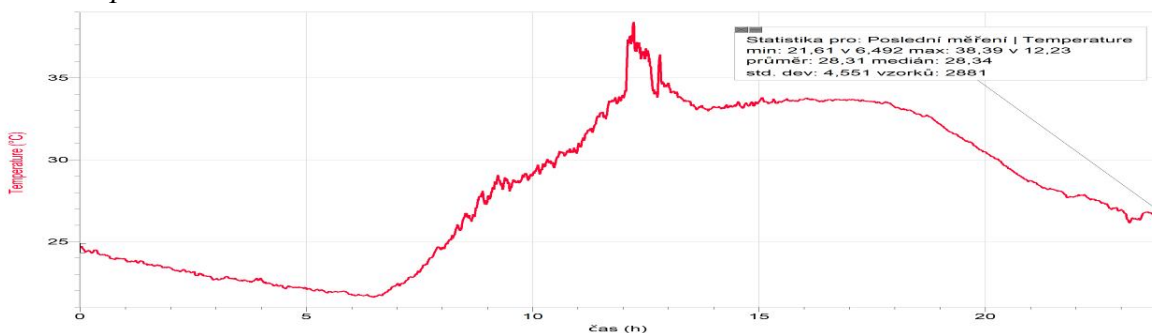
Vlhkost:



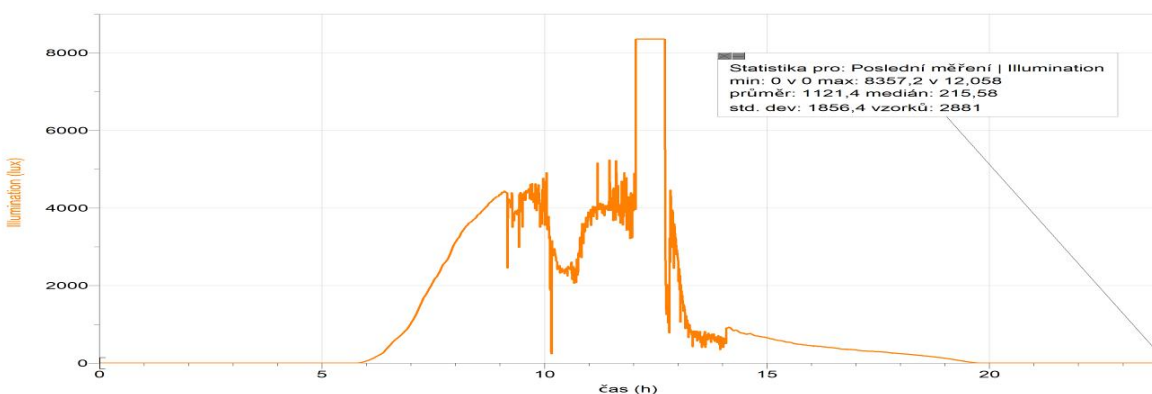
Tlak:



Teplota:



Osvětlení:



Pozn.: Grafy byly naměřeny 27.8.2011 od 0:00 do 24:00

6. Zodpovězte otázky:

e) Jak spolu souvisí teplota, tlak, vlhkost? Zdůvodněte.

Z grafů je patrné, že tlak roste a klesá s růstem a klesáním s teplotou. Vlhkost naopak – s růstem teploty klesá a naopak.

f) Jak se mění teplota, tlak a vlhkost v průběhu dne? Zdůvodněte.

Z grafu je patrné, že teplota roste v průběhu dne a v noci klesá. Maximální je kolem poledne a minimální je na sklonku noci.

g) Jak souvisí teplota, tlak, vlhkost se změnou počasí?

Při delším měření je vidět, že změny počasí mají vliv na změnu všech fyzikálních veličin.

h) Co naměříte světelným senzorem za stejné časové období?
Střídání dne a noci. Dále v průběhu dne i pohyb mraků, které zastíní Slunce.

Fyzikální princip

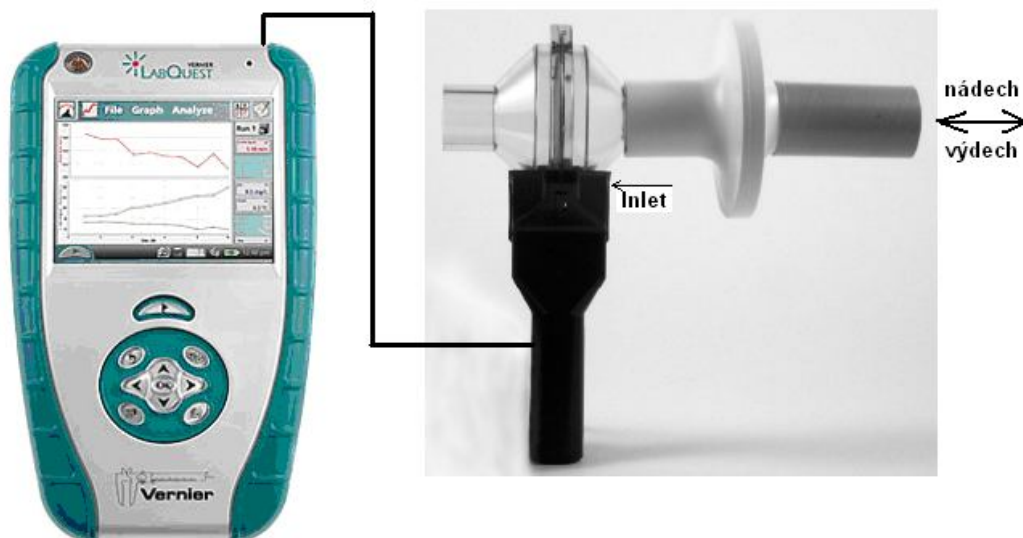
Objemový průtok Q_v je objem V tekutiny, která proteče průřezem trubice za **dobu** t . Měříme ho **vodoměrem** nebo **plynoměrem**. Objemový průtok měříme v jednotkách $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. U člověka můžeme měřit také objemový průtok pomocí **spirometru** v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ (litr za sekundu).

Cíl

Určit jak se mění **objemový průtok** vzduchu při dýchání člověka. Určit **vitální kapacitu plic** - maximální množství vzduchu, které lze vydechnout po největším možném nádechu.

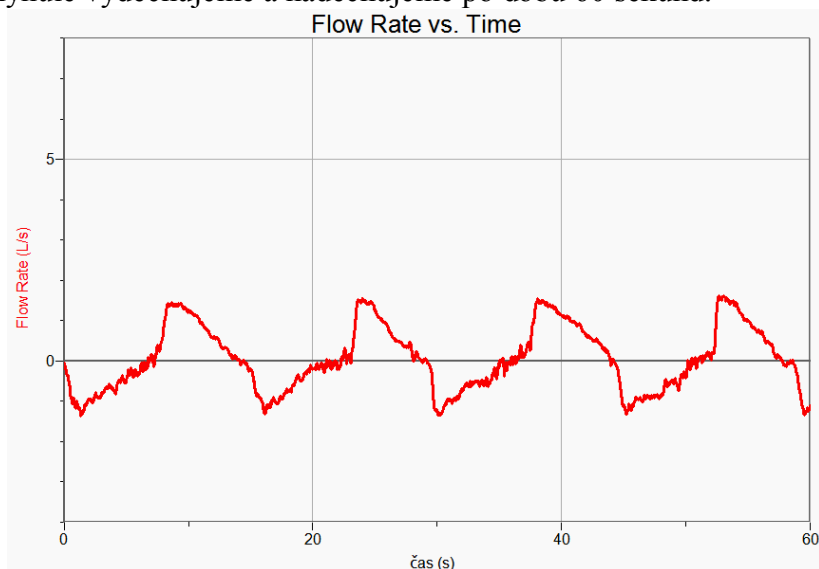
Pomůcky

LabQuest, spirometr SPR-BTA.

**Schéma****Postup**

1. Do vstupů CH 1 LabQuestu **připojíme** spirometr SPR-BTA.

- Na vstup spirometru (Inlet) **nasadíme** vyměnitelný **bakteriální filtr** a na něj vyměnitelný **lepenkový náustek**. Na nos nasadíme **kolíček**.
- Zapneme** LabQuest a **nastavíme** v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: **60 s**, Frekvence: **25** čtení/s. **Vynulujeme** spirometr – menu Senzory – Vynulovat. Dále zvolíme zobrazení grafu.
- Posadíme se uvolněně, prohloubíme dýchání. Dýchání je plynulé. Povedeme hluboký výdech a hluboký nádech.
- Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu a **ústí** pevně obemkneme náustek přístroje a plynule vydechujeme a nadechujeme po dobu 60 sekund.



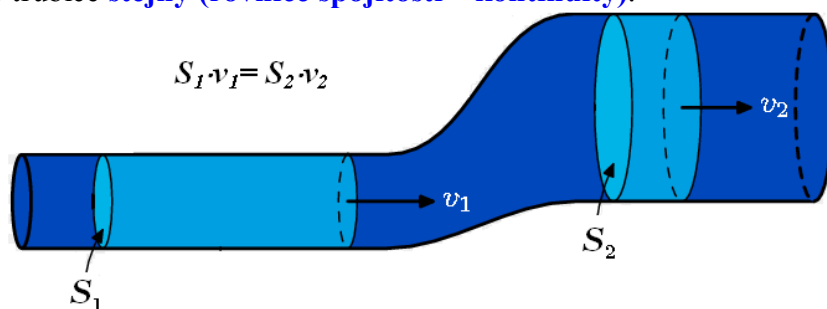
- Můžeme si nechat zobrazit **tři grafy**:
 - závislost **průtoku** vzduchu dýchacími cestami na **čase**;
 - závislost **průtoku** vzduchu dýchacími cestami na **objemu** plic;
 - závislost **objemu** plic na **čase**.
 Zkušené oko lékaře už z tvaru křivek pozná typ plicní nemoci.
- Měření můžeme několikrát opakovat pro jiné podmínky – v klidu, zátěž, chlapec, dívka,....
- Vyslov závěr.

Doplňující otázky

- Z grafu určete **dechovou frekvenci** - počet vdechů (výdechů) za 1 minutu? Najdi na internetu, jaké jsou normální hodnoty?
- Urči **vitální kapacitu plic** - maximální množství vzduchu, které lze vydechnout po největším možném nádechu (z grafu objemu na čase – je potřeba nechat zobrazit maximální nádech nebo výdech)?
- Zkus nalézt návod na tzv. „úplný dech“? Nauč se ho.
- Proč graf 6.a) (výše) nemá „obdélníkový průběh“? Zkus to fyzikálně zdůvodnit. Porovnej s grafem závislosti rychlosti na čase pohybu reálného tělesa.

Fyzikální princip

Při ustáleném proudění ideální kapaliny je součin **obsahu S** průřezu a **rychlosti v** proudu v každém místě trubice **stejný (rovnice spojitosti – kontinuity)**.



Cíl

Ověřit rovnici kontinuity.

Pomůcky



LabQuest, anemometr ANM-BTA, 2ks redukce z PVC 125/160 a 110/125, ventilátor.

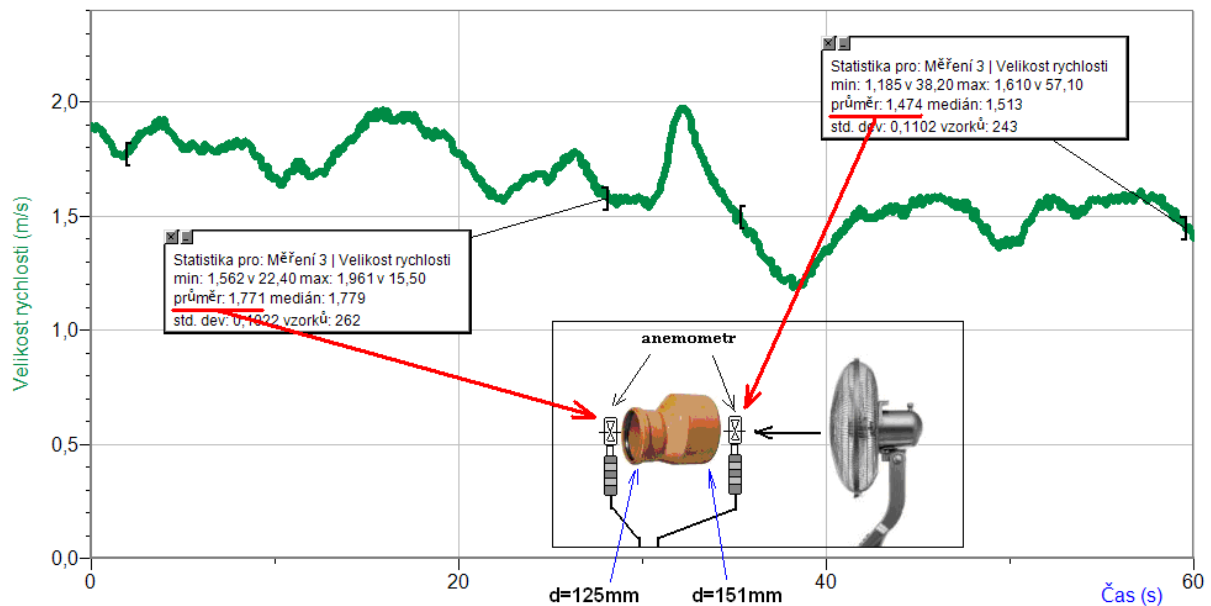


Schéma



Postup

1. Připojíme anemometr ANM-BTA ke vstupu CH1 LabQuestu (nebo LabQuest Mini). Pokud máme druhý, tak ho připojíme ke vstupu CH2. Sestavíme úlohu podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 60 s, Frekvence: 10 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu .
3. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
4. Anemometr vložíme těsně před ústí redukce o poloměru 125 mm (vnitřní průměr) a po několika sekundách před ústí 160 mm (vnější průměr). Tím změříme rychlost proudění vzduchu.



5. Změříme průměry. Vypočítáme obsahy. Dosadíme do rovnice spojitosti.
6. Uložíme graf – menu Graf – Uložit měření.
7. Vyslovíme závěr (Čím jsou způsobeny chyby měření?).

Doplňující otázky

1. Provedeme stejné měření pro jinou redukci z PVC 110/125.
2. Můžeme si vyrobit z papírového kartónu potrubí a provést stejné měření.

