

Václav Pazdera
Jan Diviš
Jan Nohýl

Měření
fyzikálních
veličin
se systémem
Vernier



Pracovní listy TERCIE

pro základní školy a víceletá gymnázia



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdelávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

3. TERCIE

3.1	Práce.	5
3.2	Energie polohová a pohybová.	13
3.3	Účinnost.	25
3.4	Nakloněná rovina.	31
3.5	Kalorimetrická rovnice.	39
3.6	Vedení tepla.	45
3.7	Soutěž teploměrů.	51
3.8	Var.	57
3.9	Kmitavý pohyb.	65
3.10	Zvuk.	67
3.11	Rychlost zvuku ve vzduchu.	71
3.12	Vnímání zvuku. Hlasitost.	81
3.13	Elektrický náboj. Elektrický proud.	89
3.14	Ohmův zákon.	99
3.15	Odpor.	105
3.16	Závislost odporu na teplotě.	111
3.17	Reostat a potenciometr.	119
3.18	Vnitřní odpor zdroje.	123
3.19	Výkon elektrického proudu.	125
3.20	Termohrnek.	133

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

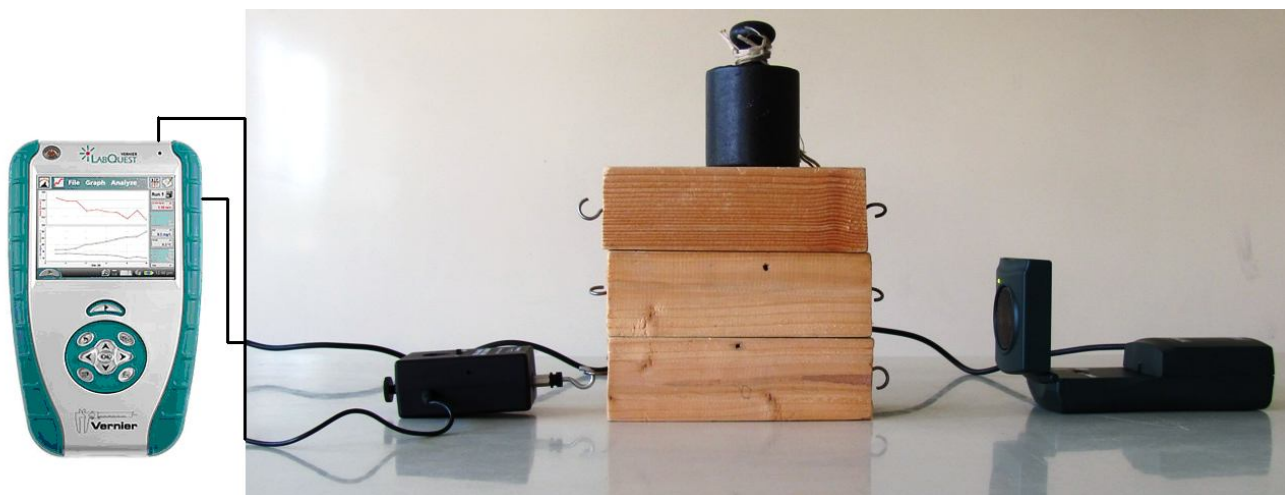
Práce je fyzikální veličina. Označuje se písmenem W a její jednotkou je **joule** (značka **J**). Je-li F síla působící na těleso ve směru trajektorie, vykoná se při přesunutí tělesa o dráhu s práce $W = F \cdot s$.

Cíl



Určit práci při přesunutí tělesa.

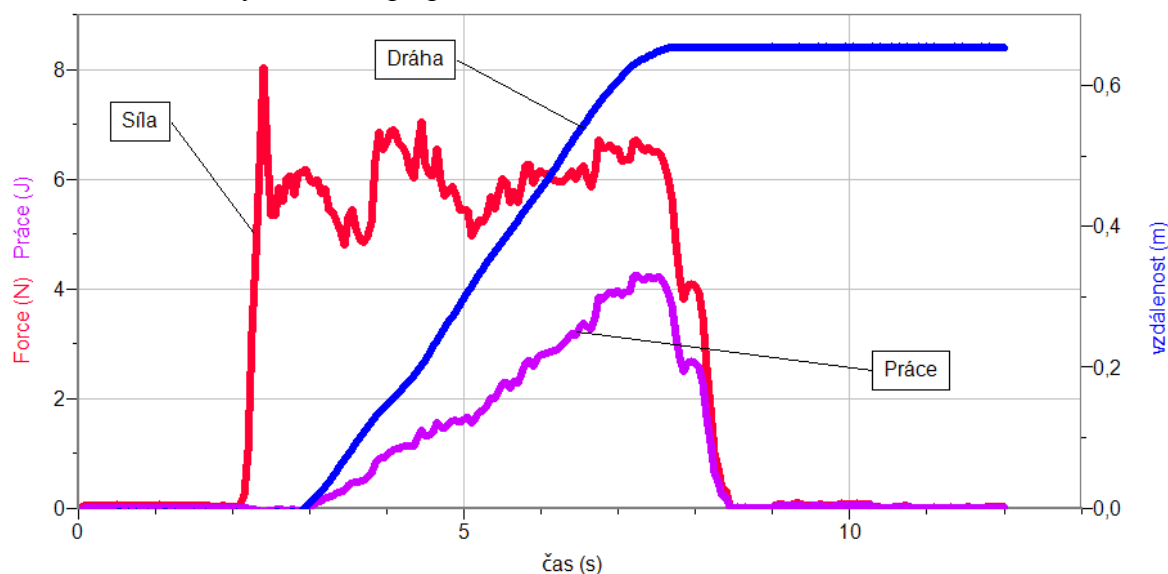
Pomůcky

LabQuest, siloměr DFS-BTA, senzor polohy MD-BTD, stejná tělesa (kvádry, učebnice,...).

**Schéma**

Postup

1. Siloměr DFS-BTA zapojíme do konektoru CH 1 LabQuestu. Siloměr přepneme na citlivější rozsah 0-10N. Sensor polohy zapojíme do konektoru DIG 1.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Sensory – Záznam dat: Trvání: 10 s, Frekvence: 20 čtení/s.
3. Zvolíme záložku tabulka. V menu Tabulka zvolíme Nový dopočítávaný sloupec: Název – Práce; Jednotka – J; Tvar výrazu X·Y; Sloupec pro X – Síla; Sloupec pro Y – Poloha
4. Sestavíme měření podle schéma. Vynulujeme oba senzory – menu Sensory – Vynulovat – Čidlo polohy a pohybu, Siloměr. Dále zvolíme zobrazení grafu .
5. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu a snažíme se pomalu a rovnoměrně smýkat těleso po podložce.



6. Měření opakujeme pro dva a pak pro tři kvádry na sobě. Předcházející měření si můžeme uložit do paměti: menu Graf – Uložit.
7. Závěr – vyhodnotíme jednotlivé grafy a vykonanou práci.

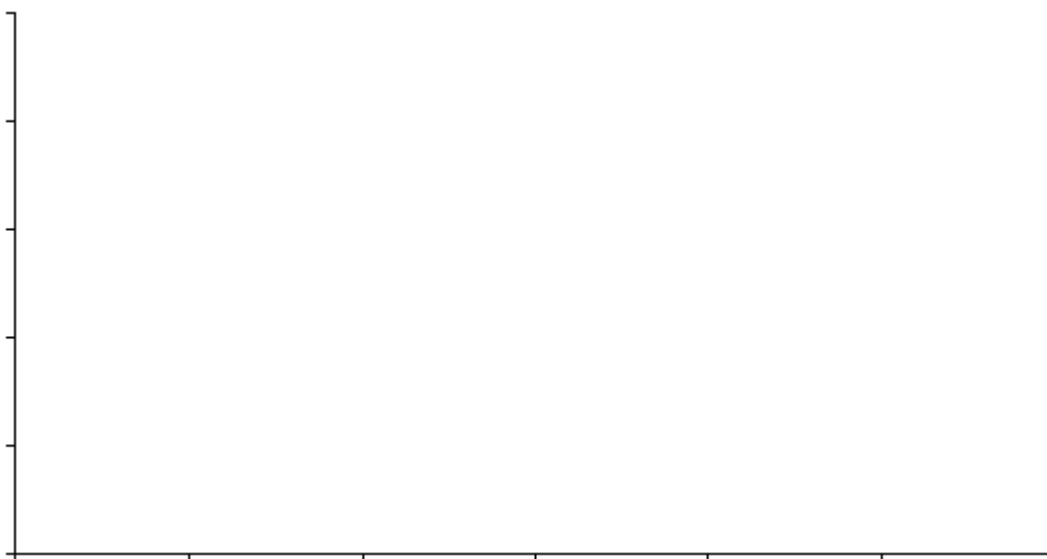
Doplňující otázky

1. Kdy je práce nulová (viz graf)?
2. Kdy se práce koná (viz graf)?
3. Vyzkoušej vykonat práci při natahování pružiny.
4. Vyzkoušej vykonat práci při zvedání tělesa.
5. Vyzkoušej vykonat práci při překlápění tělesa

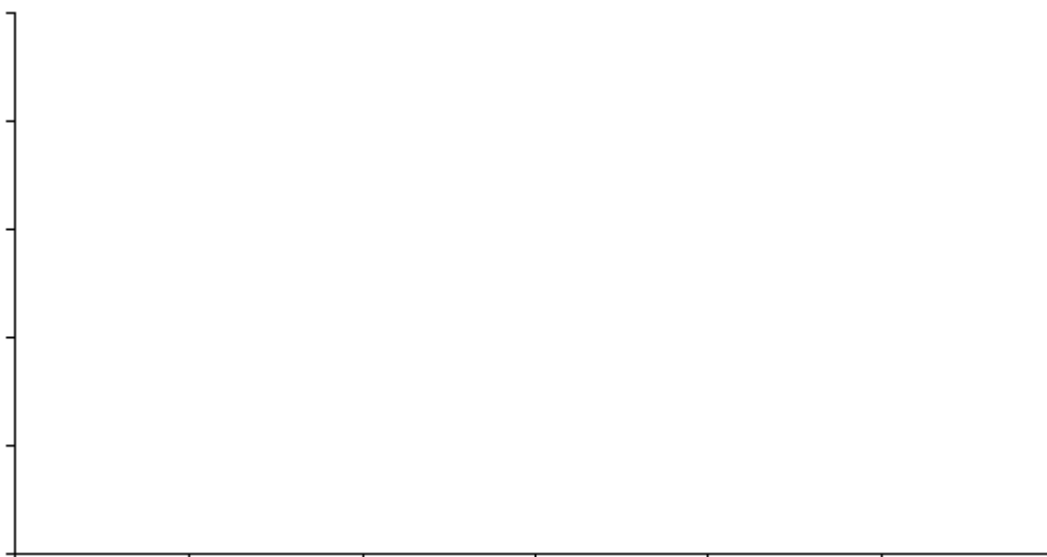
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.1 Práce	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Graf závislosti působící síly, vzdálenosti a práce na čase

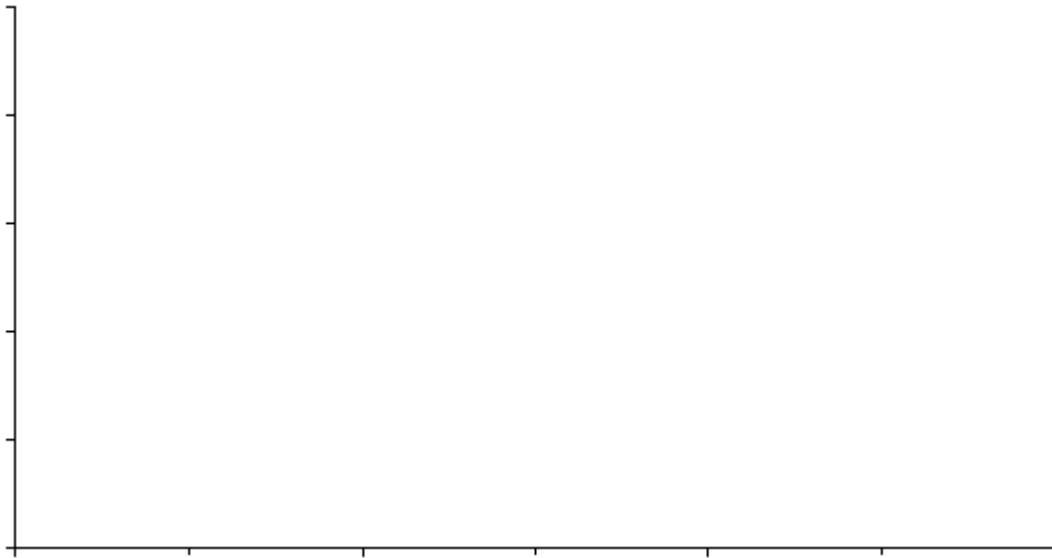
a) 1 dřevěný kvádr



b) 2 dřevěné kvádry



c) 3 dřevěné kvádry



2. Závěr

a) Vyhodnocení jednotlivých grafů a vykonané práce.

b) Kdy se práce koná?

c) Kdy je práce nulová?

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **3.1 Práce**

Jméno:

Podmínky měření:

Třída:

Teplota:

Datum:

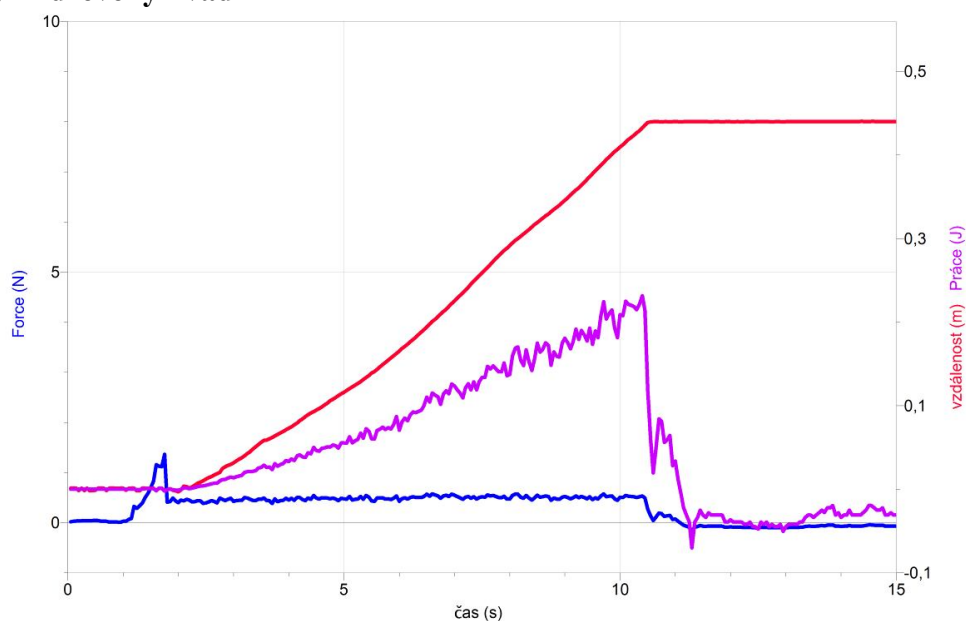
Tlak:

Spolupracovali:

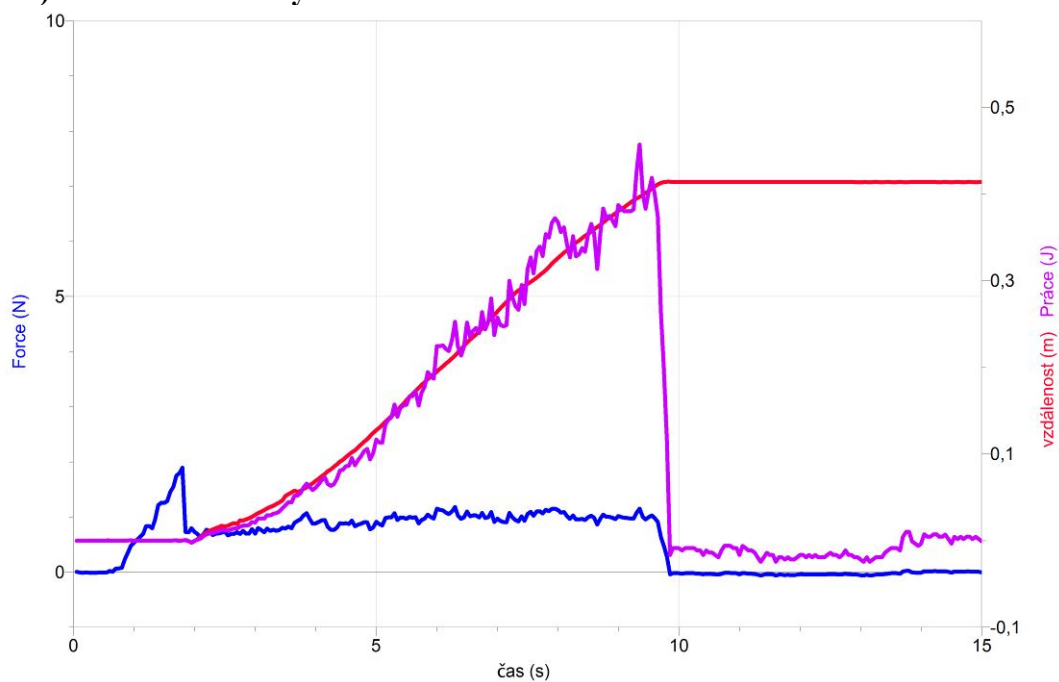
Vlhkost:

1. Graf závislosti působící síly, vzdálenosti a práce na čase

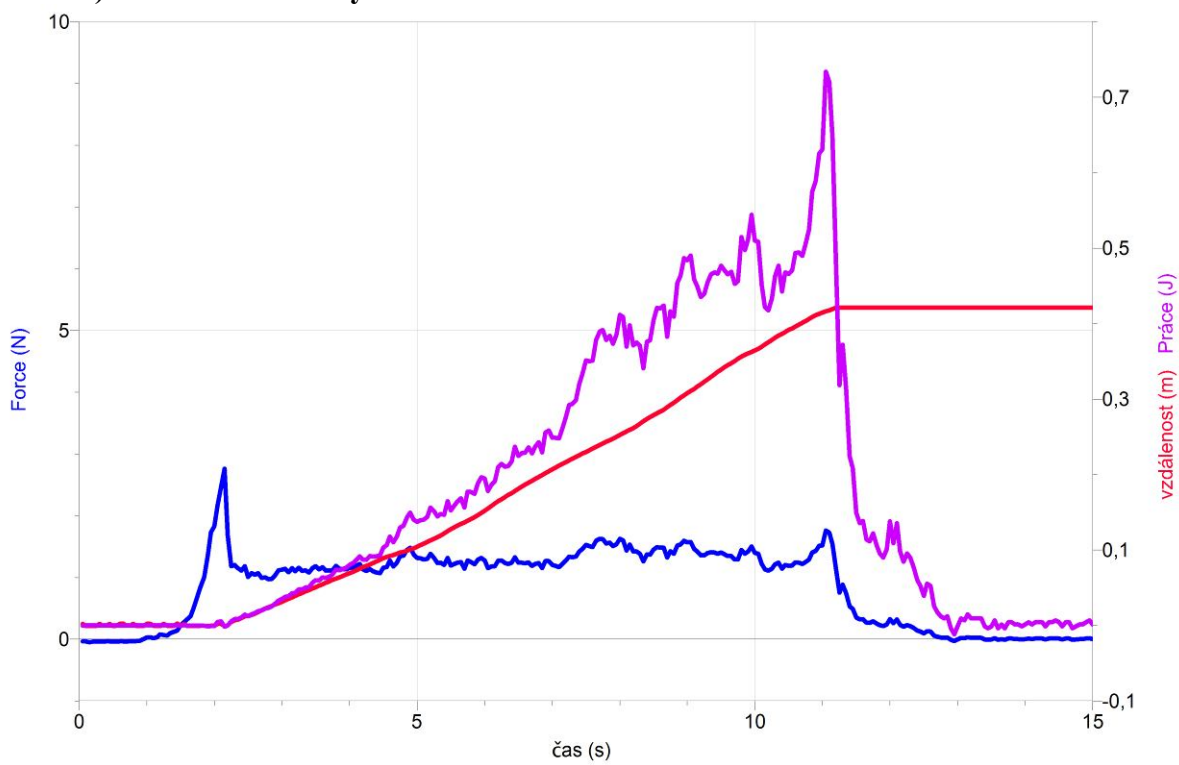
a) 1 dřevěný kvádr



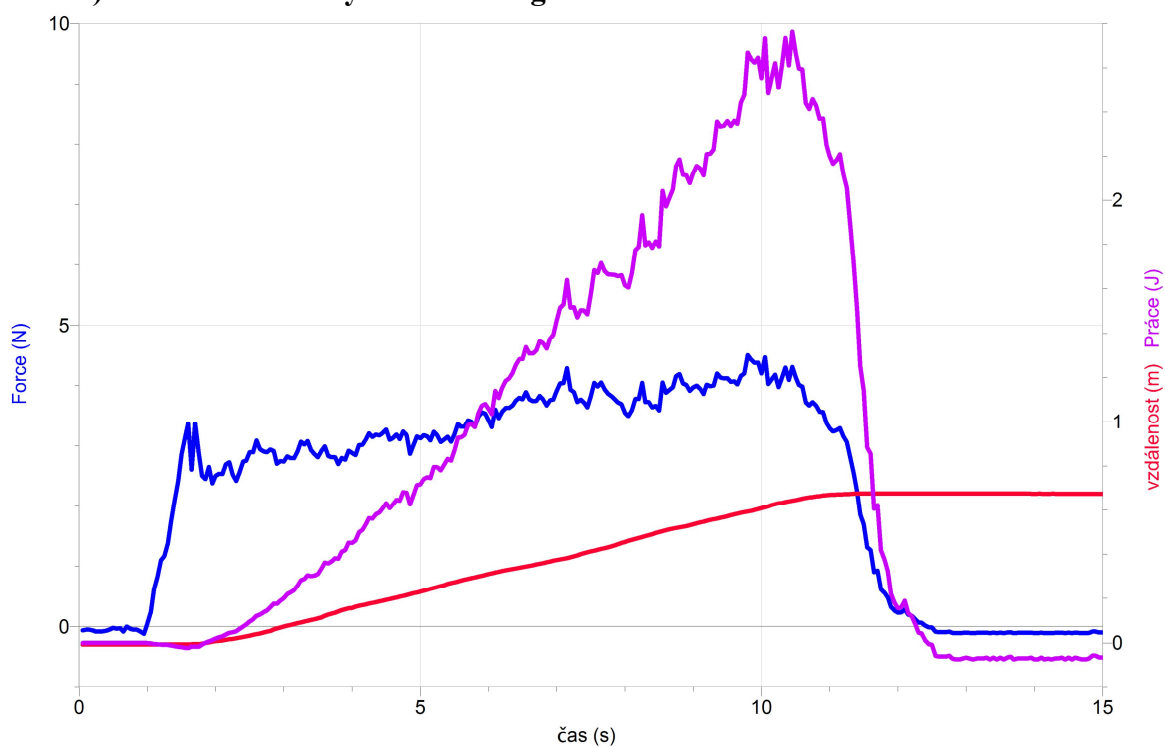
b) 2 dřevěné kvádry



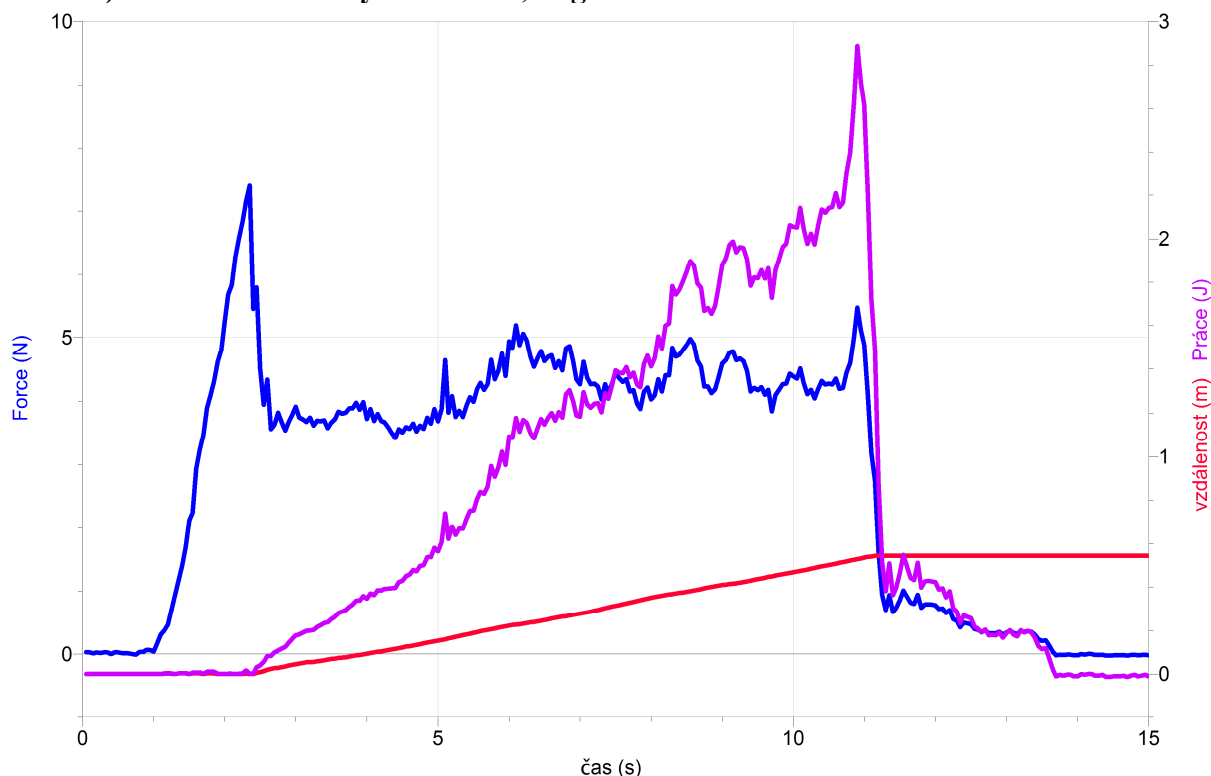
c) 3 dřevěné kvádry



d) 3 dřevěné kvádry + závaží 1 kg



e) 3 dřevěné kvádry + závaží 1,5 kg



2. Závěr

a) Vyhodnocení jednotlivých grafů a vykonané práce.

Z grafů vyplývá: Čím větší hmotnost má těleso, které posouváme po podložce po určité dráze, tím větší práci na dané dráze vykonáme. Příčinou je větší tření mezi podložkou a styčnou plochou tělesa, které musíme překonat, aby se těleso pohybovalo rovnoměrně.

b) Kdy se práce koná?

Fyzikální práce se koná tehdy, působí-li na těleso nenulová síla, která způsobuje pohyb tělesa po určité nenulové dráze.

c) Kdy je práce nulová?

Fyzikální práce je nulová v následujících případech:

1. $s = 0, F = 0$ Těleso se nepohybuje (je v klidu), jelikož na něho nepůsobí žádná síla.
2. $s = 0, F \neq 0$ Těleso se nepohybuje, ačkoli na něho působí určitá síla. Síla však není dostatečně veliká k tomu, aby překonala např. působení tíhové síly, tření či odpor prostředí.
3. $s \neq 0, F = 0$ Reálným příkladem může být pohybující se automobil s vypnutým motorem, pokud situaci vztahujeme k činnosti motoru. Jedná se také o případ, kdy se těleso pohybuje rovnoměrně, přičemž mu v pohybu nebrání tření ani odpor prostředí (pohyb těles ve vakuu ve vesmíru bez silového působení...ideální).
4. $s \neq 0, F \neq 0$, síla svírá se směrem pohybu úhel 90° Např. gravitační síla, kterou působí Země na Měsíc při jeho pohybu kolem Země nebo Slunce na Zemi, při jejím pohybu kolem Slunce.

Fyzikální princip

Polohová energie E_p je druh mechanické energie, kterou těleso získá při zvyšování své nadmořské výšky. Vypočítáme ji $E_p = m \cdot g \cdot h$. **Pohybová energie** E_k je druh mechanické energie, kterou má pohybující se těleso. Vypočítáme ji $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$.

Cíl

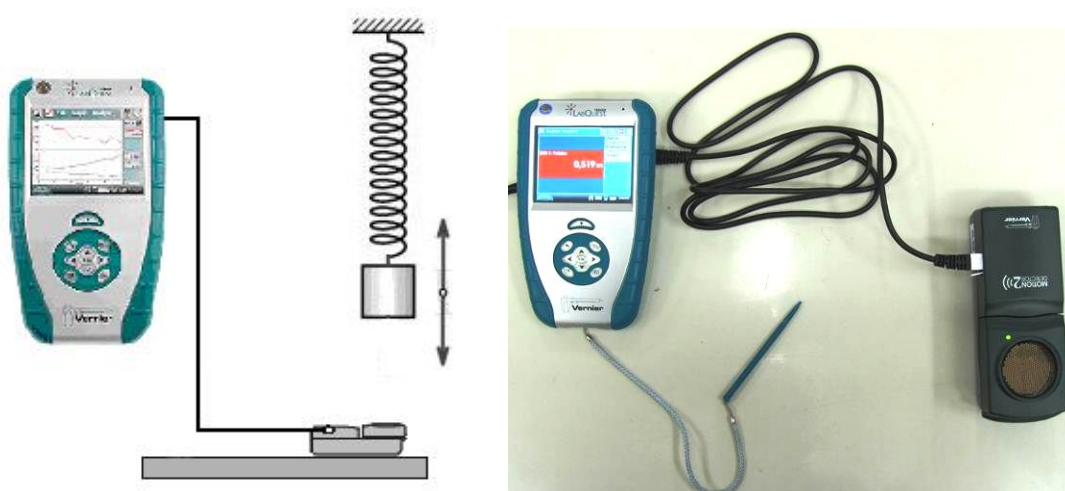
Pohybovou a polohovou energii kmitavého pohybu.

Pomůcky

LabQuest, ultrazvukový senzor MD-BTD nebo GO-MOT, těleso (závaží), pružina, stojan, metr.

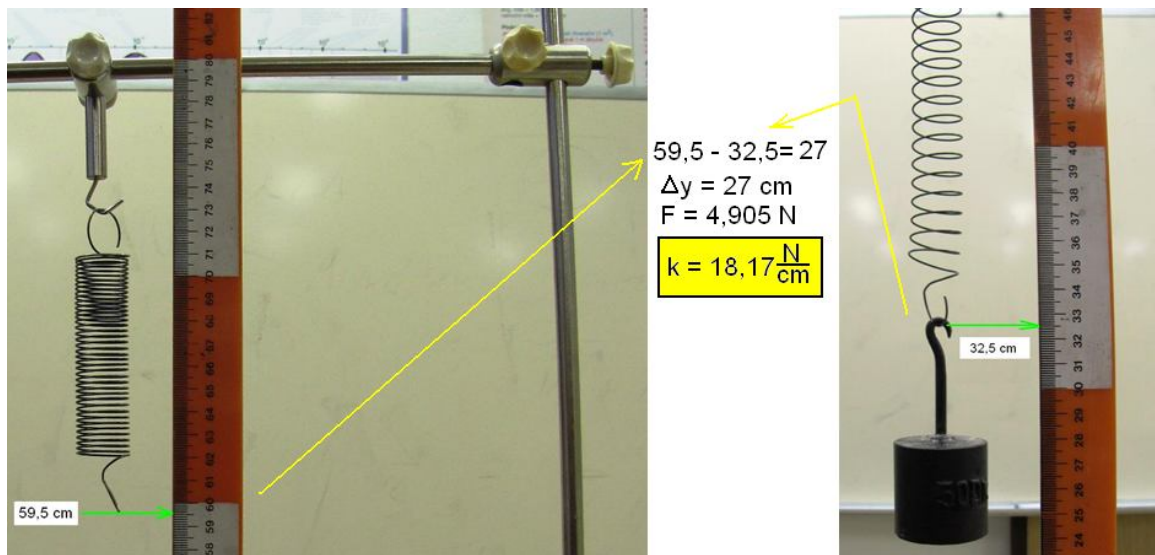




Schéma

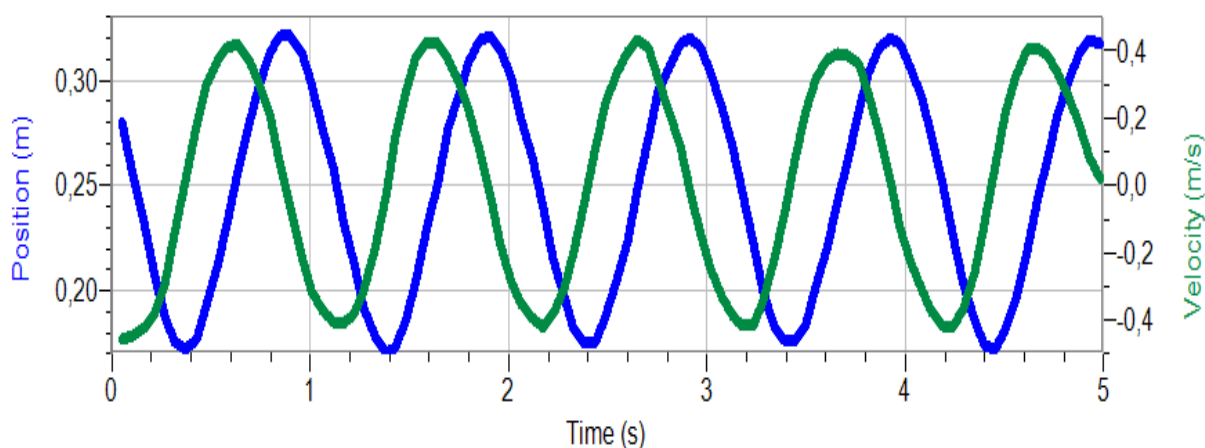


Postup

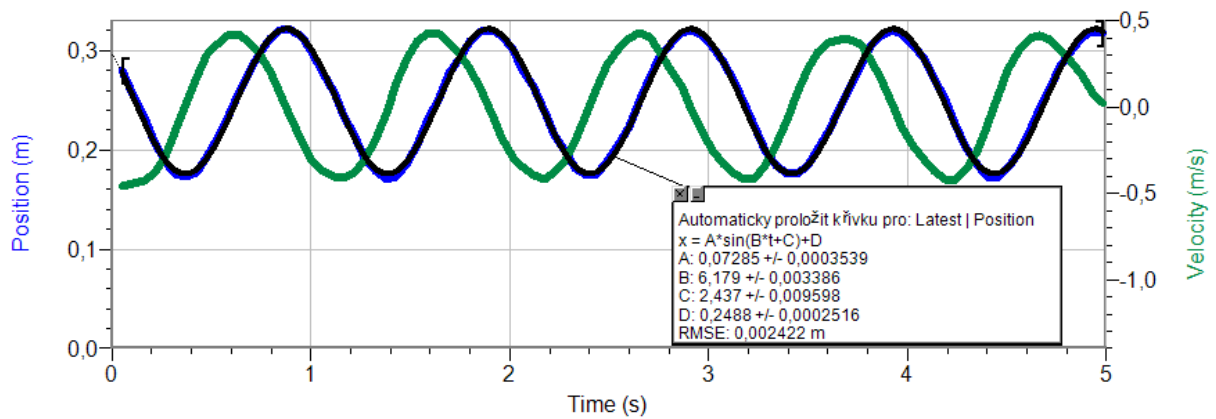
1. Připojíme ultrazvukový senzor MD-BTD nebo GO-MOT do vstupu DIG 1 LabQuestu.
2. Určíme tuhost používané pružiny.



3. Zapneme LabQuest.
4. V menu Senzory – Záznam dat nastavíme Režim: Časová základna; Frekvence: 20 čtení/s; Trvání: 10 s.
5. Zvolíme zobrazení Graf .
6. Zvážíme závaží na digitálních vahách a zavěsíme ho na pružinu a pod závaží položíme ultrazvukový senzor a budeme měřit vzdálenost a rychlost kmitajícího závaží na pružině.
7. Uvedeme závaží do kmitavého pohybu.
8. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.



9. Soubor nahrajeme do PC a v programu Logger Pro provedeme analýzu.



10. V menu Data - Nový dopočítávaný sloupec zadáme název, značku, jednotku a rovnici pro E_k :

Vlastnosti dopočítávané datové řady

Nastavení sloupce Nastavení

Jednotky a popisky

Název: Energie kinetická

Značka: Ek jednotky: J

Cíl:

Datová řada: Přidat všem podobným datovým řadám

Rovnice:

0,5*0,5**Velocity**Velocity

Zobrazovat během měření Funkce > Proměnné (sloupce) > Parametry >

Nápověda Hotovo Zrušit

11. V menu Data - Nový dopočítávaný sloupec zadáme název, značku, jednotku a rovnici pro E_p :

Vlastnosti dopočítávané datové řady

Nastavení sloupce Nastavení

Jednotky a popisky

Název: Energie potenciální

Značka: Ep jednotky: J

Cíl:

Datová řada: Přidat všem podobným datovým řadám

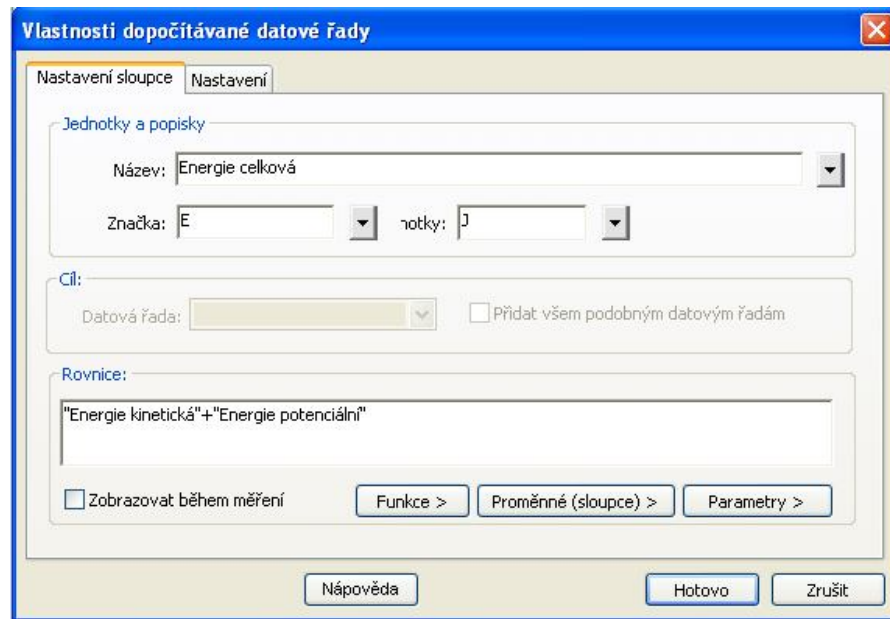
Rovnice:

0,5*18,17*abs(("Position"-0,249))*abs(("Position"-0,249))

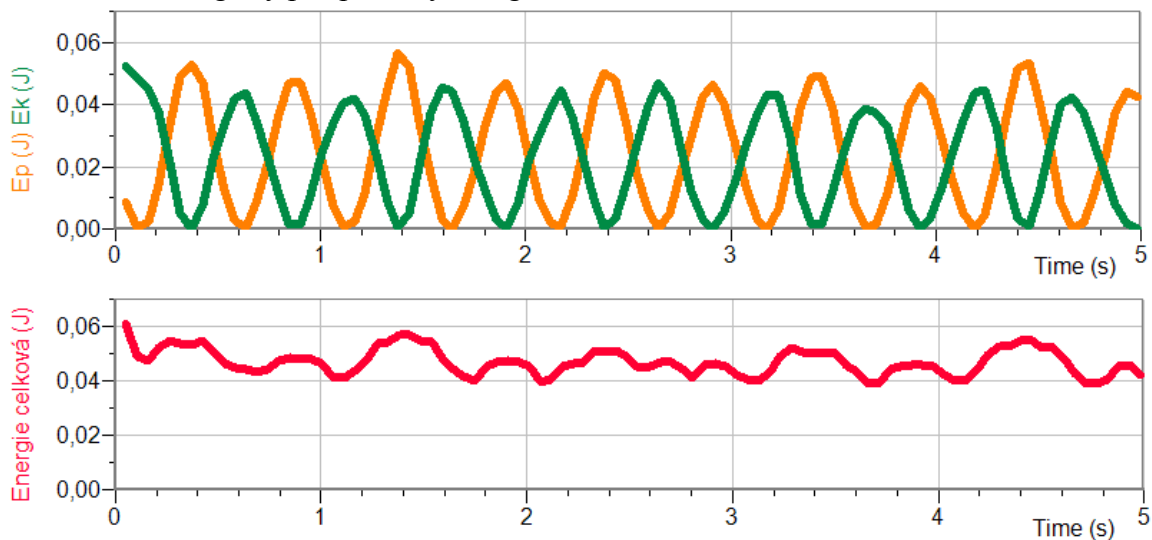
Zobrazovat během měření Funkce > Proměnné (sloupce) > Parametry >

Nápověda Hotovo Zrušit

12. V menu Data - Nový dopočítávaný sloupec zadáme název, značku, jednotku a rovnici pro E :



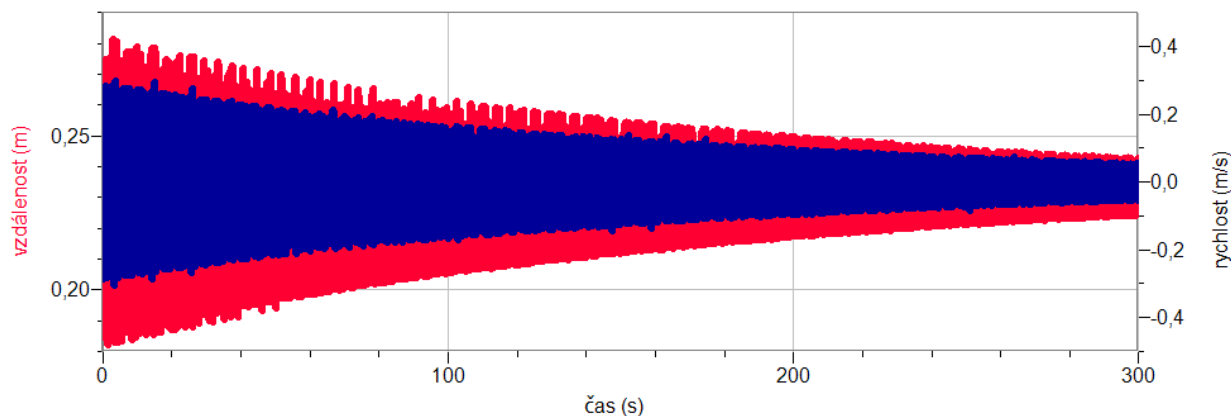
13. Zobrazíme grafy pro průběhy energií:







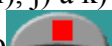
14. Vyslovíme závěr.

Doplňující otázky

1. Změníme dobu trvání na 300 s. Opakujeme měření. Co pozorujeme? Jak se mění energie?



2. Jiný postup určení **tuhosti** pružiny k :

- a) Na siloměr zavěsíme pružinu.
- b) Vyznačíme na pozadí (tabule) konec pružiny „značku – 0 cm“. Dále si pomocí pravítka vyznačíme značky 5, 10, 15, 20, ... cm.
- c) V menu Senzory – Záznam dat nastavíme Režim: Události + Hodnoty; Název: Prodloužení; Jednotky: cm.
- d) Vynulujeme siloměr v menu Senzory – Vynulovat.
- e) Zvolíme zobrazení Graf .
- f) **Stiskneme tlačítko START**  (měření) na LabQuestu.
- g) Stiskneme **tlačítko**  (zachovat).
- h) Do textového okénka vložíme hodnotu **0 cm** a stiskneme OK.
- i) Prodloužíme pružinu o 5 cm.
- j) Stiskneme **tlačítko**  (zachovat).
- k) Do textového okénka vložíme hodnotu **5 cm** a stiskneme OK.
- l) Opakujeme body i), j) a k) pro **10, 15, 20, ...cm**.
- m) Stiskneme tlačítko  (ukončit měření).
- n) **Provedeme** analýzu grafu – menu Analýza – Fitovat křivku – Typ rovnice: Přímá úměrnost.
- o) Z grafu určíme tuhost pružiny k – je směrnice polopřímky A vynásobená 100 (protože l jsme zadávali v cm).

3. Opakujeme pro jiné závaží nebo jinou pružinu.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **3.2 Energie pohybová a polohová**

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

1. Měření tuhosti pružiny k statickou metodou $\left(\Delta y = y_1 - y_2, k = \frac{mg}{\Delta y}, g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right)$

$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{y_1}{\text{m}}$	$\frac{y_2}{\text{m}}$	$\frac{\Delta y}{\text{m}}$	$\frac{k}{\frac{\text{N}}{\text{m}}}$

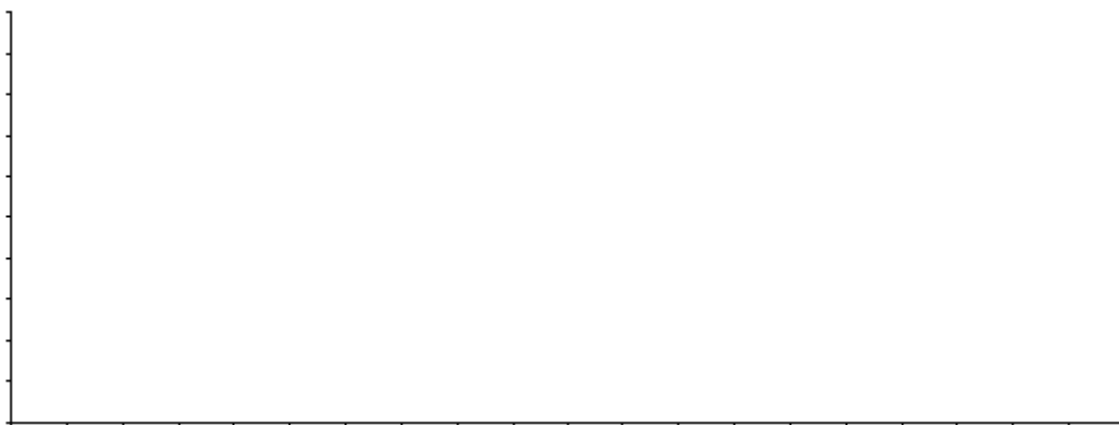
2. Graf časové závislosti polohy a rychlosti tělesa na čase.



3. Graf časové závislosti potenciální a kinetické energie čase.



4. Graf časové závislosti celkové mechanické energie na čase.



5. Závěr:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.2 Energie pohybová a polohová	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

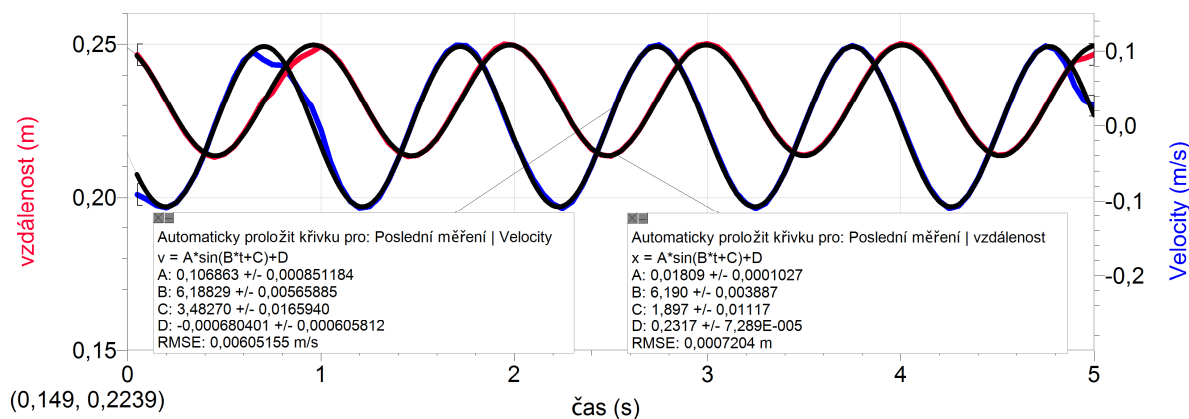
1. Pružina

a) Měření tuhosti pružiny k statickou metodou

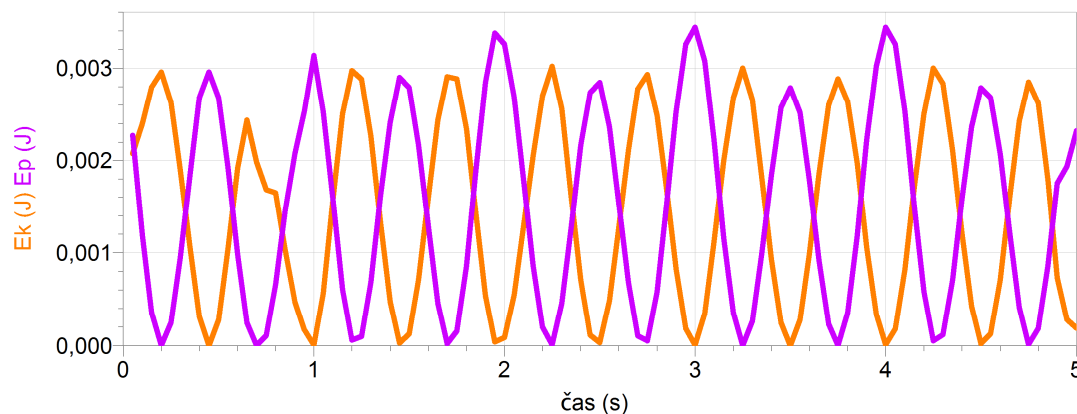
$$\left(\Delta y = y_1 - y_2, k = \frac{mg}{\Delta y}, g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right)$$

$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{y_1}{\text{m}}$	$\frac{y_2}{\text{m}}$	$\frac{\Delta y}{\text{m}}$	$\frac{k}{\frac{\text{N}}{\text{m}}}$
0,503	0,600	0,335	0,265	18,62

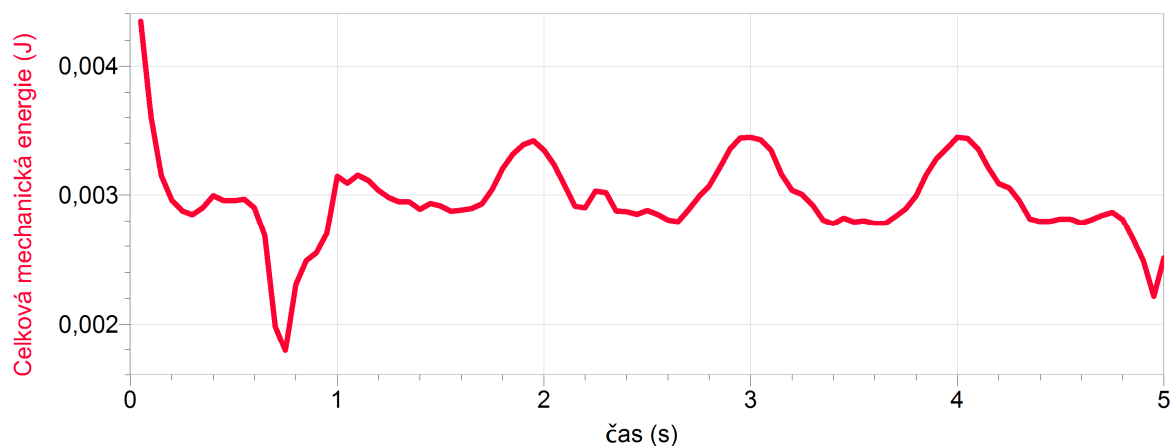
b) Graf časové závislosti polohy a rychlosti tělesa na čase.



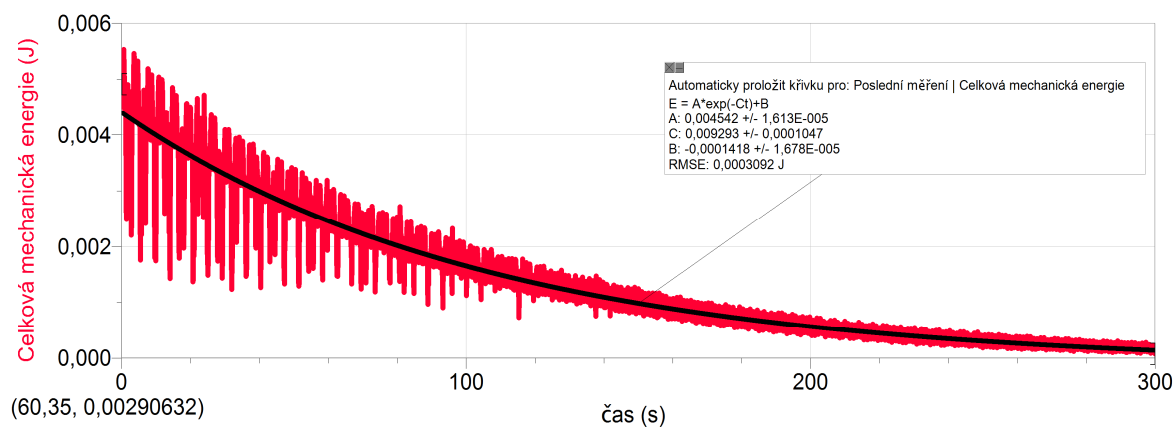
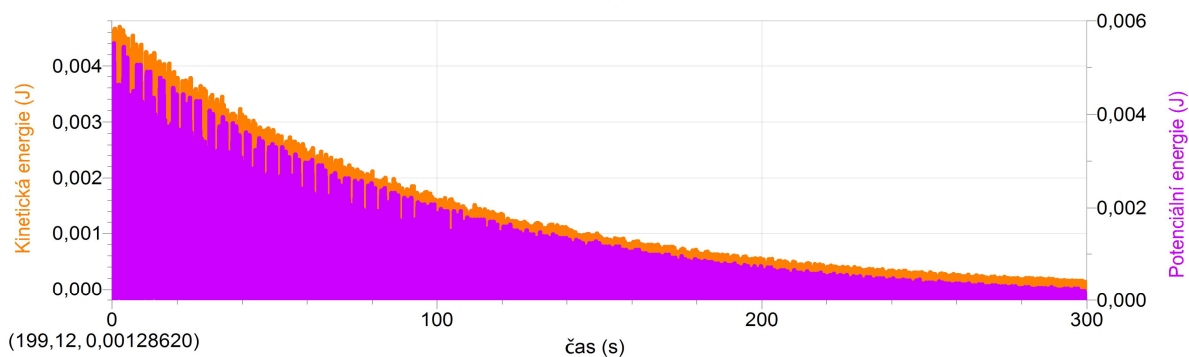
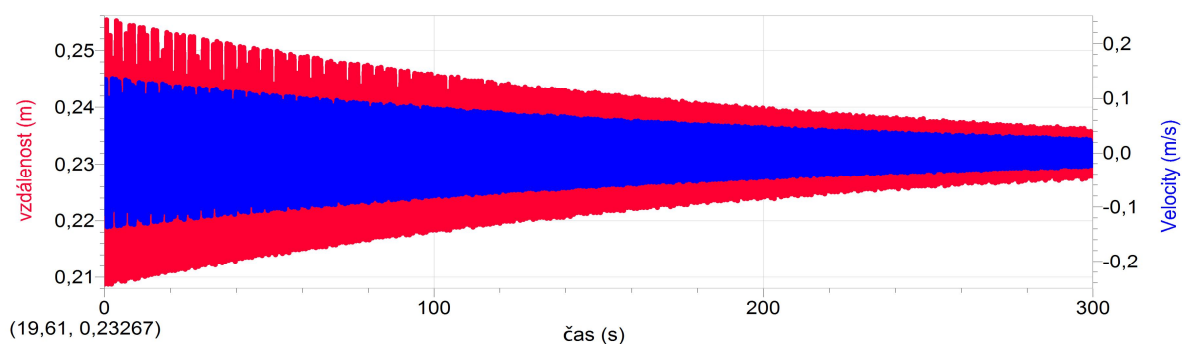
c) Graf časové závislosti potenciální a kinetické energie čase.



d) Graf časové závislosti celkové mechanické energie na čase.



e) Měření po dobu 300 sekund:



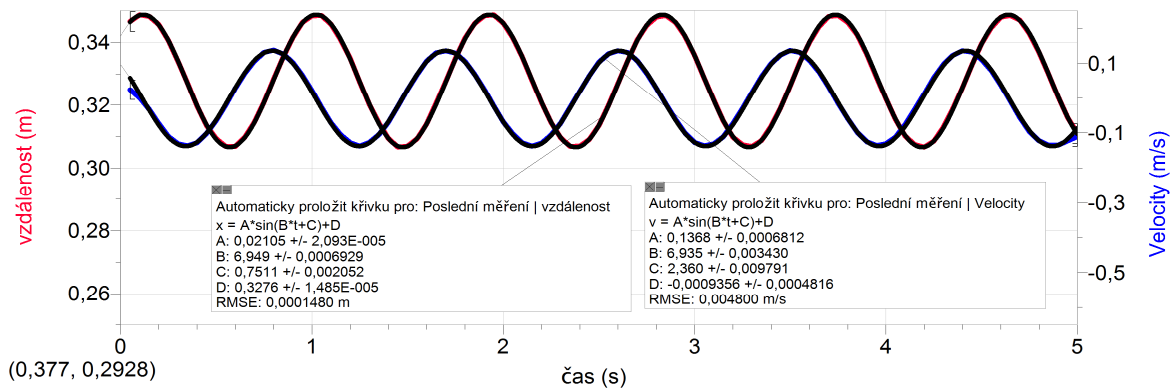
2. pružina

a) Měření tuhosti pružiny k statickou metodou

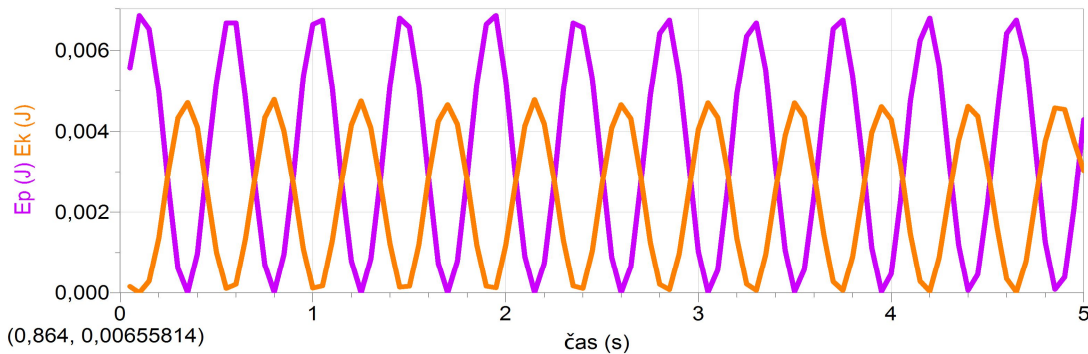
$$\left(\Delta y = y_1 - y_2, k = \frac{mg}{\Delta y}, g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right)$$

$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{y_1}{\text{m}}$	$\frac{y_2}{\text{m}}$	$\frac{\Delta y}{\text{m}}$	$\frac{k}{\frac{\text{N}}{\text{m}}}$
0,503	0,575	0,415	0,160	30,84

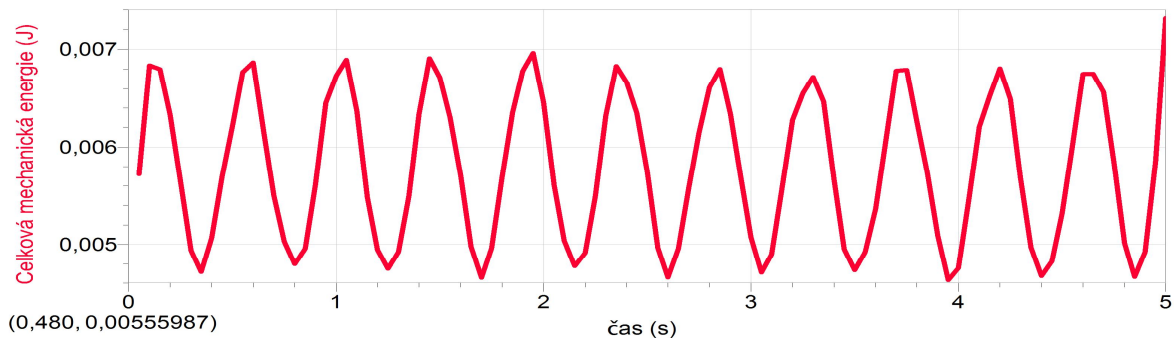
b) Graf časové závislosti polohy a rychlosti tělesa na čase.



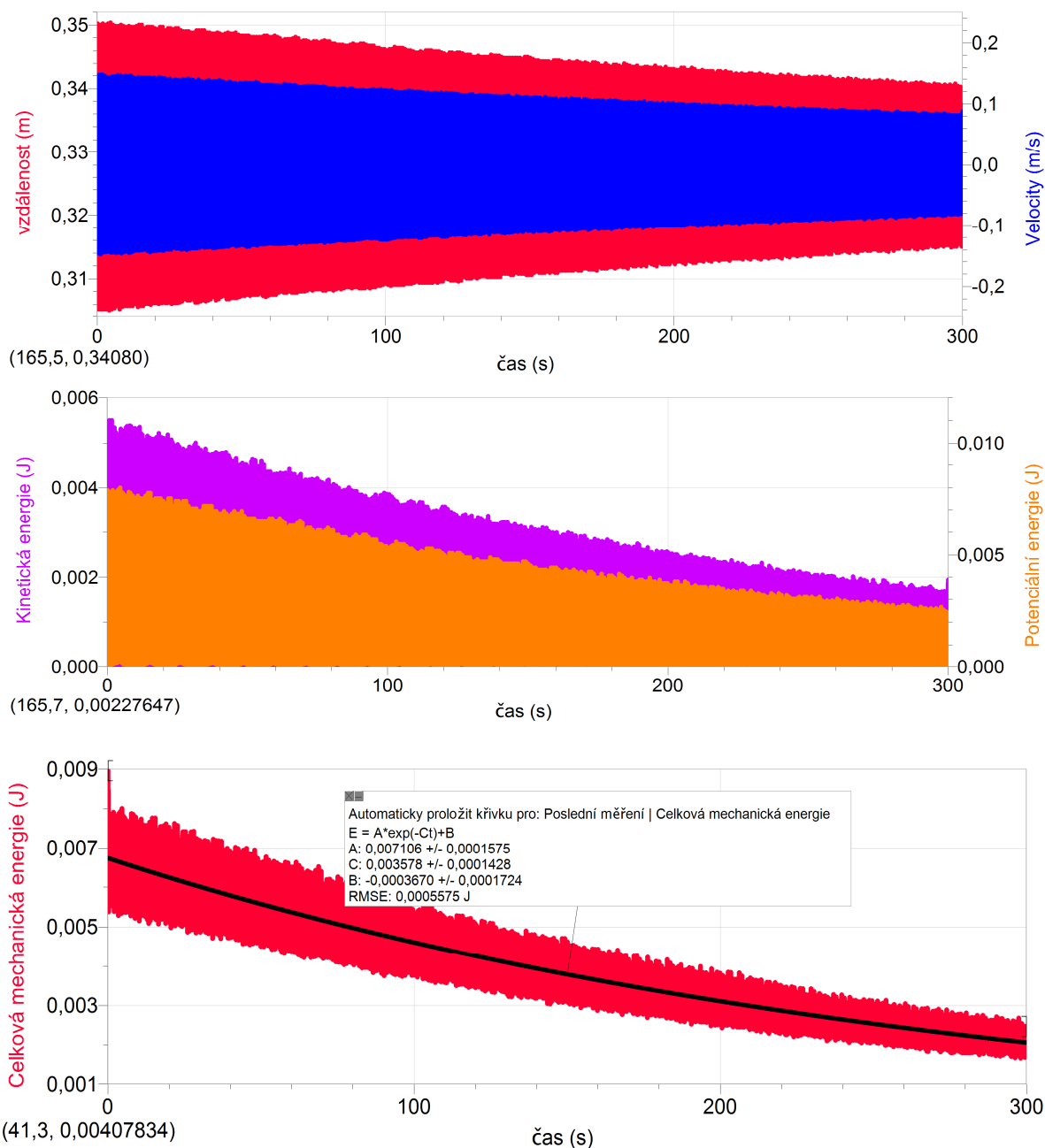
c) Graf časové závislosti potenciální a kinetické energie čase.



d) Graf časové závislosti celkové mechanické energie na čase.



e) Měření po dobu 300 sekund



Závěr:

V izolované soustavě platí zákon zachování celkové mechanické energie, tj. součet kinetické a potenciální energie je konstantní. Z výsledků měření vyplývá, že prakticky tomu tak není. Do měření se vnáší různé chyby, např. těleso nekmitá jen ve svislém směru, kmitá i v jiných směrech (způsobeno lidským faktorem – rozkmitání tělesa, kmitavý pohyb stojanu apod.).

Navíc nejspíše s rostoucí tuhostí pružiny se do měření vnáší další chyba – potenciální energie je mnohem větší než kinetická energie. Může to být také způsobeno malou snímací frekvencí UZ senzoru (20 snímků za sekundu), ovšem ani zvýšení této frekvence na limitní hodnotu 30 snímků za sekundu chybu neodstranilo.

Důkazem toho, že kmitání tělesa na pružině je tlumené, jsou měření trvajících 300 sekund. Lze pozorovat exponenciální pokles jak potenciální či kinetické energie, tak celkové mechanické energie.

Fyzikální princip

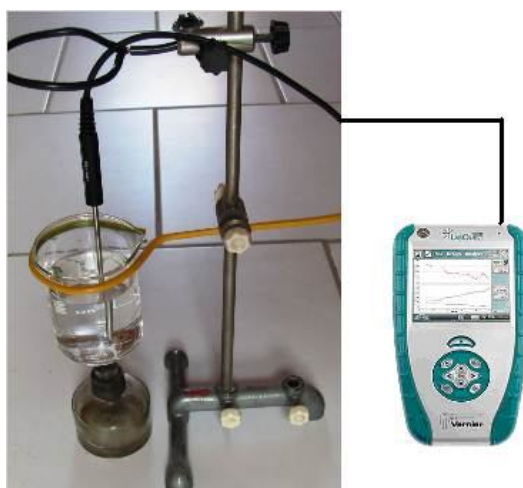
Účinnost je podíl vykonané práce W a dodané energie E . $\eta = \frac{W}{E}$.

Cíl

Určit **účinnost** při ohřívání vody lihovým kahanem.

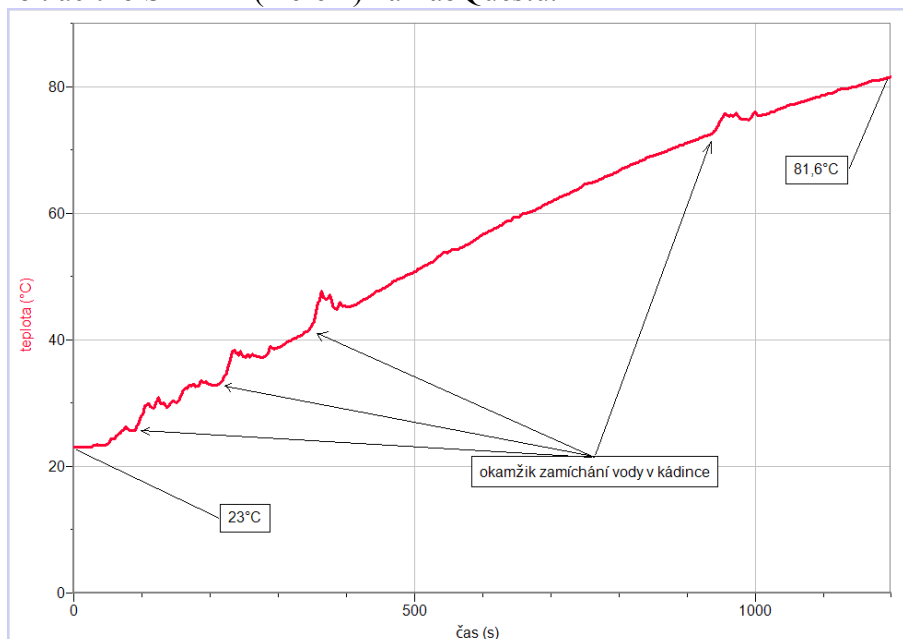
Pomůcky

LabQuest, teploměr TMP-BTA, kádinka, voda, digitální váhy, lihový kahan, laboratorní stojan.

**Schéma****Postup**

1. Do vstupů CH 1 LabQuestu **připojíme** teploměr TMP-BTA.
2. **Zapneme** LabQuest a **nastavíme** v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: **1200 s**, Frekvence: **1** čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu.
3. Teploměr **upevníme** do stojanu.

- Na dig. vahách **zvážíme** prázdnou kádinku: $m_k = \dots\dots\dots$ kg.
- Na dig. vahách **zvážíme** vodu (např. 200 ml) v kádince: $m = \dots\dots\dots$ kg.
- Na dig. vahách **zvážíme** lihový kahan $m_{k0} = \dots\dots\dots$ kg.
- Kádinku **upevníme** do stojanu; **postavíme** pod kádinku kahan a **zapálíme** ho.
- Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu.



- Po skončení měření (1200 s = 20 min) **zvážíme** znovu lihový kahan $m_{k1} = \dots\dots\dots$ kg a **odečteme** z grafu počáteční teplotu vody $t_0 = \dots\dots\dots$ °C a konečnou teplotu $t_1 = \dots\dots\dots$ °C.
- Vypočítáme vykonanou práci $W = Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot \dots\dots\dots \cdot \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J.
- Vypočítáme dodanou energii $E = Q = h \cdot m = h \cdot (m_{k0} - m_{k1}) = 28\,865\,000 \cdot \dots\dots\dots$
 $E = \dots\dots\dots$ J
- Vypočítáme účinnost $\eta = \frac{W}{E} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \cdot 100 = \dots\dots\dots$ %

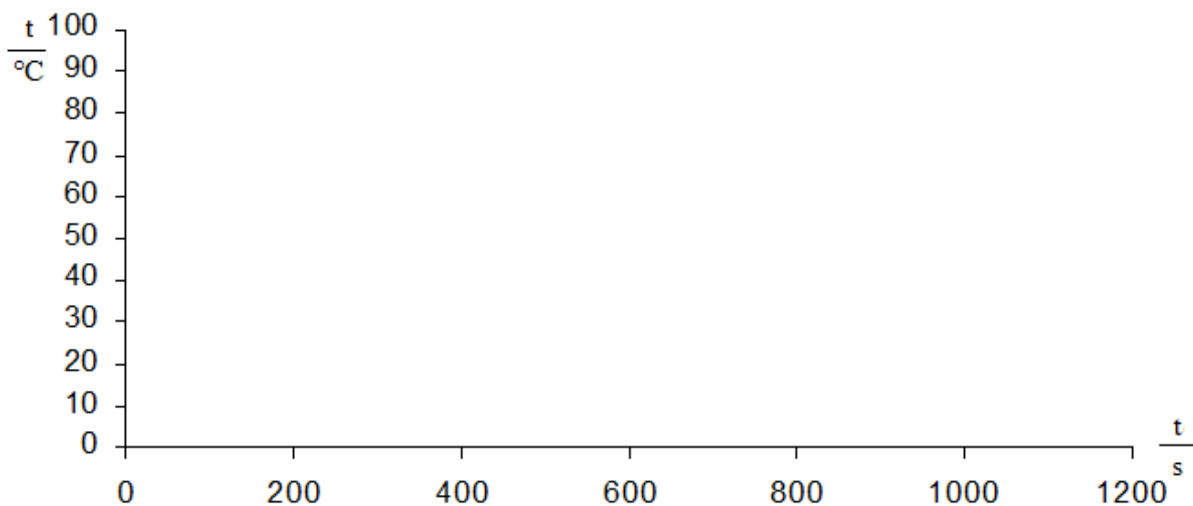
Doplňující otázky

Výhřevnost ethanolu je $28\,865\,000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

- Vypočítej**, kolik % dodané energie, přijme kádinka - sklo ($c = 670 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)?
- Kolik** procent dodané energie se „ztratí“?
- Znáš **účinnější** způsob ohřívání vody? Jakou má účinnost?
(<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=132>)
- Proč na grafu v okamžiku zamíchání s ohřívanou vodou vznikají **nerovnosti** (viz výše)?
Proč teplota nejdříve **rychleji stoupá** a pak chvíli **klesá** (po zamíchání)? Proč teplota pak roste přibližně rovnoměrně?
- Proč graf (viz výše) není **lineární**? Čím je to způsobeno?
- K měření hmotnosti lihového kahanu můžeme použít digitální váhy OHSP-202.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.3 Účinnost	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

- hmotnost prázdné kádinky: $m_k = \dots\dots\dots$ kg
- hmotnost vody v kádince: $m = \dots\dots\dots$ kg
- hmotnost lihového kahanu (před začátkem měření): $m_{k0} = \dots\dots\dots$ kg



- hmotnost lihového kahanu (na konci měření): $m_{k1} = \dots\dots\dots$ kg
- počáteční teplota vody $t_0 = \dots\dots\dots$ °C; konečná teplota vody $t_1 = \dots\dots\dots$ °C
- vypočítáme vykonanou práci $W = Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot \dots\dots\dots \cdot \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J
- vypočítáme dodanou energii $E = Q = h \cdot m = h \cdot (m_{k0} - m_{k1}) = 28\,865\,000 \cdot \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J
- vypočítáme účinnost $\eta = \frac{W}{E} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \cdot 100 = \dots\dots\dots$ %

Doplňující otázky:

Výhřevnost ethanolu je $28\,865\,000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1. Vypočítej, kolik % dodané energie, přijme kádinka - sklo ($c = 670 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)?

2. Kolik procent dodané energie se „ztratí“?

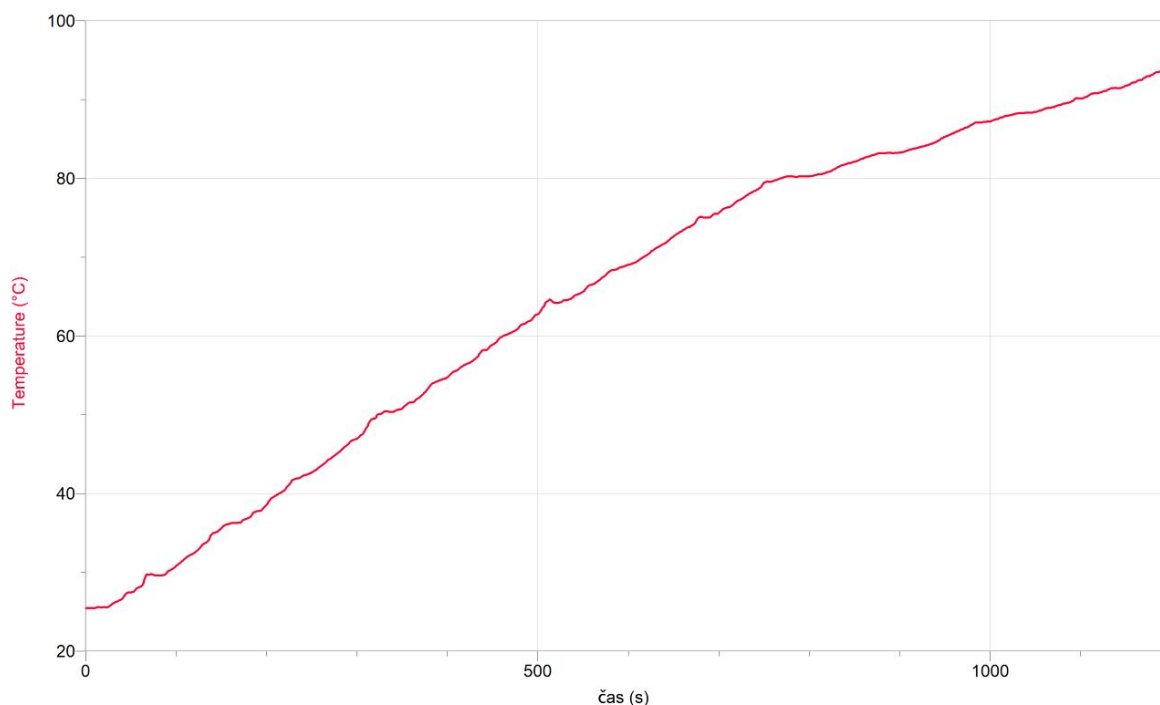
3. Znáš účinnější způsob ohřívání vody? Jakou má účinnost?
(<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=132>)

4. Proč na grafu v okamžiku zamíchání s ohřivanou vodou vznikají nerovnosti (viz výše)?
Proč teplota nejdříve rychleji stoupá a pak chvíli klesá (po zamíchání)? Proč teplota pak roste přibližně rovnoměrně?

5. Proč graf (viz výše) není lineární? Čím je to způsobeno?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.3 Účinnost	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

- hmotnost prázdné kádinky: $m_k = 0,070 \text{ kg}$
- hmotnost vody v kádince: $m = 0,150 \text{ kg}$
- hmotnost lihového kahanu (před začátkem měření): $m_{k0} = 0,121 \text{ kg}$



- hmotnost lihového kahanu (na konci měření): $m_{k1} = 0,116 \text{ kg}$
- počáteční teplota vody $t_0 = 25,5 \text{ °C}$; konečná teplota vody $t_1 = 94,2 \text{ °C}$
- vypočítáme vykonanou práci $W = Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \cdot 0,150 \cdot 68,7 = 43074,9 \text{ J}$
- vypočítáme dodanou energii $E = Q = h \cdot m = h \cdot (m_{k0} - m_{k1}) = 28\,865\,000 \cdot 0,005 = 144325 \text{ J}$
- vypočítáme účinnost $\eta = \frac{W}{E} = \frac{43074,9}{144325} \cdot 100 = 0,3 \cdot 100 = 30 \%$

Doplňující otázky:

Výhřevnost ethanolu je $28\,865\,000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1. Vypočítej, kolik % dodané energie, přijme kádinka - sklo ($c = 670 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)?

$$W = Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 670 \cdot 0,070 \cdot 68,7 = 3222 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{W}{E} = \frac{3222}{144325} \cdot 100 = 0,022 \cdot 100 = 2,2 \%$$

2. Kolik procent dodané energie se „ztratí“?

$$100 \% - (30 \% + 2,2 \%) = 67,8 \%$$

3. Znáš účinnější způsob ohřívání vody? Jakou má účinnost?

(<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=132>)

- rychlovarná konvice – kolem 80%

4. Proč na grafu v okamžiku zamíchání s ohřívanou vodou vznikají nerovnosti (viz výše)?
Proč teplota nejdříve rychleji stoupá a pak chvíli klesá (po zamíchání)? Proč teplota pak roste přibližně rovnoměrně?

- dochází k proudění teplé a studené vody

- proudění vody je rovnoměrné

5. Proč graf (viz výše) není lineární? Čím je to způsobeno?

- při vyšší teplotě dochází k rychlejšímu vypařování a teplota vody se zvyšuje pomaleji

Fyzikální princip

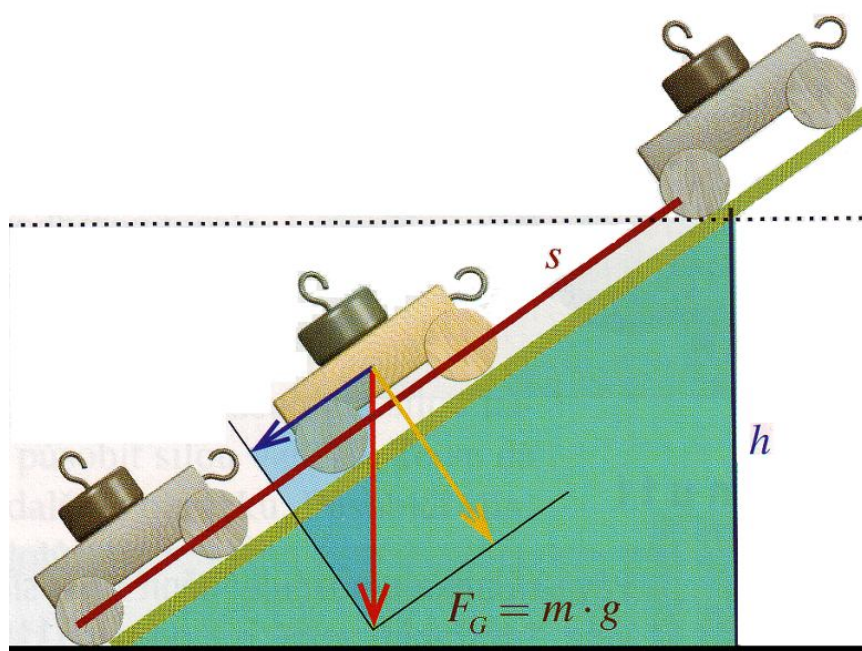
Síla potřebná k pohybu tělesa po nakloněné rovině je tolikrát menší než tíhová síla, kolikrát je délka roviny větší než její výška $F = F_G \cdot \frac{h}{s}$. Tíhovou sílu vypočítáme $F_G = m \cdot g$.

Cíl

Ověřit platnost funkce $F = f\left(\frac{h}{s}\right)$.

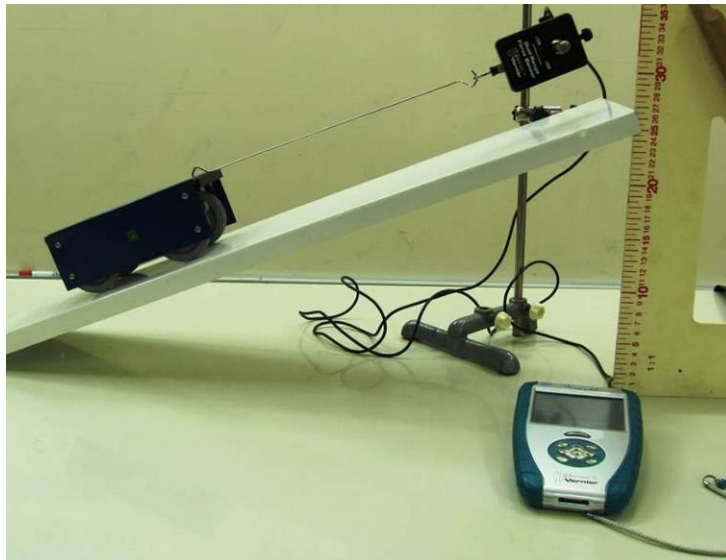
Pomůcky

LabQuest, siloměr DFS-BTA, digitální váhy, vozíček se závažími, nakloněná rovina, délkové měřidlo.

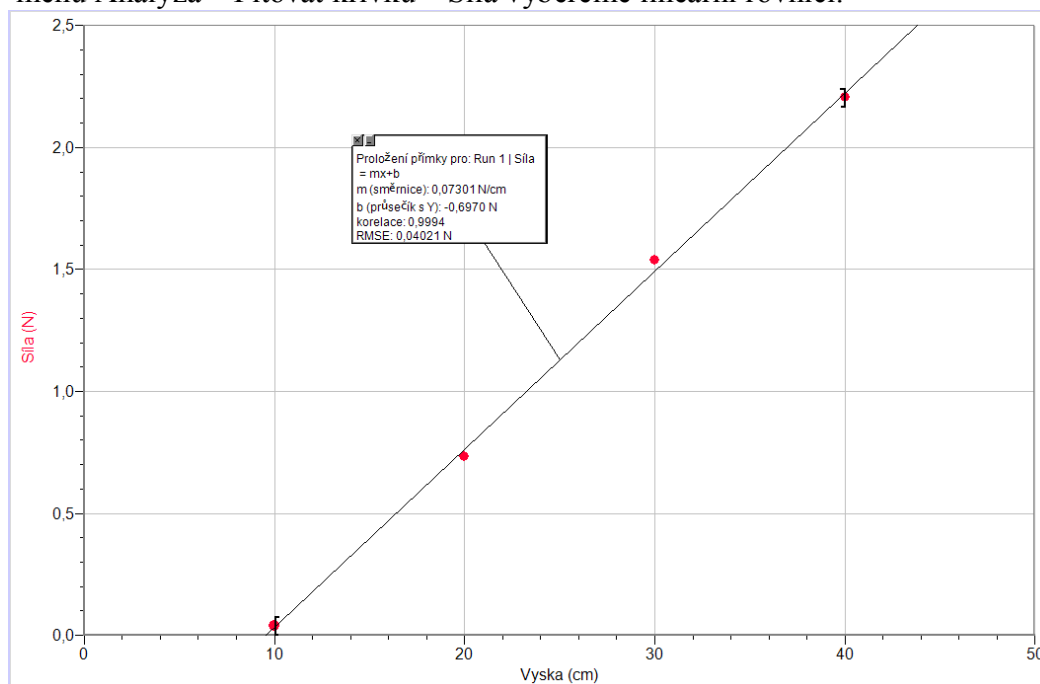
**Schéma**

Postup

1. Připojíme siloměr DFS-BTA do vstupu CH1. Změříme délku nakloněné roviny $s = \dots \text{cm}$. Zvážíme vozíček $m = \dots \text{kg}$. Vypočítáme velikost tíhové síly F_G . K siloměru připojíme vozíček.



2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat - Režim: Události + Hodnoty, Název: Výška, Jednotka: cm, OK. Dále zvolíme zobrazení grafu.
3. Zvolíme okno Graf. Na svislé ose y zvolíme zobrazování Síly (N) a na vodorovné ose x Výška (cm).
4. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu. Zvedneme nakloněnou rovinu do výšky 10 cm a stiskneme „spoušť“ pro zadání této hodnoty. Opakujeme pro 20 cm, 30 cm, 40 cm.
5. Ukončíme měření.
6. V menu Analýza – Fitovat křivku – Síla vybereme lineární rovnici.



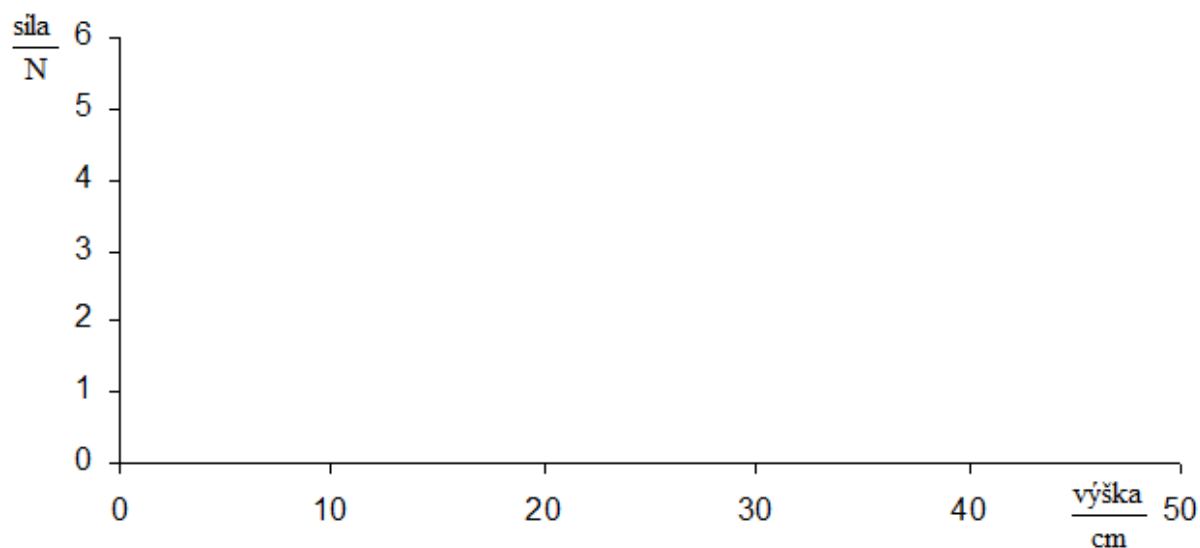
7. Vyslovíme závěr.

Doplňující otázky

1. Proč graf funkce $F = f\left(\frac{h}{s}\right)$ neprochází počátkem? Tzn. když $h = 0$ cm, pak $F = 0$ N.
2. Zkus změřit funkci $F = f\left(\frac{h}{s}\right)$ pomocí plynulého zvedání nakloněné roviny. Je potřeba nastavit v menu Senzory – Záznam dat - Režim: Časová základna.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.4 Nakloněná rovina	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

- délka nakloněné roviny $s = \dots\dots\dots$ cm
- hmotnost vozíčku: $m = \dots\dots\dots$ kg
- tíhová síla působící na vozíček: $F_G = \dots\dots\dots$ N



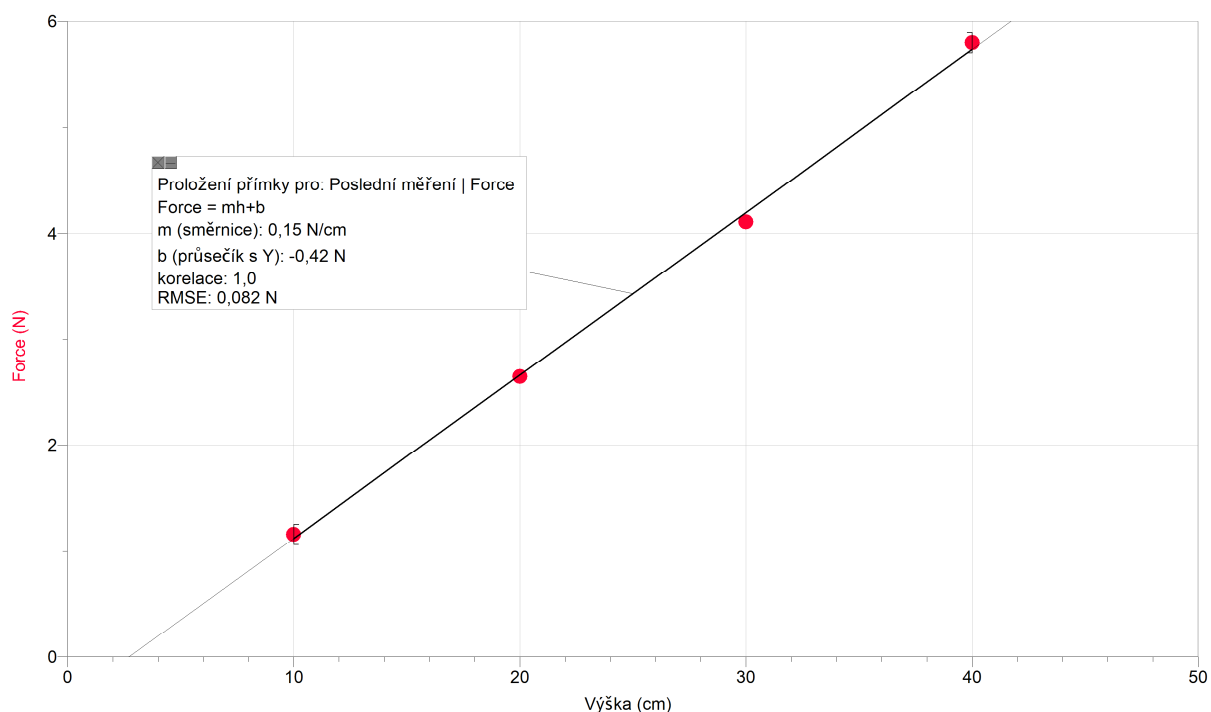
Vyslovit závěr: $F = f\left(\frac{h}{s}\right)$

Doplňující otázky:

1) Proč graf funkce $F = f\left(\frac{h}{s}\right)$ neprochází počátkem? Tzn., když $h = 0$ cm, pak $F = 0$ N.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.4 Nakloněná rovina	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

- délka nakloněné roviny $s = 72$ cm
- hmotnost vozičku: $m = 1,041$ kg
- tíhová síla působící na voziček: $F_G = 10,21$ N



Vyslovit závěr:

Při tomto měření jsme zjistili, že síla závisí na výšce (h) nakloněné roviny lineárně.

Doplňující otázky:

1) Proč graf funkce $F = f\left(\frac{h}{s}\right)$ neprochází počátkem? Tzn., když $h = 0$ cm, pak $F = 0$ N.

Je to způsobeno třením mezi vozičkem a podložkou.

Fyzikální princip

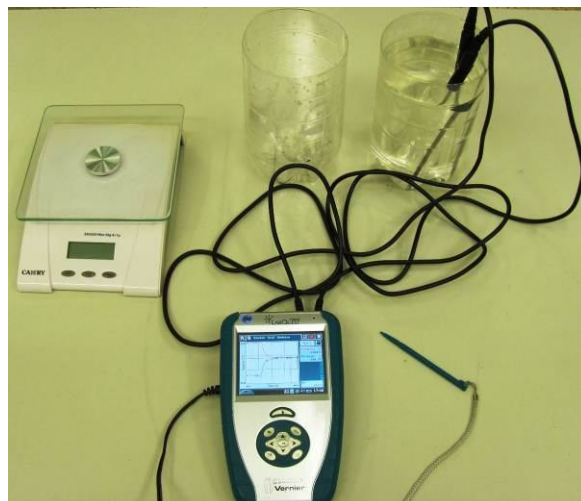
Při **tepelné výměně** mezi dvěma tělesy platí kalorimetrická rovnice: $Q_1 = Q_2$. Po dosazení: $c_1 \cdot m_1 \cdot (t_1 - t) = c_2 \cdot m_2 \cdot (t - t_2)$. Index **1** je přiřazen **teplejšímu** tělesu a index **2** **chladnějšímu** tělesu.

Cíl

Ověřit platnost kalorimetrické rovnice $c_1 \cdot m_1 \cdot (t_1 - t) = c_2 \cdot m_2 \cdot (t - t_2)$.

Pomůcky

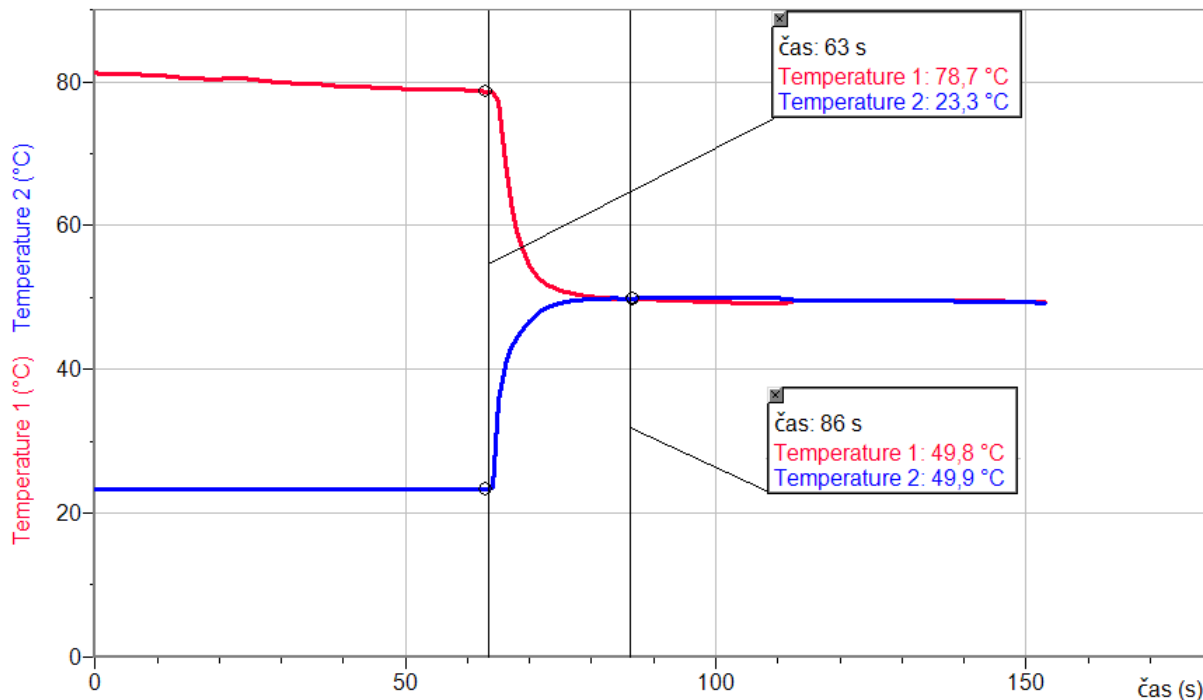
LabQuest, dva teploměry TMP-BTA, dvě seříznuté PET láhve, digitální váhy.

**Schéma****Postup**

1. **Připojíme** teploměr TMP-BTA do vstupu CH1 a druhý teploměr TMP-BTA do vstupu CH2 LabQuestu. Do nádoby z PET láhve připravíme teplou vodu o hmotnosti m_1 a

teplotě t_1 . Do druhé nádoby z PET láhve připravíme studenou vodu o hmotnosti m_2 a teplotě t_2 . Hmotnosti určíme pomocí digitální váhy. Do první nádoby vložíme první teploměr a do druhé nádoby druhý teploměr. Teploměry můžeme upevnit do stojanů.

- Zapneme** LabQuest a **nastavíme** v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: **120 s**, Frekvence: **1** čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu.
- Zvolíme **okno Graf**. Na svislé ose y zvolíme zobrazování obou teplot a na vodorovné ose x ponecháme čas.
- Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu. **Přeložíme** teploměr z nádoby se studenou vodou do nádoby s teplou vodou a **současně přelijeme** studenou vodu do teplé a počkáme, až nastane rovnovážný stav.
- Ukončíme měření**.



- Z grafů **odečteme** teploty před tepelnou výměnou (t_1 a t_2) a po tepelné výměně (t).
- Vypočítáme** teplo odevzdané Q_1 a teplo přijaté Q_2 .
- Porovnáme** výsledné hodnoty.
- Vyslovíme závěr**.

Doplňující otázky

- Proč měření nevychází úplně přesně? Čím je to způsobeno?
- Zkus stejné měření pro jedno kapalné těleso (voda) a jedno pevné těleso (mosazný váleček, železný váleček,...).
- K měření hmotnosti lihového kahanu můžeme použít **digitální váhy OHSP-202**.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **3.5 Kalorimetrická rovnice**

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

1. Graf časové závislosti teploty vody (horká, chladná, po sloučení):



Hmotnost horké vody m_1		Hmotnost chladné vody m_2	
Teplota horké vody t_1		Teplota chladné vody t_2	
Měrná tepelná kapacita vody c			
Výsledná teplota t			
Výpočet odevzdaného tepla Q_1 (vzorec, výsledek)		Výpočet přijatého tepla Q_2 (vzorec, výsledek)	

2. Doplnková úloha

Graf časové závislosti teploty vody a pevného tělesa z hliníku (samostatně a po sloučení):

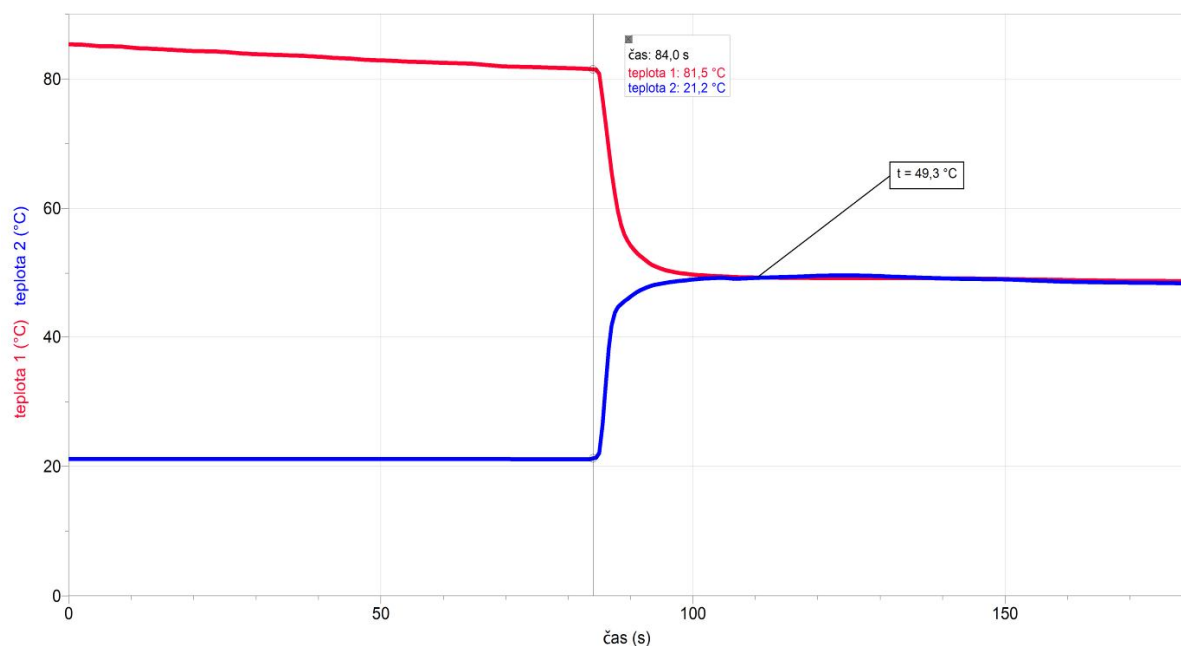


Hmotnost horkého pevného tělesa m_1		Hmotnost chladné vody m_2	
Teplota horkého tělesa t_1		Teplota chladné vody t_2	
Měrná tepelná kapacita tělesa c_1		Měrná tepelná kapacita vody c_2	
Výsledná teplota t			
Výpočet odevzdaného tepla Q_1 (vzorec, výsledek)		Výpočet přijatého tepla Q_2 (vzorec, výsledek)	

3. **Závěr:** Proč měření nevychází úplně přesně? Čím je to způsobeno?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.5 Kalorimetrická rovnice	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf časové závislosti teploty vody (horká, chladná, po sloučení):

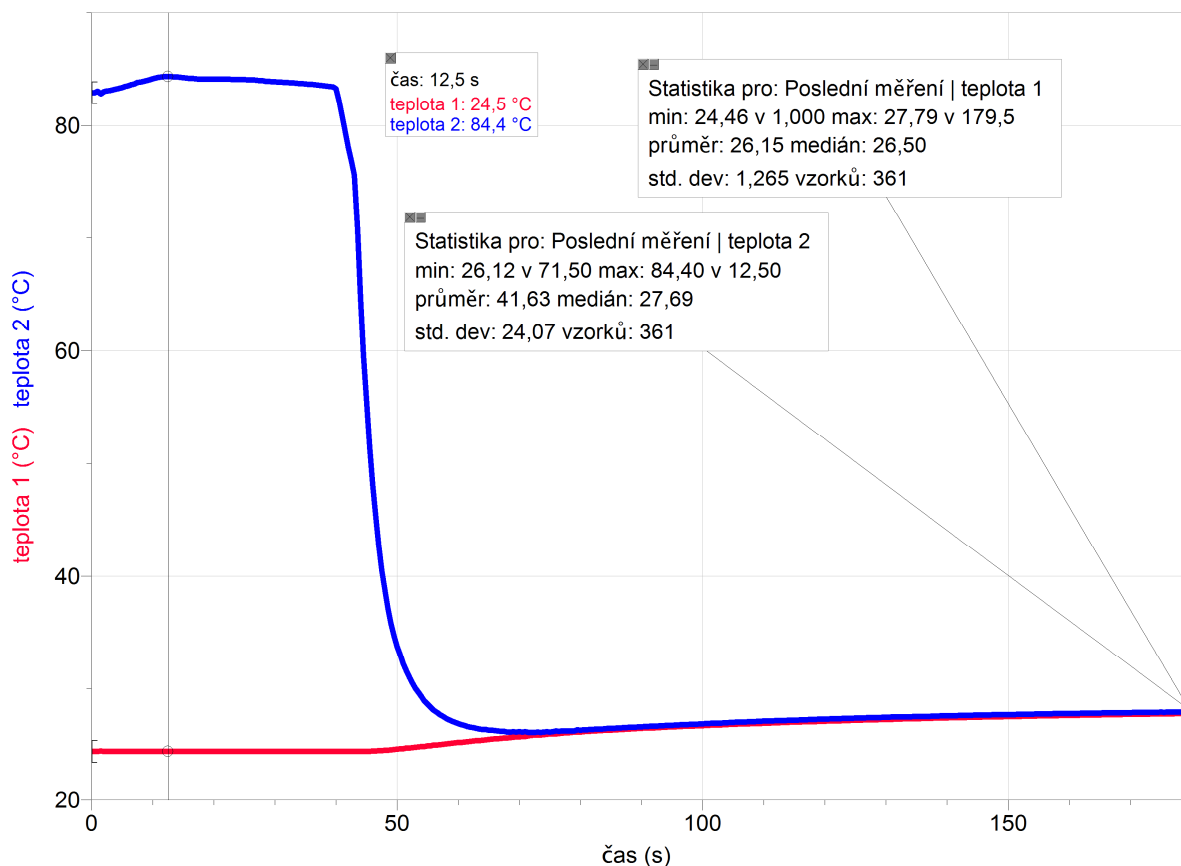


Hmotnost horké vody m_1	0,3107 kg	Hmotnost chladné vody m_2	0,3549 kg
Teplota horké vody t_1	81,5 °C	Teplota chladné vody t_2	21,2 °C
Měrná tepelná kapacita vody c		$4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	
Výsledná teplota t		49,3 °C	
Výpočet odevzdaného tepla Q_1 (vzorec, výsledek)	$Q_1 = m_1 c_1 (t_1 - t)$	Výpočet přijatého tepla Q_2 (vzorec, výsledek)	$Q_2 = m_2 c_2 (t - t_2)$
	41819 J		41686 J

2. Doplnková úloha (viz úloha 6.1 Měrná tepelná kapacita)

- pokus je vhodné provést s kalorimetrem

Graf časové závislosti teploty vody a pevného tělesa z hliníku (samostatně a po sloučení):



Hmotnost horkého pevného tělesa m_1	0,035 kg	Hmotnost chladné vody m_2	0,11 kg
Teplota horkého tělesa t_1	84,4 °C	Teplota chladné vody t_2	24,5 °C
Měrná tepelná kapacita tělesa c_1	$896 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	Měrná tepelná kapacita vody c_2	$4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$
Výsledná teplota t		27,9 °C	
Výpočet odevzdaného tepla Q_1 (vzorec, výsledek)	$Q_1 = m_1 c_1 (t_1 - t)$	Výpočet přijatého tepla Q_2 (vzorec, výsledek)	$Q_2 = m_2 c_2 (t - t_2)$
	1772 J		1563 J

Závěr: Proč měření nevychází úplně přesně? Čím je to způsobeno?

Přijaté teplo je menší než odevzdané teplo v důsledku tepelných ztrát. K těmto ztrátám dochází v prvním případě při úniku tepla z otevřené plastové nádoby s horkou vodou do okolí a ve druhém případě při přesunu zahřátého tělesa do kalorimetru, přičemž také dochází k tepelné výměně mezi kalorimetrem a okolím.

Fyzikální princip

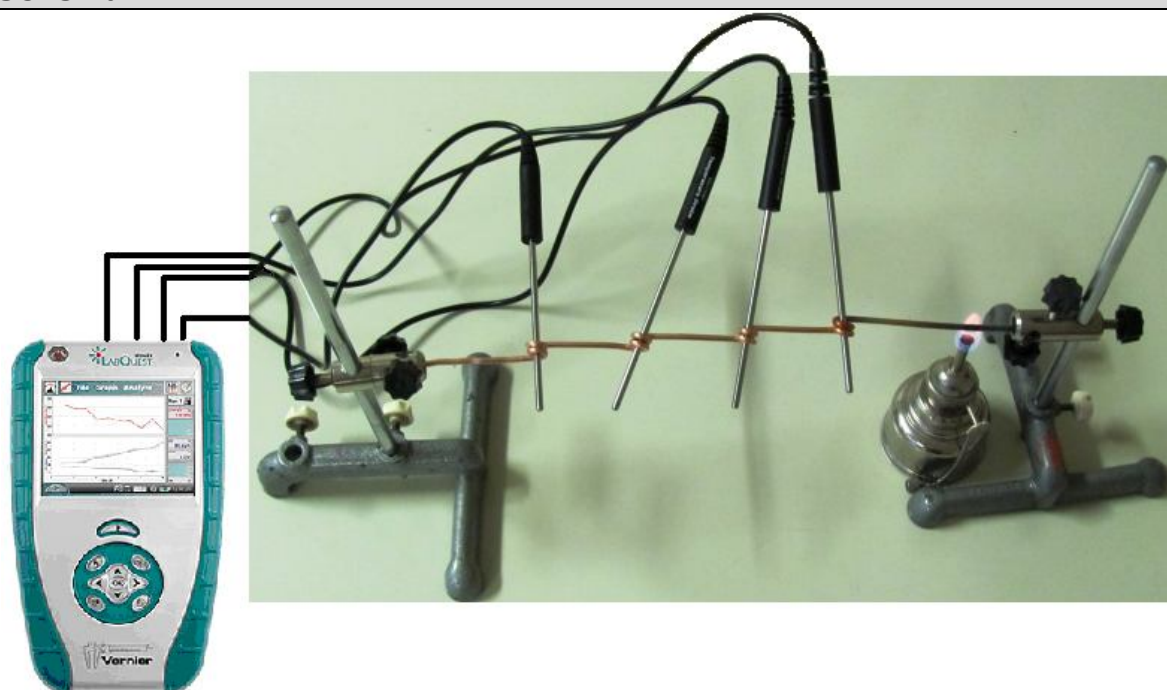
Zahříváme-li jednu část podélného tělesa z pevné látky, přenáší se rychlejší pohyb atomů na další a další atomy. Tím se zvyšuje i teplota dalších částí. Tento jev se nazývá **vedení tepla**. Látky dělíme na **tepelné vodiče** (měď, hliník, ...) a **tepelné izolanty** (vzduch, plasty, dřevo, ...).

Cíl


Ověřit šíření tepla tepelným vodičem.

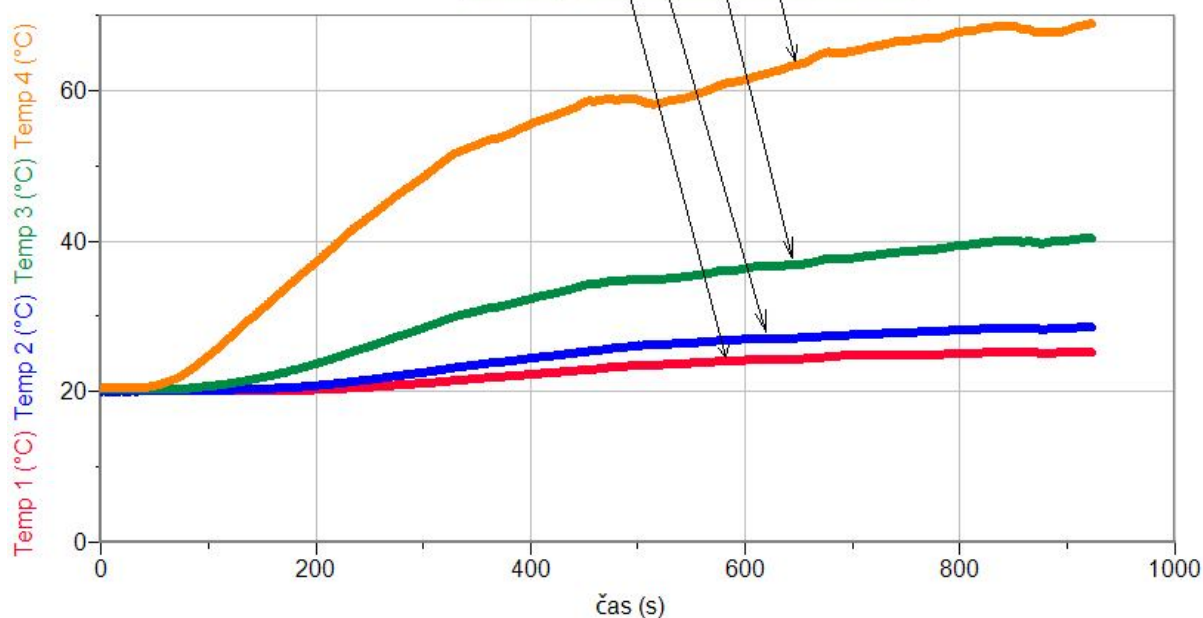
Pomůcky


LabQuest, čtyři teploměry TMP-BTA, tlustší Cu vodič, lihový kahan, dva laboratorní stojany.

**Schéma**

Postup

1. **Připojíme** čtyři teploměry TMP-BTA do vstupů CH1 až CH4 LabQuestu. LabQuest připojíme k PC přes USB konektor. Teploměry můžeme upevnit do smyček vytvořených z tlustšího měděného drátu – viz schéma.
2. **Zapneme** LabQuest. V programu Logger Pro v menu Experiment – Sběr dat nastavíme: Vzorkovací frekvence: 1 vzorek/ sekundu; Zatrhneme Nepřerušný sběr dat.
3. Zapálíme lihový kahan a postavíme ho pod konec Cu vodiče – viz schéma.
4. V programu Logger Pro zvolíme Sběr dat  Sběr dat. Necháme určitou dobu běžet měření.



5. **Ukončíme měření** – v programu Logger Pro zvolíme Zastavit .
6. **Porovnáme** naměřené grafy.
7. **Vyslovíme závěr.**

Doplňující otázky

1. Zkus měření pro jiný pevný tepelný vodič?
2. Zkus stejné měření pro kapalně těleso (voda v nádobě).

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **3.6 Vedení tepla**

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

1. Graf časové závislosti teploty:

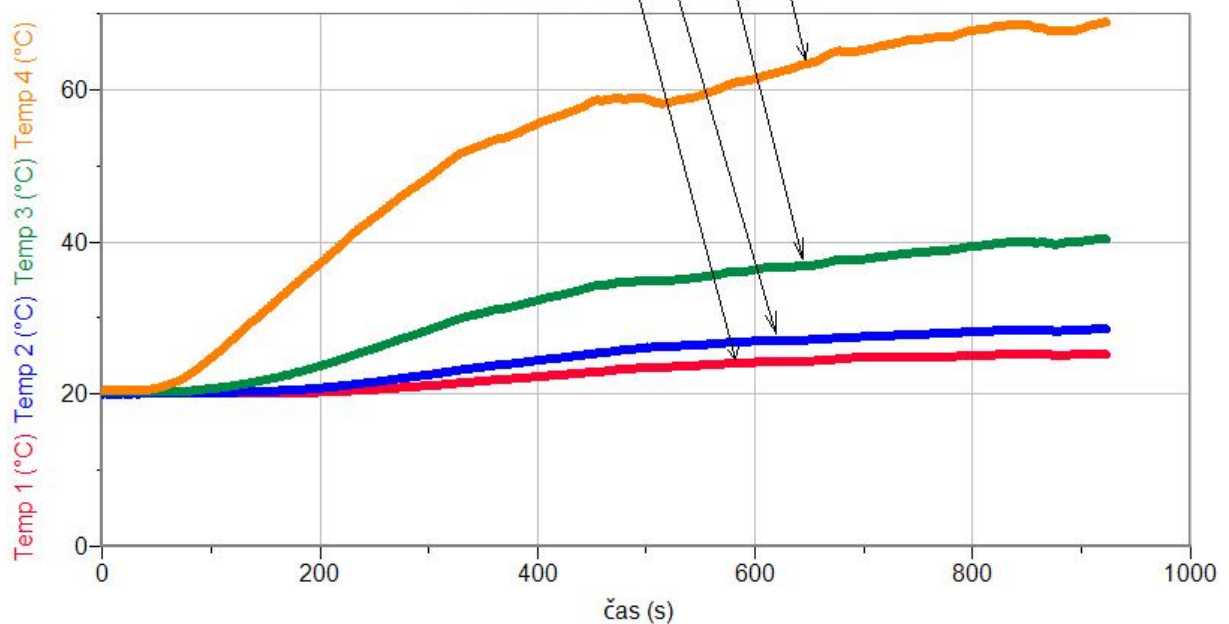


2. Závěr:

.....
.....
.....
.....

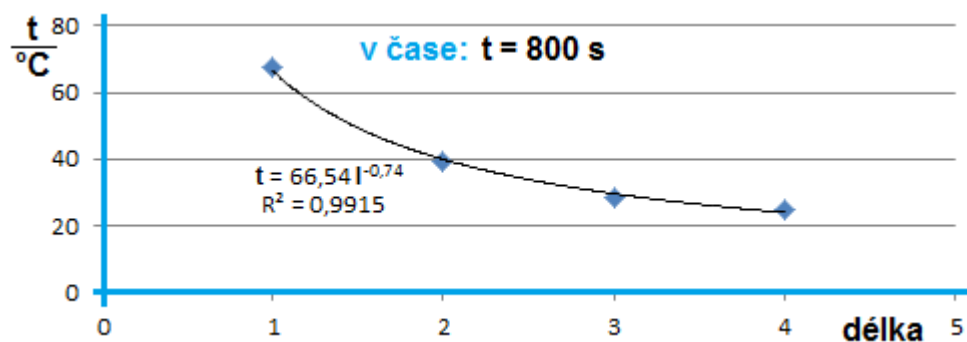
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.6 Vedení tepla	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf časové závislosti teploty:



2. Závěr:

Měděný drát vede teplo velmi dobře. Dále je patrné, že teplota po délce tělesa neklesá lineárně.



Fyzikální princip

Teplota popisuje **stav** tělesa. Teplotu měříme **teploměrem**. Teplota tělesa závisí i na míře **ochlazování**. Míra ochlazování závisí i na vlhkosti povrchu tělesa (podobně ochlazování lidského těla). Vypařující se kapalina odvádí část vnitřní energie tělesa – ochlazuje ho. Míra ochlazování tělesa závisí i na **odvádění** vznikajících par.

Cíl

Porovnej **rychlost ochlazování** tělesa na povrchu **suchého** a **mokrého** tělesa.

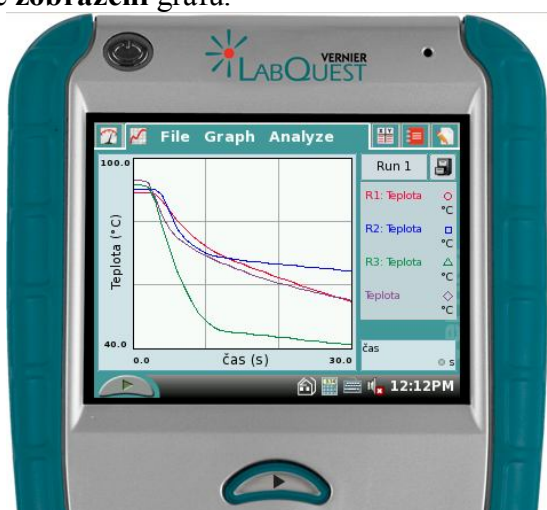
Pomůcky

LabQuest, teploměr Go-TEMP nebo TMP-BTA, rychlovarná konvice s horkou vodou, utěrka.

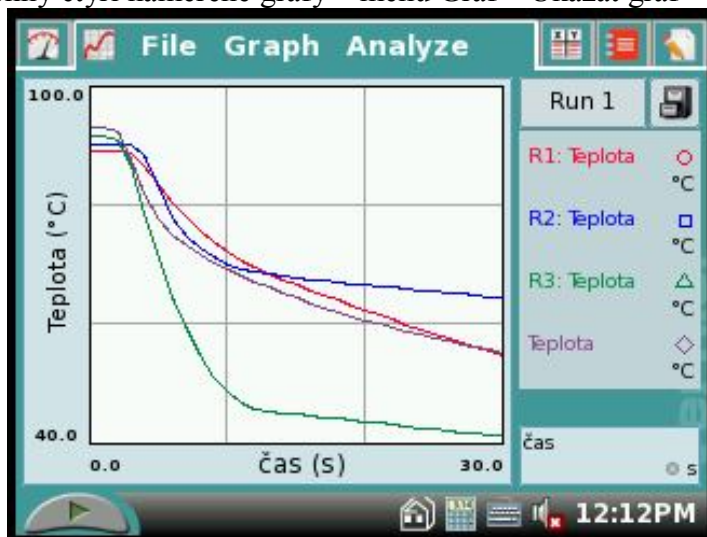
**Schéma****Postup**

1. V konvici si **ohřejeme** vodu.
2. Teploměr Go-TEMP nebo TMP-BTA **zapojíme** do konektoru **CH 1** LabQuestu.

3. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: **30 s**, Frekvence: **1 čtení/s**. Dále zvolíme **zobrazení grafu**.



4. **Zastrčíme** teploměr do konvice a **ohřejeme** ho na max. teplotu, která je právě v konvici (např. 95 °C). **Vytáhneme** teploměr z konvice a **stiskneme** tlačítko **START** (měření) na LabQuestu. S teploměrem **nepohybujeme**.
5. Po **skončení** měření (30 s) **uložíme** toto měření do paměti LabQuestu – menu Graf – Uložit měření.
6. **Zastrčíme** teploměr opět do konvice a **ohřejeme** ho na max. teplotu, která je právě v konvici (např. 95 °C). **Vytáhneme** teploměr z konvice a **stiskneme** tlačítko **START** (měření) na LabQuestu. S teploměrem budeme nyní **mávat**.
7. Po **skončení** měření (30 s) **uložíme** toto měření do paměti LabQuestu – menu Graf – Uložit měření.
8. Body 4. až 7. znovu **opakujeme**, ale s tím, že po vytažení teploměru z konvice teploměr rychle **utřeme** utěrkou.
9. **Zobrazíme** všechny čtyři naměřené grafy – menu Graf – Ukázat graf – **Všechny grafy**.



10. Porovnáme naměřené průběhy grafů. **Vyslovíme** závěr.

Doplňující otázky

1. Zkus stejné měření s vlažnou vodou.
2. Vyzkoušej jinou kapalinu.
3. Pokud máme čtyři teploměry, můžeme provést měření „najednou“.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKYNázev úlohy: **3.6 Soutěž teploměrů**

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

1. Který z teploměrů se ochlazuje nejrychleji? Seřad'te následující možnosti pouze na základě svého předpokladu od nejpomalejšího ochlazování teploměru po nejrychlejší ochlazování teploměru.
 - a) mokrý teploměr, s nímž nehýbeme
 - b) mokrý teploměr, s nímž hýbeme
 - c) suchý teploměr, s nímž nehýbeme
 - d) suchý teploměr, s nímž hýbeme

-
2. Nakreslete průběh ochlazování teploměru, který byl ponořen do horké vody, v závislosti na čase. Pro všechny čtyři případy a správně popište osy.



3. Nakreslete průběh ochlazování teploměru, který byl ponořen do vlažné vody, v závislosti na čase pro všechny čtyři případy a správně popište osy.



4. Porovnejte naměřené průběhy grafů a vyslovte závěr:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

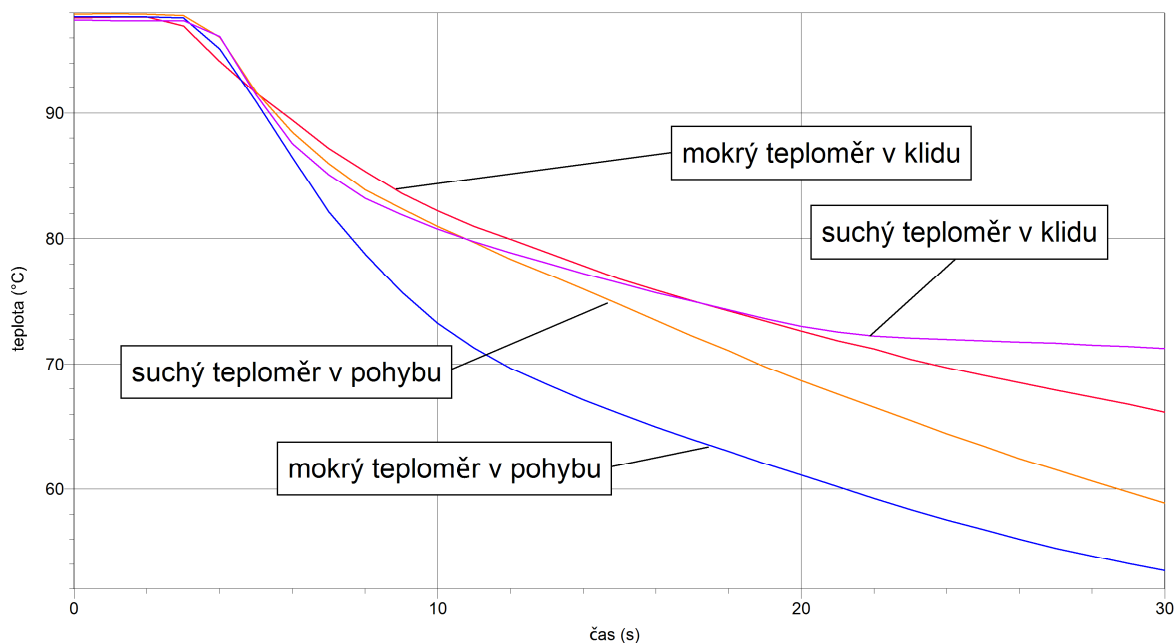
Název úlohy: **3.6 Soutěž teploměrů**

Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota: 24 °C
Datum:	Tlak: 998 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 40 %

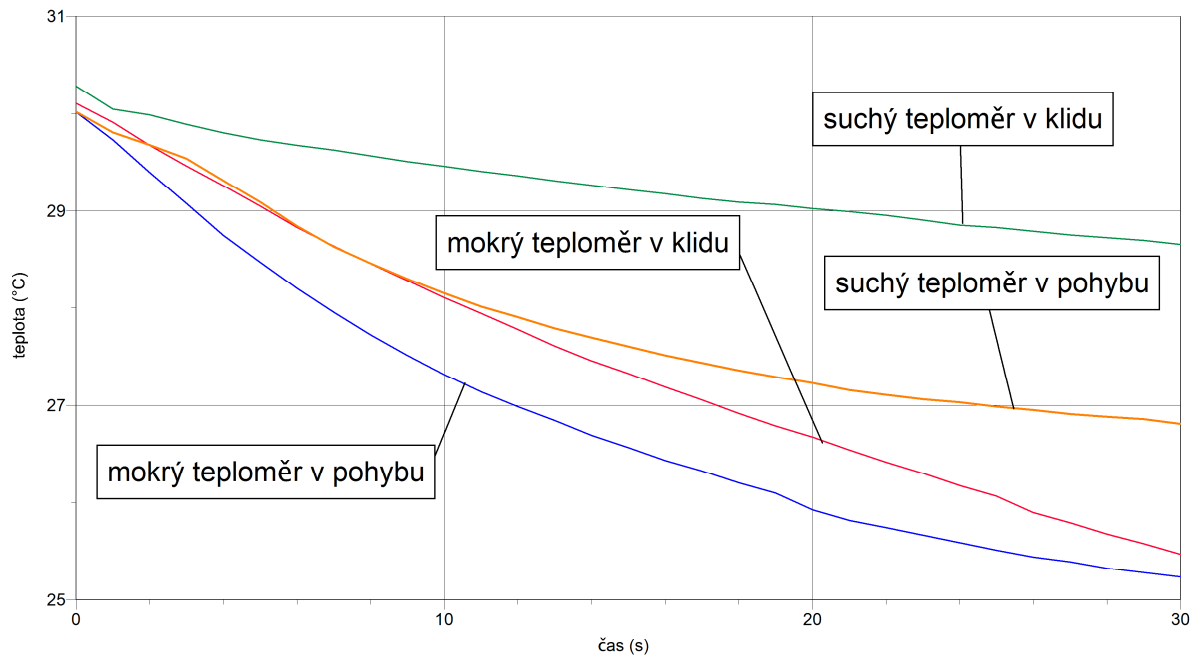
- Který z teploměrů se ochlazuje nejrychleji? Seřadte následující možnosti pouze na základě svého předpokladu od nejpomalejšího ochlazování teploměru po nejrychlejší ochlazování teploměru.
 - mokrý teploměr, s nímž nehýbeme
 - mokrý teploměr, s nímž hýbeme
 - suchý teploměr, s nímž nehýbeme
 - suchý teploměr, s nímž hýbeme

žáci uvedou svůj předpoklad ještě před vlastním řešením, např. b, d, a, c

- Nakreslete průběh ochlazování teploměru, který byl ponořen do horké vody, v závislosti na čase. Správně popište osy.



3. Nakreslete průběh ochlazování teploměru, který byl ponořen do vlažné vody, v závislosti na čase pro všechny čtyři případy a správně popište osy.



4. Porovnejte naměřené průběhy grafů a vyslovte závěr.

Nejrychleji se ochlazuje mokrý teploměr, s nímž pohybujeme, a nejpomaleji se ochlazuje suchý teploměr, s nímž nepohybujeme. Důvodem je fakt, že z mokrého teploměru se vypařuje voda a v důsledku toho dochází ke snížení vnitřní energie teploměru. Pohyb teploměru urychluje vypařování a tím i ochlazování teploměru. Suchý teploměr, s nímž nepohybujeme, se ochlazuje nejpomaleji, protože je v klidném kontaktu se vzduchem, který je špatný tepelný vodič.

Porovnání rychlosti ochlazování suchého teploměru, s nímž hýbeme a mokrého teploměru, s nímž nepohybujeme, závisí i na dalších parametrech. Je ovšem zřejmé, že graf ochlazování teploměru pro tento případ se bude nacházet mezi křivkou ochlazování pohybujícího se mokrého teploměru a nepohybujícího se suchého teploměru.

Fyzikální princip

Var je děj, při kterém se kapalina přeměňuje v plyn v celém objemu. Teplota, při které dochází k varu, se nazývá **teplota varu**. Její hodnota závisí nejen na chemickém složení kapaliny, ale také na **tlaku** nad povrchem kapaliny. Voda vře za **normálního tlaku** (1 010 hPa) při **100 °C**. Závislost teploty varu vody na tlaku lze přibližně vyjádřit rovnicí

$$t = 71,6 + 28 \cdot \frac{p}{10^5}$$

**Cíl**

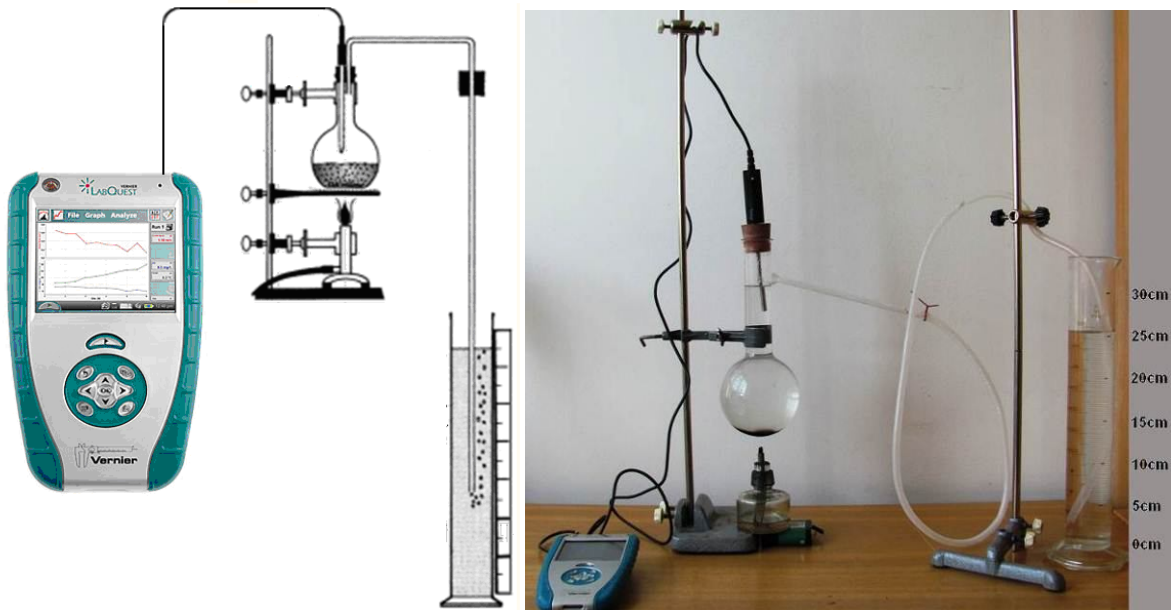
Ověřit teplotu varu za normálního tlaku. Ověřit závislost teploty varu na tlaku.

Pomůcky





LabQuest, teploměr Go!Temp nebo TMP-BTA, baňka, voda, lihový kahan, laboratorní stojan, odměrný válec.



Schéma

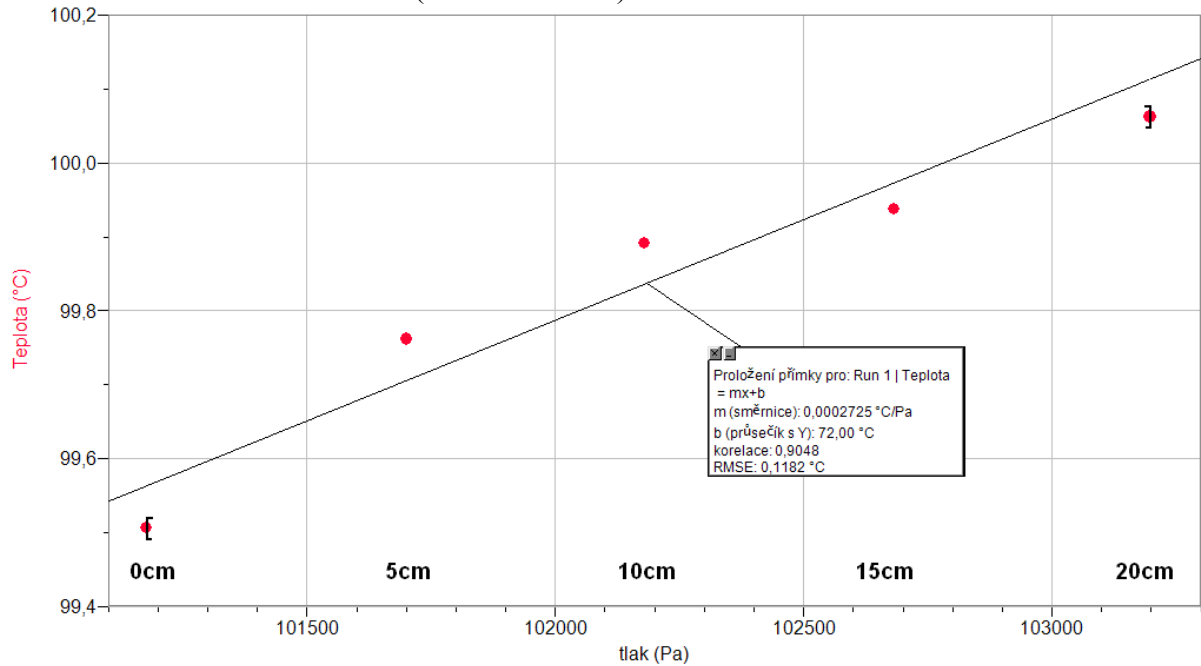


Postup

1. Do vstupů CH 1 LabQuestu **připojíme** teploměr Go!Temp nebo TMP-BTA. Do baňky nalijeme horkou vodu. Sestavíme pomůcky podle schéma. V odměrném válci, který určuje hodnotu tlaku par nad volným povrchem vařící vody, není voda. Tzn., že nad vodou v baňce je atmosférický tlak.
2. **Zapneme** LabQuest a **nastavíme** v menu Senzory – Záznam dat: Režim: Události a hodnoty; Název: Tlak; Jednotka: Pa.
3. Zvolíme zobrazení Graf .
4. Zapálíme lihový kahan a ohříváme vodu v baňce, až dosáhne teploty varu.
5. **Stiskneme** tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
6. Páry vznikající nad volným povrchem v baňce mohou volně odcházet hadicí, která ústí nad dnem odměrného válce.
7. Při dosažení teploty varu stiskneme **tlačítko**  (zachovat).
8. Do textového okénka vložíme hodnotu **atmosférického tlaku** (odečteme z barometru) a stiskneme OK.
9. Přilijeme do odměrného válce vodu do výšky 5cm nad ústím hadice.
10. Při dosažení teploty varu (poznáme to podle bublinek, které budou vystupovat do vody v odměrném válci) stiskneme **tlačítko**  (zachovat).
11. Do textového okénka vložíme hodnotu **atmosférického tlaku** zvětšenou o hodnotu hydrostatického tlaku a stiskneme OK.

12. Opakujeme body 9., 10. a 11. pro hodnoty výšky hladiny vody v odměrném válci 10 cm, 15 cm, 20 cm a 25 cm.

13. Stiskneme tlačítko  (ukončit měření).



14. Provedeme analýzu grafu. Jaká je to funkce? Porovnáme výsledky s výsledky v MFCH tabulkách. Určíme rovnici lineární funkce $t = f(p)$.

Doplňující otázky

1. Na čem závisí teplota varu určité kapaliny?
2. Čím se liší var vody v otevřeném a v uzavřeném tlakovém hrnci?
3. Může voda vařit i při nižší teplotě než 100 °C?
4. Pomocí vývěvy změř teploty varu při nižším tlaku než je atmosférický.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.8 Var	
Jméno:	Podmínky měření: Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Závislosti teploty varu vody na tlaku vzduchu

a) Tabulka naměřených hodnot

Hloubka $\frac{h}{\text{cm}}$	Tlak $\frac{p}{\text{Pa}}$	Teplota $\frac{t}{^\circ\text{C}}$
0		
5		
10		
15		
20		
25		

b) Graf



2. Závěr:

a) Určení rovnice lineární funkce $t = f(p)$.

b) Porovnání naměřených výsledků s výsledky v MFCHT tabulkách.

3. Doplnkové otázky:

a) Na čem závisí teplota varu určité kapaliny?

b) Čím se liší var vody v otevřeném a v uzavřeném tlakovém hrnci?

c) Může se voda vařit i při nižší teplotě než 100°C ?

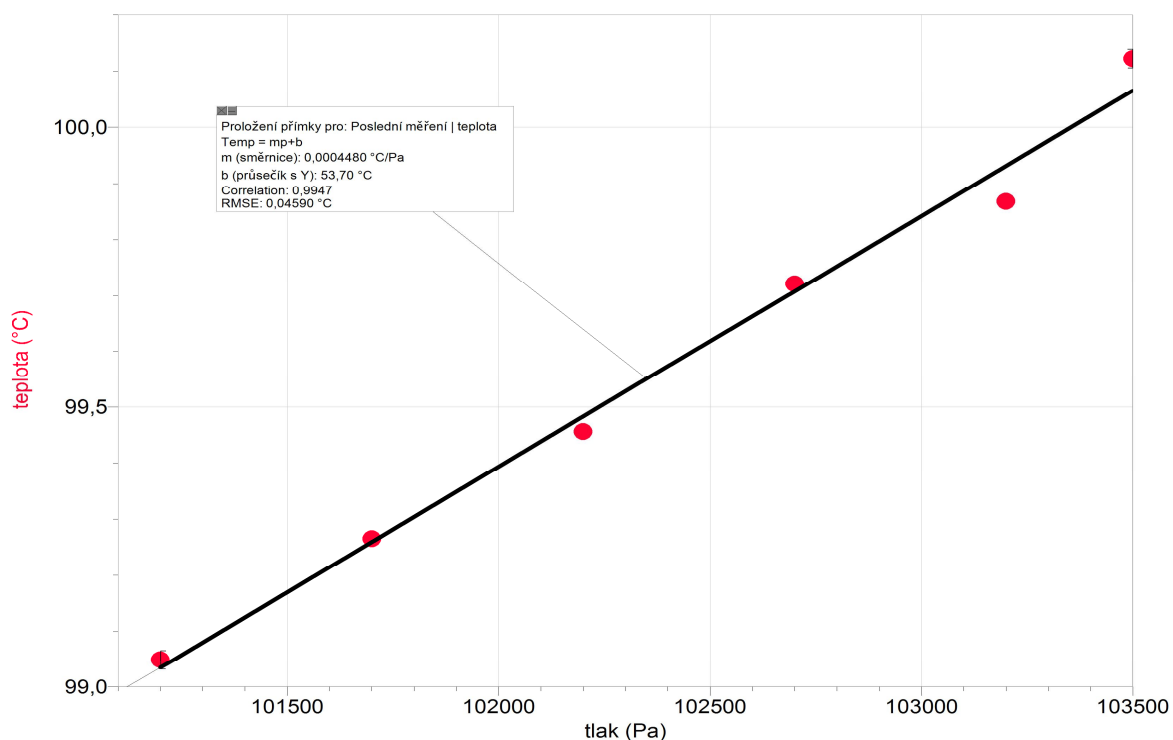
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.8 Var	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Závislosti teploty varu vody na tlaku vzduchu

a) Tabulka naměřených hodnot

Hloubka $\frac{h}{\text{cm}}$	Tlak $\frac{p}{\text{Pa}}$	Teplota $\frac{t}{^\circ\text{C}}$
0	101200	99,0
5	101700	99,3
10	102200	99,5
15	102700	99,7
20	103200	99,9
25	103500	100,1

b) Graf



2. Závěr

- a) Určení rovnice lineární funkce $t = f(p)$.

$$t = 0,0004480p + 53,70$$

- b) Porovnání naměřených výsledků s výsledky v MFCH tabulkách.

$$t = 0,00028p + 71,6$$

Naměřené výsledky zcela neodpovídají uvedené rovnici. Důvodem může být např. dobře neutěsněný teploměr nebo ochlazování propojovací trubice. Náročné je také přesné určení okamžiku varu vody v baňce.

3. Doplnkové otázky:

- a) Na čem závisí teplota varu určité kapaliny?

Teplota varu kapaliny závisí na tlaku vzduchu nad volným povrchem kapaliny.

- b) Čím se liší var vody v otevřeném a v uzavřeném tlakovém hrnci?

V otevřeném tlakovém hrnci se voda vaří při nižší teplotě (při daném aktuálním atmosférickém tlaku) než v uzavřeném hrnci (vyšší tlak, tudíž vyšší teplota varu).

- c) Může se voda vařit i při nižší teplotě než 100 °C?

Ano. Je-li tlak vzduchu nižší než normální atmosférický tlak, pak voda vře při nižší teplotě než 100 °C.

Fyzikální princip

Kmitavé pohyby se nazývají pohyby, při kterých výchylka opakovaně roste a klesá. Kmit je periodicky se opakující část kmitavého pohybu, doba jeho trvání je **perioda T** a počet kmitů za jednotku času je **frekvence $f = \frac{1}{T}$** .

Cíl



Určit **periodu T** a **frekvenci f** kmitavého pohybu.

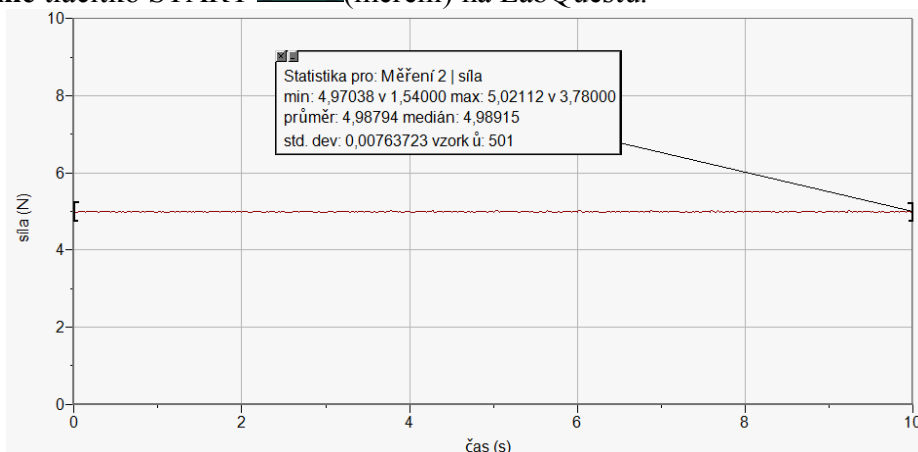
Pomůcky


LabQuest, siloměr DFS-BTA, těleso (závaží), pružina, stojan, metr.

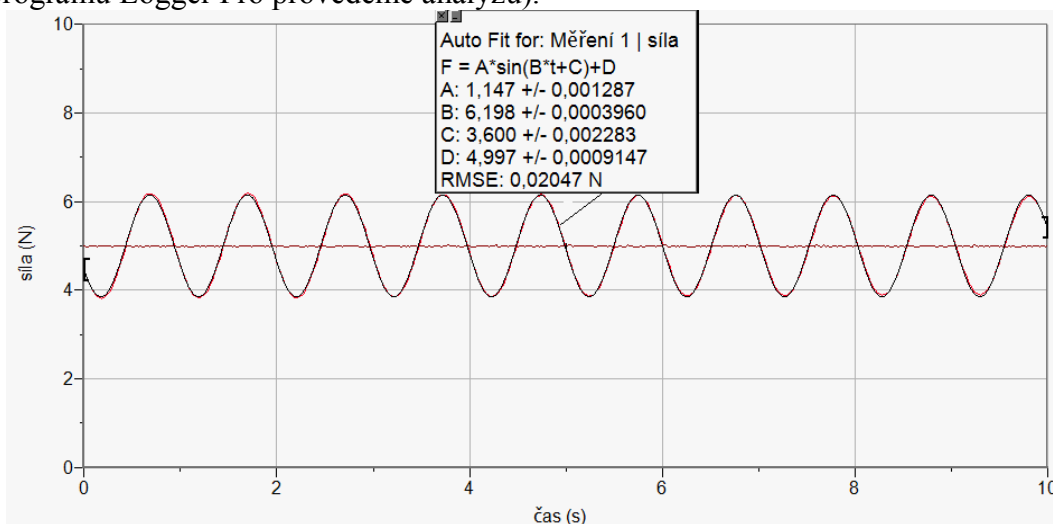
**Schéma**

Postup

1. Siloměr DFS-BTA upevníme na stativ (podle schéma) a zapojíme do CH 1 LabQuestu.
2. Zapneme LabQuest. Na siloměr zavěšíme pružinu.
3. Vynulujeme siloměr v menu Senzory – Vynulovat.
4. Nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 10 s, Frekvence: 50 čtení/s. Zvolíme zobrazení Graf .
5. Na siloměr zavěšíme těleso (závaží). Těleso je v klidu.
6. **Stiskneme tlačítko START**  (měření) na LabQuestu.



7. Z grafu odečteme tíhovou sílu F_G pomocí menu Analýza – Statistika. Určíme hmotnost tělesa. Ověříme na digitálních vahách.
8. Uvedeme těleso do kmitavého pohybu.
9. **Stiskneme tlačítko START**  (měření) na LabQuestu. **Provedeme analýzu grafu** – menu Analýza – Fitovat křivku – Typ rovnice (nebo soubor nahrajeme do PC a v programu Logger Pro provedeme analýzu).



10. Z grafu určíme periodu T a výpočtem frekvenci f .

Doplňující otázky

1. Určete periodu a kmitočet joja.
2. Určete periodu a kmitočet závaží ponořeného v kapalině.
3. Určete periodu a kmitočet kmitání pravítka.
4. Měř kmitavý pohyb delší dobu. Co pozoruješ?

Fyzikální princip

Zvuk je podélné vlnění s frekvencí od 16 Hz do 20 kHz.

Cíl




Určit **časový diagram** některých zdrojů zvuku - ladičky, kláves, hudebních nástrojů...
Určit **frekvenci** (výšku) tónů c^1 , d^1 , e^1 , ..., c^2 . Určit **hudební intervaly** těchto tónů. Předvést **barvu tónů**.

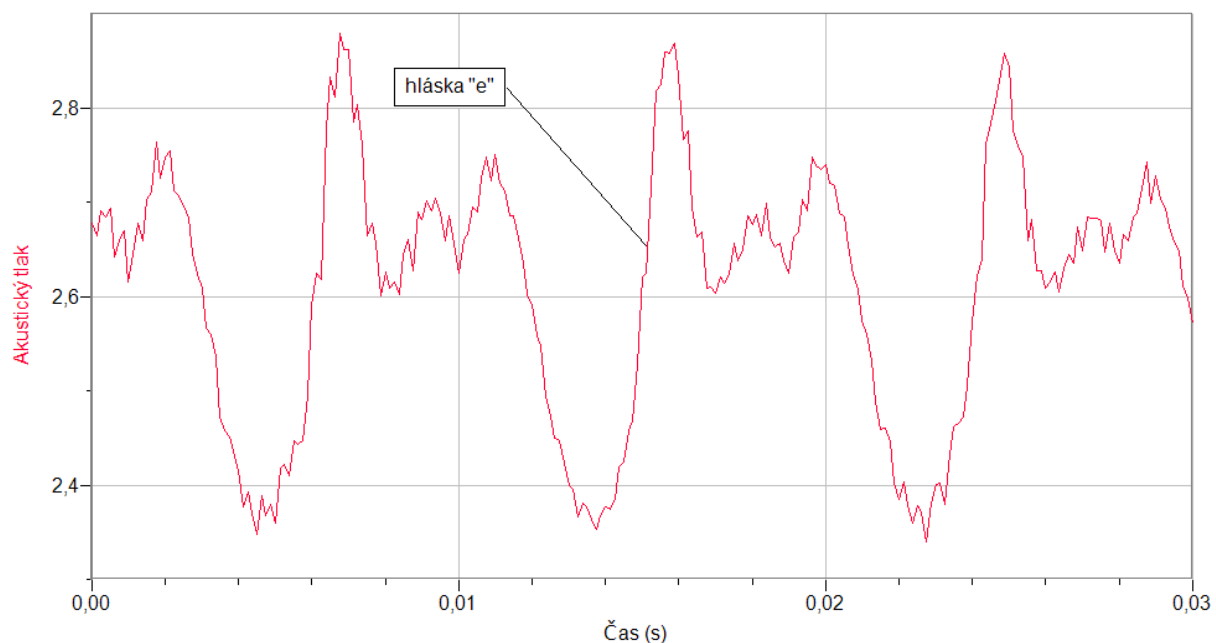
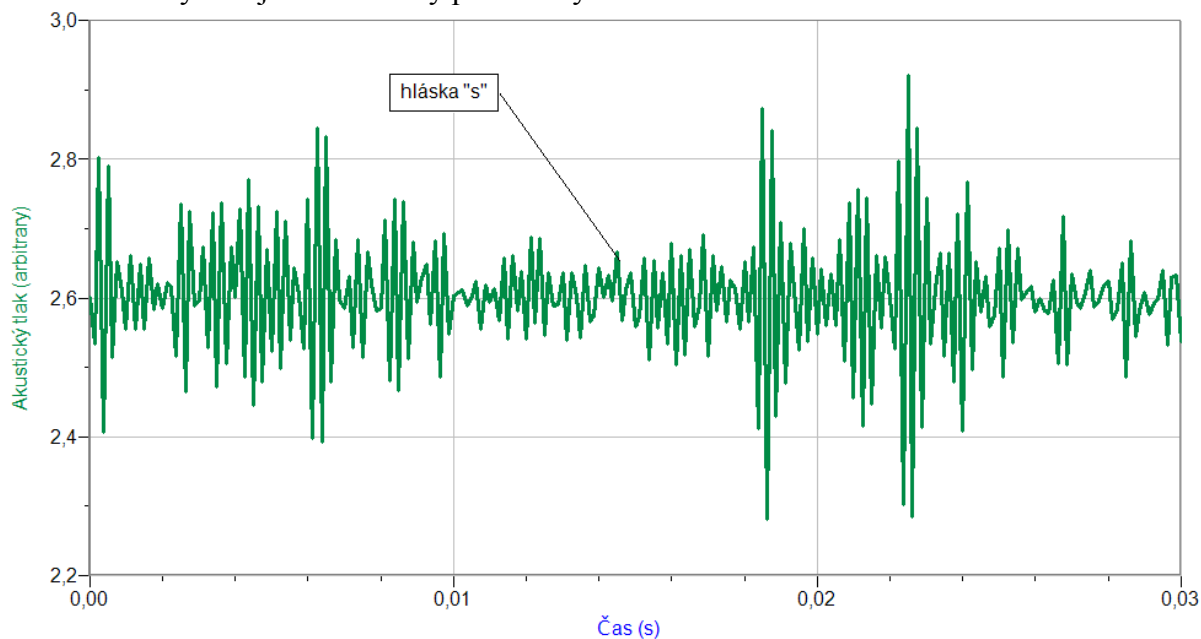
Pomůcky

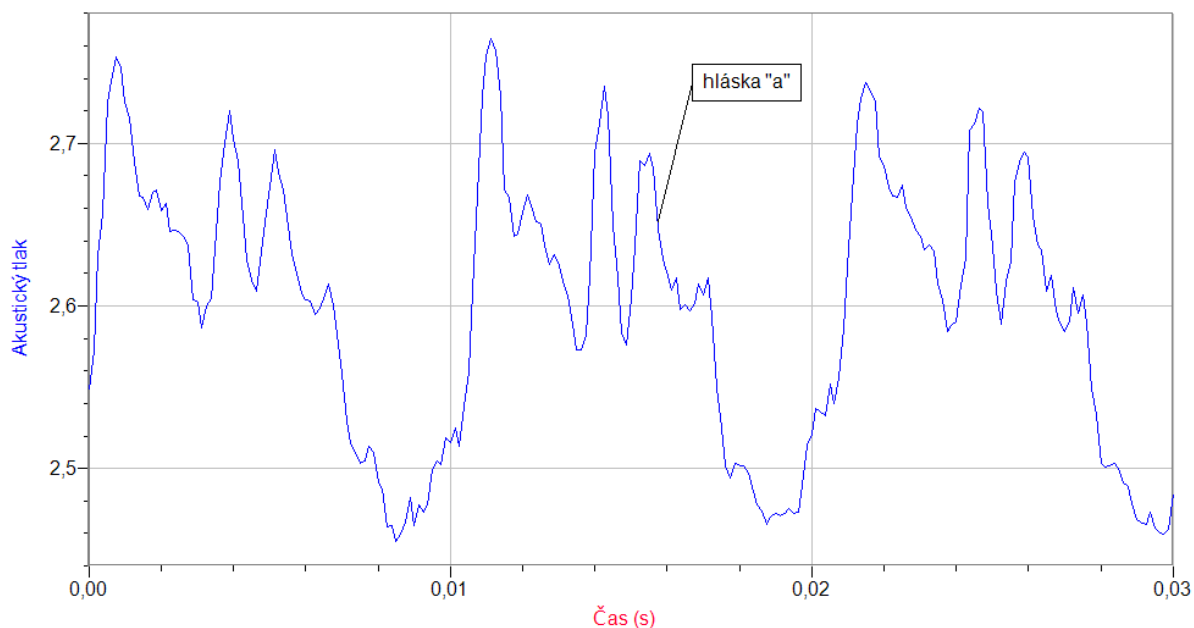
LabQuest, mikrofon MCA-BTA, zdroje zvuku (hudební nástroje), ladičky.

**Schéma**

Postup

1. Zapneme LabQuest.
2. **Připojíme** mikrofon MCA-BTA do vstupu CH1 LabQuestu nebo v menu Senzory – Nastavení senzorů zvolíme INT – Vnitřní mikrofon.
3. Zvolíme zobrazení Graf .
4. Rozezvučíme zdroj zvuku – hláska „a“, „e“, „s“...
5. **Stiskneme** tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
6. Ukládáme naměřené zvuky v menu Graf – Uložit měření nebo zvolíme . Pomocí kalkulačky určíme kmitočty periodických zvuků. **Uložíme soubor.**





7. Opakujeme body 4., 5. a 6. pro tóny c^1 , d^1 , e^1 , ..., c^2 . Určujeme kmitočet těchto tónů (změříme periodu a kmitočet vypočítáme) a jejich hudební intervaly.
8. Naměřené kmitočty tónů a vypočítané hodnoty hudebních intervalů porovnáme s hodnotami v tabulce.

Tón	c^1	d^1	e^1	f^1	g^1	a^1	h^1	c^2
Ladění	absolutní výška (Hz)							
temperované	262	294	330	349	392	440	494	524
přirozené	264	297	330	352	396	440	495	528
Hudební interval	1:1	9:8	5:4	4:3	3:2	5:3	15:8	2:1

Doplňující otázky

1. Zkoušíme měřit časové diagramy různých hudebních nástrojů.
2. Zkus změřit stejné tóny různých hudebních nástrojů. Co je barva tónů?

Fyzikální princip

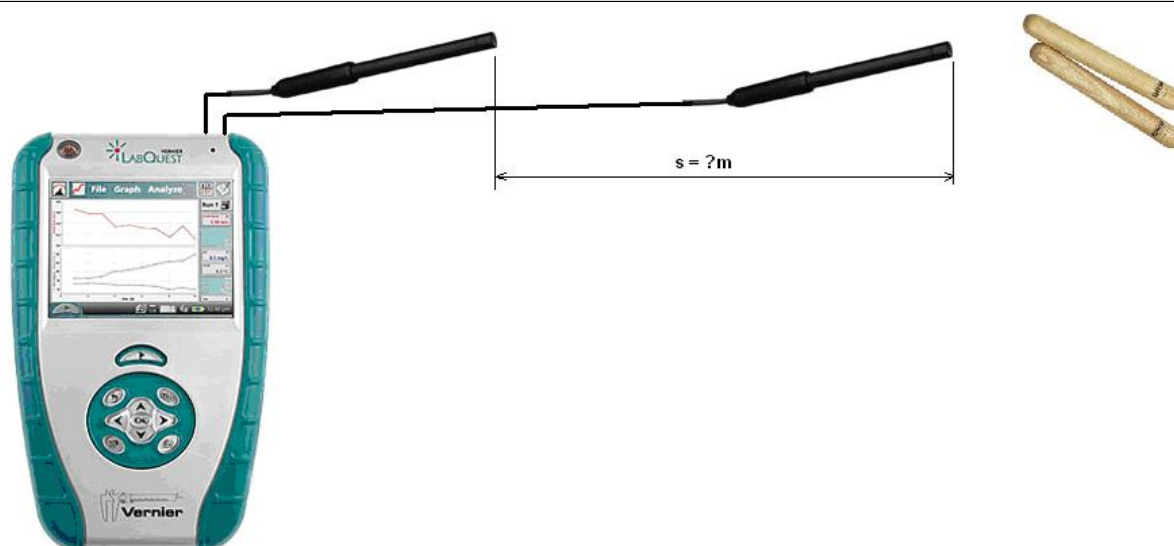
Zvuk je podélné vlnění s frekvencí od 16 Hz do 20 kHz. Rychlost zvuku můžeme změřit přímou metodou tak, že změříme vzdálenost, kterou zvuk urazil a dobu, za kterou mu to trvalo.

Cíl

Určit rychlost zvuku ve vzduchu při dané teplotě.

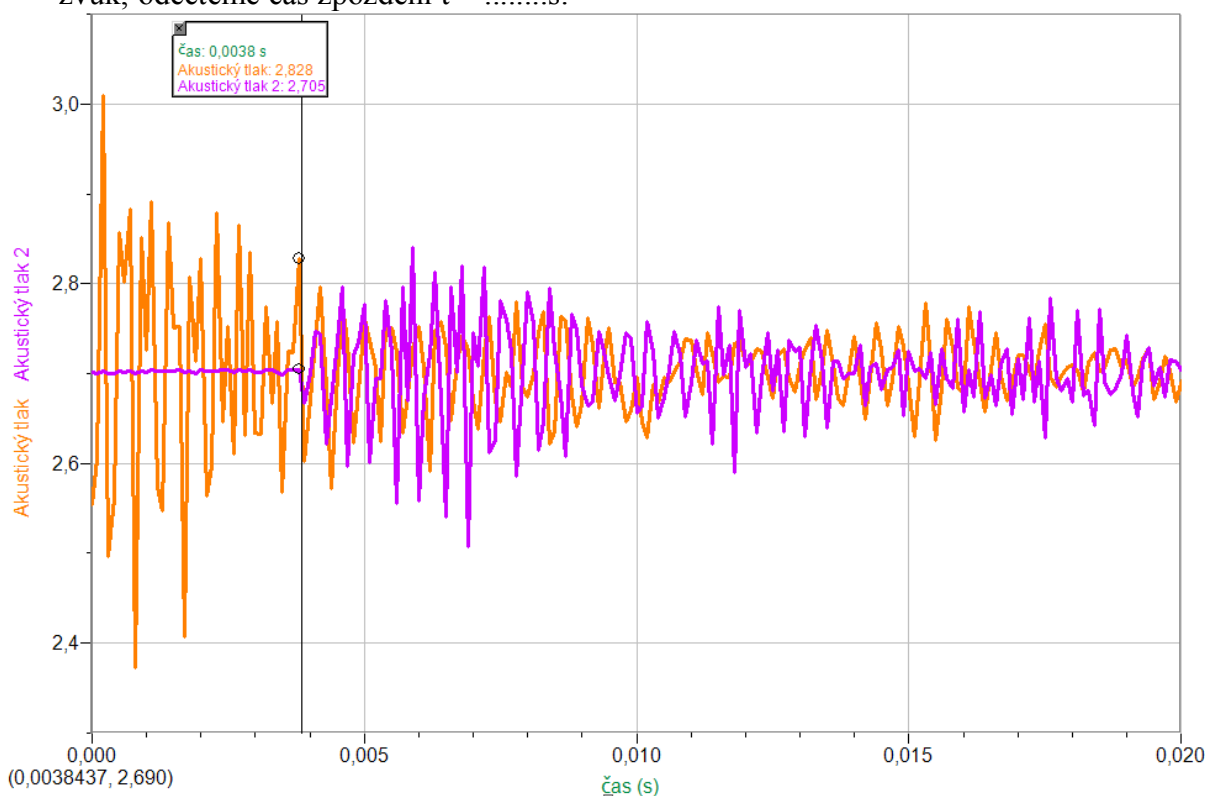
Pomůcky

LabQuest, dva mikrofony MCA-BTA, zdroj zvuku – dřevěné hůlky (hudební nástroj).

**Schéma****Postup**

1. Do vstupů CH 1 a CH 2 LabQuestu připojíme dva mikrofony MCA-BTA.

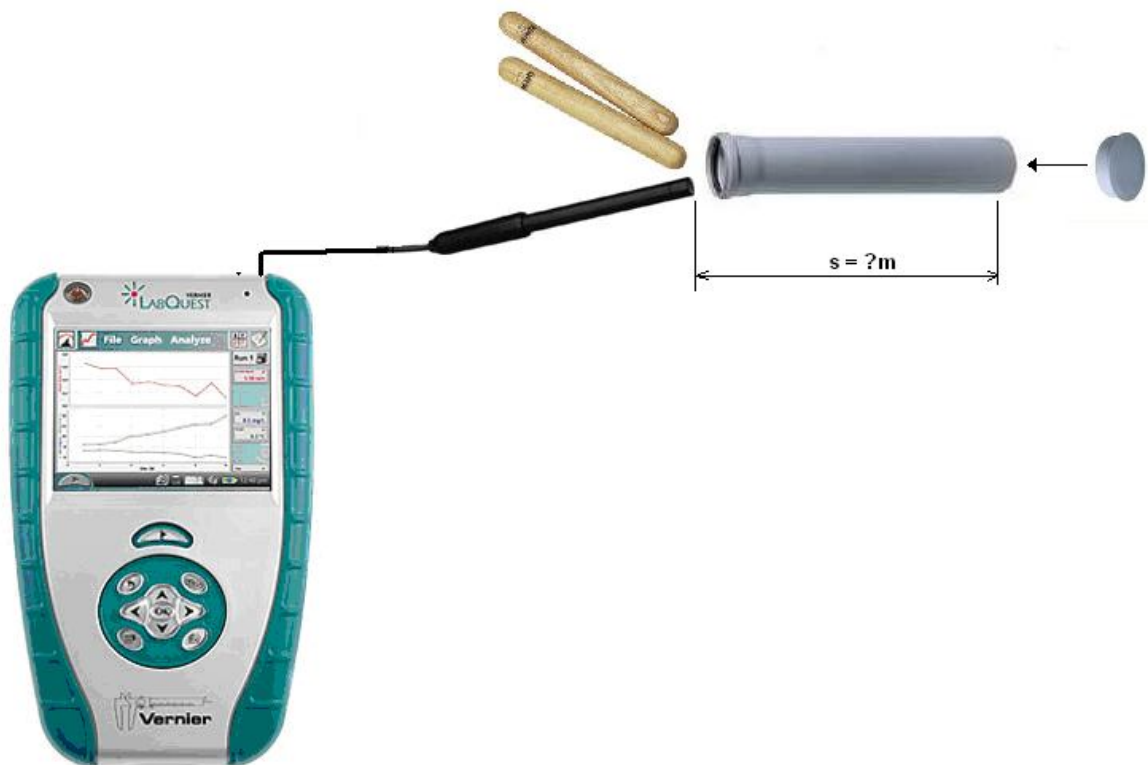
2. Mikrofony nastavíme podle schéma na jeden až dva metry od sebe. Změříme vzdálenost $s = \dots\dots m$.
3. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 0,03 s, Frekvence: 10000 čtení/s. Trigger nastavíme na Zapnuto ... je rostoucí přes 2,5. Dále zvolíme zobrazení grafu.
4. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu; měření neprobíhá; čeká na „spoušť“.
5. U pravého mikrofonu ťukneme do dřevěných hůlek. Tím se zapne („spoušť“) měření a oba mikrofony zaznamenají zvuk. Levý mikrofon s určitým zpožděním, které odpovídá vzdálenosti obou mikrofonů a rychlosti zvuku.
6. Na dotykové obrazovce si zvětšíme místo, kde začíná druhý zvuk – označíme perem a menu Graf - Zvětšit. Dále označíme co nejpřesněji místo, kde začíná druhý zpožděný zvuk; odečteme čas zpoždění $t = \dots\dots s$.



7. Vypočítáme rychlost zvuku $v = s/t = \dots\dots / \dots\dots m \cdot s^{-1}$.
8. Měření můžeme několikrát opakovat pro jiné vzdálenosti.

Doplňující otázky

1. Pokud stejné měření bude dělat více studentů, je potřeba se domluvit, aby nedošlo k vzájemnému rušení?
2. Porovnej rychlost zvuku s tabulkovou hodnotou a s hodnotami v jiných látkách. Kde je největší?
3. Vypočítej podle vzorce z tabulek, jaká je rychlost zvuku při dané teplotě vzduchu $t = \dots\dots ^\circ C$.
4. Zkus se zamyslet nad průběhem grafů – jak se musí chvět zdroj zvuku?
5. Zkus změřit rychlost zvuku pomocí odrazu. Návod:



K měření je použita odpadní trubka HTEM zakoupená v OBI (délka 1, 2 nebo 3 m; také je možné zakoupit více stejných 1 m kusů, které je možno zasouvat do sebe). K ucpání trubky je možné koupit tzv. zátku, která se nasadí na konec trubky. Mikrofon je umístěn těsně u ústí trubky. K měření stačí pouze jeden mikrofon. K měření je potřeba stejné nastavení (včetně „spouště“).

6. Měření zkus nejdříve bez odpadní trubky a potom s trubkou!!!
7. Jakou vzdálenost musíš dosadit do vzorce?
8. Zkus stejné měření, ale oddělej zátku. Zkus vysvětlit to, co jsi naměřil?
9. Nyní můžeš zkusit i ohřát vzduch v trubce pomocí fénu nebo teplovzdušné pistole a teploměrem TMP-BTA měřit jeho teplotu. Jak se změní rychlost zvuku? Co to způsobilo?

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **3.11 Rychlost zvuku ve vzduchu**

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

1. Graf závislosti akustického tlaku na čase – měření se dvěma mikrofony:



2. Výpočet rychlosti zvuku ve vzduchu pro různé vzdálenosti dvou mikrofonů podle

vzorce $v = \frac{s}{t}$.

\underline{s}	\underline{t}	\underline{v}

3. Výpočet rychlosti zvuku ve vzduchu při teplotě v místnosti podle vzorce:

$v = 331,82 + 0,61 \cdot t = \dots\dots\dots$

4. Měření rychlosti zvuku ve vzduchu s jedním mikrofonem pomocí odrazu v odpadní trubce.

Jakou vzdálenost je nutné dosadit do vzorce pro výpočet rychlosti zvuku?

a) uzavřená trubka

\underline{s}	\underline{t}	\underline{v}

b) otevřená trubka

\underline{s}	\underline{t}	\underline{v}

c) otevřená trubka, ohřátý vzduch: $t =$ °C

\underline{s}	\underline{t}	\underline{v}

Výpočet podle vzorce z bodu 3. :

Vysvětlete, proč jste získali odlišnou hodnotu pro ohřátý vzduch:

.....

.....

.....

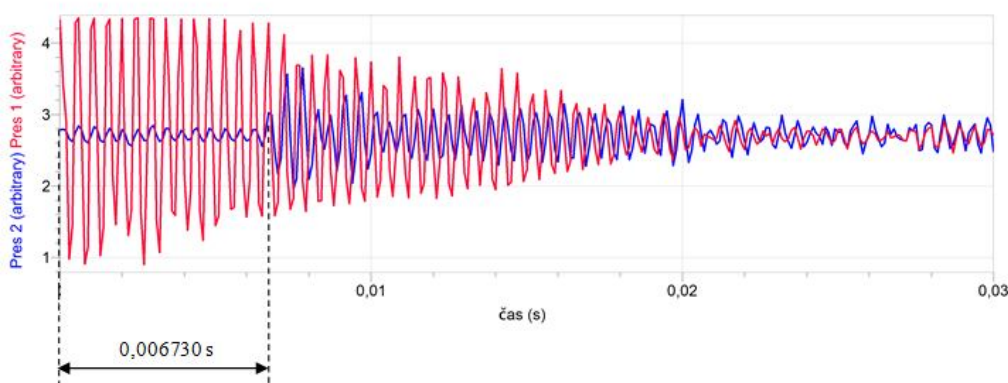
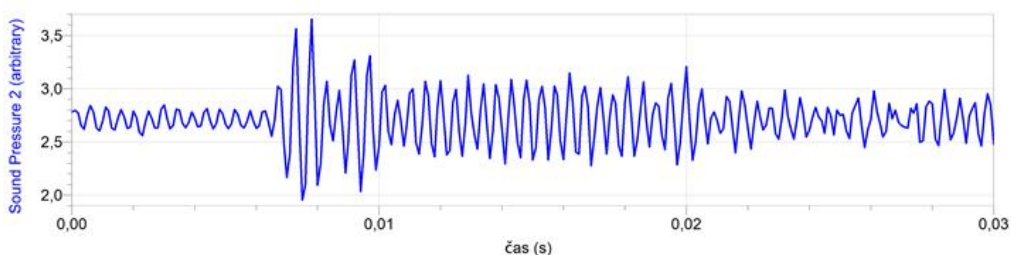
.....

.....

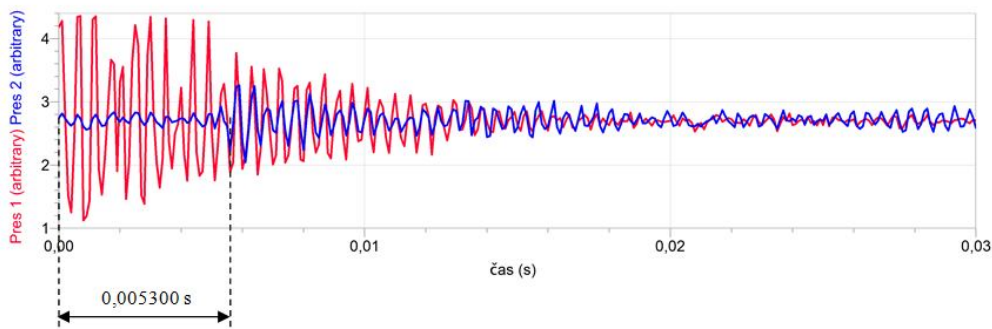
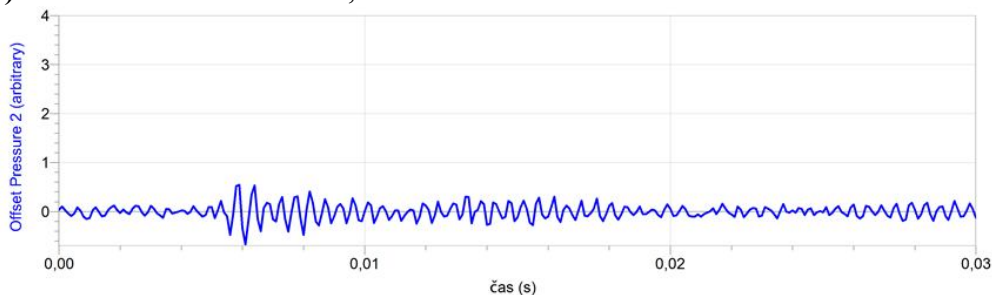
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.11 Rychlost zvuku ve vzduchu	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota: 22 °C / 23,9 °C
Datum:	Tlak: 1010 hPa / 1028 h Pa
Spolupracovali:	Vlhkost: 42 % / 44 %

1. Graf závislosti akustického tlaku na čase – měření se dvěma mikrofony.

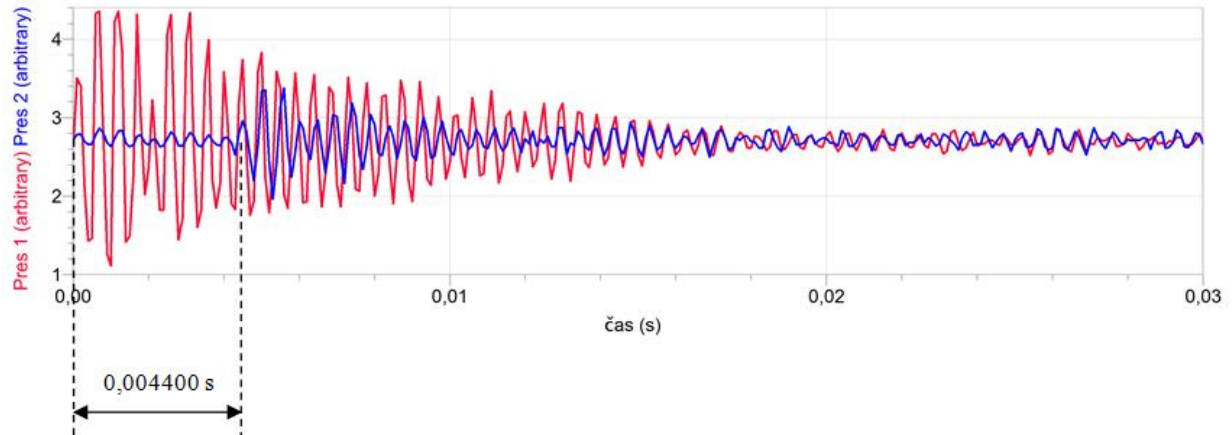
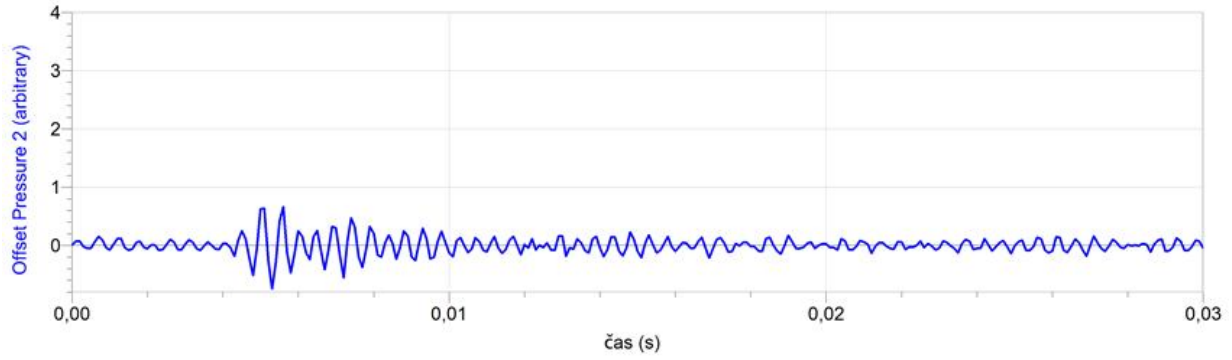
a) vzdálenost mikrofonů: 2,305 m



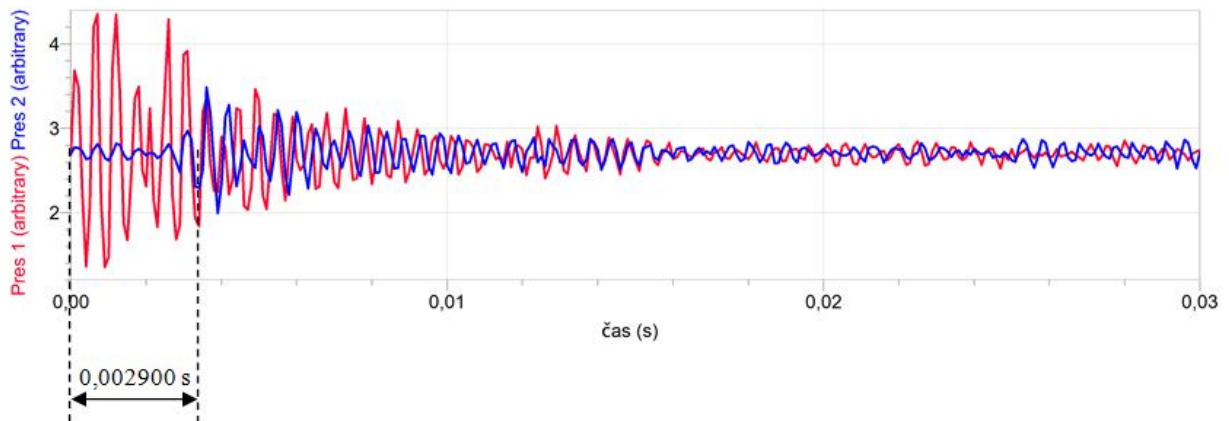
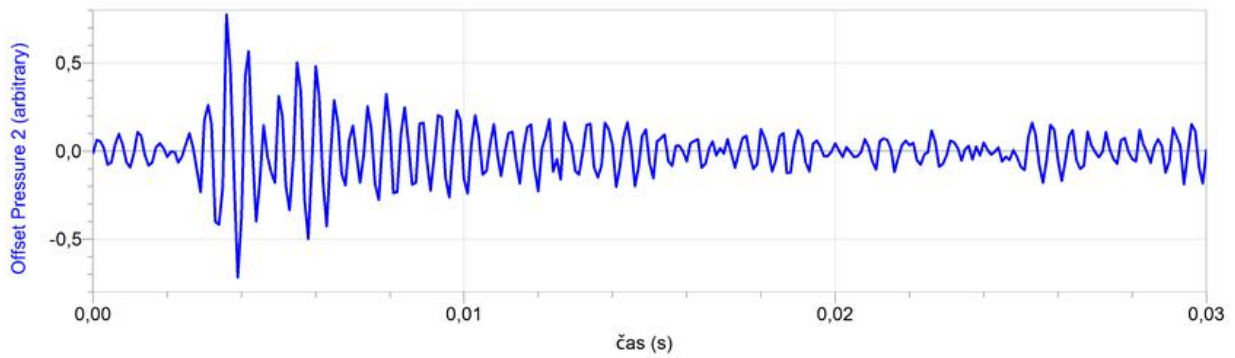
b) vzdálenost mikrofonů: 1,800 m



c) vzdálenost mikrofonů: 1,500 m



d) vzdálenost mikrofonů: 1,000 m



2. Výpočet rychlosti zvuku ve vzduchu pro různé vzdálenosti dvou mikrofonů podle

$$\text{vzorce } v = \frac{s}{t}.$$

Teplota vzduchu v laboratoři: 22 °C

$\frac{s}{\text{m}}$	$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{v}{\text{m/s}}$
2,305	0,006730	342
1,800	0,005300	340
1,500	0,004400	341
1,000	0,002900	345

3. Výpočet rychlosti zvuku ve vzduchu při teplotě v místnosti podle vzorce:

$$v = 331,82 + 0,61 \cdot t$$

$$t = 22 \text{ °C} \Rightarrow v = 345 \text{ m/s}$$

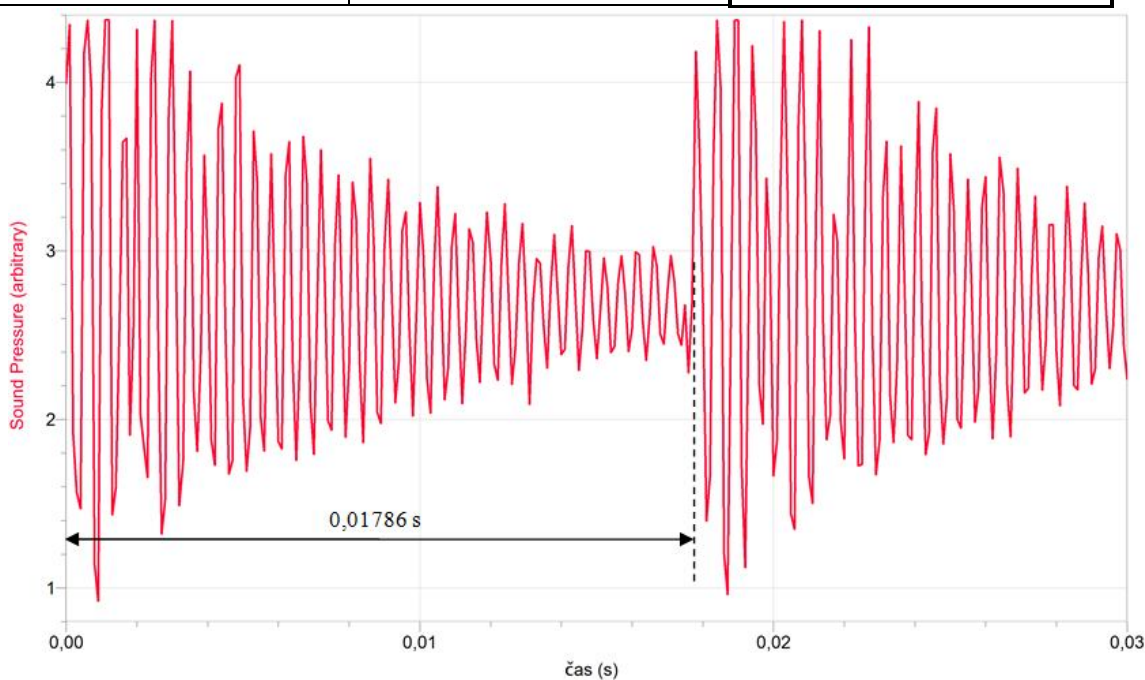
4. Měření rychlosti zvuku ve vzduchu s jedním mikrofonem pomocí odrazu v odpadní trubce.

Jakou vzdálenost je nutné dosadit do vzorce pro výpočet rychlosti zvuku?

Do vzorce pro výpočet rychlosti zvuku $v = \frac{s}{t}$ je třeba dosadit dvojnásobnou délku použité trubky, protože po odrazu na konci trubky se zvuk vrací zpět k mikrofonu.

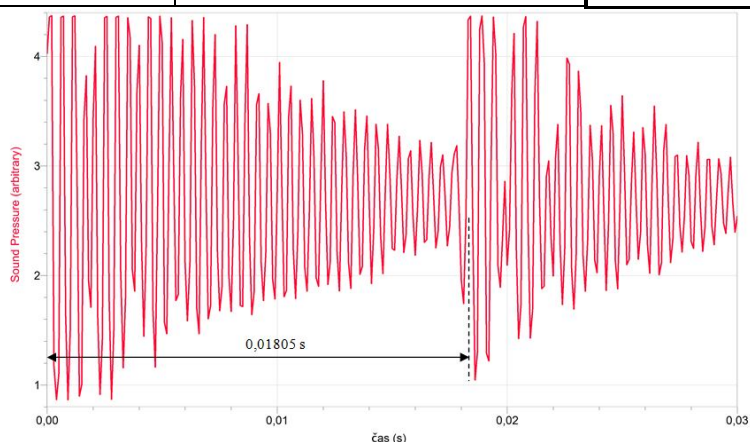
a) uzavřená trubka

$\frac{s}{\text{m}}$	$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{v}{\text{m/s}}$
3,080	0,01786	345



b) otevřená trubka

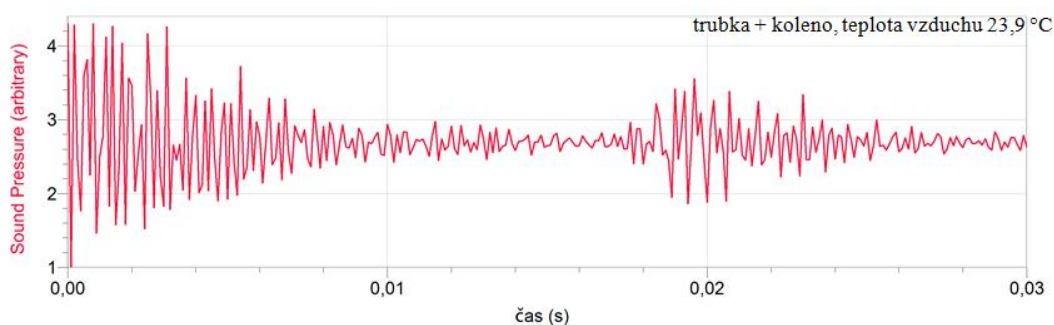
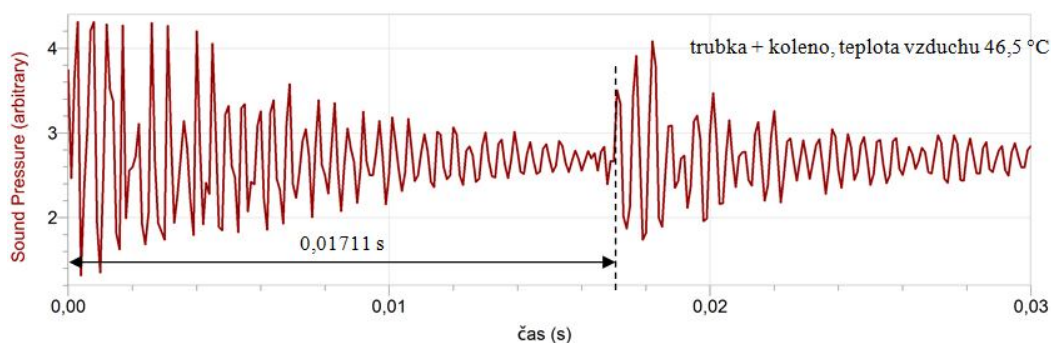
$\frac{s}{m}$	$\frac{t}{s}$	$\frac{v}{m/s}$
6,16	0.01805	341



c) otevřená trubka + koleno, ohřátý vzduch: $t = 46,5^{\circ}\text{C}$

$\frac{s}{m}$	$\frac{t}{s}$	$\frac{v}{m/s}$
6,34	0,01711	371

Výpočet podle vzorce z bodu (3): $v = 360 \text{ m/s}$



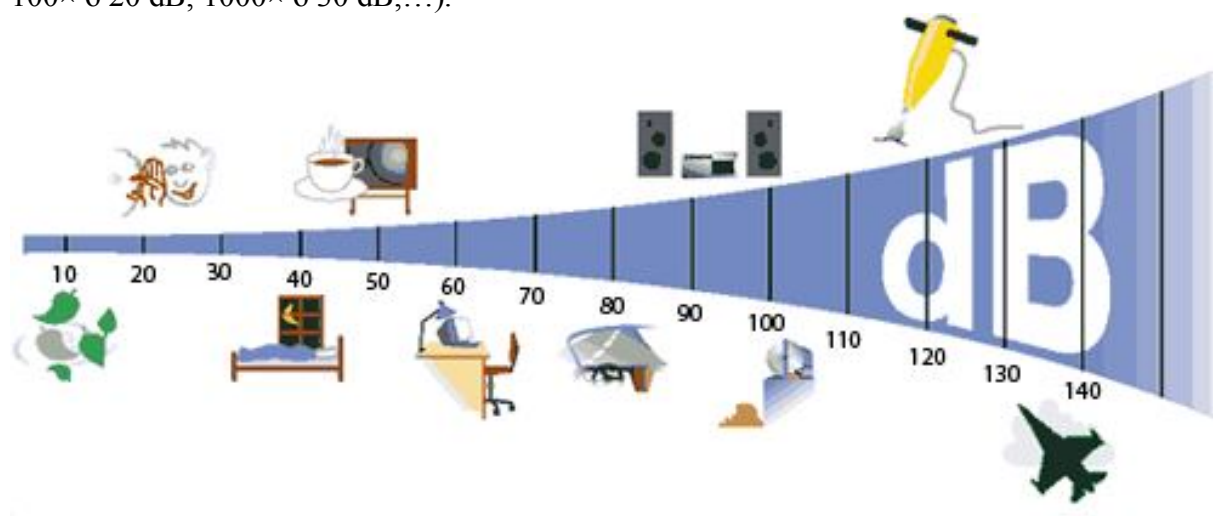
Vysvětlete, proč jste získali odlišnou hodnotu pro ohřátý vzduch:

Pokud vzduch ohřejeme, získají částice vzduchu větší energii a začnou se pohybovat s větší rychlostí.

Navíc rozdíl mezi teoreticky vypočtenou rychlostí a naměřenou rychlostí zvuku ve vzduchu je způsoben několika faktory. Především měření teploty ohřátého vzduchu probíhalo v ústí trubky blízko mikrofonu a ohřívání vzduchu probíhalo na opačném konci, kde byla teplota mnohem větší než $46,5^{\circ}\text{C}$. Z toho důvodu lze usuzovat, že experimentálně určená hodnota rychlosti zvuku ve vzduchu se více blíží reálné hodnotě.

Fyzikální princip

Práh slyšitelnosti je nejmenší intenzita zvuku, kterou je schopen vnímat pozorovatel s normálním sluchem ($I_0=10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$). **Práh bolesti** je nejmenší intenzita zvuku, která vyvolá pocit bolesti ($I_0=10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$). **Hladina intenzity zvuku L** (v decibelech) je fyzikální veličina, která vyjadřuje kolikrát je vnímaný zvuk silnější než práh slyšitelnosti ($10\times$ o 10 dB, $100\times$ o 20 dB, $1000\times$ o 30 dB,...).



Cíl

Určit pomocí hlukoměru SLM-BTA **hladinu intenzity zvuku** lidského hlasu, zařízení a strojů kolem nás (pračka, vysavač, televize, rádio, reprodukováná hudba, ulice, hřiště, přestávka ve škole,..., ticho).

Pomůcky

LabQuest, hlukoměr SLM-BTA.

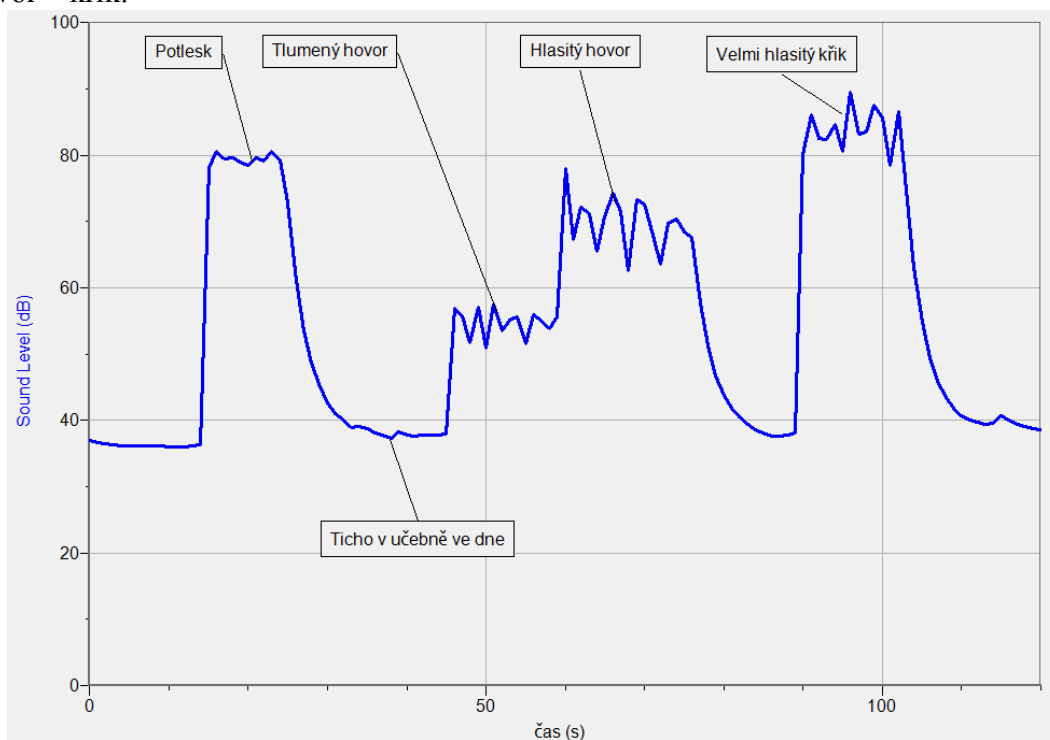


Schéma



Postup

1. **Připojíme** hlukoměr SLM-BTA do vstupu CH1 LabQuestu.
2. **Zapneme** LabQuest a **nastavíme** v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: **120 s**, Frekvence: **2** čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu.
3. **Nastavení** hlukoměru SLM-BTA: Time Weiting – S (slow), Maximum Level Hold – RESET (průběžně zobrazuje), Frequency Weighting – A (pomalé změny).
4. **Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu a postupně v 10 s intervalech zkusíme různé zvuky: ticho – potlesk – tlumený hovor – hlasitý hovor – velmi hlasitý hovor – křik.



5. Podobně zkusíme změřit:
 - a) hluk celého pracovního cyklu pračky;

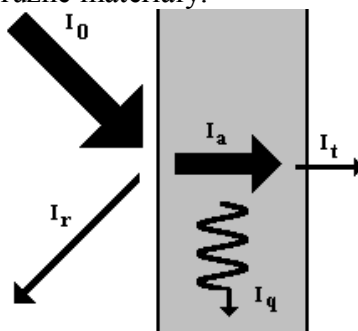
- b) hluk různých spotřebičů kolem nás – televize, rádio, zvuk ze sluchátek (přiložením hlukoměru ke sluchátkům), zvuk mobilního telefonu, hluk elektrovarné konvice;
- c) hluk ve škole – ve třídě, na chodbě,....;
- d) ticho – ve dne, v noci.

Doplňující otázky

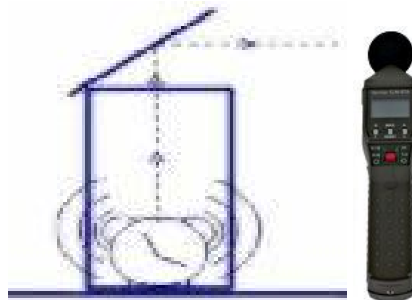
1. Kolikrát je „ticho“ hlučnější než práh slyšitelnosti?
2. Vyzkoušej, jak velké je „ticho“ uvnitř krabice?
3. Jaké je „ticho“ před oknem a za oknem?
4. Vyzkoušej odraz zvuku – v místnosti, na louce.
5. Změř, jak se mění hladina intenzity zvuku za bouřky.



6. Zkoumej, jak zvuk pohlcují různé materiály.



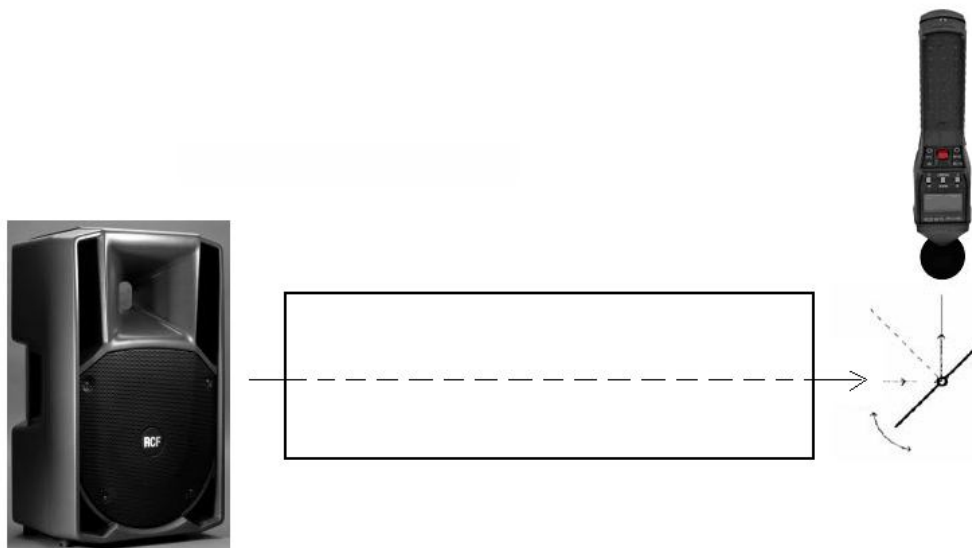
7. Vyzkoušej odraz zvuku pomocí desky. Např.:



8. Vyzkoušej naměřit v jeskyni hlasitost ozvěny.
9. U reproduktorové soustavy (stereo) zkus nalézt místo s nejsilnější hlasitostí.



10. Změř závislost hlasitosti na úhlu náklonu odrazné desky. Sestroj graf.



11. Změř směrovou charakteristiku reproduktoru.

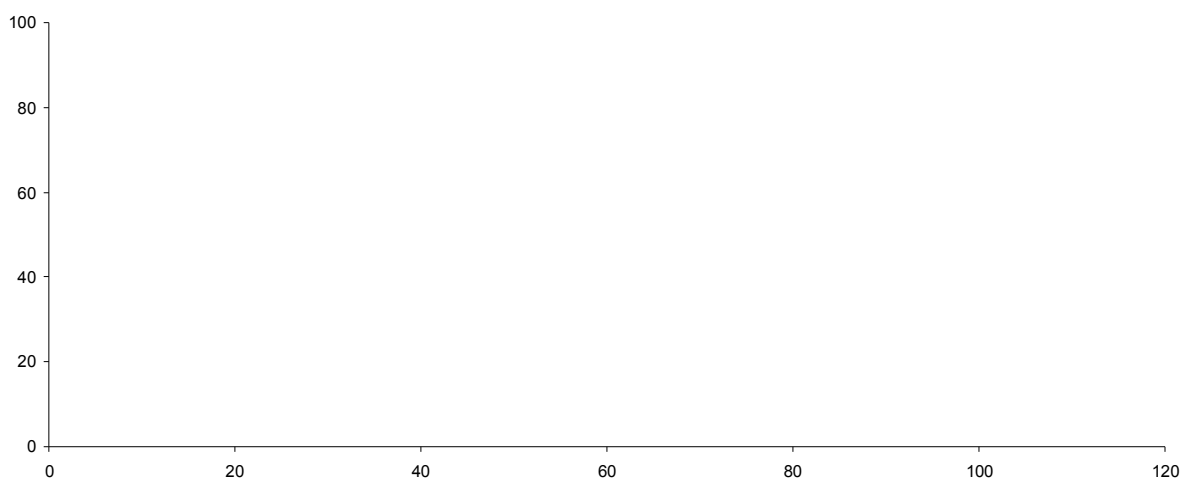
(<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=393>)

12. Změř frekvenční charakteristiku reproduktoru.

(<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=392>)

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.12 Hlasitost	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Měření hluku



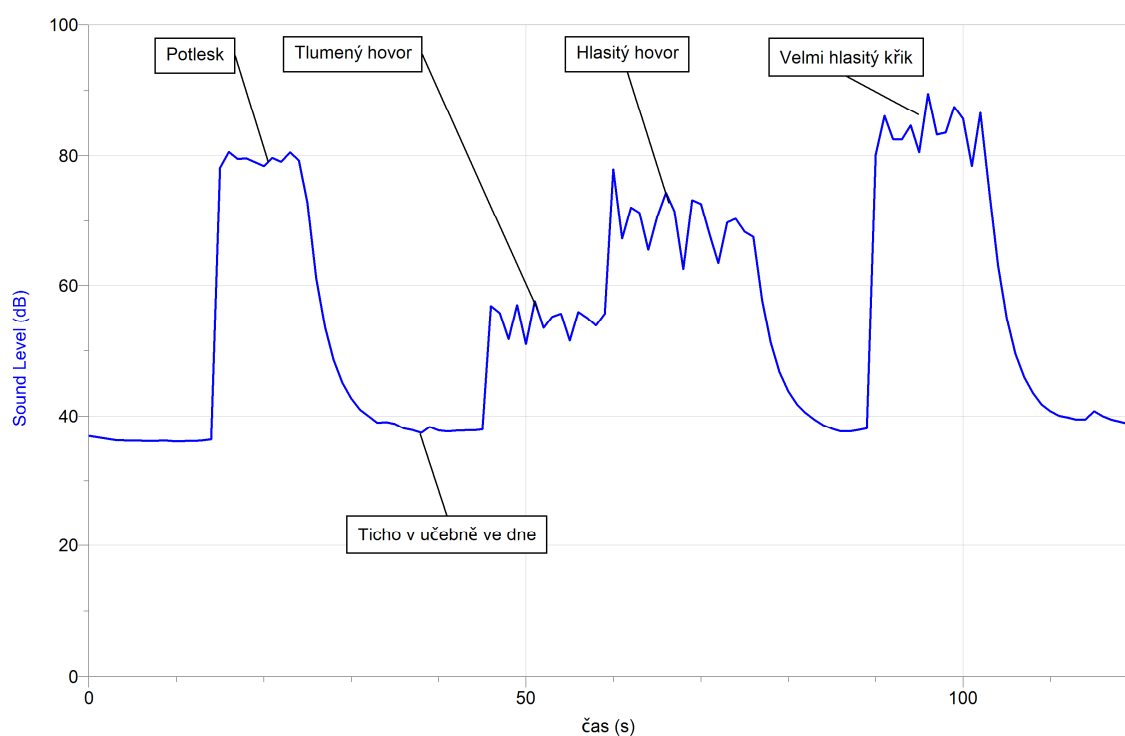
1. Změřte hluk ve třídě.

2. Změřte hluk na chodbě.

3. Změřte hluk na ulici.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.12 Hlasitost	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf $L = f(t)$:



2. Změřte hluk ve třídě.

42 B

3. Změřte hluk na chodbě.

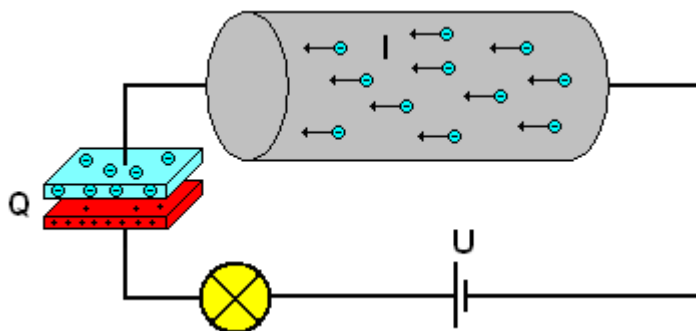
82 B

4. Změřte hluk na ulici.

53 dB

Fyzikální princip

Elektrický náboj Q je fyzikální veličina, která popisuje stav zeledrovaných těles, který se projevuje silovým působením na jiná tělesa. Jeho jednotkou je **coulomb** – značka **C**. Náboj 1 C je jednotka velká. Při pokusech ve třídě pracujeme s náboji o velikostech desítek nC (nano coulombů). 1 nC je přibližně 6 000 000 000 elementárních elektrických nábojů (náboj elektronu,...). Existují dva druhy elektrického náboje: **Kladný** elektrický náboj (na skleněné tyči) a **záporný** elektrický náboj (na plastové tyči). **Záporně** nabitě těleso má více elektronů než protonů. V **kladně** nabitě tělese převažují protony. K přesnému měření velikostí nábojů zeledrovaných těles slouží **měřič náboje**. **Elektrický proud** I je základní fyzikální veličinou. Jeho jednotkou je **ampér** (**A**). Můžeme jej vyjádřit pomocí náboje Q , který projde vodičem za čas t : $I = \frac{Q}{t}$.



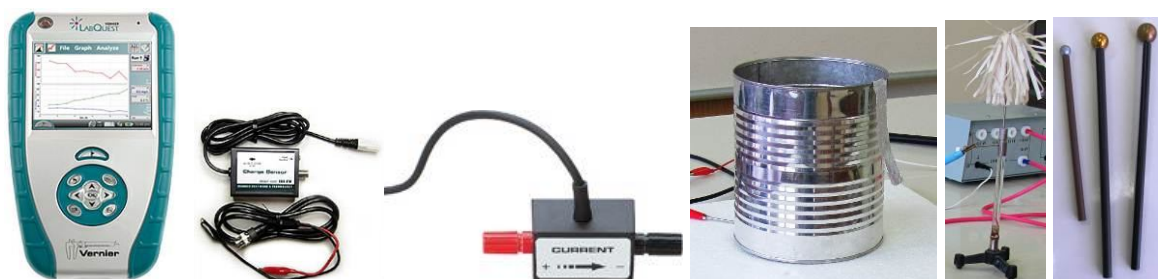
Cíl

Změřit **náboje** různých zeledrovaných těles. Sledovat, jak se tento náboj mění při různých dějích nabíjení a vybíjení.

Změřit **proud** I v závislosti na **čase** t a určit velikost **náboje** Q při nabíjení a vybíjení kondenzátoru.

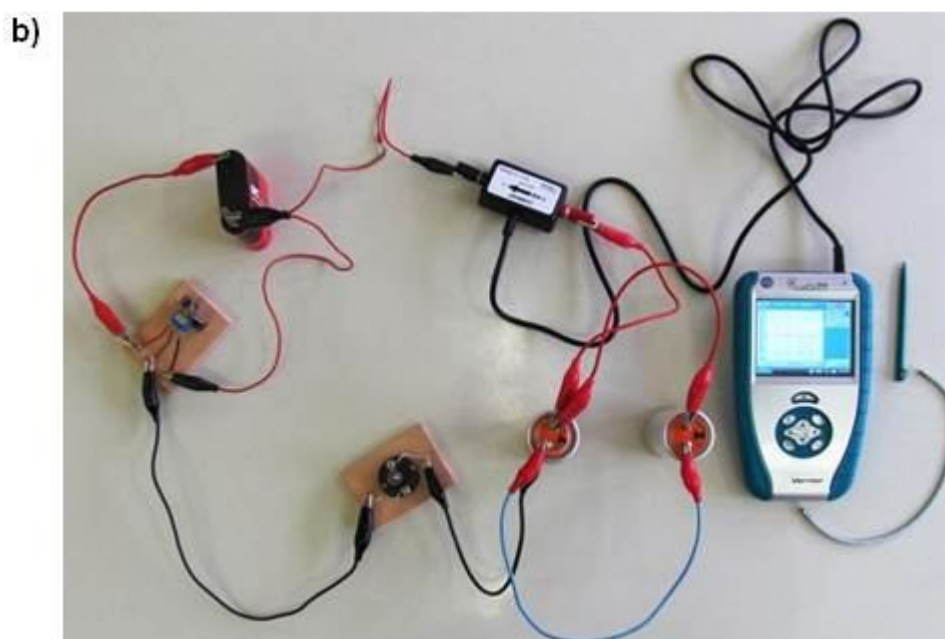
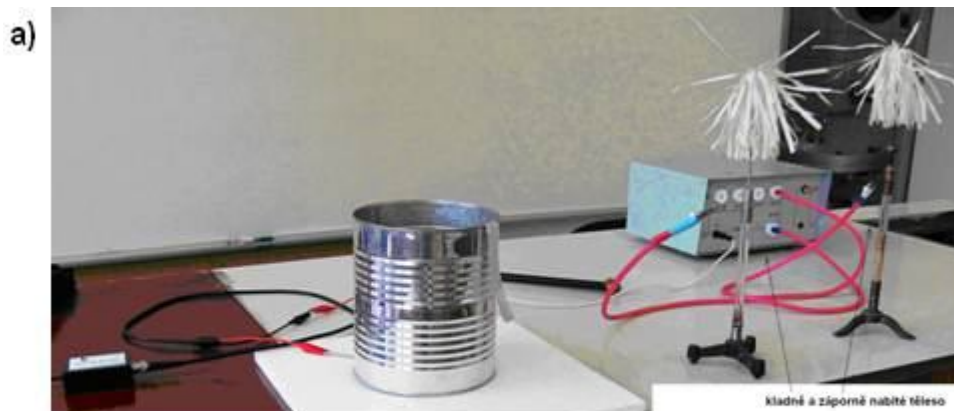
Pomůcky

LabQuest, měřič náboje CRG-BTA, ampérmetr DCP-BTA, tělesa (plechovka na polystyrénu, kovové kuličky s papírky), kovové kuličky na izolovaném držadle, zdroj vn k nabíjení těles, kondenzátor 15 mF/ 16 V, plochá baterie 4,5 V, žárovka 3,5 V/ 0,1 A, přepínač.






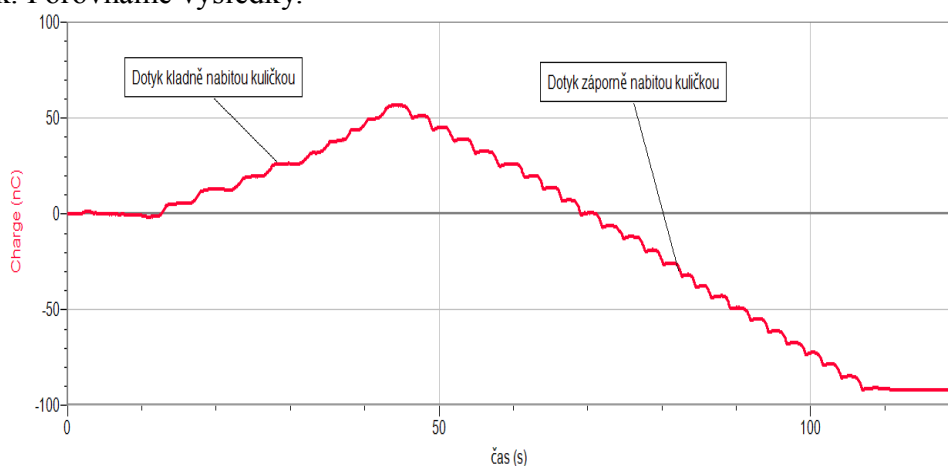
Schéma



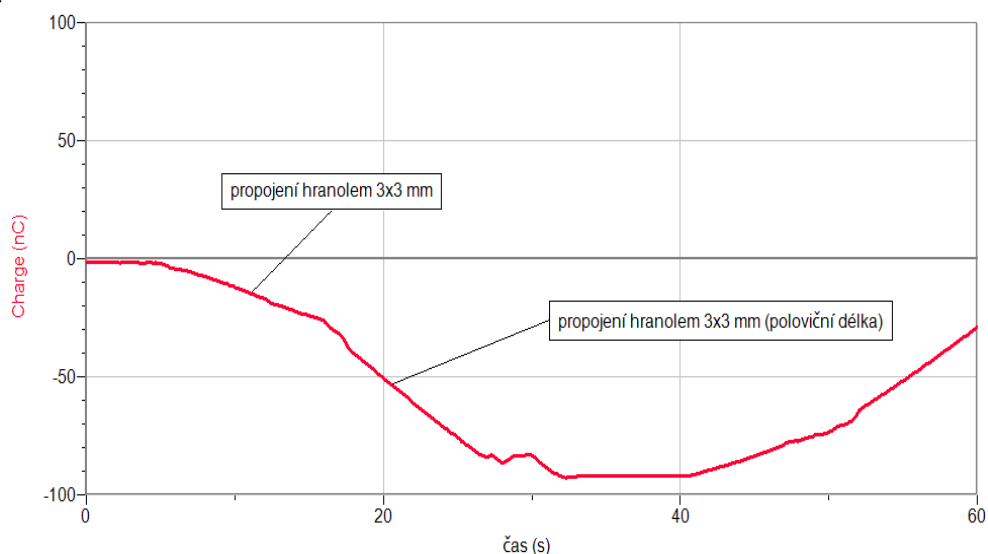
Postup

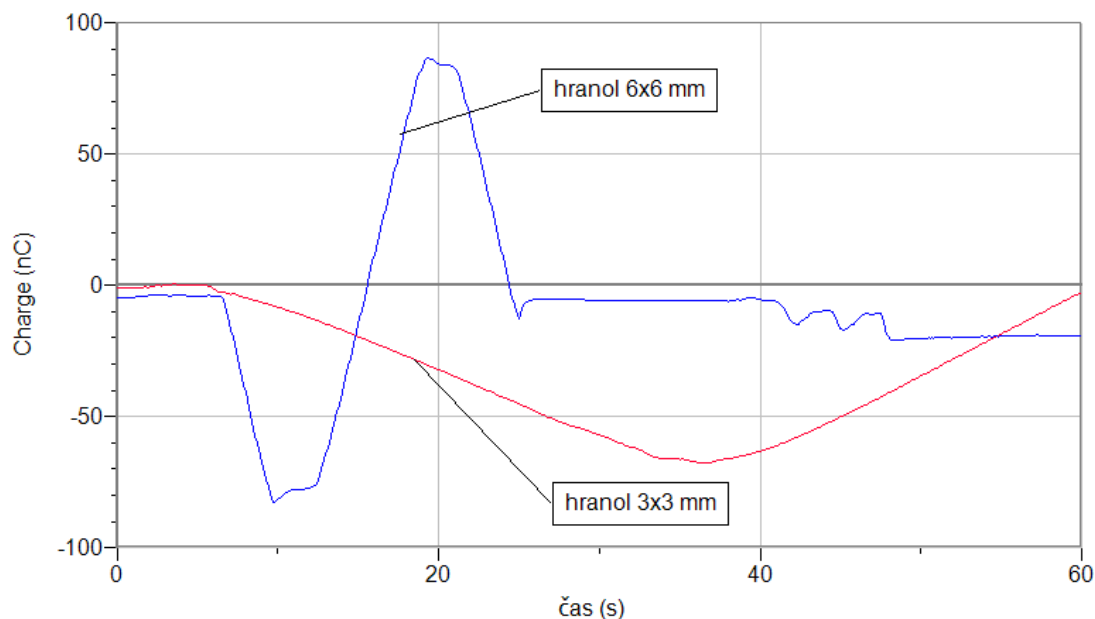
1. Měřič náboje CRG-BTA zapojíme do konektoru CH 1 LabQuestu. Plechovku položíme na polystyrénovou desku a připojíme k ní kladnou krokosvorku měřiče náboje (stačí plechovku postavit na kovovou tyčinku připojenou ke krokosvorce). Zápornou svorku spojíme s uzemňovací zdířkou zdroje vn. Ke zdroji vn (ke kladné a záporné svorce 10 kV) připojíme dvě kovová tělesa s papírky. Zapneme zdroj vn (tělesa se nabíjejí). Na senzoru zvolíme rozsah ± 100 nC (schéma a)).
2. Zapneme LabQuest.

3. Tlačítkem na senzoru „vybijeme“ náboj (vynulujeme senzor).
4. Postupně nabíjíme těleso (plechovku) kladně nebo záporně – dotykem ebonitové nebo skleněné tyče (třením nabitě). Sledujeme, jak se mění náboj. Stejně můžeme provádět pomocí umělohmotné slámky.
5. Nastavíme v menu Sensory – Záznam dat: Trvání: 120 s, Frekvence: 2 čtení/s. Zvolíme zobrazení Graf .
6. Tlačítkem na senzoru „vybijeme“ náboj (vynulujeme senzor).
7. **Stiskneme** tlačítko START (měření) na LabQuestu.
8. Pomocí kuliček na izolovaném držadle přenášíme nejdříve kladný náboj z kladně nabitého tělesa. Sledujeme, o kolik vzroste. Pak přenášíme záporný náboj. Sledujeme, o kolik klesne kladný náboj (vzroste záporný náboj). Zkousíme postupně pro tři průměry kuliček. Porovnáme výsledky.



9. Při dalším měření **propojíme** nabíjené těleso (plechovku) s kladně (při dalším postupu záporně) nabitým tělesem pomocí **ebonitové tyče, skleněné tyče**. Sledujeme, zda roste nebo klesá náboj. Proč neroste (neklesá)?
10. Při dalším měření **propojíme** nabíjené těleso (plechovku) s kladně (při dalším postupu záporně) nabitým tělesem pomocí **dřevěné špejle** průřezu 3×3 mm. Sledujeme, co se děje. V dalším postupu zkracujeme délku špejle. Sledujeme, jak se mění nabíjení. V dalším postupu použijeme špejli 9×9 mm. Jak se změní výsledek měření. Proč tomu tak je?

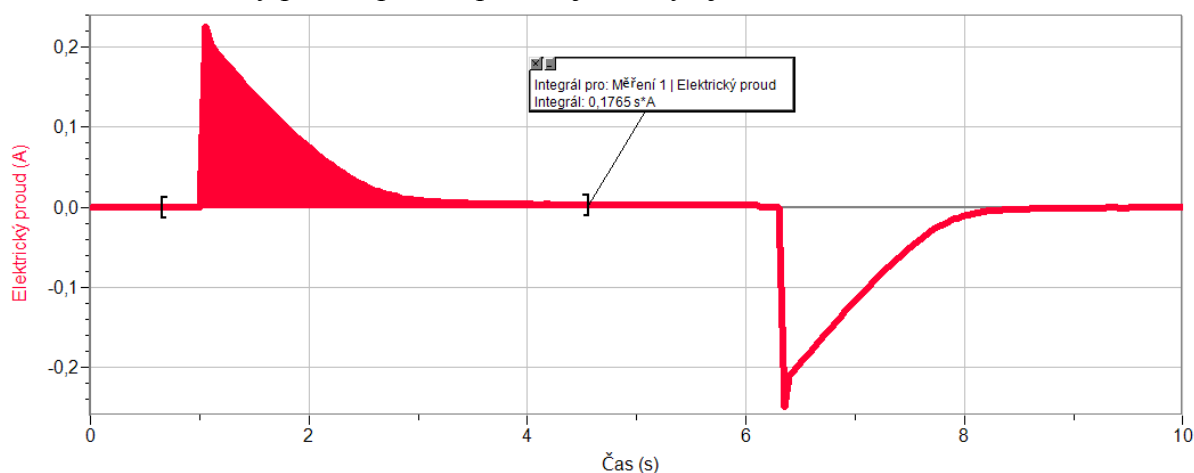




11. **Vyhodnotíme** výsledky měření. Jak velké jsou náboje při pokusech (v coulombech, v elementárních nábojích).

12. Sestavíme obvod podle schéma b).

13. Změříme časový průběh proudu při nabíjení a vybíjení kondenzátoru.



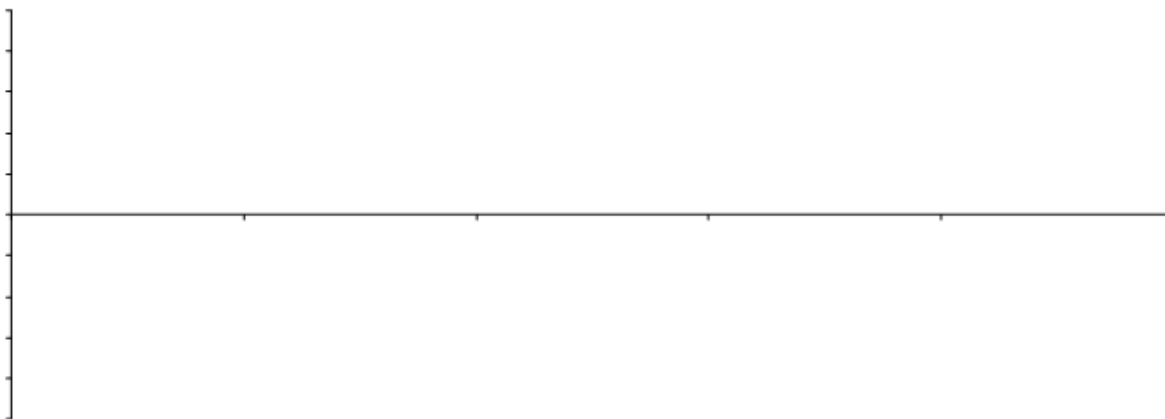
14. Určíme velikost náboje Q při nabíjení a vybíjení kondenzátoru pomocí funkce menu Analýza volba Integrál.

Doplňující otázky

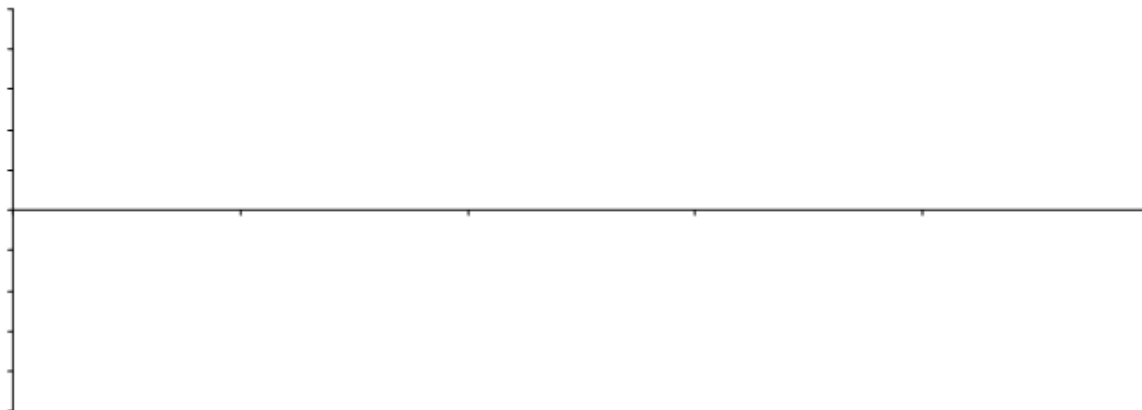
1. Zopakuj měření v bodech 13. a 14. pro různá zapojení dvou nebo více kondenzátorů.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKYNázev úlohy: **3.13 Elektrický náboj**

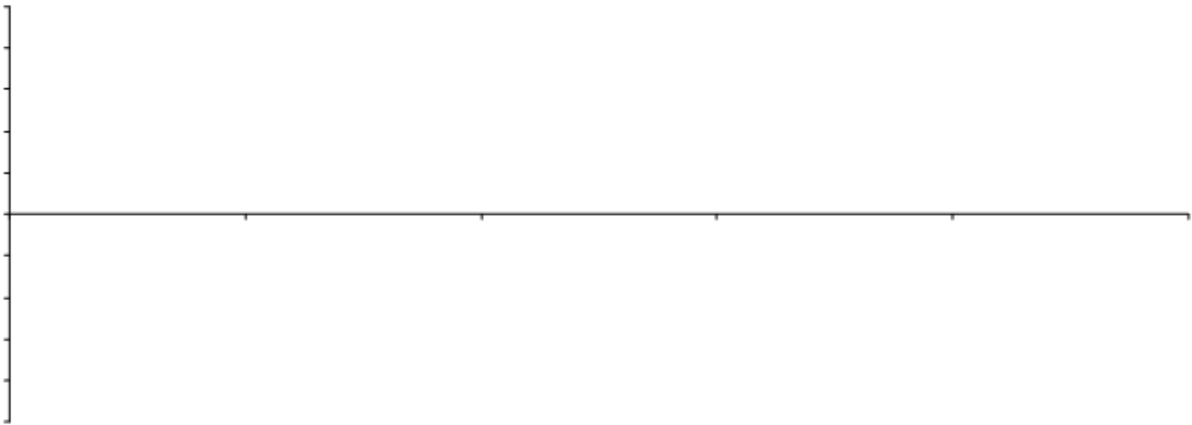
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Přenášení kladného a záporného náboje na vodivé těleso (plechovku)**2. Jak se mění náboj na plechovce, pokud ji propojíme pomocí ebonitové tyče nebo skleněné tyče s kladně či záporně nabitým tělesem?****3. Jak se mění náboj na plechovce, pokud ji propojíme pomocí dřevěné špejle 3x3 mm nebo 6x6 mm s kladně či záporně nabitým tělesem?**

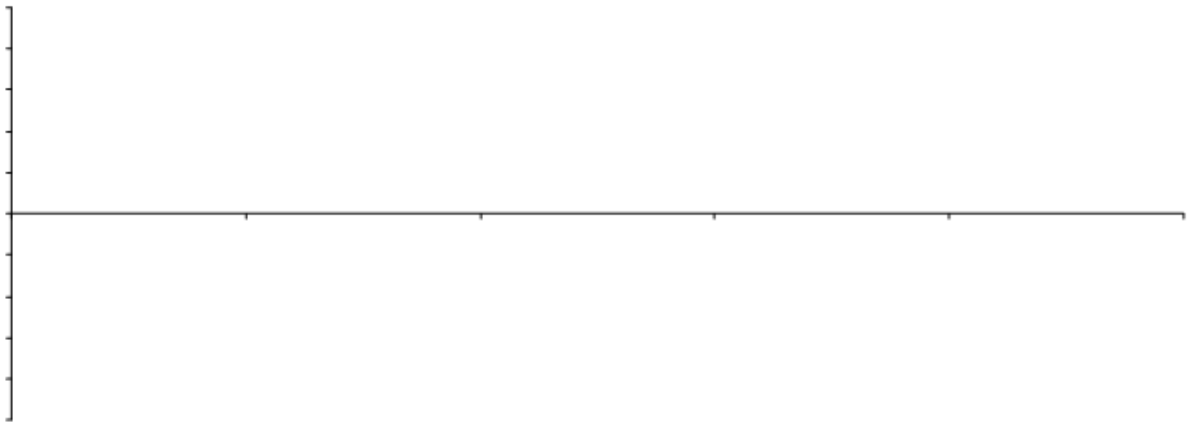
a) délka špejlí 1 m



b) délka špejlí 0,5 m

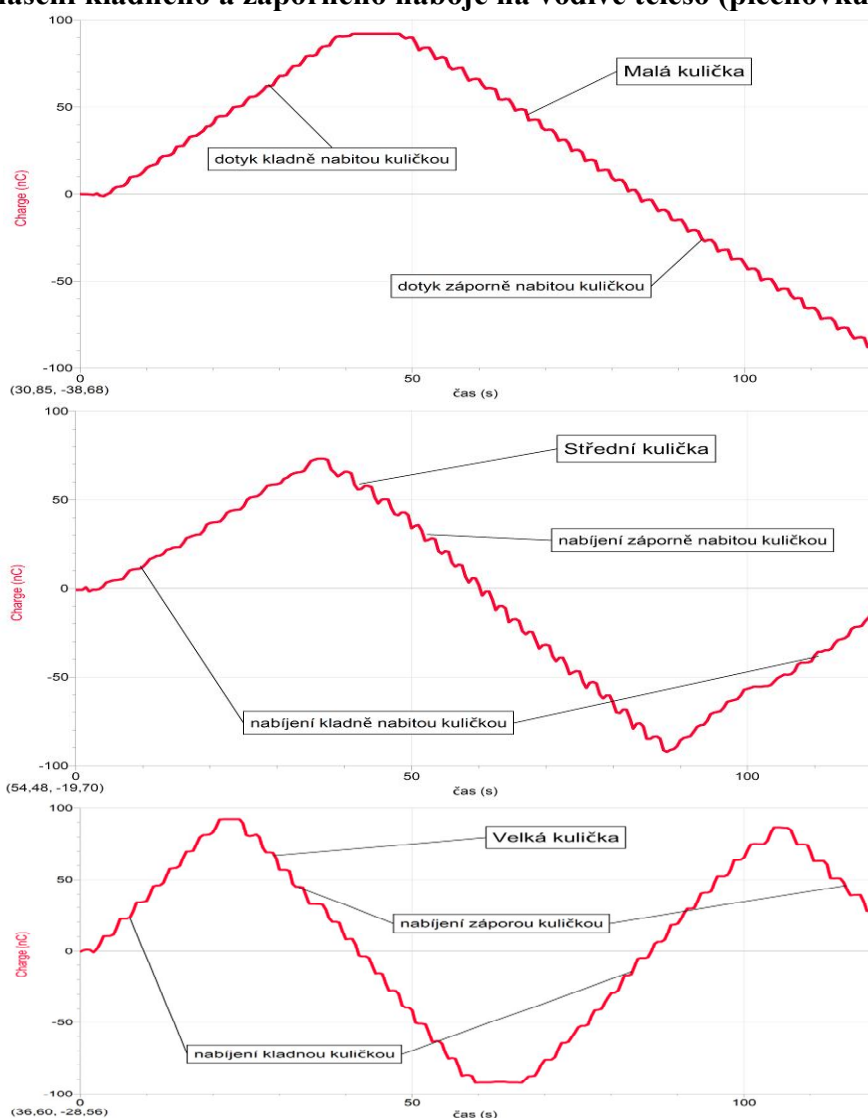


4. Měření časového průběhu proudu při nabíjení a vybíjení kondenzátoru.



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.13 Elektrický náboj	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Přenášení kladného a záporného náboje na vodivé těleso (plechovku)



Čím větší obsah povrchu kuličky, tím větší náboj se na jejím povrchu může akumulovat.

- Přibližné hodnoty náboje
- malá kulička: 5,6 nC ($\approx 3,5 \cdot 10^{10}$ C)
 - střední kulička: 7,1 nC ($\approx 4,4 \cdot 10^{10}$ C)
 - velká kulička: 12,5 nC ($\approx 7,8 \cdot 10^{10}$ C)

Náboje určeny dle průměrného počtu „schodů“ mezi hodnotami 0 nC a 50 nC.

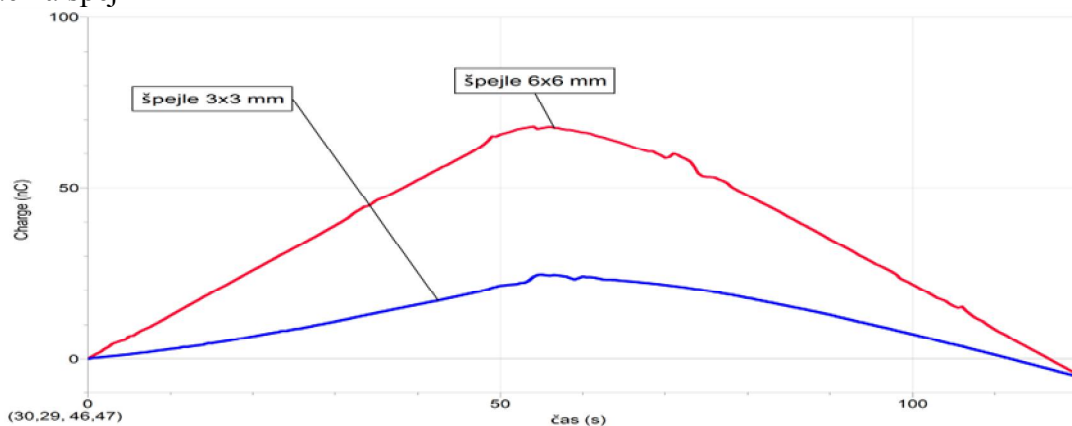
Z uvedeného měření vyplývá, že náboje stejného druhu lze sčítat, dokud nedosáhneme maximální kapacity náboje daného tělesa. Pokud těleso nabíjíme opačným nábojem, celkový náboj se mění v opačném smyslu (klesá nebo roste).

2. Jak se mění náboj na plechovce, pokud ji propojíme pomocí ebonitové tyče nebo skleněné tyče s kladně či záporně nabitým tělesem?

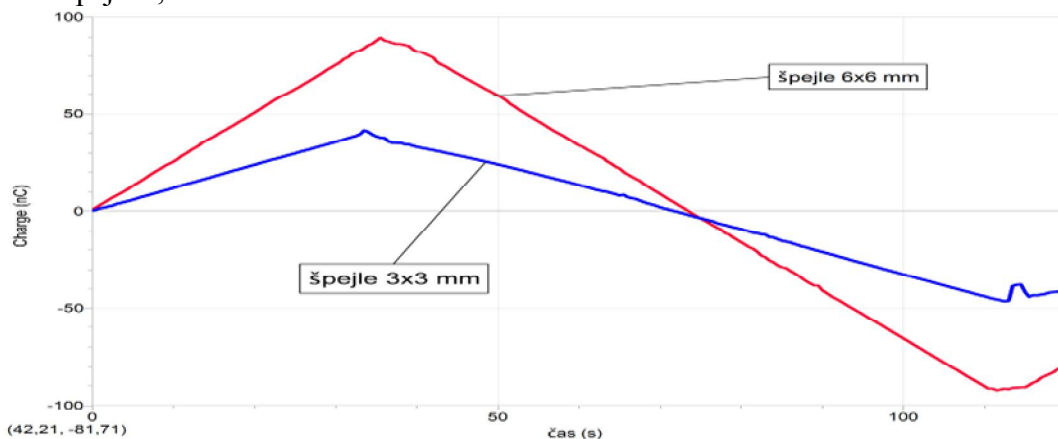
Při propojení nabitých těles (kladně či záporně nabitých) s plechovkou pomocí nezelektrované ebonitové nebo skleněné tyče nedochází k přesunu nábojů. Ebonitová i skleněná tyč se chovají jako izolanty.

3. Jak se mění náboj na plechovce, pokud ji propojíme pomocí dřevěné špejle 3x3 mm nebo 6x6 mm s kladně či záporně nabitým tělesem?

(a) délka špejlí 1 m



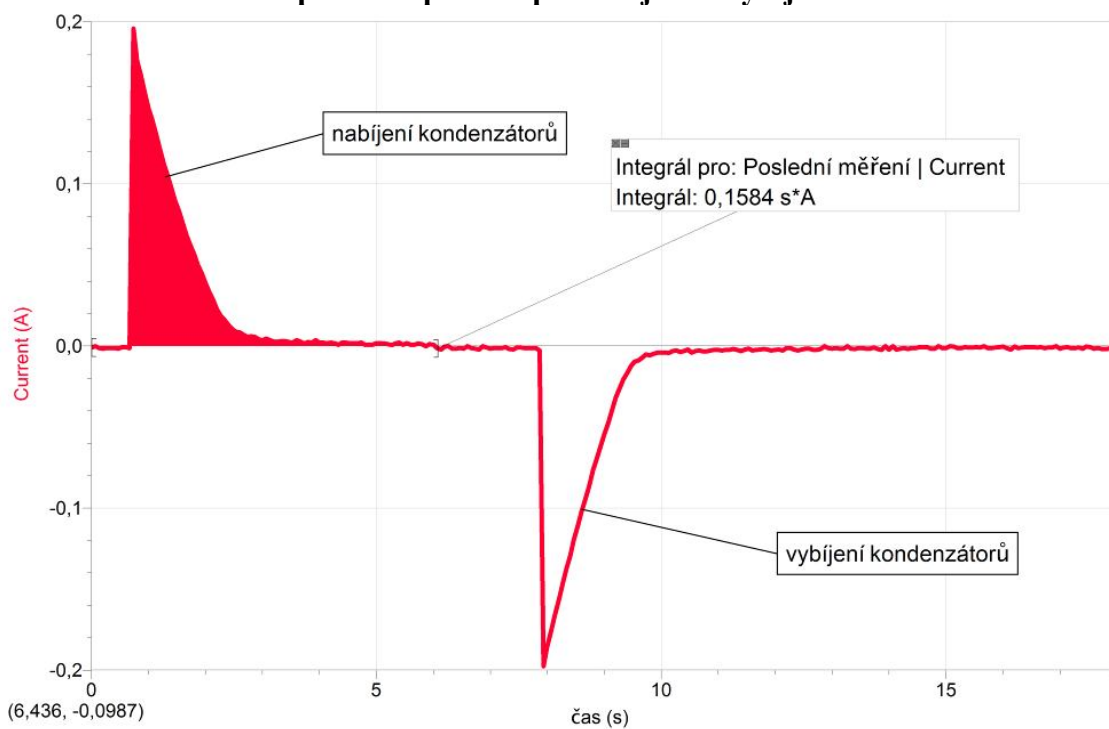
(b) délka špejlí 0,5 m



Z naměřených grafů vyplývá:

- Povrch špejle se nechová jako izolant, náboje se přes něj mohou přesouvat. Je to způsobeno vlhkostí materiálu – tj. obsahem vody s ionty.
- Stejně velký náboj se při stejném obsahu průřezu špejle přenesou rychleji přes kratší špejli.
- Čím větší obsah průřezu má špejle, tím větší náboj se za určitou dobu přenesou přes špejli dané délky.

4. Měření časového průběhu proudu při nabíjení a vybíjení kondenzátoru.



Celkový náboj, jímž se kondenzátory nabily, byl přibližně 0,1584 C.

Fyzikální princip

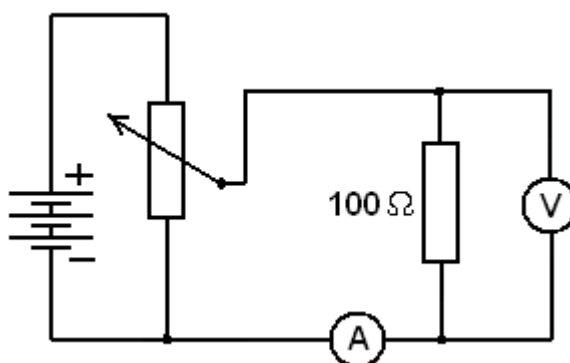
Ohmův zákon: Pokud má kovový vodič stálou teplotu, je **elektrický proud** procházející vodičem **přímo úměrný napětí** na vodiče (r. 1826 G. S. Ohm). Grafem přímé úměrnosti je přímka procházející počátkem.

Cíl

Ověřit Ohmův zákon pro wolframové vlákno žárovky a rezistory 12 Ω , 33 Ω a 100 Ω .

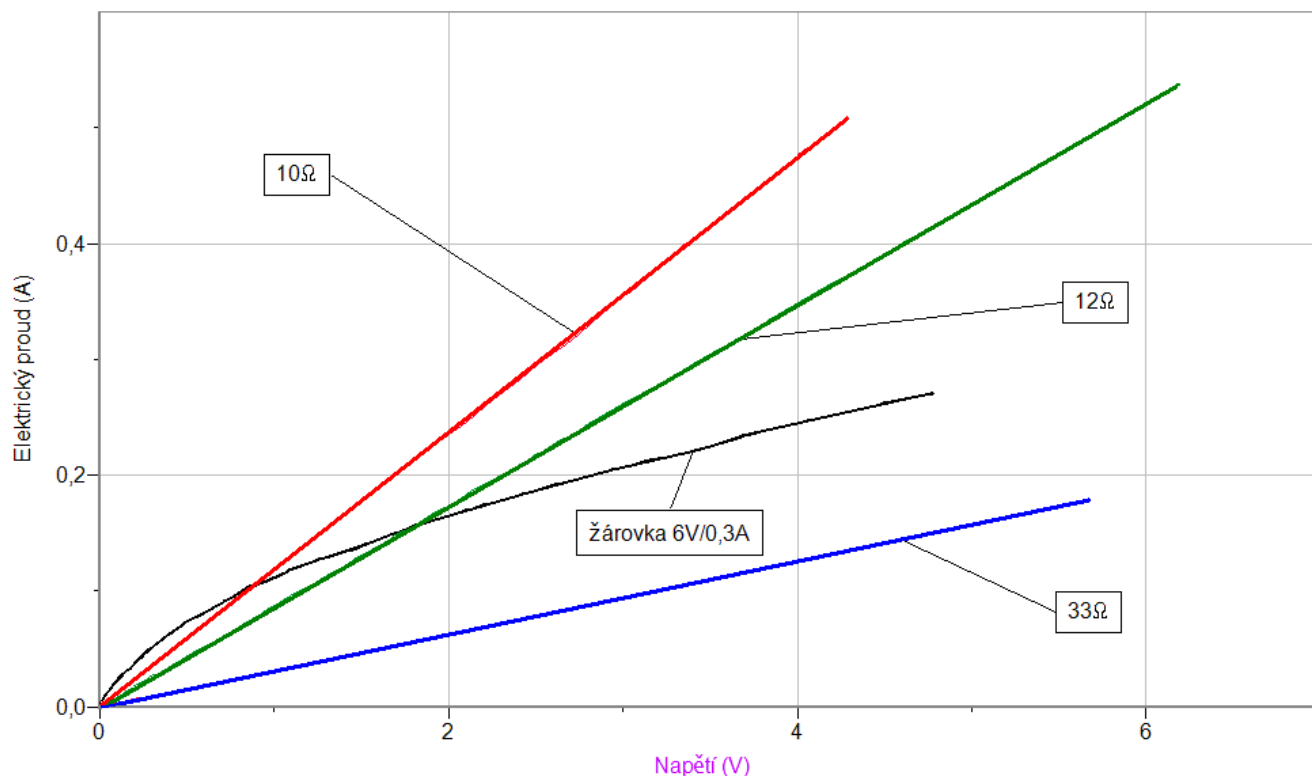
Pomůcky

LabQuest, rezistor 33 Ω a 100 Ω , žárovka 6 V/0,3 A, voltmetr DVP-BTA, ampérmetr DCP-BTA, plochá baterie, reostat.

**Schéma****Postup**

1. **Připojíme** voltmetr DVP-BTA k vstupu CH1 LabQuestu. **Připojíme** ampérmetr DCP-BTA k vstupu CH2 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Sensory – Záznam dat: Trvání: 60 s, Frekvence: 2 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu.

3. V menu Graf nastavíme Ukázat graf – Graf 1. V menu graf na ose x zvolíme napětí; Vlevo: 0; Vpravo: 6 V. Na ose y zvolíme Elektrický proud a Spojovat body; Dole: 0 a Nahoře: 0,6 A. V menu Senzory zvolíme Vynulovat.
4. Stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu.
5. Reostatem pomalu zvyšujeme napětí a proud. Hodnota napětí nesmí překročit 5 V a proud 0,6 A! Zobrazuje se tzv. voltampérová charakteristika. Po vykreslení celého grafu zvolíme v menu Graf – Uložit měření.
6. Opakujeme měření pro rezistor $33\ \Omega$ a pro žárovku.



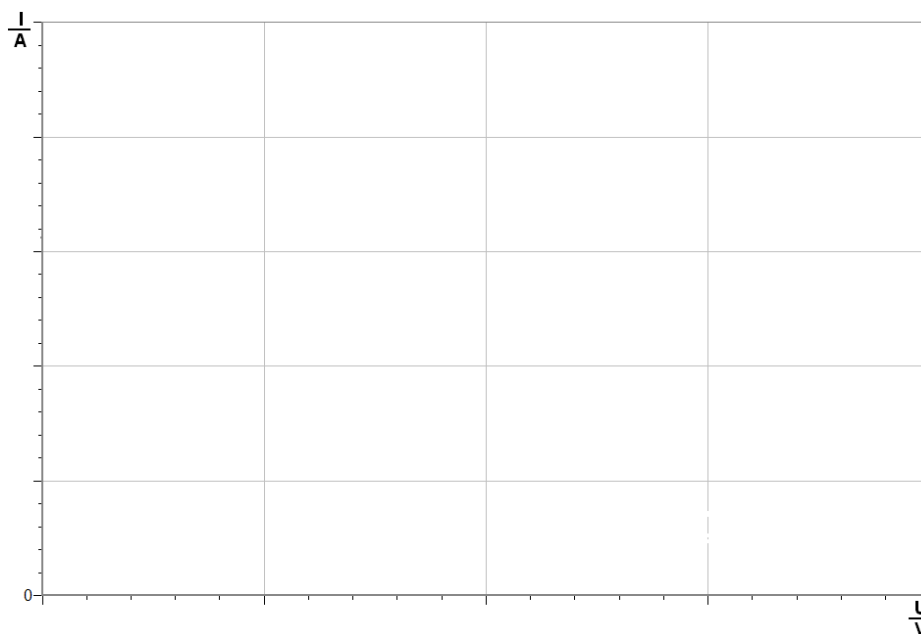
7. Vyslovíme závěr (platnost Ohmova zákona).

Doplňující otázky

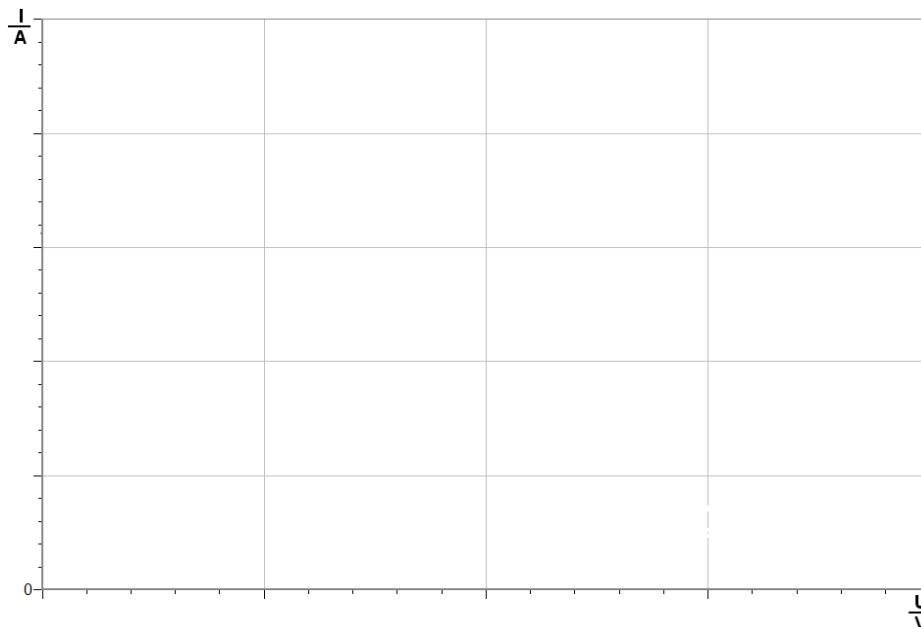
1. Platí Ohmův zákon pro wolframové vlákno žárovky?
2. Porovnej voltampérové charakteristiky rezistorů s různými hodnotami odporů.
3. Zkus vymyslet, jak ověříš, že Ohmův zákon platí i pro wolframové vlákno žárovky.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.14 Ohmův zákon	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

1. Graf závislosti proudu na napětí $I = f(U)$:
a) pro žárovku



b) pro vodič



2. Závěr:

.....

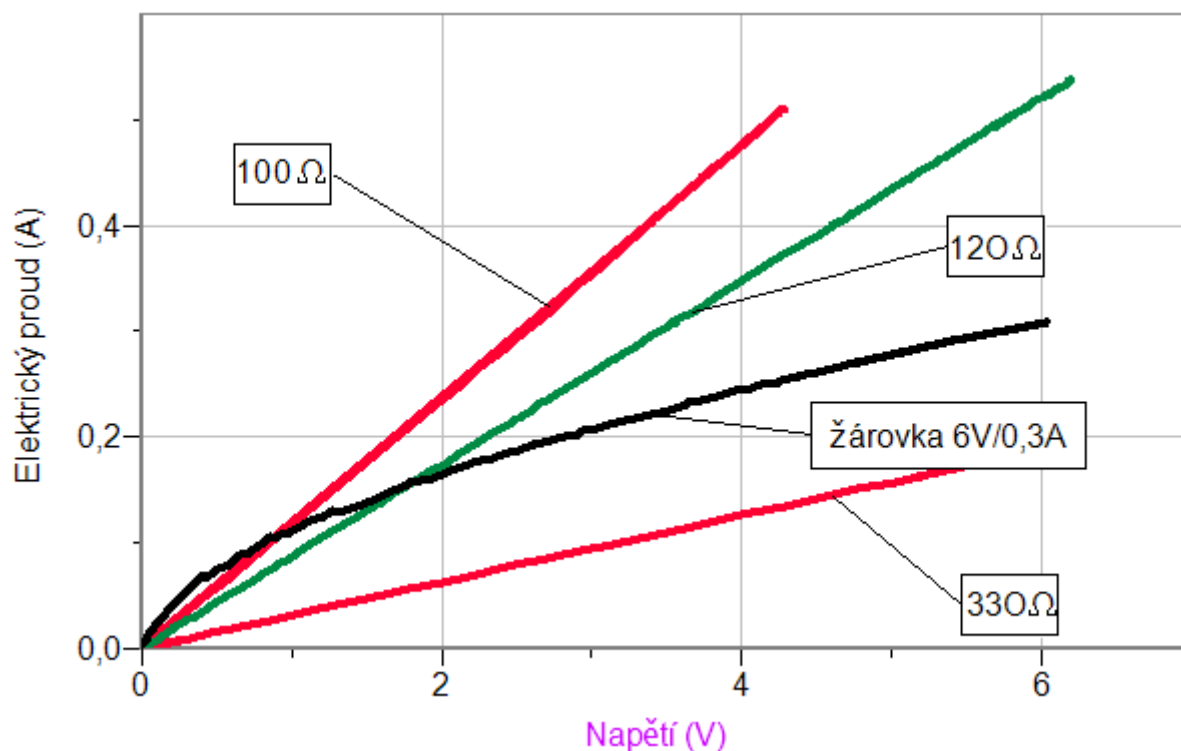
.....

.....

.....

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.14 Ohmův zákon	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

**1. Graf závislosti proudu na napětí $I = f(U)$:
pro žárovku a pro vodiče (rezistory)**



2. Závěr:

Pro žárovku nevychází **přímá úměrnost** (Ohmův zákon), protože se mění teplota wolframového vlákna a tím i jeho odpor.

Pro rezistory (vodiče) vychází **přímá úměrnost** (Ohmův zákon). Sklon polopřímky závisí na odporu vodiče – čím je odpor větší, tím je sklon menší.

Fyzikální princip

Odpor R je vlastnost vodiče vést částice s elektrickým nábojem. Jednotkou elektrického odporu je **ohm (Ω)**. Odpor vodiče závisí na jeho **délce l** , na **ploše příčného průřezu S** vodiče, na látce, ze kterého je vodič zhotoven – **rezistivita ρ** a na **teplotě t** vodiče.

Cíl

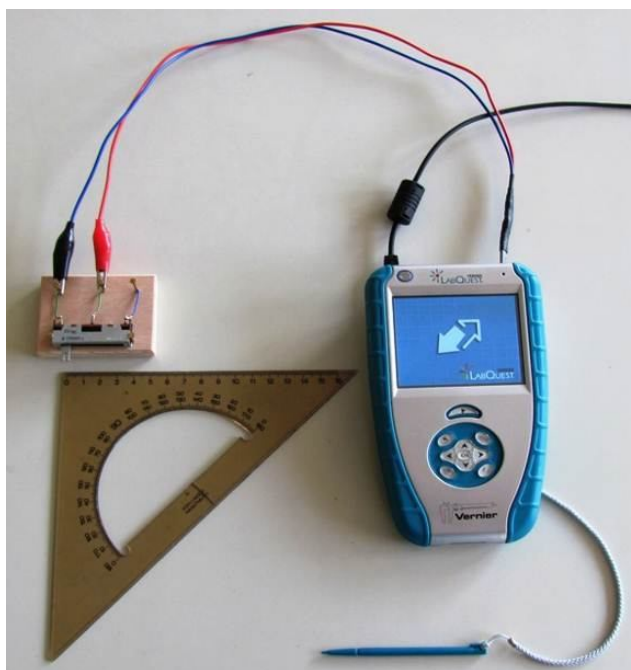
Změřit **odpor** „špatného“ vodiče – rezistoru. Ověřit, jak závisí odpor vodiče na **délce**.

Pomůcky

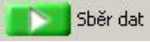

LabQuest, ohmmetr (ohmmetr musí být nainstalován!!), různé rezistory, tahový potenciometr 10 k Ω , počítač s programem Logger Pro.

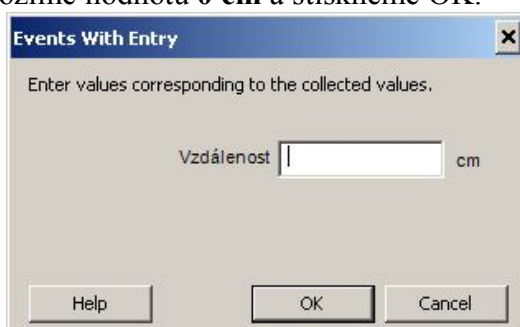



Schéma



Postup

1. Ohmmetr zapojíme do konektoru **CH 1** LabQuestu.
2. K ohmmetru **připojíme** tahový potenciometr.
3. LabQuest **připojíme** přes USB k počítači.
4. **Zapneme** LabQuest.
5. V programu Logger Pro v menu Experiment – Sběr dat – Mode: Události se vstupy; Column Name: Vzdálenost; Short Name: *d*; Units: cm.
6. V programu Logger Pro v menu Vložit – Displej měřidla – Digitální **vložíme** okénko zobrazující hodnotu **Odporu** (Resistance).
7. V programu Logger Pro stiskneme tlačítko **Sběr dat** .
8. Tahový potenciometr nastavíme na **0 cm** (začátek).
9. Stiskneme tlačítko .
10. Do textového okénka vložíme hodnotu **0 cm** a stiskneme OK.



11. Opakujeme body 8., 9. a 10. pro hodnoty vzdálenosti 0,5 cm; 1 cm; 1,5 cm; 2 cm;...; 3 cm (délka potenciometru). Značky si můžeme napsat na tahový potenciometr nebo přiložíme pravítko.
12. Stiskneme tlačítko . V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
13. Opakujeme měření pro různé potenciometry – lineární, logaritmické, exponenciální, tahové, otočné.
14. **Provedeme** analýzu grafů. **Vyslovíme** závěr.

Doplňující otázky

1. Měříme odpor různých rezistorů a jejich zapojení.
2. K čemu se používají různé druhy potenciometrů?
3. Změř, jak závisí odpor potenciometru na úhlu natočení u otočného potenciometru.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKYNázev úlohy: **3.15 Odpor**

Jméno:

Třída:

Datum:

Spolupracovali:

Podmínky měření:

Teplota:

Tlak:

Vlhkost:

1. Tahový potenciometr

2. Otočný potenciometr

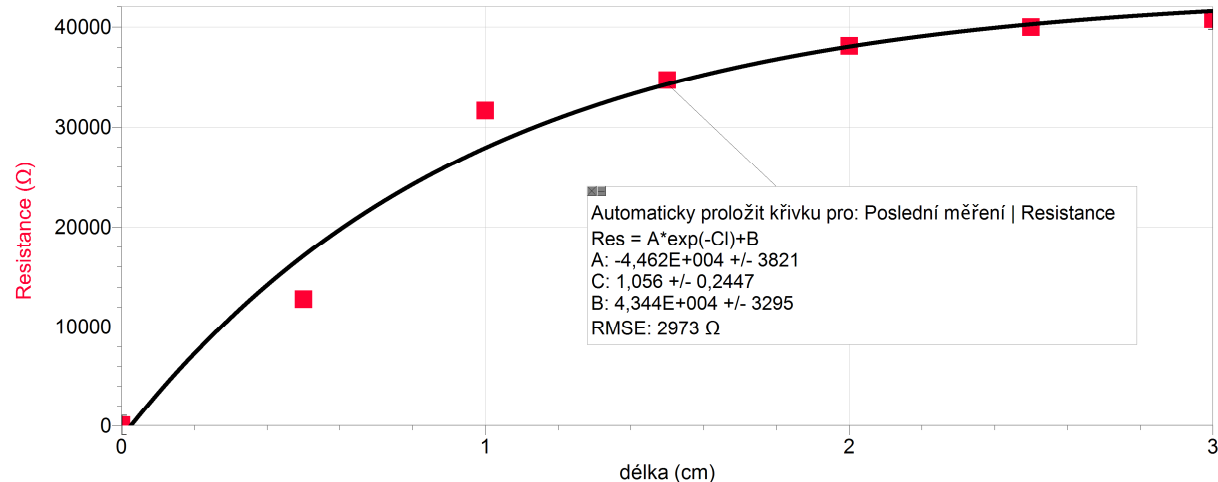
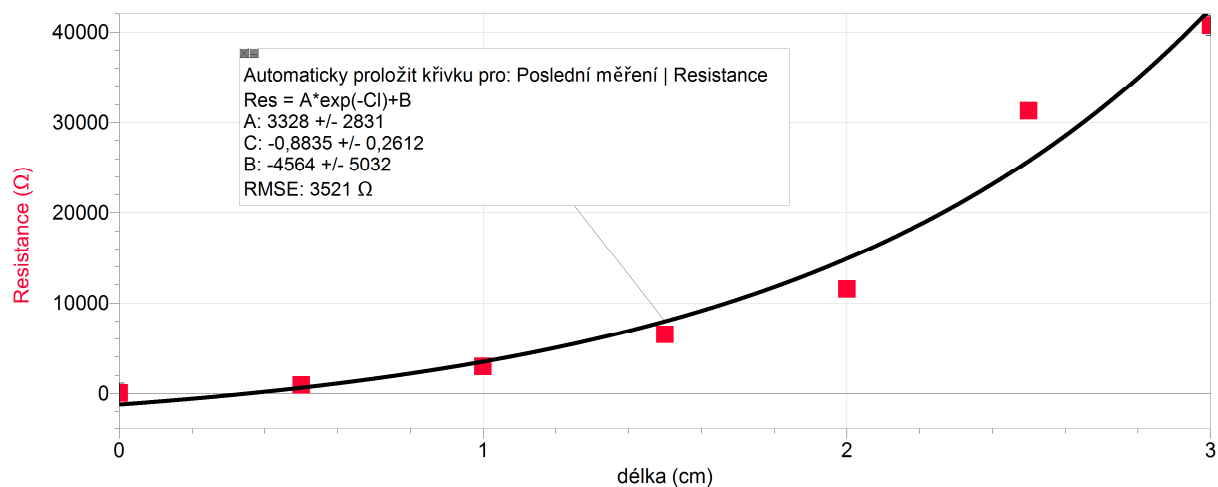


3. Závěr:

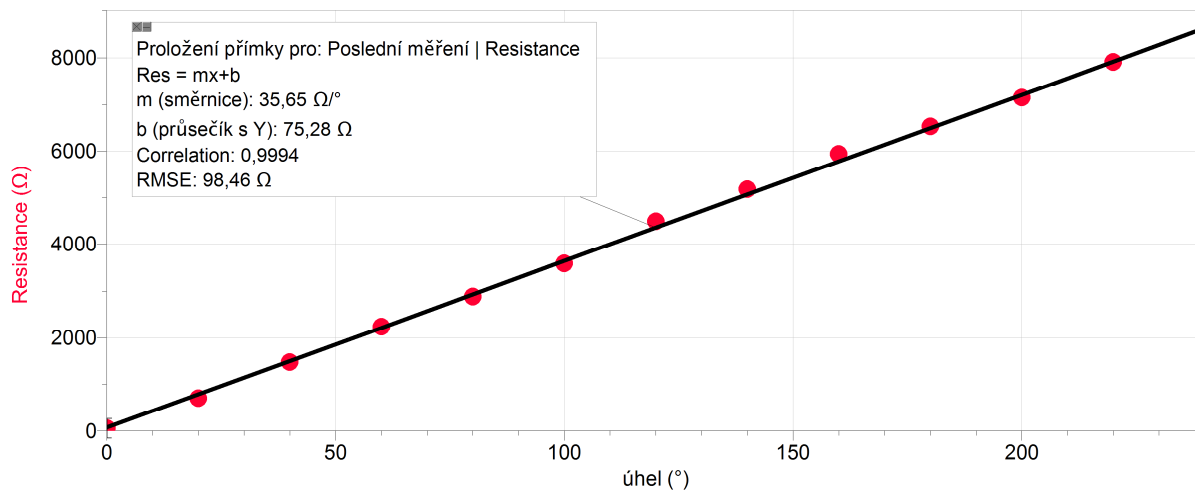
4. K čemu se používají různé druhy potenciometrů?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.15 Odpor	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Tahový potenciometr



2. Otočný potenciometr



3. Závěr:

Tahový potenciometr – exponenciální závislost odporu na délce.

Otočný potenciometr – lineární závislost odporu na úhlu natočení.

4. K čemu se používají různé druhy potenciometrů?

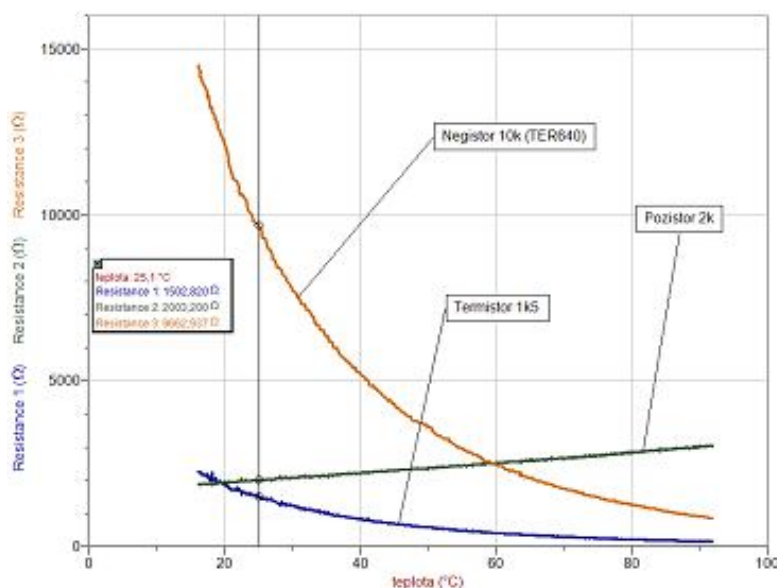
regulace osvětlení, vyvážení zvuku v reproduktorech pro vícekanálový zvuk (balance), regulace hlasitosti, mixážní pult (regulace vstupních zvukových signálů)

Fyzikální princip

Odpor R je vlastnost vodiče vést částice s elektrickým nábojem. Jednotkou elektrického odporu je **ohm (Ω)**. Odpor vodiče závisí na jeho **délce l** , na **ploše příčného průřezu S** vodiče, na látce, ze kterého je vodič zhotoven – **rezistivita ρ** a na **teplotě t** vodiče.

Na teplotě závisí odpor **vodičů** i **polovodičů**. **Odpor vodičů** se vzrůstající teplotou **stoupá** (kladný teplotní součinitel elektrického odporu), kdežto **odpor polovodičů**, uhlíku a některých speciálních slitin kovů se vzrůstající teplotou **klesá** (záporný teplotní součinitel elektrického odporu). Elektrický odpor má vždy kladnou hodnotu. Dobré vodiče kladou malý odpor, špatné vodiče kladou velký odpor.

Pozistor je dvoupólová elektrická součástka. Jedná se o typ **termistoru s pozitivní teplotní závislostí** (tzn. s rostoucí teplotou roste odpor), proto se používá i označení **PTC termistor** (positive temperature coefficient). Vyrábějí se z polykrystalické feroelektrické keramiky (titaničitan barnatý BaTiO_3). Odpor pozistoru s růstem teploty nejprve mírně klesá, nad Curieovu teplotu poté prudce vzrůstá asi o 3 řády a pak opět mírně klesá. Oblast nárůstu je možné chemickým složením ovlivňovat a tak vytvořit např. sadu teploměrů s odstupňovaným teplotním rozsahem (nejčastěji po 10°C).



Cíl

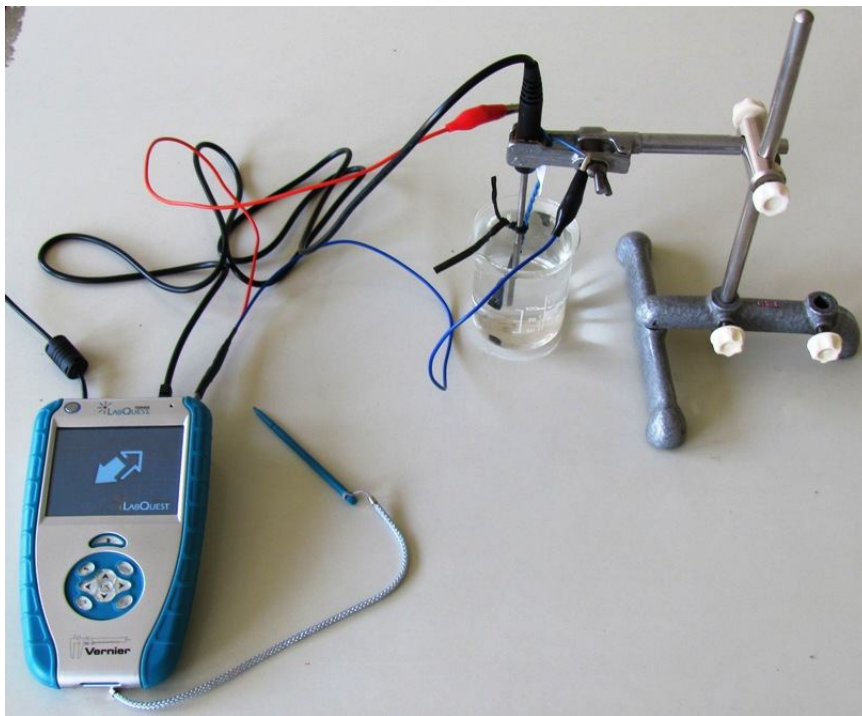
Změřit, jak závisí **odpor pozistoru** na teplotě.

Pomůcky

LabQuest, ohmmetr (ohmmetr musí být nainstalován!!), teploměr TMP-BTA, pozistor, kádinka, stojan, počítač s programem Logger Pro.




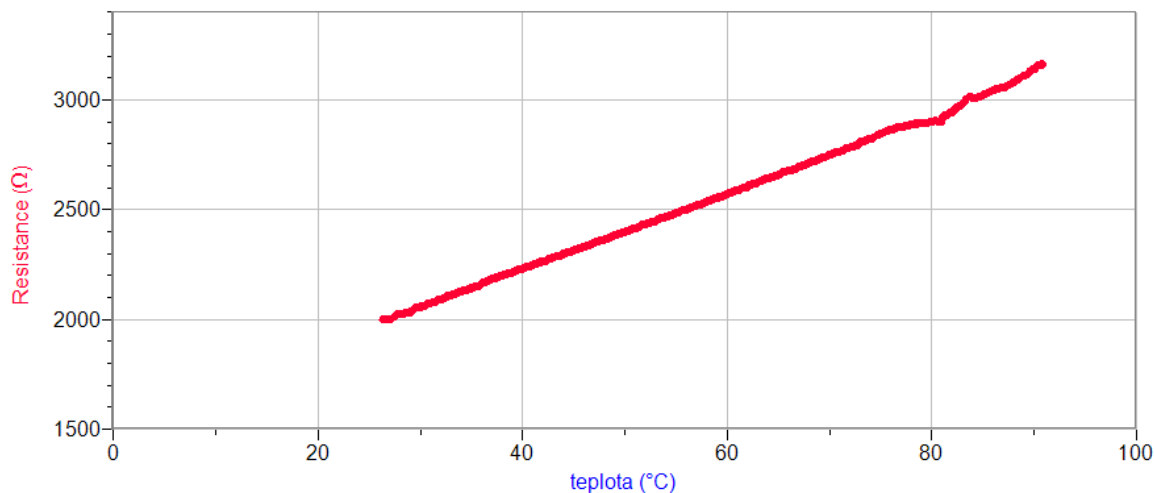
Schéma




Postup

1. **Ohmmetr** zapojíme do konektoru **CH 1** a teploměr TMP-BTA do konektoru **CH 2** LabQuestu.
2. Sestavíme měření podle schéma. Teploměr a **pozistor** jsou společně upevněny zkrouceným drátkem.
3. K ohmmetru **připojíme pozistor**.
4. LabQuest **připojíme** přes USB k počítači.
5. **Zapneme** LabQuest.
6. V programu Logger Pro na ose x zvolíme **teplotu** a na ose y zvolíme **odpor**. Tzn. $R = f(t)$.
7. V programu Logger Pro v menu Vložit – Displej měřidla – Digitální **vložíme** okénko zobrazující hodnotu **Odporu** (Resistance).

8. V programu Logger Pro v menu Experiment – Sběr dat zvolíme Nepřerušný sběr dat.
9. Do kádinky nalijeme horkou vodu z konvice.
10. V programu Logger Pro stiskneme tlačítko **Sběr dat** . Měření necháme běžet delší dobu (90 min). Pokud nemáme čas, můžeme měření urychlit postupným ochlazováním (přiléváme studenou vodu nebo led).



11. Stiskneme tlačítko . V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
12. Opakujeme měření pro různé pozistory.
13. **Provedeme** analýzu grafů. **Vyslovíme** závěr.

Doplňující otázky

1. Z grafů určete **teplotní součinitel elektrického odporu**. Porovnej jeho velikost s hodnotami různých kovů v tabulkách.
2. K čemu se používají pozistory?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.16 Závislost odporu na teplotě	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf závislosti odporu pozistoru na teplotě



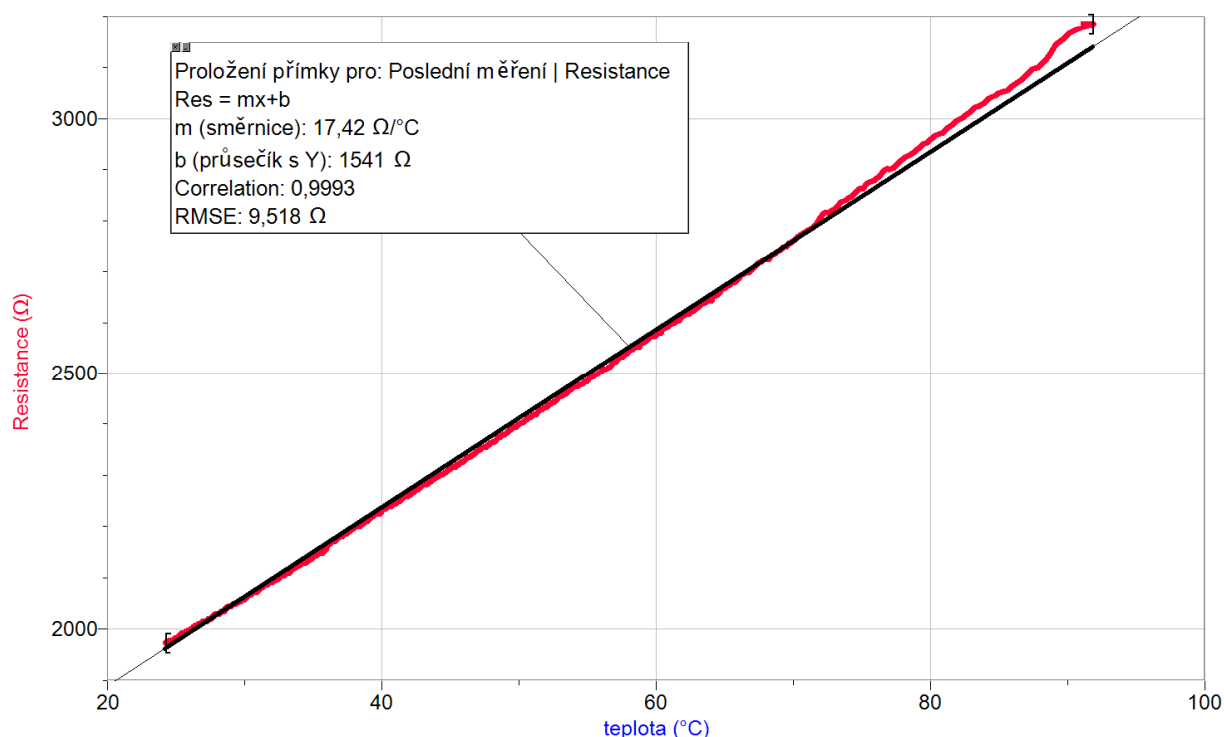
2. Závěr

3. Z grafu určete součinitel elektrického odporu pro daný materiál.

4. K čemu se používají pozistory?

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.16 Závislost odporu na teplotě	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf závislosti odporu pozistoru na teplotě



2. Závěr

S rostoucí teplotou odpor pozistoru roste. Růst odporu pozistoru v rozsahu měřených teplot nejlépe popisuje lineární funkce.

3. Z grafu určete teplotní součinitel elektrického odporu pro daný materiál.

Teplotní součinitel elektrického odporu α určíme ze vzorce $R = R_0 (1 + \alpha \Delta t) = R_0 + R_0 \alpha \Delta t$,

přičemž $R_0 = b$, $R_0 \alpha = m$. Proto $\alpha = \frac{m}{b} = \frac{17,41}{1541} \text{K}^{-1} \approx 0,011 \text{K}^{-1}$.

Tato hodnota řádově odpovídá teplotnímu součiniteli odporu řady kovů, např. mědi, hliníku, zinku, stříbru, wolframu apod. Teplotní součinitel elektrického odporu je také závislý na teplotě

4. K čemu se používají pozistory?

- vratné tepelné pojistky

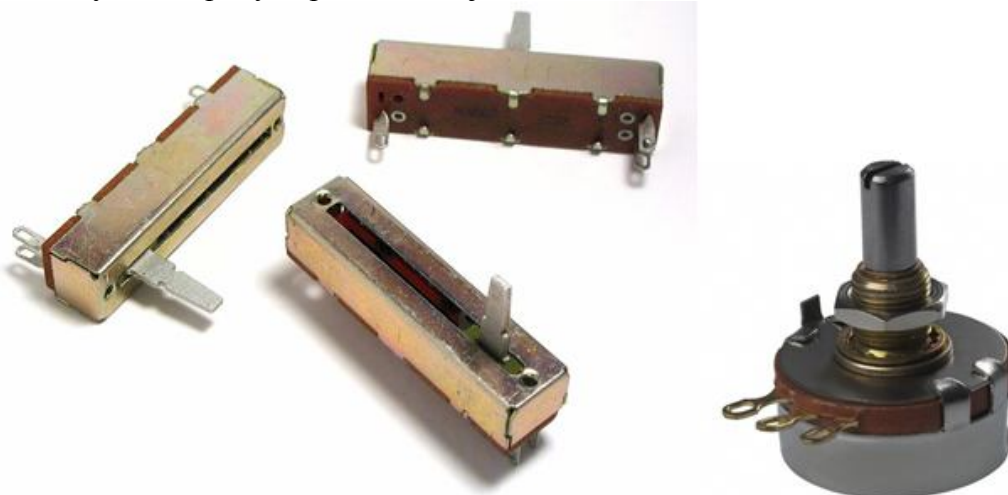
- *odmagnetovací obvod barevných obrazovek*
- *spínací obvody s polovodičovými prvky*
- *čidla teploty*
- *dvoustavové snímače v řídicích systémech (vinutí elektrických motorů, transformátorů, ohřev výkonových součástí apod.)*

Elektrický
proud

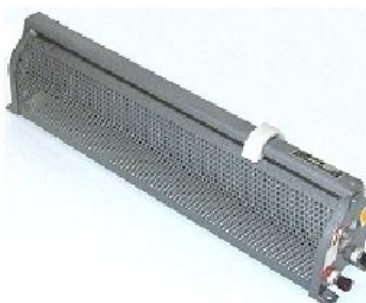
3.17 REOSTAT A POTENCIOMETR

Fyzikální princip

Plynulou změnu proudu spotřebičem umožňují součástky s proměnným odporem – **potenciometry**. Podle pohybu při ovládání je dělíme na **tahové** a **otočné**.



K regulaci velkých proudů používáme **reostat**.

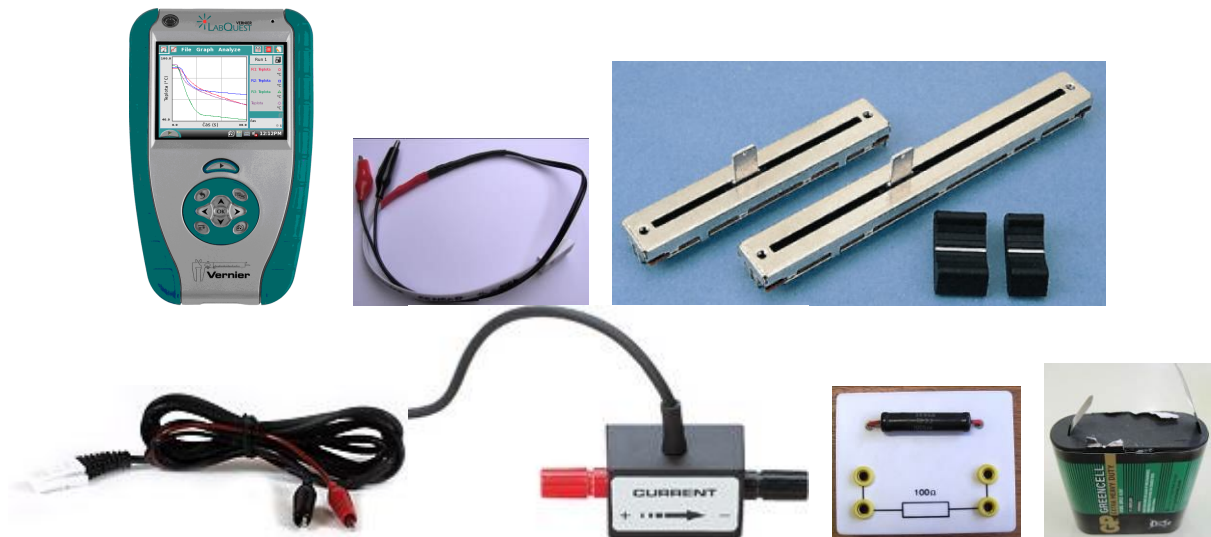


Cíl

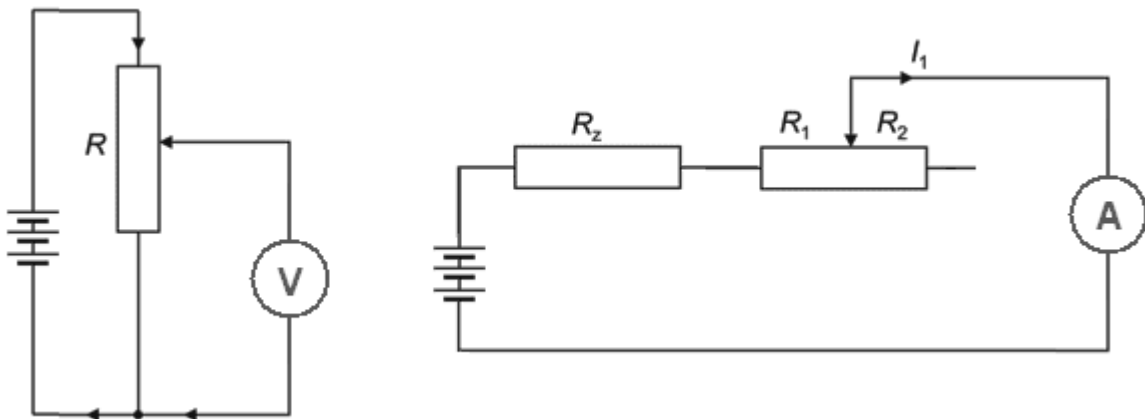
Ověřit funkci **potenciometru** jako **děliče napětí** a **regulátoru proudu**.

Pomůcky


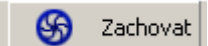
LabQuest, různé potenciometry, počítač s programem Logger Pro, voltmetr VP-BTA, ampérmetr DCP-BTA, rezistor 100 Ω , plochá baterie.




Schéma



Postup

1. Voltmetr VP-BTA zapojíme do konektoru **CH 1** LabQuestu.
2. Potenciometr zapojíme jako dělič napětí (viz schéma).
3. LabQuest **připojíme** přes USB k počítači.
4. **Zapneme** LabQuest.
5. V programu Logger Pro v menu Experiment zvolíme Sběr dat. Mód: Události se vstupy. Název sloupce: délka; Značka: d; Jednotka: cm.
6. Na ose x zvolíme veličinu **délka**. Na ose y veličinu **napětí**.
7. V programu Logger Pro stiskneme tlačítko **Sběr dat**  Sběr dat.
8. Tahový potenciometr nastavíme na **0 cm** (začátek).
9. Stiskneme **tlačítko**  Zachovat.
10. Do textového okénka vložíme hodnotu **0 cm** a stiskneme OK.



11. Opakujeme body 8., 9. a 10. pro hodnoty vzdálenosti 0,5 cm; 1 cm; 1,5 cm; 2 cm;...; 3 cm (délka potenciometru). Značky si můžeme napsat na tahový potenciometr nebo přiložíme pravítko. U otočného potenciometru měříme a zadáváme jednotku úhlu.
12. Stiskneme tlačítko  Zastavit. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
13. Opakujeme měření pro různé potenciometry – lineární, logaritmické, exponenciální, tahové, otočné.
14. **Vyslovíme závěr.**
15. Stejně měření provedeme pro zapojení potenciometru jako **regulátoru proudu.**

Doplňující otázky

1. K čemu si využívají obě zapojení. Jaký je mezi nimi rozdíl?
2. K čemu se používají různé druhy potenciometrů?

Fyzikální princip

Součet všech odporů, kterými musí procházet proud uvnitř zdroje, se nazývá **vnitřní odpor zdroje**. Proud v uzavřeném obvodu je roven podílu **elektromotorického napětí** U_0 zdroje a **celkového odporu** $R + R_i$, kde R_i je **vnitřní odpor** zdroje.

$$I = \frac{U_0}{R + R_i}$$

Cíl

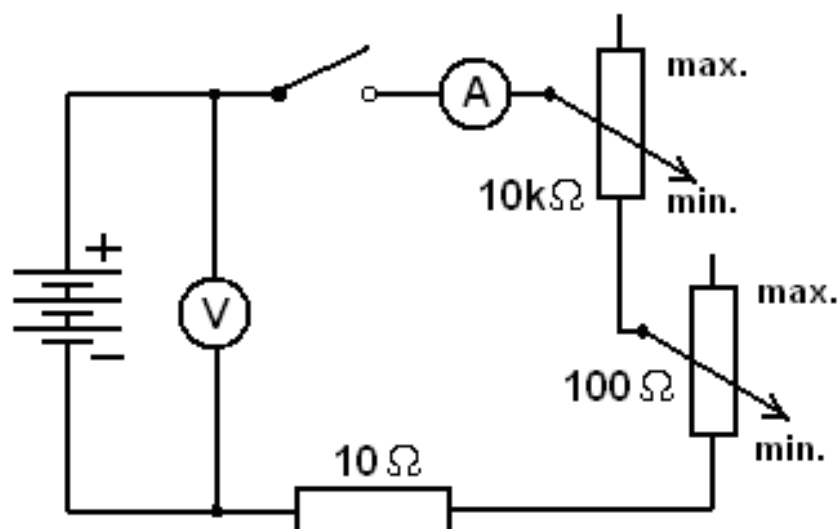
Ověřit Ohmův zákon pro **uzavřený** obvod.

Pomůcky


LabQuest, rezistor $10\ \Omega$, voltmetr DVP-BTA, ampérmetr DCP-BTA, plochá baterie, reostat $100\ \Omega$ a $10\ \text{k}\Omega$.

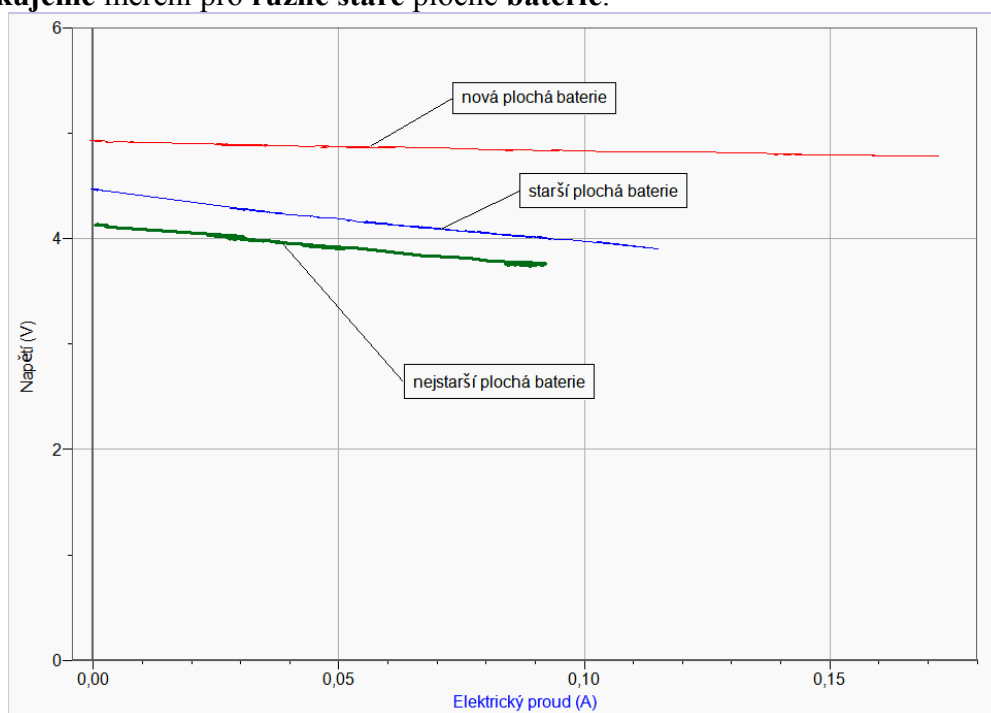


Schéma



Postup

1. **Připojíme** voltmetr DVP-BTA ke vstupu CH1 LabQuestu. **Připojíme** ampérmetr DCP-BTA ke vstupu CH2 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma.
2. **Zapneme** LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 20 s, Frekvence: 20 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu .
3. V menu Graf nastavíme Ukázat graf – Graf 1. V menu graf na ose x zvolíme proud; Vlevo: 0; Vpravo: 0,6 A. Na ose y zvolíme Elektrické napětí a Spojovat body; Dole: 0 a Nahoře: 6 V. V menu Senzory zvolíme Vynulovat - Ampérmetr. Reostat 100 Ω a 10 k Ω nastavíme na **max. hodnoty odporu**.
4. Stiskneme tlačítko **START** (měření) na LabQuestu. **Sepneme spínač**.
5. Reostatem 10 k Ω **pomalou** (10 s) zvětšujeme proud (hodnota odporu na min.). Jakmile reostat 10 k Ω vytočíme do krajní polohy (min.), pokračujeme stejně reostatem 100 Ω do krajní polohy (min.). Hodnota proudu **nesmí překročit 0,6 A**, což při napětí 4,5 V zajistí **rezistor 10 Ω** ! Zobrazuje se tzv. zatěžovací charakteristika zdroje. Po vykreslení celého grafu zvolíme v menu Graf – Uložit měření.
6. **Opakujeme** měření pro **různě staré ploché baterie**.



7. Provedeme **analýzu** jednotlivých grafů: V menu Analýza zvolíme **Fitovat** křivku Napětí. Vybereme typ rovnice **Lineární**. Určíme koeficienty lineární funkce. Opakujeme pro všechny grafy.
8. Vyslovíme závěr (platnost Ohmova zákona pro uzavřený obvod).

Doplňující otázky

1. Z koeficientů lineárních funkcí určete napětí **naprázdno** U_0 a **zkratový proud** I_k . Dále určete **vnitřní odpor** R_i ploché baterie nové a staré.
2. Vnitřní odpor ploché baterie se stářím zvětšuje. Jak se to projevuje na zatěžovací charakteristice.

Fyzikální princip

Výkon P elektrického proudu vypočítáme jako součin napětí na spotřebiči a proudu, který spotřebičem protéká $P = U \cdot I$. U spotřebičů je správné označovat dodávaný výkon jako **příkon** P_0 . Například u žárovky je světelný výkon zlomkem elektrického příkonu.

Cíl

Pomocí wattmetru určit příkon některých spotřebičů. Změřit příkon v závislosti na čase u některých spotřebičů.

Pomůcky

LabQuest, wattmetr WU-PRO-I, spotřebiče.






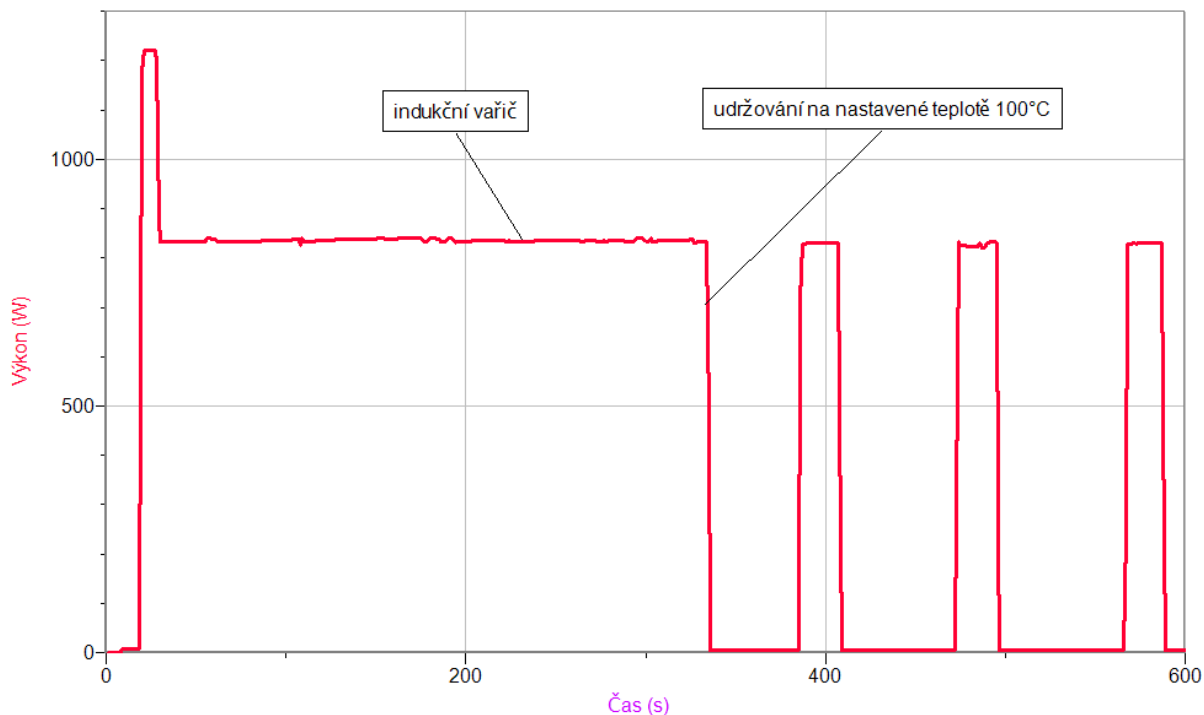
Schéma



Postup

1. Wattmetr WU-PRO-I zapojíme do USB konektoru LabQuestu.

2. **Zapneme** LabQuest.
3. Nastavíme v menu **Senzory – Záznam dat**: Trvání: 600 s, Frekvence: 1 čtení/s. Zvolíme zobrazení **Graf** . Připojíme spotřebič k wattmetru.
4. **Stiskneme** tlačítko **START**  (měření) na LabQuestu.
5. Po skončení měření (600 s) nebo po stisknutí tlačítka  (ukončit měření) uložíme soubor.



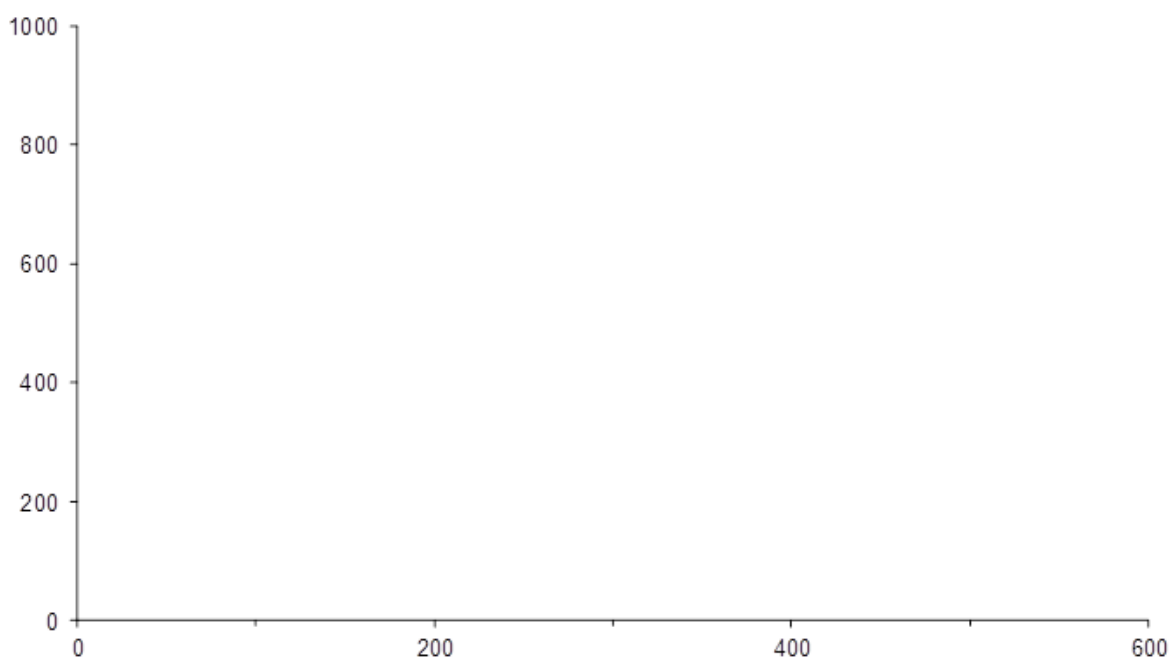
6. **Vyslovíme** závěr.

Doplňující otázky

1. Zkus změřit příkon ledničky po dobu 24 hodin s teploměrem uvnitř. Vyslov závěr.
2. Zkus změřit příkon mikrovlnné trouby při ohřevu potravin (vody – změř teplotu před začátkem a po skončení ohřívání). Vypočítej účinnost spotřebiče.
3. Zkus změřit příkon elektrovarné konvice nebo indukčního vaříče s teploměrem. Vypočítej účinnost spotřebiče.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.19 Výkon elektrického proudu	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf závislosti dodávaného výkonu (příkonu) na čase při ohřevu vody indukčním vaříčem



Závěr:

2. Měření účinnosti indukčního vaříče při ohřevu vody

Hmotnost vody - m	
Počáteční teplota vody - t_0	
Výsledná teplota vody - t	
Měrná tepelná kapacita vody - c	
Výpočet tepla potřebného k ohřátí vody - Q (vzorec, výsledek)	
Příkon indukčního vaříče - P_0	
Doba ohřevu - t	
Výpočet celkové energie dodané spotřebiči během ohřívání - E (vzorec, výsledek)	
Výpočet účinnosti vaříče - η (vzorec, výsledek)	

Závěr:

3. Doplnkové úlohy:

a) Měření účinnosti rychlovarných konvic s příkony 2000 W a 2200 W při ohřevu vody

Hmotnost vody - m		
Počáteční teplota vody - t_0		
Výsledná teplota vody - t		
Měrná tepelná kapacita vody - c		
Výpočet tepla potřebného k ohřátí vody - Q		
Příkon rychlovarné konvice - P_0	jmenovitá hodnota 2000 W	jmenovitá hodnota 2200 W
Doba ohřevu - t		
Výpočet celkové energie dodané spotřebiči během ohřívání - E		
Výpočet účinnosti konvice - η		

Závěr:

b) Měření příkonu ledničky po dobu 24 hodin s teploměrem uvnitř

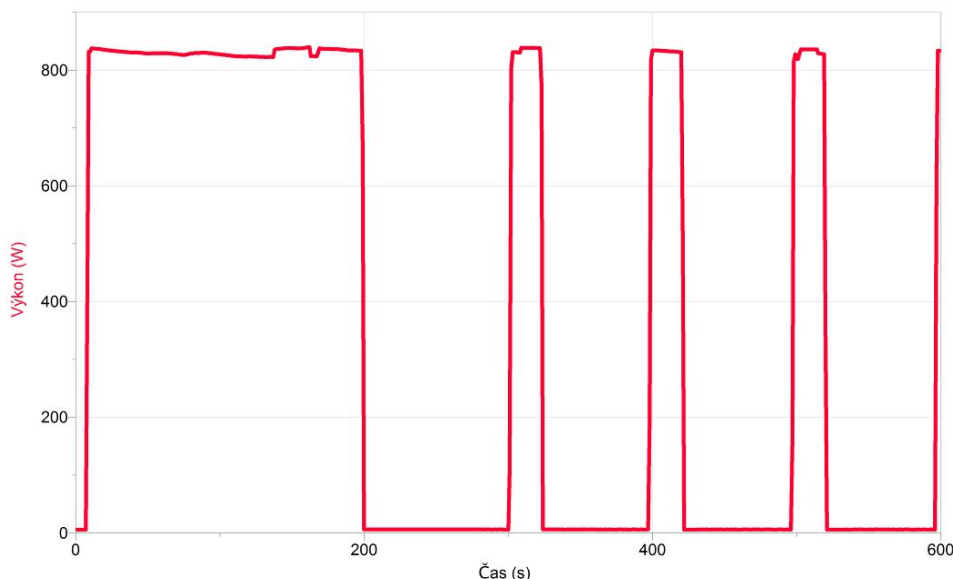
Vysvětlete, proč příkon a teplota v ledničce klesá a stoupá?

Uveďte důvod nerovnoměrného poklesu a růstu teploty v ledničce.

maximální příkon ledničky	průměrná spotřeba elektrické energie za 1 den v joulech	průměrná spotřeba elektrické energie za 1 den v kilowatthodinách
W	J	kWh

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: 3.19 Výkon elektrického proudu	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 26 °C
Datum:	Tlak: 1012 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 52%

1. Graf závislosti dodávaného výkonu (příkonu) na čase při ohřevu vody indukčním vaříčem



Závěr:

Vaříč byl nastaven na teplotu 100 °C. Jakmile soustava dosáhne nastavené teploty, vaříč se automaticky vypne. Pro udržení nastavené teploty se indukční vaříč v určitých intervalech zapíná a vypíná.

Průměrná hodnota příkonu se pohybuje kolem 850 W.

Vypočítáme-li obsah plochy pod křivkou grafu po určitý čas, získáme tak celkovou elektrickou energii, kterou vaříč odebral za tuto dobu ze sítě pro svůj provoz.

2. Měření účinnosti indukčního vaříče při ohřevu vody

Hmotnost vody - m	0,7755 kg
Počáteční teplota vody - t_0	30 °C
Výsledná teplota vody - t	83,5 °C
Měrná tepelná kapacita vody - c	4180 J·kg·K ⁻¹
Výpočet tepla potřebného k ohřátí vody - Q (vzorec, výsledek)	$Q = mc(t - t_0) \approx 173425 \text{ J}$
Příkon indukčního vaříče - P_0	838 W
Doba ohřevu - t	294 s
Výpočet celkové energie dodané spotřebiči během ohřívání - E (vzorec, výsledek)	$E = P_0 t \approx 236000 \text{ J}$ spočítáno integrační metodou v programu Logger Pro

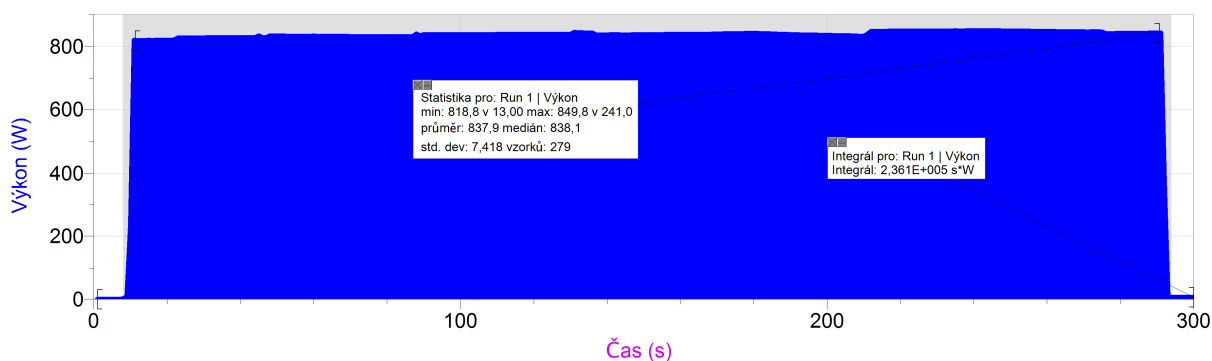
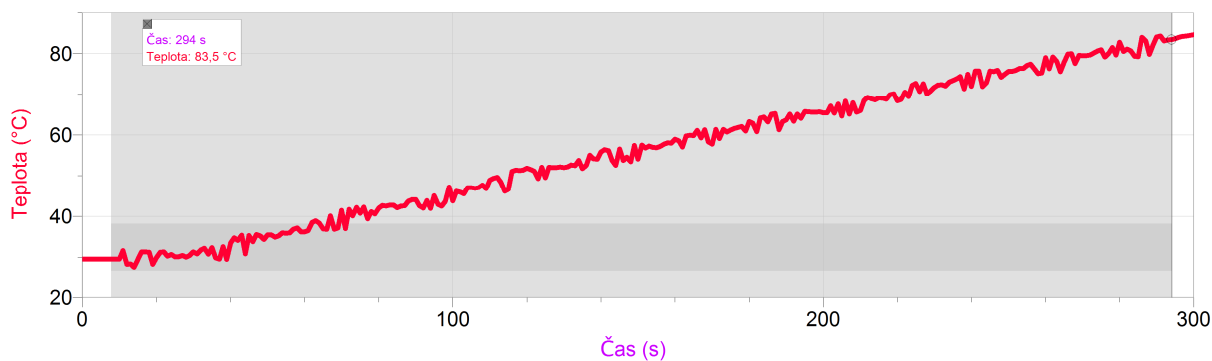
Výpočet účinnosti vaříče - η
(vzorec, výsledek)

$$\eta = (Q / E) \cdot 100\% \approx 73\%$$

Závěr:

Poznámka: Naměřené a vypočtené hodnoty jsou přibližné.

Uvnitř nádoby dochází při zahřívání k proudění teplé a chladné vody. To má za následek pozvolné zahřívání vody. Ačkoli voda ještě nemá teplotu např. 100 °C, indukční vaříč se vypne a ještě dochází k postupnému zvyšování teploty. Při ohřívání část tepla přijme nádoba, v níž je voda. Jelikož byl k pokusu použit běžný kuchyňský hrnec, část předaného tepla unikla i do okolí.



3. Doplnkové úlohy:

a) Měření účinnosti rychlovarných konvic s příkony 2000 W a 2200 W při ohřevu vody

Hmotnost vody - m	1,686 kg	1,589 kg
Počáteční teplota vody - t_0	25,2 °C	28,2 °C
Výsledná teplota vody - t	98,6 °C	98,3 °C
Měrná tepelná kapacita vody - c	4180 J·kg·K ⁻¹	4180 J·kg·K ⁻¹
Výpočet tepla potřebného k ohřátí vody - Q	517285 J	465606 J
Příkon rychlovarné konvice - P_0	1991 W jmenovitá hodnota 2000 W	1971 W jmenovitá hodnota 2200 W
Doba ohřevu - t	313 s	318 s
Výpočet celkové energie dodané spotřebiči během ohřívání - E	602100 J	622500 J
Výpočet účinnosti konvice - η	86%	75%

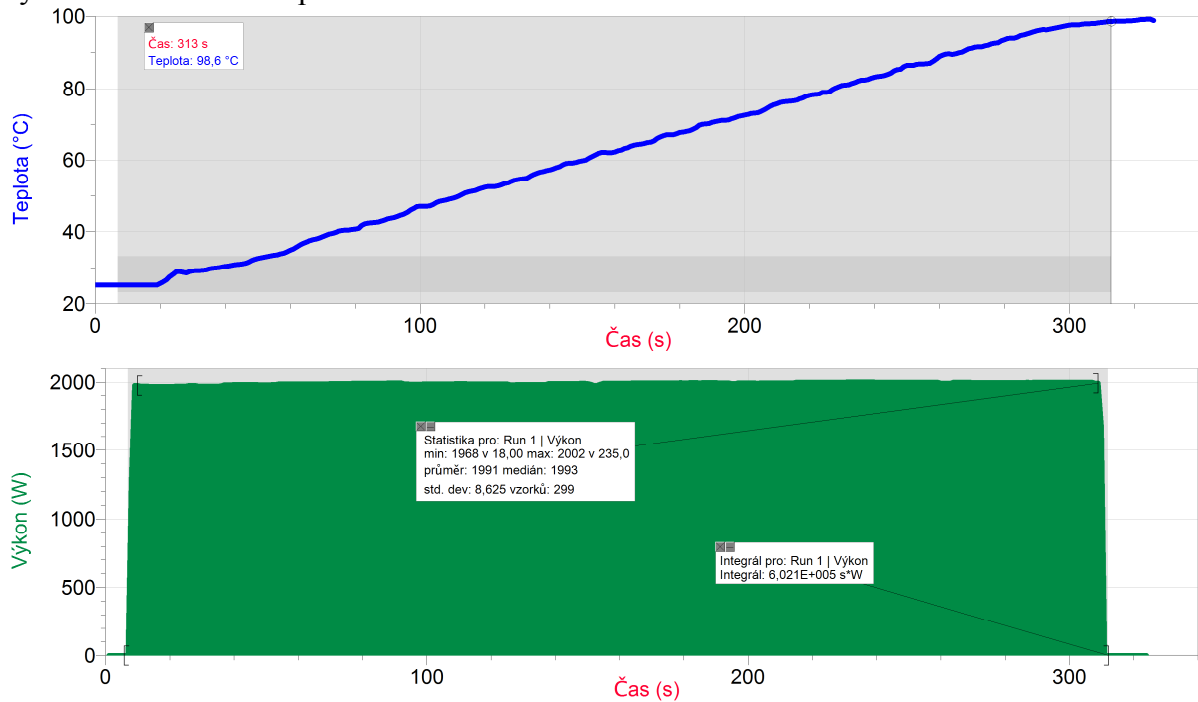
Závěr:

Poznámka: Naměřené a vypočtené hodnoty jsou přibližné.

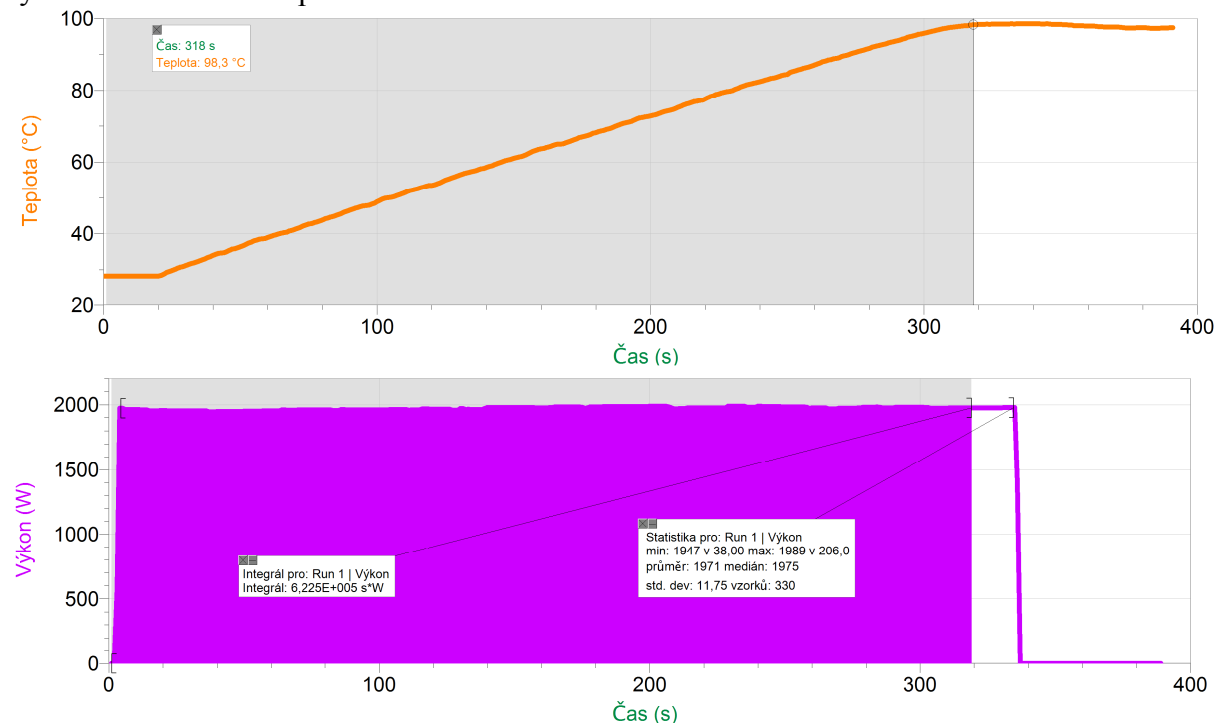
Z měření je patrné, že účinnost rychlovarné konvice je vyšší než účinnost indukčního vaříče. Indukční vaříč má ovšem tu výhodu, že dokáže udržovat teplotu vody na určité nastavené

hodnotě a tím šetří energii. Navíc je z měření zřejmé, že účinnost druhé konvice je menší než účinnost konvice první, ačkoli jmenovitý příkon druhé konvice je větší. Skutečný příkon druhé konvice byl však mnohem menší.

rychlovarná konvice s příkonem 2000 W:



rychlovarná konvice s příkonem 2200 W:



b) Měření příkonu ledničky po dobu 24 hodin s teploměrem uvnitř

Vysvětlete, proč příkon v ledničce klesá a stoupá?

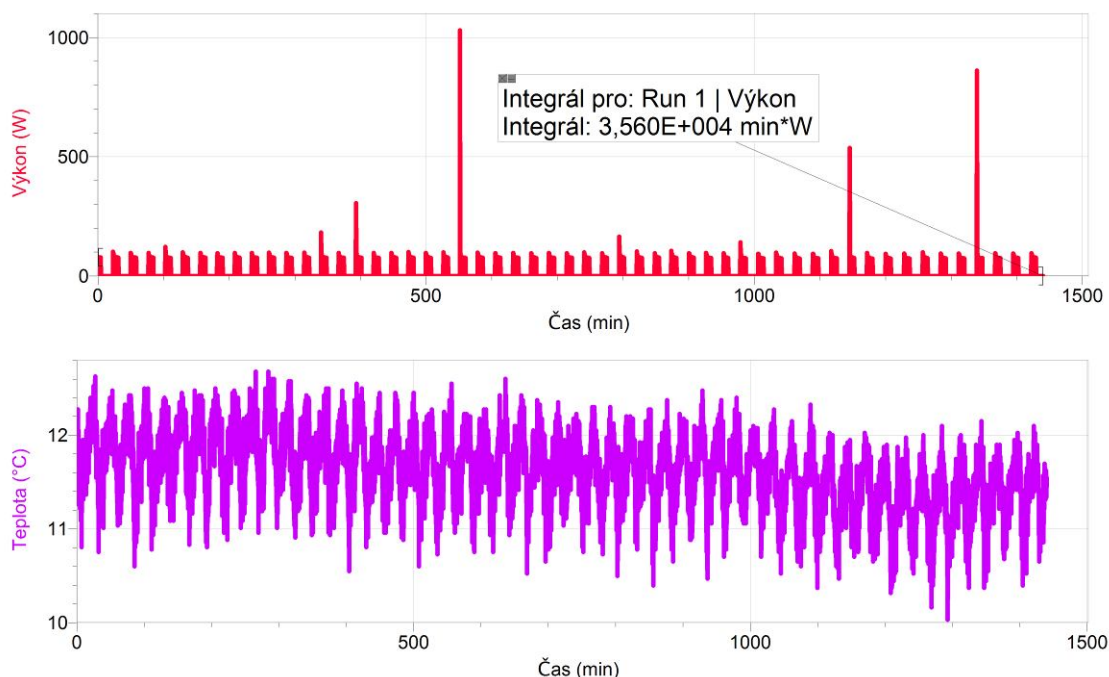
Lednička nepracuje nepřetržitě, ale v určitých intervalech se zapíná a vypíná, čímž je uvnitř zajištěn optimální stav pro chlazení. Pracuje obdobným způsobem jako indukční vařič, který také periodickým zapínáním a vypínáním udržuje přibližně stálou teplotu vody v nádobě.

Uved'te důvod nerovnoměrného poklesu a růstu teploty v ledničce.

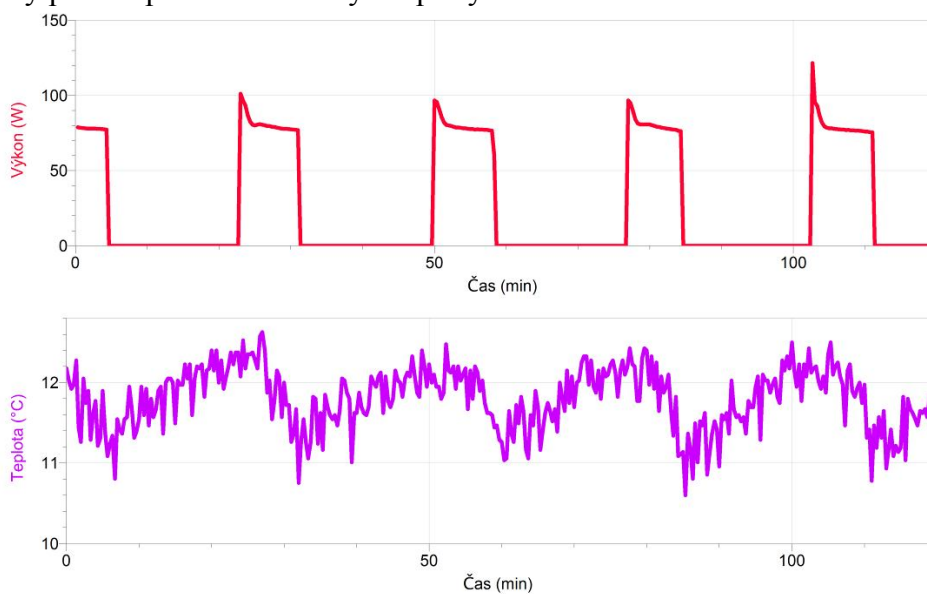
Při zapnutí ledničky teplota vzduchu uvnitř pomalu klesá a při jejím vypnutí naopak teplota vzduchu stoupá. Uvnitř ledničky však dochází k proudění teplého a studeného vzduchu mezi chladicí jednotkou a okolím, což má za následek nerovnoměrný růst a pokles teploty v okolí teplotní sondy.

maximální příkon ledničky	průměrná spotřeba elektrické energie za 1 den v joulech	průměrná spotřeba elektrické energie za 1 den v kilowatthodinách
<i>přibližně 78 W</i>	<i>přibližně 2 136 000 J</i>	<i>přibližně 0,59 kWh</i>

Grafický průběh příkonu ledničky a teploty uvnitř za dobu 24 hodin:



Grafický průběh příkonu ledničky a teploty uvnitř za dobu 2 hodin od začátku měření:



Fyzikální princip

Termosky a **termohrnky** jsou speciálně vyrobené nádoby, které slouží k uchování teploty tekutiny uvnitř. Termoska byla vynalezena v roce 1928. Základním principem termosky je **dvojitá vnitřní nádoba** s lesklými dvojitými stěnami a z mezery mezi stěnami obou nádob je odčerpán veškerý vzduch. Přes toto **vakuové** prostředí nemůže tepelná energie pronikat vedením, tepelné záření se odráží zpět od lesklých stěn, u nádoby opatřené zátkou je omezen i přenos prouděním. Díky tomuto principu **zůstává** tekutina v nádobě **teplá** nebo **chladná** až po dobu **několika hodin**. Většinou se dodávají termosky s hrníčkem nebo slouží jako hrníček víčko láhve. Různé firmy také nabízejí možnost potisku vaší termosky.

**Cíl**

Ověřit schopnost termohrnku udržet nápoj teplý po určitou dobu.

Pomůcky

LabQuest, čtyři teploměry TMP-BTA, různé termohrnky.

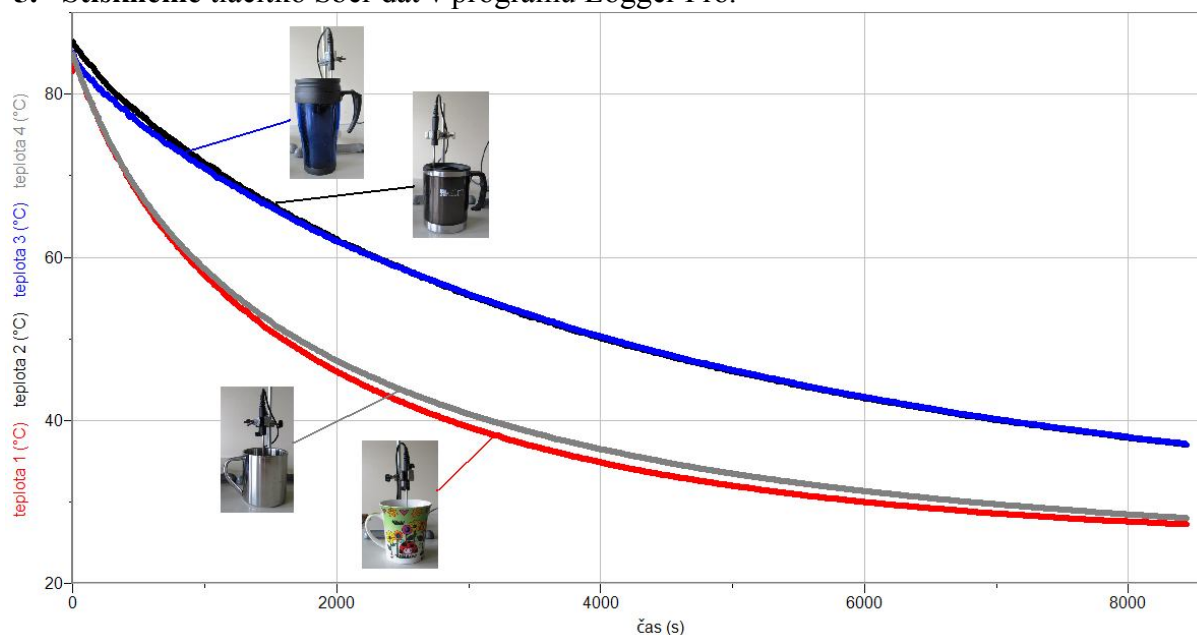


Schéma



Postup

1. Teploměry zapojíme do konektorů **CH 1** až **CH 4** LabQuestu.
2. Sestavíme měření (viz schéma). Dva termohrnky mají víčka. Termohrnek vpravo je bez víčka. Vlevo je obyčejný porcelánový hrnek.
3. **Zapneme** LabQuest a připojíme ho přes USB k PC. V programu Logger Pro v menu Experiment - Sběr dat zatrhneme Nepřerušný sběr dat.
4. Do všech termohrnků nalijeme stejné množství **horké** vody z konvice.
5. **Stiskneme** tlačítko Sběr dat v programu Logger Pro.



6. Po určité době (např. 2 až tři hodiny) zastavíme měření
7. Vyslovíme závěr. Co vše má vliv na udržení teplého nápoje.

Doplňující otázky

1. Opakujeme měření u všech termohrnků bez víček.
2. Opakujeme měření u všech hrnků s víčky.
3. Opakujeme měření se studeným nápojem. Využijeme při tom kostky ledu.