

Václav Pazdera  
Jan Diviš  
Jan Nohýl

Měření  
fyzikálních  
veličin  
se systémem  
Vernier



# Pracovní listy KVARTA

pro základní školy a víceletá gymnázia



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
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



**4. KVARTA**

4.1 Magnetické pole vodiče a cívky.	5
4.2 Síla působící na vodič v magnetickém poli.	11
4.3 Elektromagnetická indukce.	15
4.4 Střídavý proud.	21
4.5 Třífázové napětí.	27
4.6 Elektromagnetické vlny.	35
4.7 Termistor.	37
4.8 Fotorezistor.	45
4.9 Tranzistor jako spínač a zesilovač.	53
4.10 Integrovaný obvod.	63
4.11 Radioaktivita a ochrana před zářením.	71
4.12 Slunce – sdílení tepla sáláním.	81
4.13 Slunce – sluneční článek I.	87
4.14 Slunce – sluneční článek II.	89
4.15 Slunce – sluneční článek III.	91

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.

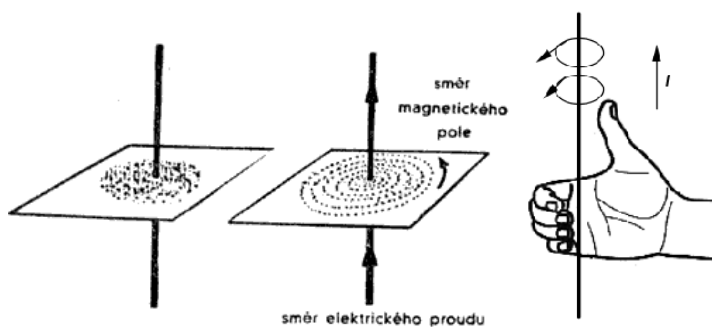
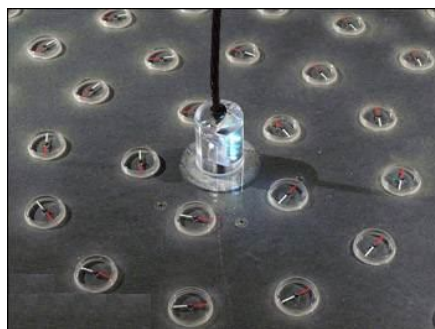
Přeji mnoho zdaru při měření fyzikálních veličin a hodně radosti z naměřených výsledků.

Olomouc 2012

Václav Pazdera

## Fyzikální princip

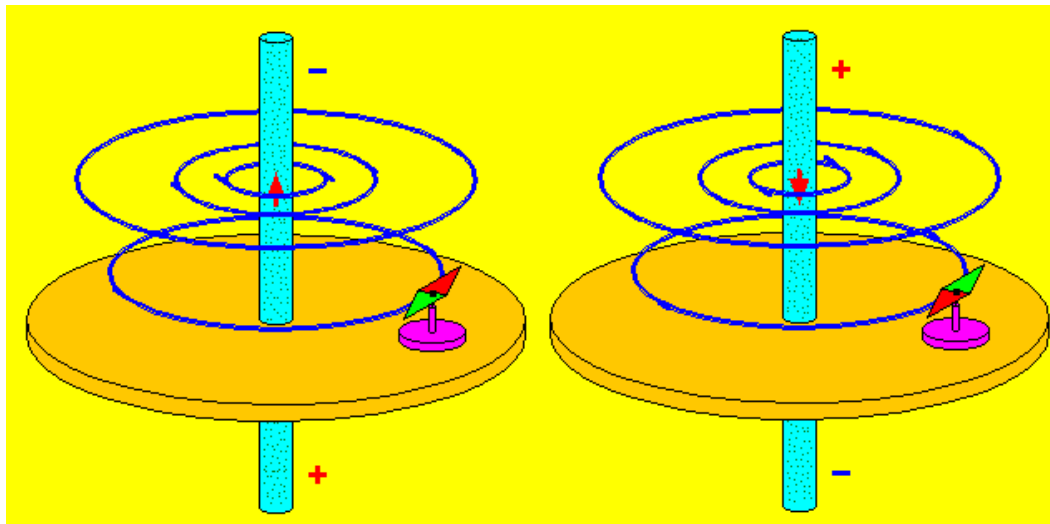
Roku 1820 Hans Christian Oersted prokázal, že **vodič**, jímž prochází **elektrický proud**, vytváří kolem sebe **magnetické pole**.



Magnetické indukční čáry mají tvar soustředných kružnic ležících v rovinách kolmých na vodič. Orientace indukčních čar závisí na směru proudu a k jejímu určení používáme **Ampérovo pravidlo pravé ruky**: Naznačíme uchopení vodiče do pravé ruky tak, aby **palec** ukazoval dohodnutý **směr proudu** ve vodiči, **prsty** pak ukazují **orientaci** magnetických indukčních čar.

## Cíl

Ověřit závislost magnetické indukce na velikosti proudu procházejícího vodičem a na vzdálenosti od vodiče.

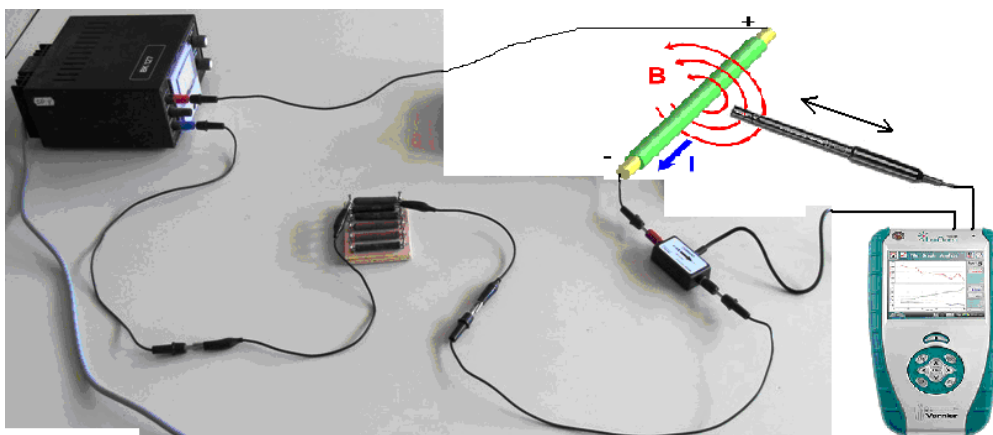


## Pomůcky



LabQuest, rezistor  $10 \Omega$ , ampérmetr DCP-BTA, teslametr MG-BTA, vodič, regulovatelný zdroj proudu a napětí BK 127.



## Schéma



## Postup

1. **Připojíme** ampérmetr DCP-BTA ke vstupu CH1 LabQuestu. **Připojíme** teslametr MG-BTA k vstupu CH2 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 20 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 proud; Vlevo: 0; Vpravo: 0,6 A. Na ose y zvolíme Magnetickou indukci a Spojovat body; Dole: 0 a Nahoře: 6 mT. V menu Senzory zvolíme Vynulovat.
4. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
5. Regulovatelným zdrojem zvyšujeme napětí (proud). Kontrolujeme proud – max. 0,6 A. Teslametrem měříme magnetickou indukci v okolí vodiče.
6. Potom nastavíme konstantní hodnotu proudu a pohybuje teslametrem v kolmém směru k ose vodiče.
7. Vyslovíme závěr - jak závisí magnetická indukce  $B$  na velikosti elektrického proudu  $I$  a na vzdálenosti?

## Doplňující otázky

1. Ze znalosti velikosti proudu a vzdálenosti od vodiče spočítej magnetickou indukci?

$$B = \mu \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot d}, \text{ kde } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$

**PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY**Název úlohy: **4.1 Magnetické pole vodiče**

Jméno:

*Podmínky měření:*

Třída:

Teplota:

Datum:

Tlak:

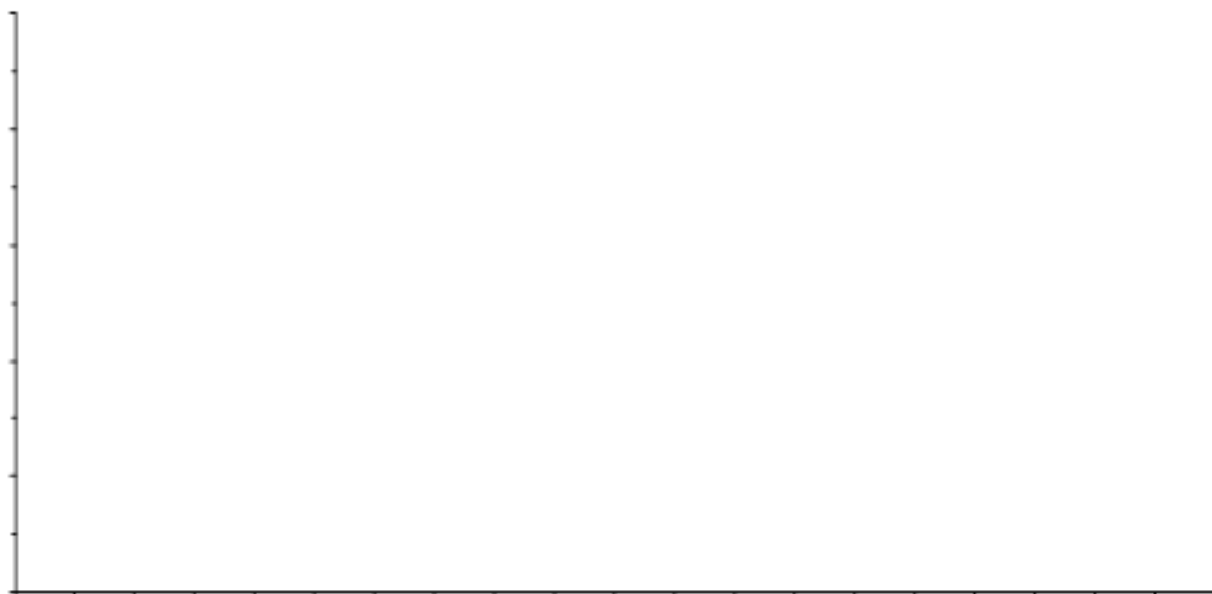
Spolupracovali:

Vlhkost:

1. **Graf závislosti magnetické indukce na elektrickém proudu (a vzdálenosti teslametru od vodiče)**



2. **Graf závislosti magnetické indukce na vzdálenosti teslametru od vodiče při konstantním proudu**



### 3. Výpočet velikosti magnetické indukce pro dané vzdálenosti (viz. část 2.)

vzdálenost $\frac{d}{\text{cm}}$	magnetická indukce $\frac{B}{\text{mT}}$ , prostředí: vzduch, $I \approx$ A	
	výpočet: $B = \frac{0,02 \cdot I}{d}$	měření
1		
2		
4		
6		
8		
10		
12		

### 4. Závěr:

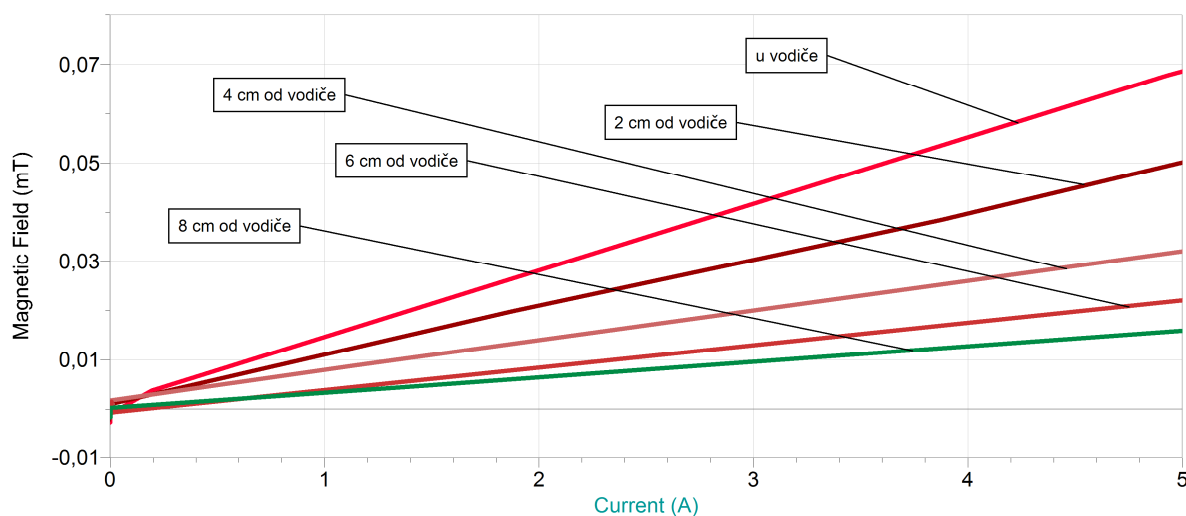
a) Jak závisí velikost magnetické indukce  $B$  na velikosti elektrického proudu  $I$ ?

b) Jak závisí velikost magnetické indukce  $B$  na vzdálenosti  $d$ ?

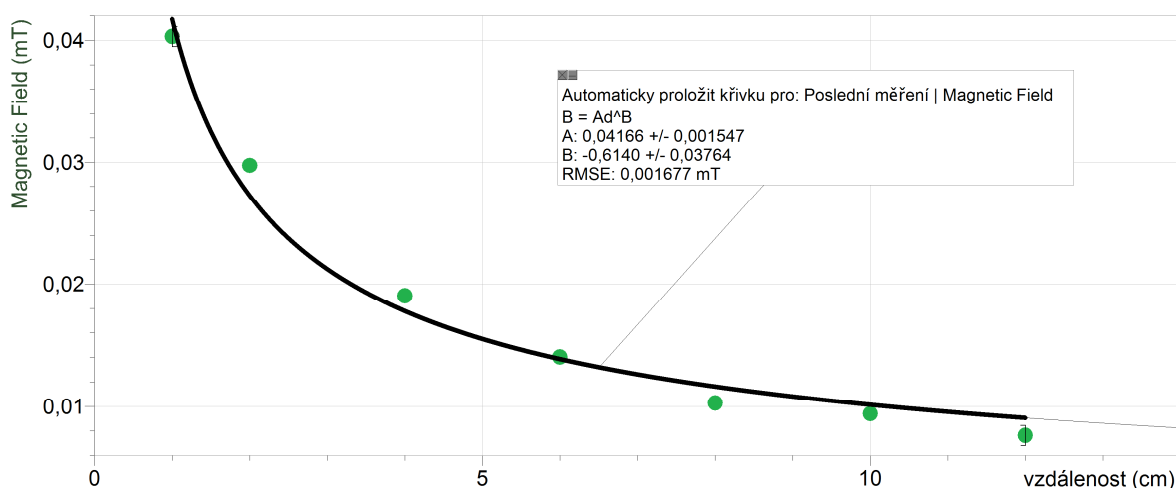


Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.1 Magnetické pole vodiče</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 22 °C
Datum:	Tlak: 1008 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 45 %

**1. Graf závislosti magnetické indukce na elektrickém proudu (a vzdálenosti teslametru od vodiče)**



**2. Graf závislosti magnetické indukce na vzdálenosti teslametru od vodiče při konstantním proudu**



### 3. Výpočet velikosti magnetické indukce pro dané vzdálenosti (viz. část 2.)

vzdálenost $\frac{d}{\text{cm}}$	magnetická indukce $\frac{B}{\text{mT}}$ , prostředí: vzduch, $I \approx 3 \text{ A}$	
	výpočet: $B = \frac{0,02 \cdot I}{d}$	měření
1	0,0600	0,0403
2	0,0300	0,0297
4	0,0150	0,0190
6	0,0100	0,0140
8	0,0075	0,0103
10	0,0060	0,0094
12	0,0050	0,0076

### 4. Závěr:

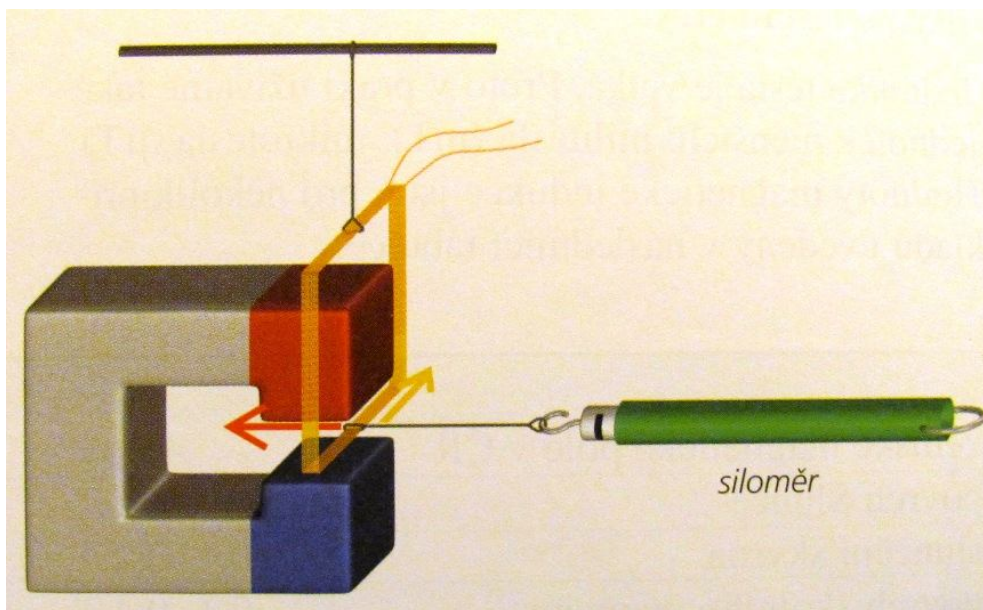
a) Jak závisí velikost magnetické indukce  $B$  na velikosti elektrického proudu  $I$ ?  
*Grafem je polopřímka. Jedná se o přímou úměru.*

b) Jak závisí velikost magnetické indukce  $B$  na vzdálenosti  $d$ ?  
*Grafem je hyperbola. Jedná se o nepřímou úměru.*

*Nepřesnost v měření je dána měřením vzdálenosti a umístěním teslametru v okolí vodiče.*

## Fyzikální princip

Na vodič o délce  $l$ , kterým prochází proud  $I$  a je umístěný v magnetickém poli trvalého magnetu s indukcí  $B$ , působí síla  $F=B \cdot I \cdot l$ .



## Cíl

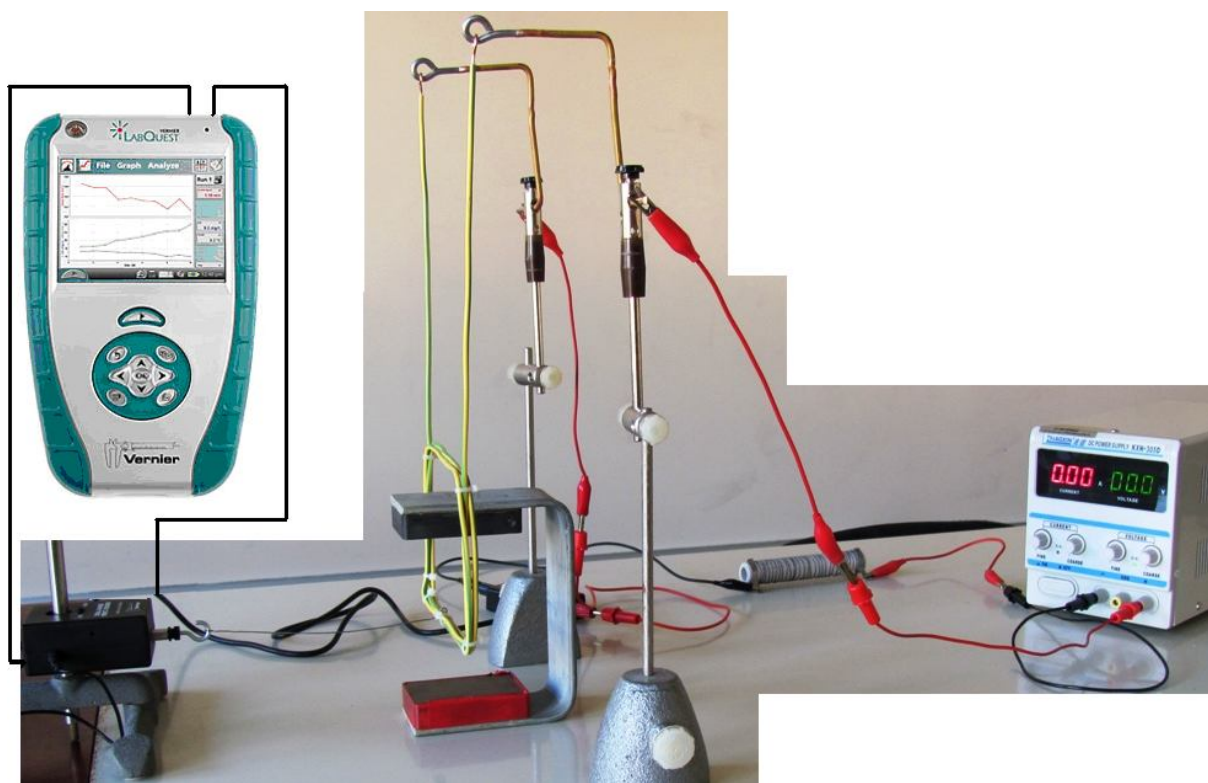
Ověřit **závislost** síly působící na vodič v magnetickém poli na velikosti proudu procházejícího vodičem.

## Pomůcky



LabQuest, siloměr DFS-BTA, ampérmetr HCS-BTA, vodič, magnet, regulovatelný zdroj proudu a napětí KXN-305D, rezistor  $2 \Omega - 10 \text{ W}$ .

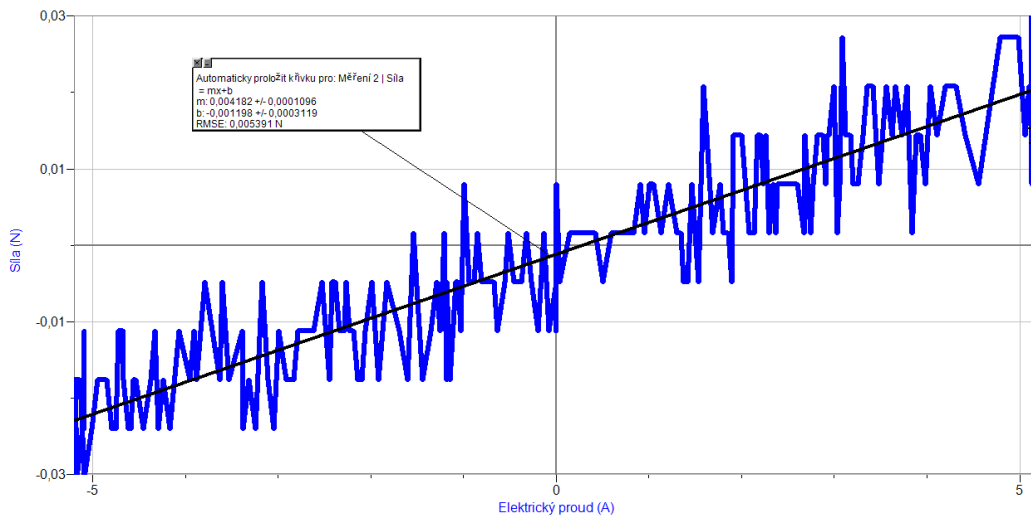


## Schéma



## Postup

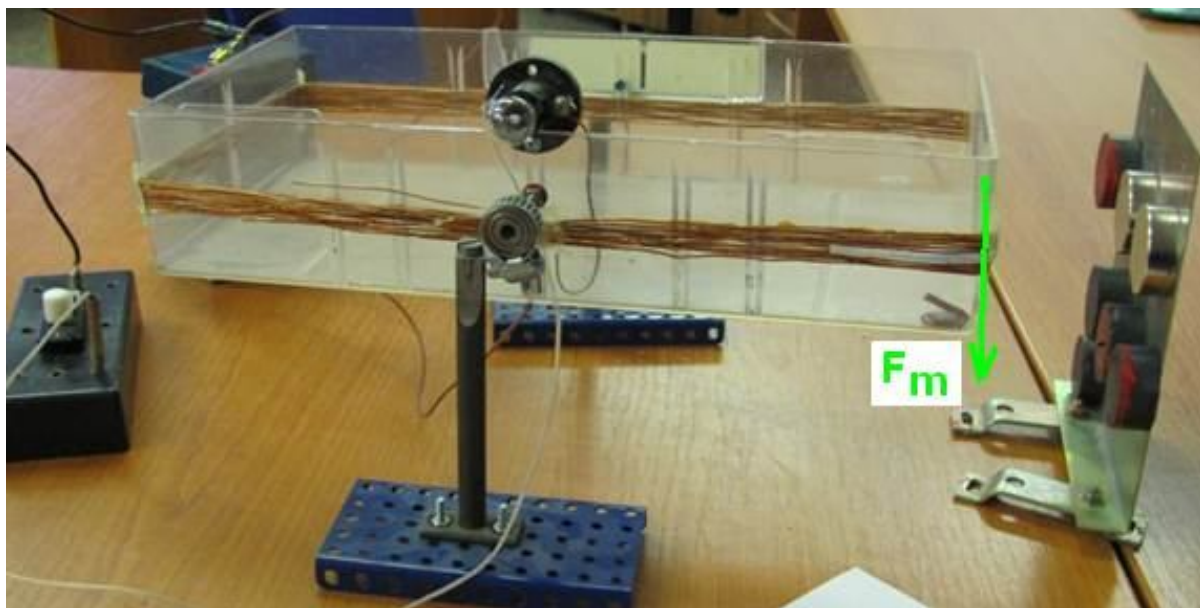
1. **Připojíme** ampérmetr DCP-BTA ke vstupu CH1 LabQuestu. **Připojíme** siloměr DFS-BTA ke vstupu CH2 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 60 s, Frekvence: 10 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu .
3. V menu Graf nastavíme Ukázat graf – Graf 1. V menu graf na ose x zvolíme proud; Vlevo: -5 A; Vpravo: 5 A. Na ose y zvolíme Síla a Spojovat body; Dole: -0,03 N a Nahoře: 0,03 N. V menu Senzory zvolíme Vynulovat.
4. Regulovatelným zdrojem zvyšujeme napětí (proud). Kontrolujeme proud – max. 5 A.
5. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
6. Regulovatelným zdrojem zmenšujeme napětí (proud) na 0 V (0 A). Přepólujeme zapojení zdroje. Regulovatelným zdrojem zvyšujeme napětí (proud). Kontrolujeme proud – max. 5 A. Graf se vykresluje na opačnou stranu osy y. Siloměrem měříme sílu působící na vodič v magnetickém poli.
7. Provedeme analýzu grafu – proložíme lineární funkci.



8. Vyslovíme závěr - jak závisí síla na velikosti elektrického proudu  $I$ ?

### Doplňující otázky

1. Vypočítej velikost síly ze známých hodnot  $B$ ,  $I$  a  $l$ :  $F = B \cdot I \cdot l$ . Magnetickou indukci  $B$  změř teslametrem uvnitř magnetického pole magnetu.
2. Místo jednoduchého vodiče použij několik závitů vodiče (viz schéma). Porovnej výsledky měření.
3. Měření uspořádej vodorovným směrem. Siloměr bude zavěšený svisle a cívka bude otočně upevněná uprostřed. Které uspořádání je výhodnější?





**Fyzikální princip**

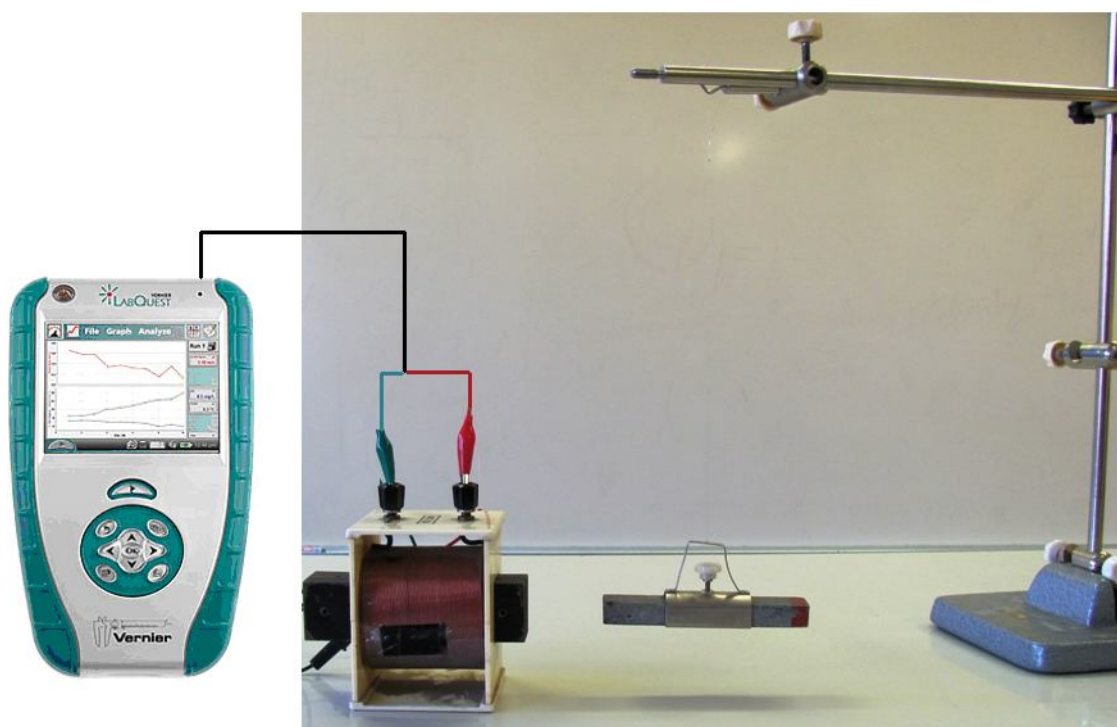
**Elektromagnetická indukce** je jev, při kterém vzniká elektrické napětí ve vodiči změnou magnetického pole v okolí vodiče (cívky). Indukované napětí závisí na **velikosti změny magnetického pole** i na **rychlosti jeho změny**.

**Cíl**



Změřit indukované napětí. Ověřit na čem závisí.

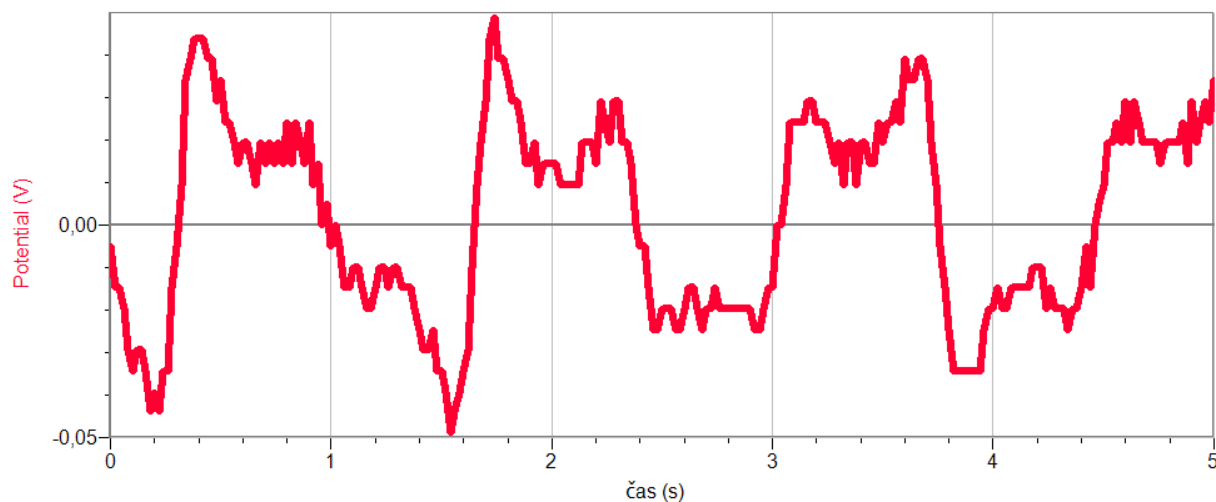
**Pomůcky**

LabQuest, voltmetr VP-BTA, cívka s jádrem, permanentní magnet.

**Schéma**

## Postup

1. Připojíme voltmetr VP-BTA ke vstupu CH1 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 5 s, Frekvence: 50 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu . Roztočíme permanentní magnet v těsném okolí cívky (jádra).
3. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.



4. Opakujeme měření s rychlejším (pomalejším) otáčením magnetu.
5. Vyměníme magnet za „silnější“.
6. Vyslovíme závěr – na čem závisí indukované napětí?

## Doplňující otázky

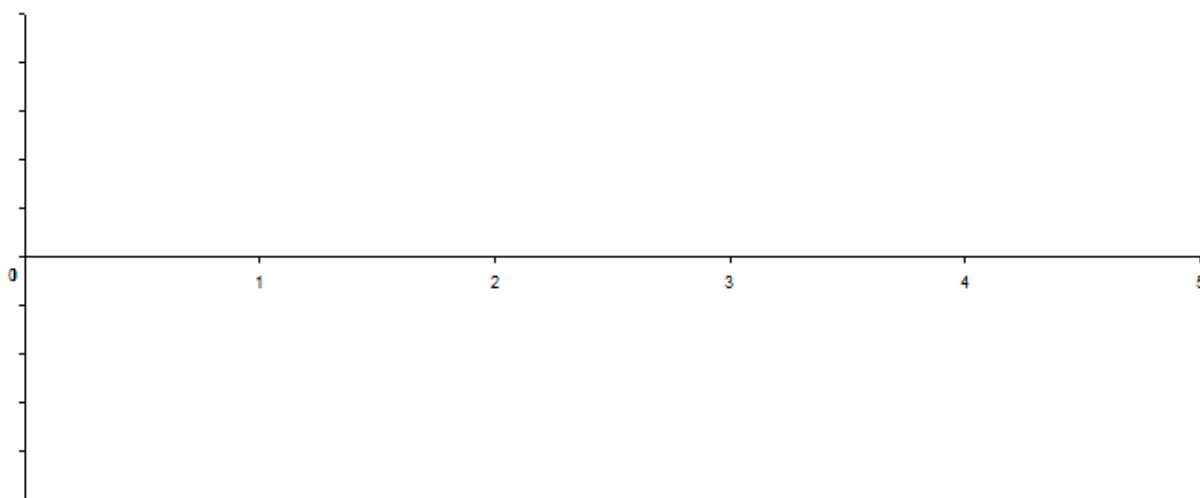
1. Zkus cívku s jiným počtem závitů.
2. Zkus pohybovat membránou reproduktoru a měřit indukované napětí.
3. Zkus napjatou strunu umístit do magnetického pole a na ní měřit velikost indukovaného napětí.



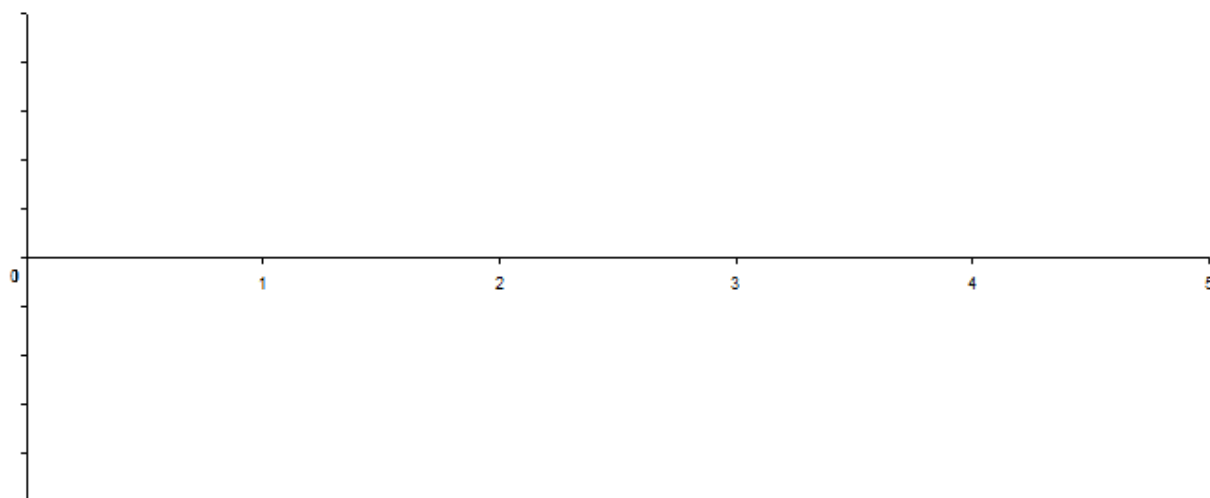
<b>Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9</b>	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.3 Elektromagnetická indukce</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

**1. Graf:**

**Elektromagnetická indukce - pomalejší otáčení magnetu**



**Elektromagnetická indukce - rychlejší otáčení magnetu**



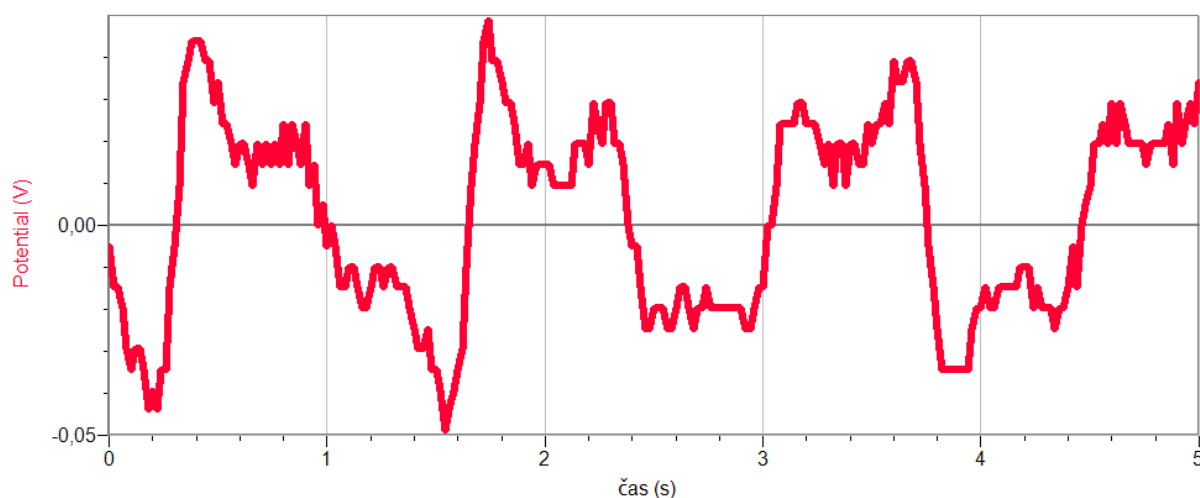
**2. Na čem závisí indukované napětí?**



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.3 Elektromagnetická indukce</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

1. Graf:

Indukované napětí – otáčející se magnet



2. Na čem závisí indukované napětí?

*Indukované napětí závisí na rychlosti otáčení magnetu (rychlosti změny magnetického pole) a „síle“ magnetického pole magnetu (magnetické indukci magnetického pole).*



**Fyzikální princip**

Střídavý proud (napětí) je proud, který stále mění svoji velikost i směr. Časový průběh různých střídavých proudů (napětí) může být harmonický (sinusoida), obdélníkový, trojúhelníkový,...

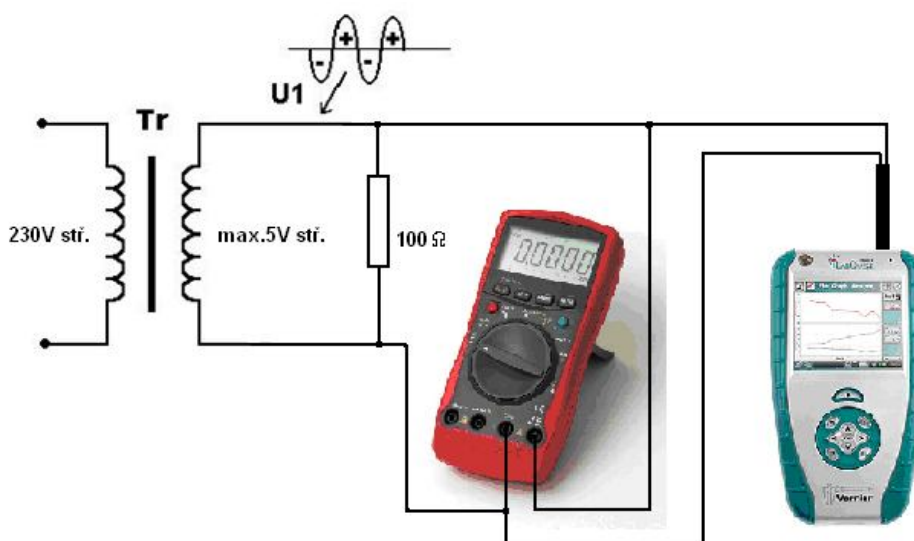
Z časového průběhu harmonického proudu (napětí) můžeme určit periodu, frekvenci a amplitudu.

**Cíl**

Změř časový průběh harmonického napětí a urči jeho efektivní hodnotu, periodu, frekvenci a amplitudu. Urči vztahy mezi nimi.

**Pomůcky**

LabQuest, voltmetr VP-BTA ( $\pm 10$  V), zdroj střídavého napětí do 5 V, multimetr.

**Schéma**

## Postup

1. Do vstupu CH 1 LabQuestu připojíme voltmetr VP-BTA ( $\pm 10$  V).
2. Do školního zdroje střídavého napětí (max. 5 V stř.) připojíme rezistor  $100 \Omega$ .
3. Paralelně k tomuto rezistoru připojíme multimetr zapojený jako střídavý voltmetr. Zkontrolujeme, že napětí není větší než 5 V (efektivní hodnota).
4. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 0,1s, Frekvence: 10000 čtení/s. Trigger nastavíme na Zapnuto ... je rostoucí přes 0,01 V. Dále zvolíme zobrazení grafu.
5. Připojíme vývody voltmetru k rezistoru a stiskneme tlačítko START (měření) na LabQuestu.
6. Po proběhlém měření v menu zvolíme Analýza – Statistika – Napětí.
7. Z tabulky Statistika můžeme odečíst max. hodnotu napětí = amplituda  $U_{\max} = \dots\dots\dots V$
8. Na voltmetru odečteme efektivní hodnotu napětí  $U_{\text{ef}} = \dots\dots\dots V$
9. Vzhledem k tomu, že jsme zadali dobu měření 0,1 s, tak se zobrazilo přesně 5 period. Tzn., že jedna perioda je  $T = 0,02$  s a frekvence je  $f = 50$  Hz.
10. Vypočítáme poměr  $U_{\max} : U_{\text{ef}} = \dots\dots\dots$

## Doplňující otázky

1. Jako zdroj střídavého napětí můžeme použít samotný LabQuest s výkonovým zesilovačem PAMP, který připojíme k LabQuestu a v aplikaci Zesilovač (generátor funkcí) můžeme nastavovat druh střídavého signálu (sinus, obdélník, trojúhelník, pila), frekvenci a amplitudu. Pomocí druhého LabQuestu můžeme kontrolovat – měřit tento střídavý signál.



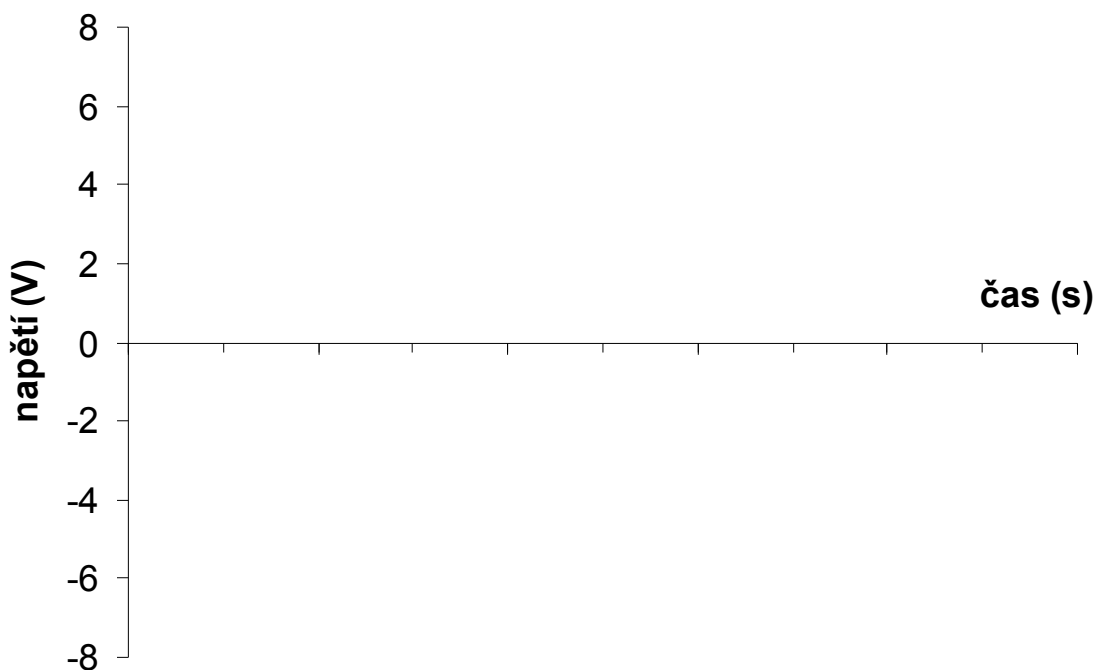
2. Jako jiný zdroj střídavého napětí (proudu) můžeme použít generátor funkcí NTL. I u něj je možné nastavovat druh střídavého signálu (sinus, obdélník, trojúhelník), frekvenci a amplitudu, kterou můžeme pomocí LabQuestu měřit.



3. Kde se využívá střídavé napětí (proud)? S jakým průběhem?
4. Zkus změřit střídavé napětí v nějakém přístroji; např. na reproduktoru bateriového rádia. Pozor: střídavé napětí musí být menší než  $\pm 10$  V! Ověř nejdříve stř. voltmetrem.

<b>Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9</b>	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.4 Střídavý proud</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

**1. Graf:**



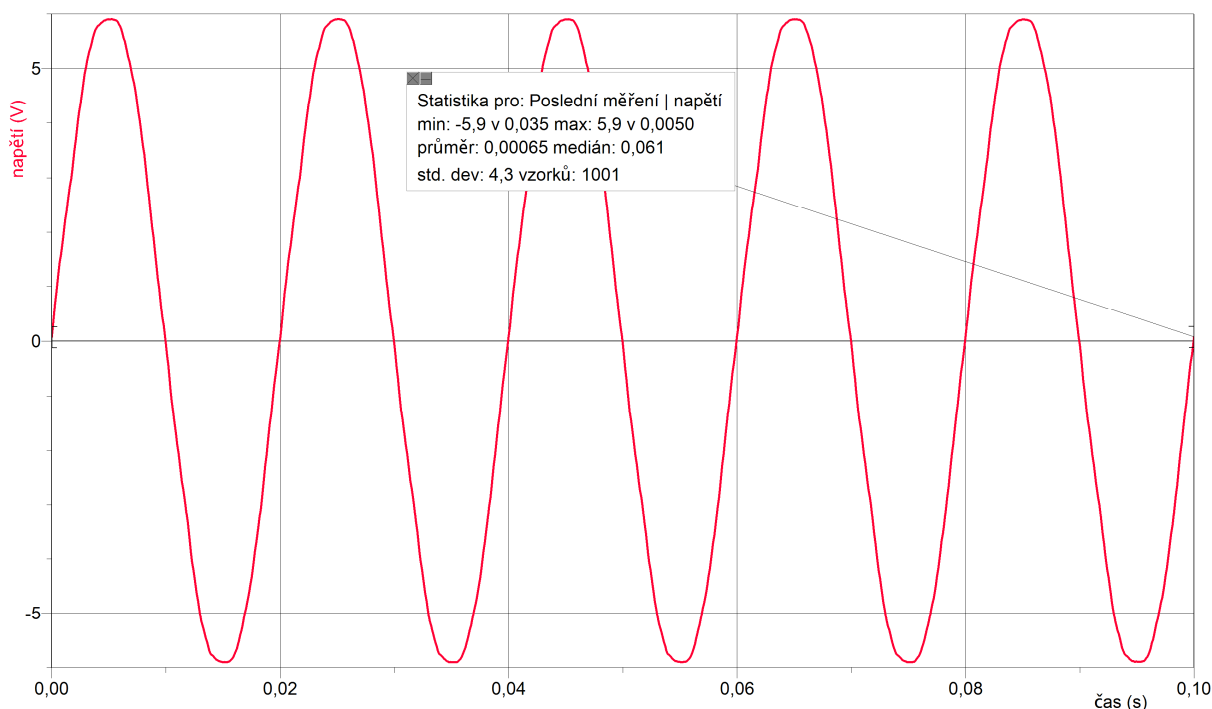
2. Maximální hodnota napětí (amplituda)  $U_{\max} = \dots\dots\dots$  V
3. Efektivní hodnota napětí  $U_{\text{ef}} = \dots\dots\dots$  V
4. Poměr  $U_{\max} : U_{\text{ef}} = \dots\dots\dots$
5. Kde se využívá střídavé napětí (proud)? S jakým průběhem?





<b>Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9</b>	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.4 Střídavý proud</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

### 1. Graf:



2. Maximální hodnota napětí (amplituda)  $U_{\max} = 5,9 \text{ V}$
3. Efektivní hodnota napětí  $U_{\text{ef}} = 4,25 \text{ V}$
4. Poměr  $U_{\max} : U_{\text{ef}} = \sqrt{2} \doteq 1,4$
5. Kde se využívá střídavé napětí (proud)? S jakým průběhem?

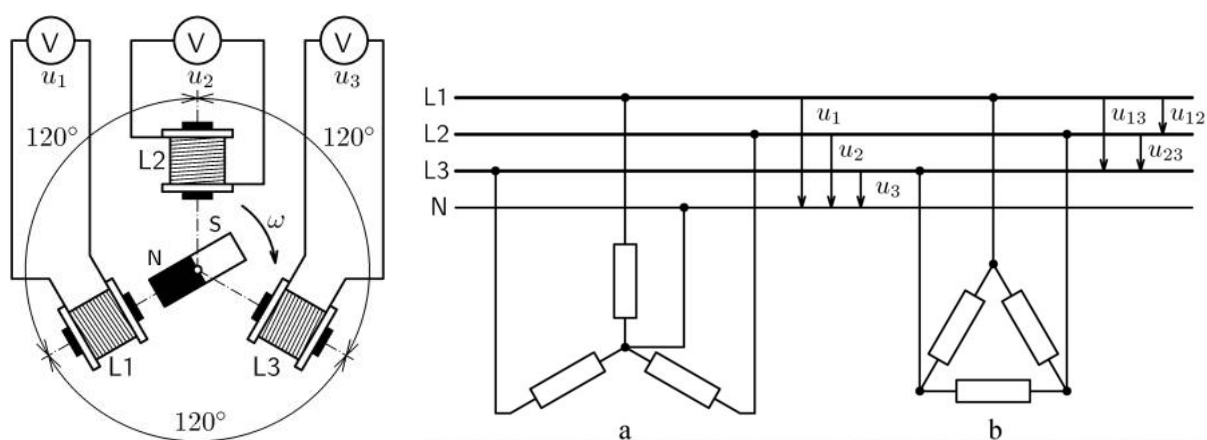
**Střídavé napětí – sinus – rozvod elektrické energie**  $\Rightarrow$  Střídavý proud (v Evropě o frekvenci 50 Hz a v Severní Americe o frekvenci 60 Hz) se používá v běžných domácích elektrických spotřebičích (žárovka, zářivka, spotřebiče používající elektromotor, elektrická topidla apod.). V převážné většině spotřebičů spotřební elektroniky (počítač, televizor, rádio apod.) se používá nižší stejnosměrné napětí, které se typicky vyrábí pomocí spínaného zdroje. Tyto spotřebiče tedy mohou být alternativně napájeny z jiných zdrojů stejnosměrného napětí, jako jsou (auto)baterie, suché články apod.

Při elektroterapii se využívá léčebného účinku různých forem elektrické energie - stejnosměrného proudu, střídavých proudů nízké nebo střední frekvence, vysokofrekvenčního pole, vysokofrekvenčního proudu s různě tvarovanými impulzy. Dnes je nejrozšířenější formou elektroterapie transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS), aktivující nervy, které pocitům bolesti brání. Obecně, fyzioterapie přivádí do organismu energii, kterou mohou využít buňky ke své činnosti. K tomu se používá malý bateriemi napájený přístroj, který prostřednictvím dvou gumových polštářků vysílá skrz pokožku slabé elektrické impulsy. Síla proudu bývá různá, řádově jde o miliampéry. Polštářky jsou potřeny želé a oblast, kterou je třeba léčit, je mezi nimi. TENS ovšem pouze snižuje intenzitu bolesti a nijak neléčí její příčinu. Proto je před každou terapií nejprve třeba odborně stanovit diagnózu. Lidé vybavení kardiostimulátorem by se elektroterapeutickým přístrojem měli vyhnout, mohou totiž činnost stimulatoru ovlivňovat.

**Střídavé napětí – obdélník – klopné obvody**

## Fyzikální princip

**Třífázové napětí** vzniká otáčením magnetu v soustavě tří cívek. Máme tedy tři zdroje střídavého napětí – fáze. Třífázový rozvod lze využít k zapojení do **hvězdy** nebo k zapojení do **trojúhelníku**. **Fázové napětí** ( $u_1, u_2, u_3$ ) je napětí (v našich domácnostech 230 V) mezi středním vodičem (N) a fázovým vodičem ( $L_1, L_2, L_3$ ). **Sdružené napětí** ( $u_{12}, u_{13}, u_{23}$ ) je napětí (v našich domácnostech 400 V) mezi libovolnými dvěma fázovými vodiči.



## Cíl

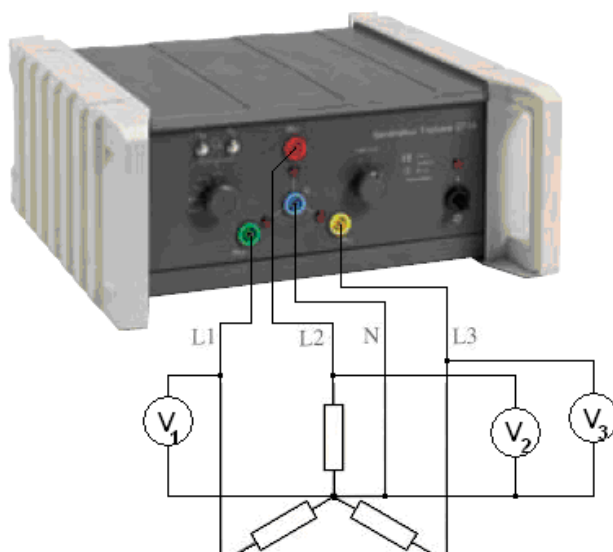
Změřit **časový průběh** napětí tří fází v zapojení do hvězdy. Ověřit, že součet napětí v každém čase je **nulový**. Ověřit, že **poměr** sdruženého a fázového napětí je **1,73krát** větší.

## Pomůcky


LabQuest, zdroj třífázového napětí, 3 rezistory 100 Ω, 3 voltmetry VP-BTA.

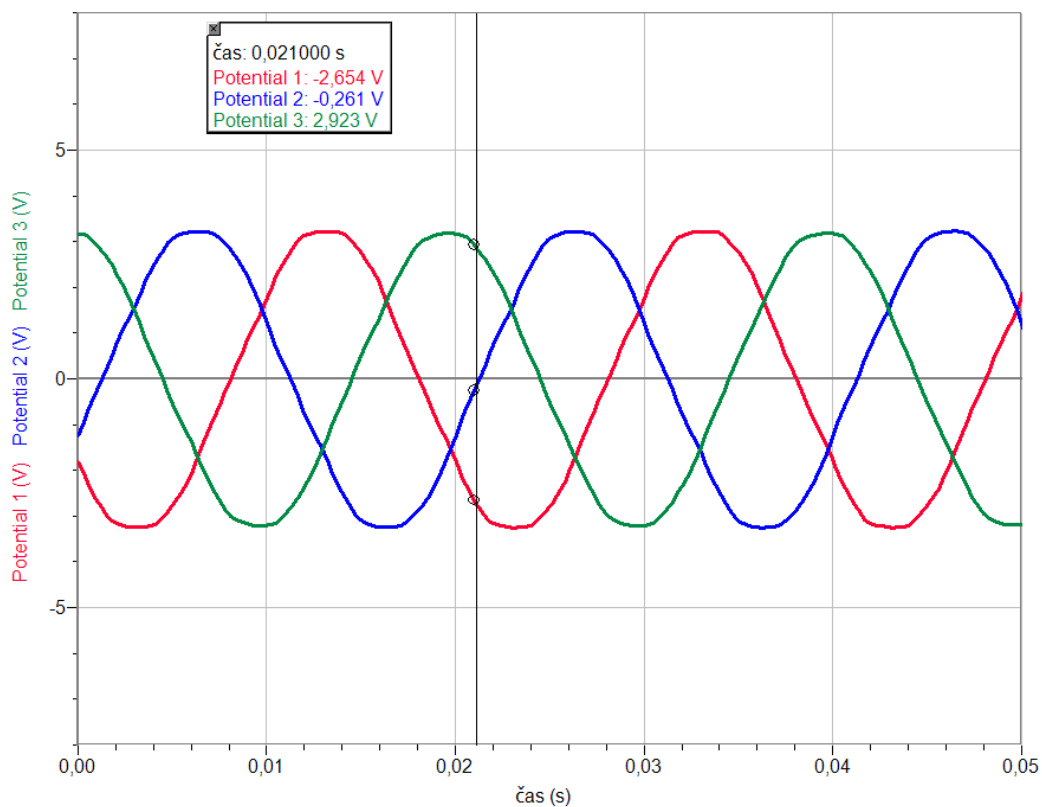


## Schéma



## Postup

1. Připojíme 3 voltmetry VP-BTA ke vstupům CH1, CH2 a CH3 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma. Na zdroji třífázového napětí nastavíme hodnotu fázového napětí do 5 V.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 0,05 s, Frekvence: 10 000 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu .
3. Stiskneme tlačítko **START** (měření) na LabQuestu.
4. Uložíme měření.



5. Provedeme **analýzu** grafu: Odečítáme v každém časovém okamžiku okamžité hodnoty napětí  $u_1$ ,  $u_2$  a  $u_3$  a provádíme jejich součet – ověřujeme, že součet je nulový.
6. Střídavým voltmetrem změříme sdružené a fázové napětí (efektivní hodnoty) a vypočítáme jejich poměr.

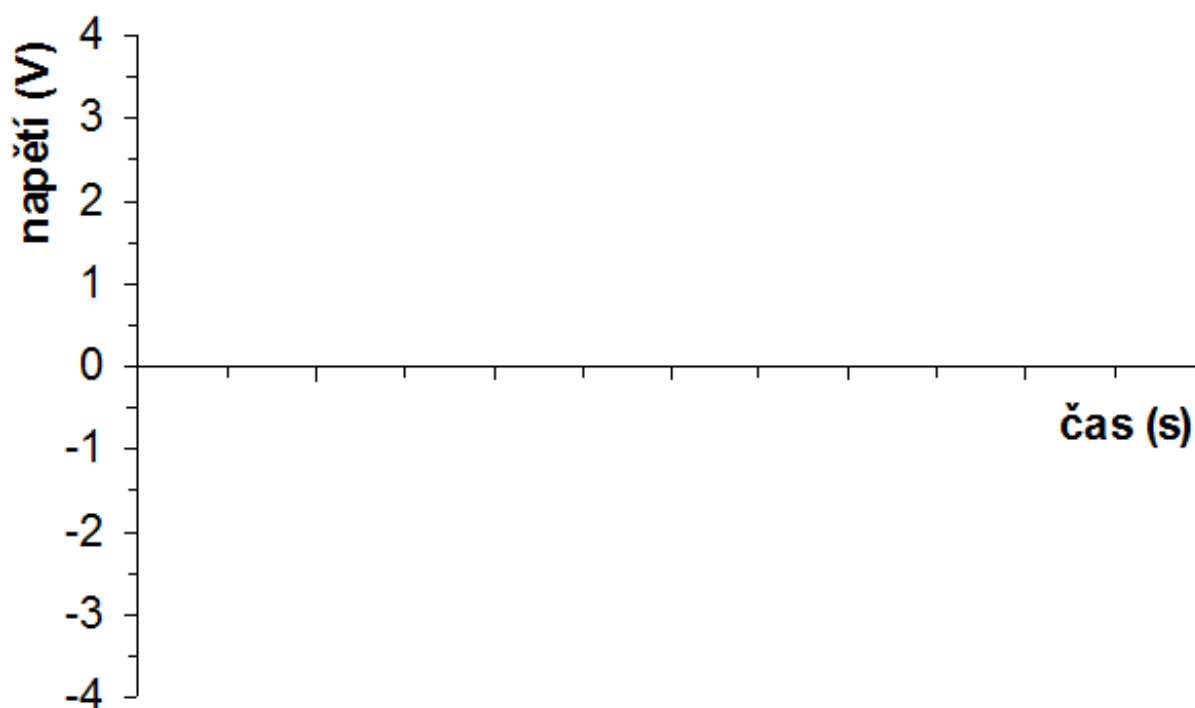
### Doplňující otázky

1. Z grafu – časového průběhu napětí urči, o jakou část periody jsou posunuta napětí?
2. Z grafu urči jaký je **frekvence** a **perioda** střídavých napětí?
3. Jaký je **poměr** efektivní a maximální hodnoty fázového střídavého napětí, které jsi naměřil?
4. Z grafu urči **amplitudu sdruženého** napětí a **amplitudu fázového** napětí? Jaký je jejich **poměr**?



<b>Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9</b>	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.5 Třífázové napětí</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

**1. Graf:**



2. Součet okamžitých hodnot napětí  $u_1 + u_2 + u_3 = \dots\dots\dots$  V

3. Efektivní hodnota sdruženého napětí  $U_{ef(sdružené)} = \dots\dots\dots$  V

4. Efektivní hodnota fázového napětí  $U_{ef(fázové)} = \dots\dots\dots$  V

5. Poměr  $U_{ef(sdružené)} : U_{ef(fázové)} = \dots\dots\dots$

**6. Doplňující otázky:**

a) Napětí jsou vůči sobě posunuta o  $\dots\dots\dots$  periody.

b) Frekvence střídavých napětí  $f = \dots\dots\dots$  Hz

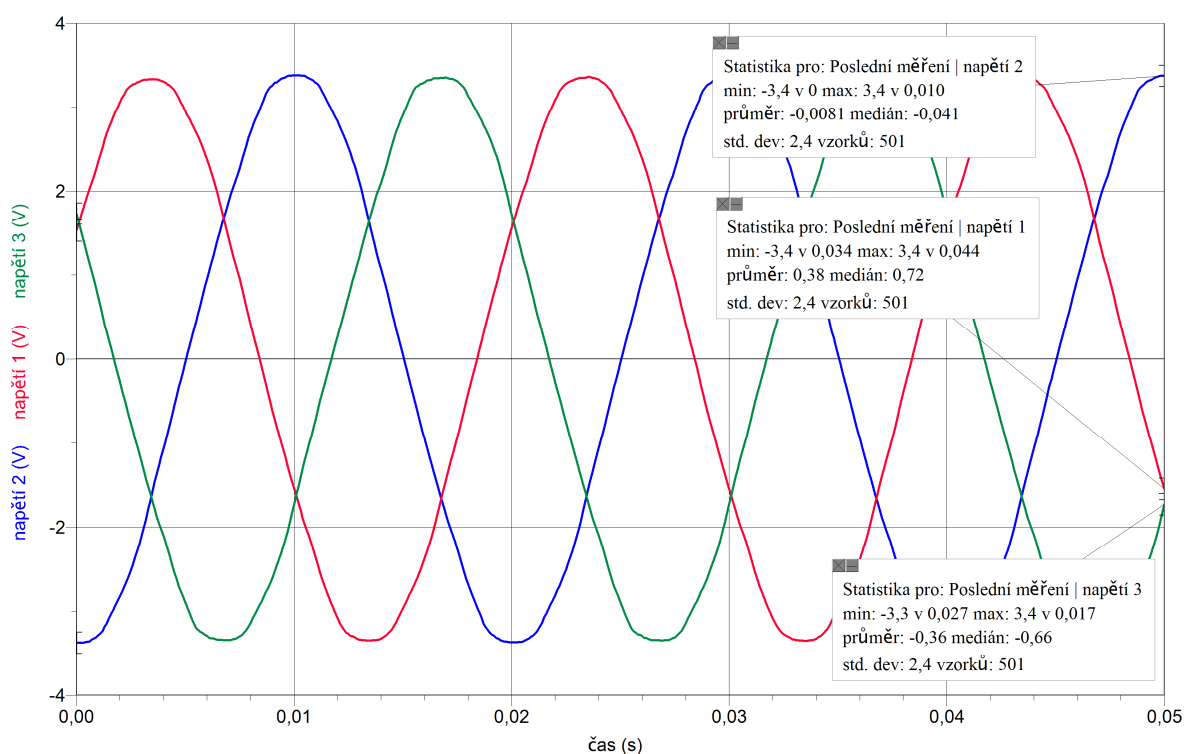
c) Perioda střídavých napětí  $T = \dots\dots\dots$  s

- d)** Maximální hodnota (amplituda) fázového napětí  $U_{m(\text{fázové})} = \dots\dots\dots \text{V}$
- e)** Efektivní hodnota fázového napětí  $U_{\text{ef}(\text{fázové})} = \dots\dots\dots \text{V}$
- f)** Poměr  $U_{m(\text{fázové})} : U_{\text{ef}(\text{fázové})} = \dots\dots\dots$
- g)** Maximální hodnota (amplituda) sdruženého napětí  $U_{m(\text{sdružené})} = \dots\dots\dots \text{V}$
- h)** Maximální hodnota (amplituda) fázového napětí  $U_{m(\text{fázové})} = \dots\dots\dots \text{V}$
- i)** Poměr  $U_{m(\text{sdružené})} : U_{m(\text{fázové})} = \dots\dots\dots$



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.5 Třífázové napětí</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

### 1. Graf:



2. Součet okamžitých hodnot napětí  $u_1 + u_2 + u_3 = 0 \text{ V}$

3. Efektivní hodnota sdruženého napětí  $U_{ef(\text{sduženě})} = 4,10 \text{ V}$

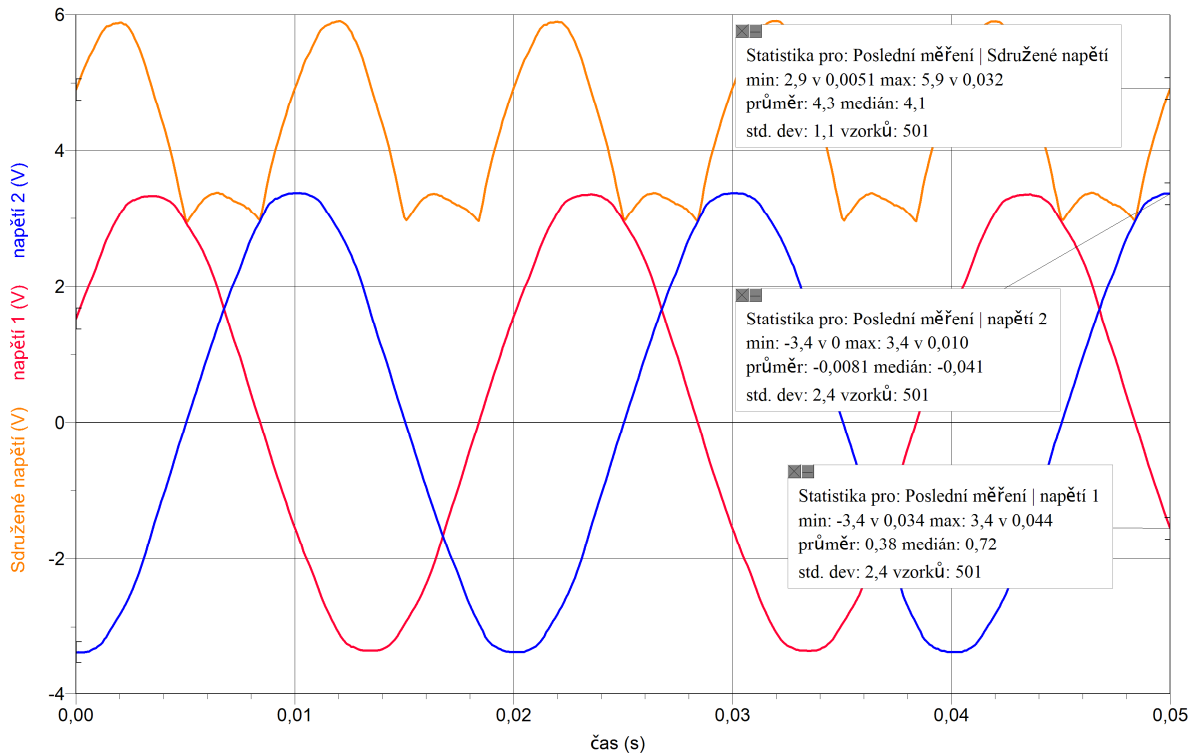
4. Efektivní hodnota fázového napětí  $U_{ef(\text{fázové})} = 2,37 \text{ V}$

5. Poměr  $U_{ef(\text{sduženě})} : U_{ef(\text{fázové})} = \sqrt{3} \doteq 1,73$

### 6. Doplňující otázky:

a) Napětí jsou vůči sobě posunuta o **třetinu** periody.

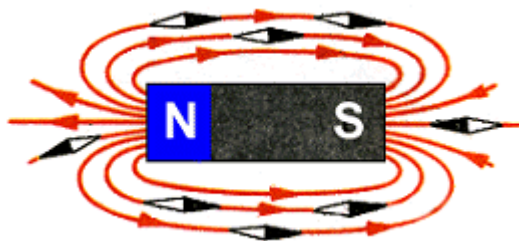
- b) Frekvence střídavých napětí  $f = 50 \text{ Hz}$
- c) Perioda střídavých napětí  $T = 0,02 \text{ s}$
- d) Maximální hodnota (amplituda) fázového napětí  $U_m(\text{fázové}) = 3,4 \text{ V}$
- e) Efektivní hodnota fázového napětí  $U_{ef}(\text{fázové}) = 2,37 \text{ V}$
- f) Poměr  $U_m(\text{fázové}) : U_{ef}(\text{fázové}) = \sqrt{2} \doteq 1,4$



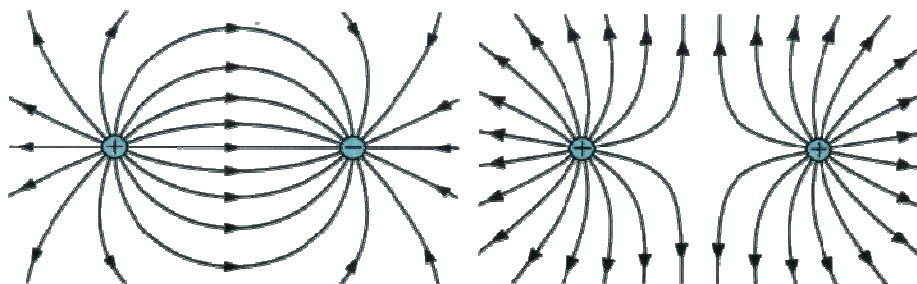
- g) Maximální hodnota (amplituda) sdruženého napětí  $U_m(\text{sdružené}) = 5,91 \text{ V}$
- h) Maximální hodnota (amplituda) fázového napětí  $U_m(\text{fázové}) = 3,4 \text{ V}$
- i) Poměr  $U_m(\text{sdružené}) : U_m(\text{fázové}) = \sqrt{3} \doteq 1,74$

## Fyzikální princip

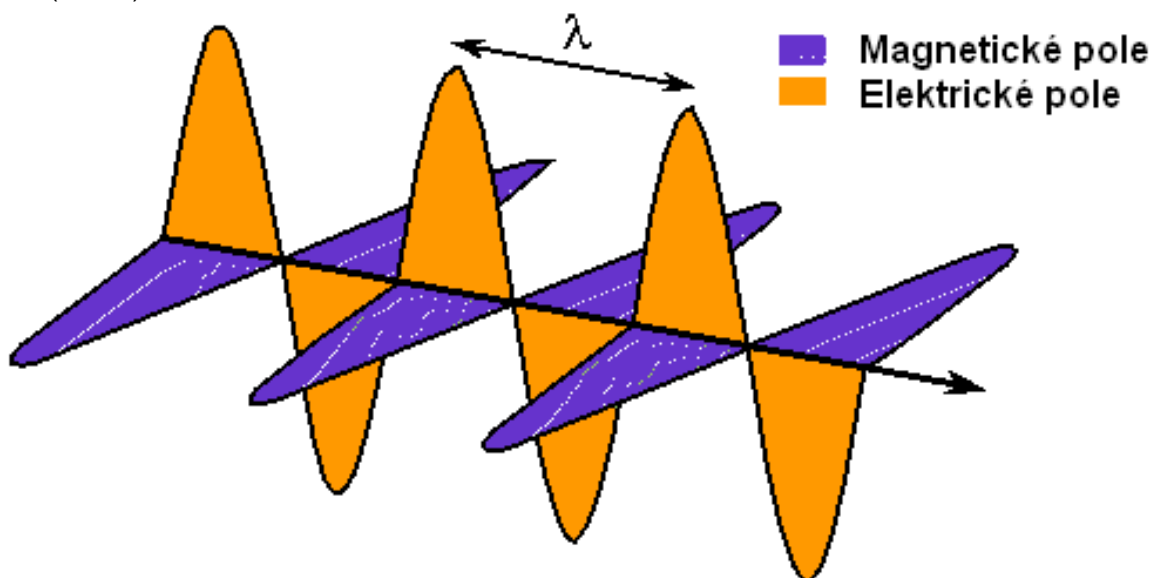
Magnetické pole můžeme znázornit pomocí indukčních čar.



Elektrické pole popisujeme elektrickými siločarami.



Elektrické a magnetické pole spolu často **souvisejí**. Mluvíme pak o **elektromagnetickém poli**. Elektromagnetické vlny jsou **příčné** a šíří se i ve vakuu. Šíří se rychlostí světla. Elektromagnetickými vlnami se přenášejí signály rozhlasu, televize, mobilních telefonů atd. I světlo je elektromagnetické vlnění (záření).



Mezi frekvencí  $f$ , vlnovou délkou  $\lambda$  a rychlostí šíření elektromagnetického vlnění  $c$  (světla)

platí vzorec  $f = \frac{c}{\lambda}$ .

## Cíl

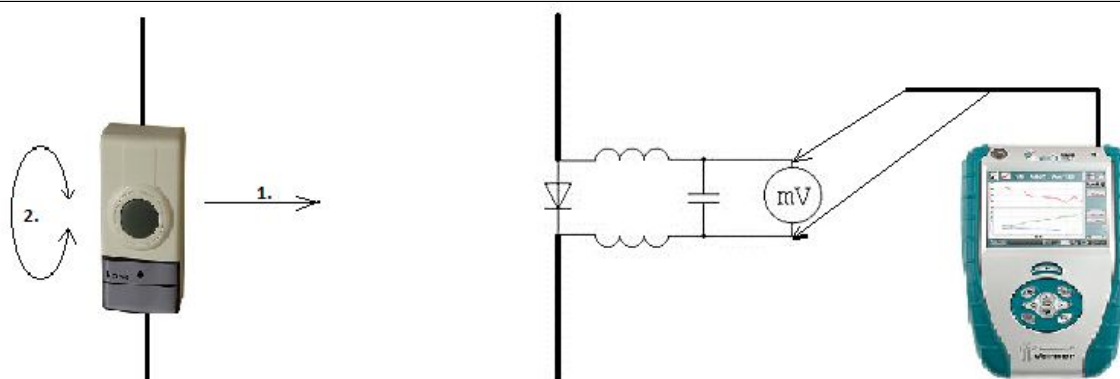
Změřit **vlnovou délku** elektromagnetického vlnění. Prokázat **polarizaci** elektromagnetické vlny.

## Pomůcky




LabQuest, voltmetr VP-BTA, bezdrátový zvonek – tlačítko pracující na frekvenci 433,92 MHz, přijímač s půlvlnným dipólem (viz. příspěvek od Oldřicha Lepila).



## Schéma



## Postup

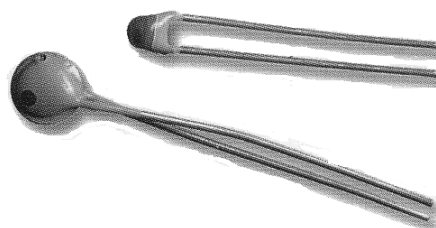
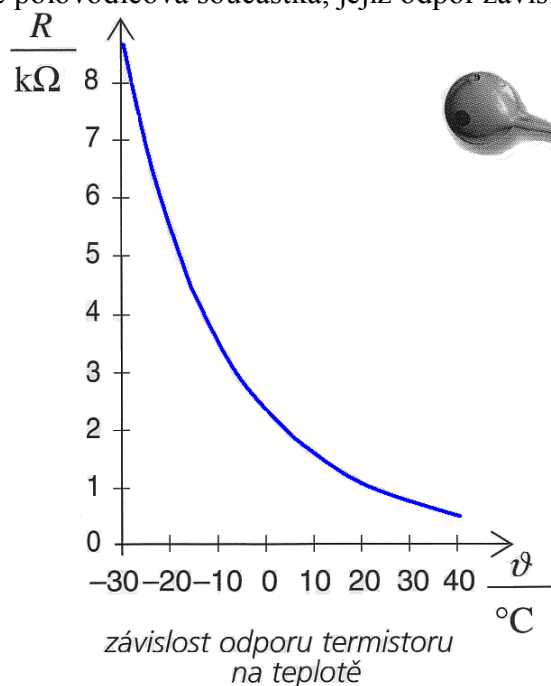
1. **Připojíme** voltmetr VP-BTA ke vstupu CH1 LabQuestu. Zapojíme obvod podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 10 s, Frekvence: 50 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu .
3. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
4. Pohybujeme rovnoměrným pohybem s vysílačem (viz schéma pohyb 1.).
5. Z poloh maxim a minim určíme vlnovou délku.
6. Uložíme měření.
7. Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.
8. Pohybujeme rovnoměrným otáčivým pohybem s vysílačem (viz schéma pohyb 2.).
9. Vyslovíme závěr – vlnová délka a polarizace elektromagnetického vlnění?

## Doplňující otázky

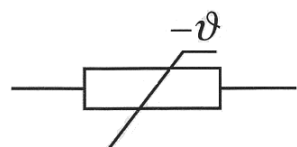
1. Vyzkoušej, jak závisí velikost naměřeného napětí na vzdálenosti vysílače od přijímače.
2. Pomocí mřížky nebo plechu vyzkoušej odraz vlnění (a interferenci).

**Fyzikální princip**

Termistor je polovodičová součástka, jejíž odpor závisí na teplotě.



*dva různé termistory*



*schematická značka termistoru*

**Cíl**

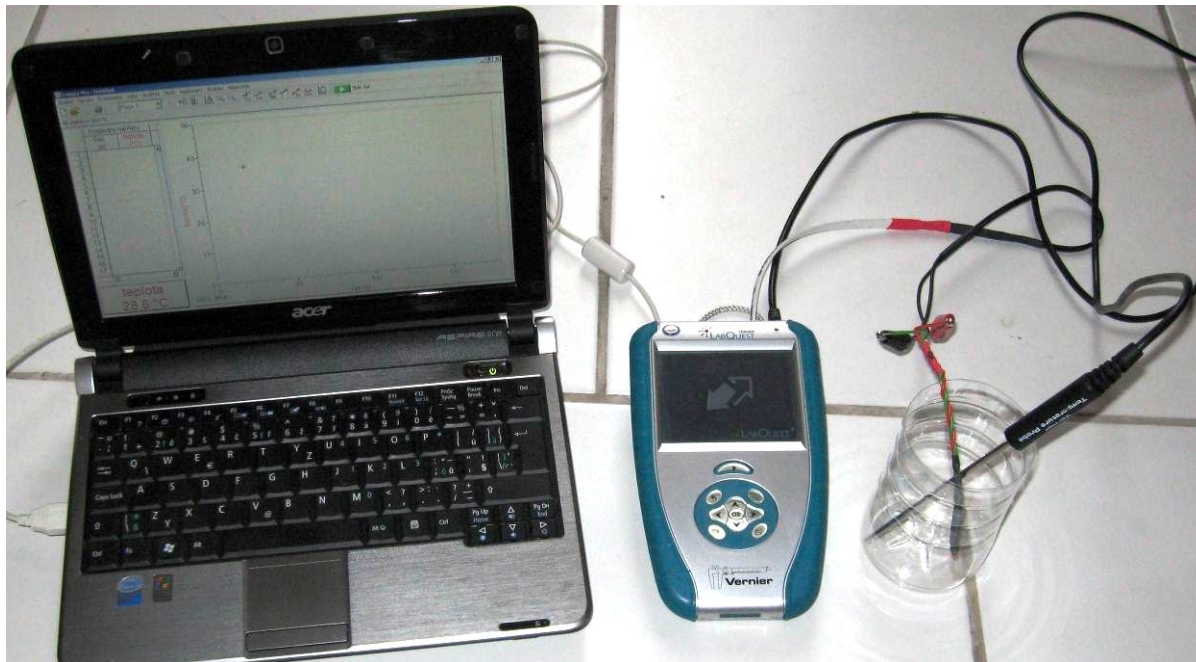
Změř závislost odporu termistoru na teplotě. Urči, o jakou závislost se jedná.

**Pomůcky**

LabQuest, ohmmetr (musí být nainstalován!!), teploměr TMP-BTA, rychlovarná konvice s horkou vodou, termistory se jmenovitou hodnotou odporu 4k7, 10k, 15k, počítač s programem Logger Pro.

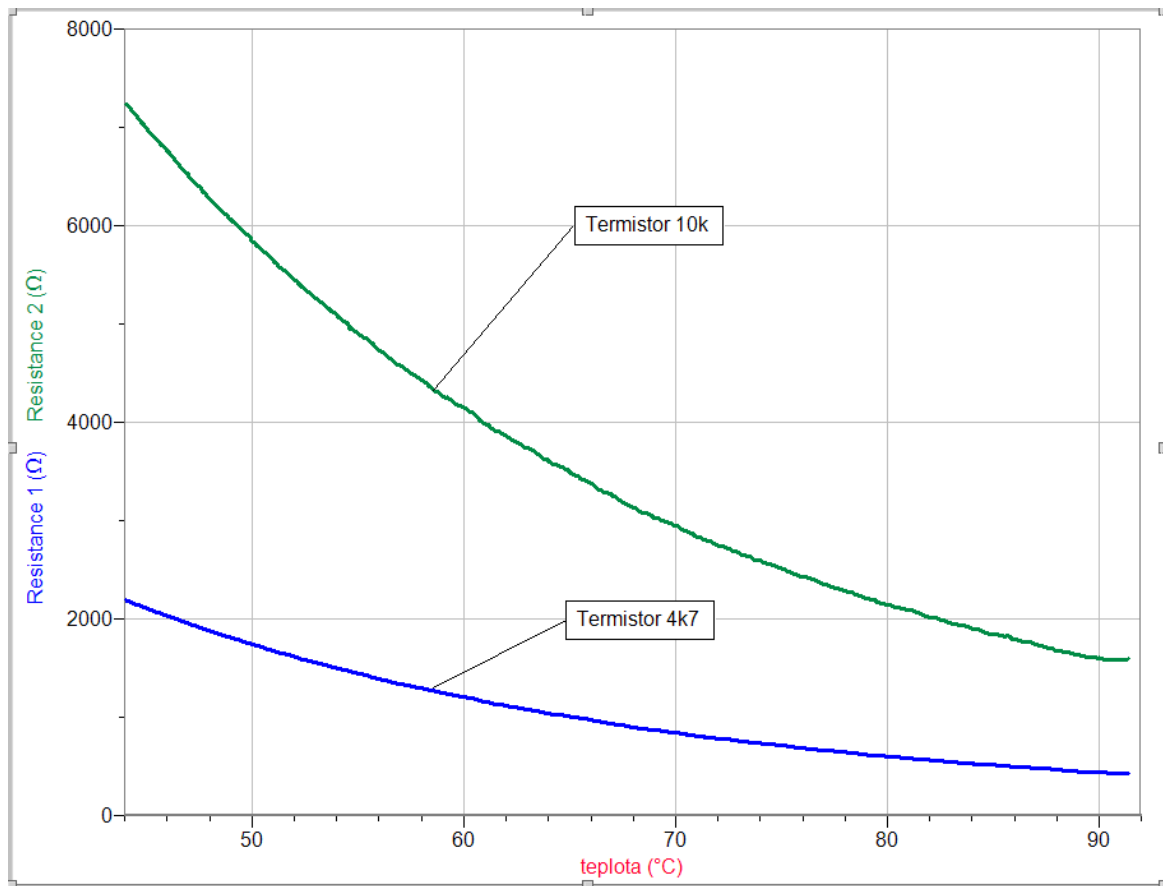


## Schéma



## Postup

1. V konvici si **ohřejeme** vodu.
2. Teploměr TMP-BTA **zapojíme** do konektoru **CH 2** a ohmmetr do konektoru **CH 1** LabQuestu.
3. K ohmmetru **připojíme** termistor (10k), který zastrčíme **společně** s teploměrem do kádinky.
4. LabQuest **připojíme** přes USB k počítači.
5. **Zapneme** LabQuest.
6. V programu Logger Pro v menu Vložit – Displej měřidla – Digitální **vložíme** okénko zobrazující hodnotu **Odporu** (Resistance).
7. V programu Logger Pro nastavíme v menu Experiment – Sběr dat: Trvání: **300 s**, Frekvence: **1 čtení/s**.
8. V programu Logger Pro nastavíme v menu Nastavení – Nastavení grafu na osu **y Odpor** a na osu **x Teplotu**.
9. **Nalejeme** horkou vodu z konvice do kádinky s teploměrem a termistorem a **zapneme Sběr dat** v programu Logger Pro.
10. Voda postupně chladne a počítač vykresluje graf závislosti  $R = f(t)$ . Ochlazování můžeme pomalu urychlovat opatrným přiléváním studené vody a současným mícháním. Pro hlubší ochlazení můžeme použít kousek ledu.
11. Po **skončení** měření (300 s) **uložíme** toto měření do paměti – menu Experiment – Uchovat poslední měření a můžeme opakovat měření pro další termistor. Nebo při měření použít současně dva ohmmetry (CH 2 a CH 3) a dva termistory.
12. **Porovnáme** naměřené průběhy grafů. **Vyslovíme** závěr.



### Doplňující otázky

1. Z programu Logger Pro z tabulky můžeme naměřená data pomocí Ctrl+C a Ctrl+V zkopírovat do programu Excel a tam je dále zpracovávat – sestavit graf, proložit funkci.
2. V programu Logger Pro můžeme v menu Analýza – Curve Fit zkusit proložit funkci, kterou si vybereme ze seznamu. Ověř výpočtem (Excel, kalkulačka), že zvolená funkce „funguje“.
3. Zdůvodněte, proč odpor termistoru klesá s rostoucí teplotou? Kde se toho využívá?





## PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY

Název úlohy: **4.7 Termistor**

Jméno:

*Podmínky měření:*

Třída:

Teplota:

Datum:

Tlak:

Spolupracovali:

Vlhkost:

1. Nakreslete graf závislosti odporu termistoru na teplotě  $R = f(t)$ . Popište osy grafu.



2. Porovnejte naměřené grafy:

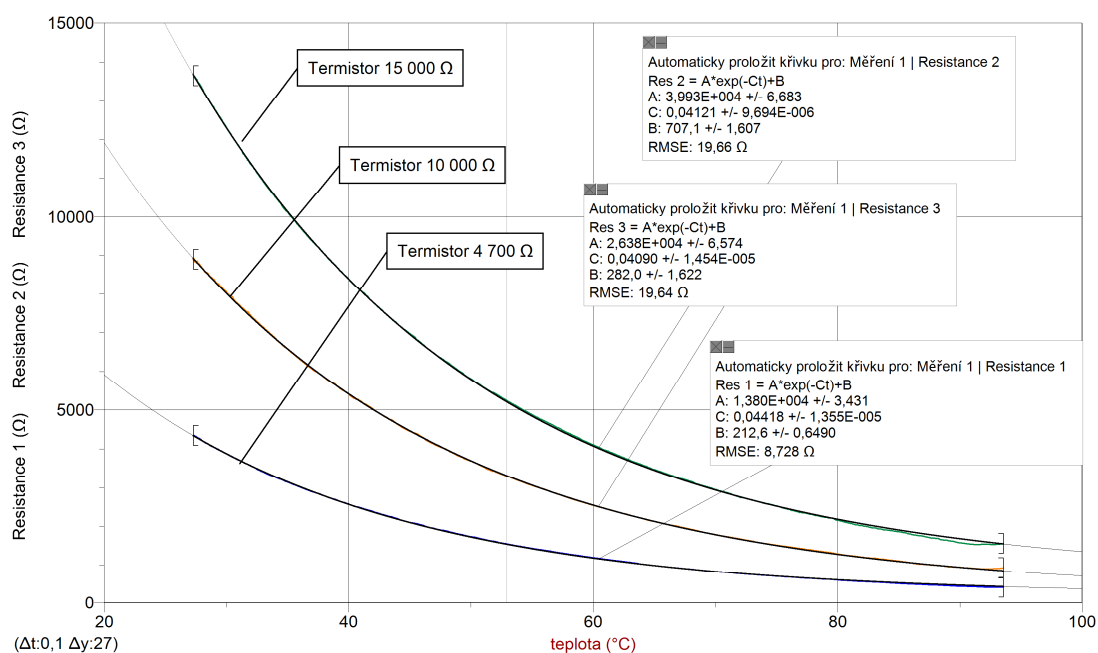
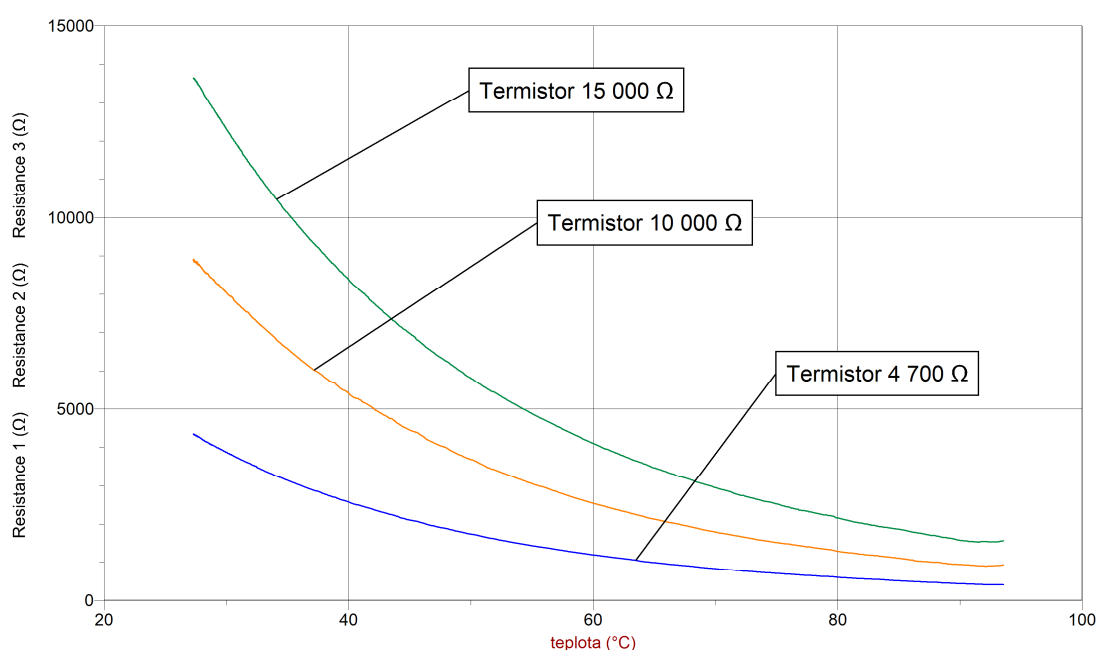
3. Jaká je to funkce?

4. Proč odpor  $R$  klesá s rostoucí teplotou?

5. Kde se v praxi využívá závislosti odporu termistoru na teplotě?

<b>Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9</b>	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.7 Termistor</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 24°C
Datum:	Tlak: 1002 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 38 %

1. Nakreslete graf závislosti odporu termistoru na teplotě  $R = f(t)$ . Popište osy grafu.



2. Porovnejte naměřené grafy:

*Termistory 15k, 10k a 4k7 dosahují jmenovité hodnoty přibližně při 25 °C. Termistory s větším jmenovitým odporem mají při stejné velké změně teploty větší změnu odporu, a proto graf je umístěn výše.*

3. Jaká je to funkce?

*Jedná se o klesající exponenciální funkci.*

4. Proč odpor  $R$  klesá s rostoucí teplotou?

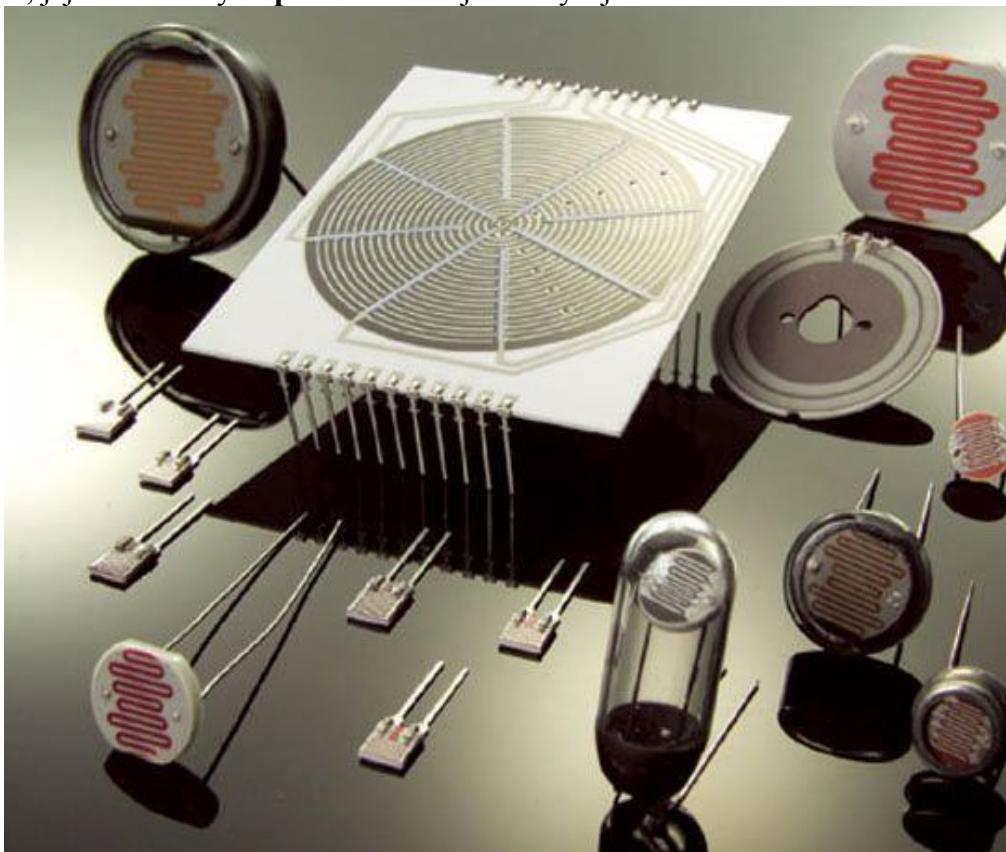
*Krystal polovodiče, z něhož se termistor skládá, obsahuje nedostatek volných elektronů potřebných k vedení elektrického proudu. Pokud budeme termistor zahřívát (dodávat elektronům ve vazbách energii z vnějšího prostředí), elektrony se z vazeb uvolní za vzniku děr. S rostoucí teplotou se uvolní více elektronů, vodivost (děr i elektronů) se zvyšuje a odpor termistoru klesá.*

5. Kde se v praxi využívá závislosti odporu termistoru na teplotě?

- a) **k regulaci teploty a měření teploty:** Musíme znát VA charakteristiku termistoru. Takto ovšem platí, že čím je větší teplota, tím nižší je odpor termistoru, tedy tím větší proud jím prochází a termistor se pak zahřívá i teplem, které je způsobeno průchodem elektrického proudu (Jouleovo teplo).*
- b) **k ochraně žhavicích vláken elektronek proti náběhovému proudu:** Kovové vlákno má za studena malý odpor, který po zahřátí několikrát vzroste. Napětí je určeno na zahřátý žhavicí vodič - při zapnutí proudu nastává proto velký proudový náraz. Dáme-li do série s vodičem termistor mající za studena velký odpor, který klesá s teplotou, je celkový odpor stále přibližně konstantní.*
- c) **v měřicí technice k měření efektivní hodnoty střídavého proudu***
- d) **ke kompenzaci elektronických obvodů***
- e) **v hladinoměrech***
- f) **k měření rychlosti proudění kapalin a plynů***
- g) **apod.***

### Fyzikální princip

**Fotorezistor** (dříve označován jako fotoodpor) je pasivní elektrotechnická součástka bez PN přechodu, jejíž elektrický **odpor  $R$**  se snižuje se zvyšujícím se **osvětlením  $E$** .



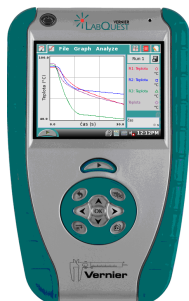
**Princip fotorezistoru** je založen na **vnitřním fotoelektrickém jevu**: světlo (foton) narazí do elektronu ve valenční sféře a předá mu svoji energii, tím elektron získá dostatek energie k překonání zakázaného pásu a skočí z valenčního pásu do vodivostního. Tím opustí svůj atom a pohybuje se jako **volný** elektron prostorem krystalové mřížky. Na jeho místě vznikla **díra**. Takto vzniklé volné elektrony přispívají ke snížení elektrického odporu  $R$  (zvýšení elektrické vodivosti  $G$ ). Čím více světla na fotorezistor dopadá, tím vzniká více volných elektronů a zvyšuje se tím elektrická vodivost.

### Cíl

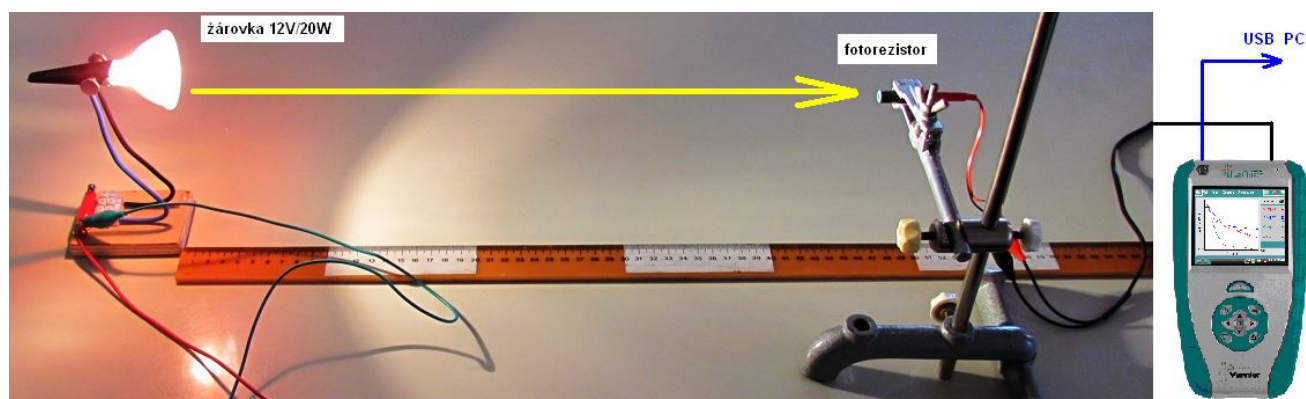
Změřit závislost **odporu** fotorezistoru na **vzdálenosti** od zdroje světla (žárovky). Analyzovat funkční závislost.

## Pomůcky


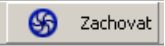
LabQuest, ohmmetr (ohmmetr musí být nainstalován!!), fotorezistor, počítač s programem Logger Pro.




## Schéma

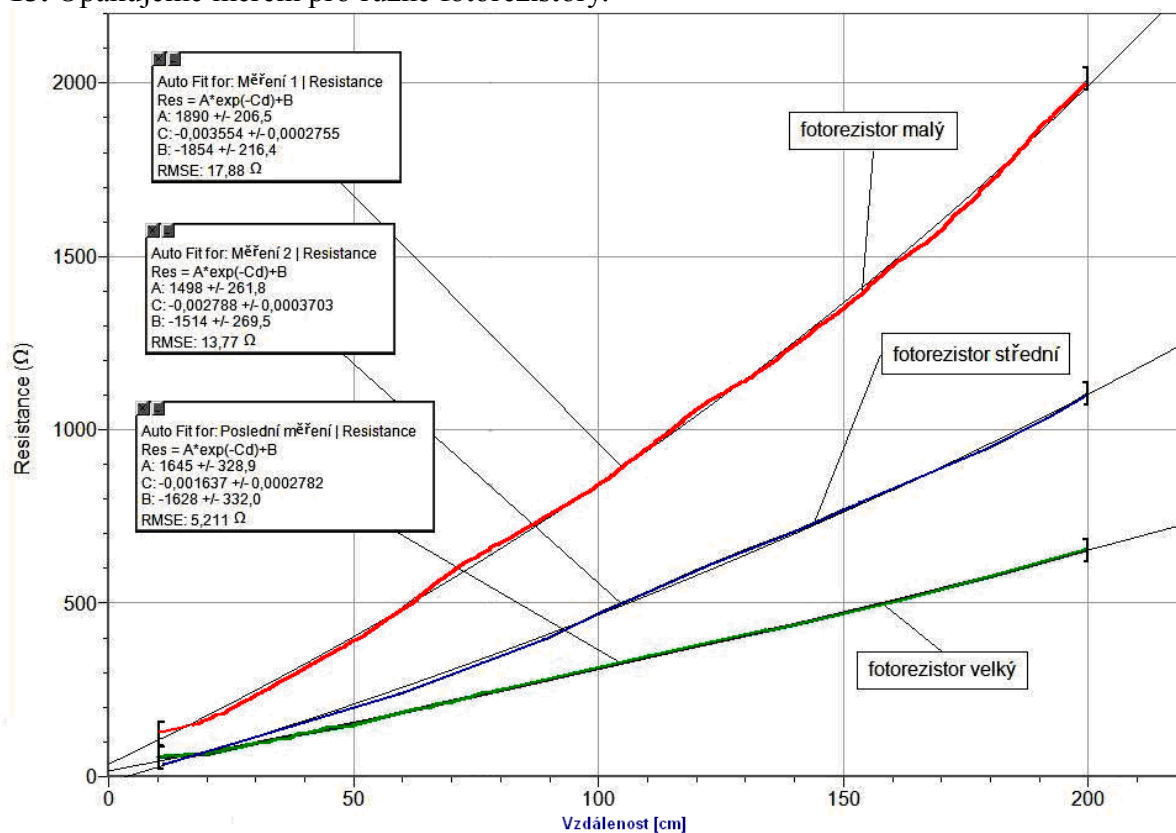


## Postup

1. Ohmmetr zapojíme do konektoru **CH 1** LabQuestu.
2. K ohmmetru **připojíme** fotorezistor.
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. Fotorezistor (upevněný v trubičce) nastavíme **10 cm** od žárovky.
9. Stiskneme **tlačítko** .
10. Do textového okénka vložíme hodnotu **10 cm** a stiskneme OK.



11. Opakujeme body 8., 9. a 10. pro hodnoty vzdálenosti 20 cm, 30 cm,..., 150 cm.
12. Stiskneme tlačítko  Zastavit. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
13. Opakujeme měření pro různé fotorezistory.



14. Provedeme analýzu grafů. Vyslovíme závěr.

### Doplňující otázky

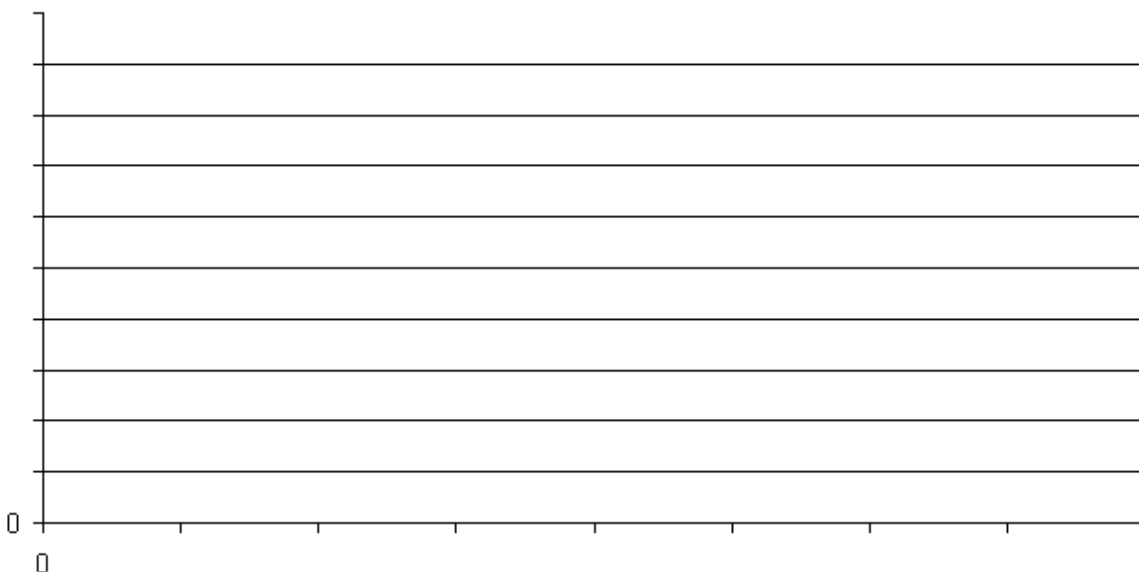
1. Připoj k LabQuestu luxmetr a změř závislost odporu na osvětlení.





<b>Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9</b>	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.8 Fotorezistor</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

**1. Graf:**



**2. Porovnej naměřené grafy:**

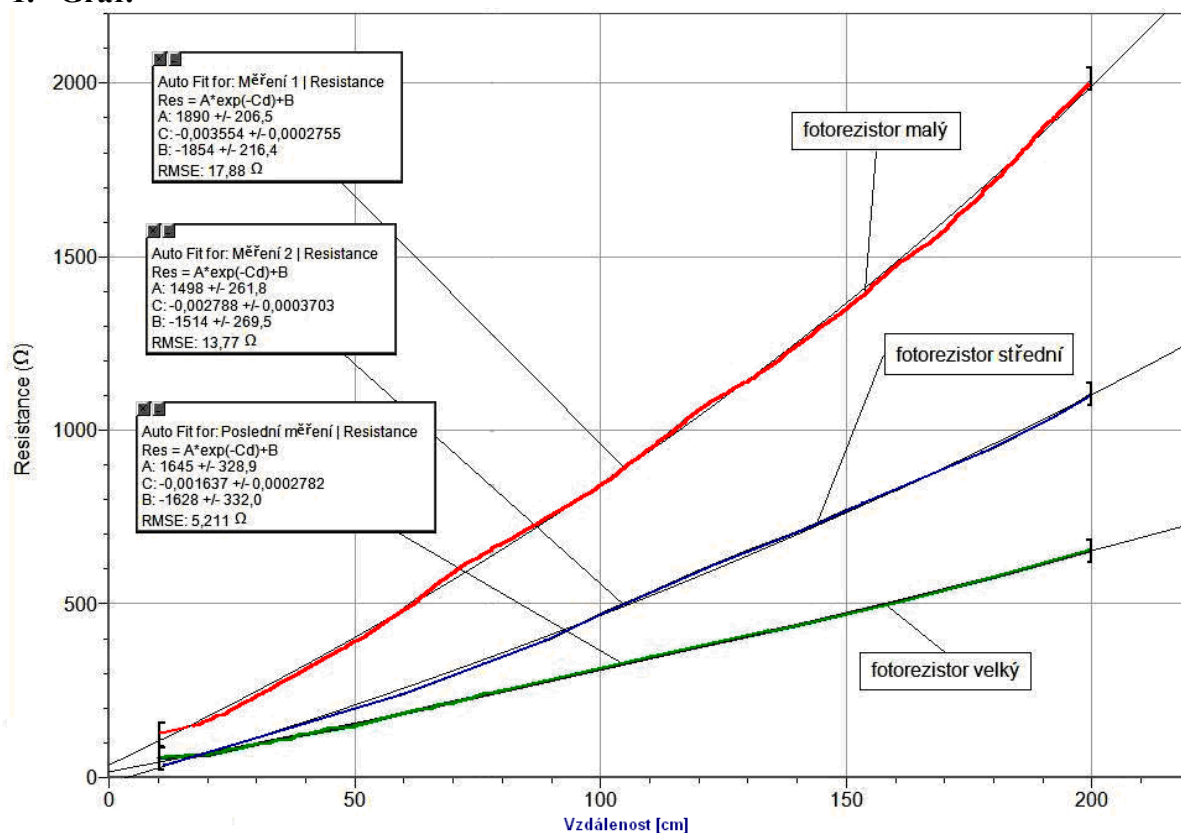
**3. Jaká je to funkce?:**

**4. Proč odpor  $R$  roste s rostoucí vzdáleností a proč klesá s rostoucím osvětlením?:**



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.8 Fotorezistor</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

### 1. Graf:



### 2. Porovnej naměřené grafy:

*Pro rozměrově větší fotorezistory je růst odporu se vzdáleností pomalejší.*

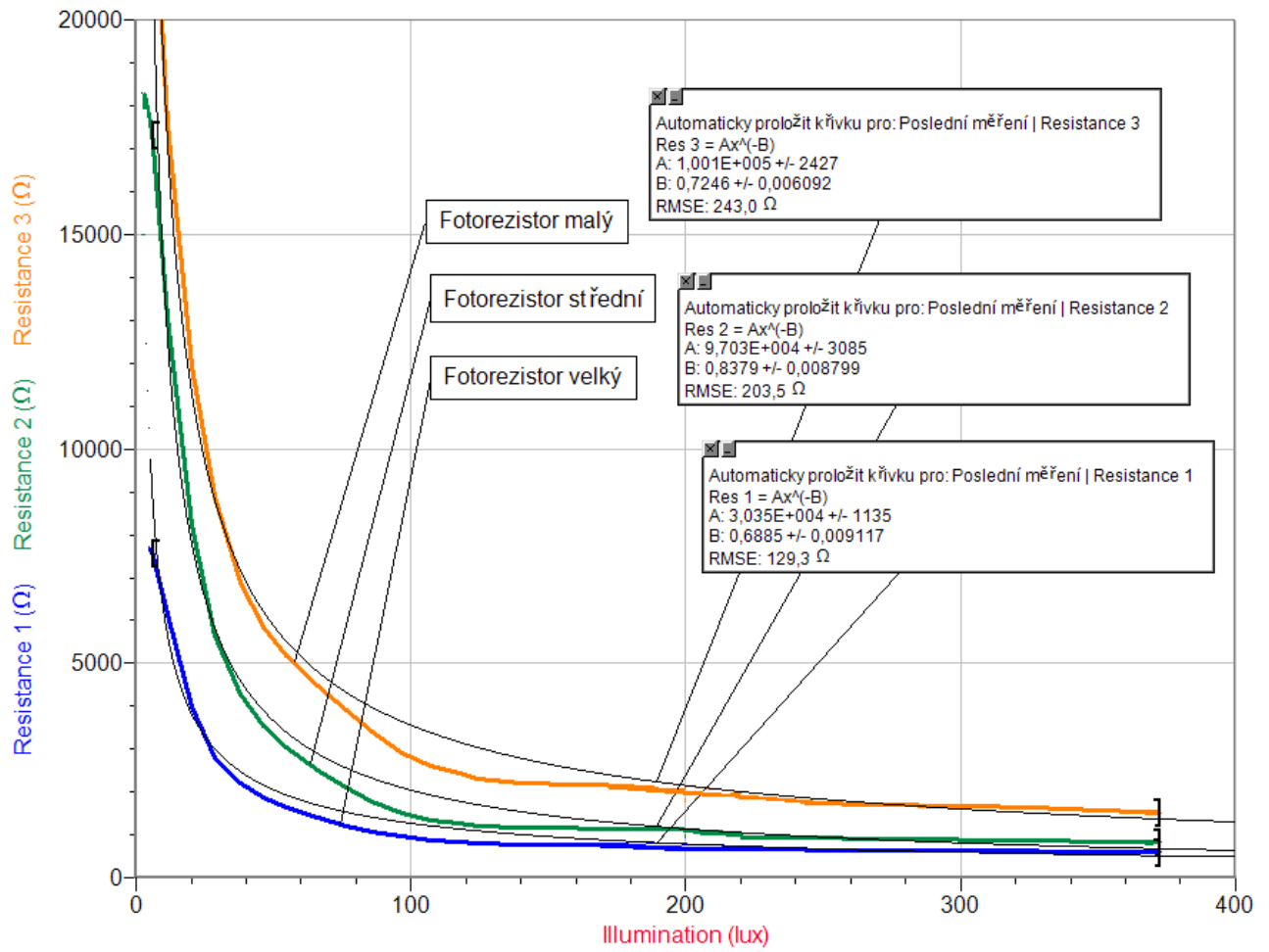
### 3. Jaká je to funkce?:

*Naměřené závislosti se nejlépe shodují s exponenciální funkcí.*

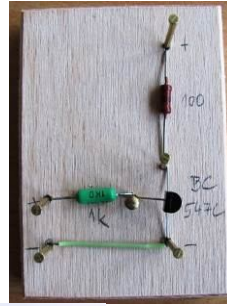
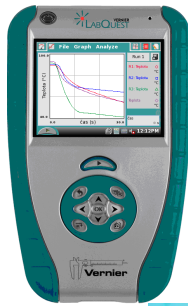
### 4. Proč odpor $R$ roste s rostoucí vzdáleností a proč klesá s rostoucím osvětlením?:

*Při zvětšení vzdálenosti fotorezistoru od zdroje světla klesá osvětlení a tím i počet vodivostních elektronů ( $a$  děr) uvolněných z valenčního pásu. Tím se zvyšuje elektrický odpor  $R$ .*

## 5. Závislost odporu na osvětlení:

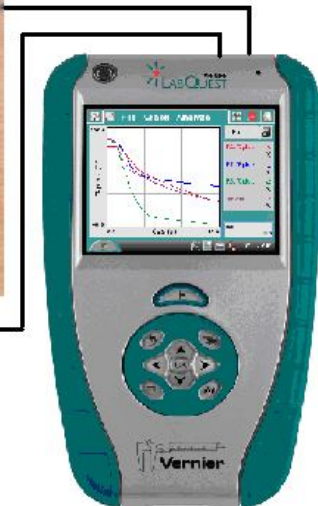
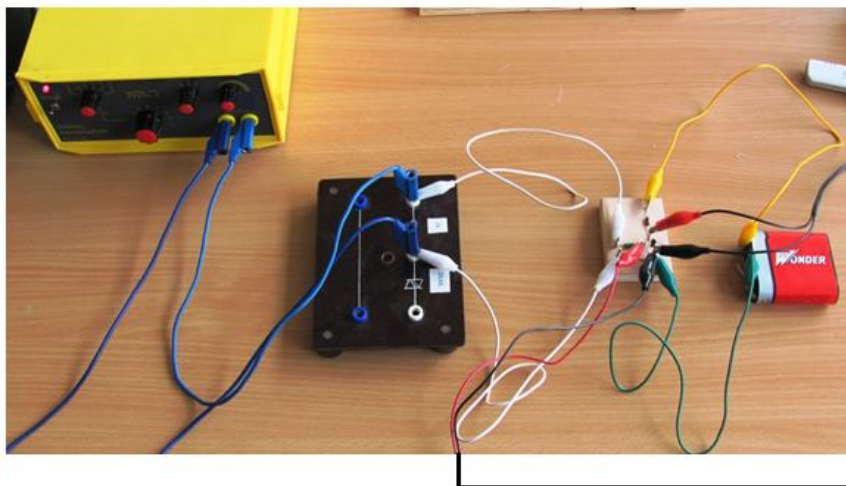




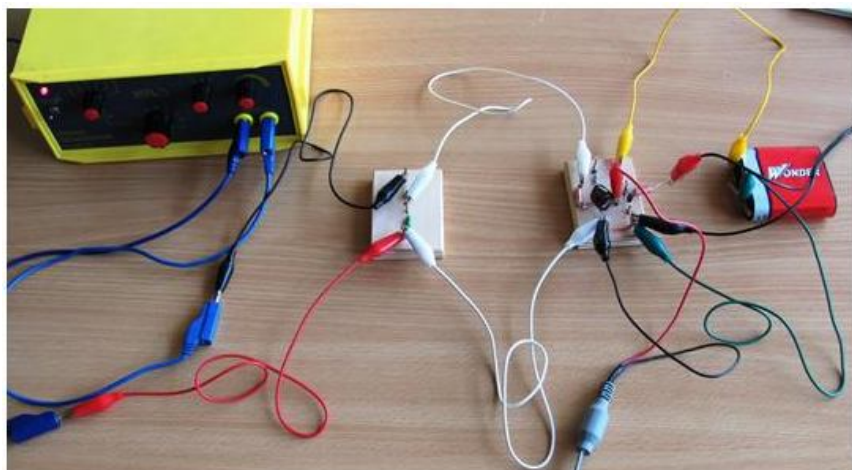


## Schéma

a) Zapojení tranzistoru jako „spínače“



b) Zapojení tranzistoru jako „zesilovače“

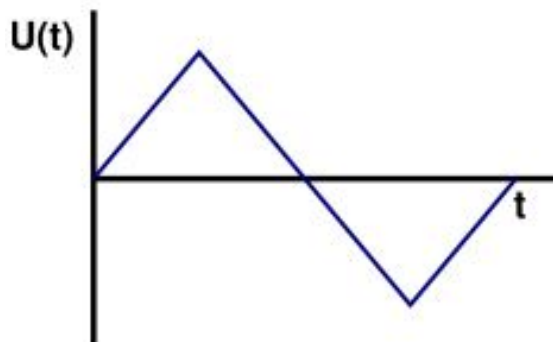




Zapojení tranzistoru jako „zesilovače“

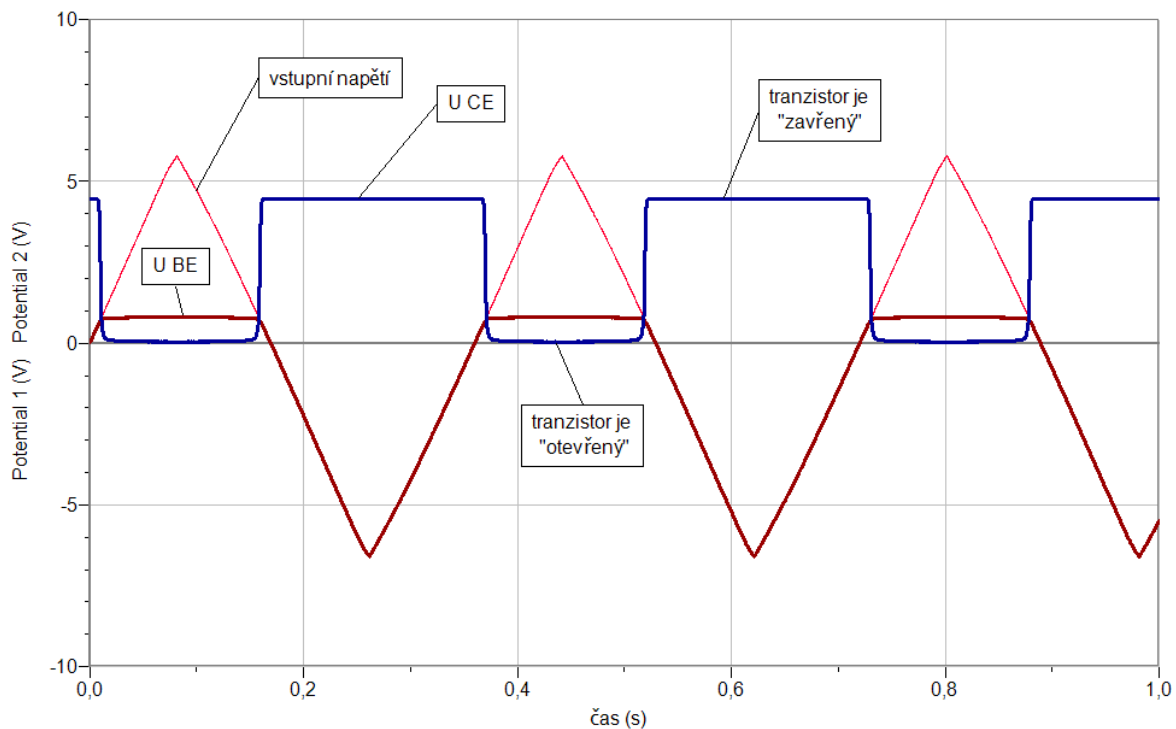


### Postup

1. Voltmetry zapojíme do konektorů **CH 1** a **CH 2** LabQuestu.
2. Zapojíme tranzistor jako „spínač“ dle schéma a). Voltmetry měříme napětí  $U_{BE}$  ( $U_1$ ) a  $U_{CE}$  ( $U_2$ ).
3. Na generátoru signálu nastavíme **trojúhelníkový** signál. Velikost amplitudy kolem 5 V.

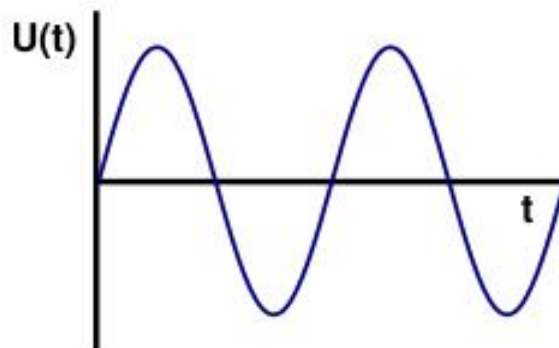




4. Voltmetr  $U_1$  připojíme mezi bázi a emitor ( $U_{BE}$ ). Voltmetr  $U_2$  připojíme mezi kolektor a emitor ( $U_{CE}$ ).
5. **Zapneme** LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 3 s, Frekvence: 10 000 čtení/s.
6. Zvolíme zobrazení Graf . **Stiskneme** tlačítko **START**  (měření) na LabQuestu.



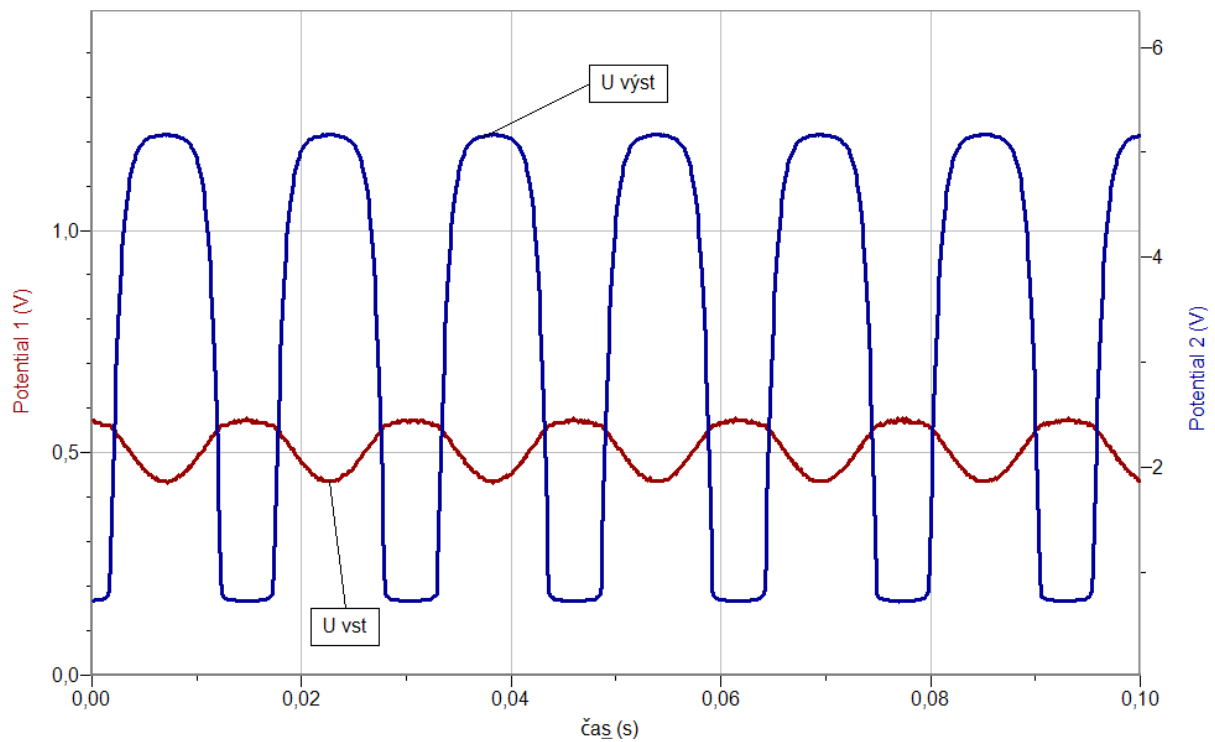
Tranzistor jako „spínač“

7. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
8. Zapojíme tranzistor jako „zesilovač“ podle schéma b). Voltmetry měříme napětí  $U_{BE}$  ( $U_1$ ) a  $U_{CE}$  ( $U_2$ ). Potenciometrem P nastavíme „pracovní bod tranzistoru“ –  $U_{CE}$  bude mít poloviční hodnotu napájecího napětí.
9. Na generátoru signálu nastavíme **sinusový** signál. Velikost amplitudy kolem 0,15 V.



10. V menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 0,1 s, Frekvence: 10 000 čtení/s.
11. Zvolíme zobrazení Graf . Stiskneme tlačítko START  (měření) na LabQuestu.





12. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
13. Určíme jaký je poměr  $U_{CE}/U_{BE}$ .
14. Vyslovíme závěr.

### Doplňující otázky

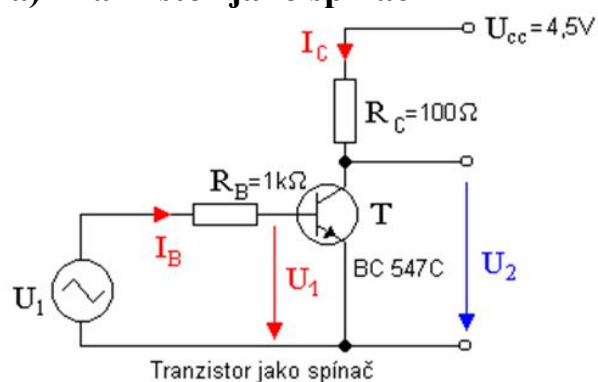
1. Při jakém napětí  $U_{BE}$  tranzistor „sepne“? Jak dlouho probíhá „sepnutí“?
2. Zkus měnit kmitočet vstupního napětí zesilovače?
3. Zkus měnit nastavení pracovního bodu. Jaký to má vliv na výstupní signál?
4. Zkus měnit velikost střídavého vstupního napětí. Jaký to má vliv na tvar výstupního napětí?



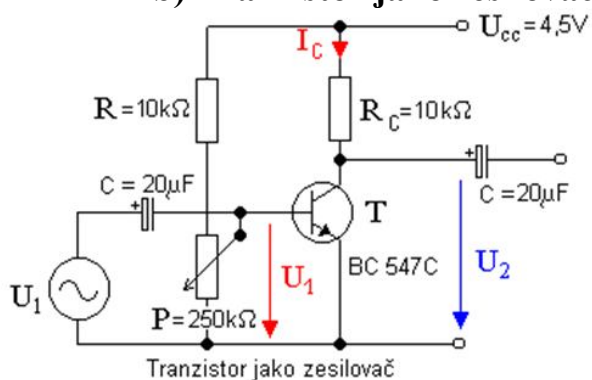
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.9 Tranzistor jako spínač a zesilovač</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

## 1. Schéma:

### a) Tranzistor jako spínač

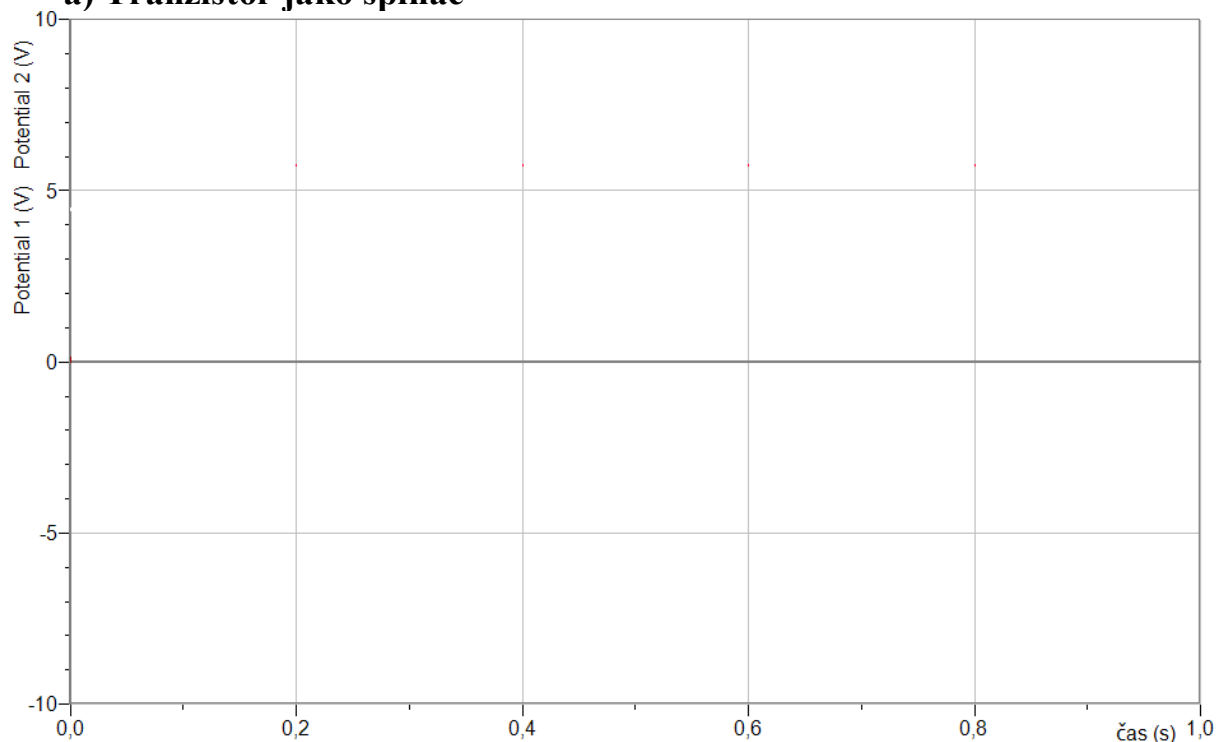


### b) Tranzistor jako zesilovač

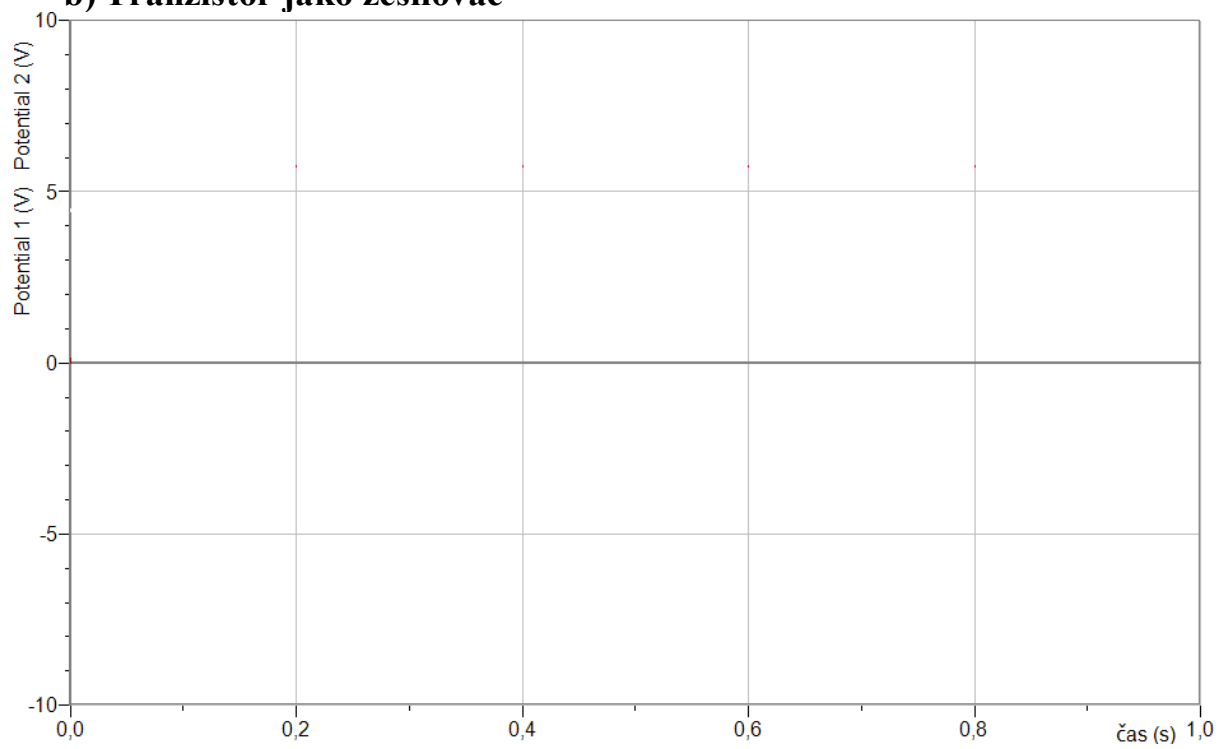


## 2. Grafy:

### a) Tranzistor jako spínač



### b) Tranzistor jako zesilovač



### 3. Závěr:

.....

.....

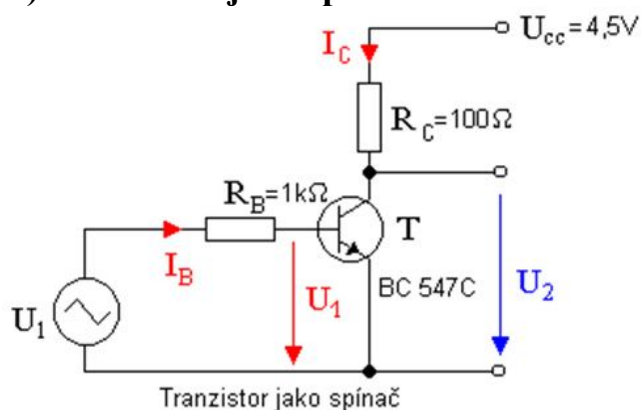
.....

.....

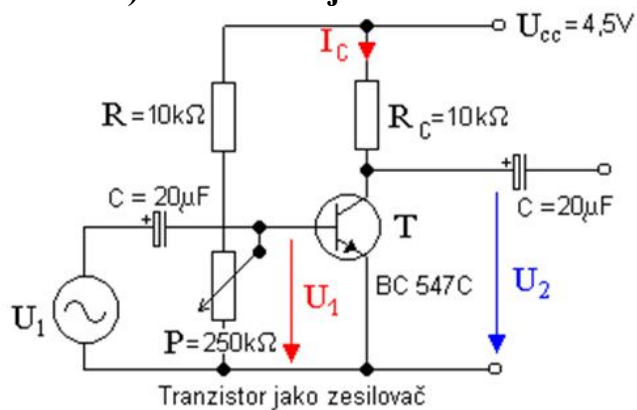
Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.9 Tranzistor jako spínač a zesilovač</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

## 1. Schéma:

### a) Tranzistor jako spínač

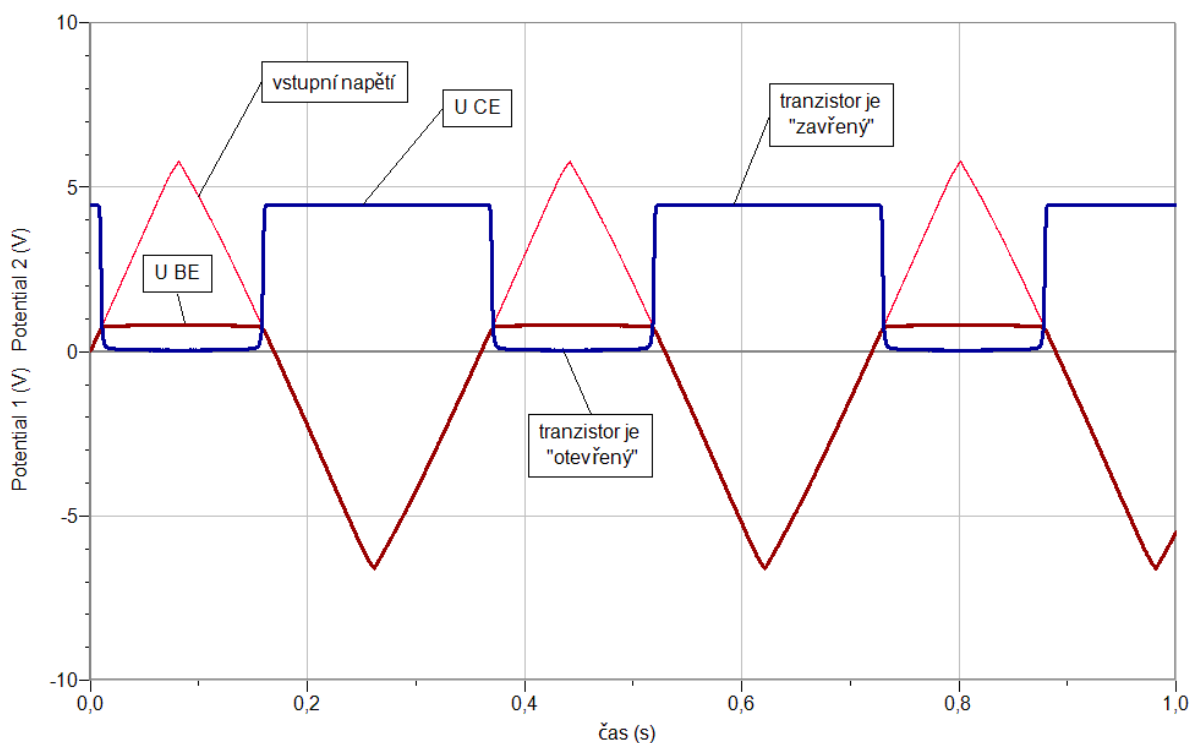


### b) Tranzistor jako zesilovač

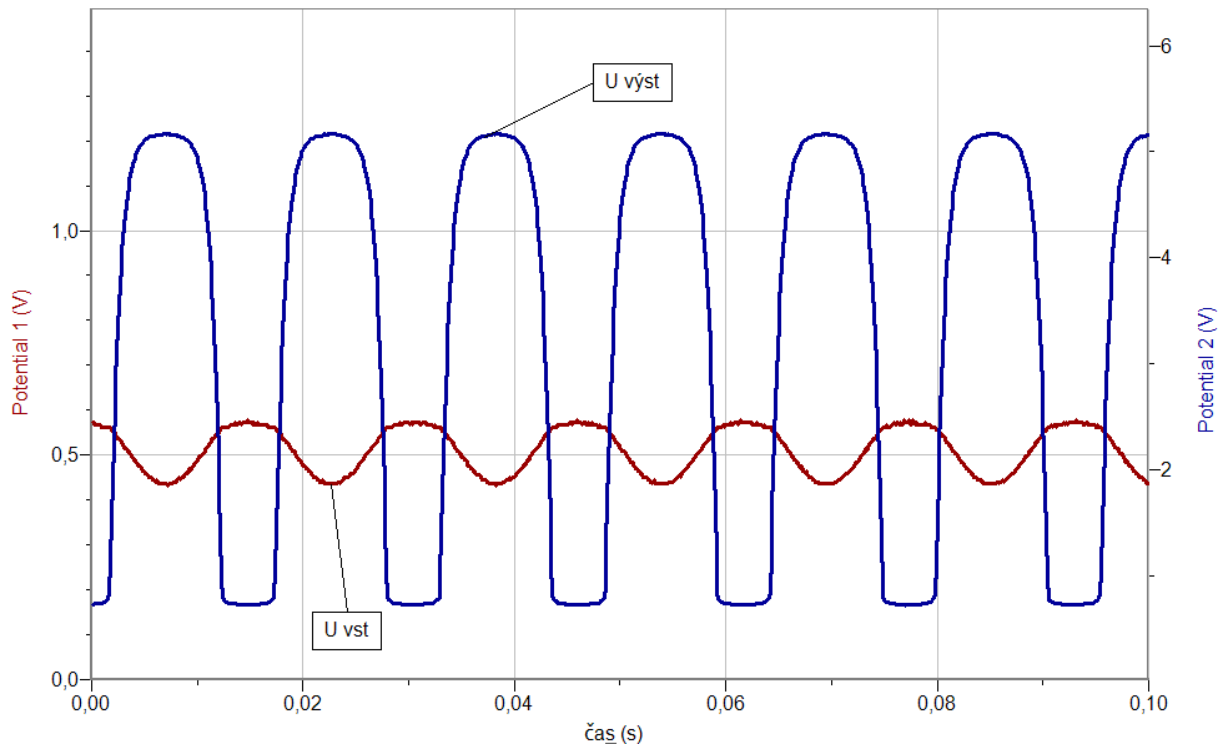


## 2. Grafy:

### a) Tranzistor jako spínač



## b) Tranzistor jako zesilovač

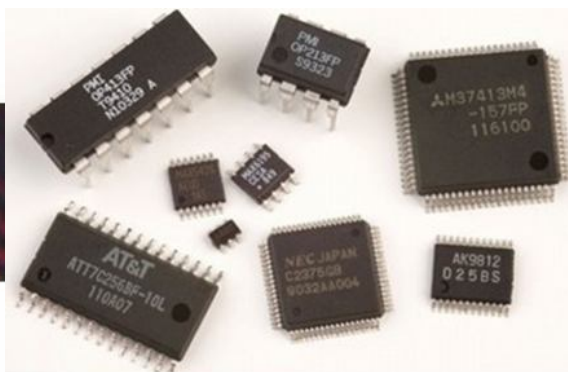


### 3. Závěr:

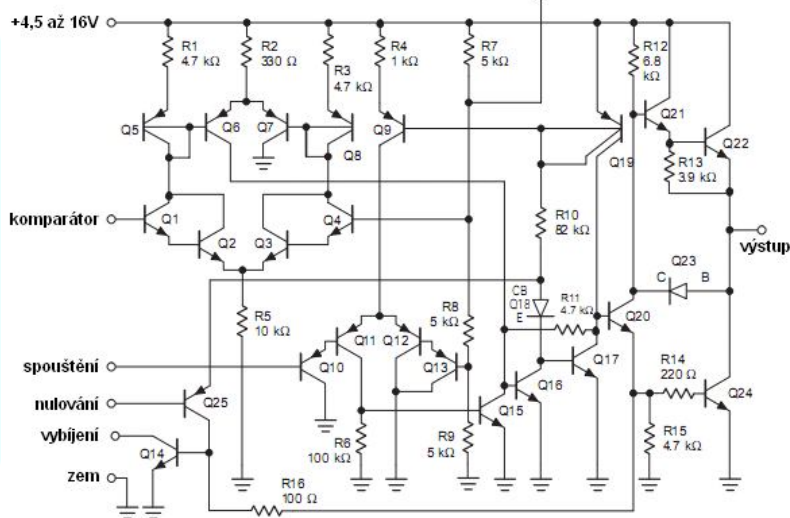
- a) Tranzistor jako spínač – z měření je patrné, že se tranzistor otevře při překročení napětí 0,7 V mezi bází a emitorem;
- b) Tranzistor jako zesilovač – z měření je patrné, že tranzistor zesiluje napětí přibližně 23×. Z měření je dále patrné, že dochází ke zkreslení vstupního signálu.

### Fyzikální princip

První **integrovaný obvod** zkonstruoval Jack Kilby koncem srpna 1958 (r. 2000 Nobelova cena za fyziku). Integrované obvody jsou součástky, které v jednom pouzdře obsahují velké množství vodičů, rezistorů, kondenzátorů, diod a tranzistorů. Dělíme je na **číslicové**, **analogové**, ...



celkové vnitřní zapojení obvodu NE555 řídicí vstup (modulace)

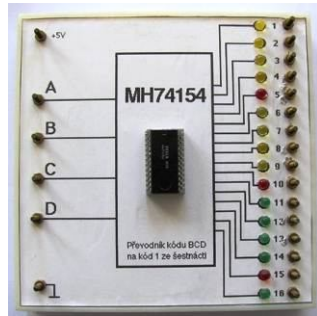
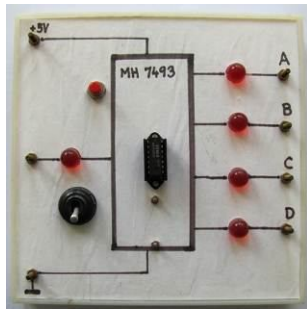
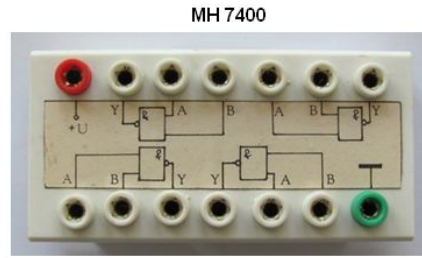
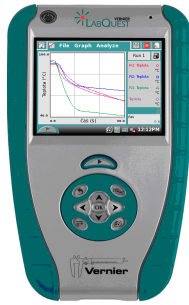


### Cíl

Ověřit **činnost** integrovaného obvodu (**číslicový**, **analogový**, ...).

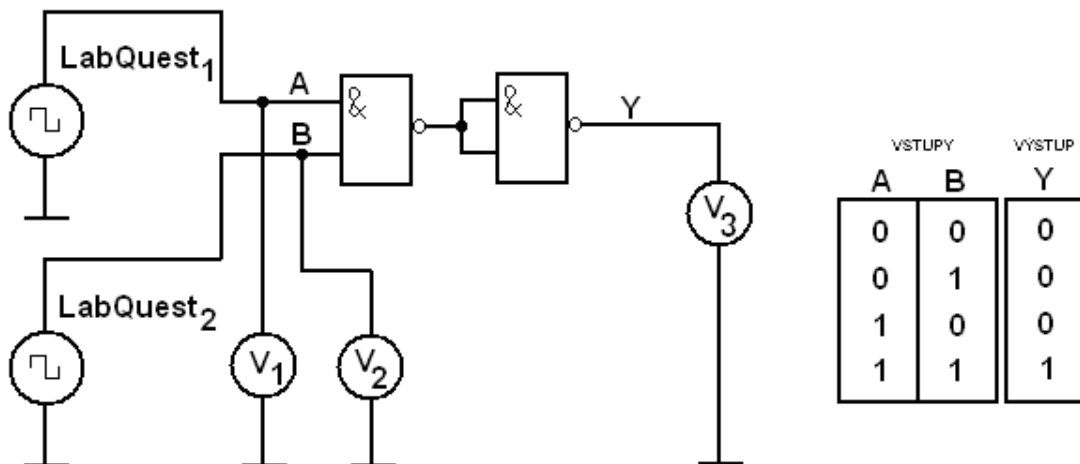
### Pomůcky

LabQuest, tři voltmetry VP-BTA, moduly zapojení integrovaných obvodů, LabQuest jako generátor signálu nebo jiný generátor signálu.

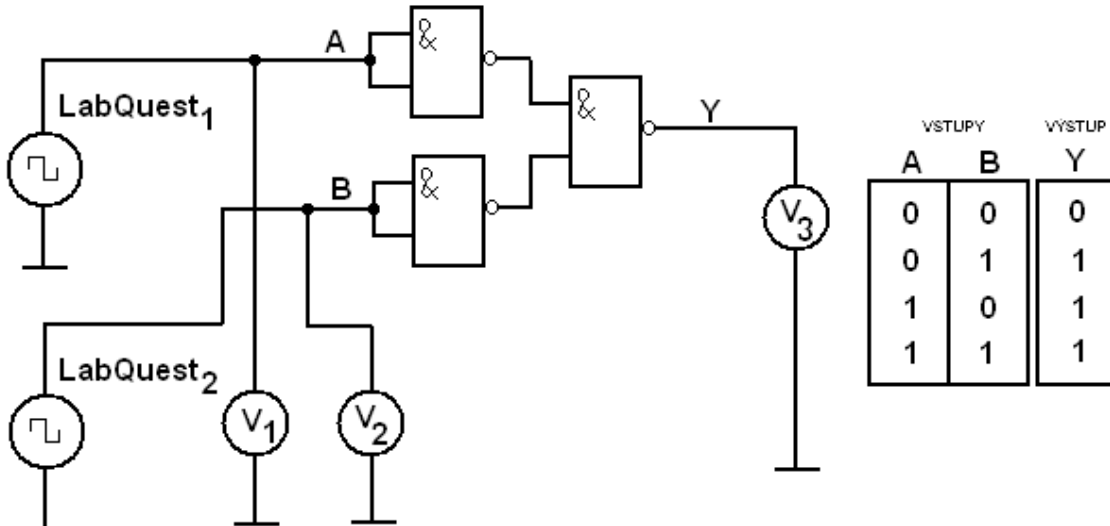


## Schéma

a) Integrovaný obvod MH 7400 zapojený jako logická funkce „AND“:



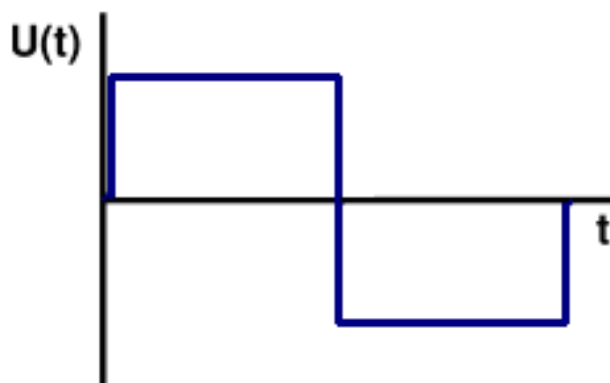
b) Integrovaný obvod MH 7400 zapojený jako logická funkce „OR“:





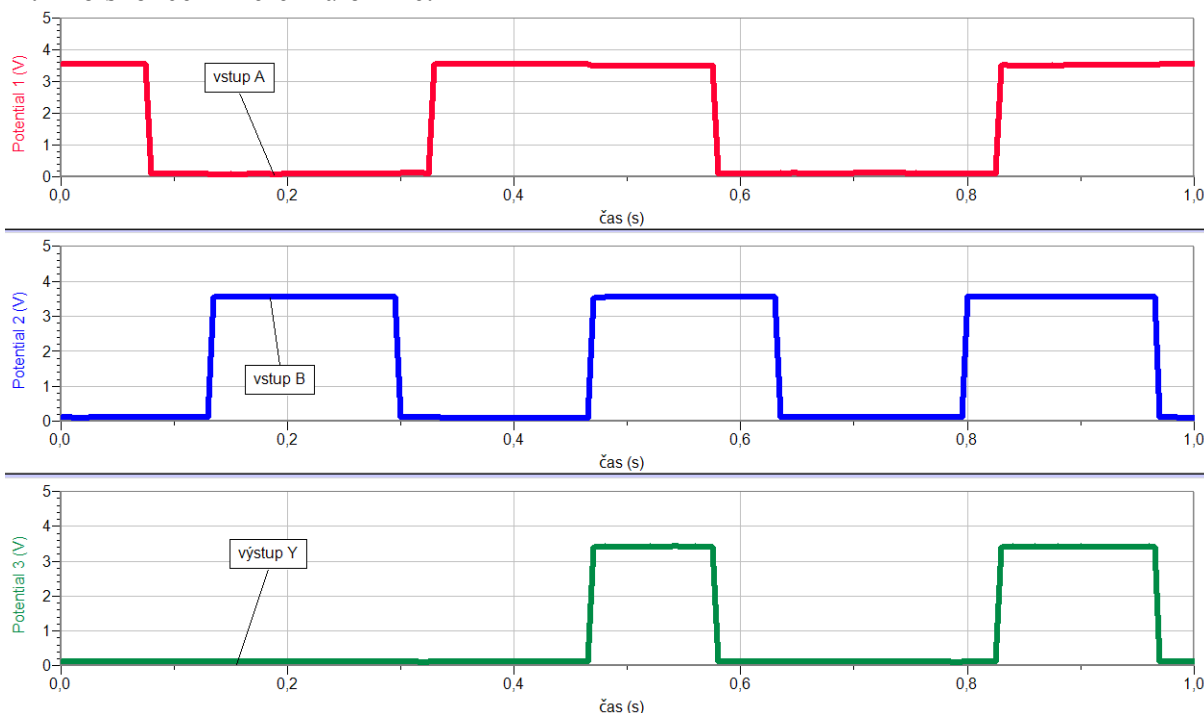


## Postup

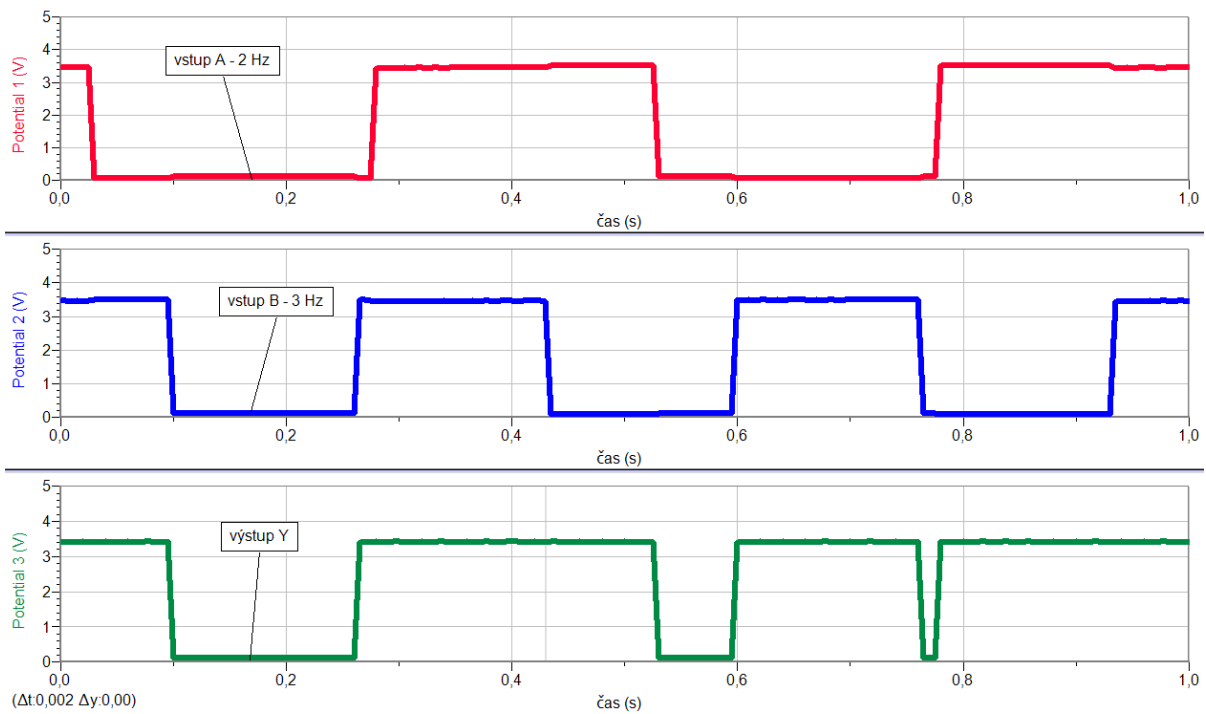
1. Voltmetry zapojíme do konektorů **CH 1**, **CH 2** a **CH 3** LabQuestu.
2. Zapojíme číslicový integrovaný obvod MH 7400 jako „**AND**“, „**OR**“, ... podle schéma a), b), ...
3. Na dvou generátorech signálu nastavíme **obdélníkový** signál. Velikost amplitudy kolem 4,5 V.



4. Na prvním generátoru nastavíme kmitočet **2 Hz** a na druhém **3 Hz**. Připojíme je na vstupy **A** a **B** a připojíme k nim voltmetry **1** a **2**. K výstupu **Y** připojíme **3.** voltmetr.
5. **Zapneme** LabQuest a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 1 s, Frekvence: 200 čtení/s.
6. Zvolíme zobrazení Graf . **Stiskneme** tlačítko **START**  (měření) na LabQuestu.
7. Po skončení měření uložíme.



Integrovaný obvod MH 7400 zapojený jako **logická funkce „AND“**

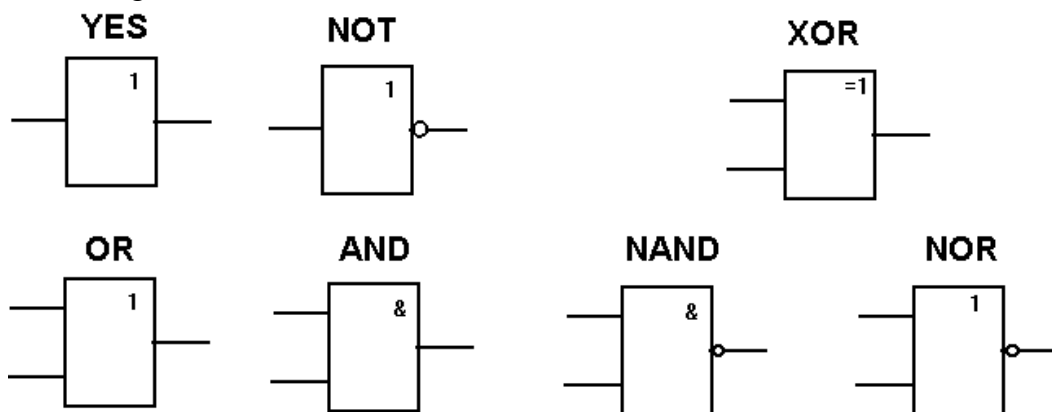


Integrovaný obvod MH 7400 zapojený jako logická funkce „OR“

## 8. Vyslovíme závěr.

### Doplňující otázky

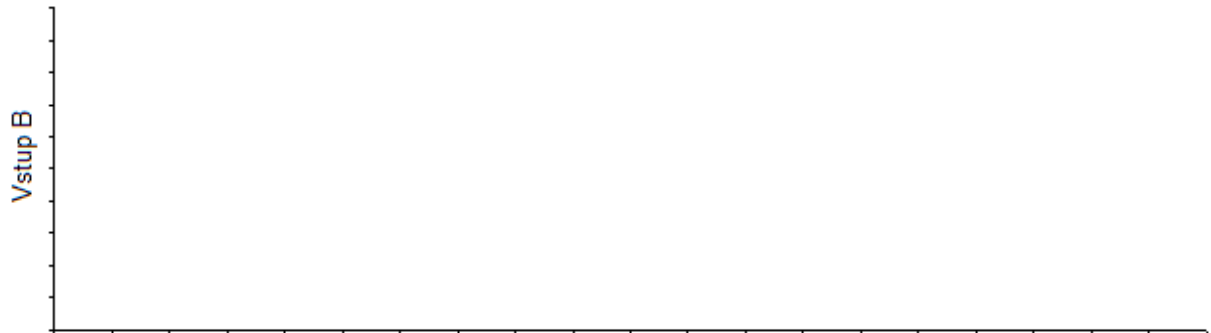
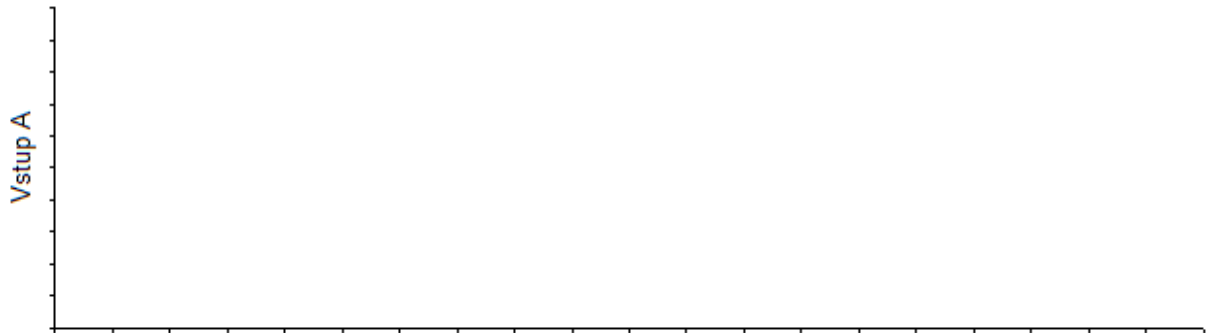
1. Zkus stejné měření: Integrovaný obvod MH 7400 zapojený jako logická funkce „NAND“.
2. Zkus stejné měření: Integrovaný obvod MH 7400 zapojený jako logická funkce „NOR“.
3. Zkus další logické funkce:



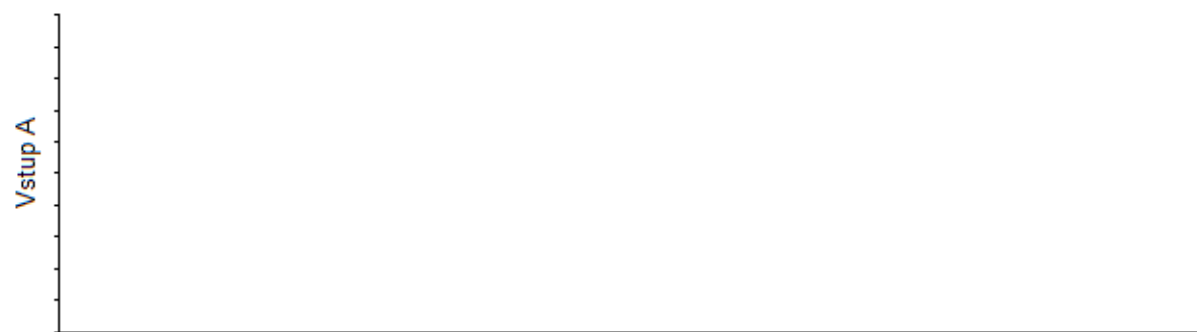
4. Vyzkoušej funkci jiných **číslicových** integrovaných obvodů. Např. MH 7493, MH 74153, ....
5. Vyzkoušej funkci jiných **analogových** integrovaných obvodů. Např. NE 555, ...

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.10 Integrovaný obvod</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

### 1. Logická funkce „AND“



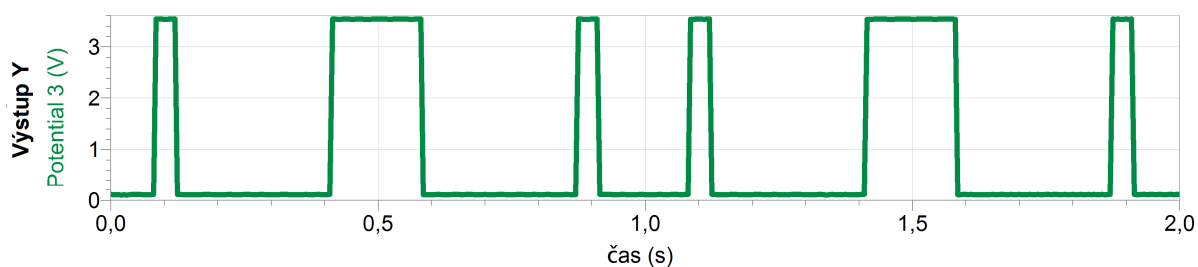
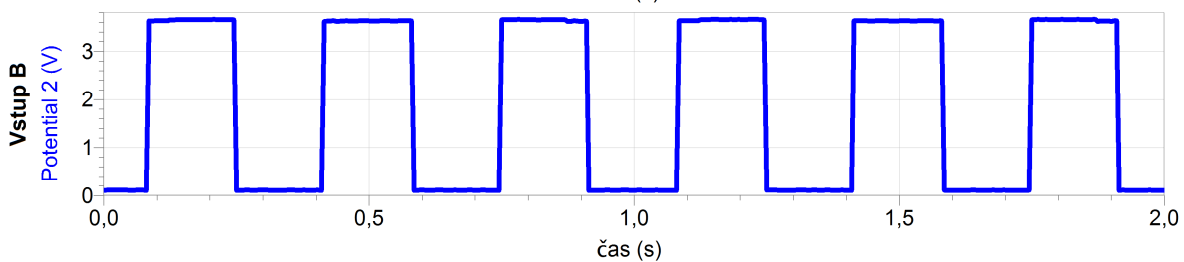
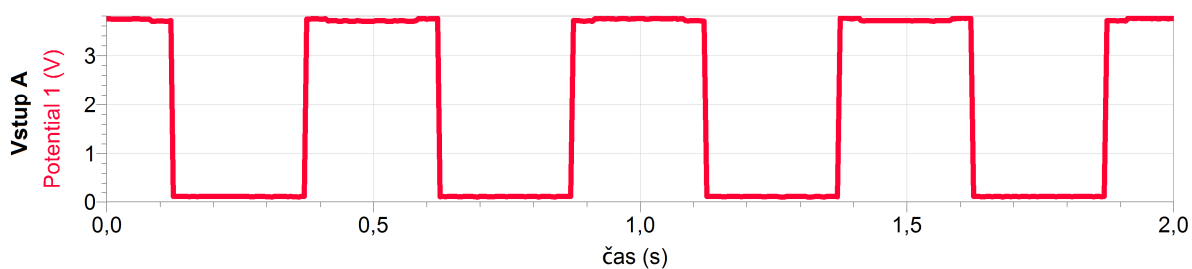
## 2. Logická funkce „OR“



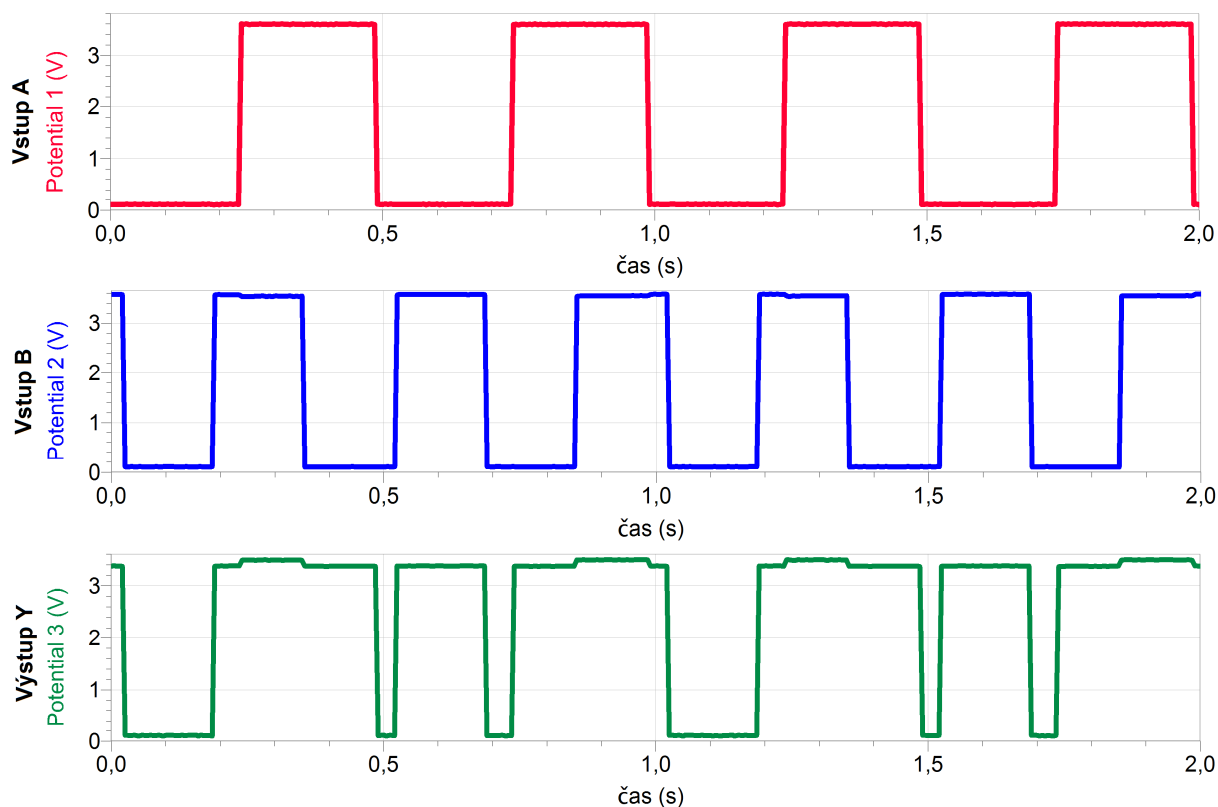
## 3. Závěr:

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.10 Integrovaný obvod</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

### 1. Logická funkce „AND“



## 2. Logická funkce „OR“



## 3. Závěr:

**Logická funkce AND = logický součin:** Maximální hodnota napětí na výstupu Y bude tehdy, když v daný okamžik bude současně na obou vstupech A a B maximální hodnota napětí.

Jinými slovy: Na výstupu Y bude logická jednička tehdy, když v daný okamžik bude současně na obou vstupech logická jednička.

**Logická funkce OR = logický součet:** Maximální hodnota napětí na výstupu Y bude tehdy, když v daný okamžik bude alespoň na jednom ze vstupů A nebo B maximální hodnota napětí.

Jinými slovy: Na výstupu Y bude logická jednička tehdy, když v daný okamžik bude alespoň na jednom ze vstupů A nebo B logická jednička.

**Fyzikální princip**

**Radioaktivita** je samovolná přeměna jader. Při přeměnách jader vzniká **záření** alfa, beta, gama a další. **Poločas přeměny** je doba, za kterou se přemění polovina původního počtu radioaktivních jader. Ionizující záření **škodí** všem živým buňkám a je potřeba se před ním **chránit**.

**Cíl**

Změř **úroveň pozadí** v místnosti a na louce. Ověř účinek ozáření detektoru od zdroje záření na **vzdálenosti, době, tloušťce stínění a materiálu stínění**. Ověř **zákon radioaktivní přeměny**. Urči **poločas přeměny** baria  $^{137m}\text{Ba}$ .

**Pomůcky**

LabQuest, kabel k propojení detektoru s LabQuestem (viz doplňkový text), detektor záření DRM-BTD, souprava GAMABETA (GABEset-1), souprava GABEset-2.



## Schéma



## Postup

1. **Propojíme** detektor záření DRM-BTD (od firmy Vernier) nebo indikátor záření IRA ze soupravy GAMABETA 2007 (starší GABEset-1) do konektoru DIG 1 LabQuestu. V druhém případě musíme požit propojovací kabel (viz doplňkový text nebo [odkaz](#)).
2. **Zapneme** LabQuest. V menu Senzor – Nastavení senzorů vybereme pro DIG 1 Detektor radiace. Je výhodné připojit **dva detektory** současně: Druhý do DIG 2. Oba **umístíme** na **různá** místa (ne vedle sebe).
3. V menu Sensory – Záznam dat **nastavíme**: Frekvence: **0,1 čtení/s** a Trvání: **100 s**.
4. V menu Graf – Parametry grafu **zvolíme** Automatické měřítko od nuly.
5. Detektor (y) záření **postavíme** volně na stůl. **Nepoužíváme žádný zdroj záření!**
6. **Zapneme Sběr dat**. Měření bude probíhat 100 s v 10 s intervalech. Vykresluje (i) se křivka (y), která (é) znázorňuje (i) radioaktivitu kolem nás (**pozadí**) v místnosti nebo na louce. Radioaktivita je přirozenou součástí našeho života. Pokud použijeme dva detektory současně, vidíme, že na různých místech je jiný nápočet. Radioaktivní přeměny mají statistickou povahu.
7. Po skončení měření **uložíme** (menu Graf – Uložit měření).
8. Pro další měření můžeme změnit v menu Sensory – Záznam dat **nastavíme**: Frekvence: **0,01 čtení/s** a Trvání: **1 000 s**.
9. V dalších měřeních postupujeme stejně (bod 6. a 7.), ale můžeme plnit různé úkoly:
  - a) Stanovit účinek **vzdalování** detektoru od zdroje záření (použijeme školní zdroj záření ze soupravy GAMABETA). Pokud použijeme dva detektory současně, jeden necháme samostatně a druhý budeme ozařovat zdrojem záření z různých vzdáleností a v 10 s (případně při změně nastavení bod 8. – 100 s) intervalech budeme zdroj záření postupně po **2 cm vzdalovat** od detektoru.
  - b) Stanovit míru **absorpce** záření **beta** a **gama** v závislosti na **tloušťce** vrstvy stínícího materiálu. Jeden detektor ozařujeme zářením beta a druhý zářením gama (ze školního zdroje záření). Přitom v daných časových intervalech měníme tloušťku měděné destičky (viz návod k soupravě GAMABETA). Vzhledem k tomu, že je možno nastavit 6 různých tloušťek destičky (ek), potom je vhodné dobu trvání změnit na 60 případně 600 sekund.
  - c) Stanovit rozdíl v **absorpci** záření beta a gama v závislosti na protonovém čísle stínícího **materiálu** shodné tloušťky. Souprava GAMABETA obsahuje destičky různých materiálů: hliník, železo, cín, měď, olovo. **První** měření provádíme **bez** absorpční destičky a potom **postupně** vystřídáme **destičky** z různých **materiálů**. Pro měření b) a c) je vhodnější doba trvání 600 s, protože změna tloušťky nebo materiálu vyžaduje dvě sekundy a tím zmenšíme chybu měření v jednotlivých intervalech.

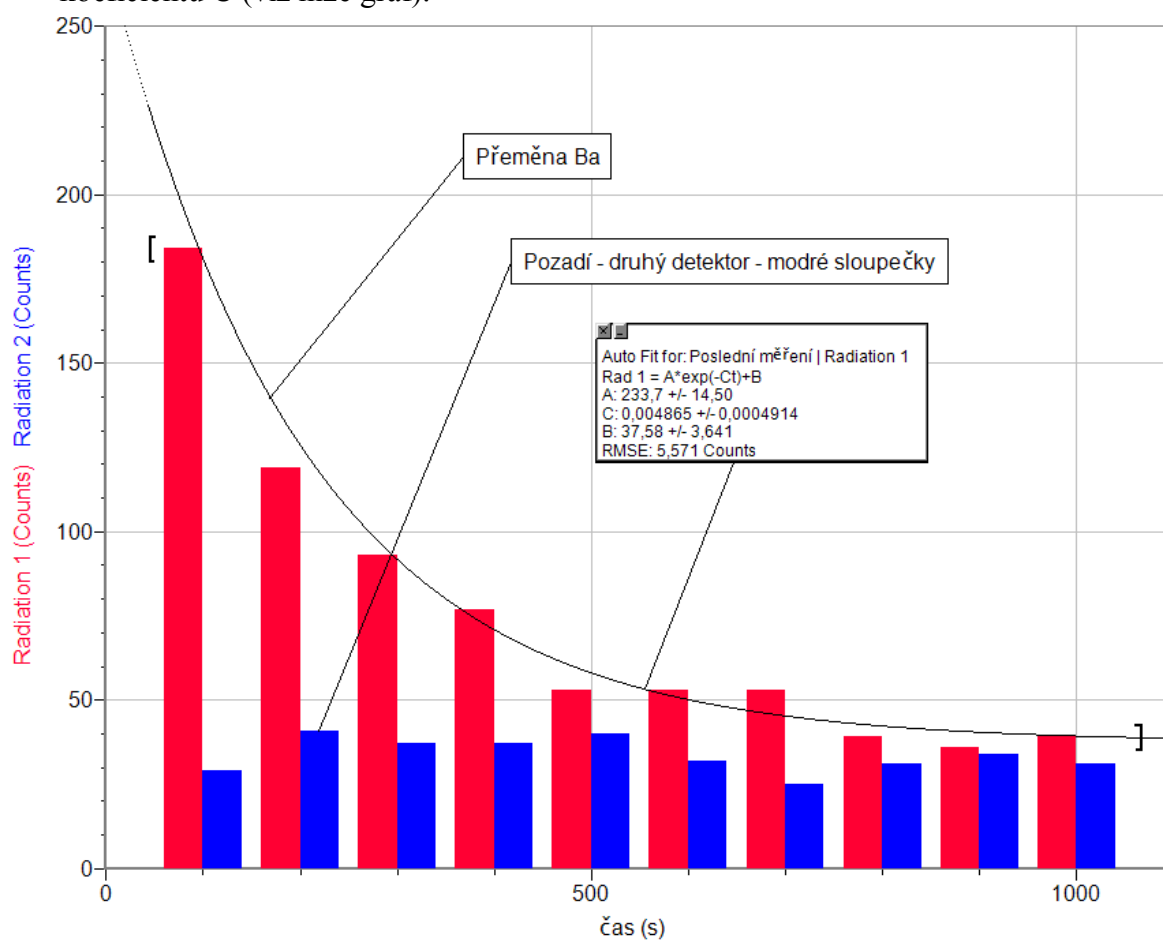


- d) Ověření **zákona radioaktivní přeměny**. Pro měření je potřeba ještě souprava GABEset-2, která umožňuje přípravu eluátu baria k určení poločasu přeměny baria  $^{137m}\text{Ba}$  (cca 150 s). K měření musíme provést nastavení v bodě 8.(viz výše). Postupujeme podle návodu v soupravě GABEset-2.

10. Vyslovíme závěry.

### Doplňující otázky

1. Zkus výše uvedená měření provést s připojeným LabQuestem k PC v programu **Logger Pro**. Zde je možno **nastavit** zobrazení grafu v **sloupečcích** – menu Nastavení – Nastavení grafu – Graph options – Bar graph.
2. Zkus proměřit poločas přeměny s připojeným LabQuestem k PC v programu Logger Pro. Pro detektor 1 můžeme provést **analýzu** grafu: Analýza – CurveFit – Natural exponent (proložit **exponenciální funkci**). Poločas rozpadu je pak převrácenou hodnotou koeficientu C (viz níže graf).





**PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY**Název úlohy: **4.11 Radioaktivita a ochrana před zářením**

Jméno:

*Podmínky měření:*

Třída:

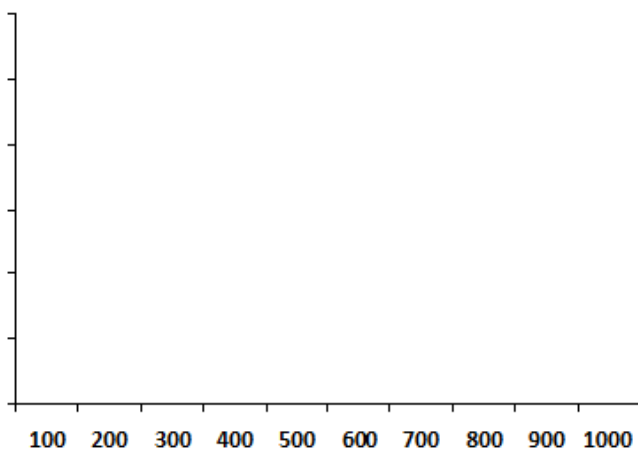
Teplota:

Datum:

Tlak:

Spolupracovali:

Vlhkost:

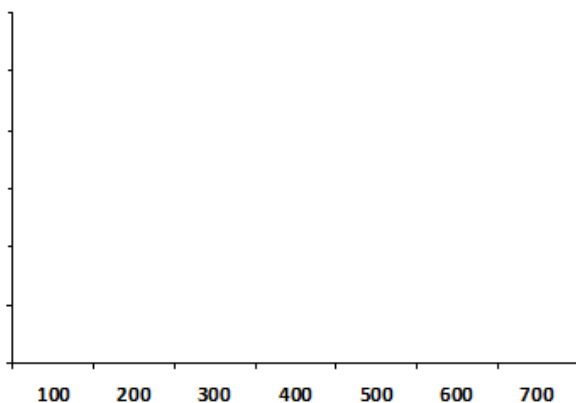
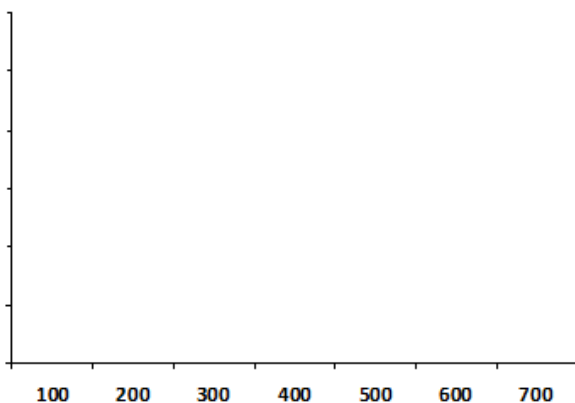
**1. Stanovit účinek vzdalování detektoru od zdroje záření.**

Závěr:

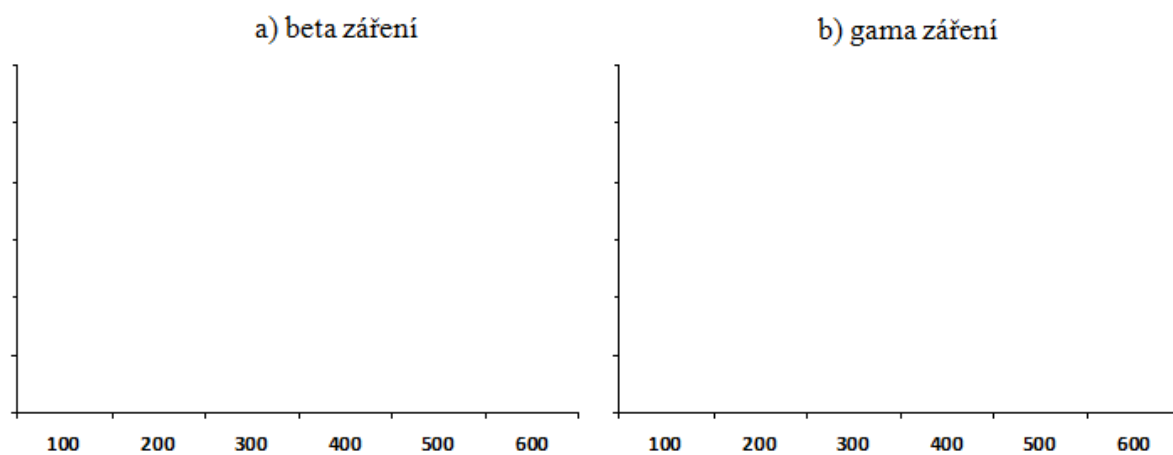
**2. Stanovit míru absorpce záření beta a gama v závislosti na tloušťce vrstvy stínícího materiálu.**

a) beta záření

b) gama záření

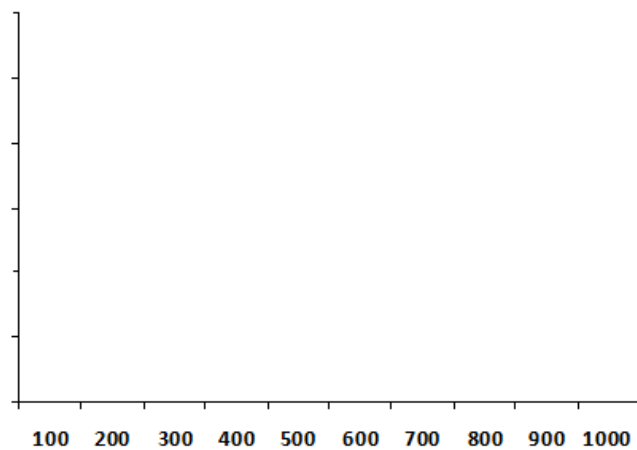
**3. Závěr:**

4. Stanovit rozdíl v absorpci záření beta a gama v závislosti na protonovém čísle stínícího materiálu shodné tloušťky.



5. Závěr:

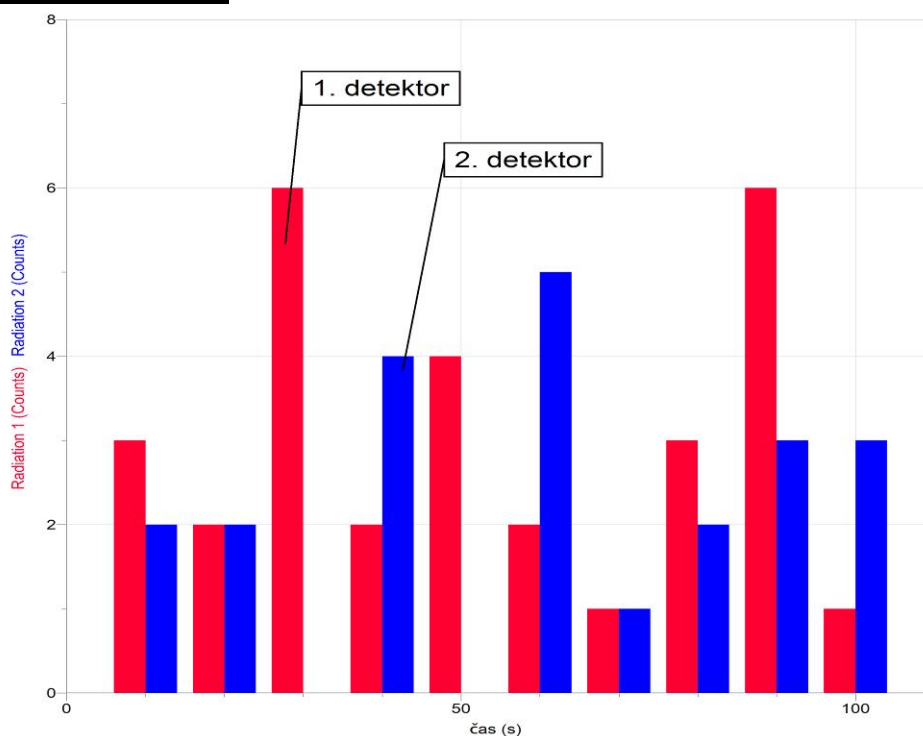
6. Ověření zákona radioaktivní přeměny



Závěr:

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.11 Radioaktivita a ochrana před zářením</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota: 24 °C
Datum:	Tlak: 1002 hPa
Spolupracovali:	Vlhkost: 50 %

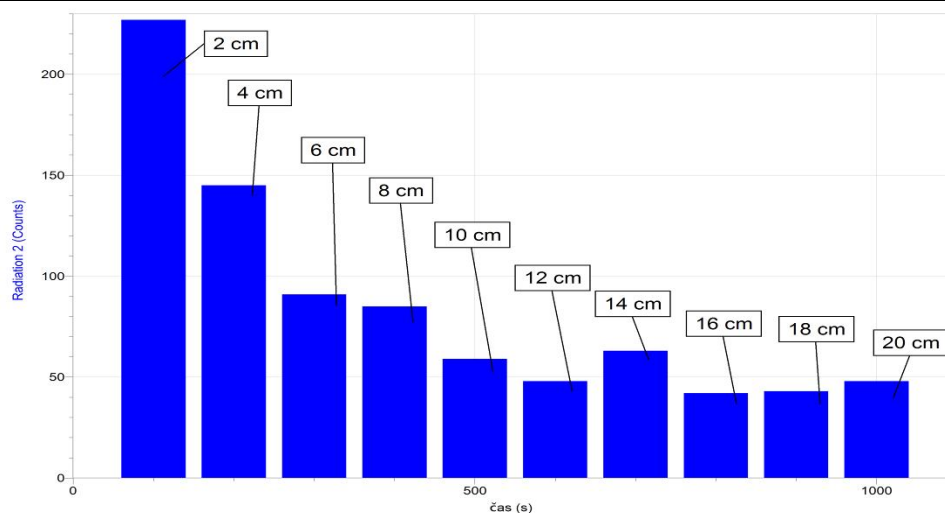
### 1. Měření pozadí (100 s)



#### Závěr:

Radioaktivní přeměny se řídí zákony pravděpodobnosti.

### 2. Stanovení účinku vzdalování detektoru od zdroje záření (ochrana vzdáleností)

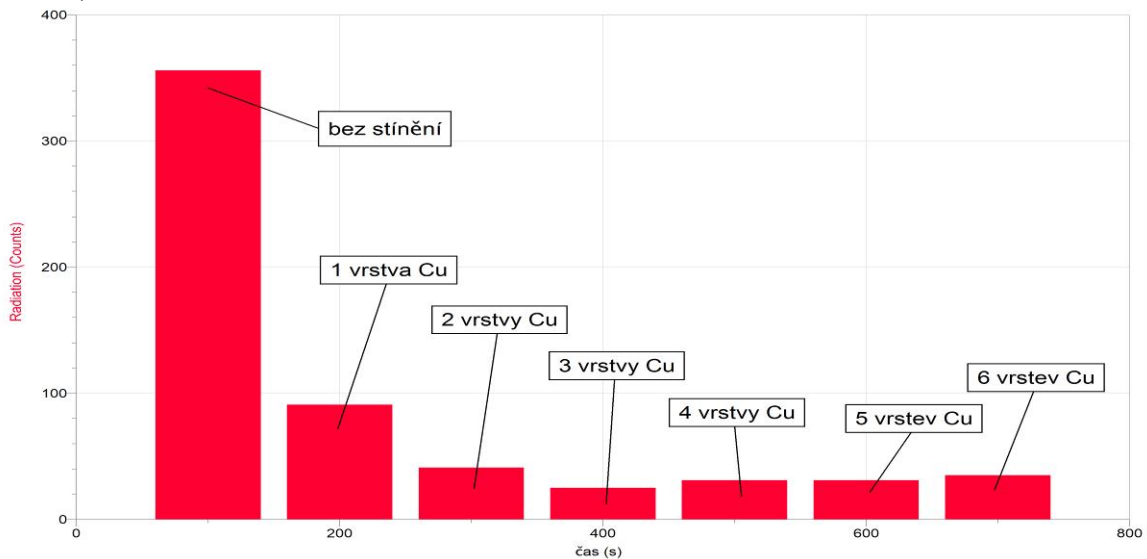


### Závěr:

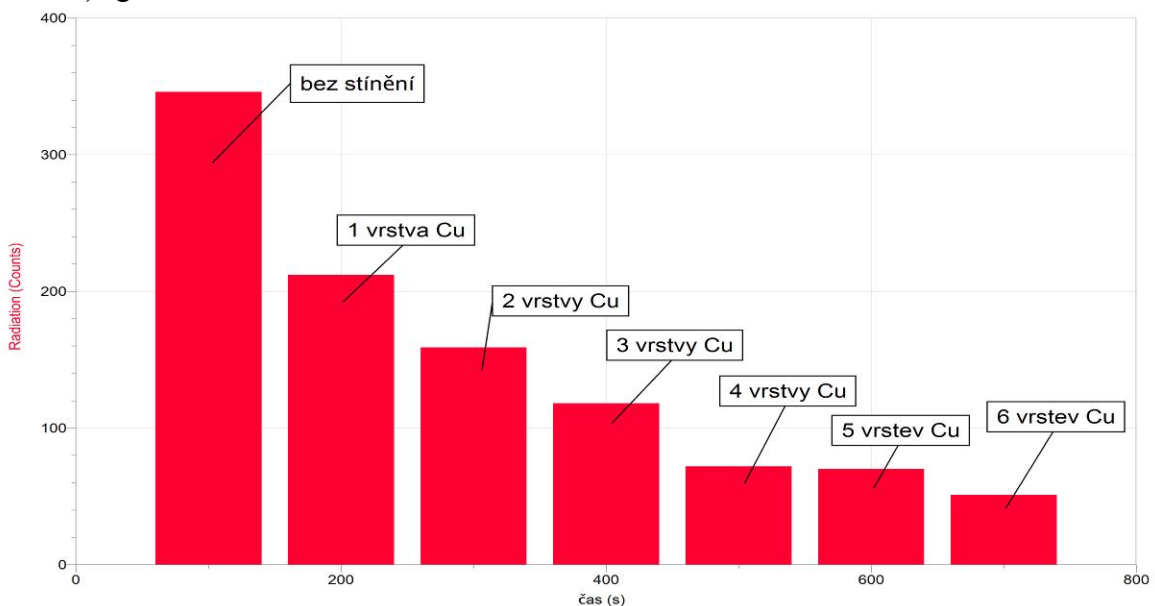
K měření byl použit zdroj beta záření. S rostoucí vzdáleností klesá počet detekovaných částic.

### 3. Stanovení míry absorpce záření beta a gama v závislosti na tloušťce vrstvy stínícího materiálu (ochrana vrstvou materiálu)

#### a) beta záření



#### b) gama záření



### Závěr:

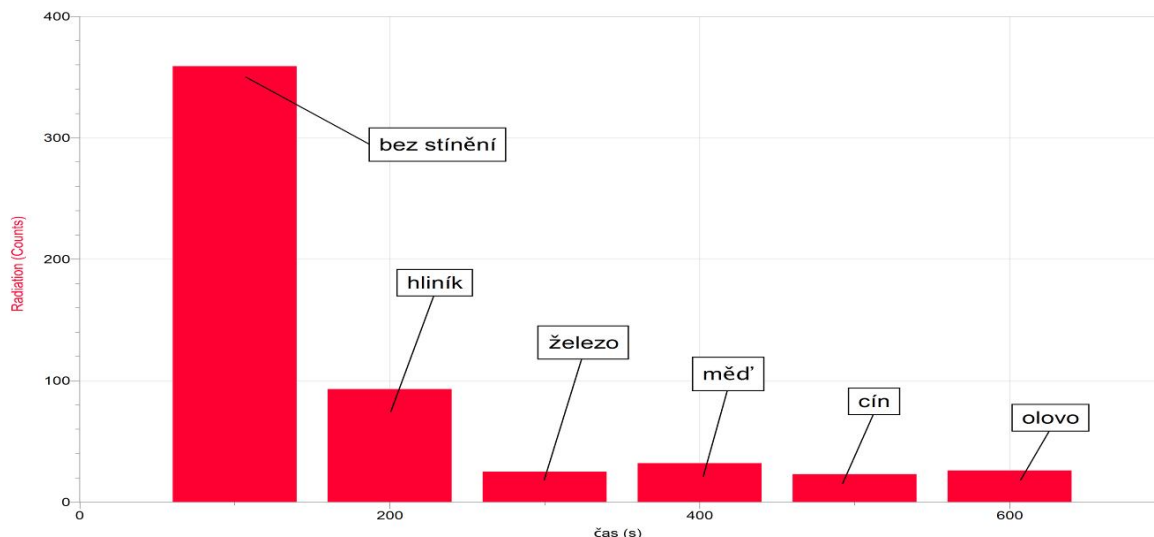
Čím je stínící materiál silnější, tím více je radioaktivní záření látkou pohlceno.

Z porovnání obou grafů je zřejmé, že gama záření je mnohem pronikavější než beta záření.

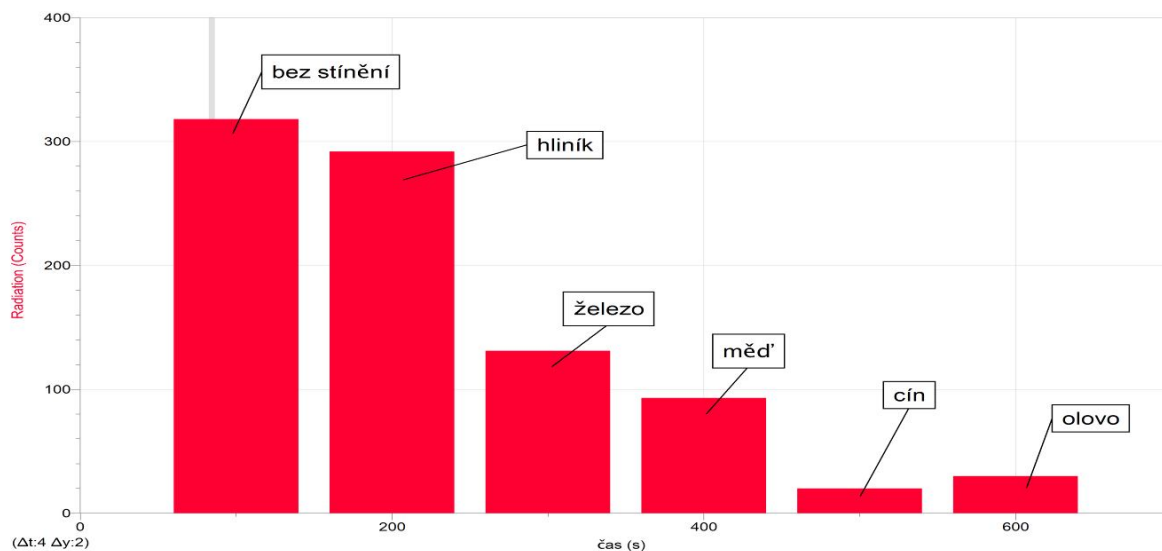
#### 4. Stanovení rozdílu v absorpci záření beta a gama v závislosti na protonovém čísle stínícího

materiálu shodné tloušťky (ochrana různými materiály stejné tloušťky)

a) beta záření



b) gama záření

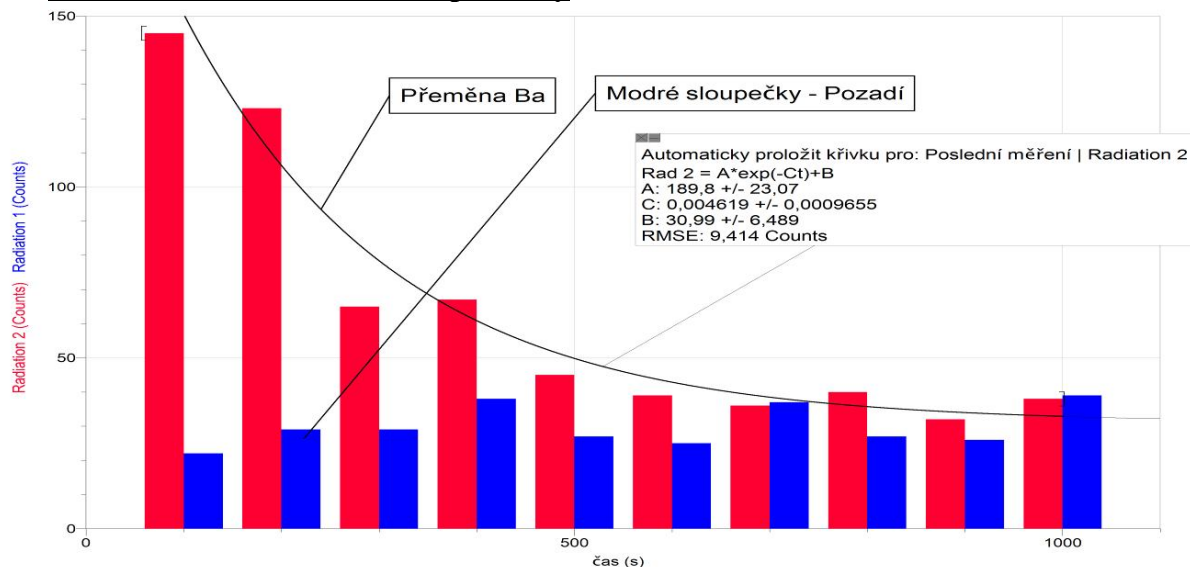


#### Závěr:

Použitím materiálu tvořeného prvkem s vyšším protonovým číslem obecně docílíme většího stínění.

Z porovnání obou grafů vyplývá, že gama záření je mnohem pronikavější než beta záření. Jinými slovy k odstínění gama záření je zapotřebí látka tvořená prvkem s mnohem vyšším protonovým číslem než je tomu u beta záření.

## 5. Ověření zákona radioaktivní přeměny



### **Závěr:**

*Zákon radioaktivní přeměny matematicky určuje počet částic, který se ještě nerozpadl a vytváří zbytek vzorku radionuklidu. Tento počet částic s postupujícím časem exponenciálně klesá.*

*Výše uvedený graf popisuje podobnou, ale odlišnou záležitost, a to počet částic, který za daný časový okamžik z radioaktivního vzorku unikl. Při pokusu byl použit vzorek s izotopem baria, který vyzařoval gama záření. V tomto případě lze také použít analogii s částicemi, ačkoli docházelo k deexcitaci vzorku. Je vidět, že aktivita radioaktivního zářiče s postupujícím časem klesá. Pokles lze opět charakterizovat klesající exponenciální křivkou.*



**Fyzikální princip**

**Slunce** vysílá elektromagnetické záření do prostoru. Dopadne-li toto záření na nějaké jiné těleso a dojde-li k pohlcení tohoto záření, zvýší se vnitřní energie tohoto tělesa. Souhrnně se vzájemné sálání a pohlcování při dvou nebo i více tělesech s různými teplotami nazývá **sdílení tepla sáláním**. Dopadne-li toto záření na jiné těleso, je částečně **pohlceno**, část se **odráží** a část **prochází** tělesem. Pohlcené záření způsobuje **zvýšení vnitřní energie** tělesa, odražené záření dopadá na jiná tělesa a procházející záření přechází na jiná tělesa.

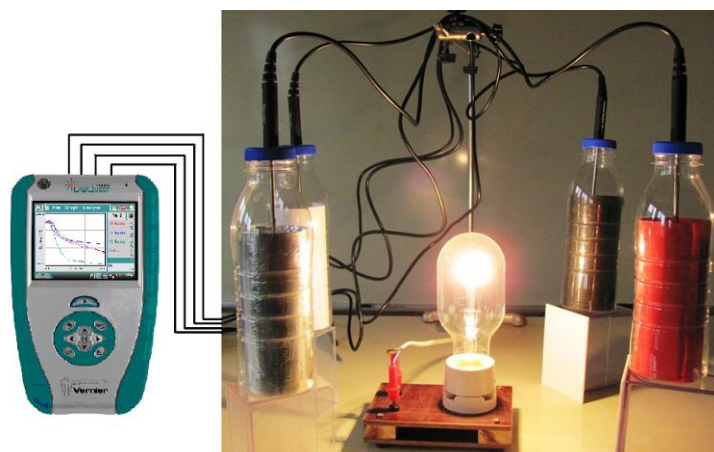
**Pohltivost** a **odrazivost** záření u tělesa závisí především na **jakosti** povrchu a také na **barvě** povrchu. V praxi má tento poznatek význam především při konstrukci různých zařízení, např. bílé chladničky a mrazáky (aby se co nejvíce záření odrazilo), v létě nosíme především světlé oblečení. Chceme-li naopak, aby se co nejvíce záření **pohltilo**, volíme **černou** barvu povrchu.

**Cíl**



Ověřit **pohltivost** různých povrchů.

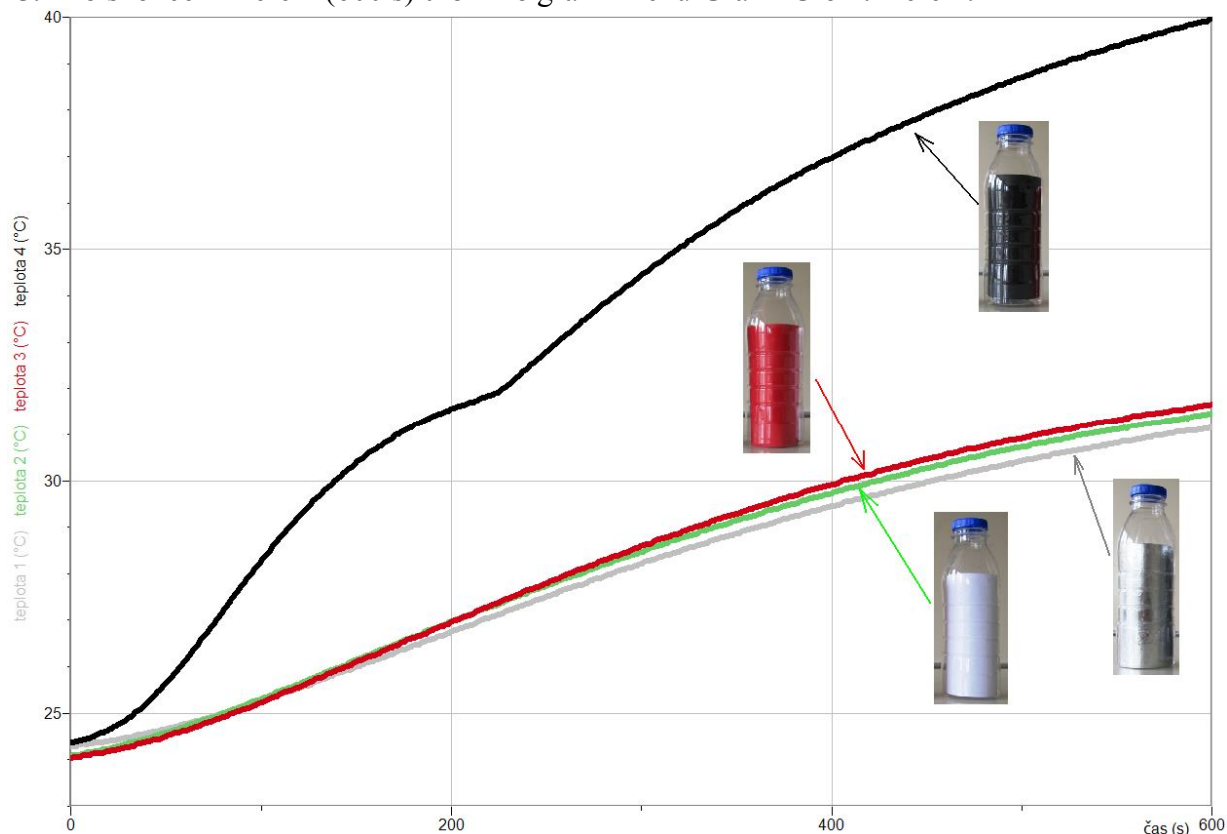
**Pomůcky**

LabQuest, 4 ks teploměr TMP-BTA, 4 ks PET láhví s různým povrchem, žárovka 100 W, 300 W.

**Schéma**

## Postup

1. **Připojíme** teploměry TMP-BTA ke vstupům CH1 až CH4 LabQuestu. Sestavíme měření podle schéma.
2. Zapneme LabQuest a nastavíme v menu **Senzory** – Záznam dat: Trvání: 600 s, Frekvence: 1 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení grafu .
3. Zapneme žárovku 300 W.
4. Stiskneme tlačítko **START**  (měření) na LabQuestu.
5. Po skončení měření (600 s) **uložíme** graf – menu Graf – Uložit měření.



6. **Vyslovíme závěr** – jak závisí **pohltivost** a **odrazivost** záření u tělesa na **jakosti** povrchu a také na **barvě** povrchu.

## Doplňující otázky

1. Provedeme stejné měření se 100 W žárovkou.
2. Provedeme měření pro jiné barvy a povrchy.

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.12 Slunce - sdílení tepla sáláním</b>	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i>
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

### 1. Graf závislosti teploty na čase



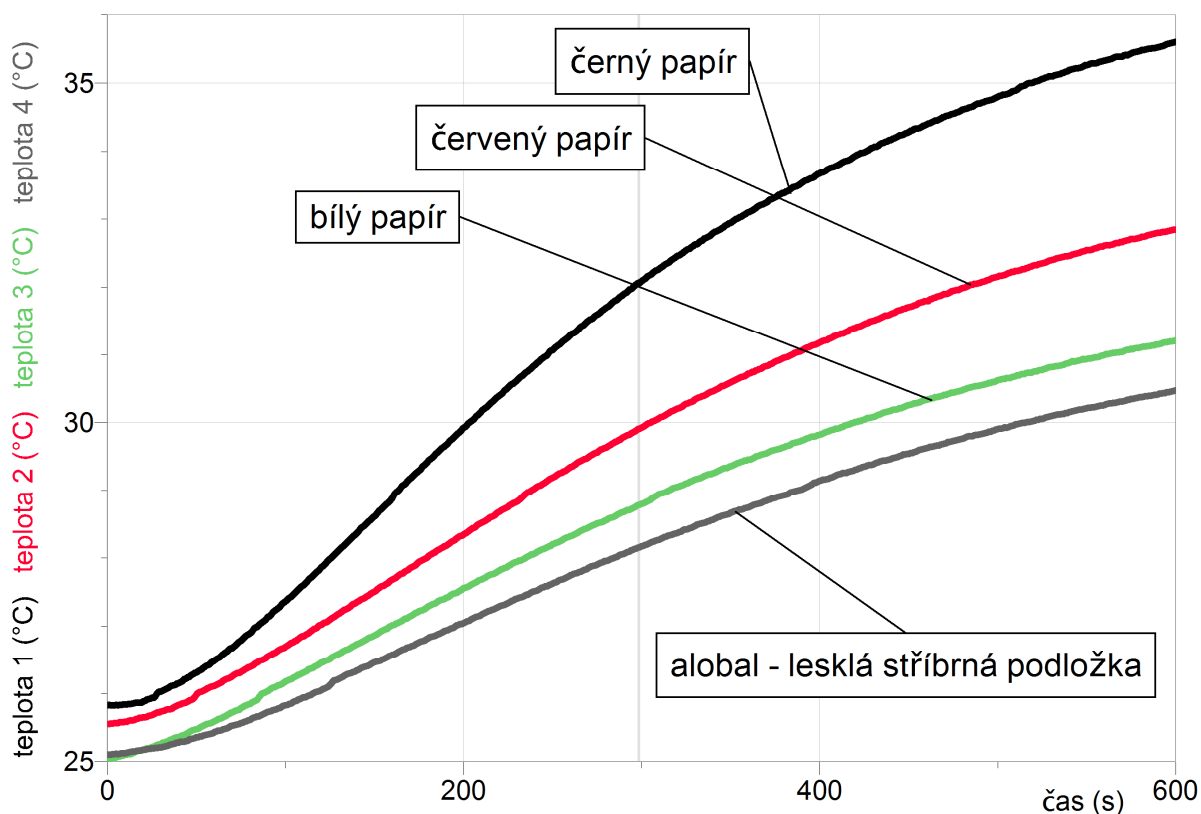
### 2. Závěr:

Jak závisí pohltivost a odrazivost záření u tělesa na jakosti povrchu a také na barvě povrchu?



Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9	
<b>PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY</b>	
Název úlohy: <b>4.12 Slunce - sdílení tepla sáláním</b>	
Jméno:	Podmínky měření:
Třída:	Teplota:
Datum:	Tlak:
Spolupracovali:	Vlhkost:

### 1. Graf závislosti teploty na čase



### 2. Závěr:

Jak závisí pohltivost a odrazivost záření u tělesa na jakosti povrchu a také na barvě povrchu?

*Pokud je povrch tělesa tmavší, je sluneční záření více pohlceno a méně odraženo.*

*Těleso s lesklým povrchem pohlcuje záření méně než těleso s matným povrchem (mají-li tělesa povrchy stejné barvy).*

*Seřazení těles podle jejich povrchu od největší po nejmenší pohltivost záření (neboli od největší*

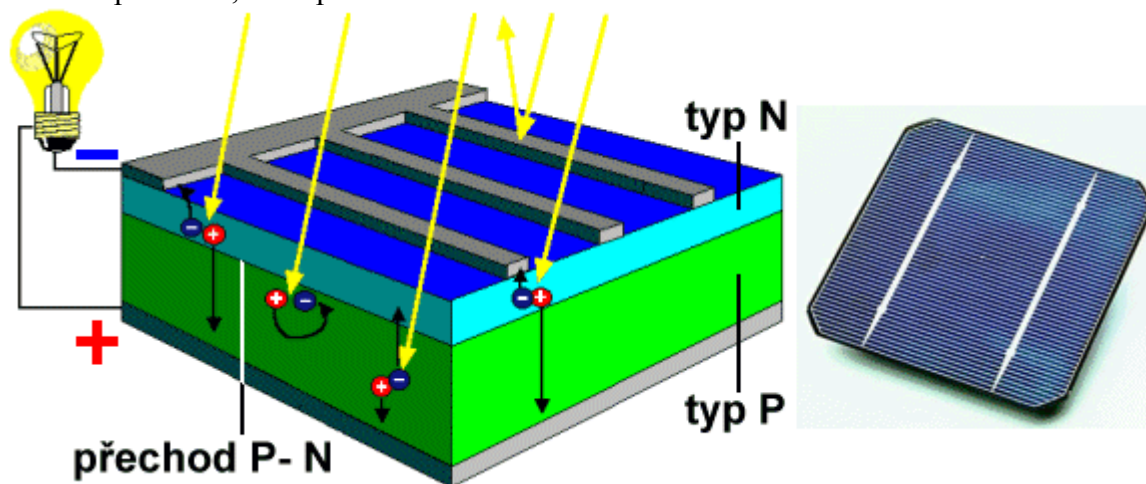
*po největší odrazivost záření) – vyplývá z měření:*

- těleso s matným černým povrchem (těleso s největší teplotou)
- těleso s matným červeným povrchem
- těleso s matným bílým povrchem
- těleso s lesklým stříbrným povrchem (těleso s nejnižší teplotou)



### Fyzikální princip

Fotodiodám s velkou plochou přechodu se říká **sluneční články**. Sluneční články se zapojují do série a paralelně, tvoří pak **sluneční baterie**.

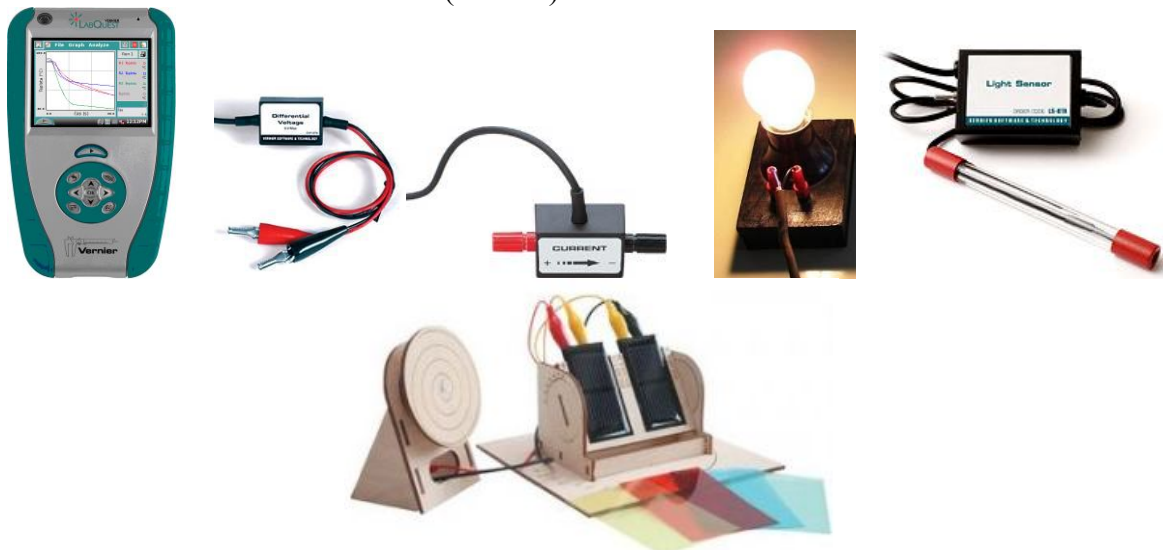


### Cíl

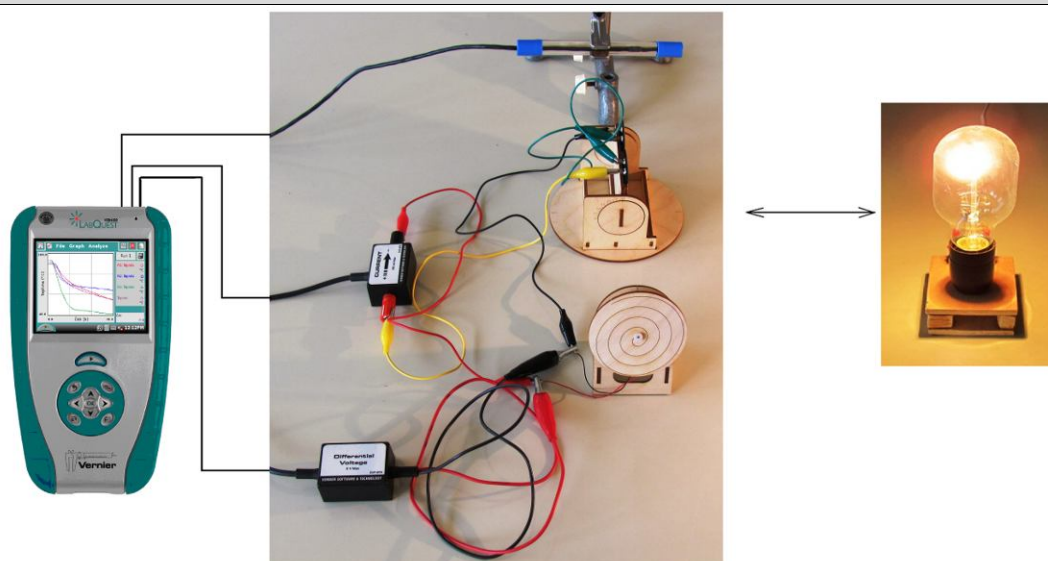
Změřit výkon  $P$  solárních článků v závislosti na osvětlení  $E$ .

### Pomůcky

LabQuest, voltmetr DVP-BTA, ampérmetr DCP-BTA, žárovka 100 W, luxmetr LS-BTA, solární stavebnice New Generation (Conrad).

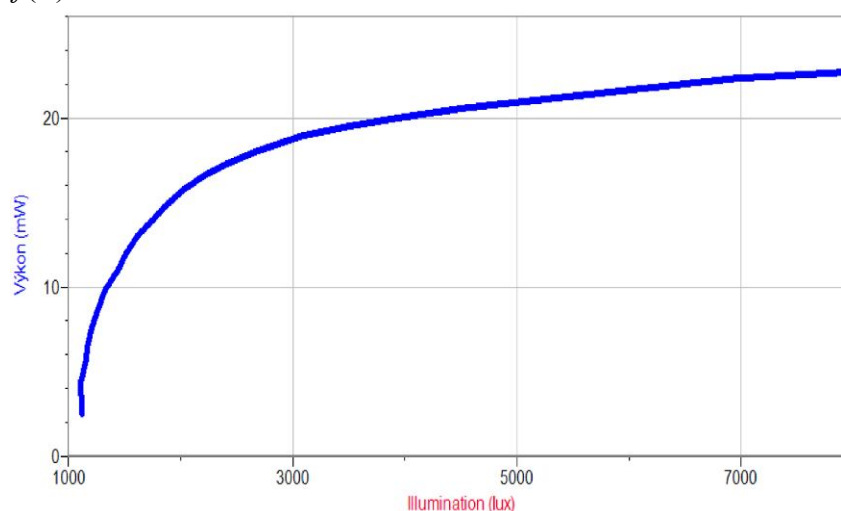


## Schéma



## Postup

1. Voltmetr, ampérmetr a luxmetr zapojíme do konektorů **CH 1**, **CH 2** a **CH3** LabQuestu.
2. Luxmetr umístíme vedle solárních panelů – bude měřit hodnotu osvětlení  $E$  solárních článků. K solárním panelům připojíme voltmetr a ampérmetr.
3. LabQuest připojíme přes USB k PC.
4. V programu Logger Pro v menu Data – Nový dopočítávaný sloupec zvolíme: Název: Výkon; Značka: P; Jednotka: mW; Výraz: "Potential"\*"Current"\*1000.
5. Na ose x zvolíme Osvětlení (Illumination (lux)) a na ose y Výkon (mW).
6. V menu Experiment – Sběr dat zvolíme: Vzorkovací frekvence: 1 vzorek/sekundu; dále zatrhneme volbu Nepřerušovaný sběr dat.
7. **Stiskneme** tlačítko Sběr dat v programu Logger Pro.
8. Plynule přibližujeme (případně vzdalujeme) žárovku k solárním článkům. Měříme závislost  $P = f(E)$ .



9. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
10. Vyslovíme závěr.

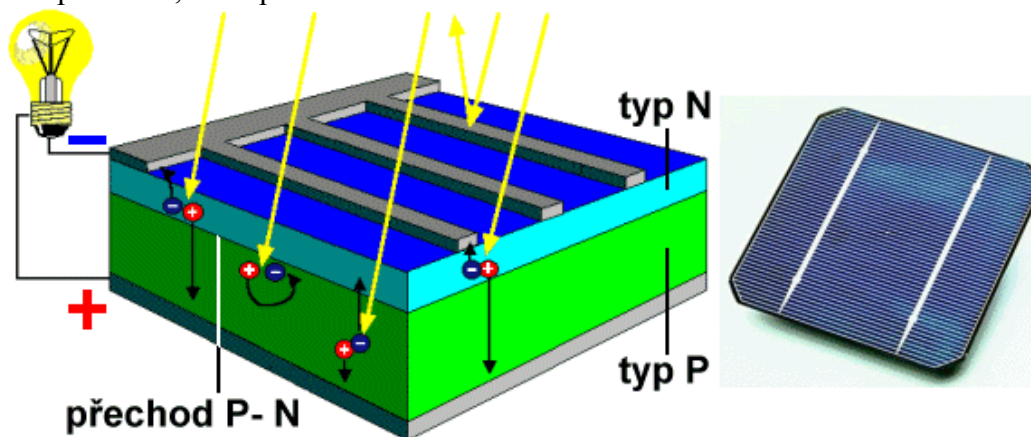
## Doplňující otázky

1. Změř výkon solárních článků zapojených sériově a paralelně.



**Fyzikální princip**

Fotodiodám s velkou plochou přechodu se říká **sluneční články**. Sluneční články se zapojují do série a paralelně, tvoří pak **sluneční baterie**.

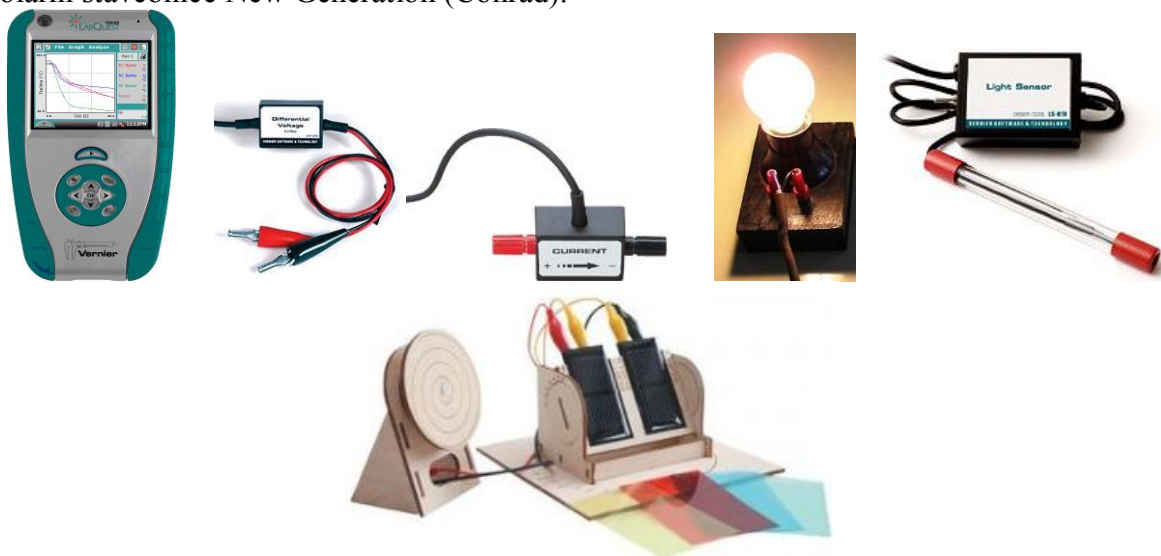


**Cíl**

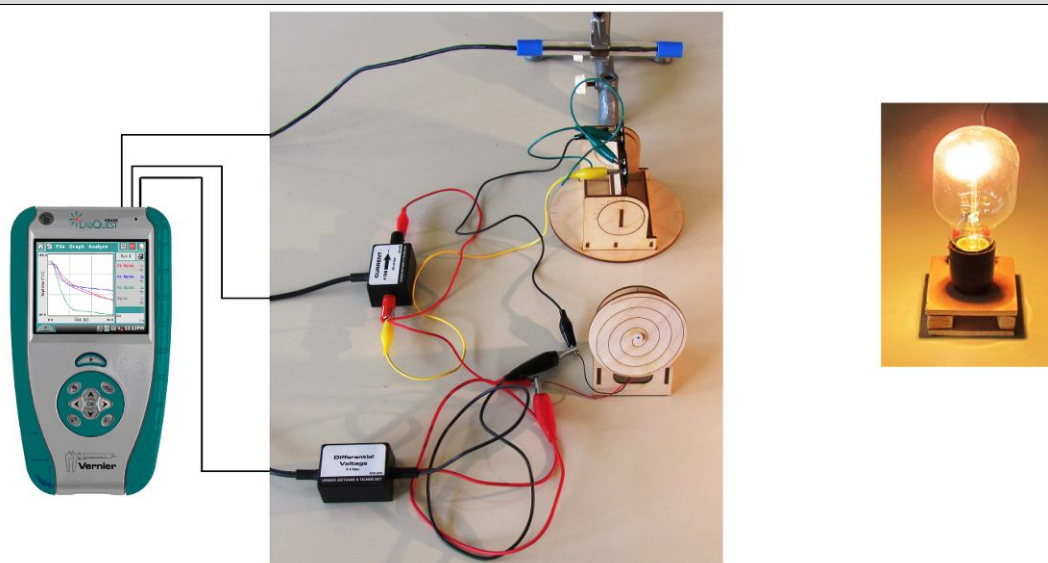
Změřit výkon  $P$  solárních článků v závislosti na úhlu natočení solárních článků vzhledem ke zdroji světla.

**Pomůcky**

LabQuest, voltmetr DVP-BTA, ampérmetr DCP-BTA, žárovka 100 W, luxmetr LS-BTA, solární stavebnice New Generation (Conrad).

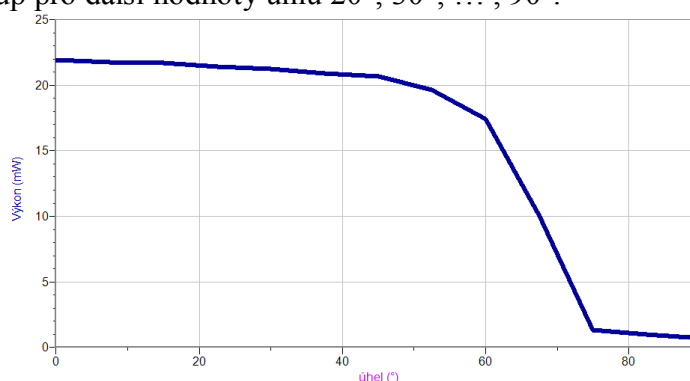


## Schéma



## Postup

1. Voltmetr, ampérmetr a luxmetr zapojíme do konektorů **CH 1, CH 2 a CH3** LabQuestu.
2. Luxmetr umístíme vedle solárních panelů – bude měřit hodnotu osvětlení  $E$  solárních článků. K solárním panelům připojíme voltmetr a ampérmetr.
3. LabQuest připojíme přes USB k PC.
4. V programu Logger Pro v menu Data – Nový dopočítávaný sloupec zvolíme: Název: Výkon; Značka: P; Jednotka: mW; Výraz: "Potential"\*"Current"\*1000.
5. V menu Experiment – Sběr dat zvolíme: Mód: Události se vstupy; Název sloupce: Úhel; Značka:  $\alpha$ ; Jednotky:  $^{\circ}$ .
6. Na ose x zvolíme Úhel ( $^{\circ}$ ) a na ose y Výkon (mW).
7. **Stiskneme** tlačítko Sběr dat v programu Logger Pro.
8. Žárovku umístíme v blízkosti solárních článků. Nepohybujeme s ní. Solární panely jsou nastavené kolmo ke směru šíření světla ze žárovky.
9. Stiskneme tlačítko Zachovat. Vložíme hodnotu úhlu  $0^{\circ}$ .
10. Natočíme solární panel o  $10^{\circ}$  od směru šíření světla. Využijeme úhloměr na stavebnici solárních panelů. Stiskneme tlačítko Zachovat. Vložíme hodnotu úhlu  $10^{\circ}$ .
11. Opakujeme postup pro další hodnoty úhlů  $20^{\circ}, 30^{\circ}, \dots, 90^{\circ}$ .



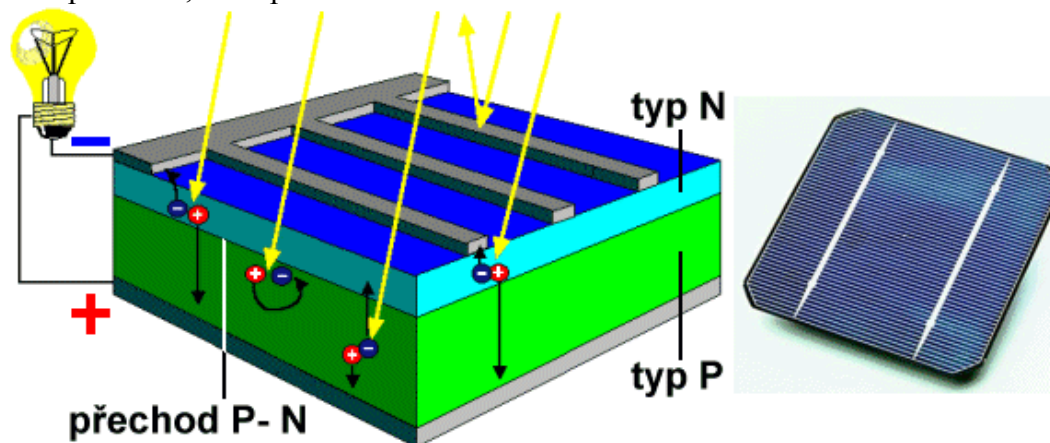
12. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
13. Vyslovíme závěr.
- 14.

## Doplňující otázky

1. Změř výkon solárních článků osvětlených Sluncem.

### Fyzikální princip

Fotodiodám s velkou plochou přechodu se říká **sluneční články**. Sluneční články se zapojují do série a paralelně, tvoří pak **sluneční baterie**.



### Cíl

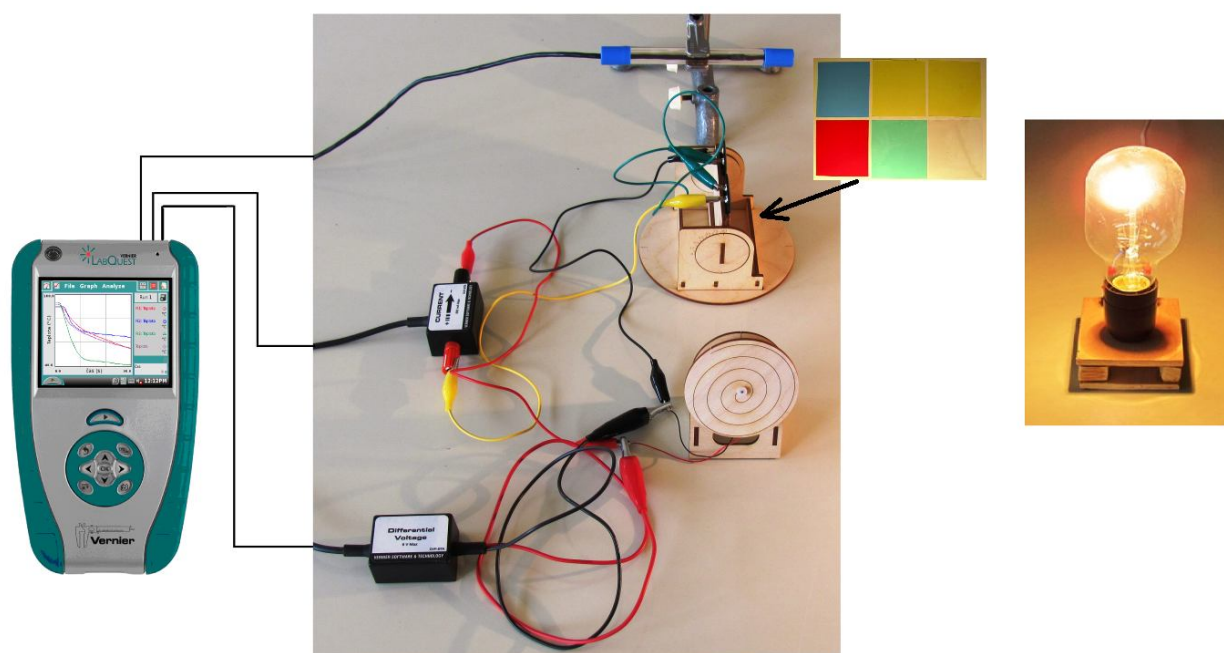
Změřit výkon  $P$  solárních článků v závislosti na vlnové délce světla - filtru.

### Pomůcky

LabQuest, voltmetr DVP-BTA, ampérmetr DCP-BTA, žárovka 100 W, luxmetr LS-BTA, solární stavebnice New Generation (Conrad), barevné filtry ze stavebnice.

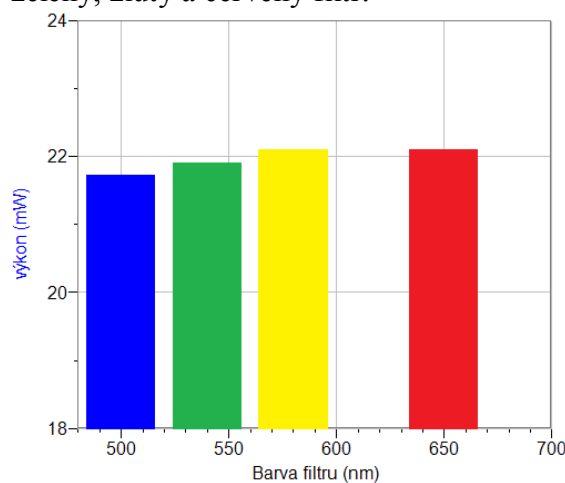


## Schéma



## Postup

1. Voltmetr, ampérmetr a luxmetr zapojíme do konektorů **CH 1**, **CH 2** a **CH3** LabQuestu.
2. K solárním panelům připojíme voltmetr a ampérmetr.
3. LabQuest připojíme přes USB k PC.
4. V programu Logger Pro v menu Data – Nový dopočítávaný sloupec zvolíme: Název: Výkon; Značka: P; Jednotka: mW; Výraz: "Potential"\*"Current"\*1000.
5. V menu Experiment – Sběr dat zvolíme: Mód: Události se vstupy; Název sloupce: Barva filtru; Značka:  $\lambda$ ; Jednotky: nm.
6. Na ose x zvolíme Barva filtru (nm) a na ose y Výkon (mW).
7. **Stiskneme** tlačítko Sběr dat v programu Logger Pro.
8. Žárovku umístíme v blízkosti solárních článků. Nepohybujeme s ní. Solární panely jsou nastavené kolmo ke směru šíření světla ze žárovky. Před solární články vložíme „modrý filtr“.
9. Stiskneme tlačítko Zachovat. Vložíme hodnotu vlnové délky modrého světla – 460 nm.
10. Opakujeme postup pro zelený, žlutý a červený filtr.



11. V menu programu Logger Pro zvolíme Experiment – Uchovat poslední měření.
12. Vyslovíme závěr.

### **Doplňující otázky**

1. Pomocí spektrofotometru změř vlnovou délku světla, které projde přes daný barevný filtr.
2. Vyzkoušej jiné barevné filtry.