

## Základy měření a bezpečnost v elektrotechnice

**Vybavení:** vodiče, 2x multimetr, spotřebič



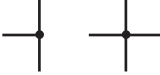



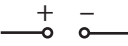






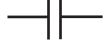


jméno:

body:

spolupracoval:

### Úkol č. 1: elektrotechnická schémata

1. Doplňte význam značek

### Úkol č. 2: správné zapojení a měření pomocí digitálního multimetru

1. Zakreslete schéma správného zapojení ampérmetru a voltmetru v jednoduchém obvodu.

2. Co se stane a proč, zapojíme-li ampérmetr místo voltmetru?

3. Co se stane a proč, zapojíme-li voltmetr místo ampérmetru?

4. Při měření multimetrem dodržujeme tento postup"

- Při odpojení přístroji nastavíme požadovaný rozsah požadované veličiny, raději volíme větší rozsah.
- Zapojíme multimetr do obvodu (– pól se připojuje na zemi, označení COM).
- Odečítáme hodnoty z displeje, v případě potřeby snížíme rozsah. POZOR na SPÁLENÍ pojistky při překročení rozsahu!
- Při delší nečinnosti multimetr odpojíme z obvodu (přerušíme obvod) a teprve poté vypneme.

5. Vyzkoušejte si uvedené zapojení a postup pro cvičné změření napětí a proudu na dané součástce.

**Úkol č. 3: změřte odpor lidského těla v různých situacích**

1. Změřte napětí zdroje (bude stálé během celého měření).

U=

2. Připravte si jednoduchý obvod, kde místo spotřebiče bude v obvodu „díra“.

3. Zapojte člověka do obvodu v různých situacích, změřte procházející proud a zapisujte do tabulky. Pozor na ZKRAT!

4. Na základě výpočtu doplňte odpor lidského těla do tabulky.

kdo	zapojení	proud	odpor těla
	L ruka – P ruka (suché)		
	2 prsty jedné ruky (suché)		
	2 prsty jedné ruky (mokrý)		
	2 prsty jedné ruky (mokrý + sůl)		
	L ruka – P ruka (suché)		
	2 prsty jedné ruky (suché)		
	2 prsty jedné ruky (mokrý)		
	2 prsty jedné ruky (mokrý + sůl)		
	L ruka – P ruka (suché)		
	2 prsty jedné ruky (suché)		
	2 prsty jedné ruky (mokrý)		
	2 prsty jedné ruky (mokrý + sůl)		

5. Doplňte tabulky na základě společné práce (neměřte!).

	fyziologické účinky	max. proud AC	max. proud DC
práh reakce			
práh odpoutání			
práh fibrilace			
norma			

bezpečné napětí --->	AC	DC
----------------------	----	----

6. Odpovězte, zdůvodněte:

a) Která část těla má rozhodující vliv na celkový odpor?

b) Proč se naměřený odpor různých lidí výrazně liší?

c) Jaké zapojení člověka do obvodu je nejméně a jaké nejvíce nebezpečné? Nakreslete schémata.

d) Nejmenší možný odpor lidského těla je asi 5 000 Ohmů. Jaké nebezpečí hrozí při zapojení k síťovému napětí 230 V?  
Proč většinou dotyk síťového napětí 230 V člověka pouze „kopne“?

e) Proč se při překročení prahu odpoutání nelze vodiče pustit?

f) Proč napětí 50 kV na Van der Graaffově generátoru není člověku nebezpečné?  
Proč autobaterie, která dokáže dodávat proud až 100 A, není člověku nebezpečná?

g) Proč vzniká nejvíce smrtelných úrazů u vysokého napětí (nad 1 000 V)?

h) Jaké nebezpečí nám hrozí od nekvalitních nebo rozbitých spotřebičů?

## Zatěžovací charakteristika zdroje napětí

**Vybavení:** zdroj, multimetry, vodiče, reostat

**Úkol:** změřte **zatěžovací charakteristiku zdroje napětí**

jméno:	body:
spolupracovali:	

1. Sestavte jednoduchý obvod ze zdroje a reostatu, reostat nastavte na maximální hodnotu odporu.  
Připojte voltmetr a ampérmetr. Nezapojujte zdroj. Nakreslete schéma obvodu včetně vnitřního odporu zdroje.

2. Po kontrole učitelem zapojte zdroj. Pomocí reostatu zvyšujte proud obvodem až do maximální možné hodnoty.  
Pozor na překročení rozsahu ampérmetru! Zapište přibližně 10 hodnot proudu a napětí.  
K těmto hodnotám dopočítejte výkon.

napětí svorkové										
proud obvodem										
výkon										

3. Sestrojte
- a) **zatěžovací charakteristiku zdroje** – graf, který udává závislost svorkového napětí na proudu,
  - b) **výkonovou charakteristiku zdroje** – graf, který udává závislost výkonu na proudu.
- Grafy sestrojte přehledně na samostaný papír A4.

4. Na základě výsledků měření a grafů se pokuste charakterizovat vlastnosti zdroje – vnitřní odpor, maximální proud, maximální výkon.

## Voltampérové charakteristiky

**Vybavení:** zdroj, multimetry, vodiče, reostat, ...

**Úkol:** změřte VA charakteristiku různých prvků

jméno:	body:
spolupracovali:	

1. Zapojte potenciometr ke zdroji a pomocí dvou voltmetrů otestujte jeho funkci. Zakreslete schéma zapojení a stručně popište jeho funkci.

2. Nakreslete schéma pro měření VA charakteristiky rezistoru a žárovky. Zapojte obvod a změřte VA charakteristiku pro přibližně 10 hodnot napětí a proudu (záznam na samostatný papír). U žárovky zaznamenejte hodnotu napětí, kdy bylo možné poprvé pozorovat rozžhavení vlákna.

3. Nakreslete schéma pro měření VA charakteristiky LED. Použijte ochranný rezistor. Zapojte obvod a změřte VA charakteristiku pro přibližně 10 hodnot napětí a proudu. Zaznamenejte hodnotu napětí, kdy se LED poprvé rozsvítila. Proud diodou NESMÍ překročit 30 mA!

4. Opakujte měření pro LED jiné barvy.

5. Zapojte dvě LED různé barvy paralelně a pomalu zvyšujte napětí. Popište výsledek pokusu a vysvětlete.

## 6. Odpovězte na otázky

(a) Jak se mění odpor rezistoru? Jakou maximální a minimální hodnotu odporu jste získali?

(b) Jak se mění odpor žárovky? Jakou maximální a minimální hodnotu odporu jste získali? Jaká byla teplota žárovky, když bylo možné poprvé pozorovat rozžhavení vlákna? Teplotní součinitel elektrického odporu wolframu je  $0,005 \text{ K}^{-1}$ .

(c) Jak se mění odpor LED? Jakou maximální a minimální hodnotu jste získali? Proč je nutné použít u LED ochranný rezistor? Jakou hodnotu odporu byste zvolili pro napájení LED zdrojem 9 V?

(d) Porovnejte příkon LED a žárovky.

7. **Doma** zpracujte získané VA charakteristiky do grafů na počítači.

## Magnetické jevy

### Úkol 1: elektromotory

**Vybavení:** zdroj DC, zdroj AC, vodiče, elektromotory, ampérmetr.

1. Vezměte elektromotor buzený permanentním magnetem a připojte ho ke zdroji DC přes ampérmetr (rozsah 10 A).
2. Na základě pokusu popište funkci jednotlivých částí motoru:

stator:
rotor:
komutátor:

3. Navrhněte způsob, jak změnit směr otáčení rotoru, a otestujte ho. Zapište výsledek:

4. Uchopte rotor motoru pevně do ruky, připojte ho ke zdroji a změřte proud procházející motorem, který se netočí. Poté nechejte motor roztočit a znovu změřte proud. Pokuste se také o vysvětlení tohoto jevu:

\*5. Vezměte sériový elektromotor a **s pomocí učitele** ho zapojte ke zdroji DC (ampérmetr už nezapojujte).

- \*6. Navrhněte způsob, jak změnit směr otáčení rotoru, a otestujte ho. Zapište výsledek:

\*7. Který z motorů by fungoval i při napájení zdrojem AC?

### Úkol 2: magnetické pole cívky

**Vybavení:** zdroj DC, cívka, vodiče, ampérmetr, Hallova sonda.

1. Zjistěte potřebné parametry cívky, změřte procházející proud a vypočítejte velikost magnetické indukce ve středu cívky (solenoidu). Zapište do rámečku.
2. Pomocí Hallovy sondy změřte magnetickou indukci ve středu cívky a porovnejte s vypočítanou hodnotou. Zapište.

B – výpočet	B – měření
-------------	------------

3. Vložte do cívky železné jádro a změřte znovu magnetickou indukci (těsně u povrchu jádra). Vysvětlete:

### Úkol 3: magnetická síla

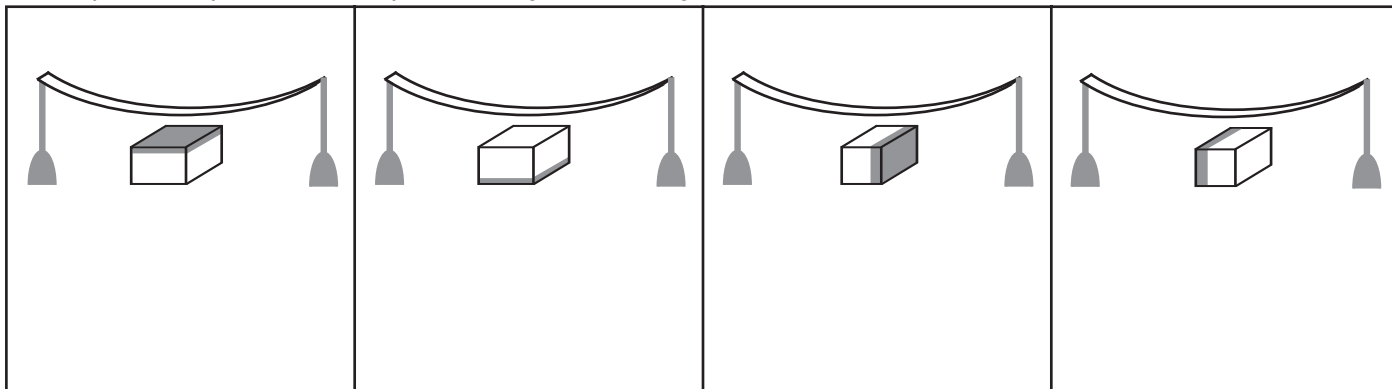
**Vybavení:** zdroj DC, zdroj AC, vodiče, tlačítko, hliníkový pásek, rezistor, stojany, magnet tvaru kvádrů.

1. Zapojte hliníkový pásek (umístěný mezi stojany) ke zdroji DC přes rezistor a tlačítko. Nakreslete schéma obvodu:

2. Vložte magnet pod pásek dle obrázku tak, aby mezi páskem

a magnetem byla mezera cca 1 mm. Poté sepněte obvod a sledujte chování pásku.

3. Vyzkoušejte všechny 4 polohy magnetu pod páskem. U všech popište a vysvětlete chování pásku pomocí magnetické síly. Nezapomeňte správně nastavit polaritu zdroje a dokreslit ji do obrázku.



4. Nyní zapojte hliníkový pásek ke zdroji AC a pokuste se vysvětlit jeho chování:

### Úkol 4: feromagnetika

**Vybavení:** zdroj DC, zdroj AC, vodiče, cívka, ocelový pásek, vzorky kovů, magnetická střílka, magnet.

1. Vezměte vzorky kovů a zjistěte, které jsou feromagnetické. Zapište:

2. Navrhněte způsob, jak co nejlíp trvale zmagnetovat ocelový pásek pomocí magnetu tak, aby měl na koncích opačné póly. Vyzkoušejte, ověřte pomocí kompasu a popište:

3. Navrhněte způsob, jak co nejlíp trvale zmagnetovat ocelový pásek pomocí cívky tak, aby měl na koncích opačné póly. Vyzkoušejte, ověřte pomocí kompasu a popište:

4. Navrhněte způsob, jak co nejlíp trvale odmagnetovat ocelový pásek pomocí cívky. Vyzkoušejte, ověřte pomocí kompasu a popište:

5. Je možné, aby měl magnet jiný počet pólů než dva? Kolik? Ověřte pokusem.



**Střídavý proud**

**Vybavení:** cívka, žárovka, multimetr, dioda, vodiče, notebook + VA senzor

jméno:

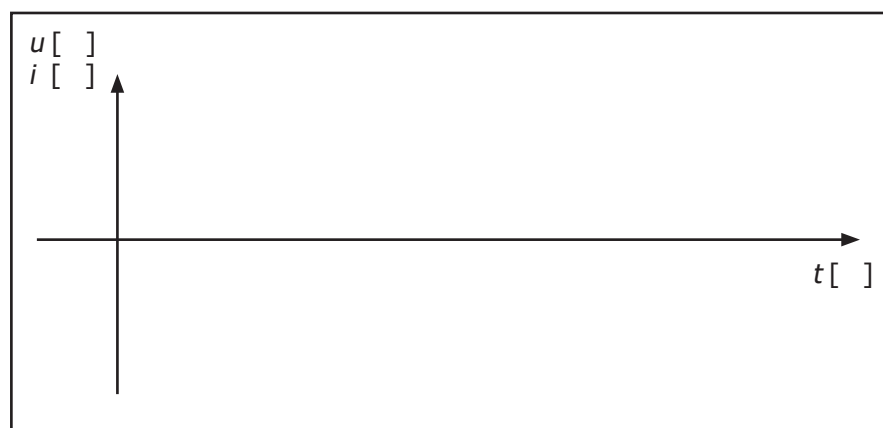
body:

spolupracovali:

**Úkol 1: obvod se žárovkou**

1. Zapojte žárovku do obvodu střídavého proudu. Do obvodu zapojte VA senzor (místo voltmetru a ampérmetru). Zakreslete schéma obvodu.

2. V programu nastavte vzorkovací frekvenci 1 000 Hz, zapněte režim osciloskop, zobrazte proud a napětí současně. Zakreslete přibližně časový průběh proudu a napětí:



	obvod s R (žárovka)
$U_m$	
$I_m$	
$f$	
$U_{ef}$	
$I_{ef}$	
$R$	

3. Z grafu určete:  $U_m$ ,  $I_m$ ,  $f$ . Vypočítejte  $U_{ef}$ ,  $I_{ef}$ ,  $R$ . Výsledky запиšte do tabulky.

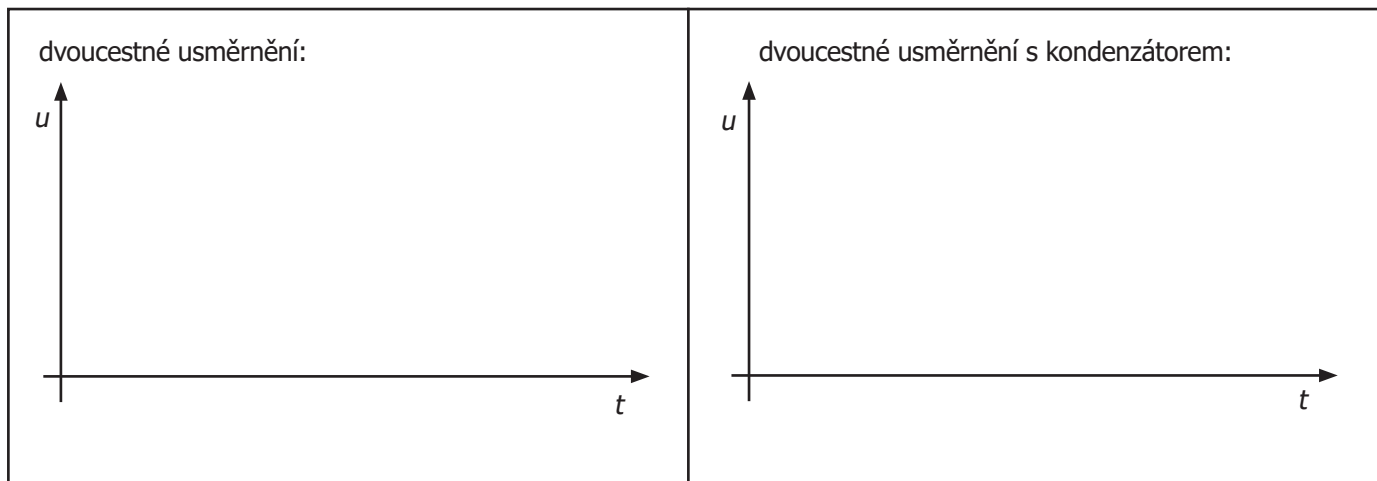
4. Pomocí multimetru změřte napětí na žárovce. Porovnejte s údaji získanými z grafu. Zapište výsledek:

5. Do obvodu zapojte diodu. Pozorujte změnu časového průběhu na osciloskopu a změnu svitu žárovky.

**Úkol 2: usměrňovač**

1. Zapojte žárovku do zdroje *stejnoseměrného* proudu. Do obvodu zapojte VA senzor (místo voltmetru a ampérmetru).  
 2. Pomocí počítače získejte časový průběh napětí na žárovce. Zapojte kondenzátor a sledujte rozdíl.

3. Zakreslete přibližně časový průběh napětí v obou případech:

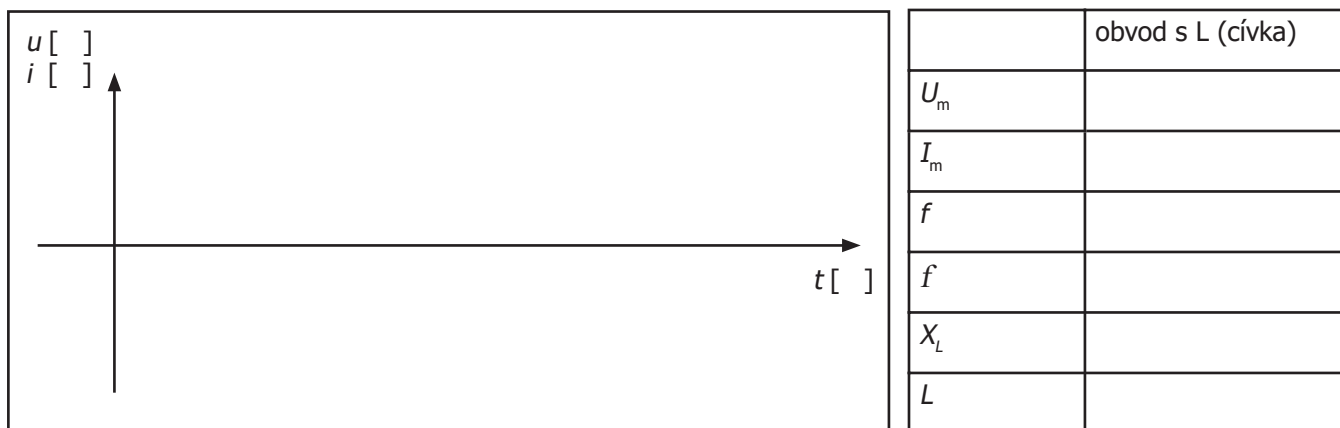


4. Vysvětlete funkci kondenzátoru v usměrňovači:

### Úkol 3: obvod s cívkou

1. Zapojte cívku s jádrem do obvodu střídavého proudu. Do obvodu zapojte VA senzor (místo voltmetru a ampérmetru). Zakreslete schéma obvodu.

2. Pomocí počítače získejte časový průběh proudu a napětí na cívce. Zakreslete:



3. Z grafu určete:  $U_m$ ,  $I_m$ ,  $f$ . Vypočítejte  $X_L$  a  $L$ . Výsledky запиšte do tabulky.

4. Popište a vysvětlete vliv cívky na proud procházející obvodem:

## Transformátor

**Vybavení:** cívky, kondenzátor, jádro transformátoru, multimetry, vodiče, žárovka

jméno:	body:
spolupracovali:	

### Úkol 1: sestavte transformátor. Vyzkoušejte různé transformační poměry.

1. Sestavte transformátor z libovolných dvou cívek a zakreslete schéma.

2. Připojte transformátor ke zdroji ale nepřipojujte žádný spotřebič. Změřte vstupní a výstupní napětí a zaznamenejte počty závitů do tabulky. Vypočítejte transformační poměr ( $U_2 / U_1$ ) a poměr počtu závitů.

3. Měření opakujte pro celkem tři různé kombinace cívek. POZOR – napětí na výstupu může překročit 50 V!!!

	$U_1$	$U_2$	$U_2 / U_1$	$N_1$	$N_2$	$N_2 / N_1$
1						
2						
3						

4. Jaký závěr můžete učinit z provedených měření?

### Úkol 4: sestavte transformátor včetně spotřebiče. Prozkoumejte princip přenosu energie.

1. Sestavte transformátor s transformačním poměrem cca 0,5. Jako spotřebič zapojte žárovku odpovídajícího napětí.

Do primárního i sekundárního obvodu zapojte ampérmetr a do sekundárního navíc ještě voltmetr. Zakreslete schéma.

2. Připojte transformátor ke zdroji. Změřte proudy a napětí.
3. Rozpojujte a zapojujte jádro a sledujte chování žárovky. Zaznamenejte proudy a napětí při rozpojeném jádře.
4. Vypněte žárovku (přerušáním sekundárního obvodu) a sledujte hodnotu primárního proudu. Zapište do tabulky.
5. Vypočítejte účinnost transformátoru podle vztahu  $P_2 / P_1 = U_2 I_2 / U_1 I_1$  – doplňte do posledního řádku tabulky.

	$U_1$	$I_1$	$U_2$	$I_2$	$U_2 / U_1$	$P_2 / P_1$
žárovka ON						
žárovka OFF						
žárovka ON, rozpojené jádro						

6. Jaký závěr můžete učinit z provedených měření?

7. Odpovězte na otázky:

- (a) Účinnost transformátoru ve skutečnosti není taková, jak vyšlo v bodě 5. Je o něco větší. Proč? Co bychom potřebovali změřit, abychom účinnost mohli určit správně?

*Nápověda: I při vypnuté žárovce teče primárním obvodem proud. Přitom má jen nepatrný příkon.*

- (b) Jak primární obvod „pozná“, že jsme vypnuli žárovku, když nejsou propojeny žádným vodičem?

- (c) Při rozpojení jádra se sníží účinnost transformátoru. Kam se ztrácí dodávaný příkon?

- (d) Proč je jádro tvořeno vrstvou tenkých plechů, nikoliv masivním kusem železa?

*Nápověda: železo je vodič.*

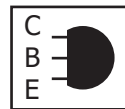
## Obvody s tranzistorem

**Vybavení:** nepájivé pole, vodiče, zdroj napětí 3 V DC, součástky dle seznamu níže

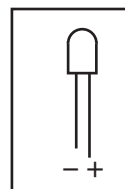
### Úkol 1: sestavte tranzistorový spínač.

1. Sestavte obvod podle schématu č. 1. Ke zdroji připojujte až po kontrole celého zapojení.
2. Kontakty vstupu propojte prsty a sledujte svit LED.
3. Popište stručně chování obvodu:

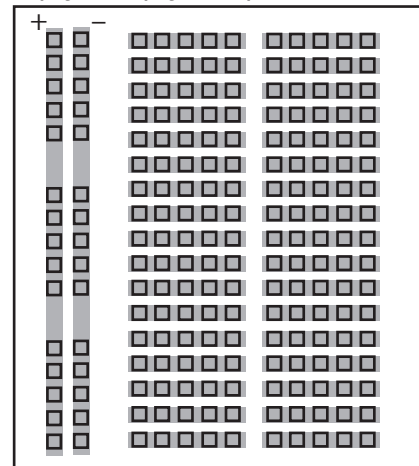
tranzistor



LED



zapojení nepájivého pole



### Úkol 2: sestavte tranzistorový zesilovač.

1. Sestavte obvod podle schématu č. 2. Ke zdroji připojujte až po kontrole celého zapojení. Jako zdroj signálu na vstupu použijte akustický signál (JACK 3,5 mm, např. z mobilu).
2. Pomocí reostatu  $R_1$  nastavte vhodný pracovní bod zesilovače.
3. Pomocí fotodiody připojené k zesilovači s reproduktory přeneste signál do audio výstupu.
4. Popište stručně chování obvodu a význam použitých součástek:

### \*Úkol 3: změřte proudové zesílení tranzistoru.

schéma č. 1

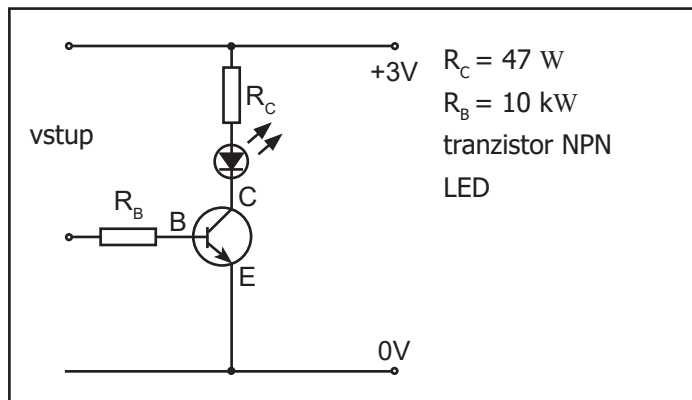
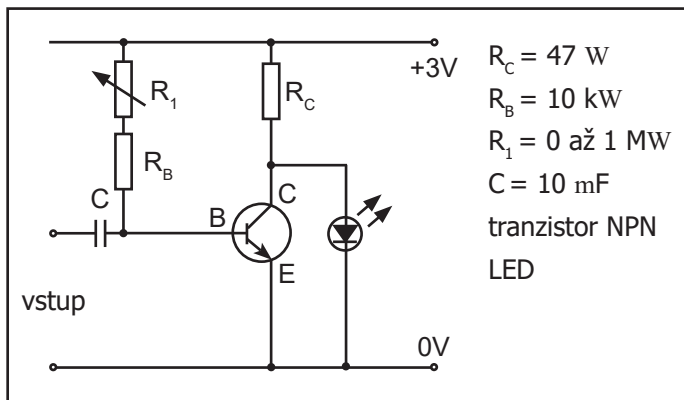


schéma č. 2



## Měření vzdálenosti stop CD a DVD

jméno:

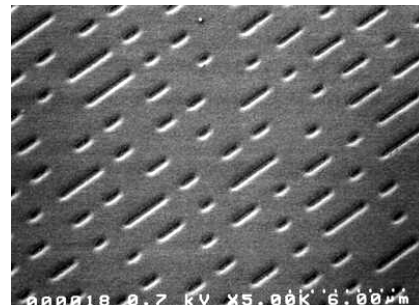
body:

spolupracovali:

**Vybavení:** CD, DVD, laser, pravítko, stojan

### Úkol: pomocí difrakce změřte vzdálenost stop na povrchu CD a DVD

1. Při dopadu laserového světla na povrch CD dochází k difrakci na mřížce tvořené jednotlivými stopami (strukturu stop ukazuje snímek z mikroskopu). Úhel, pod kterým pozorujeme jednotlivá maxima, závisí na mřížkové konstantě. Zapište podmínku pro polohu maxima a odvoďte z ní vztah pro velikost mřížkové konstanty:



2. Zjistěte vlnovou délku použitého světla:
3. Navrhněte uspořádání experimentu tak, abyste dokázali změřit úhel  $\alpha$  pro maximum prvního a druhého řádu. Zakreslete:

4. Na základě zjištěných údajů vypočítejte mřížkovou konstantu  $b$  – vzdálenost stop.

5. Opakujte měření pro DVD.

6. Všechny výsledky zapište přehledně do tabulky:

	$a_1$ (1. maximum)	$a_2$ (2. maximum)	$b_1$	$b_2$	průměrné $b$
CD					
DVD					

7. Vypočítejte celkovou délku datové stopy zcela zaplněného CD a DVD v metrech.

**Optická zobrazení**

jméno:

body:

spolupracovali:

**Vybavení:** čočky, optická lavice, zdroj světla**Úkol 1: změřte ohniskovou délku dvou různých čoček**

1. Na optické lavici sestavte zdroj, spojnou čočku a stínítko.
2. Zakreslete náčrt zobrazení:

3. Zvolte postupně tři různé varianty zobrazení pro jednu čočku. Všechny výsledky zaznamenávejte do tabulky.
4. Opakujte měření se spojnou čočkou jiné ohniskové délky. Všechny výsledky zaznamenávejte do tabulky.
5. Napište zobrazovací rovnici a pomocí ní vypočítejte hodnoty  $f$  a zvětšení a dopište je do tabulky k naměřeným hodnotám.

	změřené hodnoty		vypočítané hodnoty	
	$a$	$a'$	$f$	zvětšení
1. čočka				
1				
2				
3				
2. čočka				
4				
5				
6				

6. Zapište získané ohniskové délky obou čoček:

7. Popište, které vady obrazu bylo možné u čoček pozorovat:

## **Úkol 2: mikroskop**

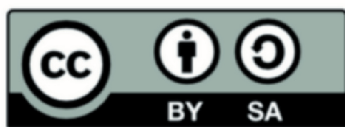
1. Pomocí dvou spojných čoček různé ohniskové délky sestrojte mikroskop a otestujte jeho funkci.
2. Zakreslete náčrt zobrazení. Vypočítejte úhlové zvětšení vašeho mikroskopu.
3. Jak bychom dosáhli většího zvětšení?

## **Úkol 3: Keplerův dalekohled**

1. Pomocí dvou spojných čoček různé ohniskové délky sestrojte Keplerův dalekohled a otestujte jeho funkci.
2. Zakreslete náčrt zobrazení. Vypočítejte úhlové zvětšení vašeho dalekohledu.
3. Jak bychom dosáhli většího zvětšení?



Inovace vzdělávacího modulu předmětu 3. Didaktika fyziky 2 (F8642) proběhla v rámci projektu Zkvalitnění a Inovace Přípravy budoucích učitelů na MUNI (ZIP MUNI), reg. č. p.: CZ.02.3.68/0.0/0.0/19\_068/0016170.



Tento materiál **Didaktika fyziky 2 – praktika**, jehož autory jsou Mgr. Pavel Řehák a Mgr. Tomáš Nečas, Ph.D., a který je dostupný z Databáze výstupů projektů OP VVV (<https://databaze.opvvv.msmt.cz>), lze použít v souladu s licenčními podmínkami Creative Commons BY-SA 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>).



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

