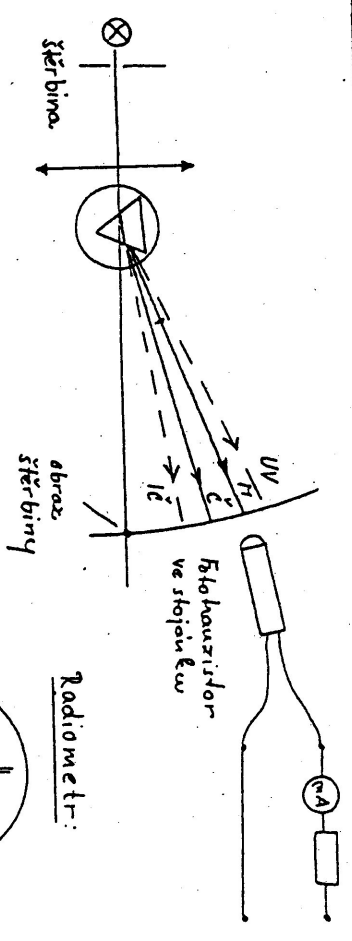
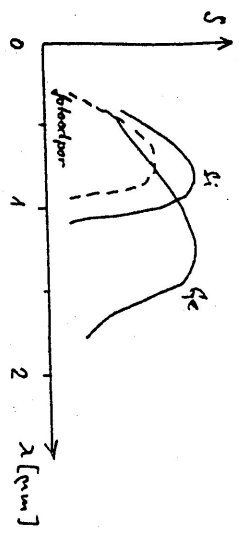


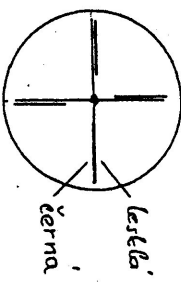
A1. Existenci infračerveného záření. Vytvořte spektrum žárovky hranolem. IČ detekujte fototranzistorem, fotodiódou, radiometrem, absorpcí IČ ve skle, plexiskle, vodě atj.



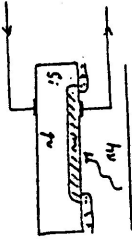
Spektrální citlivost  $S(\lambda)$



Radiometr:

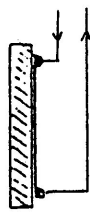


Fotodióda:

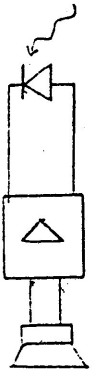


- P-N přechod
- prostorový uchoj
- temný proud

Fotoodpor:

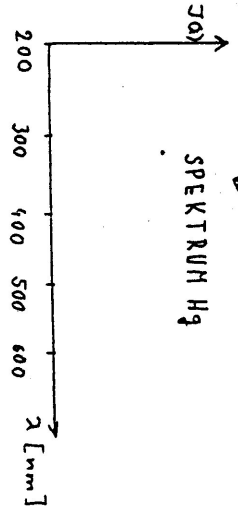
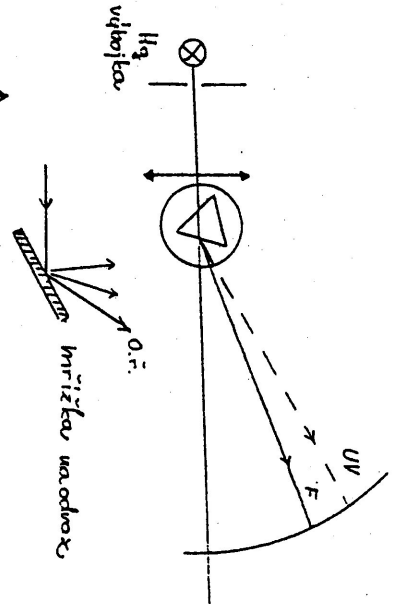


Detekční detektor IČ:



- Propustnost IČ:
- okenní sklo
  - plexisklo
  - detektivní sklo
  - voda

A2. Existenci ultrafialového záření. Vytvořte spektrum Hg výbojky hranolem. Detekce fluorescence, UV filtr, absorpcí v látkách.



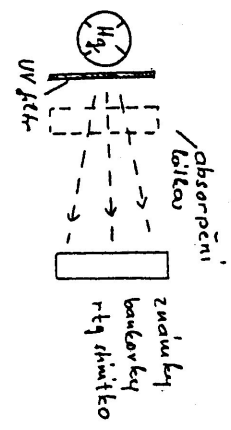
Detekce UV:

- fluorescence (rtg stínítko)
- papír

Absorpce:

- okenní sklo
- plexisklo

Schéma zapojení Hg výbojky



Bezpečnost práce s UV

220V

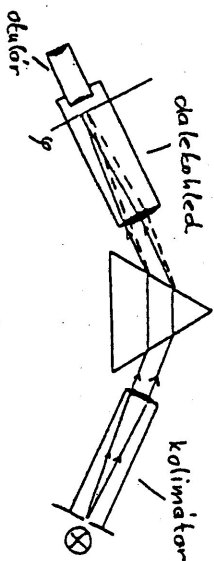


A3. Vznik emisního zářivého spektra. Hg spektrum hranolem a opt. mřížkou. Pozorujte ve spektrometru emisní čáry plynn.

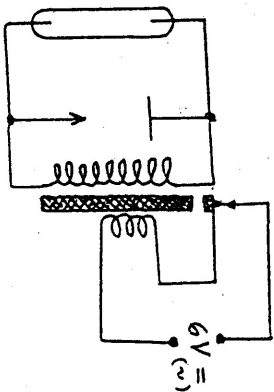
Emisní spektrum — atomové (zdroj: )  
 — molekulové (zdroj: )

Spektrum — hranolem  
 — mřížkou

Optické schéma spektroskopu:



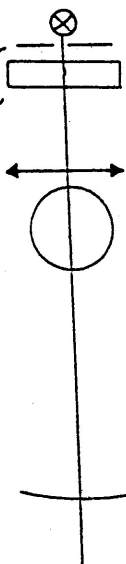
El. zapojení vybojky:



Způsoby excitace atomů:

A4. Vznik absorpčního spektra kapalin. Vytvořte spektrum žárovky a pozorujte absorpční spektrum různých kapalin a barevných filtrů.

Doplňte:



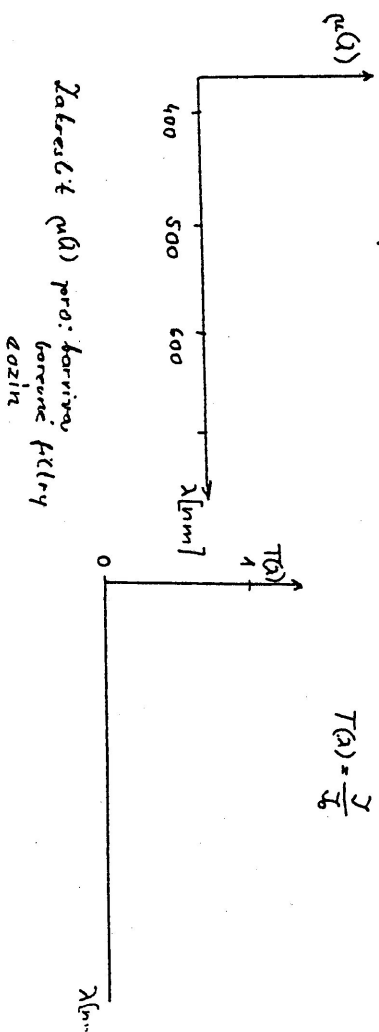
- Risové schéma:
- jednoho atomu
  - dvojice atomů blízkých
  - polovodičů
  - kovů

absorpční spektrum:

$$Y = I_0 \cdot e^{-\mu(\lambda) \cdot t}$$

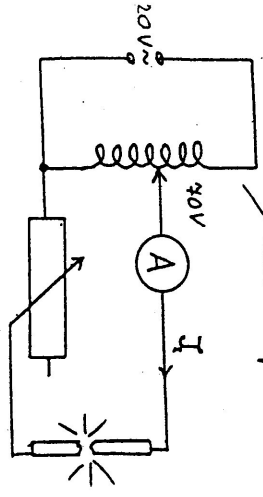
spektrální propustnost:

$$T(\lambda) = \frac{Y}{I_0}$$



A5. Činnost a zapojení obložkové lampy a zářivky. Pozorujte okem spektrum zářivky pomocí mřížky na průchod.

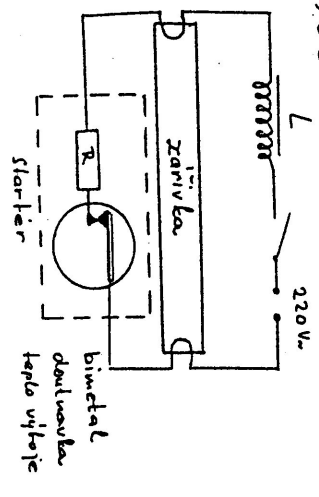
Zapojení UL obložky:



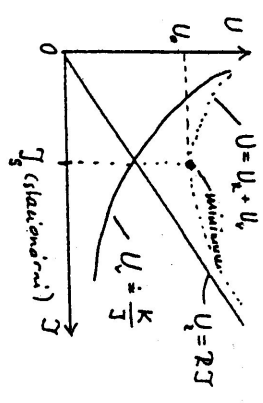
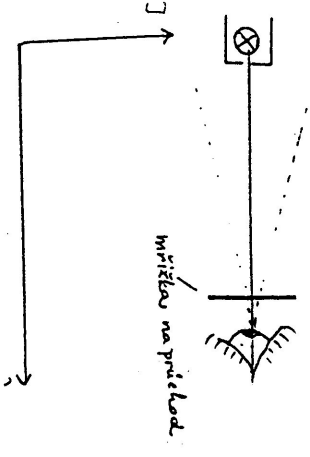
autotrafo -> BEZPEČNOST PRÁCE! (Napětí proti zemi?)

Zapojení napětí obložky ~ 30V

Zapojení zářivky:



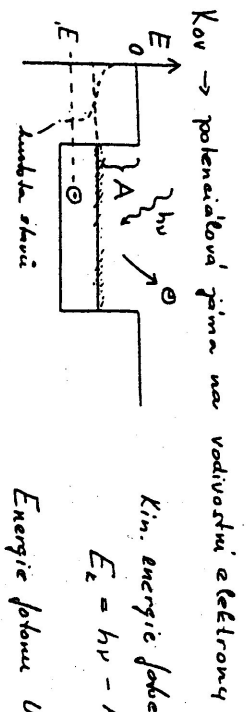
Spektrum zářivky:



$U_0 \dots$  napětí zdroje  
 Jaký proud plete obložkou?  
 $U_0 = RI + \frac{K}{I}$  ... Kirch.  
 $I_0 = \frac{U_0 \pm \sqrt{U_0^2 - 4RK}}{2R}$   
 pro  $U_0 = 42K = 0$  je  $I_0 = I_2 = \frac{U_0}{2R} = I_2$   
 (pouze řešení)

Chod porýtků v obk:

A6. Fotoefekt. Elektroskop B kovovou deskou nabijte kladně (zaporně) a pak osvětlete Hg výbojkou. Odstraníte oxid z kovu. Odhadněte elektrický výkon solárního článku.



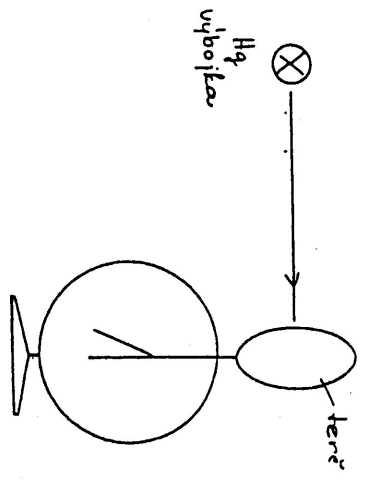
Kin. energie fotoelektronu:

$$E_k = h\nu - A + \frac{1}{2}kT$$

Energie fotonu UV zářivky Hg:  $\lambda = 253.7 \text{ nm}$

$$E_f = \quad [eV]$$

Vnější fotoefekt:



Witkypní práce pro:  $A(z_k) =$   
 $A(z_k) =$

Fáze pokusu:

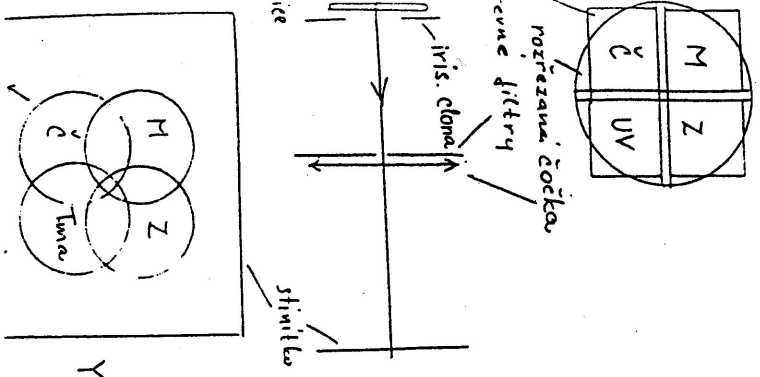
1. odstranit oxid z tenče
2. malý (+) - sklo (pelenice + awafgain)
3. malý (-) - novodur (ložiska)

Solární články: - vnitřní fotoefekt

El. výkon =

Odhad počtu fotonů viditelného světla, které dopadnou na článek za 1 s  
 $N =$

A7. UZITÍ LUMETRU. Fotometrické velikiny. Vnímání barev lidským okem. Otvor irisové clony zobrazit čtyřdílnou čočkou s barevnými filtry. Barevný trojúhelník.



ometrie:  
 velikost:  
 zteřný tok:  
 vřtelci:  
 číselná úroveň oka:

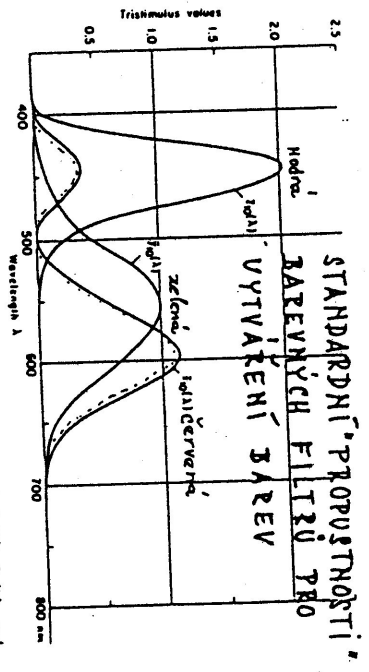


Fig. 3 Spectral tristimulus values (color-matching functions)  $\bar{x}_n(\lambda)$ ,  $\bar{y}_n(\lambda)$ , and  $\bar{z}_n(\lambda)$  of the CIE 1964 supplementary standard colorimetric observer.

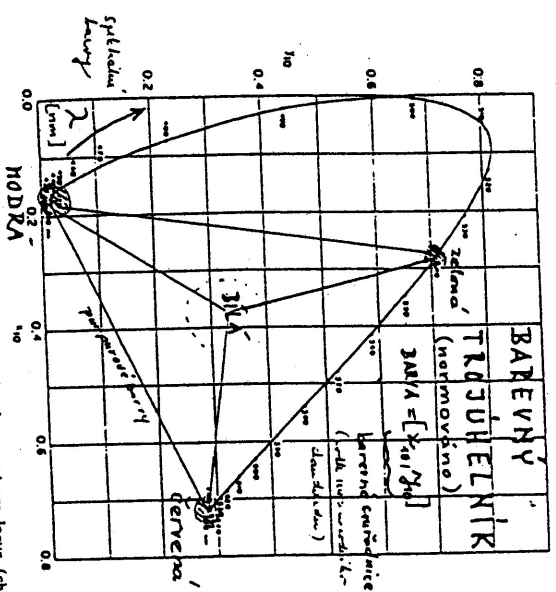
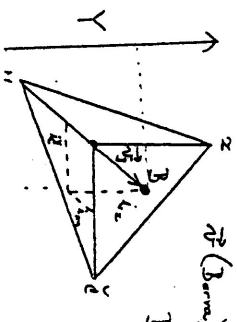
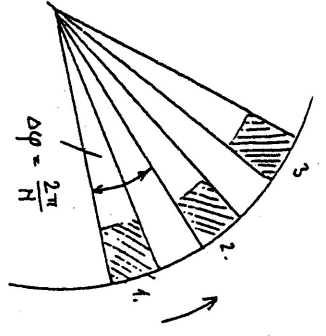


Fig. 4 CIE 1964 (x,y,z) chromaticity diagram showing spectrum locus (chromaticity points of monochromatic stimuli of  $\lambda = 380$  to  $780$  nm) and purple line (line connecting the white of the spectrum locus).

$B = X_1 Y_1 Z_1$  barevné souřadnice (normované množství)  
 $B = X_2 Y_2 Z_2$  barevné souřadnice (normované množství)  
 $B = X_3 Y_3 Z_3$  barevné souřadnice (normované množství)



A8. Stroboskopický efekt. Stroboskopický kotouč ovládluje stolní lampu, stolní lampou připojenou přes diodu.



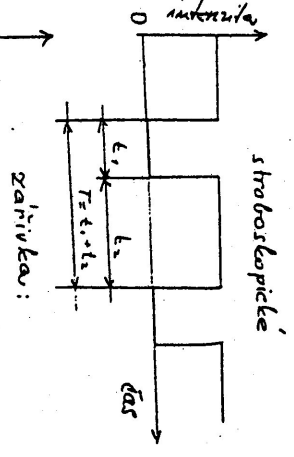
$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$   
 Hněvů počtu obětí za minutu.

Integrační doba detektorů:

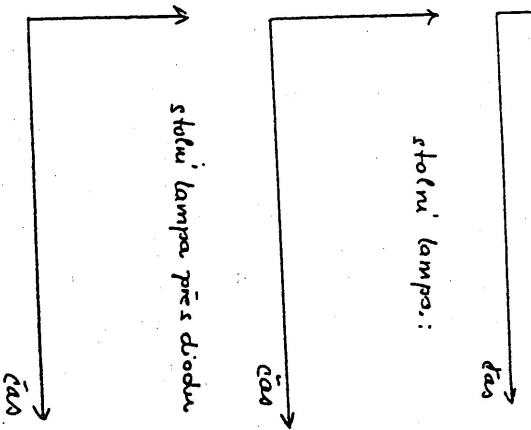
- křídlo (přes)
- fotodiody
- fotodiody
- fotodiody

Doba života na kuzených světla luminescence  
 - fosforescence  
 - luminescence (obrazovky, TV lampy)

Druh ovládlu:

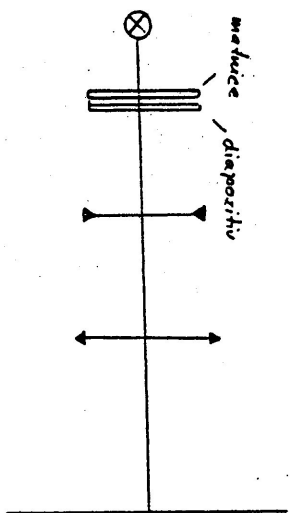


stolní lampy:

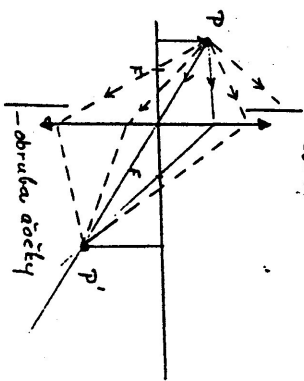


# IB - OPTIKA

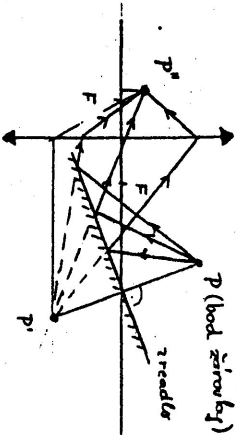
B1. Zobrazení spojkou virtuální obraz rovinného zrcadla, rozptylky a spojky na stínítko. Předmětem je diapozitiv nebo zárovka.



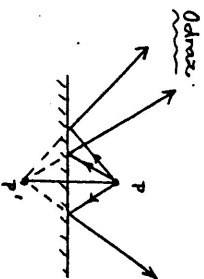
matice / diapositiv



Rozptylky / konikulární sloučené (včetně, Alene) při zobrazení projekce čočky



P (bod zárovky)



Obráz.

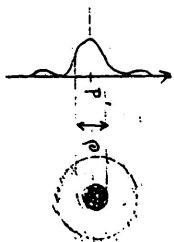
B2. Zobrazení diapozitivu dírkovou komorou. Demonstruje rozlibovací schopnost dírkové komory.

Zobrazení:

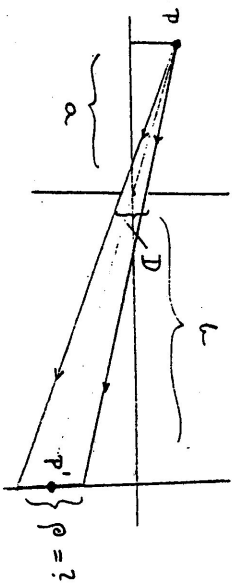
ideální: bod → bod

reálné: bod → plátek (průměr  $\rho$ ) → svět dírkace (čočka)

$$\rho \approx \lambda \frac{l}{D}$$



Dírková komora: bod → plátek



Zvětšení = ?

Při zobrazení:

a) Jak závisí vzdálenost mezi obrazem a předmětem na  $f$ ? (minimum?)

b) Kde musí ležet předmět, aby obraz byl zvětšený, zmenšený, virtuální?

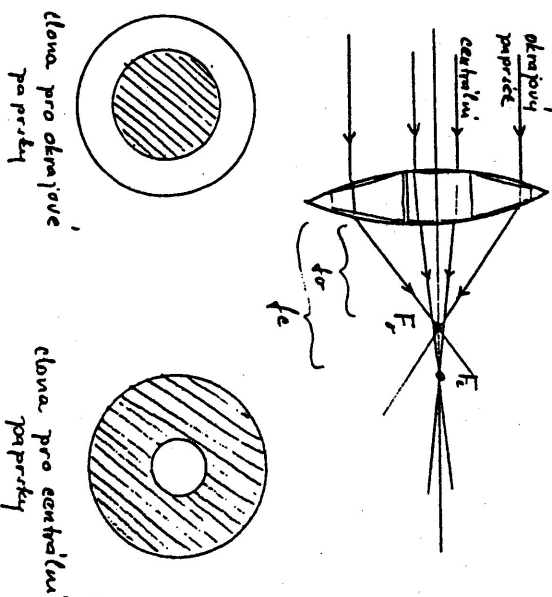
3. Výsledná ohnisková vzdálenost soustavy dvou tenkých čoček položených na sebe. Kombinujte spojky i rozptylky.

Plati:  $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$

sestavte experimenty, kterými ověříte tento vzorec pro  $d=0$

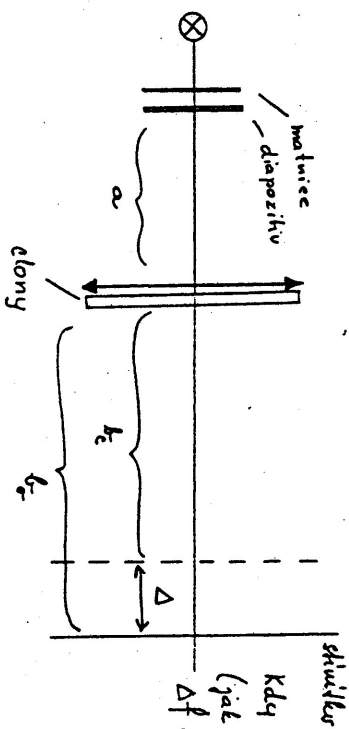
B4. Otvorová vada čoček. Na optické desce ukážete chod centralních a okrajových paprsků čočkou a na optické lavici jejíž vliv na zobrazení diazpozitivu.

Optická deska:



clona pro okrajové paprsky

clona pro centralní paprsky

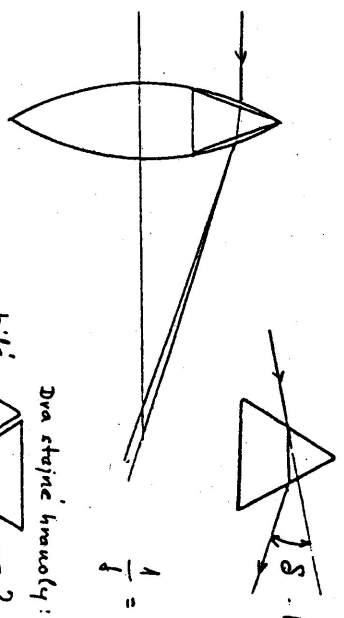
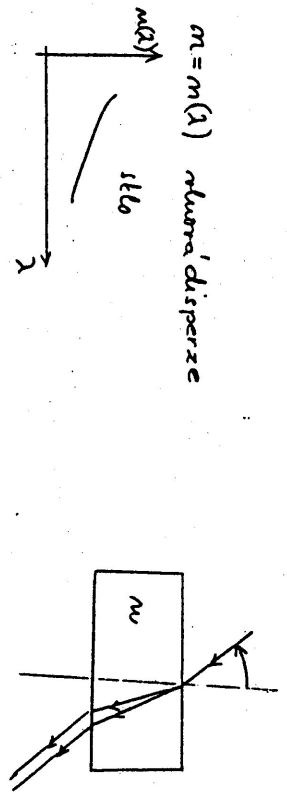


Kdy bude  $\Delta$  největší?  
(jak zvedit  $\Delta$ ?)  
 $\Delta f$  rovnice

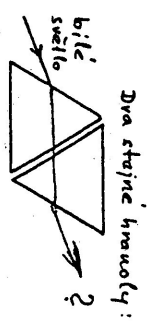
Zobrazení mimosouvými svazky (koma)

- tlustou čočkou obraz diazpozitivu  
clona - otvor v papíru

B5. Barevná vada čoček. Lom paprsků hranolem, plánparalelní deskou, spojkou a rozptylkou. Objasněte funkci Fresnelovy čočky.



$$\frac{1}{f} = \frac{n-1}{r_1} + \frac{n-1}{r_2} - \frac{(n-1)^2 d}{n r_1 r_2}$$



Dva stejné hranoly: ?

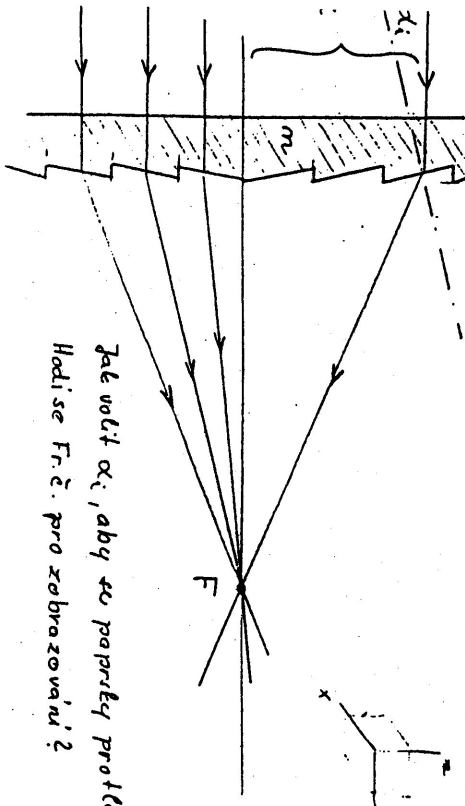
Kulový odrazec:

$$\vec{r} \rightarrow -\vec{r}$$

$$\vec{k} \rightarrow -\vec{k}$$

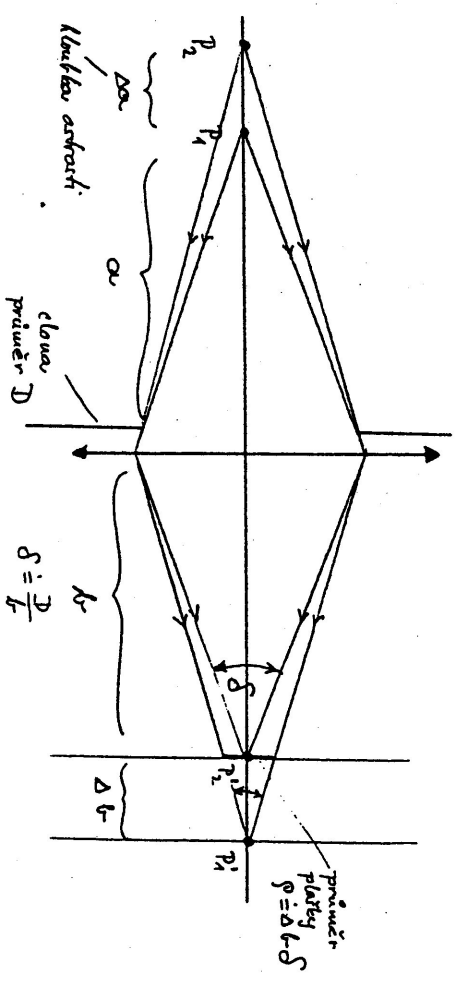


Fresnelova čočka:



Jak volít  $\alpha_i$ , aby se paprsky protýaly v F?  
Hodí se Fr.č. pro zobrazování?

B6. Vliv vstupní apertury čočky na hloubku ostrosti obrazu. Zobrazte současně dvě zářivky a použijte irisovou clonu.



$$1) \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{L} = \frac{1}{f} \Rightarrow \Delta L = f(\Delta \alpha)$$

$$2) \rho = f(\Delta \alpha) S = f(\Delta \alpha) \frac{D}{L}$$

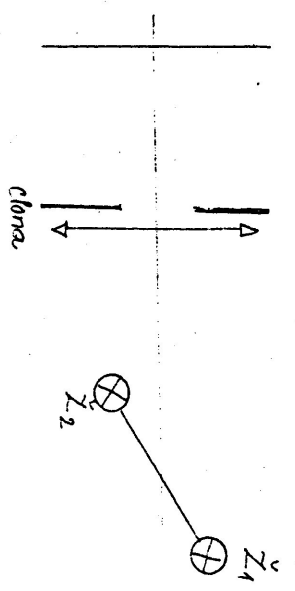
$$3) \text{Dus } \text{řetězení: } \alpha) \text{ clonové číslo } C = \frac{L}{D}$$

$$b) f = f$$

$$c) \Delta \alpha = ?$$

$$d) \text{Rozlišení } \rho \text{ mm } N = \text{počet čar/mm} \approx 50$$

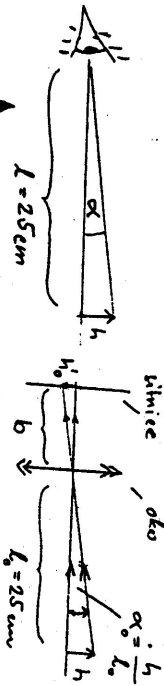
Demonstrace:



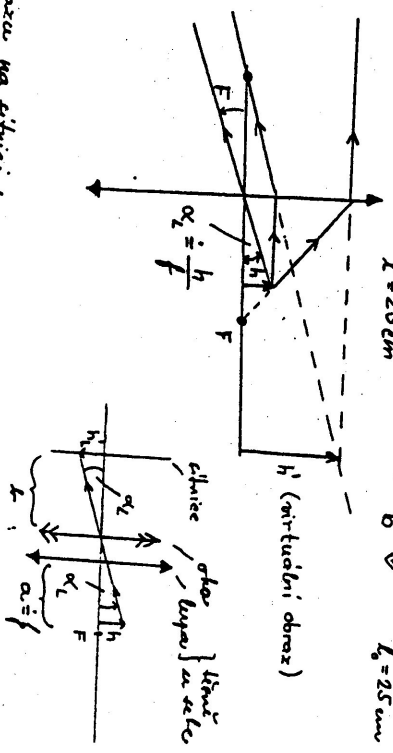
B7. Na optické lavici sestavte mikroskop a odhadněte jeho zvětšení. Objasněte funkci mikroskopu a lupy a dále princip fotografování mikroskopického obrazu.

B8. Mezi rozlišovací schopnost dalekohledu. Měříme průměr vstupní pupilly dalekohledu a pozorujeme rozlišení dvou svítících bodů.

Bez lupy:



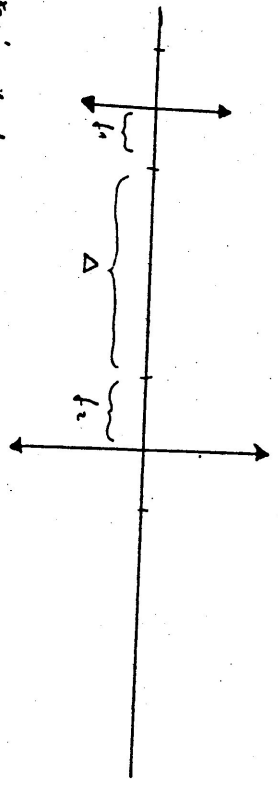
Lupa:



Zvětšení obrazu na sítnici:

$$\beta = \frac{h_i}{h_o} = \frac{L \cdot \alpha_i}{L \cdot \alpha_o} = \frac{\alpha_i}{\alpha_o}$$

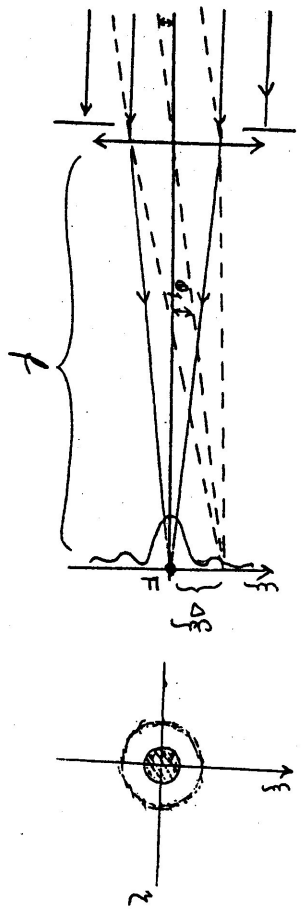
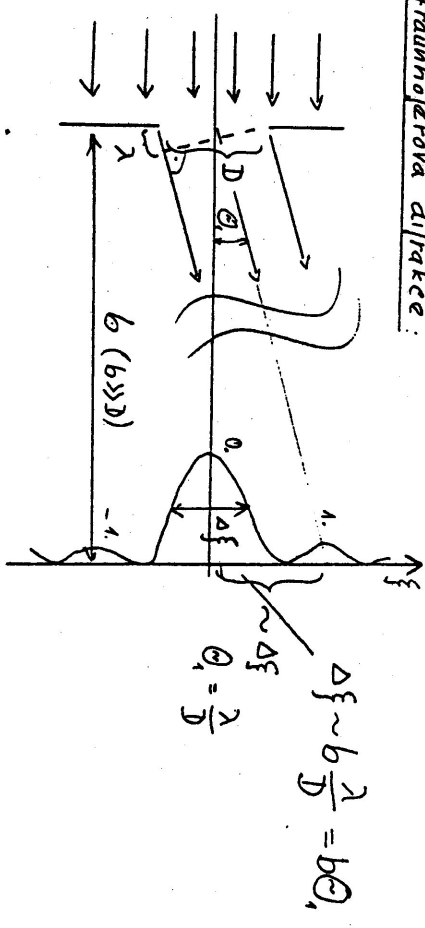
Optické schéma mikroskopu



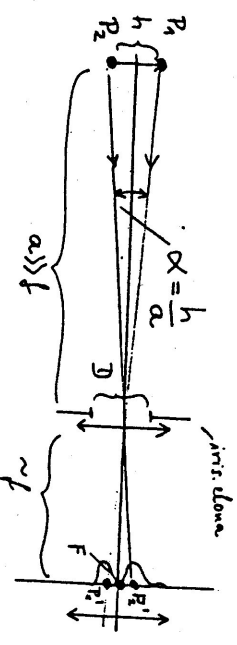
Zvětšení mikroskopu:  $\beta =$

Fotografování: bez okuláru bez setry. objektivu

Fraunhoferova difrakce:



Pozorování dvou bodů dalekohledem:

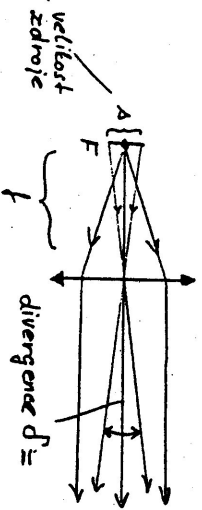


Aby mohl být rozlišen P1 a P2  
 $h' < \Delta f$

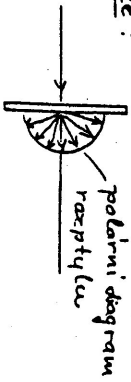


B9. Vznik kontrastu při zobrazování v temném poli. Vytvořte rovnoběžný svazek paprsků a osvětlete jím nekонтратní předmět. Do ohniska zobrazovací čočky vložte terčík.

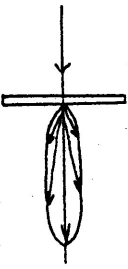
Rovoběžný svazek:



Hatnice:

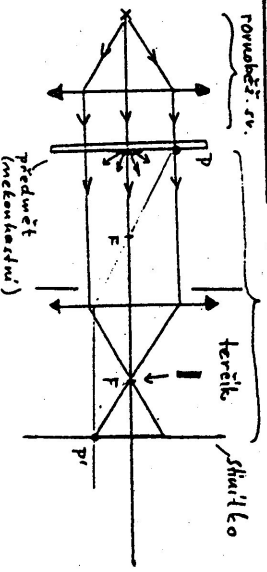


Slabě rozptýlený předmět:



Předmět < světlici osvětlený  
 rozbíhavým svazkem  
 rovnoběžným svazkem

Optické schéma zobrazovací soustavy



Obraz:

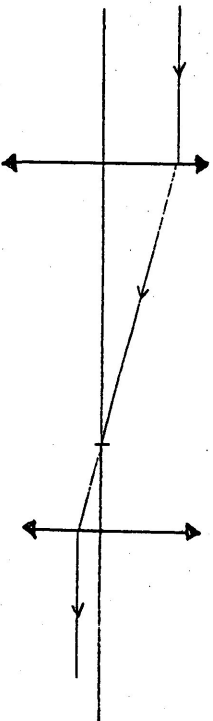
- a) bez předmětu a bez terčíku (světlo pole)
- b) bez předmětu s terčíkem (temné pole)
- c) s předmětem bez terčíku s terčíkem

Kontrast obrazu

- jasem předmětu
- uměle vytvořený kontrast

B10. Na optické lavici sestavte dalekohled a pozorujte vzdálený předmět. Na optické desce znázorněte chod paprsků astronomickým reflektorem a refraktorem.

Optické schéma refraktoru:



Zvětšení:

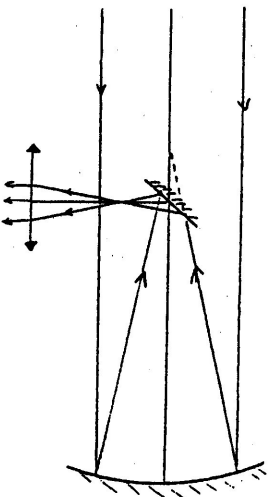
$\beta =$

Rozlišovací schopnost:

$\delta =$

Intenzita obrazu:

$I \sim$



## IIA. KMITY

A1. Demonstrujte a objasněte základní parametry oscilátorů: závazí na pružině, kyvadlo, RC generátor a osciloskop.

a) Pružina se závazím:

Doba kmitu:

Okamžitá výchylka:

b) Matematické kyvadlo:

Vliv délky závěsu

c) Tlumené a netlumené kmity:

- tlumení kmitů pružin ve vzduchu a ve vodě
- připojte k osciloskopu reproduktor a tukuňte na něj

d) Na osciloskopu zobrazte netlumené kmity RC generátoru.

Osciloskop: na panelu osciloskopu najděte tyto prvky:

- síťový vypínač, řízení jasů a ostření stopy
- přepínač časové základny
- vstup 1. kanálu a řízení jeho zesílení
- vstup 2. kanálu a řízení jeho zesílení
- přepínač zapnutí 1., 2. nebo obou kanálů
- přepnutí kanálu na horizontální nebo vertikální směr

Pojmy: amplituda, frekvence, kvv, kmit, fáze kmitu, počáteční fáze kmitu, rychlost a zrychlení pohybu, tuhost pružiny.

A2. Demonstrujte a objasněte časový rozvoj kmitů oscilátoru: Rotující zrcadlo, mikrolon, harmonické a složené kmity, osciloskop.

a) Kyvadlo se sypátkem a rovnoměrný posuv papíru pod ním.

b) Kmity ladičky. Ladičku s hrotem posunujeme po začazeném skle. Ladičku přibližíme ke kordálku na niti.

c) Kmitající zrcátko. Časový rozvoj odraženého paprsku pomocí rotujícího zrcadla pozorujeme na stěně.

d) Kmity ladičky. Reproduktor připojíme k osciloskopu a přibližíme různé ladičky, samostatně, dvě současně.

e) Tóny jednoduché, složené, barva tónu (ladičky, píšťaly, řec, apod.). Ukážte pomocí osciloskopu a reproduktoru i pomocí dvou RC generátorů.

f) Harmonické frekvence. Matematicky sečtete dva kmity se stejnou amplitudou a frekvencemi  $f$  a  $2f$ . Fázorový diagram. Jak závisí výsledek na rozdílu počátečních fází (na amplitudách)?

A3. Demonstrujte a objasněte skládání kmitů stejnosměrných a na sebe kolmých, fázi měřte RC členem. Blackburnovo kyvadlo, dva RC generátory, osciloskop.

a) Stejnoseměrné kmitly: Dva RC generátory připojíme přes zvonkové trafo (střední svorka je zem) k osciloskopu. Trafo jako směšovač.



Výsledek předpovězte matematicky.

b) Kmitly na sebe kolmé:

Ve směru osy x kmitá bod podle rovnice:  $x = X_0 \cos \omega t$

Ve směru osy y podle rovnice:  $y = y_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Jak závisí výsledný pohyb na:

- amplitudě při nulovém fázovém rozdílu
  - na fázovém rozdílu při stejných amplitudách
- $$\left(\frac{x}{X_0}\right)^2 + \left(\frac{y}{y_0}\right)^2 - 2 \frac{x}{X_0} \frac{y}{y_0} \cos \varphi + \sin^2 \varphi = 0$$
- Demonstrujte pomocí RC generátoru a osciloskopu, fázi měřte RC členem.

- Dvěma malinko rozladěnými RC oscilátory:  
Vysvětlete pozorovaný jev.

- Pomocí Blackburnova kyvadla  
Nastavte poměr frekvencí 1:1, 2:1, aj.

Pojmy: Superpozice kmitů, Lissajusovy obrázky, izochronní kmitly, souvislost s elmag. vlnami, fázor.

A4. Demonstrujte a objasněte rezonanci mechanických kmitů a vliv tlumení na rezonanci. Zavazí na pružině, dvě ladičky.

a) Oscilátor sestavte z pružiny zavěšené na nitě a tu spojte s excentricky umístěným kolíkem na kmenici školního elektromotoru s regulací otáček.

Otáčky dále snižte třeci zátěží na druhé kmenici. Sledujte vliv frekvence, amplitudy, tlumení (tělísko na kmitá poněkud ve vodě).

Proč pozorujeme při stále frekvenci na pružině zprvu rázy?

b) Resonanční kolebka

c) Dvě ladičky na rezonančních skřínkách (vysvětlete efekt pozorovaný při rozladění jedné ladičky).

d) Ladičku přiložte na rezonanční desku.

Pojmy: Vlastní frekvence, vlastní kmitly, vynucené kmitly, vynucující síla a její frekvence, rezonanční křivka.

A5. Demonstrujte a objasněte vznik rážů a amplitudovou modulaci.  
Dvě laděčky, dva RC generátory, osciloskop.

---

a) Rázy:

- Sečtěte matematicky dva kmity stejnosměrné s malinko rozdílnou frekvencí (stejná amplituda, různá amplituda)

- Výsledek demonstруйте pomocí dvou RC oscilátorů, zvonkového trafa jako směšovače a osciloskopu (frekvence do 1kc).

- Demonstруйте rázy dvěma laděčkami

- Demonstруйте rázy pomocí rotujícího rezonovaného disku.  
(Rotující laděčka.) Dopplerův jev.

Změna frekvence způsobená pohybem zdroje.

b) Matematicky složte dva kmity s velmi rozdílnými frekvencemi a opět demonstруйте i osciloskopem.

Pojmy: Nosná frekvence, amplitudová modulace,

## IIB. VLNŮV A ZVUK

B1. Demonstrujte a objasněte funkci zdroje zvuku: Ladická, sířeny, píšťaly, xylofon, elektrofonické varhany, barva tónů.

Sířeny:

- Savartova (ozubená kolečka a papír)
- Casnliard de la Tourova (Proud vzduchu přerušuje rotující kotouč)

Ladický: souprava foniatrických ladíček, rezonační deska

Píšťaly: -otevřený a uzavřený rezonátor

-Strouhhalovy třecí tóny

Xylofon: Co určuje výšku tónu?

Elektrofonické varhany:

- Vznik tónů
- barva tónů
- oktáva, pářtóny, tercie, kvarta, kvinta, souzvuk

B2. Demonstrujte a objasněte vznik a šířeni vln pomocí vlnové vany. Rovinná a kulová vlna, Huygensův princip.

Seznamte se s funkcí těchto částí vlnové vany:

- pářka na přední straně zapíná žárovku a stroboskop, otáčením knoflíku na konci pářky se mění frekvence stroboskopu.
- elektromagnetická chvějka je nahore a zapíná se společně se žárovkou. Dvě velká kolečka slouží k nastavení polohy a ponoru nastavce chvějky.
- stavitelná plochá miska na vodu.
- osvětlení obrazu na hladině, jak vznikne obraz vodní hladiny,

Demonstrujte:

a) Kulovou vlnu

b) rovinnou vlnu

c) Odráž rovinné a kulové vlny

d) Huygensův pro rovinné a kulové vlny

B3. Demonstrujte a objasněte interferenci a difrakci vln pomocí vlnové vany. Difrakce na otvorech, dva bodové zdroje.

a) Demonstrujte interferenci dvou koherentních kulových vln. Uveďte analogie tohoto jevu z jiných oblastí fyziky.

b) Šíření vln za otvorem různé velikosti. Analogie s optikou.

c) Šíření vln za terčíkem

d) Objasněte vznik interferencečního obrazu rovinných vln pomocí moiré proužků. Promítněte vlnovou vanou bez vlničky.  
- interference vln o stejné a různé periodě  $T_1, T_2$   
- sledujte vliv úhlu na vzdálenost kmiten  
- matematicky najděte, jak závisí vzdálenost kmiten na úhlu vlnových vektorů

B4. Demonstrujte a objasněte význam prostředí na šíření zvuku. Zvonek pod recipientem vývěvy, funkce lidského ucha.

a) Dejte el. zvonek pod recipient vývěvy a ukážete, že zvuk se měří jen v hmotném prostředí.

b) Seznamte se s modelem a funkcí lidského ucha.

c) Změřte hladinu hluku v laboratorní hlukoměrem.

Rovnice zvukové vlny:

Pojmy: tlak a hustota prostředí, rychlost zvuku, modul pružnosti, práh slyšitelnosti, definice decibelu, podélné a příčné vlnění (příklady),

B5. Demonstrujte a objasněte vznik příčných, podélných, postupných a stojatých vln. Modelujte na Machově vlnostroji.

a) Sledujte vliv vazby mezi spráženými kyvadly (kovové kuličky na niti).

b) Na Machově vlnostroji modelujte:

- postupné vlnění příčné a podélné

- stojaté vlnění příčné a podélné  
Jak takové vlnění vznikne? Uveďte příklady z různých oblastí fyziky.

c) Objasněte pojmy vlnová délka, frekvence, fázová rychlost, amplituda, okamžitá výchylka vlny, stav vlnění v daném časovém okamžiku, v daném bodě prostoru.  
Ukažte, jak sobě odpovídá matematický popis vlny a model.

B6. Demonstrujte a objasněte vznik stojatých vln a kmitových módů v rezonátorech. Meldeův přístroj, strunák, sloupec vzduchu a ladička, píšťaly, Chladniho obrazce.

a) Vznik stojatých vln na vlákně. Použijte Meldeova přístroje. Jak závisí počet uzlů na délce vlákna a na jeho napětí (gumové vlákno vedte přes kládku zavěšujte různá závaží).

b) Objasněte vznik stojatých vln u strunáku. Smyčec, tahejte při okraji struny. Základní a harmonické módy.

c) Vytvořte ladičkou stojatou vlnu ve vzduchovém sloupci proměnné délky, určete rychlost šíření zvuku ve vzduchu.

d) Píšťaly s různou délkou rezonátoru (ultrazvuk)

e) Kmitové módy membrán (Chladniho obrazce), jejich souvislost se symetrií membrány a upevnění membrány.

## II.C Mechanika tekutin

C1. Demonstrujte a objasněte hydrostatický tlak a hydrostatické paradoxon Pascalův zákon, tlakové sondy, princip činnosti různých manometrů.

Demonstrujte tlak v kapalině, vyvolaný vnější silou:

- tlaková síla má vždy směr kolmý ke stěněm nádoby (ježek)
- nezávisí na hloubce a směru ( nádocha se třemi trubkami a statovací balonky)

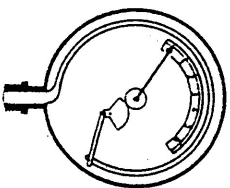
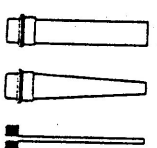
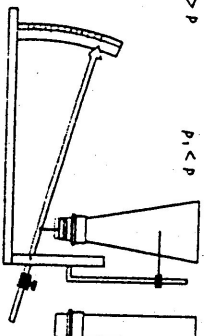
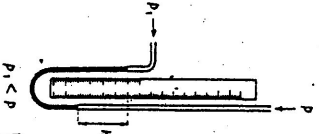
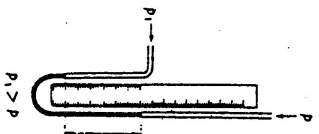
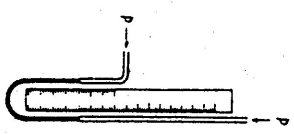
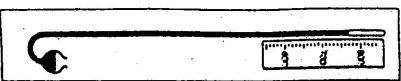
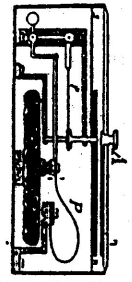
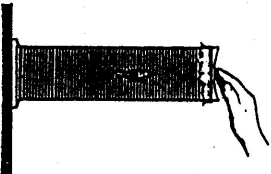
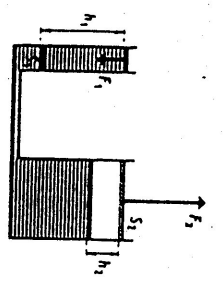
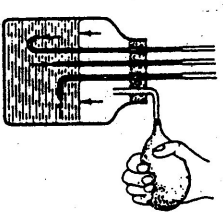
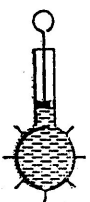
Seznamte se s činností hydraulického lisu na funkčním modelu  
 Služujte hydrostatický tlak v kapalině různými sondami, spojenými s oleťným manometrem, popř. měřčem tlaku.

Sledujte tlakovou sílu na dno pomocí Haulova přístroje, objasněte hydrostatický paradox

Sledujte výšku volné hladiny ve spojených nádobách různého tvaru

Seznamte se s aneroidem a kovovým manometrem a principem jejich činnosti

Karteziánek



C2. Demonstrujte a objasněte Archimédův zákon. Těleso na siloměru, ponořné těleso, hustoměry, dasymetr a vývěva.

Sformulujte jasně a fyzikálně správně Archimédův zákon

Ověřte Archimédův zákon pomocí siloměru pro různá tělesa

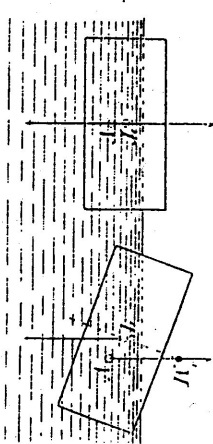
Ověřte Archimédův zákon pomocí dolévání vytlačené kapaliny do nádoby na siloměru

Seznamte se s hustoměry a změřte hustotu tří různých kapalin

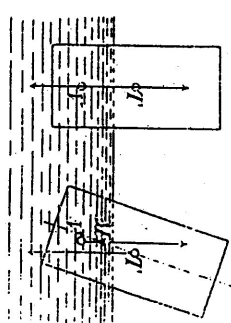
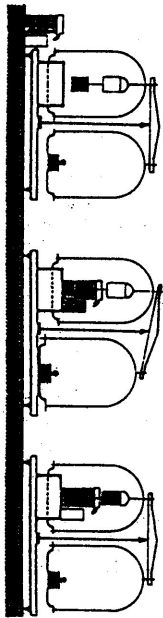
Fonorným hustoměrem

Ověřte platnost Archimédova zákona pro plyny dasymetrem pod recipiensem vývěvy

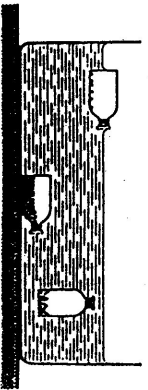
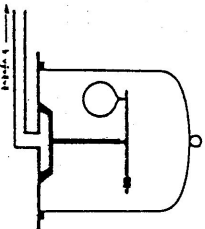
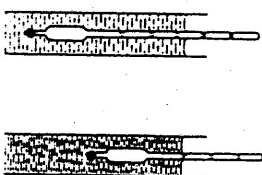
Demonstrujte plování, vznášení se a potápění těles v kapalině  
 Vysvětlete stálost, volnou a vratkou polohu při plování.



Stálá poloha při plování.



Vratká poloha.





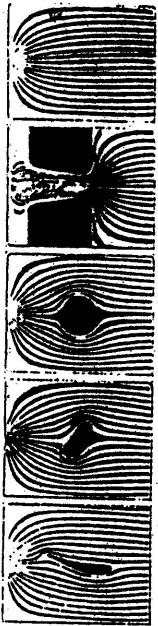
C3. Demonstrujte a objasněte laminární a turbulentní proudění a oběhání těles. Pohívč přístroj, promítat na plátno.

DEMONSTRACE POHÍVČ PŘÍSTROJEM

Tento přístroj je tvořen dvěma rovnoběžnými skleněnými deskami, mezi něž se náhlem zasouvají tělíska, jejichž oběhání chceme sledovat. Na horním okraji jsou dvě nádobky, jedna pro čistou vodu, druhá pro vodu zbarvenou krmenným barvivem (obr. 140). Nádobky jsou spojeny sítňavé rozložovací otvory, které ústí do prostoru mezi deskami (obr. 141). Vytvořená strma přístroje je opatřena gumovou hadičkou s tlakou, pomocí níž regulujeme rychlost výstoku.

Průběhy a potřebky:

Přístroj pro demonstraci proudnic Barvivo (černý inkoust apod.)  
3 tělíska:



142. Záběhání vlastnosti proudnic

Příprava: Připravíme vodu sytě zbarvenou. Jednu nádobu přístroje naplníme čistou vodou a druhou vodou zbarvenou. Při pokuse dbáme, aby v obou nádobkách byla kapalina ve stejné výšce. Je-li některý otvor ucpan, uvolníme jej jemnou jehlou.

Provedení: 1. Základní vlastnosti proudnic: Tlakovou nádobu velmi malou vysokou rychlost a demonstrujeme (obr. 142a, b):

- a) Přímocí proudnic při homogenním proudění (přístroj bez tělísek).
- b) Obráz proudnic při zúžení otvoru.
- c) Obráz proudnic při rozšíření otvoru.

Výsledek: Při homogenním proudění je hustota proudnic všude stejná. Při nehomogenním proudění odpovídá větší rychlosti větší hustota proudnic, menší rychlosti menší hustota proudnic.

2. Nevrtové oběhání těles (obr. 142c, d): Podobně jako při pokuse M 149 demonstrujeme:

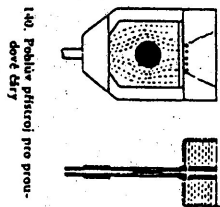
- a) Obráz proudnic při oběhání kruhové desky.
- b) Obráz proudnic ploché desky, postavené jednak kolmo a jednak šikmo ke směru proudnic.

3. Oběhání křídla: Isasidla (obr. 142e): Analogicky jako v předchozích případech demonstrujeme vrt a hustotu proudnic při oběhání křídla letadla. Výsledek: Křídlo letadla je oběháváno tak, že nad křídlem jsou proudnic hustší než pod ním. Z toho plyne, že nad křídlem je rychlost proudnic větší než pod ním (tak je nad křídlem menší než pod ním).

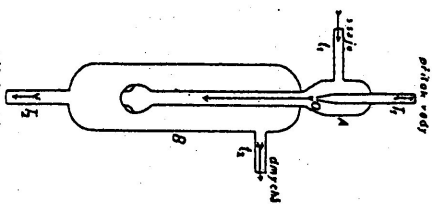
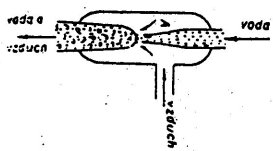
- 4. Vznik víru: Do přístroje vložíme tělísko tvaru písmene překážky kolmo k proudnému směru proudnic. Demonstrujeme:
  - a) Při malé rychlosti je oběhání nevírové.
  - b) Při dostatečně velké rychlosti vznikají za překážkou víry.
 Vznik víru lze demonstrovat i za překážkami jiného tvaru.

Poznámky: 1. Vznik víru můžeme demonstrovat také přístrojem, v němž se v kádce vodě mezi skleněnými deskami posouvá přídělná překážka (obr. 143). Ke zviditelnění proudnic lze je naturo ve vodě rozmíchat vhodnou látkou, např. vodou nasáklou dřevěnými pilinami nebo dřevěnými prachy. 2. Na střední škole se zabýváme správně pouze ustáleným prouděním, u něhož proudnic splyývají s prouděním.

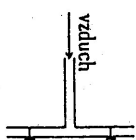
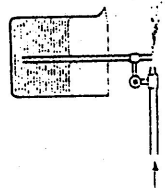
C4. Demonstrujte a objasněte jevy spojené s prouděním tekutiny zúženým průřezem. Vodní vývěva, fixírka, aerodynamické paradoxon.



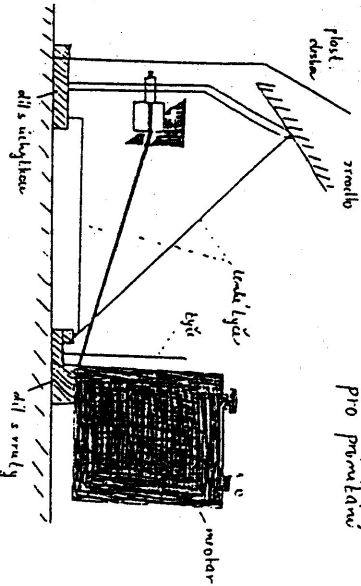
140. Pohívč přístroj pro proudnicové čáry



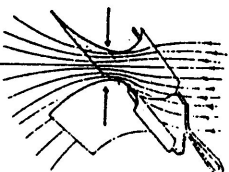
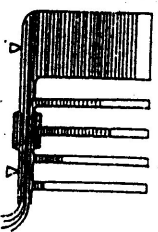
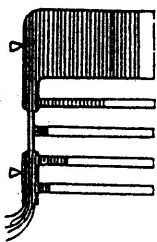
odtok vody



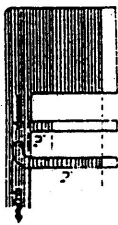
Konstrukce parouku pro promítání



Rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice  
Zdůvodnění vzniku podtlaku v zúžené části proudové trubice  
Demonstrace vodní vývěvy, fixírky, rozprašovače, vodního dýchacího aerodynamického paradoxonu, třehtlýč a ping-pongový míček, dva listy papíru, dřevěný plech.



#### C4 pokračování

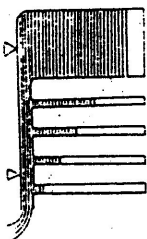


Měření Pitotovou trubicí

Pitotova trubice se používá k měření rychlosti proudící tekutiny. Skládá se z rovné manometrické trubice a trubice zahnuté proti směru proudění. Rovná trubice registruje tlak v proudící tekutině, zahnutá tlak, jehož číselná velikost udává celkovou mechanickou energii objemové jednotky tekutiny. Nasadíte Pitotovu trubicí na Mariottovu láhev a určete výšky v obou trubicích. Pomocí Bernoulliho rovnice určete rychlost proudící kapaliny.

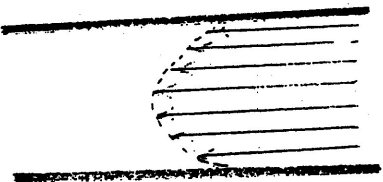
*Pokud se v trubici při plnění vodou objeví vzduchové bubliny, je možné je odstranit pomocí injekční stříkačky. Pro lepší viditelnost experimentujte s obarvenou vodou.*

C5 Demonstrujte a objasněte viskozitu kapalin  
Pád tělíska a vznášení bublin v různých kapalinách,  
proudění vazké kapaliny, výtok trubici.



Demonstrace vnitřního tření reálných kapalin:

Skleněnou trubicí upnuté ve vertikální poloze do stativu a naplňte čírym glycerinem. Opatrně přilijte obarvený glycerin, aby nedošlo k promíchání kapalin. Pomocí tlačky zvolte malou výtokovou rychlost. Popište chování reálné kapaliny.  
*Pokus je velmi vhodný pro projekci!*



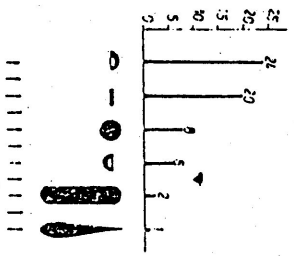
**Demonstrujte a objasněte obtékání těles pomocí aerodynamického tunelu.** Závislost odporové síly na rychlosti, průřezu a profilu. Velikost vztlakové síly na křídlo, vliv úhlu náběhu.

Na těleso obtéká tekutinou plněná trubice tekutina silou, která se částečně odporové síly /aerodynamická nebo hydrodynamická/. Závislost odporové síly na rychlosti proudění vzduchu, na tvaru /profilu/, na plošném obsahu najistěho řezu demonstrujeme aerodynamickém tunelu (popis ve Skriptech, I. díl, str. 48)

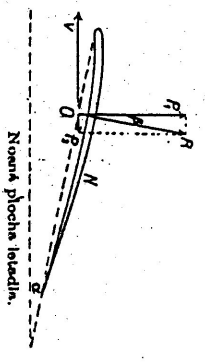
**Sledujte závislost odporové síly na rychlosti proudění vzduchu na plošném obsahu průřezu na profilu tělesa**  
**Demonstrujte vliv úhlu náběhu**  
**Pitotova trubice**

Za aerodynamických vln umístíte na pozici jednotlivé profily a vzhledy uzavřete aerodynamických vln spojitě do tabulky. Při demontáži těchto dochází stejnou rychlost vzduchu a stejné vzdálenosti od aerodynamického tunelu.

Profil	0	1	2	3	4	5
vzhled	0	1	2	3	4	5



**Záměr:**  
 Velikost odporové síly závisí na profilu tělesa. Relativní velikost odporových sil různých plynů odlišná viz obr.



$$P = C_L \frac{\rho}{2} v^2$$

$$N = C_D \frac{\rho}{2} v^2$$

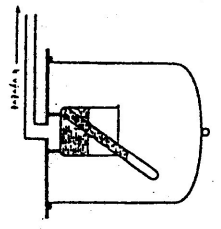
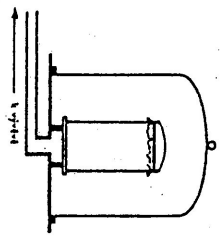
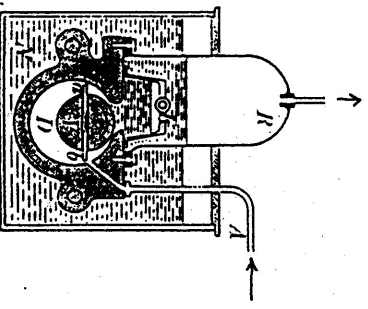
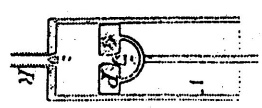
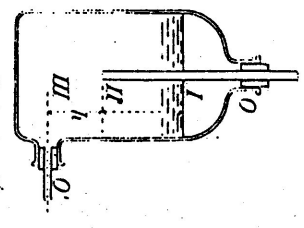
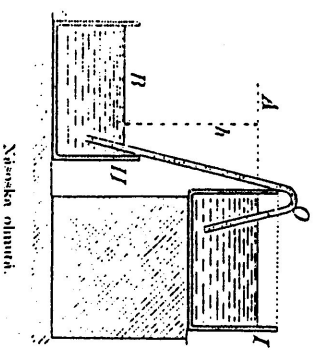
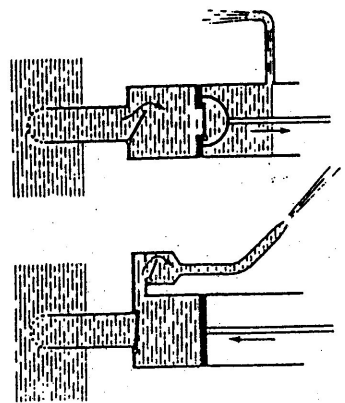
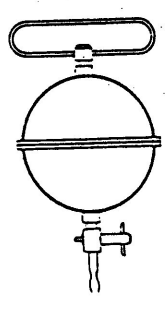
Co označují jednotlivé symboly ve vztahu pro nosnou sílu P, a pro užitečný odpor P<sub>2</sub> ?

**Záměr:**  
 Model křídla umístíte asi 20 cm od otvoru tunelu a nastavíte úhel úhlu náběhu. Postupně zvyšujete rychlost obtékání až na maximum a sledujete vzhledy uzavřete. Pak při konstantní rychlosti obtékání zvyšujete úhel náběhu.

Vztlakové síly na křídlo se s rostoucí rychlostí zvyšují. Vztlakové síly závisí na úhlu náběhu.

**C7 Demonstrujte a objasněte existenci atmosférického tlaku** Princip činnosti násosky, Tanalův pohár, Mariottova láhev, rotační olejová vývěva.

**Magdeburské polokoule**  
 List papíru udrží vodu ve sklenici  
 Princip hrušky, pumpy na zdvínání a na tlak a dále:



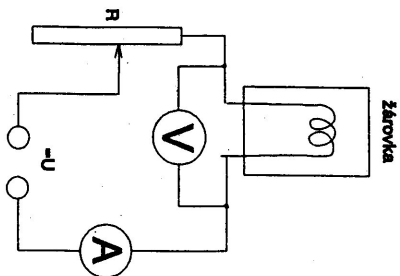
Demonstruje a objasňuje rozdíly v el. vodivosti kovů a polovodičů a její závislosti na teplotě.

Zahřívá Ge, odpor vlákná žárovka.

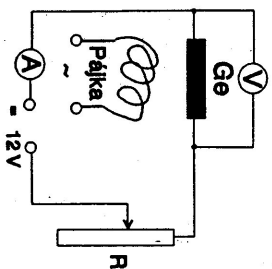
- Geometricky ideální míř nezrovnaluje elektrony.

- Reálný kov: poruchy v míři- tepelné kmity (fonony)

- Závislost odporu kovu na teplotě  $R=R_0(1+\alpha t+\beta t^2)$



Uspořádání pokusu s ohřevem Ge



- Vlastní a nevládní polovodič  
- proudová hustota v polovodiči:

$$\vec{j} = \mu_{dira} n_{dira} e \vec{E} + \mu_{elektron} n_{elektron} e \vec{E}$$

- závislost proudové hustoty na teplotě  $j = j_0 T^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{A}{T}}$

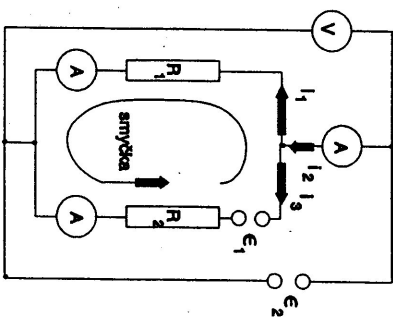
- Růst vodivosti polovodiče v důsledku růstu koncentrace volných nosičů

$$\frac{\partial n_{elektron}}{\partial T} > 0 \quad \frac{\partial n_{dira}}{\partial T} > 0$$

Demonstruje a objasňuje platnost Kirchhoffových zákonů.

Na demonstrační desce- odpor paralelně, sériově, dva zdroje, vliv měřících přístrojů.

Uspořádání experimentu

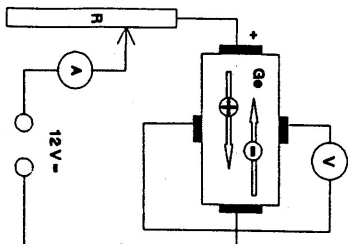


- První Kirchhoffův zákon- součet všech proudů vstupujících do uzlu je roven nule  $\sum I_{uzel} = 0$

- Druhý Kirchhoffův zákon- součet všech elektromotorických napětí v libovolné smyčce obvodu je roven součtu všech úbytků na odporech v dané smyčce.  $\sum R_j I_j = \sum \epsilon_i$

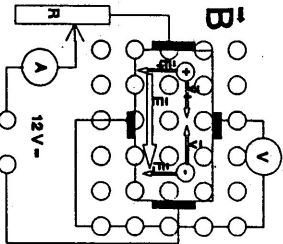
- Je třeba analyzovat vliv měřících přístrojů

demonstrujete a objasníte Hallův jev v polovodičích.  
 Vznik Hallova napětí na Ge desičce , vliv směru magnetické indukce. Měření Hallovou sondou.

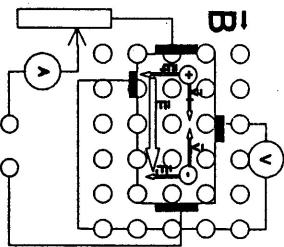


- Vlastní vodivost Ge, Si
- přírůsková vodivost Ge, Si
- Vedení proudu v polovodiči
- proudová hustota  $\vec{j} = \mu_{dira} n_{dira} e \vec{E} + \mu_{elektron} n_{elektron} e \vec{E}$
- vlivem Lorentzovy síly  $\vec{F} = e \vec{v} \times \vec{B}$
- v důsledku, že  $n_{diry} \neq n_{elektron}$   $\mu_{diry} \neq \mu_{elektron}$
- vznikne na vzorku příčné Hallovo napětí

Ge v přítomnosti mg pole

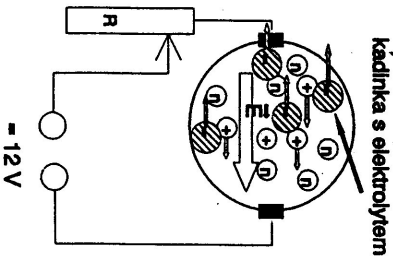


Vliv geometrické nesymetrie (efekt ekvipotenciálních poloh)

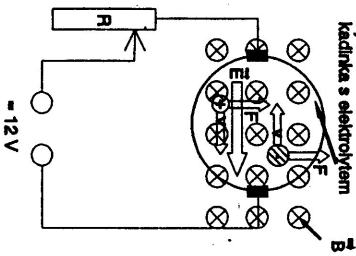


Změřte velikost napětí pro oba směry vektoru magnetické indukce.

Pracovní list A4  
 Demonstrujete a objasníte pohyb iontů v kapalinách při působení magnetického pole.  
 Vedení proudu v kapalinách, vliv orientace magnetického pole.  
 Schéma experimentu



průběh kapaliny  
 - rozložení elektrického pole?



- Elektrolyt
- Rovnovážná koncentrace kladných a záporných iontů
- disociace heteropolární sloučeniny (NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Vedení proudu - mechanismem iontové vodivosti
- proudová hustota  $\vec{j} = \mu_+ n_+ q_{iont} \vec{E} - \mu_- n_- q_{iont} \vec{E}$
- polovlivnost
- koncentrace volných nosičů
- V přítomnosti magnetického pole:
- Lorenzova síla  $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$
- vzhledem k tomu, že  $\mu < \infty$  (náboj interaguje s kapalinou) dochází k
- zkoušejte vliv tvaru mag. pole na rotaci kapaliny

Změřte Hallovou sondou pole v solenoidu pro souhlasné a protisměrné zapojení obou částí cívky.

pole v solenoidu  $B = \mu_0 I z$  , kde z je počet závitů na jednotku délky

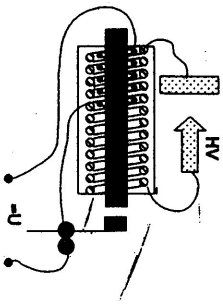
-Nulování pomocí magnetického stínění

Demonstrujte a objasněte vedení proudu v plynech za atmosférického a sníženého tlaku.  
*Ruhnkofův indikátor, výbojové trubice s různým tlakem, fluorescence, luminescence.*

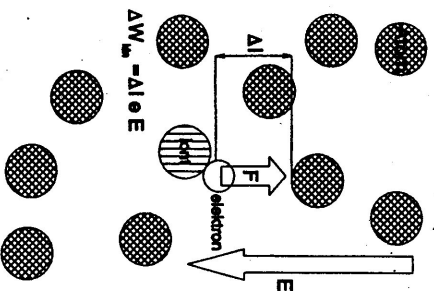
*Pomocí Ruhnkofova generátoru přehleďte a objasněte výboj v zemské atmosféře.*

-Existence rovnovážné koncentrace iontů v zemské atmosféře bez VN pole.  
 -Ionizace vlivem: ultrafialového záření

zemské a kosmické radioaktivity  
 tepelného pohybu (Maxwell-Boltzmannovo rozdělení)  
 uveďte další možné mechanismy  
 -Emise elektronů z elektrod vlivem el. pole, vlivem iontového bombardu



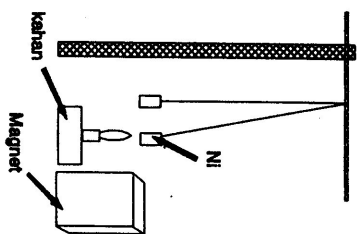
- jiskrový výboj
- obloukový výboj
- praktické aplikace



- Výboj za sníženého tlaku
- volná dráha atomu
  - volná dráha nabitě částice (elektron, ion)
  - účinný průřez srážkové ionizace
  - nabitá částice získá v poli s intenzitou E na dráze Δl (volná dráha) energii  $\Delta W = \Delta l e E$
  - ionizační energie atomu  $U_{ion}$
  - nutná podmínka pro výboj  $\Delta W > U_{ion}$
  - závislost účinného průřezu ionizace na  $\Delta W$  ?
  - čím větší l, tím větší  $\Delta W$  tedy s klesajícím tlakem klesá zápalné -napětí.
  - platí to i pro velmi malé tlaky (střední volná dráha srovnatelná s rozměry výbojové komory) a velmi silná pole?

Demonstrujte a objasněte, co se děje při Curieově teplotě.  
*přehled magnetizmu látek, magnetické domény, Ni- Curieův bod.*

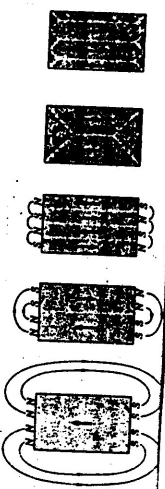
Uspořádání pokusu



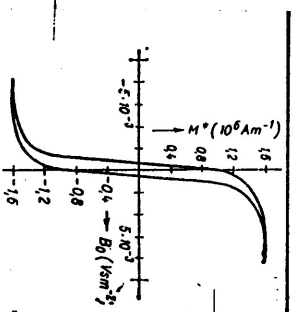
- Analogie s magnetickým polem solenoidu
- spínový magnetický moment elektronu  $\vec{\mu} = -\frac{e}{2m} \vec{J}$
- orbitální magnetický moment elektronu  $\vec{\mu} = -\frac{e}{m} \vec{J}$
- magnetický moment atomu  $\vec{\mu}_{atom} = -g \frac{e}{2m} \vec{J}$   $g < (1 : 2)$  Landého faktor.
- Magnetický moment atomu sestává s  $\eta$  spin a  $\eta$  orbit a ze změny orbitálního momentu vyvolaného vnější magnetickým polem
- $\Delta \mu = -\frac{e^2}{6m} \langle r^2 \rangle B$

Magnetický moment  $M = \frac{\chi}{\mu_0} B$

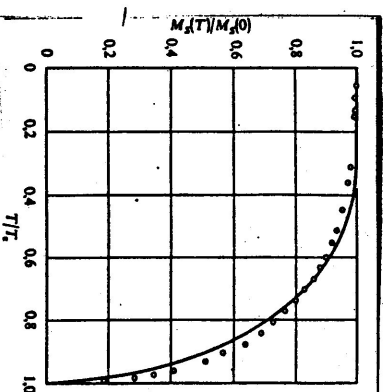
- Diamagnetizmus (diamagnetické látky zeslabují vnější pole)  $\chi < 0$
- Paramagnetizmus  $\chi = \frac{C}{T}$
- Feromagnetizmus (souvisí s "nemagnetickou interakcí" mezi spiny elektronů sousedních atomů)  $\chi = \frac{C}{T - T_c}$  pro  $T > T_c$ ,  $T_c$  (Curieova teplota) Pod Curieovou teplotou existence magnetických domén



Závislost M na B pro železo



Teplotní závislost nasycené magnetizace Ni



Demonstrujte a objasněte směr magnetických siločar kolem permanentních magnetů a kolem proudovodiče. Proudovodiče na plexisklu, feritový prášek, vektorové pole

Znárodně magnetické siločáry v okolí vodiče pomocí feritového prášku.

Pole potřebné indukce vytvořte krátkým proudovým pulsem. Pozor na spálení!

- piliny z magneticky měkkého materiálu

- piliny z magneticky tvrdého materiálu

- proč je optimálním tvarem pro zobrazování siločar zrno protáhlého tvaru?

Uspořádání experimentu

FERITOVÝ PRÁŠEK

- Biot-Savart-Laplaceův zákon

$$dB = \frac{\mu}{4\pi} \frac{Idl \times \vec{r}}{r^3}$$

B ve vzdálenosti r od nekonečně dlouhého přímého vodiče

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$

B ve středu kruhové proudové smyčky

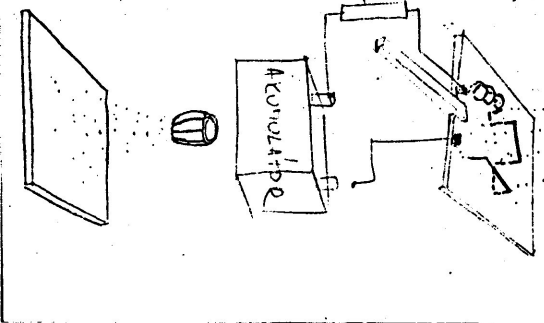
$$B = \frac{\mu I}{2r}$$

- feromagnetikum v homogenním magnetickém poli

$$\vec{M} = \chi \vec{B}$$

- silové působení na mag. moment v nehomogenním mg. poli

$$\vec{M}_{sil} = -\vec{M} \times \nabla B \quad d\vec{F} = -\vec{M} \times \nabla B$$



Zobrazte tvar magnetických siločar v okolí: tyčového a podkovovitého magnetu, dvou tyčových magnetů proti sobě a dvou tyčových magnetů se stínícím kroužkem v mezeře. Pomocí feromagnetického prášku (pilin).

Návrh postupu: položte na permanentní magnet plastickou podložku a z výšky jemně "pocukrujte" feromagnetickou drť

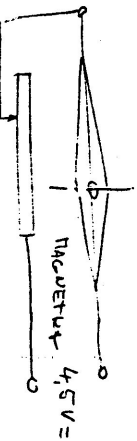
EXPERIMENT S MAGNETICKOU STŘELKOU

MAGNETICKÉ POLE ZEMKOVÝCH SKLÁPÍ S MAGNETICKÝM

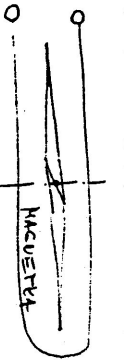
POLEH PŘOUVODIČE. STŘELKA UKÁŽE SMĚR VÝSLEDKOVÉHO

POLE

1. FERITOVÝ VODIČ



2. PŘOUVODVÁ ŠTYČKA



Demonstrujte a objasněte silové působení mezi dvěma proudovodiči

Dva zavěšené proudovodiče, komutace proudu

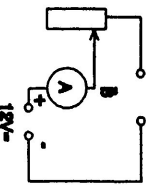
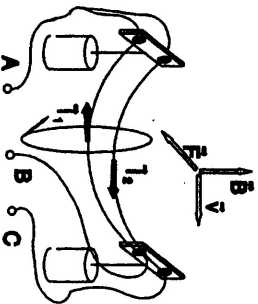
Uspořádání pokusu

Předpovězte a vyzkoušejte výchylku vodičů pro zapojení vodičů:

A(+); B(-); C(-)

A(-); B(+); C(+)

B(-); C(+)



- silové působení na elementární úsek dl proudovodiče v poli B

$$d\vec{F} = dI \times \vec{B}$$

- Biot-Savart-Laplaceův zákon

$$dB = \frac{\mu}{4\pi} \frac{Idl \times \vec{r}}{r^3}$$

B ve vzdálenosti r od nekonečně dlouhého přímého vodiče

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$

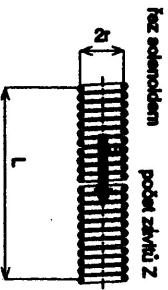
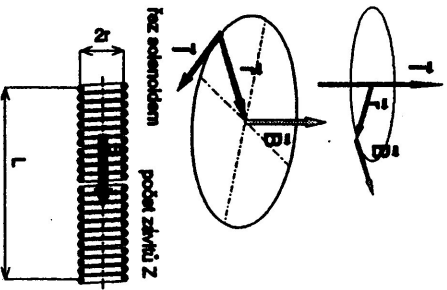
B ve středu kruhové proudové smyčky

$$B = \frac{\mu I}{2r}$$

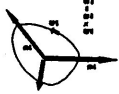
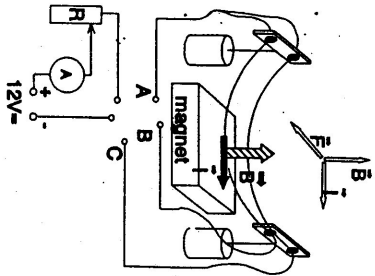
B ve středu dlouhého štíhlého solenoidu

$$B = I \mu_0 \quad z = \frac{z}{l}$$

$$\mu = \mu_0 \mu_r \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ [Hm}^{-1}\text{]}$$



Pracovní list A9.  
 Demonstrujte a objasněte chování proudovodiče v magnetickém poli. Zavěšené proudovodiče v magnetickém poli, komutace směru, praktické aplikace  
 Experimentální uspořádání



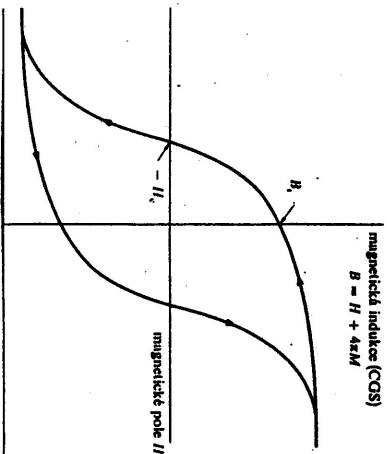
Zapojte  
 A(+), B(-)  
 A(-), B(+)  
 B(+), C(-)

Předpovězte výchylku dráti pro uvedené kombinace proudů  
 -zvažte zda-li pozorované efekty kvalitativně závisí (v našem případě) na velikosti B magnetu

-Lorenzova síla  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

-Sílové působení na elementární úsek dl vodiče  $d\vec{F} = d\vec{l} \times \vec{B}$

Pracovní list A 10  
 Demonstrujte a objasněte způsob, jak rozlišit látky magneticky měkké od tvrdých.  
 pomocí elektromagnetu změnit polaritu permanentního magnetu, odmagnetovat tyčový magnet.  
 Hysterézní křivka



-remanentní magnetizace?  
 -koerclivní pole?

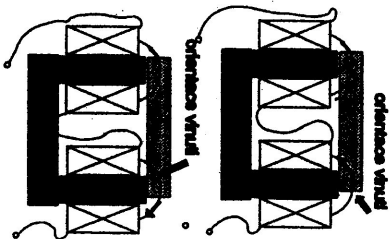


schéma pokusu s přemagnetováním a odmagnetováním feromagnetického materiálu  
 - Změňte polaritu permanentního magnetu  
 --jak velké pole H je třeba ke změně směru magnetizace?  
 --jak dlouho je třeba vystavit materiál účinkům mag. pole aby došlo k jeho přemagnetování (zmagnetování)?

Odmagnetujte tyčový magnet

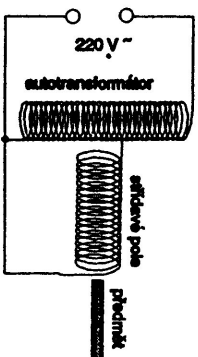
-odmagnetování proměnným magnetickým polem  
 -uspořádání obdobně jako při změně polarity  
 -velikost proudu cívkou

$$\vec{R}_{efekty} = \vec{R}_0 + i\omega L$$

$$\vec{R}_{efekty} * \vec{I} = \vec{U}$$

$$Z_{efekty} = \mu_1 \mu_0 \omega^2 \frac{\pi R^2}{l}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Hm}^{-1} \quad \mu_r = 5 \cdot 10^3$$



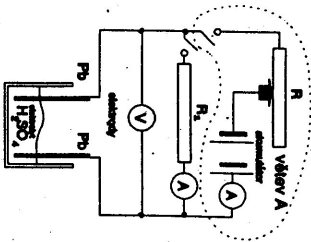
1. Předmět v cívkce, U klesá
2. U konstantní, předmět vzdalujeme



Demonstrujte a objasněte vznik primárního a sekundárního el článku *Na* pomocí článku *Cu/Zn, Pb akumulátor, údržba akumulátorů.*

**Sestavte experimentální Pb akumulátor.**

Schema zapojení pokusu s Pb akumulátorem



- změřte napětí naprázdno před nabíjením, napětí naprázdno po nabíjení
- napětí při zátěži.
- Pokuste se stanovit kvalitativně, na jakých parametrech závisí kapacita a napětí na Pb akumulátoru.
- Pokuste se interpretovat, proč po sestavení článku naměříte zbytkové napětí (volumetrem s velmi velkým odporem)

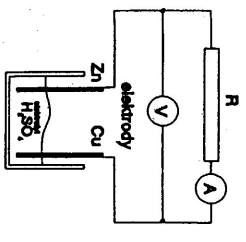
- pokuste se odhadnout, co je příčinou skáknutí (zřítia parametru) Pb akumulátorů
- elektrochemická koroze elektrod
- sulfatace
- rekrystalizace aktivní vrstvy

část obvodu označená A slouží pro nastavení nabíjecího proudu odpor *R<sub>2</sub>*-zátěž článku napětí kovů vzhledem k vodíkové elektrodě:

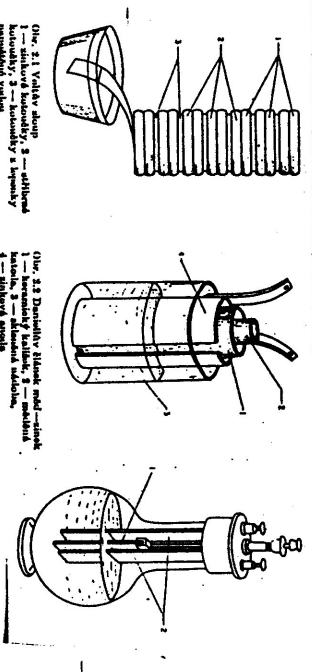
Elektroda	Napětí (V)	Elektroda	Napětí (V)
Li	-3,02	Ni	-0,25
K	-2,92	Pb	-0,126
Na	-2,71	H <sub>2</sub>	0
Mg	-2,35	Cu	+0,34
Zn	-0,762	Ag	+0,81
Fe	-0,44	Hg	+0,86
Cd	-0,402	Au	+1,5

**Sestavte sekundární Cu/Zn článek.**

Uspořádání pokusu s primárním článkem změřte napětí článku naprázdno a při zátěži.



**Příklady některých historických článků**



Obr. 2.1. Voltaův nádobí, 1 - stříbrná katoda, 2 - zinek, 3 - sůlný můstek, 4 - vodivá vazba

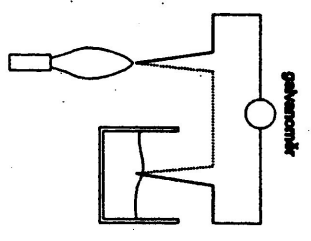
Obr. 2.2. Daniellova článková baterie, 1 - měděná katoda, 2 - zinková anoda, 3 - sůlný můstek, 4 - vodivá vazba

Obr. 2.3. Groveova článková baterie, 1 - vodivá vazba, 2 - měděná katoda, 3 - grafitová anoda

-Je možné primární článek po vybití regenerovat obdobně jako akumulátor?

Demonstrujte a objasněte funkci termočlánku. Termočlánek \_\_\_\_\_ termistor, termoelektrický splňvaný ventli.

Schema zapojení experimentu s termočlánkem



-Seebeckův jev -potenciálový rozdíl  $\Delta U$  na obou koncích vodiče s teplotním gradientem

$$\Delta U = \alpha \Delta T$$

$$\Delta \epsilon = \Delta U_{\text{term}} / \Delta T \quad (1)$$

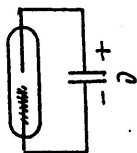
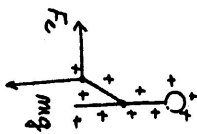
$$\Delta \epsilon = (\alpha_{\text{term}} / \alpha_{\text{term}}) \Delta T$$

Změřte odpor termistoru jako funkci teploty

B1. Demonstrujte a objasnite u voditca existenci el. naboje a indukovaného naboje. Elektroskop, různé zdroje el. naboje, polarita doutnavkou, tyče, Wimshurstova elektrika, Van de Graaff.

Elektroskop ... kapacita  $C_2$

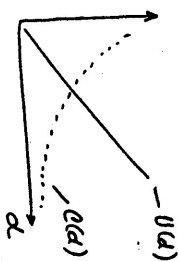
navodur: + -  
sklo: + + + + +  
povrchový náboj  
povrchové vodivost



$$C = \frac{Q}{U}$$

$$C_{\text{vztl.}} = \epsilon \frac{S}{d}$$

$$\Rightarrow U = \frac{Qd}{\epsilon S}$$

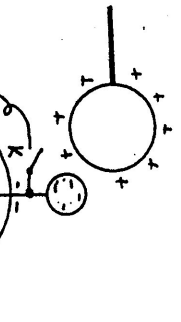
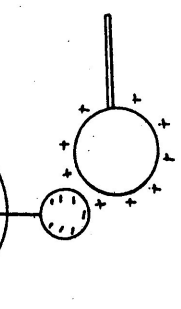
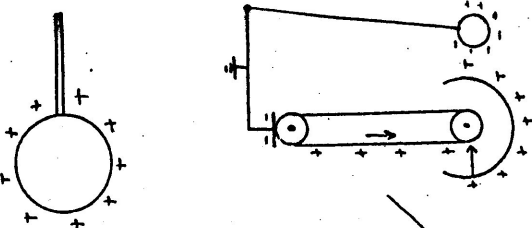


klodny náboj se vzdaluje od záporné elektr. práce  
el. náboj získává potenciální energii

Co se stane, když kouli vzdalíme?

Osazené, když K rozpojím a pak vzdalím kouli? 2

+ ... uvolněná elektroni  
- ... přichytě

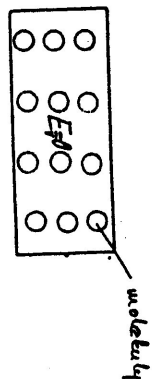


Koule uhlí! proud zemi!

Elektroskop v poli nabité koule

Uzeměný elektroskop v poli nabité koule

B2. Demonstrujte a objasnite chování dielektrických kapalin a dielektrik v el. poli. Olej proti elektrodám, polarizace dielektrika, rozkladný kondenzátor.



Polarizovatelnost:

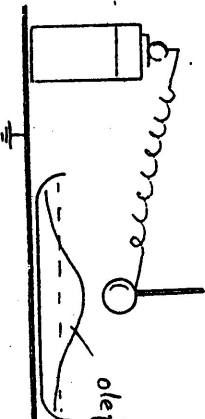
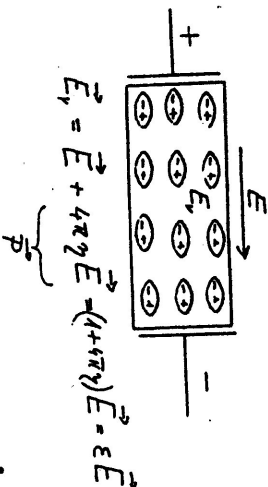
1) elektronová



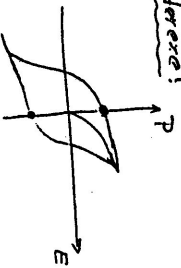
(nabíje se - kladný, vzdaluje)

2) dipólová (včetně spřažených dipolů)

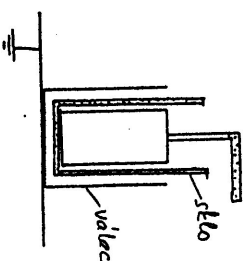
Vliv teploty - navodur, sklo, olej



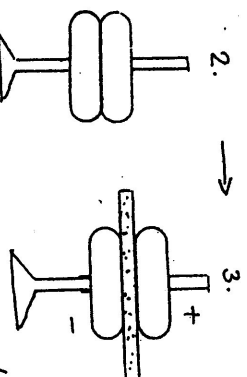
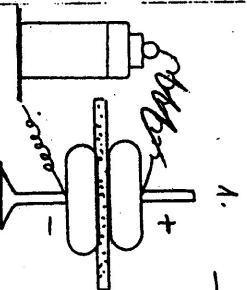
Hystereza: P



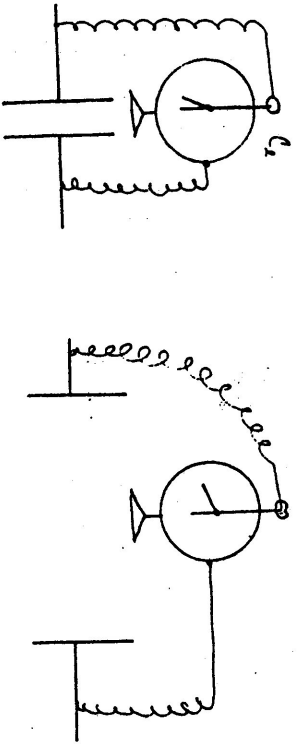
↓ dilatace



Rozkladný kondenzátor - deskový, válcový



B3. Demonstrujte elektroskopem a objasněte jev při vzdalování desek kondenzátoru a při vložení dielektrika. Deskový kondenzátor, kapacita, elstat. energie.



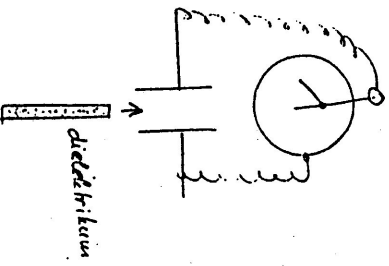
Čeká - káma!  
 $C_{\text{nová}} = Q_{\text{stat}} + Q_{\text{el}}$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$U_{\text{stat}} = U_{\text{el}}$$

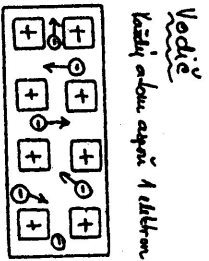
$$Q = \epsilon \frac{S}{d}$$

Proce při vzdalování bodových nábojů.

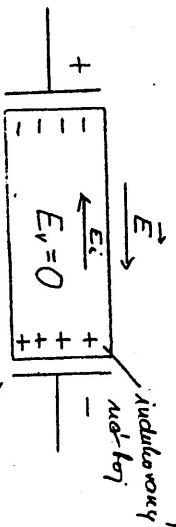
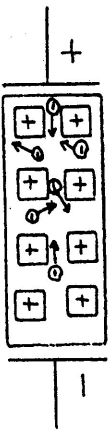


Vložení dielektrika vyvolá elektroskopu . . . . .

B4. Demonstrujte a objasněte, kde sídlí el. náboj na dutých vodičích. Elektroskop, zkoumá kulický, stínění, zavěšené kulický zevnitř a zevně vlnice.

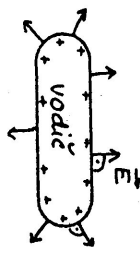
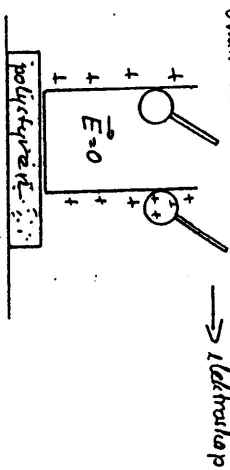


Vodič  
 každý atom má 1 elektron

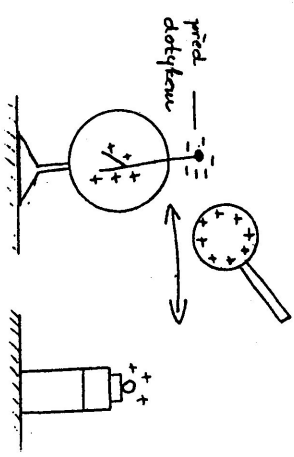


Uvnitř vodiče:  $\vec{E}_V = \vec{E}_E + \vec{E} = 0$

Uvnitř vlnice:  $\vec{E} = 0$



$E_V = 0$   
 Gaussova věta }  $\Rightarrow$  uvnitř vodiče  
 keřkou náboje

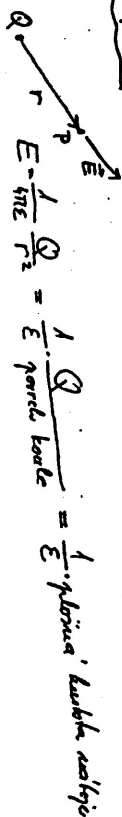


přenos náboje:

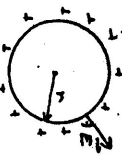
- 1)  $q \neq 0$   $Q = 0$  před dn
- 2) po dotyku  $q = ?$   $Q = ?$

B5. Demonstrujte a objasňte závislost kapacity na velikosti vodíče. Kulové vodíče, vodíče různých tvarů, elektroskop.

Bodový náboj



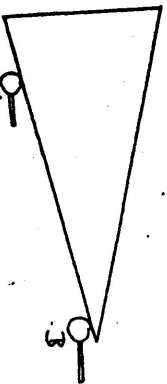
Nabitá koule (vodíč)



$E \sim$  plošina kulového náboje  
 Potenciál:  $U = - \int_{\infty}^r \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r^2} dr = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r}$

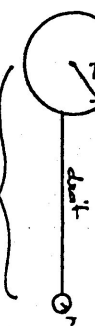
Kapacita koule:  
 $C = \frac{Q}{U} = 4\pi\epsilon R \sim R$

Vodivý kůžek



Zjednodušená

1) kůžek je skupine. plocha (jak by probíhal?)



celkový náboj Q

$U_q = U_r$

Okružní kapacita  $C_q < C_r$

2) Jakou kapacitu se dostane v bodě:

A  $\rightarrow$  skusobný

B  $\rightarrow$  ———

A  $\rightarrow$  ———

Co se stane experimentem ten probíráte?

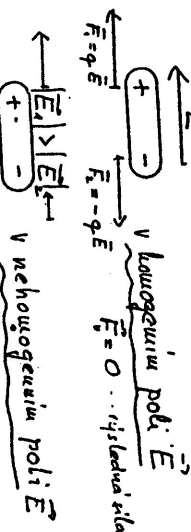
B6. Demonstrujte a objasněte silové působení mezi el. náboji. Kovová kulička v deskovém kondenzátoru, dvě kuličky vodivé, dvě izolační nabitě tyče, elektroskop.

1. Tyče na kování skřítku (otáčení)

— Dielektrikum  
— vodivě



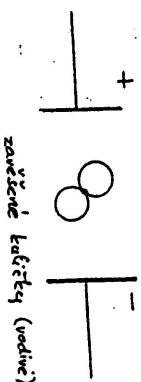
2. Dielektrická tělíska (proč se přitahují k nabitě tyči)



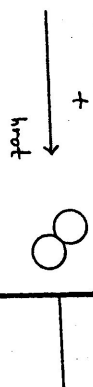
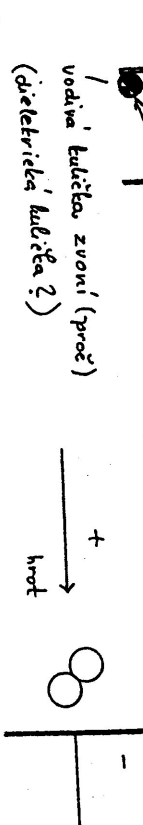
Výsledná síla:  $\vec{F}_0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

orientace dvojice kuliček v el. poli:

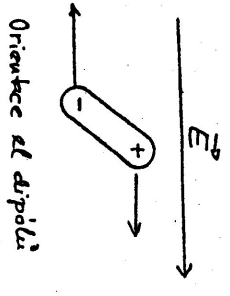
a)



b)



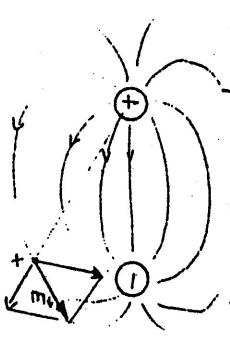
B7. Demonstrujte a objasňte tvar elektrických siločar a ekvipotenciálních ploch. Elektrody v oleji, chocholy, vodíče různých tvarů.



Orientace el. dipolu

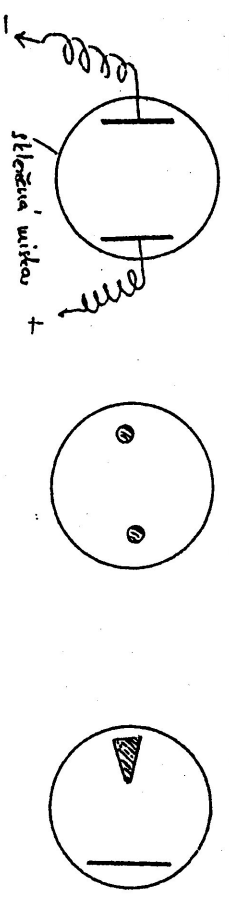
El. dipól — stabilní  
— indukovaný (elektronové polarizace) (molek. → kule vodivé koule)  
— spontánní polarizace (hysterese)

Plazma x skupěná placka

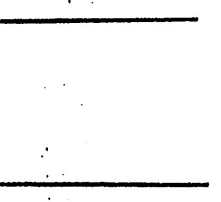
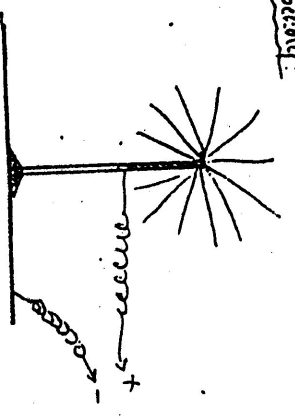


Ylu oběd!

Hidely elektrod a jejich el. pole (různový olej, fraprice) — připojit k indukční elektrice

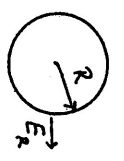


Chocholy:



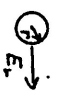
B8. Demonstrujte a objasňte princip činnosti hromosvodu. Wimburova elektrika, hrot, koule, napětí podle tabulek, dielektrická pevnost.

Válka koule vodiče

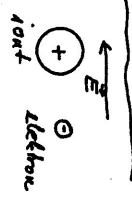


$E_R = ?$   
 $Q$  stejné rozložení  $E_R = ?$

Holá koule (hrot)

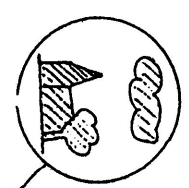


Lavice obou v E:



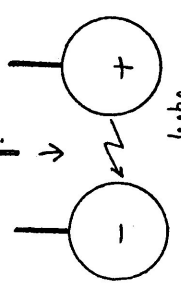
Střední volná dráha  
 $E_{in. izota} =$   
 $E_{in. el. hrom.} =$

Srovnání → jiskra, výboj

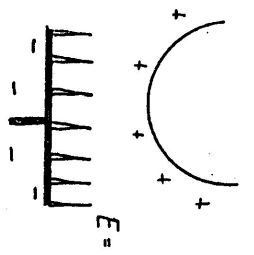


středová svíčka, kovové elektrody

Kapěti z tabulek!



Ypapír (sklo)



Po ukončení práce:

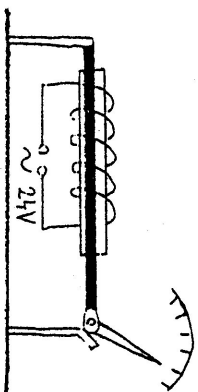
indukční elektrika zneutralovat!  
kondenzátory — !!

Dívejte hromosvod

### III. C Termika

#### C1 Demonstrujte a objasněte teplotní roztažnost pevných látek. Kovové tyče, sklo, drát, gumička, bimetalový pásek.

Při změně teploty pevného či kapalného tělesa dochází ke změně rozměrů tělesho tělesa. Jev se nazývá teplotní roztažnost. V následujících kvalitativních pokusech demonstrome změny délek tyče při zvýšení teploty a rozdílnou roztažnost různých kovů.



a) Kovovou tyč upevněnou v držáku demonstrativně zahříváme elektrickým proudem (24 V). Prodloužení tyče je přeneseno pakovým převodem na pohyb ukazatele. Do přístroje jsou nezávisle upevněny dvě tyče, např. ocelová a skleněná. Sledujte jejich prodloužení pomocí dvou nezávislých ukazatelů při zahřívání i chlazení, vyslovte závěr o teplotní roztažnosti použitých materiálů.



b) Dva bimetalové pásky upevněné proti sobě zahříváme pomocí plamenné hořáku asi v jedné čtvrtině pásku od upevněného konce. Popište a vysvětlete chování pásků.

Seznamte se s bimetalickým páskem, používaným v technické praxi v různých lepelech spojitých.

c) Zahříváme kovový drátek (24 V, pouze krátce) a gumovou nit (14 V, pomocí odporového drátu namotaného na skleněné trubice). Vysvětlete pozorovaný jev.

d) Kovová koule neprojde po zahřátí kovovým kroužkem, kterým při laboratorní teplotě procházela. Vysvětlete!

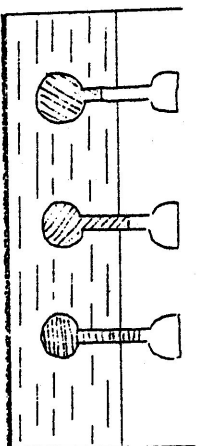
e) Seznamte se s principem a provedením pojistky chladicího okruhu automobilu.

## DBEJTE NA OPATRNOST PŘI ZACHÁZENÍ

## S EL. PROUDEM A PLYNOVÝM HOŘÁKEM!

#### C2 Demonstrujte a objasněte objemovou roztažnost kapalin. Projekce dilatometrů s různými kapalinami, anomálie vody

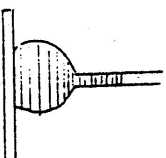
a) Stejně skleněné nádoby naplněné různými kapalinami vložíte do plastové nádoby naplněné vodou. Sledujte výšky hladin v jednotlivých nádobkách a z výsledků usudíte na relativní hodnoty součinitelů teplotní objemové roztažnosti kapalin. Obdobně postupujte i při chlazení lázně. (Lze studovat i v projekci)



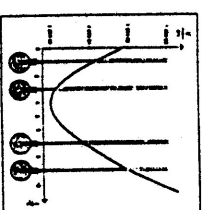
b) Banku naplněnou obarvenou vodou zahříváme na plotence elektrického variče.

Odhadněte součinitel teplotní objemové roztažnosti.

$$\beta \text{ (s)} \\ t \text{ (}^\circ\text{C)}$$



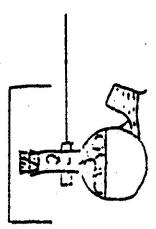
c) Graf ukazuje anomálie vody. Jaké má tato anomálie praktické důsledky?



100 g  
100 ml  
100 g  
100 ml

**C3** Demonstrujte a objasněte závislost bodu varu vody a láni ledu na tlaku. Var za sníženého a zvýšeného tlaku. regelace ledu.

Za normálního tlaku p 101 325 Pa je teplota varu vody 100 C. (Izv. normální teplota varu vody )



**POZOR!**na opatření při vytažování zátky!

*Pokus lze provést také tak, že kádinku s vodou o teplotě nižší než 100 C umístíme pod recipient výše a vyčerpáme vzduch spod recipientu. Při této variantě lze snadněji ověřit teplotu, při které var nastal. Pokus přerušime vypnutím vývěvy a vpuštěním vzduchu pod recipient.*  
Jaký praktický význam takový var má?

b) Var vody za zvýšeného tlaku-Papinův hrnec  
Jak je zde realizován přetlak a jaký význam má vaření při teplotě vyšší než je 100 C? Clapeyronova rovnice pro fázové přeměny:

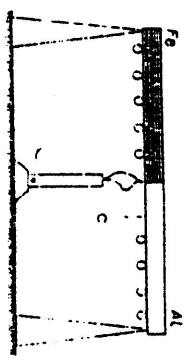
$$dT = \frac{T \Delta v}{\Delta p} \Delta p$$

Co znamenají jednotlivé symboly, co tato rovnice určuje?

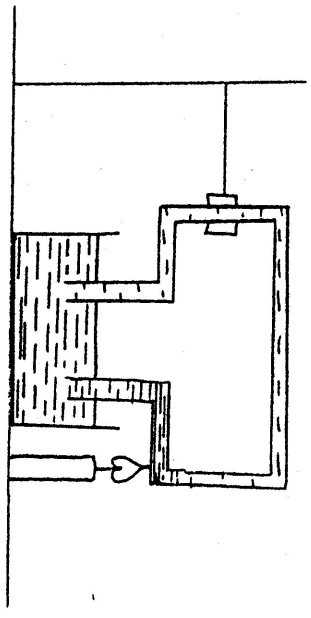
c) Regelace ledu- ledový hranolek upevníme v držáku a přes něj upevníme ocelový drát. Zatlčený závažek o hmotnosti 5kg, prodloužíme polystryrenem. Po přichodku drátu ledem si hranolek dobře prohlédneme. Jaké je vysvětlení tohoto jevu?

**C4** Demonstrujte a objasněte tepelnou vodivost kovů a izolátorů. Tyč železná, měděná, skleněná, šíření tepla v kapalinách prouděním.

a) Zařízení se skládá ze dvou stejně dlouhých tyčí o stejném obsahu průřezu, zhotovených z různých kovů. Na obě tyče přilepíme voskem kuličky přibližně ve stejných vzdálenostech a symetricky od středů tyčí tak, aby se nacházely na spodní straně tyčí. Spojení tyčí zahříváme pomocí hořáku, sledujeme chování kuliček.  
**Stejný pokus eventudně proveďte i se skleněnou tyčí.**



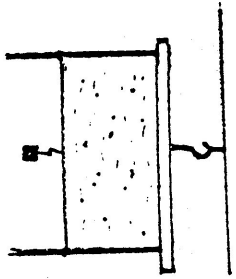
b) Do nádobky nalijte studenou obarvenou vodu. Ohnutou skleněnou trubičkou naplníte čistou studenou vodou tak, aby v ní nezůstaly vzduškové bubliny. Oba konce ucpíte prsty. Trubičku převrátíte a uzavřené konce ponoříte do nádobky. Uvolníte prsty, trubička upevněná do stojanu a zahřívá se na rovné části litovým kahanem. Sledujte, jak se obarvená voda dostává prouděním do trubičky.



Využití:

C5 Demonstrujte a objasněte existenci povrchového napětí kapalin. Sledujte povrchovou vrstvu na hladině vody, vytváření blan, velikost kapek...

a) Drátěný obdélníkový rámeček s jehlim pohyblijem ramenem ponořte do saprunalového rozlečku, aby se na něm utvořila mydllová blána. Její povrch zveštlujte tak,



že na pohyblijé rameno přitáháte mla závažlka zhotovená z drátu, popl malatujle pohyblijou část prstem. Uveklentle sl, kolik má blána povrchu a deflnujle pomocí pokusu pojmy povrchová síla, povrchové napětí a navlněle, jak je zaneřlí



b) K drátěnému rámečku připevníte smyčku z hevlábné nll a vytvořle na rámečku mydllovou blánu. Blánu ve smyčce protřněle jehlou nahřátou v plamenu. Na záklně vystředklí určete směr povrchové síly působící na nll.

c) Demonstrujle existenci povrchové vrstvy na kapalně jehln, mlnce, žlčeku).

d) Vytvořle blány na prstovcových drátěných útvarcích. Jakou vlastnost mají taklo vzniklé povrchy? (Applikace v architektuře - Mnichov, olymp stadion)

e) Bublifuk

f) Demonstrujle existenci kapilárního tlaku pod zakřiveným povrchem mydllové blány a jeho závislost na poloměru pomocí trubice na vřlíkování dvou bublín.

