

$$\begin{aligned} \text{Ú 3/99} \quad U_{001} &= 4,5 \text{ V} \\ R_{i1} &= 1,5 \, \Omega \\ U_{22} &= 3 \text{ V} \\ R_{i2} &= 0,3 \, \Omega \\ R &= ? \end{aligned}$$

$$I = I_1 + I_2 \quad \begin{matrix} I_2 = I_1 \\ I_1 = I_2 \end{matrix}$$

$$U_{21} - U_{22} = R_{i1} \cdot I_1 - R_{i2} \cdot I_2$$

$$U_{22} = R_{i2} I_2 + R I$$

$$\begin{aligned} I &= 2 \cdot I_1 \\ U_{21} - U_{22} &= R_{i1} I_1 - R_{i2} I_1 \\ U_{22} &= R_{i2} \cdot I_1 + R \cdot I \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= 2 I_1 \\ 1,5 &= 1,5 \cdot I_1 - 0,3 I_1 \\ 3 &= 0,3 \cdot I_1 + R \cdot I \end{aligned}$$

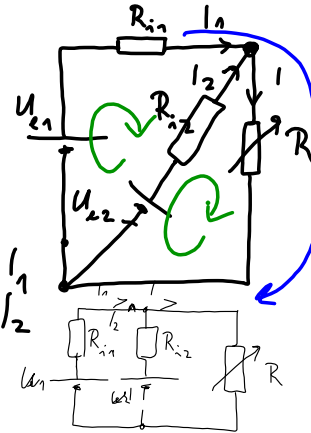
$$\begin{aligned} 1,5 &= 1,2 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{1,5}{1,2} = 1,25 \text{ A} \\ 3 &= 0,3 I_1 + R \cdot 2 I_1 \end{aligned}$$

$$3 = 0,375 + 2,5 R$$

$$R = \frac{2,625}{2,5} = \underline{\underline{1,05 \, \Omega}}$$

Aby oba zdroje dodávaly stejný proud,  
musíme hodnotu odporu nastavit na  
hodnotu  $1,05 \, \Omega$ .

17.1. 2019  
gušti prověrka K.Z.



miri - ovesvami  
rolorodici IV  
rossireni (ritinonou modru)

Půlrovodiče - jsou látky, jejich vodivost  
a izolace v závislosti teploty a  
obsluh - neplata  
- záření (světlo)  
- el. proud  
- el. napětí

půlrovodiče mají svůj měrný el. odpor  
mezi hodnotami  $10^{-2} \Omega \cdot m$  (horší vodiče)  
až  $10^9 \Omega \cdot m$  (izolanty)

$\rho$  = (měr. el. odpor  
vodiče  $10^{-6} \Omega \cdot m$  (Ag) ...  $\text{NaCl}$   $10^{-2} \Omega \cdot m$   
izolanty  $10^6$  (...  $10^{12}$ )

poznámka - funkce transistoru jako polovodičové součástky, která funguje jako zesilovač el. proudu nebo jako elektricky ovládaný vypínač.

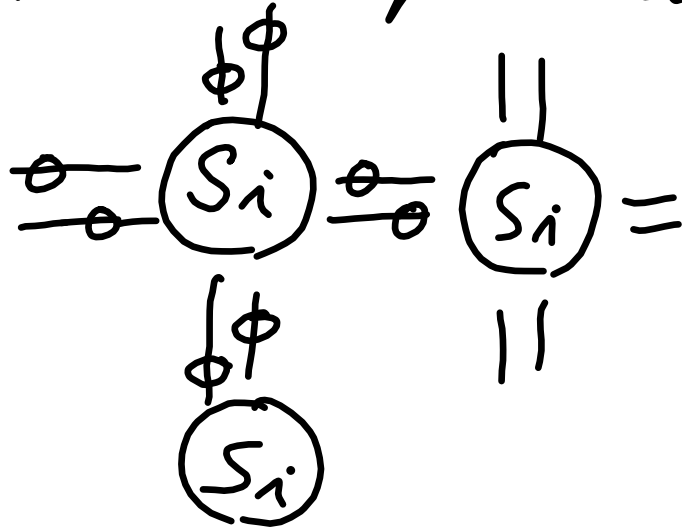
poznámka - metoda integrace transistorů umožnila vznik integrovaných obvodů; mikroprocesorů počítačů (obsahují stovky milionů transistorů, které se přepínají s frekvencí několika GHz (1 GHz - 1 000 000 000 přepnutí za sekundu). Tento výkon neustále roste...

Elektrický proud v polovodičích

je realizován pohybem elektronů  
a děr.

děra - prázdni místo po elektronu

Vlastní polovodič - např. křemík  
(čistý křemík)

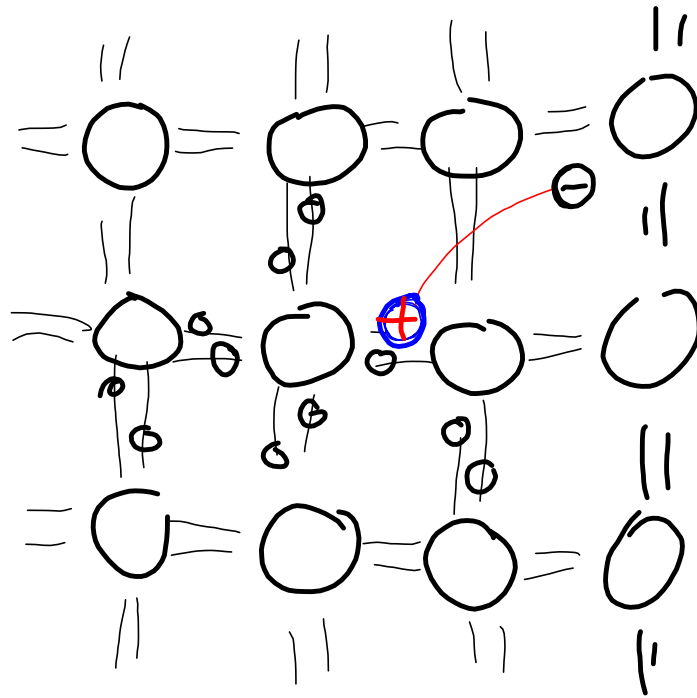


Polovodičový krystal křemík nemá volné nosiče náboje (je nevodivý)

(např.) zvýšením teploty dojde k uvolnění elektronů a vznik generace

- vznikne pár elektron (-) díra (+)

vodičství pár elektron - díra,  
se mohou v polovodiči volně pohybovat - polovodič se stává vodičem



Takaj polovodič by mohl fungovať jako  
odpor závislý na teplotě - termistor

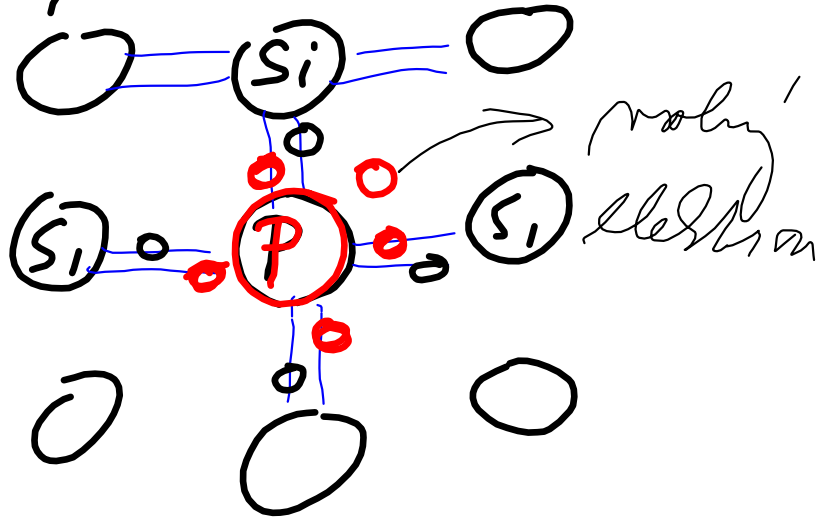


Nečistí polovodič (příměsoví)

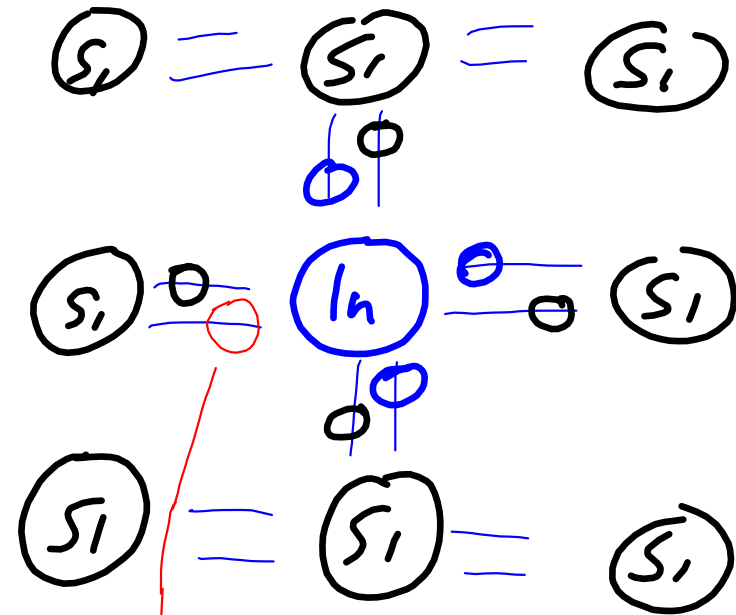
- obsahují příměs, která může  
vytvářet nadbytek elektronů nebo  
vytvářet nadbytek děr.



polovodič typu N  
 (negativní) elektrická  
 vodivost



polovodič typu P  
 (pozitivní) elektrická  
 vodivost

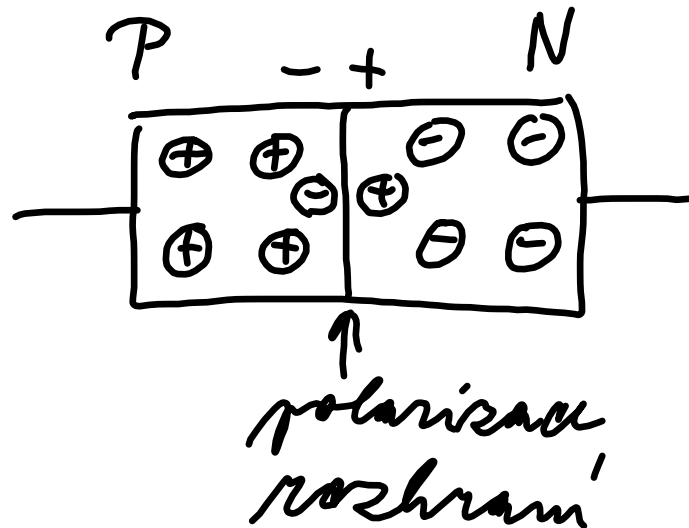


mezery místo "

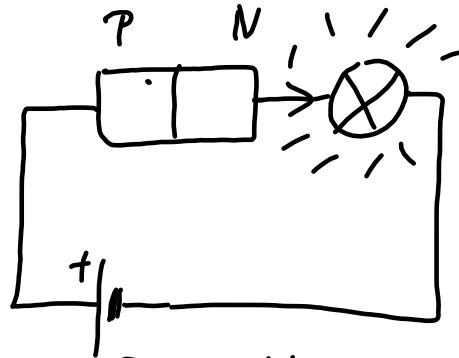
# Polovodičovi součástky

- kromistor

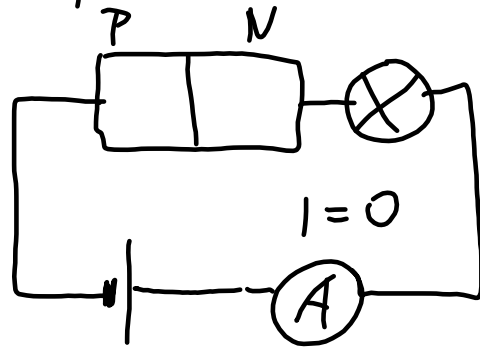
- Dioda je tvořena P-N přechodem



P-N přechod je nerovinný,  
ale jeho rozdílnost  
se dá ovládat  
vnějším napětím.  
- diodový jev



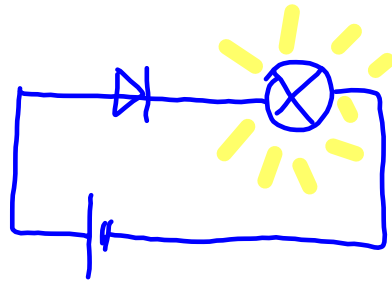
- PPP připojení Plus  
 odboji na polovodič P  
 proud Protéká



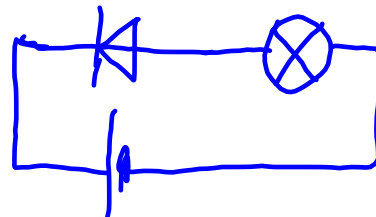
při opačné polaritě  
 odboji proud neprotéká

- dioda propouští proud  
 jen jedním směrem

- funguje jako směro-  
 vací (střed. proudu)

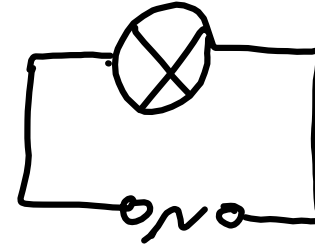
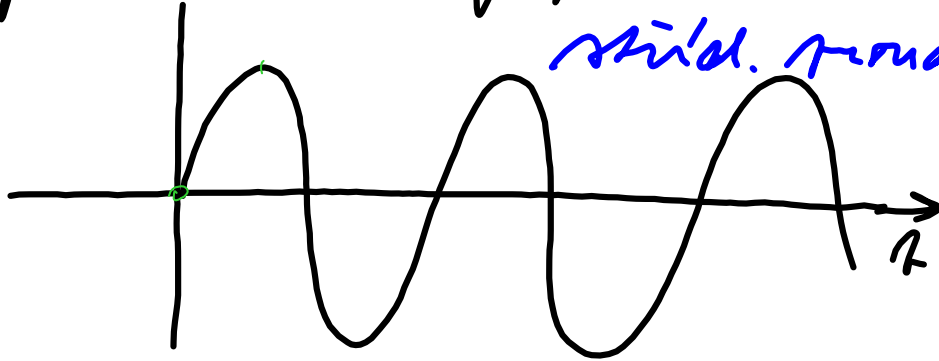


... dioda v propustném  
 směru

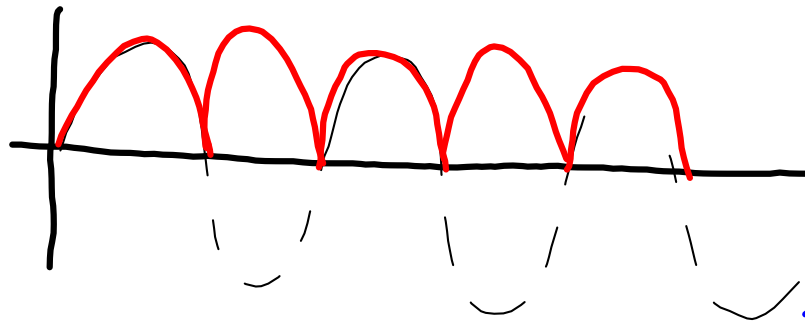
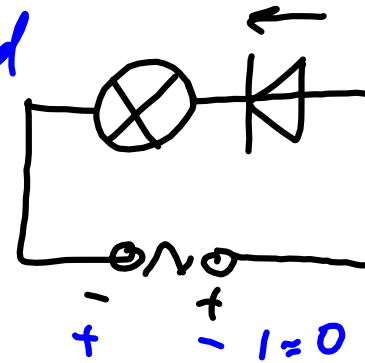
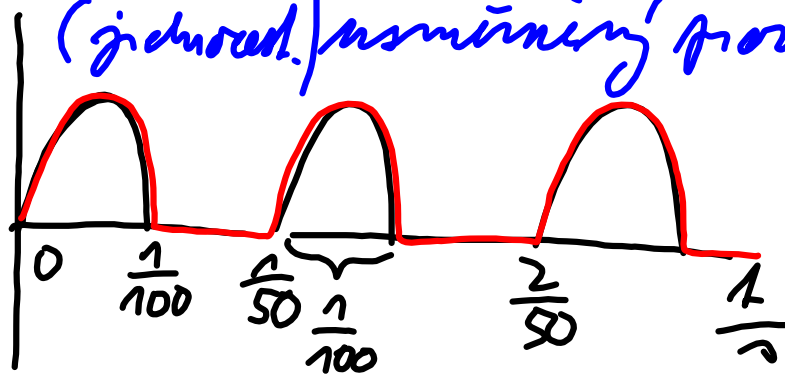


... dioda v závěrném  
 směru

poz. časov' preibih stid. proudu  
stid. proudu

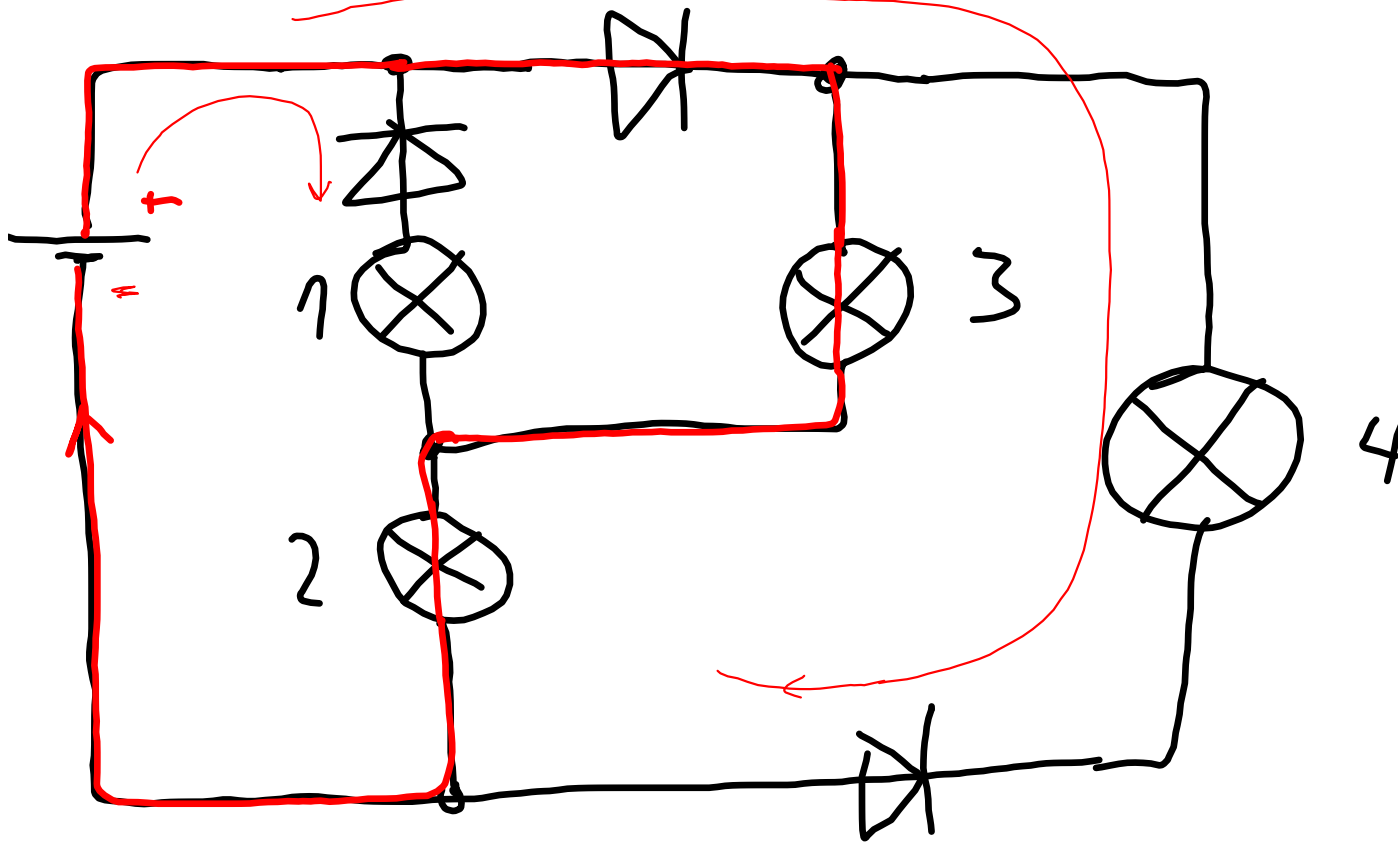


(jednos. / nasmerny' proudu)

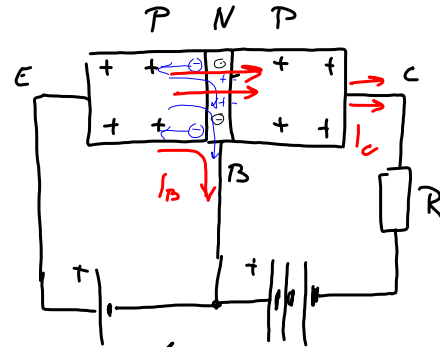
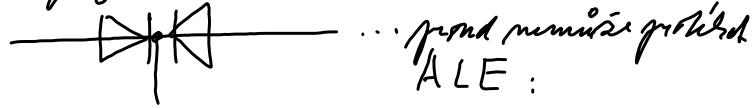


dvocestni,  
nasmerny'  
stid. proudu

Которые лампы будут гореть?



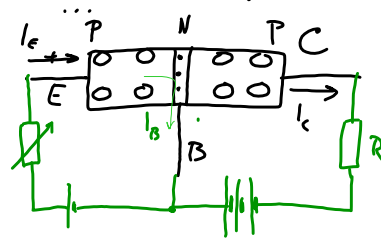
Transistor - je spojení dvou P-N přechodů  
 "zapojeními "před sebou"



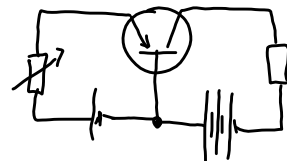
malým napětím  
 mezi B-E (0,6-0,7V)  
 lze ovládat velký  
 emitorový proud

C ... kolektor  
 B ... báze  
 E ... emitor

Transistorový

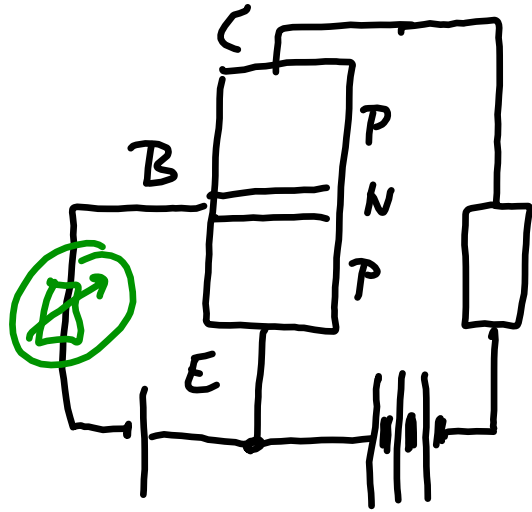


E-B ... propustí směr  
 díky jsou stlačování  
 přechodem B-C  
 vzniká emitorový  
 proud  
 - dáva podmíněk ke  
 vzniku (velkého)  
 kolektorového proudu

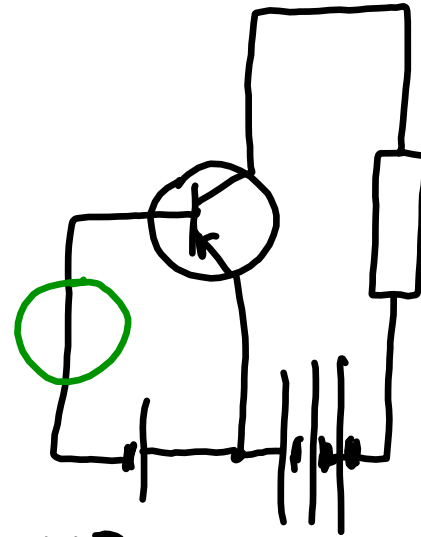
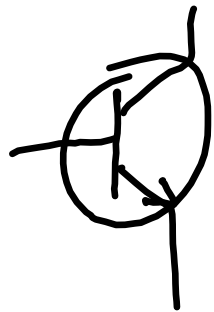


(zapojení se zapl. bázi)

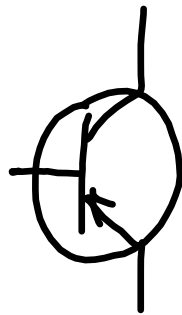
(poznaj se spol. amitorum)



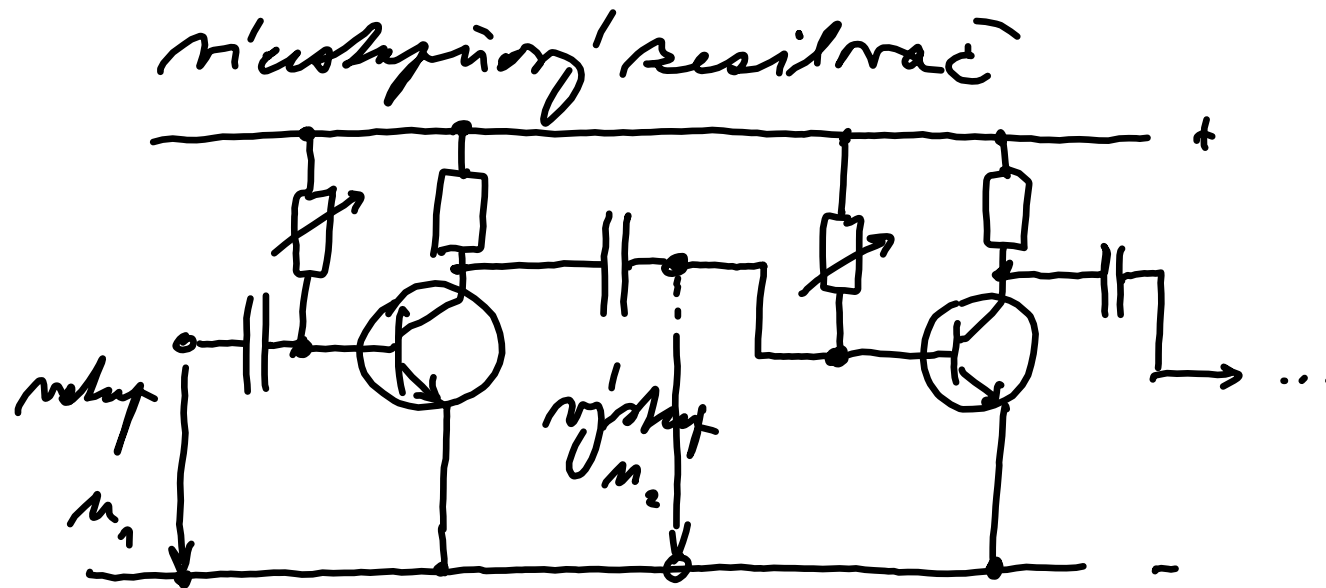
pozn. N-P-N



PNP



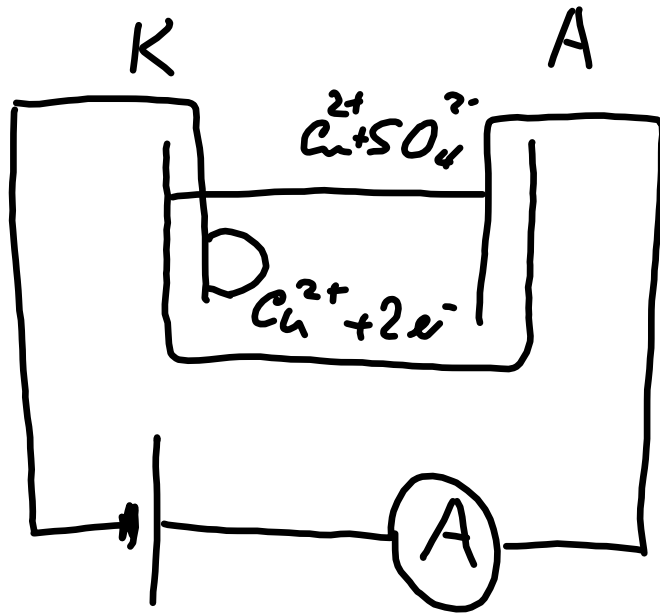
prondoj' zesilovaci' cirkuitu  $\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B}$



*il. proud v baz.*



# Faradayov zákon elektrolýzy



$$m_{\text{Cu}} \sim \Delta t$$

hmotnost vyloze.  
miedi

$$\sim I$$

$$m_{\text{Cu}} = A \cdot I \cdot \Delta t$$

$$m = A \cdot Q$$

$$\frac{m}{Q} = A \quad (\text{konstanta})$$

A ... elektrochemický ekvivalent

1. Farad. zákon

$$m = A \cdot Q$$

## 11. Farad. zákon elektrolýzy

Určete množství proudu vyvolávající při elektrolýze  
 kyslíka měďný iont chemicky divalentní

$$A = \frac{m}{Q} = \frac{m_0}{\nu \cdot N} = \frac{N \cdot m_0}{N_A \cdot \nu \cdot N} = \frac{M_m}{\nu \cdot F}$$

$$F = N_A \cdot e = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$F = 9,64870 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} (= 9,6 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1})$$

- Faradayova konstanta

$$m = \frac{M_m}{F \cdot \nu} \cdot Q$$

$$m = \frac{M_m}{F \cdot \nu} \cdot I \cdot t$$

$m_0$  ... hmotnost iontu

$m$  ... hmotnost vyvolané látky

$\nu$  ... mocnost ("mj")

$e$  ... elementární náboj

$M_m$  ... molární hmotnost

Př: Jak dlouho musí probíhat elektrolýza  
 $\text{CuSO}_4$ , aby se vyloučilo 0,15 g mědi?  
 Při proudu 1,3 A.

$$t = ?$$

$$v = 2$$

$$m = 0,15 \text{ g}$$

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$$

$$I = 1,3 \text{ A}$$

$$M_m = 63,54 \text{ g/mol}$$

$$m = \frac{M_m \cdot I \cdot t}{v \cdot F}$$

$$t = \frac{m \cdot v \cdot F}{M_m \cdot I} = \frac{0,15 \cdot 2 \cdot 9,65 \cdot 10^4}{63,54 \cdot 1,3} = 350,48 \text{ s} = 5,84 \text{ min}$$

$$\underline{\underline{t = 6 \text{ minut}}}$$

\* ... obě hmotnosti jsou v gramech ..

ú 5/110 (116)



$$m_{\text{Ag}} = 108 \text{ g} \quad \nu = 1$$

$$M_m = 108 \text{ g}$$

$$m = \frac{M_m \cdot Q}{\nu \cdot F}$$

$$Q = \frac{m \cdot \nu \cdot F}{M_m} \Rightarrow \underbrace{\frac{m_{\text{Ag}} \cdot 1 \cdot F}{M_m(\text{Ag})}} = \frac{m_{\text{Cu1}} \cdot 1 \cdot F}{M_m(\text{Cu})} = \frac{m_{\text{Cu2}} \cdot 2 \cdot F}{M_m(\text{Cu})}$$

$$\frac{m_{\text{Ag}}}{M_m(\text{Ag})} = \frac{m_{\text{Cu1}}}{M_m(\text{Cu})}$$

$$m_{\text{Cu1}} = \frac{m_{\text{Ag}} \cdot M_m(\text{Cu})}{M_m(\text{Ag})} = 64 \text{ g}$$

$$m_{\text{Cu2}} = 32 \text{ g} \quad (\text{dvojnasobný náboj, poloviční hmotnost})$$

4' 6

$$C = 100 \mu\text{F} = 100 \cdot 10^{-6} = 10^{-4} \text{ F}$$

$$d = 10^{-4} \text{ mm} = 10^{-4-3} = 10^{-7} \text{ m}$$

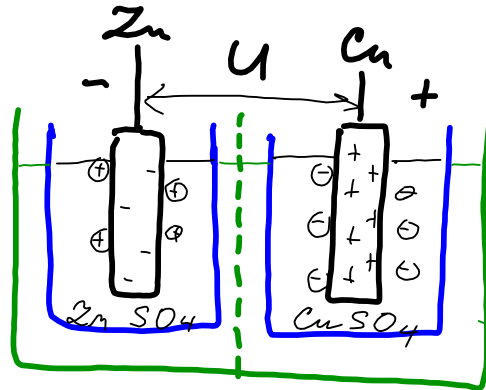
$$\epsilon_r = 10 \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$C = \epsilon \frac{S}{d} = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$

$$S = \frac{C \cdot d}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0} = \frac{10^{-4} \cdot 10^{-7}}{10 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{-11}}{10^{-11} \cdot 8,85} =$$

$$= 0,11 \text{ m}^2$$

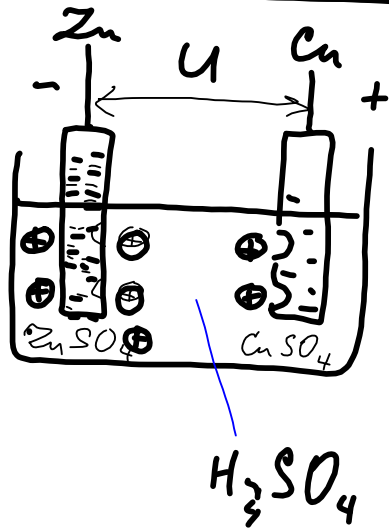
# Getvanný člunek



na porobku elektrody vzniká  
elektroda dvojstrana

po zapracovaní do jedného člunku  
vzniká Daniellův člunek

# Voltný člunek

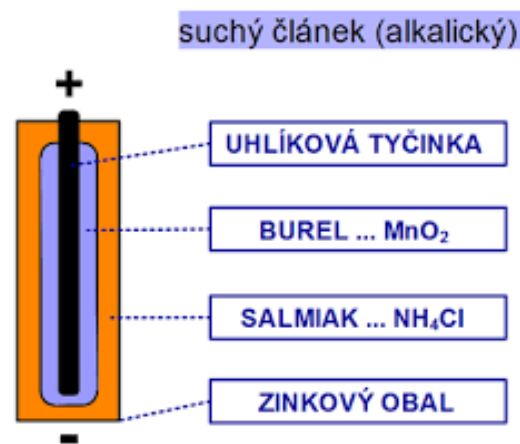


$Zn, Cu, H_2SO_4 \dots U \doteq 1V$

## Suchý článek

$$U \approx 1,5 \text{ V}$$

(energie chemických  
vazeb se mění v energii  
elektrickou)



Akumulátory  
(proces může probíhat  
i opačně - nabíjení)

$$U = 1,2 \text{ V}$$



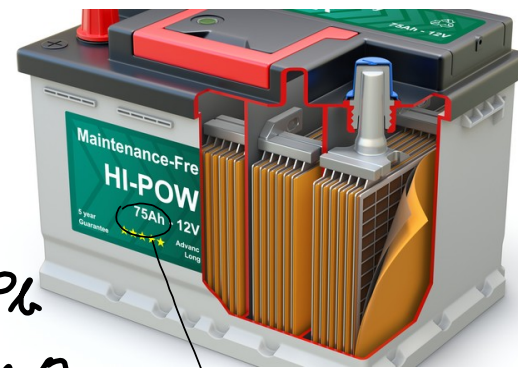
Olověný akumulátor  
 elektrody  $PbSO_4$   
 elektrody  $H_2SO_4$

nabíjení K: redukce na vod. Pb

A: oxidace  $PbO_2$

roste hustota elektrolytu

vybíjení - opevnění proces  
 napětí článků 2V



kapacita

galvanický článek

roven:  $n \times Pb \Rightarrow 2e^- (PbSO_4)$

$$Q = 40 A \cdot h = 40 \cdot 3600 C$$

$$N = ?$$

$$N = \frac{Q}{2e} = \frac{40 \cdot 3600}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$\Delta m = N \cdot m_0 = \frac{40 \cdot 3600 \cdot 96}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} =$$

$$m_0 = m_S + 4 \cdot m_O$$

$$m_Pb = \frac{64}{N_A} g \quad m_O = \frac{16}{N_A} g$$

$$m_0 = \frac{3^2 + 64}{N_A} = \frac{96}{N_A} =$$

$$= \frac{96}{6,022 \cdot 10^{23}} g$$



## El. proud a fyzika

- ionizace - oddělení elektronů z atomů

- přechodami molekul

- páření

- vychylenými ionty

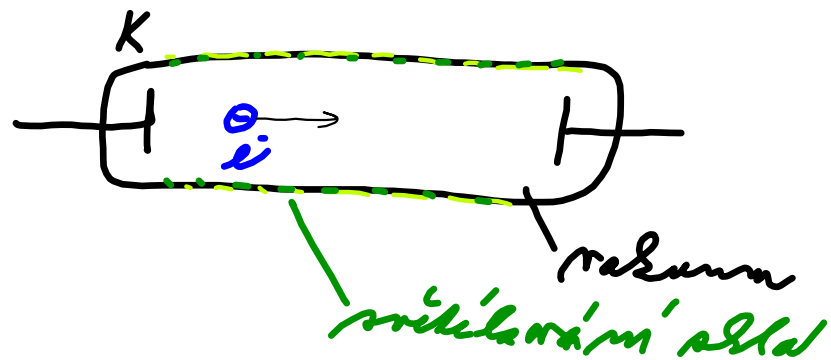
- rekombinace (zářivé ionty)

... dochází k dodání  
ionizační energie

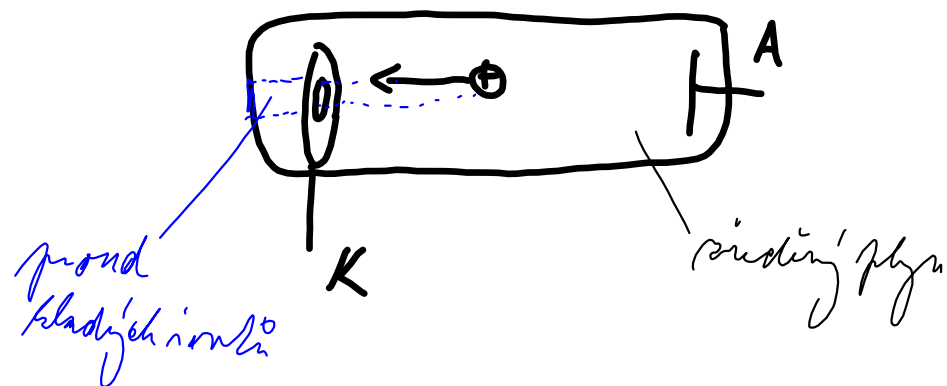
vedení el. proudu a fyzika - výboj a fyzika

uravňovací tyč - proud prochází  
75 dlna pítomosti  
ionizátorem

pozn. Katodová zářivka - proud elektronů



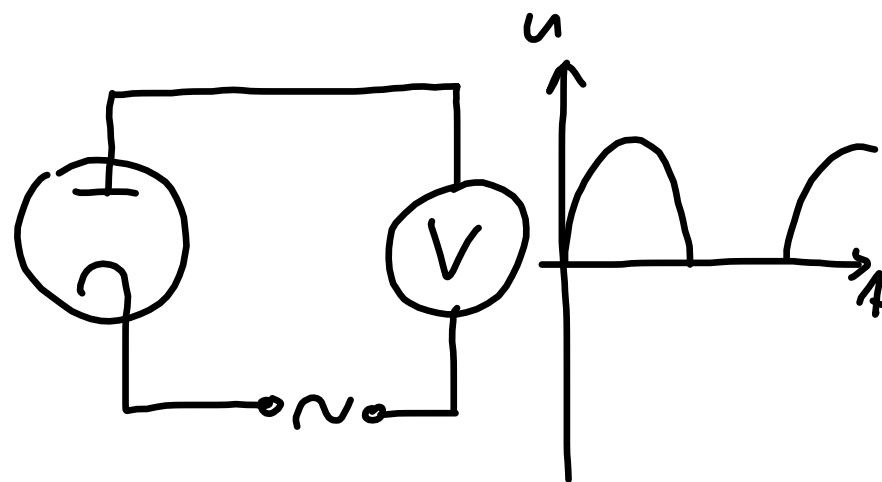
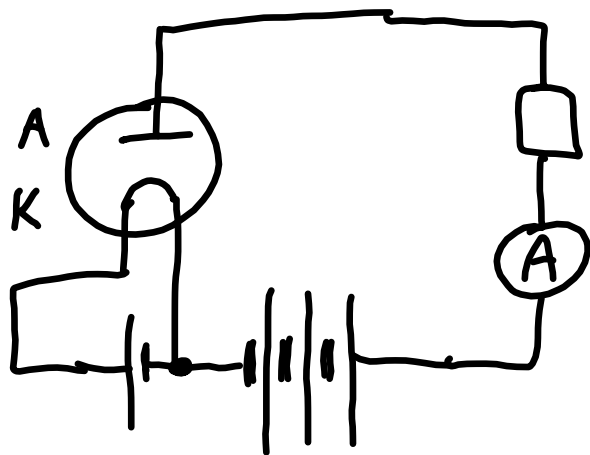
Kanálková zářivka



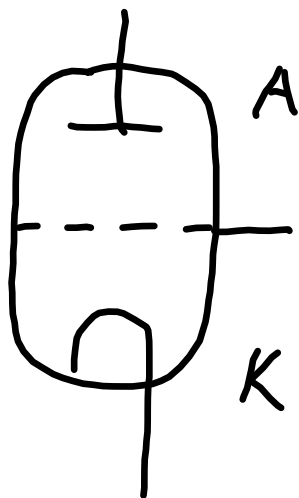
Elektrony d. proud ve vákuu

Termoevise elektroni (elektronový "mraz" nad porchem elektrony)

Dioda - elektrona se dvěma elektrod.

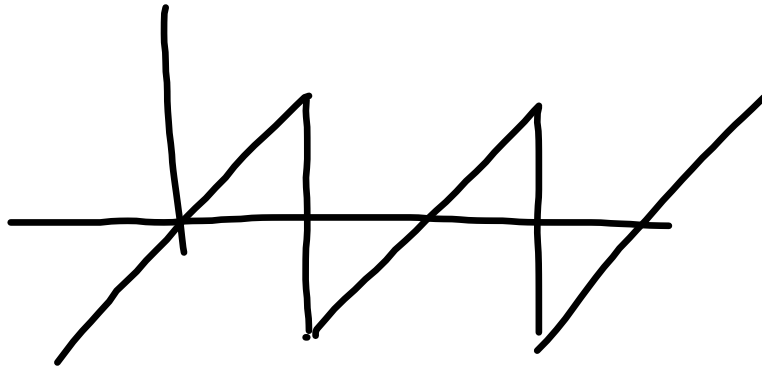
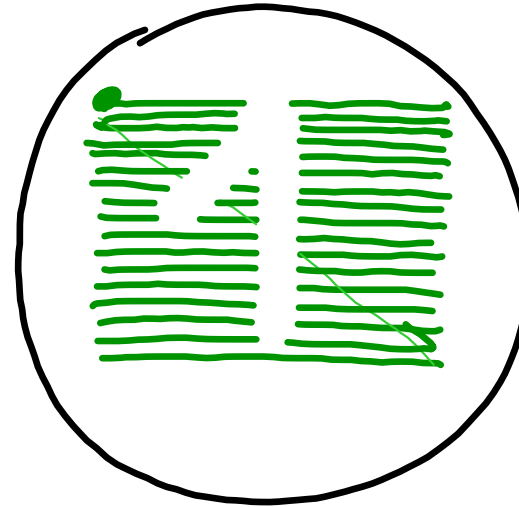
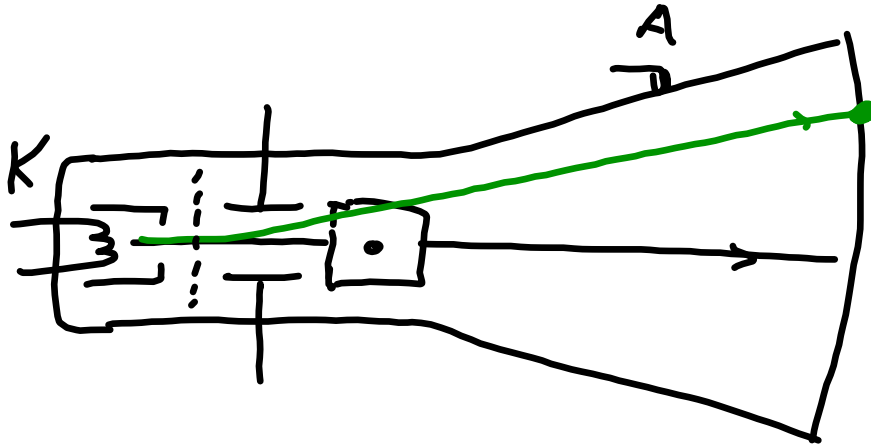


Trioda - trielektrody - posilovač



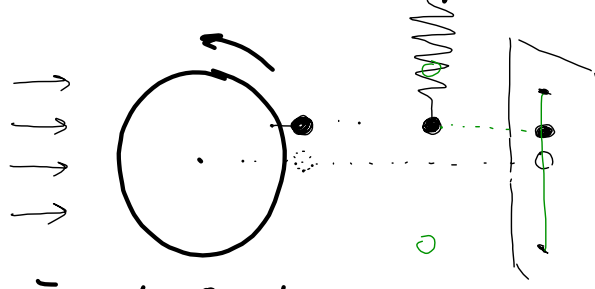
uvědomění (údiel napeti pro  
ovládání proud)

# Obrazovka

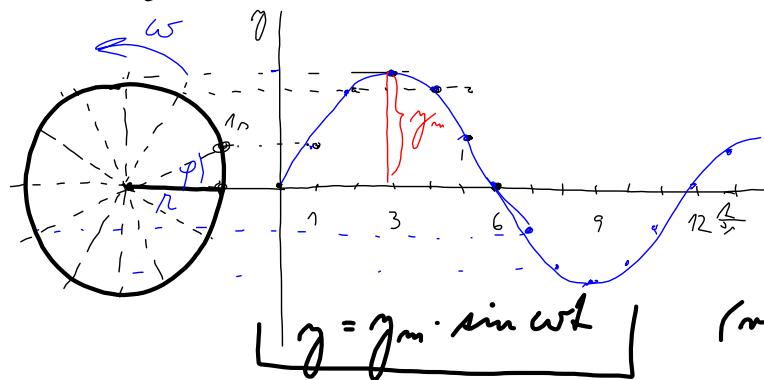


## Harmonický oscilátor

- kmitá stejně, jako přímik rovnoměrného pohybu  
 lhostupného bodu po kružnici do příslušného směru.



časový průběh



$$y = y_m \cdot \sin \omega t$$

(v čase  $t=0$   $\varphi=0$ )

$$v = y_m \omega \cdot \cos \omega t$$

$$a = -a_0 \cdot \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 \cdot y_m \cdot \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 \cdot y$$

$$y = r \cdot \sin \varphi$$

$$r = y_m \text{ amplituda}$$

$$\varphi \dots \text{ fáze}$$

$$\varphi = \omega \cdot t$$

$$\omega \dots \text{ úhlová frekvence}$$

$$P = i \quad f = 330 \text{ Hz}$$

$$g_m = 0,002 \text{ m}$$

$$a) \quad A = 0,001 \text{ s}$$

$$y = 1,752 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 1,75 \text{ mm}$$

$$v = -2 \text{ m/s}$$

$$a = -7524 \text{ m/s}^2$$

$$b) \quad A = 1 \text{ s}$$

$$y = g_m \cdot \sin 2\pi f A = 0,002 \cdot \sin 660\pi = 0,002 \cdot \sin 0 = \underline{0 \text{ m}}$$

$$v = \omega g_m \cdot \cos 660\pi = 1,32\pi \cdot \cos 0 = 4,15 \text{ m/s}$$

$$a = 0 \text{ m/s}^2$$

roz. pro  $\pi \approx 3,14$  - se musí dyba raději uhlenu' měřít!  
mařít!

$$\sin 660 \cdot 3,14 = \sin 2072,4 = -0,868 \quad !$$

$$c) \quad A = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$\sin 660\pi \cdot 3600 = \sin 7564424,144 \approx 2 \cdot 10^{-10} > 0$$

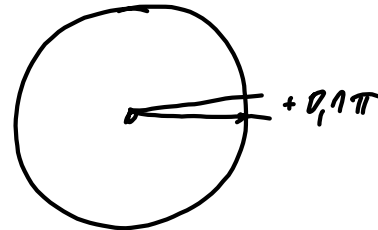
$$A =$$

↑  
 podle přesnosti kalkulace

$$\sin 2376000\pi = \sin 0 = 0$$

$$\sin 2376000,1\pi = \sin 0,1\pi$$

$$\text{rozdí} + 0,1\pi$$

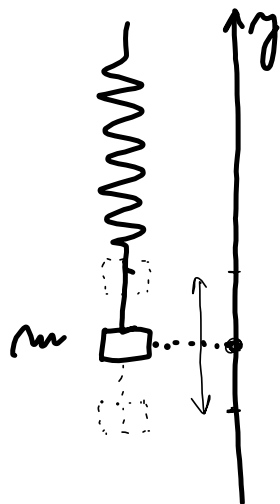




## Dynamika kmit. pohybů

- popíšeme sílu, která je příčinou kmitání

### Kmitání tělesa na pružině



$$F = -k \cdot y \quad (\text{"-"} \dots \text{síla působí proti směru výchylky})$$

$$F = m \cdot a \quad k \dots \text{tuhost pružiny}$$

$$-k y = m \cdot (-\omega^2 \cdot y)$$

$$k y = m \cdot \omega^2 y \quad / \cdot \frac{1}{y} \quad (y \neq 0)$$

$$k = m \cdot \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (T = \frac{1}{f})$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

pozn. - měření času

$$Pz \ 1/34$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$\Delta y = 15 \text{ cm}$$

$$T = ?$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{10}{654}} = \underline{\underline{0,777 \text{ s}}}$$

$$F = -k \cdot y$$



rovnice pro velikost síly

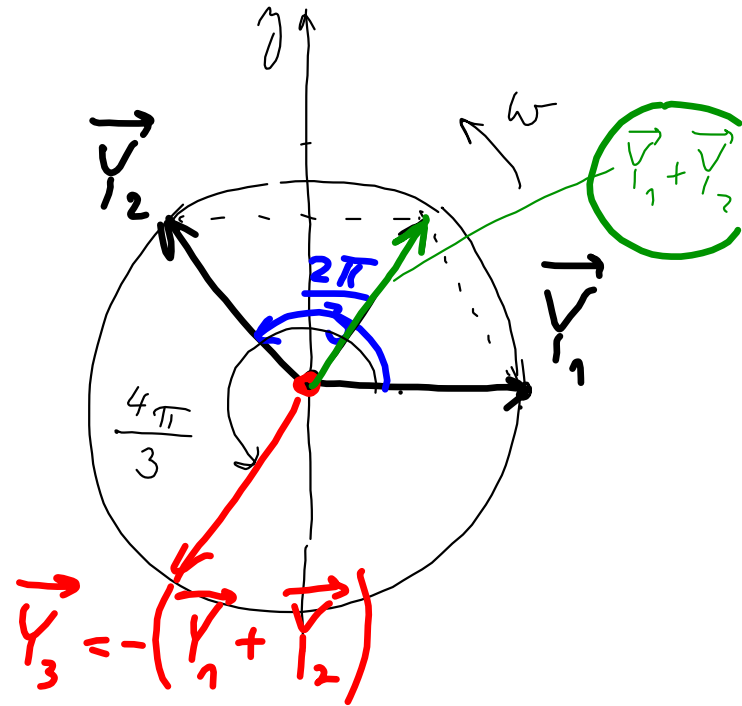
$$F = k|y| \Rightarrow k = \frac{F}{y} = \frac{m \cdot g}{y} = \frac{98,1}{0,15} = 654 \text{ N/m}$$

$$\underline{Pr}: \quad 4/32 \quad \textcircled{y_1 + y_2 + y_3 = 0}$$

$$y_1 = y_m \cdot \sin \omega t$$

$$y_2 = y_m \cdot \sin \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$y_3 = y_m \cdot \sin \left( \omega t + \frac{4\pi}{3} \right)$$



PF:  $m = 20 \text{ g}$        $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\Delta l = 7 \text{ mm}$$

$$\underline{z_a = 21 \text{ cm}}$$

$$E = ?$$

$$E = E_{\text{pmac}} = \frac{1}{2} k y_m^2$$

$$(F = k y)$$

$$F = k \cdot \Delta l$$

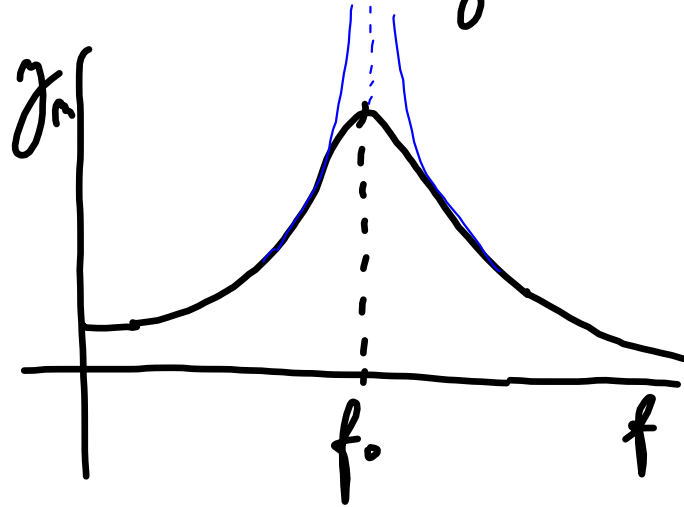
$$k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{m \cdot g}{\Delta l} = \frac{0,02 \cdot 10}{0,007} = \frac{200}{7} = 28,57 \text{ N/m}$$

$$E = \frac{1}{2} k y_m^2 = \frac{1}{2} \frac{200}{7} \cdot 0,21^2 = \frac{100 \cdot 0,021^2}{7} = 0,63 \text{ J}$$

Oscilátor má energii 0,63 J.

Амплитуда (амплитуда ... разбег)

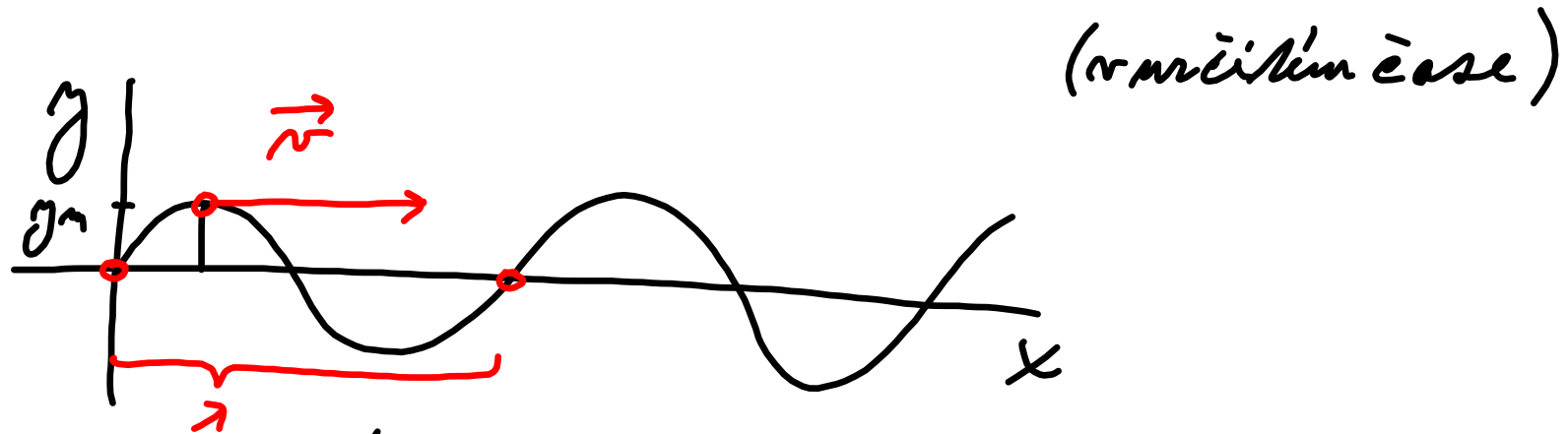
Амплитуда резонанса



Vlnění - postupné

- podélné - oscilátory kmitají ve směru,  
kterým se vlnění šíří

- příčné - oscilátory kmitají kolmo  
ke směru, kterým se vlnění šíří



$v$  ... fyzická rychlost

$\lambda$  ... vlnová délka

$$\lambda = v \cdot T \quad \left( T = \frac{1}{f} \right)$$

Pf:  $\lambda = ?$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$f = 435 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{435} \text{ s}$$

$$\lambda = v \cdot \frac{1}{f} = \frac{340}{435} = \underline{\underline{0,78 \text{ m}}}$$

Nová délka „komorů“ se v duchu  
přibližně 0,78 m.



пр. by  $y = 2 \cdot \sin(\pi t - 10\pi x)$  метри

$$y = y_m \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y = y_m \sin 2\pi f \left( t - \frac{x}{v} \right)$$

$$y_m = 2 \text{ м}$$

$$v = 0,1 \text{ м/с}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$\lambda = \frac{1}{5} \text{ м}$$

v:  $y = 2 \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{2} - 5x \right)$

$$y = 2 \sin 2\pi \left( \frac{t}{2} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y = 2 \sin 2\pi \frac{1}{2} (t - 10x)$$

$$2 \sin 2\pi \frac{1}{2} \left( t - \frac{x}{\frac{1}{10}} \right)$$

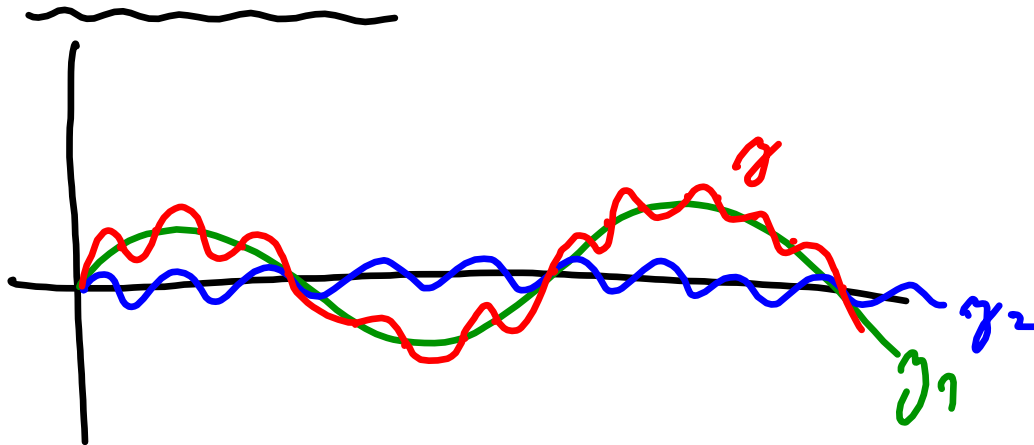
$$10x = \frac{x}{v}$$

$$v = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ м/с}$$

мапи.  $y = \frac{\sin(t-x)}{10}$

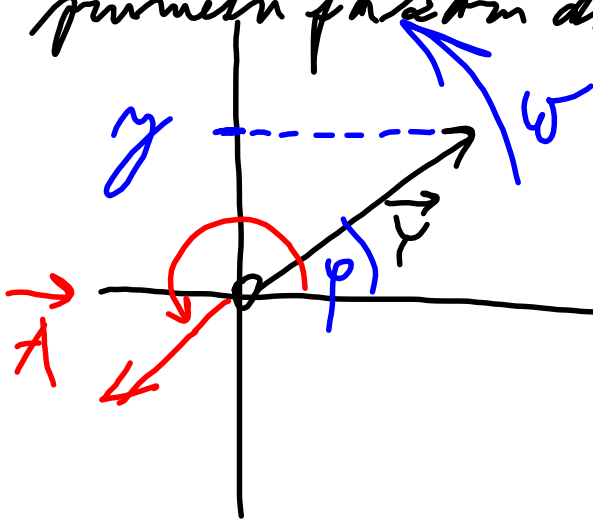
## Interference vlnění - skládání vlnění

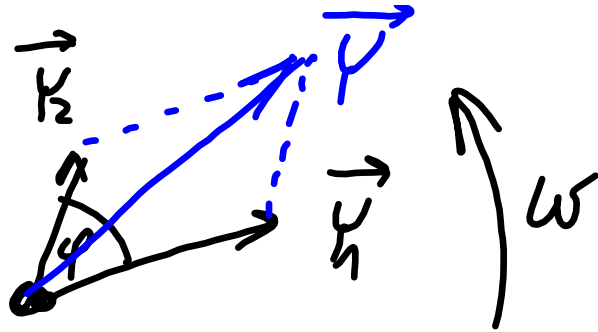
$$y = y_1 + y_2$$
$$y_1 = y_{m1} \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{T_1} - \frac{x}{\lambda_1} \right)$$
$$y_2 = y_{m2} \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{T_2} - \frac{x}{\lambda_2} \right)$$



posn. fázor ... časový vektor viz Vltab 2013  
 počátek v poč. systému souřadnic  
 velikost je rovna max. hodnotě popisování vel.  
 Otáčí se kolem počátku úhlovou rychlostí  
 rovni úhloví funkci popisování veličiny  
 (popisovanou veličinou musí být vychýlen harmon.  
 osc., rychlost, rychl., hodnota stúd. napětí,  
 proud)

okamž. hodnota popisování veličiny je rovna  
 průmětu fázoru do svislého směru.





viz Vllab 2013

$$\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (\text{pre koherentn\u00e1 vln\u00e1m, (bezd\u00e9n\u00e9m) \\ \text{je konstantn\u00e1})$$

Interferenci\u00e1 se m\u00edra vln\u00e1m

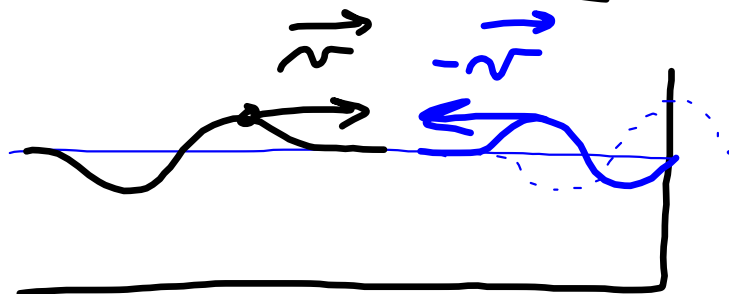
resit\u00eda (zemsit\u00e1): pro  $\varphi_2 - \varphi_1 = k\pi$  ( $\Delta x = k \cdot \lambda + \frac{\lambda}{2}$ )

resit\u00eda: pro  $\varphi_2 - \varphi_1 = k \cdot 2\pi$  ( $\Delta x = k \lambda$ )

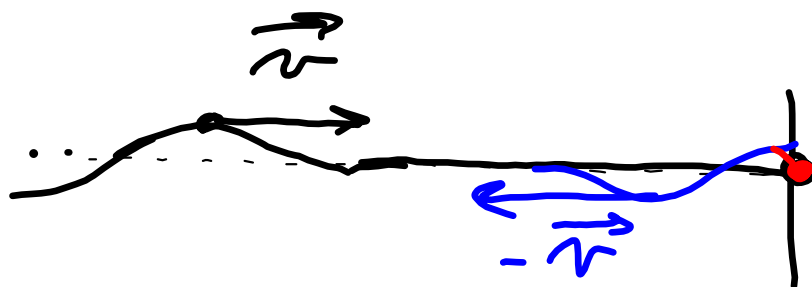
Koherentní vlnění - pro všechny body  
je konstantní dráhový rozdíl ... raději  
pro dané dva body je konstantní fázový  
rozdíl.  
- nebo: pro dvě koherentní vlnění platí,  
že mají shodnou  $v, f, \lambda$ .

odras plnění

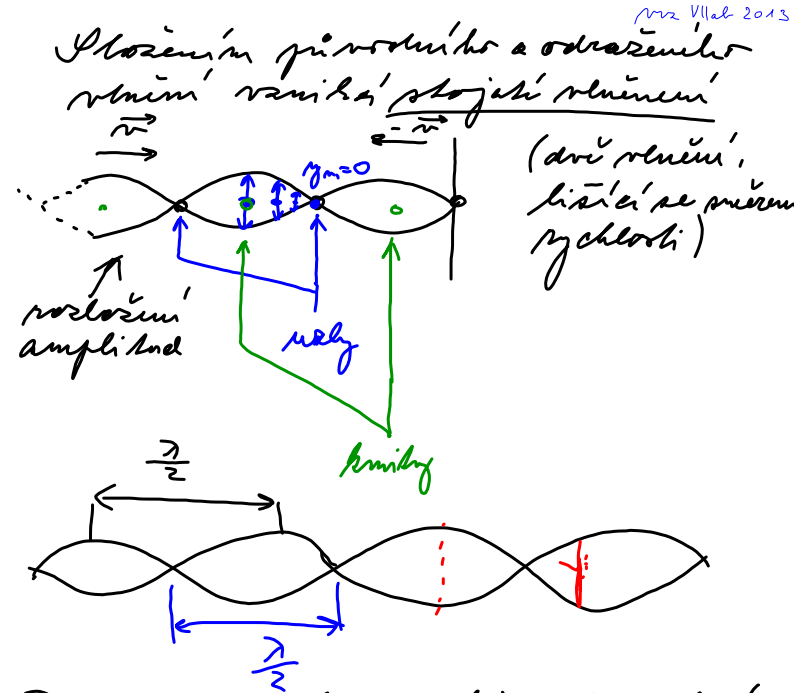
viz Vlab 2013



bez změny fáze



se změnou fáze ( $0 \rightarrow \pi$ )



Př: Rezonanční se zesilují např. rezonanční  
vlnění - vzniká stojaté vlnění.  
Spočítejte frekvenci rezonančního  
průhonu ve vzduchové nádobě  
o délce 9 cm. (rychlost zvuku je  $v = 340 \text{ m/s}$ .)

$\frac{\lambda}{4} = 0,09 \Rightarrow \lambda = 0,36 \text{ m}$

$\lambda = v \cdot T = v \cdot \frac{1}{f}$

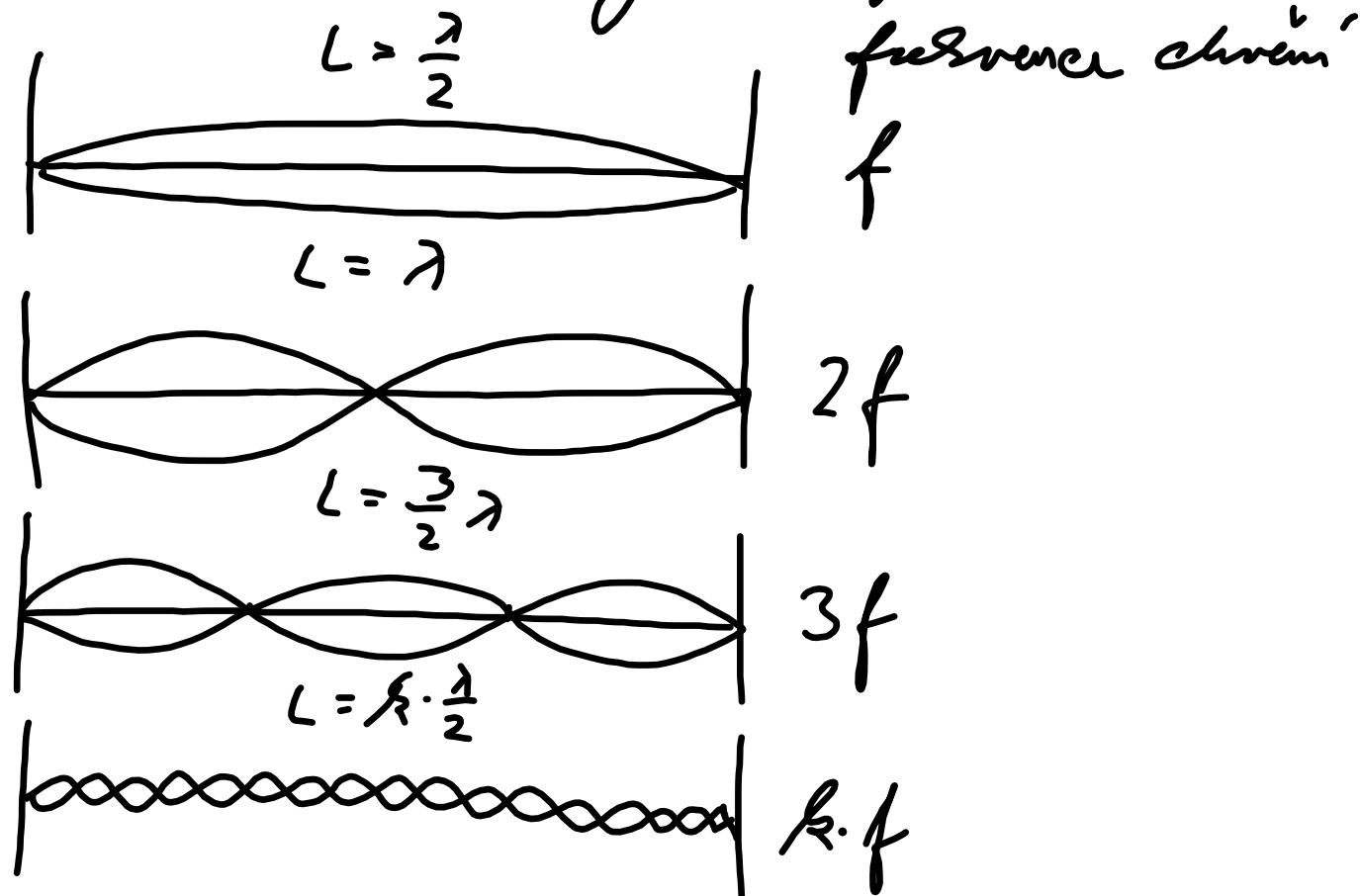
$\lambda = \frac{v}{f}$

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0,36} = \underline{\underline{944 \text{ Hz}}}$

Frekvence rezon. průhonu je  $944 \text{ Hz}$   
(měřením jsme zjistili frekvenci  $880 \text{ Hz}$ )

viz Vllab 2013

Chvění (struny délky  $L$ )

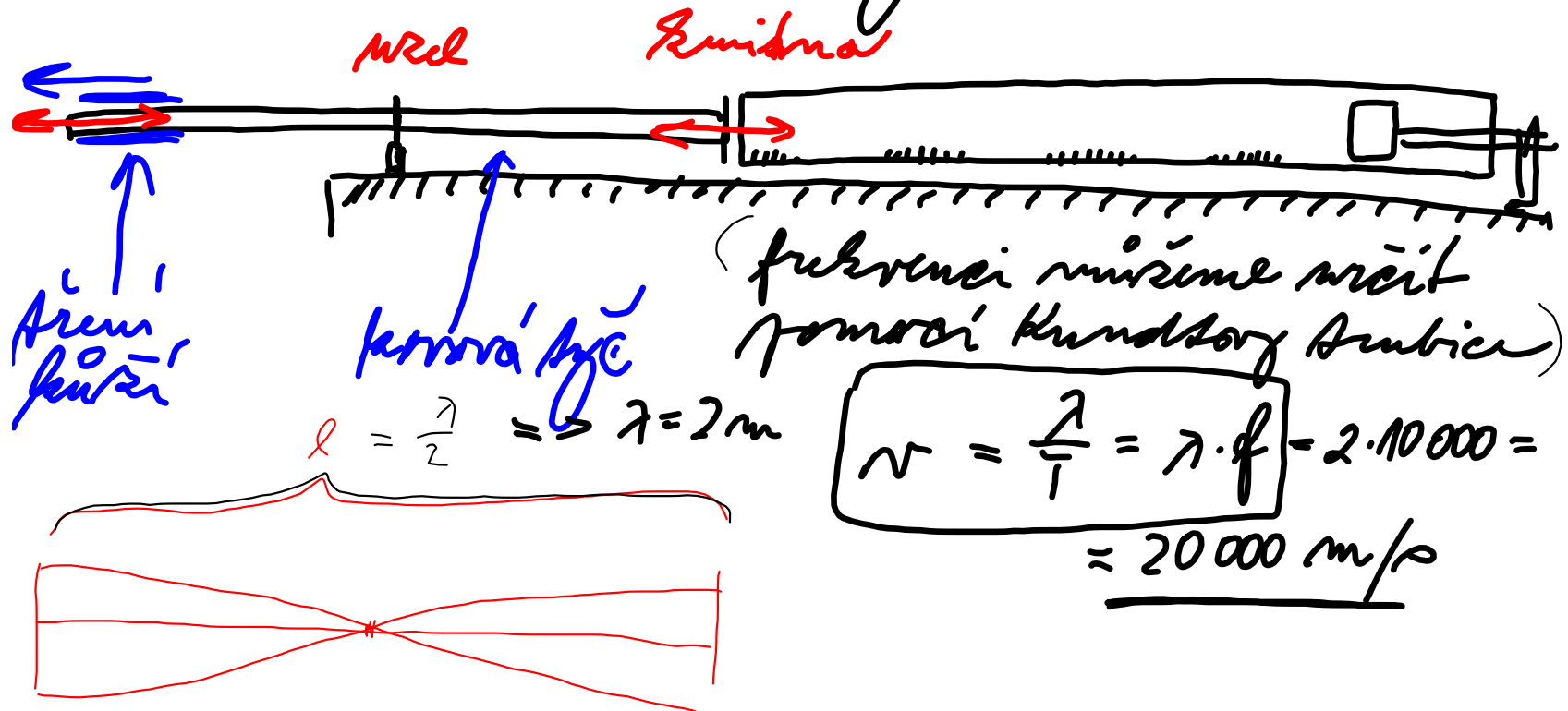




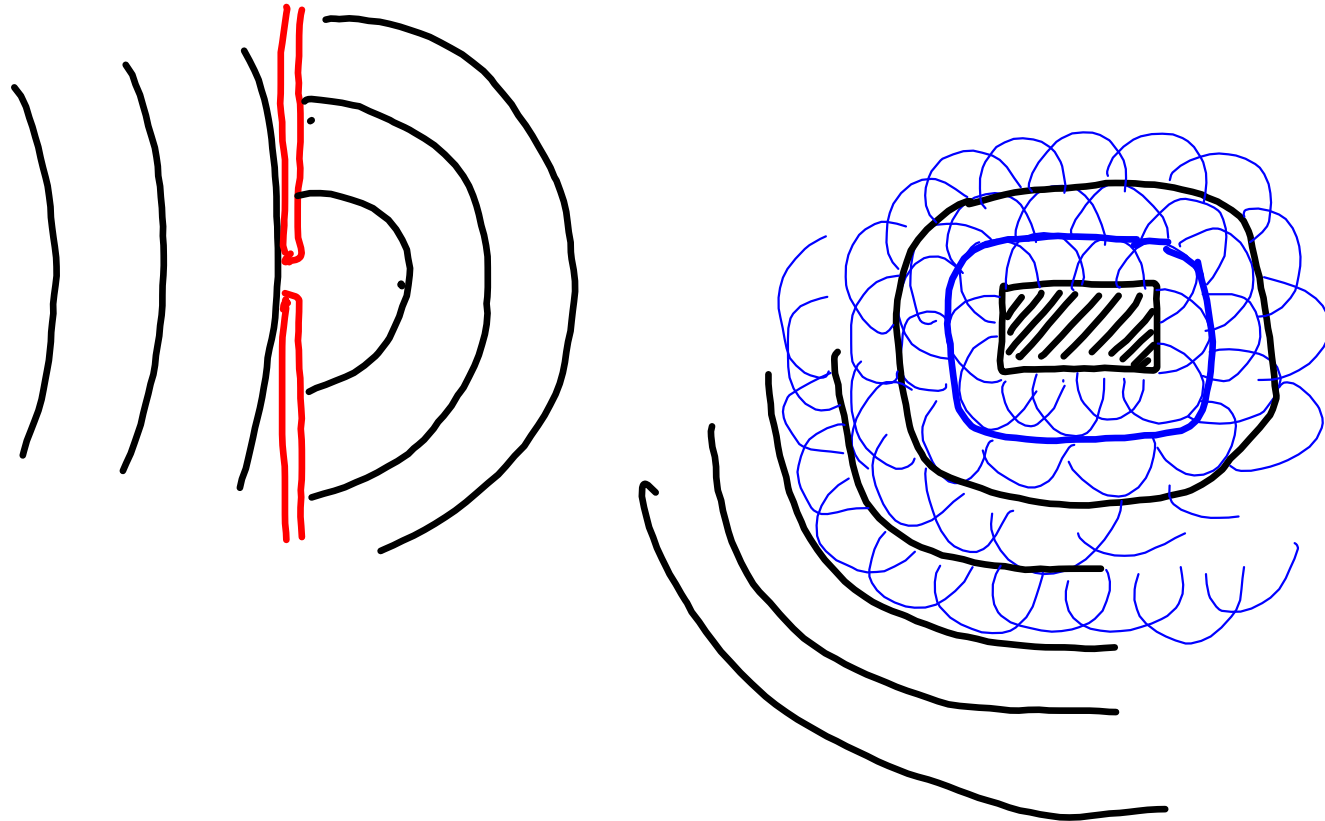
Dů 9/1 (prostudujte příklad)

viz Vlab 2013

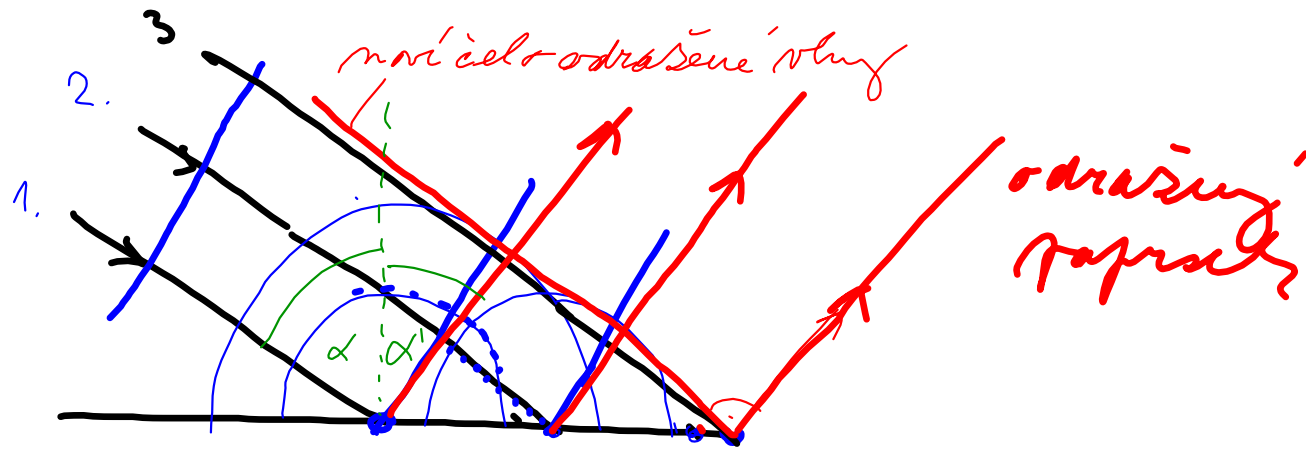
Př: Metrová tyč je uprostřed upevněna do stativu a po rozechvěním přímým vydatím tónu o frekvenci 10 kHz. Spočítejte rychlost zvuku v materiálu tyče.



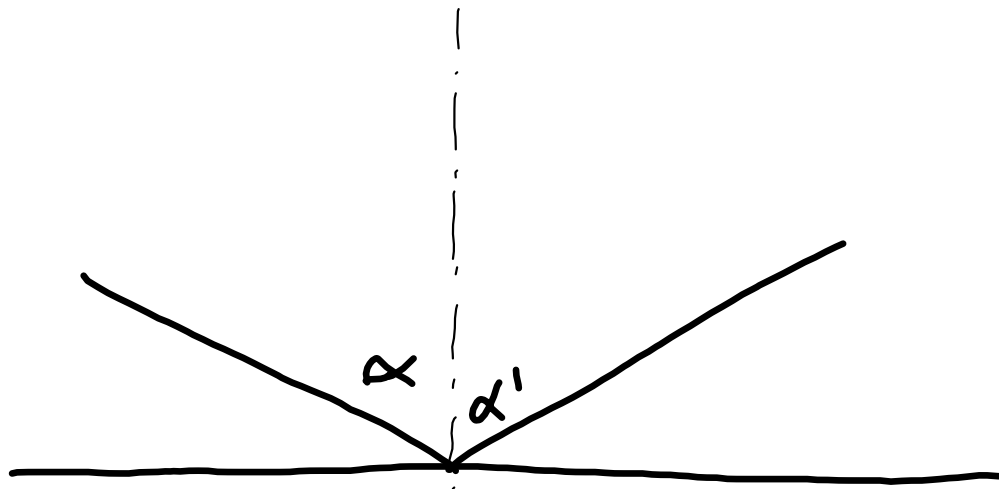
Huygens's principle  
⋮



# Odraza a lom

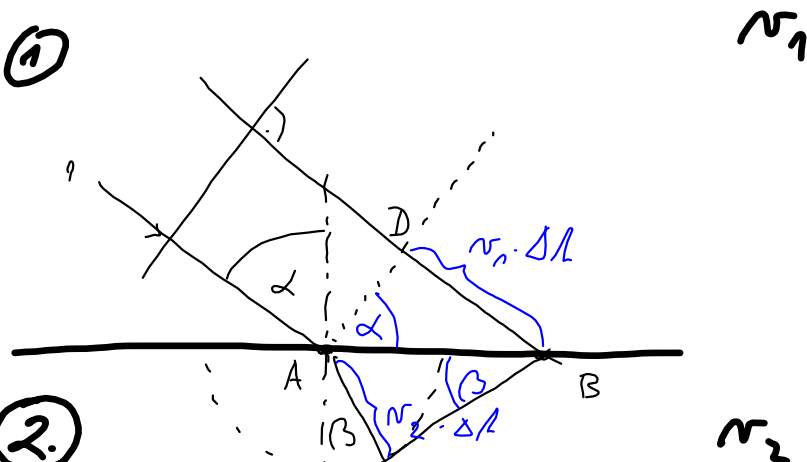


$\alpha = \alpha'$  ... úhel dopadu je roven úhlu odrazu



# Práhon lómu

①



②

práhedí

lómenný zápasok

$$n_1 > n_2 = \alpha > \beta$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n$$

|  
index lómu

Ději při přenosu zvuku

- zdroj, prostředí, přijímač -  
 ve kabině akustika - fyziologická (klas. stud. o.)  
 - hudební (proba hudby)

periodické zvuky - hudební ... tóny  
 neperiodické " - hluk, šum  
 tón

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| fyz. veličiny     | subjektivní popis |
| $f_1, f_2, \dots$ | výška; barva      |

relativní výška soum  $f_2 = 2$  intervalů "interval oblasť"  $(\frac{f_2}{f_1} = \frac{2}{1})$   
 rozdělím oblasť na 12 intervalů  
 vzniknou soum hudební stupnice

$f_0$   $f_1$   $f_2$   $f_3$   $f_4$   $f_5$   $f_6$   $f_7$   $f_8$   $f_9$   $f_{10}$   $f_{11}$   $f_{12}$   
 c • d • e f • g • a • b c

$$\frac{f_{12}}{f_0} = 2 \quad f_1 = f_0 \cdot q \quad \frac{f_{12}}{f_0} = \frac{f_0 \cdot q^{12}}{f_0} = 2$$

$$f_2 = f_1 \cdot q = f_0 \cdot q^2$$

$$\vdots$$

$$f_{12} = f_0 \cdot q^{12} \quad \dots \text{komponování ladění}$$

$$q = \sqrt[12]{2}$$

a<sup>n</sup> ... f = 440 Hz (mezinárodní dohoda r.r. 1953)

Elektrina a magnetismus

Magnetismus - operování železa (prima)

[http://v.smid.sk/notebook/fqa\\_2016-.pdf](http://v.smid.sk/notebook/fqa_2016-.pdf)

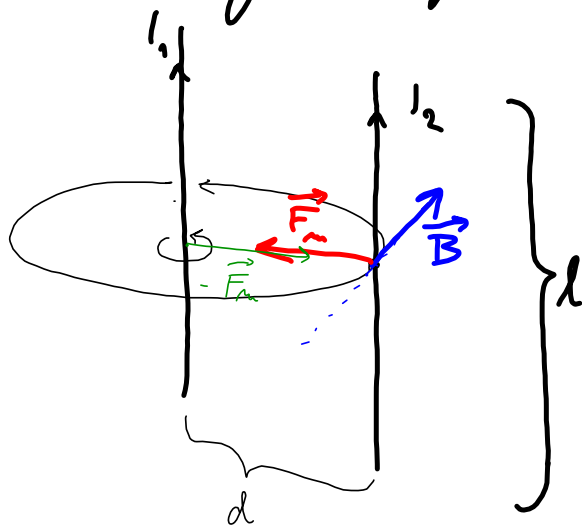
Stacionární magnetické pole



$$F_m = B \cdot l \cdot \sin \alpha$$

$$B = \frac{F_m}{l \sin \alpha} \quad [B] = \text{N} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} = \text{T} \quad (\text{tesla})$$

Vzájemné působení dvou rovnob. vodičů



$$F_m = k \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot l$$

$$k = \frac{\mu}{2\pi}$$

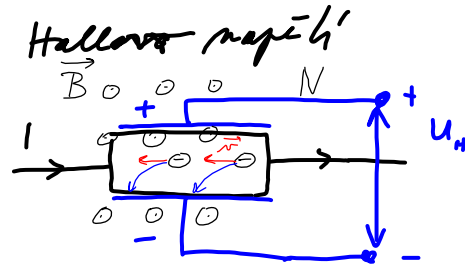
$\mu$  ... permeabilita prostředí

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2} *$$

$$\mu = \mu \cdot \mu_0$$

$$F_m = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot l$$

Dů: definice jednotky 1A\* 6.2. ↓ 20



Látky v magnetickém poli

Látky - spinový magnetický moment:

-magnetický  $\mu_r < 1$  diamagnetické  
(Au Hg Cu ..)

-nemagnetický  $\mu_r > 1$  paramagnetické  
(Pt Al ..)

$10^2 - 10^5$   $\mu_r \gg 1$  feromagnetické  
látky (Fe Co Ni)

magnetický  $\mu_r = 8000$

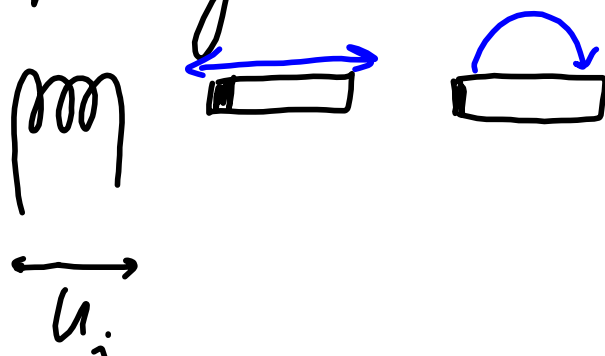
$T > T_c$  - Curieova teplota (Fe ... 770°C)

$T > T_c$  - feromagn. látka  $\rightarrow$  paramagn.

20/2/20

## mutacionárny magnetický pole (časová premena)

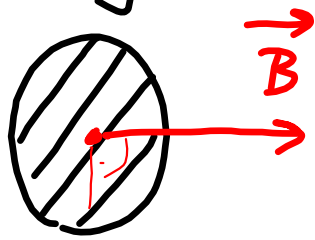
- pokusy:



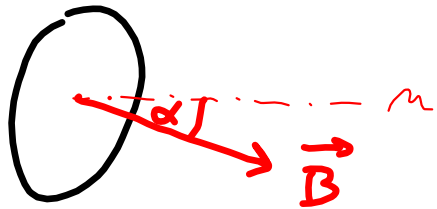
mutacionárny magn. pole je prôčinnou  
 vzniká indukovaný elektrický pole  
 a tento jeť nasývané elektromagnetická  
 indukcia.

Na konciach cievky vzniká indukovaný  
 elektromotórny napätí  $U_i$  a uzavřeným  
 obvodom prechádza indukovaný proud!

magnetische Induktion  $\Phi$  (jeweils weber Wb)



$$\Phi = B \cdot S$$

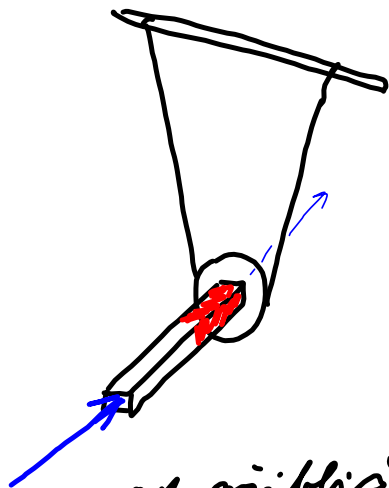


$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

27 ↓ 2 20

$$\dots \mathcal{U}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Leusur palkon : (d. u. "kniim")



Indukovaný elektrický  
proud má takový směr,  
že svým magnetickým  
účinkem působí proti  
změně, která jej vyvolala.

... od přiblížení cíle se  
magnetka se vodorovně  
krouží odpruží  
... k vzdalování cíle se  
magnetka se krouží  
přiblíží