

ELEKTIRNA A MAGNETISMA

Efektivni' hodnota proudu

a) st'ridav' proudek

$$i = I_m \sin \omega t$$

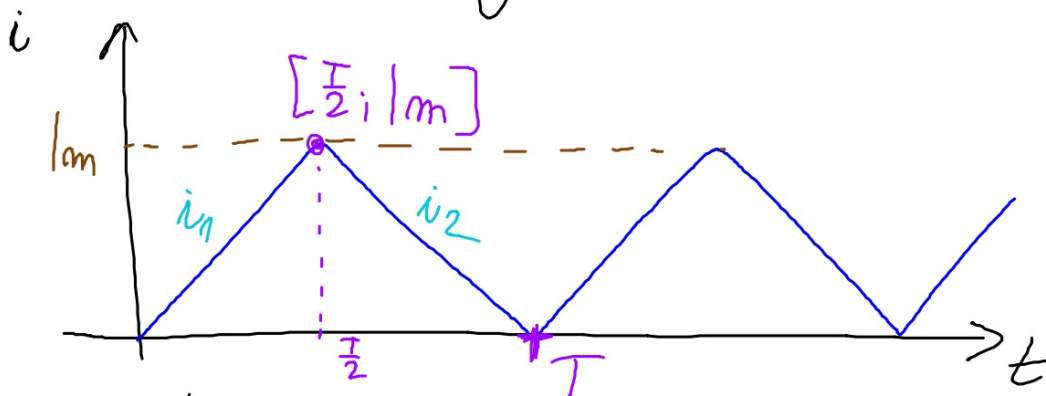
1. efektivni' hodnota

$$\bar{P} = \frac{1}{2} UI = P = UI$$

$$P = \underset{R \text{ ohod}}{u} i = R i^2 = R I_m^2 \sin^2 \omega t = R I_m^2 \frac{1 - \sin(2\omega t)}{2}$$

(m'z m'ule)

b) Projektionsmethode! prüf dich



$$k_1 = \frac{I_m}{\frac{T}{2}} = \frac{2I_m}{T}$$

$$i_1: i = \frac{2I_m}{T} t$$

symmetrie $\Rightarrow k_2 = -\frac{2I_m}{T}$

$$i_2: i = k_2 t + q$$

$$[\frac{T}{2}; I_m]: I_m = -\frac{2I_m}{T} \cdot \frac{T}{2} + q$$

$$q = 2I_m$$

$$i_2: i = -\frac{2I_m}{T} t + 2I_m$$

uzlyhom v obvode s rezistenou R :

$$p = u i = R i^2$$

práče proudu i : $W = \int_0^T R i^2 dt =$

$$\begin{aligned} &= R \left(\int_0^{\frac{T}{2}} \left(\frac{2I_m}{T} t \right)^2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^T \left(-\frac{2I_m}{T} t + 2I_m \right)^2 dt \right) = \\ &= R 4I_m^2 \left(\int_0^{\frac{T}{2}} \left(\frac{t}{T} \right)^2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^T \left(1 - \frac{t}{T} \right)^2 dt \right) = \\ &= R \frac{4I_m^2}{T^2} \left[\frac{t^3}{3} \right]_0^{\frac{T}{2}} + R 4I_m^2 \left[\frac{\left(1 - \frac{t}{T} \right)^3}{3 \left(-\frac{1}{T} \right)} \right]_{\frac{T}{2}}^T = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{R \cancel{4} l_m^2}{\cancel{72}} \cdot \frac{1}{3} \frac{T^3}{\cancel{28}} - \frac{R \cancel{4} l_m^2}{3} \left(\left(1 - \frac{T}{T}\right)^3 - \left(1 - \frac{T}{2T}\right)^3 \right) = \\
&= \frac{RT l_m^2}{6} - \frac{RT \cancel{4} l_m^2}{3} \left(-\frac{1}{8} \right) = \\
&= \frac{RT l_m^2}{6} + \frac{RT l_m^2}{6} = \frac{1}{3} R l_m^2 T \quad \dots \text{práče zjednodává!} \\
&\quad \text{el. proudem se doba } \underline{T}
\end{aligned}$$

práče stejnosměrného proudu r obvodu se stejným
odporem se doba \underline{T} : $W_2 = RI^2 T$

efektívny' hodnota: $U_1 = U_2$

$$\frac{1}{3} R l_m^2 T = R l^2 T$$

$$l = l_m \frac{1}{\sqrt{3}}$$

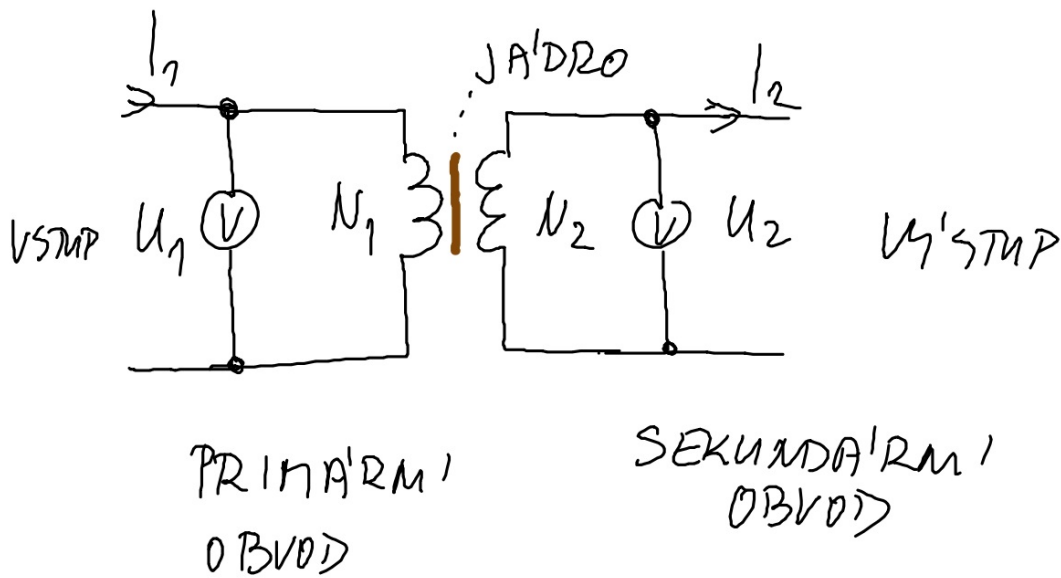
$$\underline{\underline{l = \frac{\sqrt{3}}{3} l_m}} \left(< l_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} l_m \right)$$

Transformátor

- jednofázové
- třífázové

rovnáží: transformace (změna) hodnot
časové proměnné el. proudů (napětí)

princip: el. indukce



Múchod OASOVĚ PROMĚNNÉHO el. proudu \Rightarrow
 \Rightarrow proměnné' mag. pole v cívkách \Rightarrow
 \Rightarrow vznik indukovaného napětí ve 2. cívkách

$$U_1 = N_1 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$U_2 = N_2 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\boxed{\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = k}$$

k - transformácia
poměr

TRANSFORMAČNÍ

ACE TRANSFORMAČNÍ

$k > 1 \Leftrightarrow U_2 > U_1 \Leftrightarrow N_2 > N_1 \dots$ TRANSFORMACE NAHORU
(elektřina)

$k < 1 \Leftrightarrow U_2 < U_1 \Leftrightarrow N_2 < N_1 \dots$ TRANSFORMACE DŮ
(města, domy, malířecy, ...)

$k = 1 \dots$ ODDELOVAČÍ TRANSFORMÁTOR

Ochranné prvky

a) PAVISTKA

- tenký drátek; $R \sim I_{max}$
 - porcelánový pláště
 - vyplněno pískem
- nerodine' a nehořlavé'

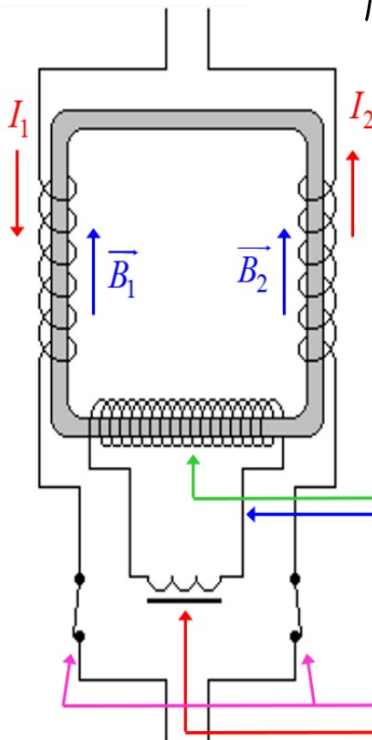
↳ JISŤE

chránu' pred zlypy' nehoď:

- prichod extrémne veľkého proudu;
rešeni': rozpojenie kontaktú pomocou
magn. pole elektromagnetu
- postupne' navyšovali' el. proudu
rešeni': bimetalový pásik, ktorý po
dosiahnutí určite' teploty ohod' rozpojiť

C) PROUDOVÁ CHIRALITA

pro vlhka a prašna prostředí



jedná se o tzv. diferenciální transformátor

proud I_1 vytváří v jádře magnetické pole orientované jedním směrem

pole vytvořené proudem I_2 je opačné

$$I_1 = I_2 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \vec{B} = \vec{0}$$

... vše je v pořádku

$$I_1 \neq I_2 \Rightarrow B_1 \neq B_2 \Rightarrow \vec{B} \neq \vec{0} \Rightarrow$$

v cívice se indukuje napětí, obvodem začíná procházet proud a elektromagnet vypne kontakty

USMĚRNĚNACĚ

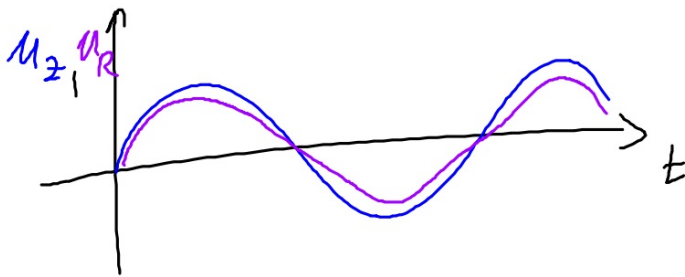
usměrněný sklidněný nájezd;

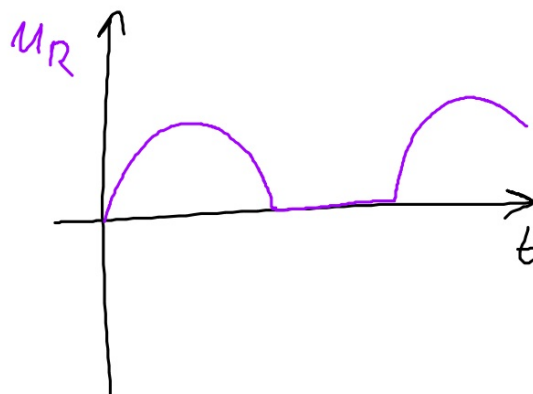
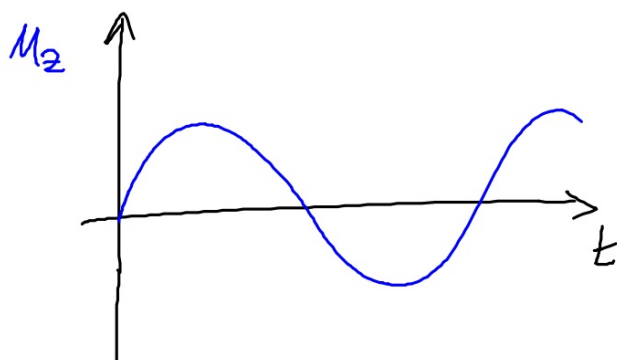
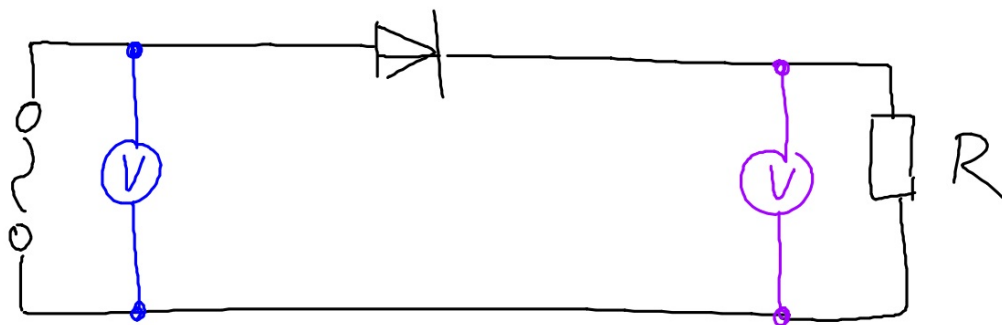
- nájezd sklidněného nájezdu x množství je jednoduše
- jednoduše distribuce
- nájezd nájezdu nájezdu STEDNOSMĚRNĚ

2 raklokladu' typy

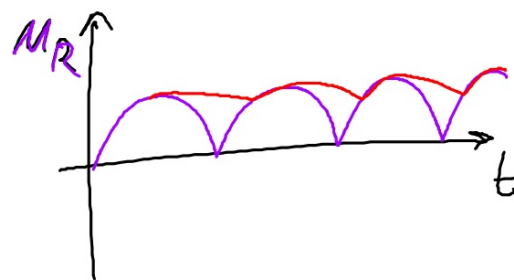
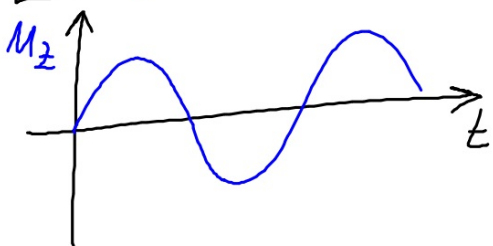
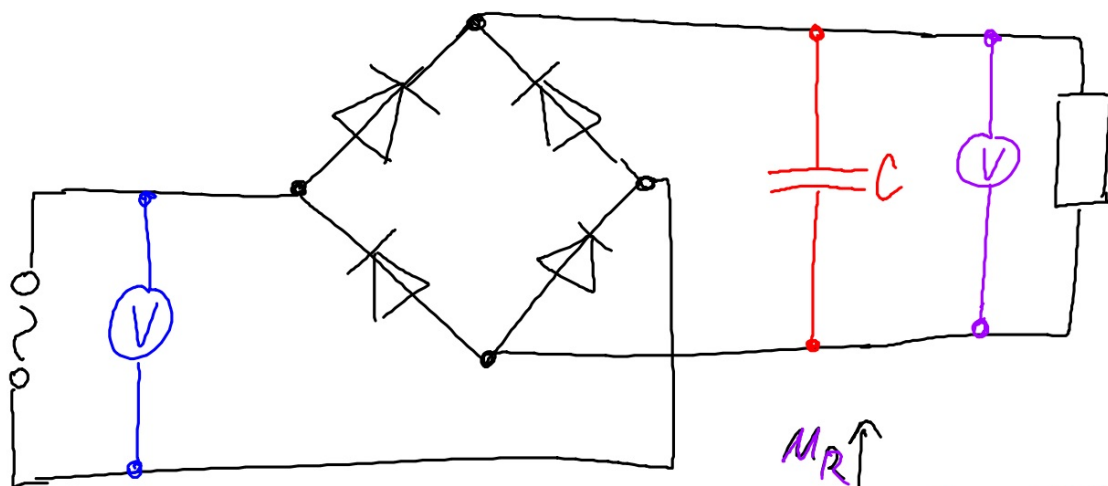
- JEDNOCESTAS' (~ dioda)

BEZ USHERNENI'





◦ DVOUCESTĚRNÝ USMĚRNĚČ
GRAFICKÉ MŮSTKY



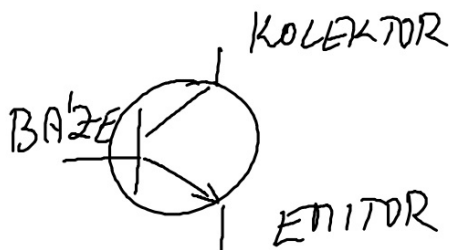
TRANZISTOR

Soniā'stā polovodnicēnais tips, kura
ma' masīnē vajamā sp'inae x p'iepinaie
orla'danēho el. p'endern

2a'leksdru' tipy:

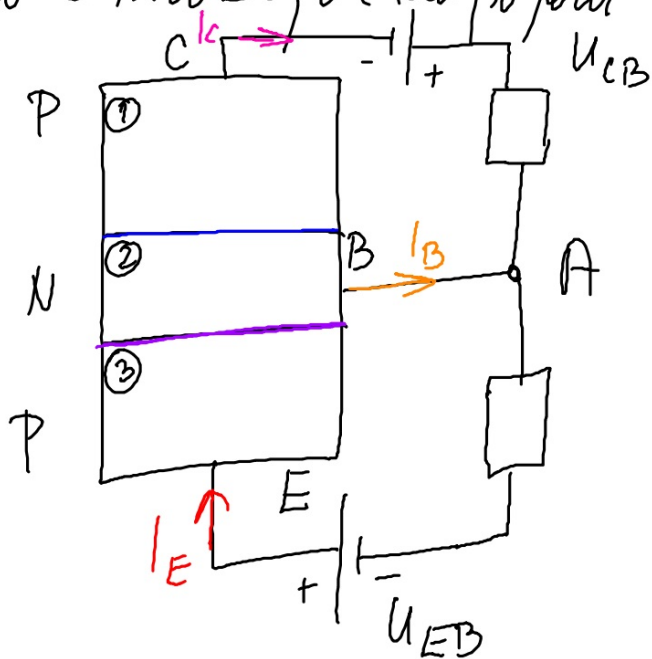
- NPN

- PNP



polovodič N ... elektronová vodivost
 polovodič P ... děrčná vodivost

jedno z možných zapojení: PNP se spol. bázi



— ZÁVĚRNÝ SMĚR

— PROPUSTNÝ SMĚR

$U_{EB} > U_{PRAMOKE' EB} \Rightarrow$ přechodem racíma'
le'et proud \sim tranzistor SE OTM'RA'

di'ly se ③ prohla'zejí do ② :

- rekombinují s e^- v oblasti ②

- dostanou se přes přechod ②-① do ① \Rightarrow

\Rightarrow sníží se odpor ②-① \Rightarrow zvýší el. proud

ve ② se sníží počet e^- (di'ly rekombinací s díra'mi) \Rightarrow

\Rightarrow musíme dodat další e^- (\sim odebrat di'ly)

I_B je malý (1)

1. Kirchhoffův zákon pro \underline{A} : $I_E = I_B + I_C$

$$I_E > I_C$$

průběh zesílení čísel: $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} < 1$ (2)

(1) + (2) $\Rightarrow \alpha \doteq 1$ (el proud téměř stejný)

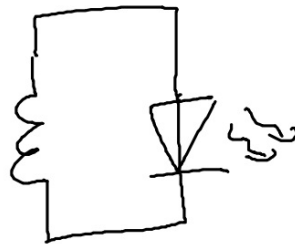
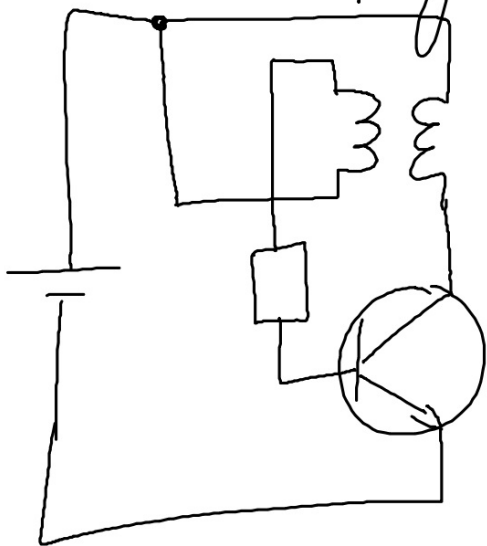
napětové zesílení: $A = \frac{\Delta U_{CB}}{\Delta U_{EB}}$

zapojení $\Rightarrow R_{CB} \gg R_{EB} \Rightarrow \Delta U_{CB} \gg \Delta U_{EB}$

$A > 1$
(většinou větší)

Princip spínanane'ho zdroje

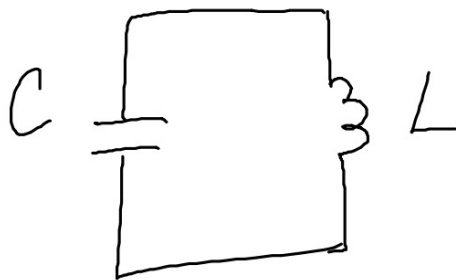
(\approx aloděj joulů; Joule's thief)



ELMG. KMITA'NI' A KAMEN'

Elmg. oscilator

je LC obvod



nabiti kondenzatoru \Rightarrow obidern sačlna' fekt
el. proud \Rightarrow v uvoce namika' NESTACIONA'RM' MG. POLE

⇒ v učrce se INDUKUJE el. napetost

a kapacitívna el. proud OPACUJE STHĚRĚNÍ,
měřící směr proudů má proudu ⇒

⇒ kondenzátor se opět nabíjí, ale OPACUJE,
měřící směr na kapacitívnu

$$I_C = I_L \quad \wedge \quad U_C = U_L \Rightarrow X_C = X_L$$

$$\frac{1}{\omega_0 C} = \omega_0 L$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

VLASTNÍ FREKVENCE OSCILATORU

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Thurmens' kuita'mi'

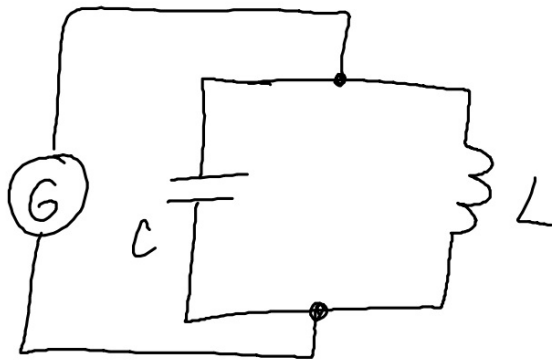
Ča'st energie, kteron byf nabit kondenza-
tor, se měni v JOULEOVO TEPLLO ve vodičích

⇒ kuita'mi' ze Thurmens' (postupně klesá
amplituda proudu a napětí)

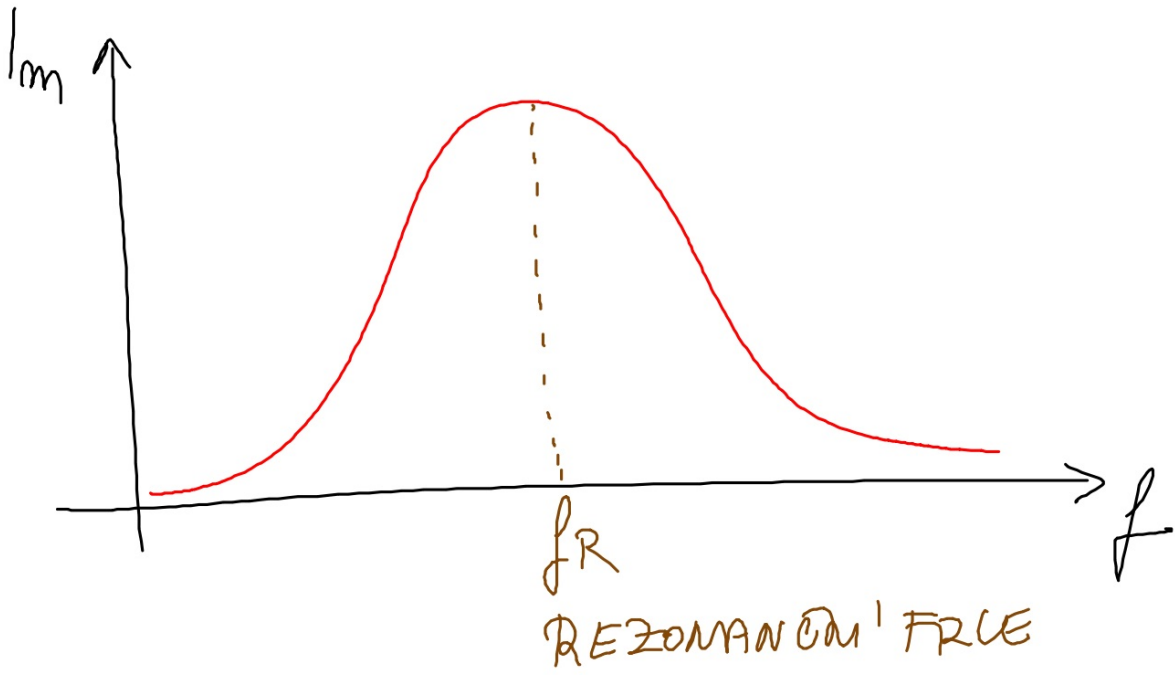
Nucene' limitu'

oscilatoru je DODA'VALNA ENERGIJE

KOMPENZUSIG' ZTRATY JOULEOVYH TEPLET



v tomto prípade musí mať REZONANCE,
t.j. STAV, KĀDĚ AMPLITUDA proudu (napätí) dosahuje
MAXIMÁLM' HODNOTU

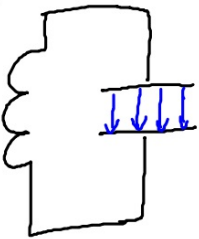


Elmag. vlnění

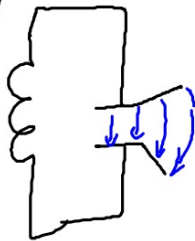
je nutné energii z LC obvodu dostat
mimo obvod (na mobil, šířením TV signálu, ...)

ukládá se postupně „otevřením“ obvodu

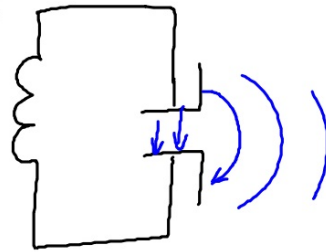
①



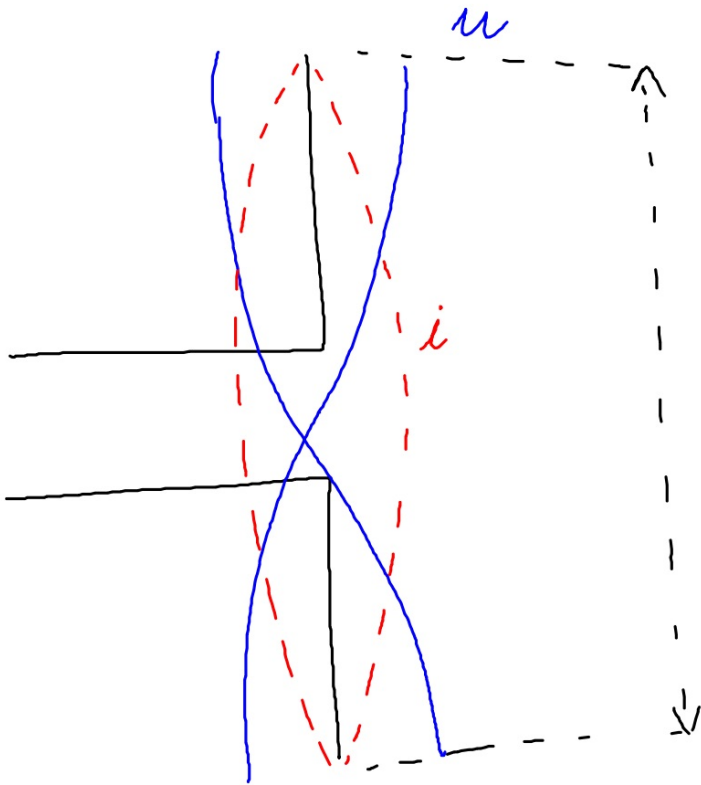
②



③



PŮLVLNANÍ
DI PŮL
(nejednotlivě 50' amperů)



$$\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2} \frac{v}{f}$$

f - frekv. elmag. kmitání
 v - velikost rychlosti
 šíření v daném
 prostředí
 (vzduch: $v \approx c$)

Along - vlnění je PRÍČNÉ vlnění

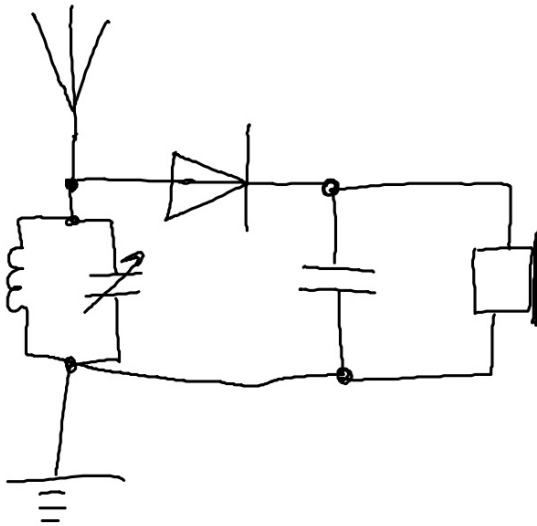
popísané vektory $\underline{\vec{E}}$ a $\underline{\vec{B}}$:

$$\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$$

popís pomocí $\underline{\vec{E}}$ a $\underline{\vec{B}}$ (a ne pomocí $\underline{\vec{D}}$ a $\underline{\vec{H}}$):

$$\vec{E} = \vec{f}(\varepsilon), \vec{B} = \vec{f}(\mu) \Rightarrow v \sim \varepsilon, \mu$$

Model krystalny



la di'ci kondensator
ny sokohumora'
silukha'ha
broto'a di'oda

MECHANICKE' KMITA'M'

Mechanický oscilátor
je těleso, které volně kmitá.

↳ = BEZ ODPOROVÝCH SIL

Př. kyvadlo na pružině, odpružená loď, přenosá
postel, kyvadlové hodiny, ...

"Specialni" oscilatory:

- děloso na puzi'ne
 - zavěšene'
 - položene'

- matematicke' byrodlo
- korniche' byrodlo
- fpeiche' byrodlo
- forvni' byrodlo

obecné charakteristiky:

- ROVNOMĚRNÁ POLOHA
(\approx energeticky nejvýhodnější poloha)

- NEROVNOMĚRNÝ POHYB

- PERIODICKÝ POHYB

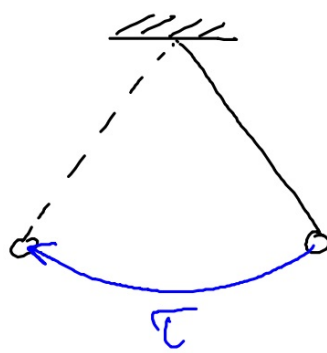
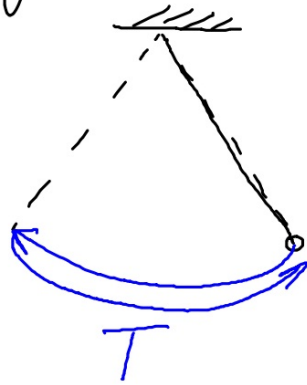
- perioda ... T ; $[T] = s$

- doba trvání 1 kmitu

- frekvence ... f ; $[f] = \text{Hz}$; $f = \frac{1}{T}$

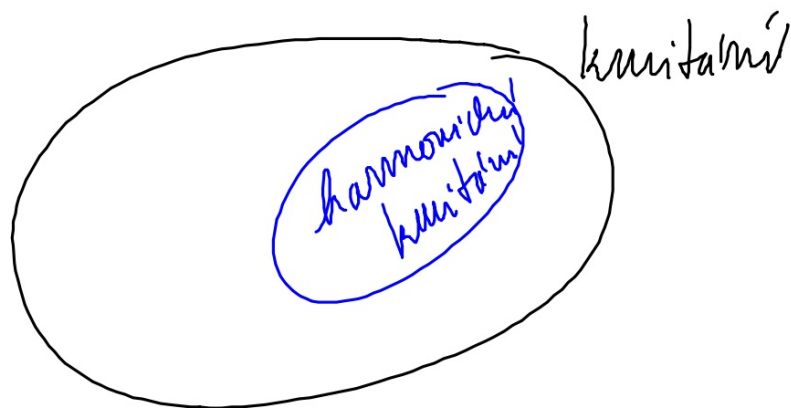
- počet kmitů za 1 s

- heyo ... σ ; $\sigma = \frac{T}{2}$; $[\sigma] = s$



Harmonikche' kvitani'

- na popri's nej'jednostoi'
- sistem raznoshi: olannitel'nyy na case
to SINUSIDA



nameriy' graf

- nce pro okamžitou výfuku má tvar:

$$y = y_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

y_m - amplituda (max. výfuka)

ω - úhlová frekvence

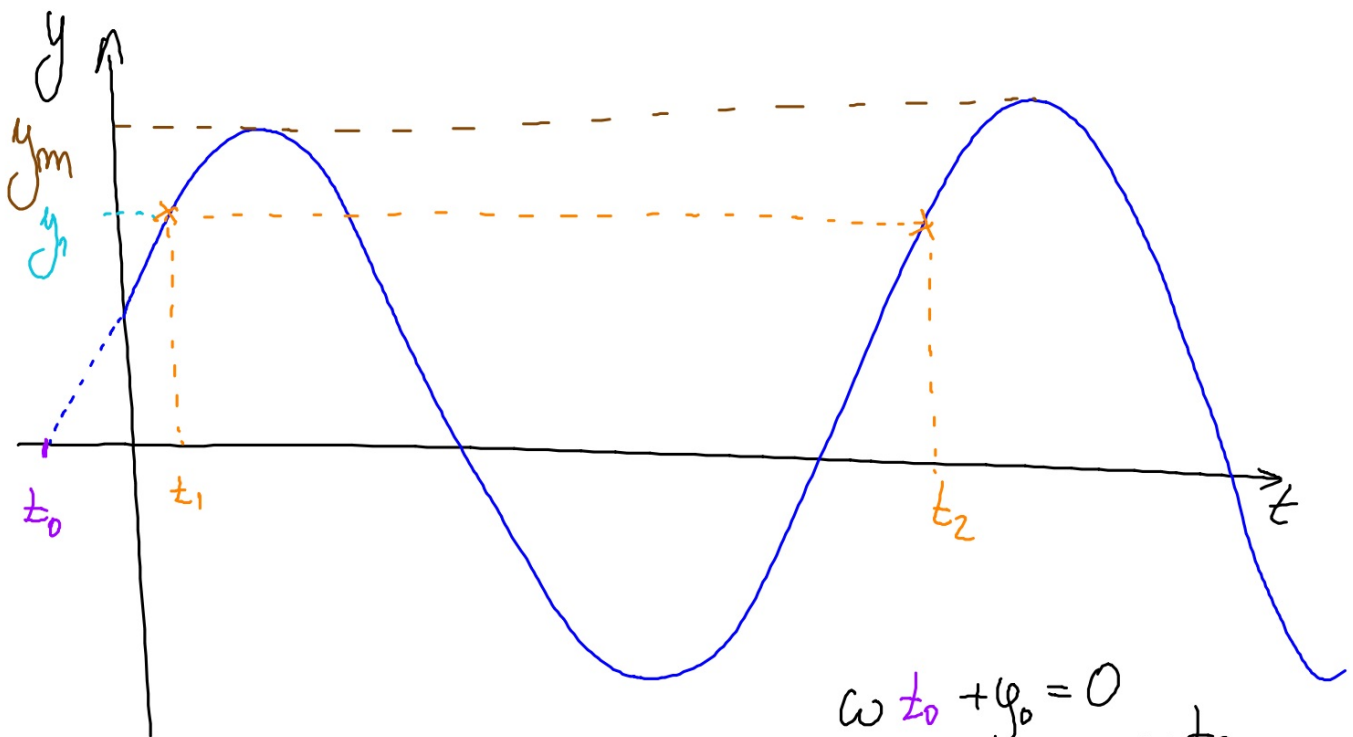
φ_0 - počáteční fáze kmitání

$\omega t + \varphi_0$ - fáze kmitání

a grafu: $T = 1,05 \text{ s}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{6,28}{1,05} \text{ s}^{-1} = 5,98 \text{ s}^{-1}$$

(po rešitju s aproksimacijo namernih
dat)



$$\omega t_0 + y_0 = 0$$

$$y_0 = -\omega t_0$$

$$T = t_2 - t_1$$

y_1 okamžitá hodnota v čase t_1

Rychlost harm. oscilátoru

2 průměrná limitující brata \Rightarrow $v(t)$ je posunutá o $\frac{1}{4}$ periody za grafem $y(t)$

$$v = v_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_m = \omega y_m$$

Zrychlení harm. kmitů

prohřívání závislost kmitajícího body

$$\Rightarrow \boxed{a = -a_m \sin(\omega t + \varphi_0)} \Rightarrow$$
$$a_m = \omega^2 y_m$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{a = -\omega^2 y}}$$

(důležité pro
dynamiku kmit.
přelom)

Faze limitarelor pașon

pri akonunatni (resp. shla'datni) 2 (ante)
kmitonjeh pașon je mudno' redet, pa se
liši' faze pednokli'z'eh limitakni'

1. limitakni': $y_1 = y_{m1} \sin(\omega_1 t + \varphi_{01})$

2. limitakni': $y_2 = y_{m2} \sin(\omega_2 t + \varphi_{02})$

$$\varphi_1 = \omega_1 t + \varphi_{01}$$

$$\varphi_2 = \omega_2 t + \varphi_{02}$$

fazoviy rozdil: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 =$

$$= \omega_2 t + \varphi_{02} - \omega_1 t - \varphi_{01} =$$

$$= (\omega_2 - \omega_1)t + \varphi_{02} - \varphi_{01}$$

mohem nastat 2 "VIP" p'itody:

- $\Delta\varphi = 2\pi k$; $k \in \mathbb{Z}$... STEDNA' FAZE
- $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$; $k \in \mathbb{Z}$... OPACNA' FAZE

Súla'dahú' lúú'tahú'

da'no: $y_1 = y_{m1} \sin(\omega_1 t + \varphi_{01})$
 $y_2 = y_{m2} \sin(\omega_2 t + \varphi_{02})$
 \vdots
 $y_m = y_{mm} \sin(\omega_m t + \varphi_{0m})$ } HARMONICKA'

slozeho' lúú'tahú': $y = y_1 + y_2 + \dots + y_m$;
NEHUSI' BYIT HARMONICKÉ'

existují 2 speciální metody:

- RAŽE – sledování limitní blízkosti
frci

- SKLA'DA'M' KOLMÝ'CH KMITŮ
 - LISSAJOUSOVŮ OBRAZCE
 - osciloskop

Rakyat

1. limitaku': $y_1 = y_m \sin(\omega_1 t)$

2. limitaku': $y_2 = y_m \sin(\omega_2 t + \varphi_0)$

složene' limitaku': $y = y_1 + y_2 = y_m (\sin(\omega_1 t) + \sin(\omega_2 t + \varphi_0))$

GONIOMETRIE: $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$

$$y = y_m 2 \sin \frac{\omega_1 t + \omega_2 t + \varphi_0}{2} \cdot \cos \frac{\omega_1 t - \omega_2 t - \varphi_0}{2} =$$

$$= \underbrace{2y_m \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t - \frac{\varphi_0}{2}\right)}_{\substack{\text{amplituda} \\ (\neq \text{konst.})}} \cdot \underbrace{\sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t + \frac{\varphi_0}{2}\right)}_{\text{knjvitahur'}}$$

RA'ZU: $f_1 \doteq f_2 \Rightarrow \omega_1 \doteq \omega_2 \Rightarrow \omega_1 + \omega_2 \doteq 2\omega_1$

$$\doteq 2y_m \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t - \frac{\varphi_0}{2}\right) \cdot \sin\left(\omega_1 t + \frac{\varphi_0}{2}\right)$$

FRCE: $\frac{|f_1 - f_2|}{2} \Rightarrow$ FRCE RA'ZU JE: $|f_1 - f_2|$

Dinamika luittavalla pallolla

Ulos

- pallo on osittain

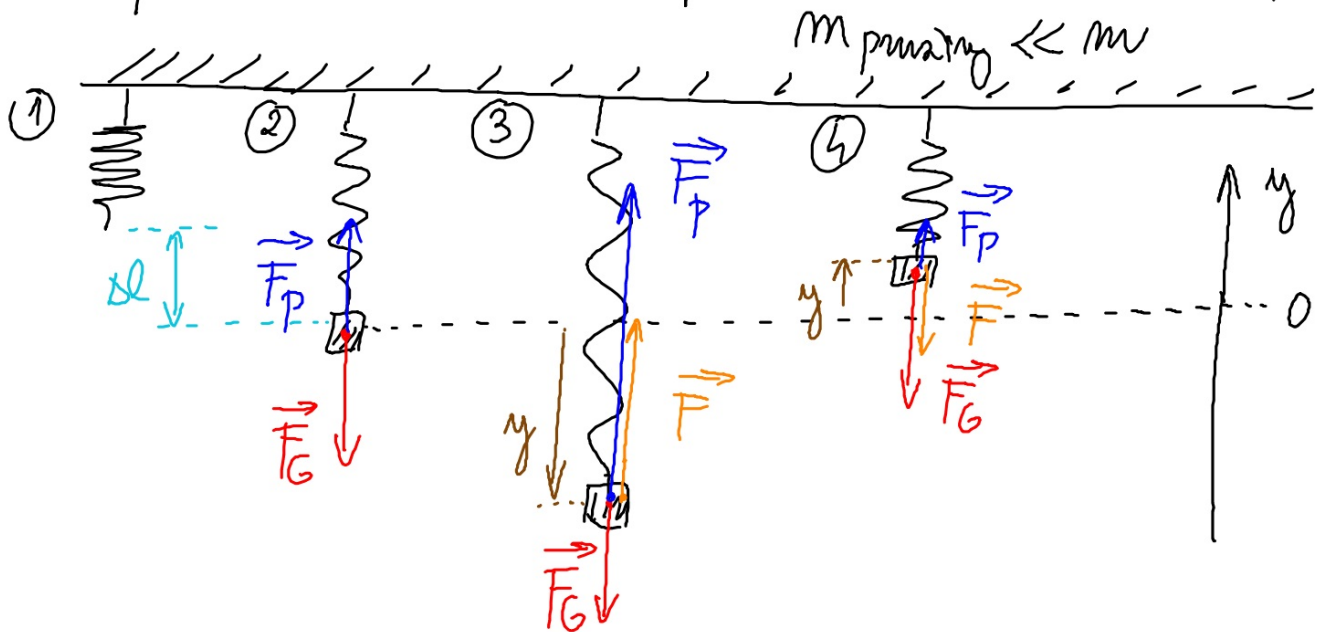
- 2. Newtonin laki: $F = ma$

$$F = m(-\omega^2 y)$$

$$\underline{F = -m\omega^2 y}$$

Těleso na pružině

zájem o pružinu deformovaná těleso TAHEM



② ROVNOVAŽNÁ POLOHA (KLID)

\vec{F}_p - síla pružnosti

$F_p \sim$ pružina (stoupání salinů, materiál, Sdrátka, ...) ... k - tuhost pružiny
prodloužení ... s

$$\underline{F_p = k \cdot s}$$

$$[k] = \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

② $F_G = F_p$
 $mg = k \cdot s \Rightarrow$ lze měřit k (měřením m a s)

$$\textcircled{3} \quad \vec{F} = \vec{F}_G + \vec{F}_p$$

$\textcircled{4}$

$\vec{F} :$

- směřuje do rovnovážné polohy
- má opačný směr než výchylka y

$F = -k \cdot y$... popisuje kmitání

tato síla je kladná rovná: $-m\omega^2 y$

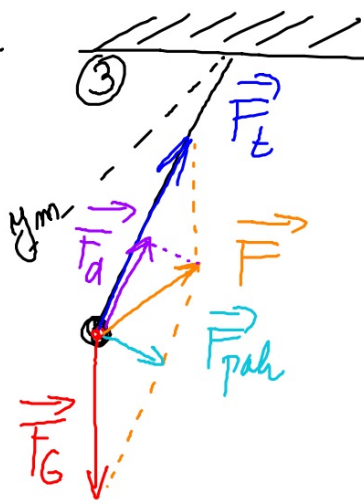
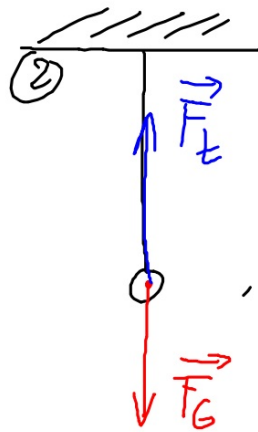
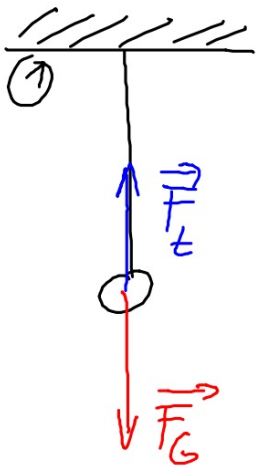
$$-ky = -m\omega^2 y \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \underline{f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}} \text{ resp. } \underline{T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}}$$

f, T - free (perioda) VLASTNOSTIHO
KONITAMN' telesa o svobodnostim
na pruzhine o tuhošti k

Matematické úlohy

Model nejednotlivého úlohy:

- $F_{\text{odpověď}} = 0$
- $m \geq m_{\text{zároveň}}$ (≈ limitující bod)
- malé úlohy (tak, aby $x = \delta \cdot n \cdot x$
 $[x] = \text{rad}$)



$$\vec{F}_d \sim \vec{a}_d$$

$$\vec{F}_{poh} \sim \vec{a}_t$$

① KLIT

$$F_G = F_t$$

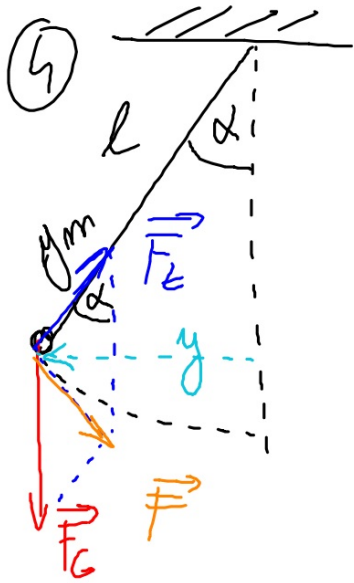
② PŘECHOD ROVNOVÁŽNOU POLOHOU

$$F_t > F_G; \quad \vec{F}_t + \vec{F}_G = \vec{F}_d$$

③ M/D' DO y_m

$$\vec{F} = \vec{F}_G + \vec{F}_t =$$

$$= \vec{F}_d + \vec{F}_{poh}$$



\vec{F} - směr DEČM
(JEN PRO $y = y_m$)

malý rozkyr \Rightarrow
 \Rightarrow pohyb po ušice

$$\sin \alpha = \frac{y}{l} = \frac{F}{F_G} \dots \text{matematika}$$

$$F = - \frac{y}{l} F_G \dots \text{správa}$$

$$-m \omega^2 y = - \frac{y}{l} mg$$

$$\omega^2 = \frac{g}{l}$$

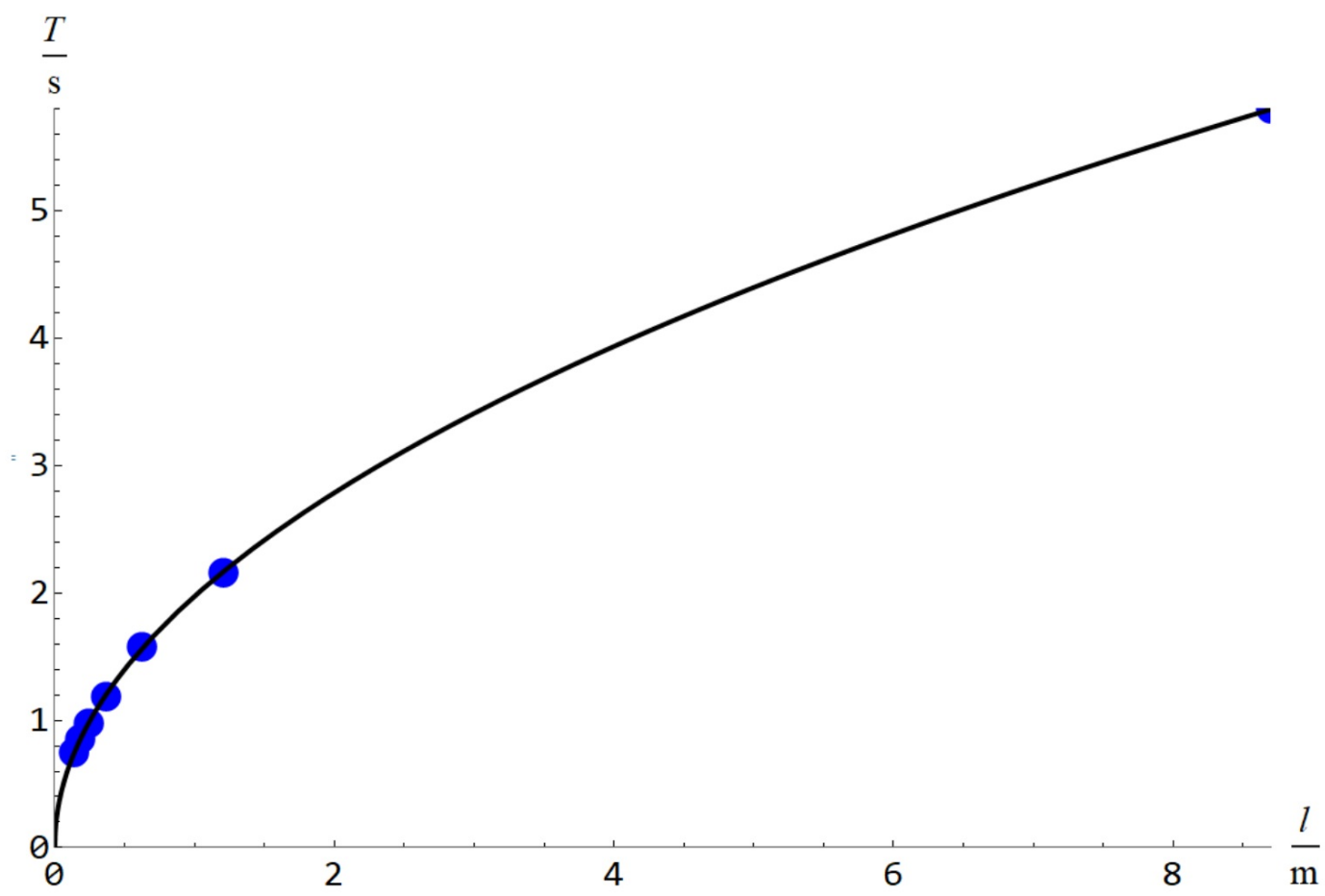
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

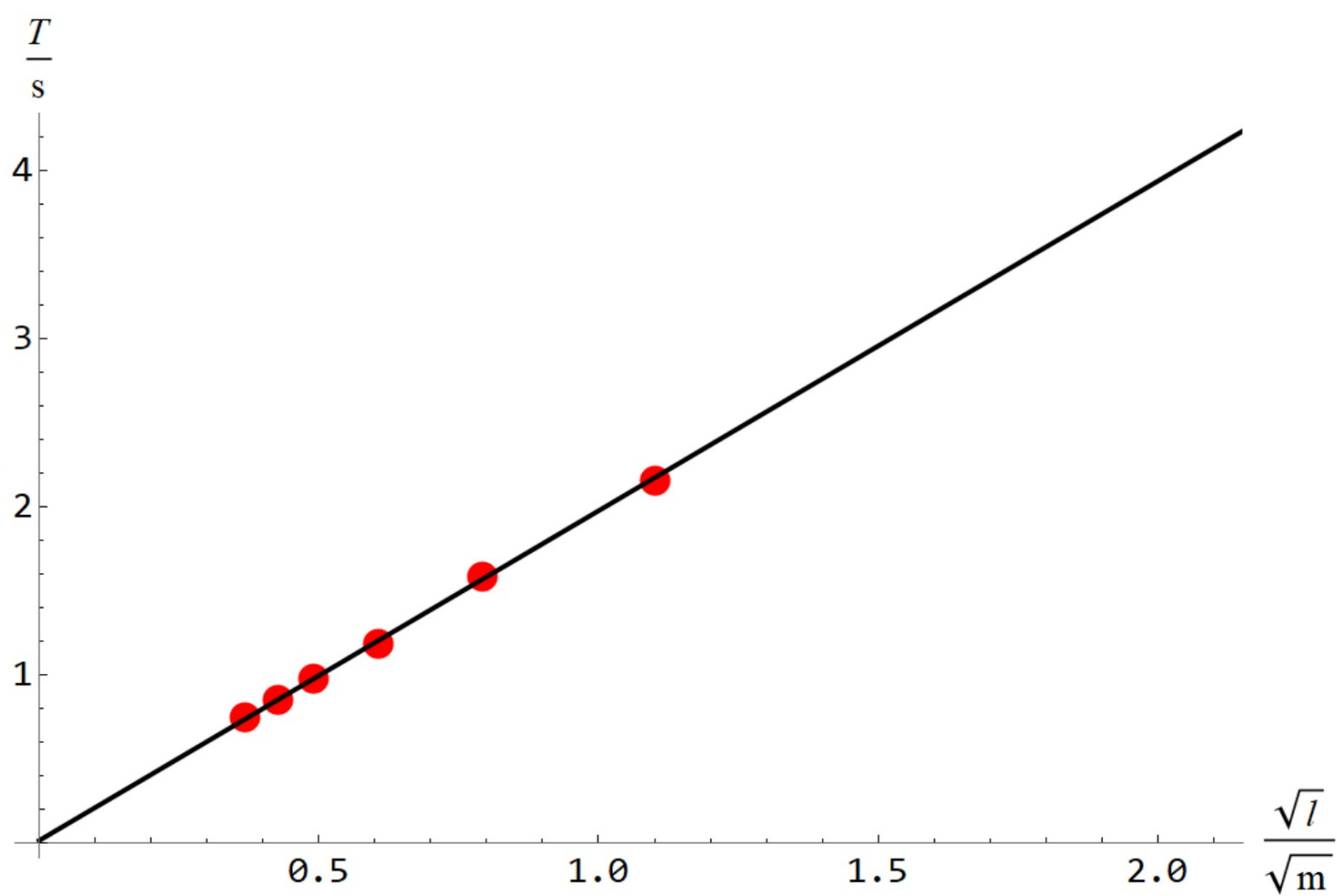
FRCE (PERIODA) VLASTNÍHO KMITÁNÍ
MAT. KVAZILA S DEJIKOU ŽA'VĚSU l

Merění g + grafy

naměřená sdílená data

$\frac{l}{m}$	0,367	0,626	0,183	8,7	0,135	0,24	1,21		
$\frac{T_p}{s}$	1,183	1,58	0,851	5,8	0,747	0,98	2,157		





Průměrná velikost tíhového zrychlení je $10.27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2. graf je JASNA' DU'KAZ, ze rovnost
 $T = f(l)$ je opravdu ODMOCNINA',
protože body v grafu $T = f(v_e)$ leží
na přímce

Speciální úvado: FOUCALTOVO

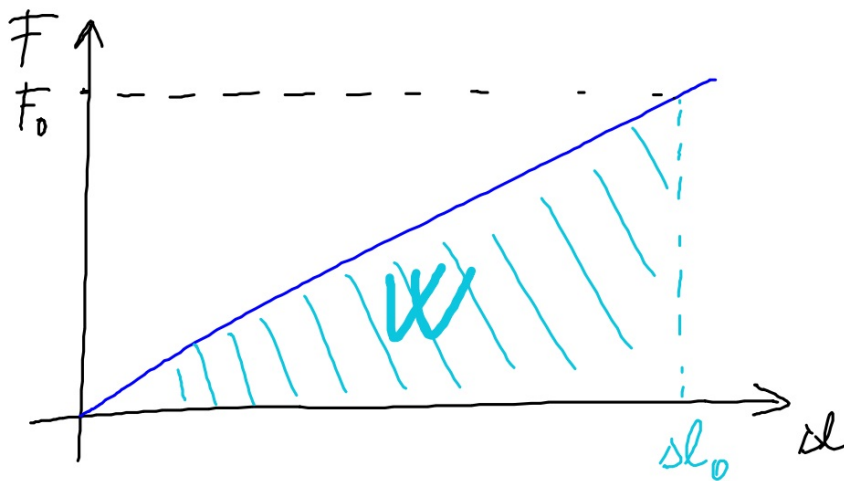
úvado (duhá rotace Země):

ronina úvadu se (míci) hrézdá (ch) pachová

Energije harmoničkogo oscilator

a) teleso na pruzini

zime: $F = k \cdot \Delta l$; $k = \text{konst.}$



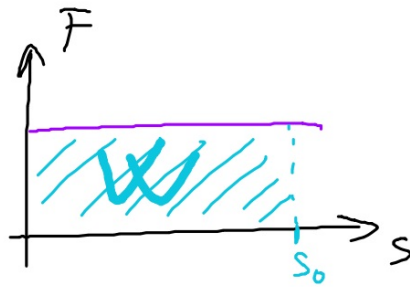
$$W = \frac{1}{2} F_0 \cdot \Delta l_0 = \\ = \frac{1}{2} k \cdot (\Delta l_0)^2$$

$$\Downarrow \\ E_{\text{pr}} = \frac{1}{2} k (\Delta l)^2$$

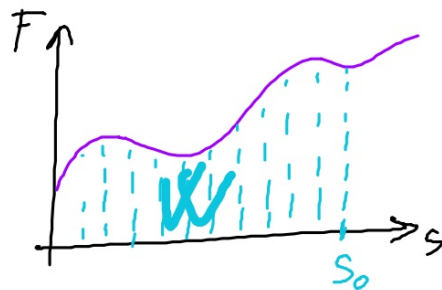
◦ $\Delta E = W$

◦ $W = F \cdot s$

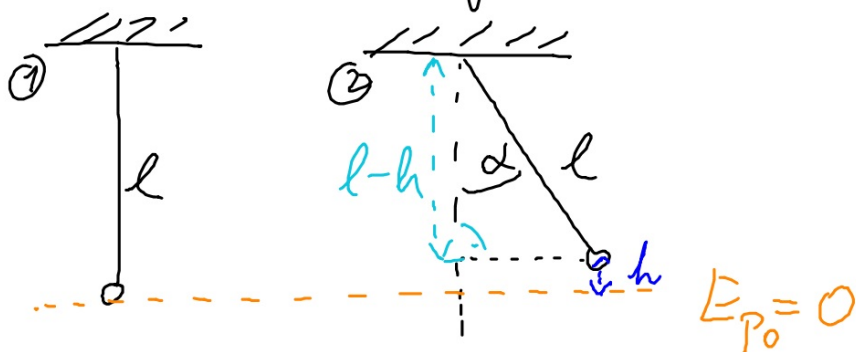
- $F = \text{konst}$



- $F \neq \text{konst}$



h) matematické l'gyozdlo



① \rightarrow ②: MŰTNO DODAT ENERGIJ (\sim MŰTNO KONVAT PRA'CI)

$$W = E_p - E_{p0}$$

$$E_p = m h g$$

$$\underline{E_p = m g l (1 - \cos \alpha)}$$

$$\cos \alpha = \frac{l-h}{l}$$

$$l \cos \alpha = l-h$$

$$h = l(1 - \cos \alpha)$$

TLumene' kuni'taku'

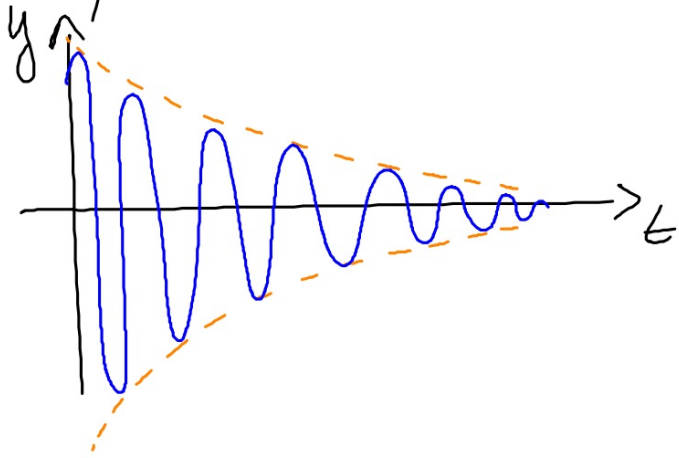
je kuni'taku', u literelko se ča'zt mehaničke' energye miču' na pra'ci nuđenon u prekonaku' odporonjeh sil

⇒ postupně klesá amplituda (při „rozrušení“ kumeni)

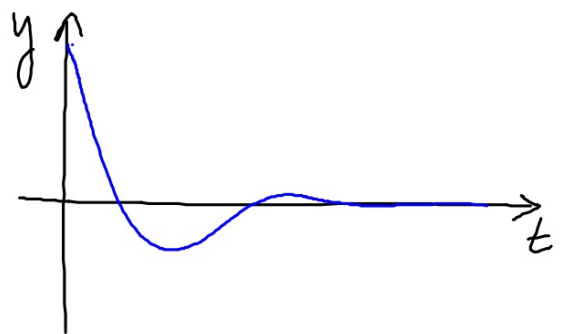
experiment: $y = e^{-bt} \underbrace{\underbrace{y_m}_{\sim \text{útlum}}} \sin(\omega t + \varphi_0) \underbrace{\sim \text{kuni'taku'}}$

b - koeficient kumeni

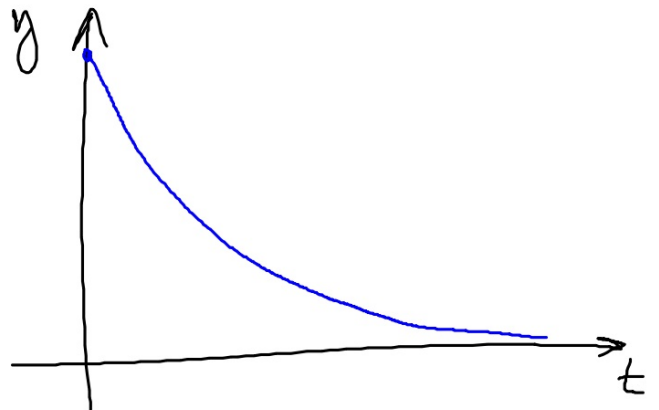
• podkritické číselné



• kritické číselné



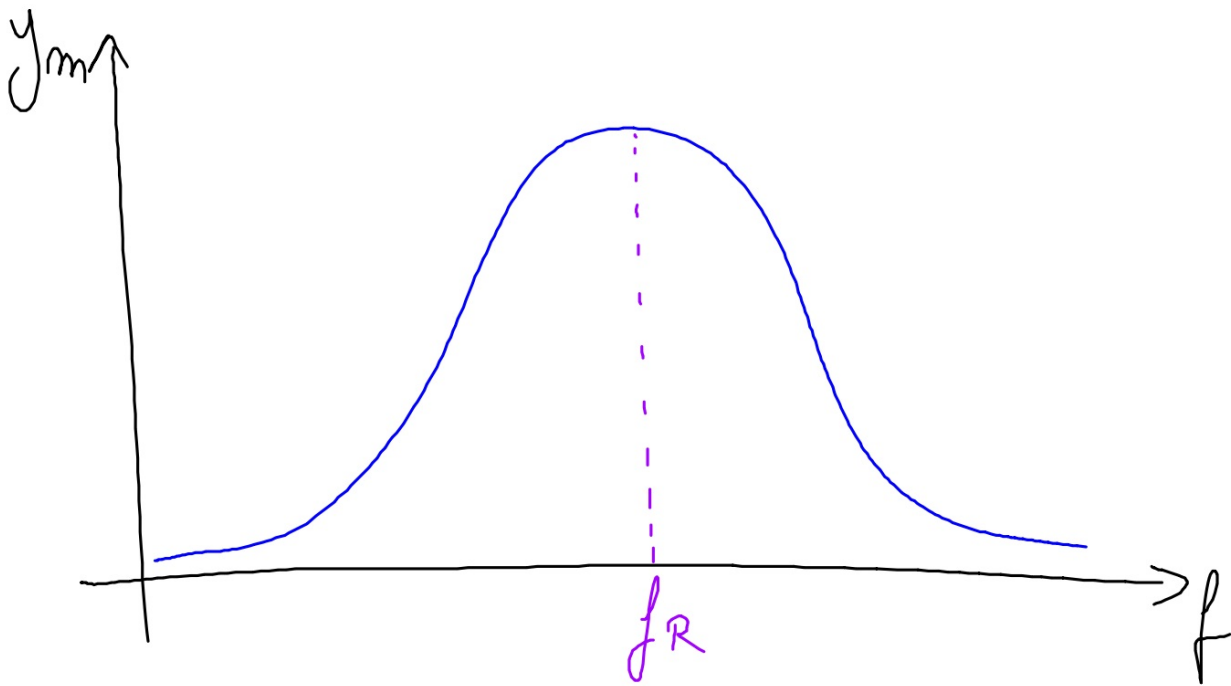
• nadkritické číselné



Nucere' limitu'mi'

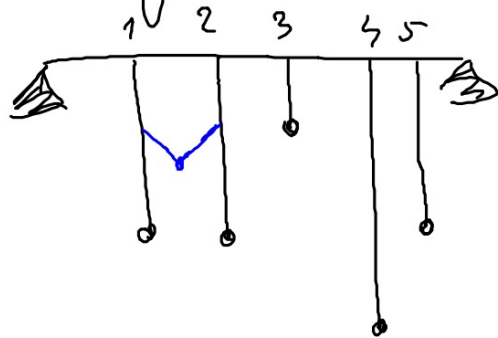
je limitu'mi', utere'mu je dodavajna energie kompensujca a trahy namhle' odporovym' silam'

• tomto pri'pade' musie' nastat REZONANCE,
tj. stav, v nemu' je AMPLITUDA limitu'mi'
MAXIMALNI'



f_R - резонанснiй фре

Sprāziena' lyvadla

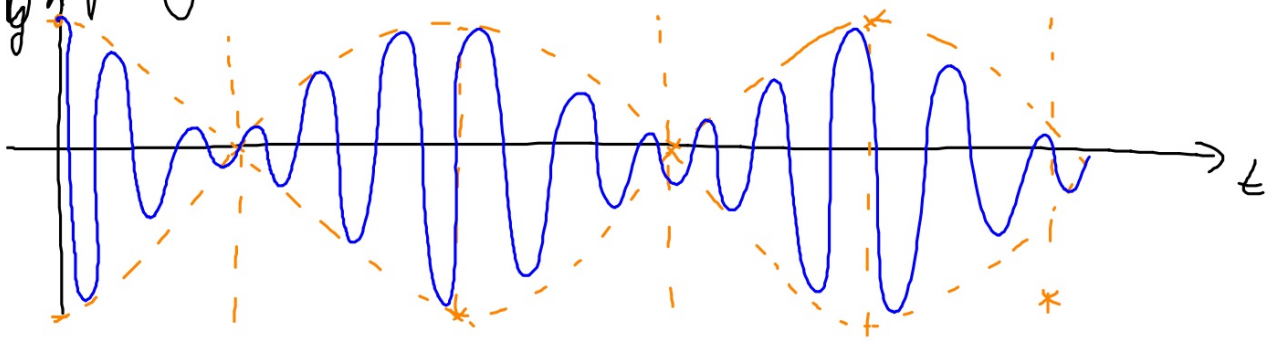


experiment: po uzly'vāni' 2 ly're nejvīcē 1, 2, 5
(protože maņi' skēnon dēllim)

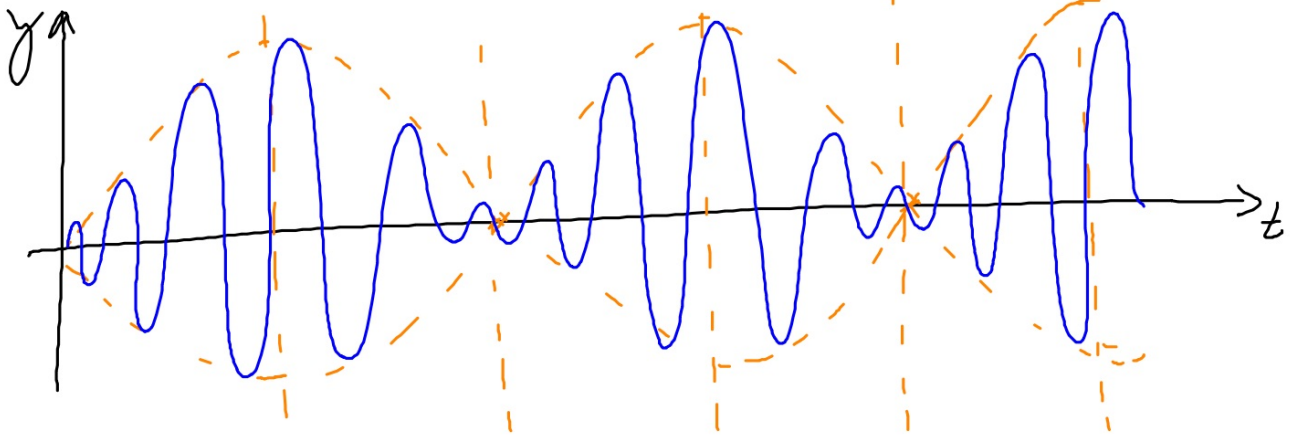
lso desālmont starnu lēg maņi' 2 pē
n' lēlīdu a 1 ly're maksimālāni' a maņpālē

✓ - tuzēsi' vāsta maņi' lyvadlē

graf $y(t)$ no 2 ... OSCILATOR



graf $y(t)$ no 1 ... REZONATOR



praxe:

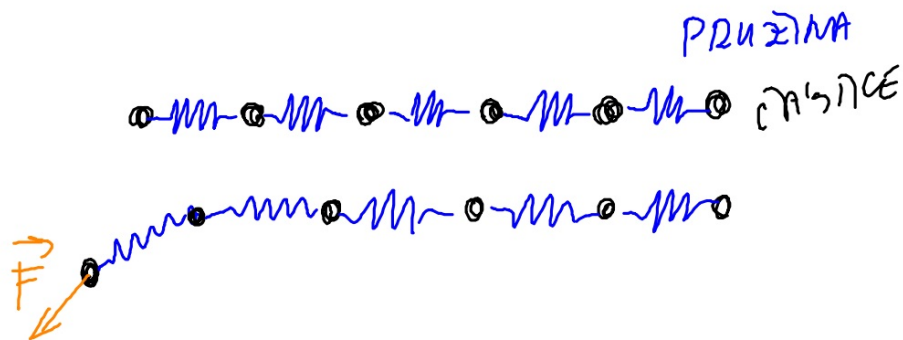
- dječiji "naive" (blatnik, ...) pri
muži no
- mešadonci pažb stroju
- hudebni ma'stroje
- - - -

MECHANICKE' VLNEM'

Základní pojmy

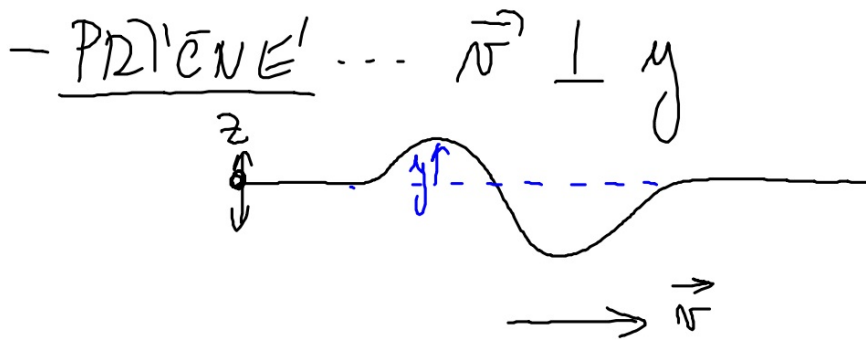
k vlněm' je nutné':

- ZDROJ VLNEM' ... OSCILATOR
- PRUŽNÉ' PROSTŘEDÍ



druf oluñu'

- dle trau



struna tyžy, vlna na vodi'ci, ...

- PODEČNE' ... $\vec{v} \parallel y$



vlna na pružině) avak ne vzduchu

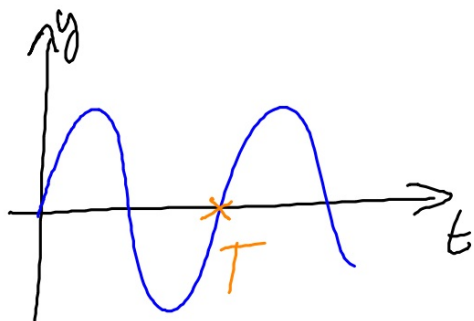
• dle přenosu energie

- POSTUPNĚ' - přeměna energie
z místa A do místa B

- STOJATE' - energie se nepřeměňuje, jen
se mění energie a její formy na
jinou ($E_p \rightarrow E_k \rightarrow E_p \rightarrow \dots$;
 $E_e \rightarrow E_m \rightarrow E_e \rightarrow \dots$)

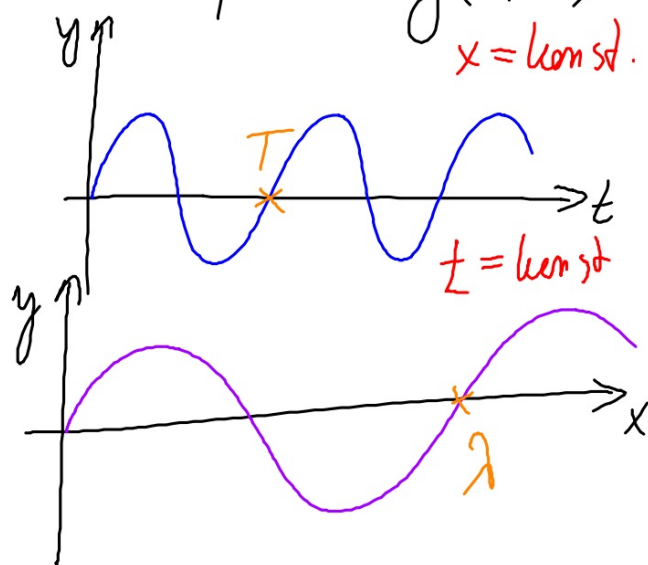
limita'ni'

- lokalizovano na 1 mi'ste
- za'pam o $y(t)$



vlne'ni'

- šíří se prostorem (podél osy x)
- za'pam o $y(z, x)$
 $x = \text{konst.}$



λ - vlnová délka

- délka vlny
- vzdálenost, kterou urazí vlnění za 1 periodu: $\lambda = v T$
- nejmenší vzdálenost 2 bodů, u kterých kmitají se stejnou fází

Rovnice postupné volby

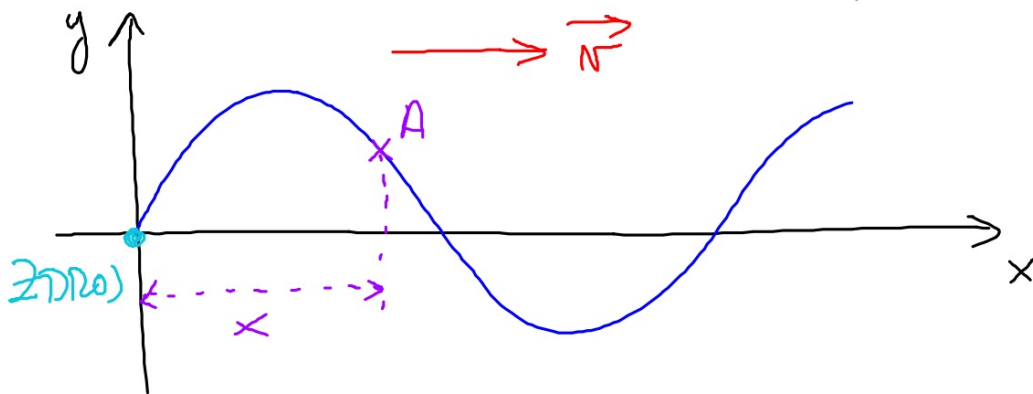
nime:

- Zdrojem vlnění je harmonický oscilátor: $y = y_m \sin(\omega t)$
- libovolný bod prostředí, kterým se vlna šíří KMITÁ
- vlnění se šíří různými prostředky rychlostí
o velikosti v
- do bodu nezáleží a se vlnění rozšíří
za dobu $T = \frac{x}{v}$

kmitánu' líborábného bodu:

$$(1) \quad y = y_{\text{om}} \sin(\omega(t - \tau))$$

apoděné' opróh' kmitánu' kóbrýe



riposta (1):

$$\begin{aligned} y &= y_m \sin\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right) = \\ &= y_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{v}\right)\right) = \\ &= y_m \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{vT}\right)\right) = \\ &= y_m \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right) \end{aligned}$$

RICE POSTATIVE' KLAVY

t, x - proměnné, na základě kterých
vyše uvedená rovnice
 $y = f(t, x)$

T - perioda limitní zruje; $T = \text{konst.}$

λ - vlnová délka ($\sim \lambda$); $\lambda = \text{konst.}$

Interference vlnění

zájem o pochopení principu na
představitelých objektech (skokami do vody, ...)
a následně aplikace nejenom už v optice
interference vlnění (skládání vlnění):

- 2 a více vln
- stejná λ (synchronizace)
- FÁZOVÝ ROZDÍL
realizace: dráhový rozdíl nebo časové
zpoždění

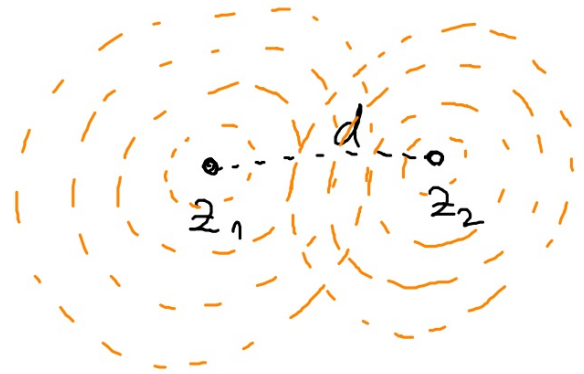
falsch! richtig: $\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 =$

$$= 2\pi \left(\frac{t}{T_1} - \frac{x_1}{\lambda} \right) - 2\pi \left(\frac{t}{T_2} - \frac{x_2}{\lambda} \right) =$$
$$= 2\pi \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) t + \underbrace{2\pi (x_2 - x_1) \frac{1}{\lambda}}_{\text{DRAHUNG!}}$$

ROZDÍL

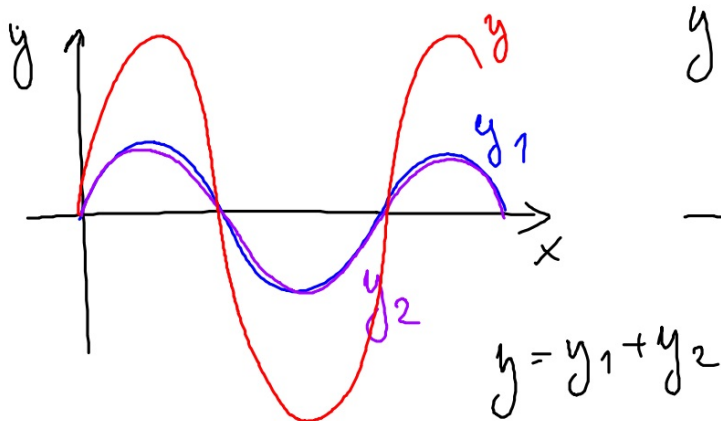
pro $T_1 = T_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta \varphi = 2\pi (x_2 - x_1) \frac{1}{\lambda} =$$
$$= 2\pi \frac{d}{\lambda}$$



2 „VIP“ pili'fadg dra'hevetho rordulu d :

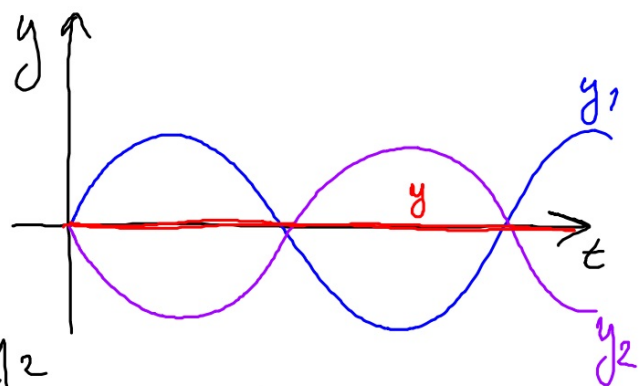
• $d = k\lambda$; $k \in \mathbb{Z}$



interferençim' maksimum
(qon'lem')

KONSTRUKTIVM' INTERFERENÇE

• $d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$

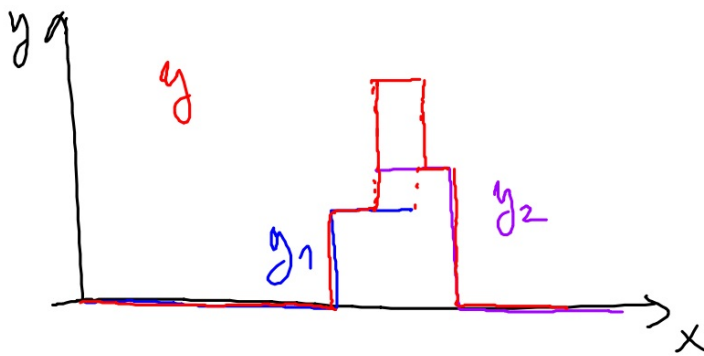


interferençim' minimum
(qoslabeim')

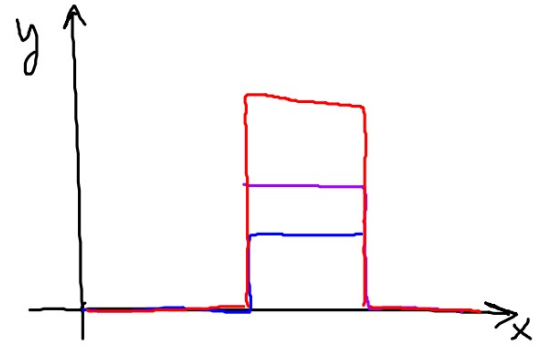
DESTRUKTIVM' INTERFERENÇE

PRAKOVN' LIST

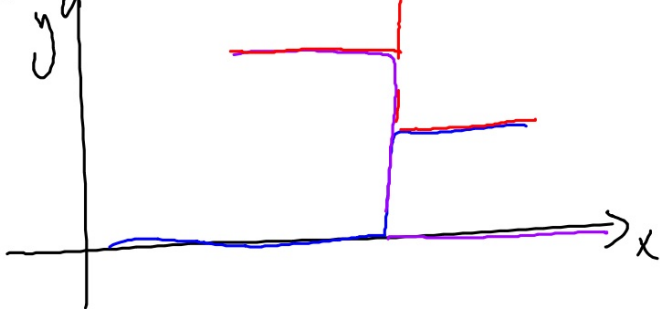
obr. 2



obr 3



obr 5.

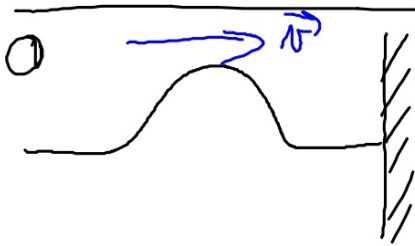


Stojaté vlnění

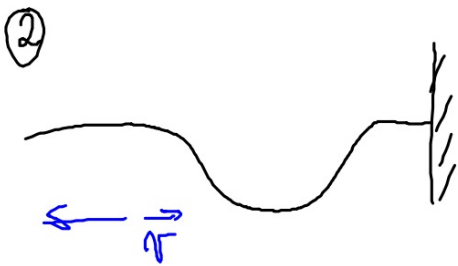
a) Odraz vlnění v rádě bodi

závisí na typu konce pružného prostředí:

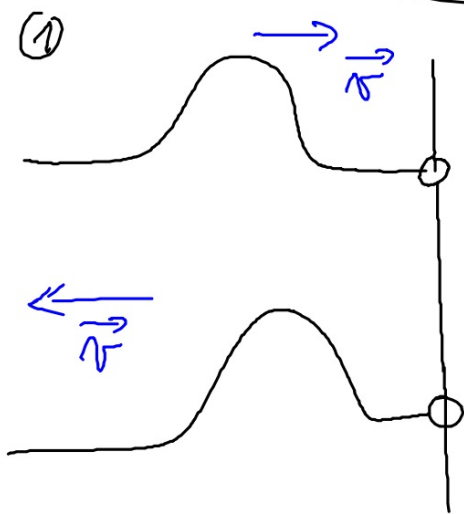
- PEVNÝ KONEC



odraz s OPACĚNOU FÁZÍ
~ posun $0 \frac{\lambda}{2}$



• VOLNA' KONEC



ODRAZ SE STĚJNOU
FAZÍ'

důležité pro: vznik stojatého vlnění'
popř. interference na tenké vrstvě
v optice

↳ Stojaté vlnění

namíká interferenci postupného přímého
vlnění a vlnění odrazeného od pevného
konce

Postupné vlnění

- VŠECHMĚ BODY... STEJNÁ y_m
- OBECNĚ RŮZNĚ BODY... RŮZNÁ FÁZE
- PŘENÁŠÍ ENERGI

Stojaté vlnění

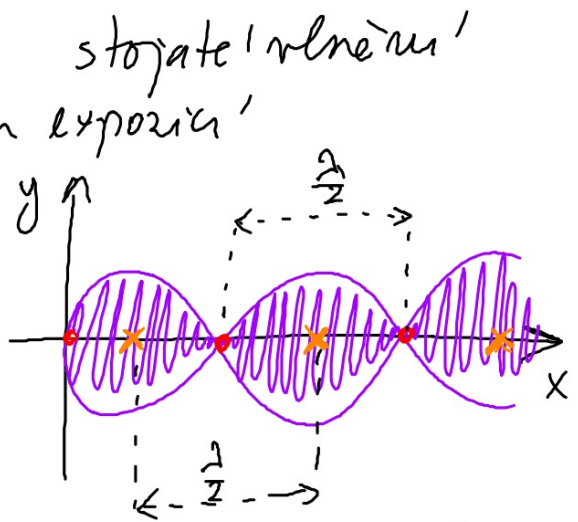
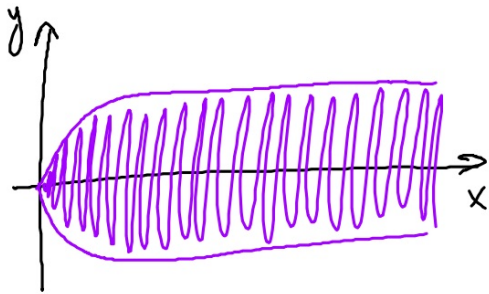
- OBECNĚ RŮZNĚ BODY...
... RŮZNÁ y_m
- VŠECHMĚ BODY... STEJNÁ FÁZE
- NEPŘENÁŠÍ ENERGI

⇒ DVA SPECIÁLNI TYPY BODŮ

- KMITA ... maximální y_m
- UZEL ... $y_m = 0$

postupně rozněmí

fotografie s delšími expozicemi



aplikace: drátový sonostar