

# ZÁVĚREČNÁ ZÁPOČTOVÁ PRÁCE (C447) Z PROSEDINÁŘE Z FYZIKY 2022

ŠEREDOVÁ TEREZA

1) Petr, vážící 30 kg, stojí v klidu na kruhové desce o průměru 6 m a  $J = 1800 \text{ kgm}^2$ . Poté se Petr rozeběhne po obvodu desky. Jakou úhlovou rychlostí se bude pohybovat deska poté v okamžiku, kdy Petr dosáhne obvodové rychlosti vůči zemi 2 m/s?  
[ $\omega = -mvr/J = -0.1 \text{ rad/s}^{-1}$ ]

$$\begin{aligned} m_P &= 30 \text{ kg} \\ d &= 6 \text{ m} \rightarrow r = 3 \text{ m} \\ J &= 1800 \text{ kgm}^2 \\ v &= 2 \text{ m/s} \\ \omega &= ? \end{aligned}$$

Výběr rovnic pro výpočet příkladu

$$J \cdot \omega = r \cdot m \cdot v$$

- ze zákona zachování hybnosti  
platí čím větší moment setrvačnosti  
tím menší úhlová rychlost

$J$  ... moment setrvačnosti -  $\text{kgm}^2$

$r$  ... poloměr výstřednosti -  $\text{m}$

$m$  ... hmotnost -  $\text{kg}$

$v$  ... obvodová rychlost -  $\text{m/s}$

$\omega$  ... úhlová rychlost - minimální dopodívat

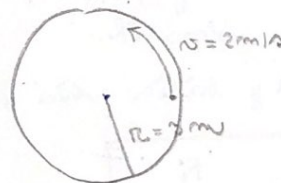
$$J \cdot \omega = r \cdot m \cdot v$$

- vyjádřím ze rovnice  $\omega$

$$\omega = \frac{r \cdot m \cdot v}{J}$$

- dosadím do rovnice

$$\omega = \frac{3 \cdot 30 \cdot 2}{1800} = -0.1 \text{ rad/s}$$



Deska po běhu Petra bude se pohybovat úhlovou rychlostí  $-0.1 \text{ rad/s}$ .

2) Aby se vlak pohyboval rovnoměrně, musí lokomotiva překonat odporovou sílu, kterou lze dohromady vyjádřit jako 1% z tíhy vlaku o hmotnosti 160 t. a) Vlak se napřed rovnoměrně rozjíždí a dosáhne z klidu rychlosti 108 km/h za 2.5 minuty. Jakou silou musí táhnout lokomotiva? b) Když lokomotiva dosáhne rychlosti 108 km/h, přestane táhnout a pokračuje na volnoběh. Jak se bude vlak dále pohybovat a jak daleko a za jak dlouho dojede? Načrtněte graf závislosti rychlosti na čase v obou případech.

$$\begin{aligned} m_{\text{vlak}} &= 160 \text{ t} \\ v_{\text{vlak}} &= 108 \text{ km/h} \\ t &= 2.5 \text{ min} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ F_0 &= ? \\ F_{\text{odp}} &= ? \\ S &= ? \end{aligned}$$

$$① F_0 = m \cdot a$$

$$② F_{\text{celková}} = F_0 + F_{\text{odp}} = 0$$

$$③ S = s_0 + v_0 t_2 + \frac{1}{2} a \cdot t_2^2$$

$a_1 = \text{mim. zrychlení}$

$$F_0 = m \cdot (a_1) - \text{mim. zrychlení rychlosti a1 je zrychlení } F_0$$

$$a = \frac{v}{t} \text{ (rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb)}$$

$$\text{dosadím do rovnice} \Rightarrow a_1 = \frac{30}{150} = 0.2 \text{ m/s}^2$$

jedná se o zrychlený pohyb ( $a_1 = +$ )

$$\begin{aligned} (v &= 30 \text{ m/s}) \\ t &= 150 \text{ s} \end{aligned}$$

norma vypočítané rychlosti - můžeme dosadit do vztahů

$$F_0 = m \cdot a_1$$

$$m = 160\,000 \text{ kg}$$

$$a_1 = 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$F_0 = 160\,000 \cdot 0,2$$

$$F_0 = \underline{32\,000 \text{ N}} = \underline{32 \text{ kN}} - \text{počáteční síla zmačnu}$$

hodnotu  $F_0$  využijeme pro výpočet celkové síly  
podle vztahů  $F_{\text{celková}} = F_0 + F_{\text{odporu}}$

$$F_{\text{celková}} = F_0 + (F_{\text{odporu}}) - 1\% \text{ z tíhy vtažen}$$

$$F_{\text{celková}} = F_0 + \left(\frac{m}{100} \cdot g\right)$$

$$F_{\text{celk}} = 32\,000 + 16\,000 =$$

$$48\,000 \text{ N} = \underline{48 \text{ kN}}$$

Chceme vypočítat jak daleko vlak dojde a na jak dlouho  
po přecházení rychlosti 108 km/h už se nejedná o pohyb rychlý ale  
zpomalený protože po přecházení této rychlosti vlak už nestáhne a jede  
na volnoběh.

Vlak je brzděn tíží síla  $16\,000 \text{ N} = F_A$

$$F_A = m \cdot \mu = 160\,000 \cdot 0,1$$

$$= \underline{16\,000 \text{ N}}$$

$$a_2 = \frac{F_t}{m_{\text{vlaku}}} =$$

$$m = 160\,000 \text{ kg}$$

$$F_A = 16\,000 \text{ N} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{dosadíme do vztahů}$$

$$a_2 = \frac{16\,000}{160\,000} = -0,1 \text{ m/s}^2$$

jedná se o zpomalený pohyb v opačném směru proto  
záporné znaménko

Pomocí derivací vyjádříme rychlosti podle vztahů  $a = \frac{dv}{dt}$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

1. dt

$$a \cdot dt = dv$$

a následně zintegrujeme rovnici

$$\int a \cdot dt = \int dv$$

$$V - V_0 = a \cdot t$$

$$V = V_0 + a \cdot t - \text{vyjádříme ze vztahů}$$

$$t = \frac{V - V_0}{a} = - \text{dosadíme do vztahů}$$

kdysi  $V = \text{koncová rychlost} = 0 \text{ vlak se zastaví}$

$$V_0 = \text{přáteční} - 11 = 30 \text{ m/s}$$

$$a_2 = \text{rychlosti} (-0,1 \text{ m/s}^2)$$

$$t = \frac{0 - 30}{-0,1} = 300 \text{ s}$$

$t$  = je čas do zastavení  
vlaků

$t$  (čas) musíme následně dosadit do rovnice pro výpočet dráhy pomocí rovnice

$$ds = v dt$$

$v$  - výpočet  $t$  pomocí rovnice

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (\text{dosadíme do rovnice místo } v)$$

$$ds = (v_0 + a \cdot t) \cdot dt \quad \text{a integrujeme}$$

$$\int ds = \int (v_0 + at) \cdot dt$$

$$s - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s = v_0 t + s_0 + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s = 0 + 300 \cdot 30 + \frac{(-0,1)}{2} \cdot 300^2$$

$$s = 0 + 9000 - 4500$$

$$s = \underline{\underline{4500 \text{ m}}}$$

$$s_0 = 0$$

$$v_0 = 30$$

$$t = 300$$

$$a = -0,1$$

$$t^2 = 300^2$$

} dosadíme do rovnice

Počáteční síla byla v tahu 32 kN, aťhová síla v tahu, kterou se táhlo byla 48 kN. Po čem co byla na volnoběh bez jakéhokoli dopadu lokomotiva jízdy 4500 m než se zastavila.

3) Přes nehmotnou kladku bez tření jsou zavěšena dvě tělesa. Jedno váží  $m_1 = 6 \text{ kg}$  a druhé je lehčí. Kolik musí vážit lehčí těleso, aby se systém pohyboval se zrychlením polovičním, než je zrychlení gravitační? Co se stane, bude-li se v okamžiku uvolnění vlákna systém již pohybovat a těžší závaží bude jistou rychlostí stoupat? Načrtněte diagram dynamické rovnováhy sil. [ $m_2 = 2 \text{ kg}$ ]

Nejprve si musíme výpočet zrychlení abychom mohli výpočet hmotnosti. Podle toho pohybujeme podrobněji do vlny.

$$a = \frac{1}{2} g \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 10 = \underline{\underline{5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \quad \text{výpočet zrychlení}$$

- dosadíme do rovnice pro výpočet rovnováhy sil

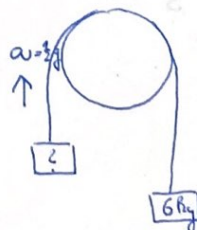
$$m_1 a + m_2 a = m_1 g - m_2 g$$

$$6 \cdot 5 + m_2 \cdot 5 = 6 \cdot 10 - m_2 \cdot 10$$

$$30 + 5m_2 = 60 - 10m_2$$

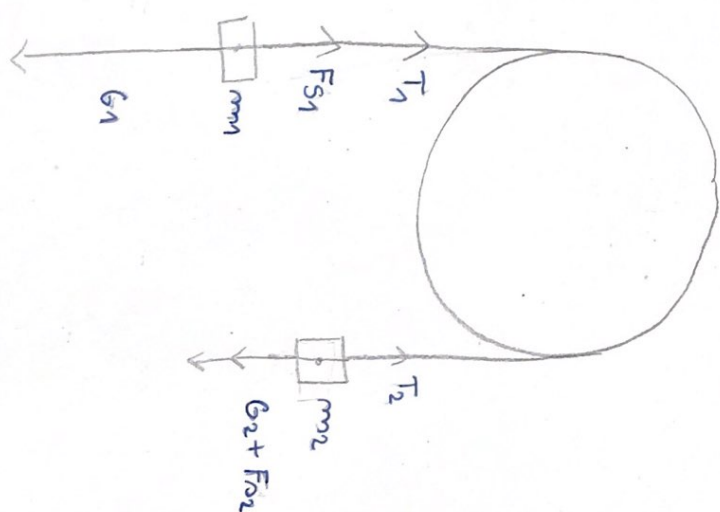
$$15m_2 = 30$$

$$m_2 = \underline{\underline{2 \text{ kg}}}$$



aby se systém pohyboval se zrychlením polovičním než je gravitační dráha, těleso musí vážit 2 kg.

Při uvolnění po určitém čase začne působit gravitační síla na obě tělesa, ma těleso těleso bude působit větší a proto se bude pohybovat směrem dolů.



$$T_{1,2} = \lambda a k$$

$$F_{S1,2} = \text{rekreačné síly}$$

$$G_{1,2} = (\text{gravitačné}) \lambda k R \text{ové síly}$$

4) Při vážení na nerovnoramenných vahách bylo těleso, umístěné na levou misku, vyváženo závažím  $m_1 = 250\text{g}$ . Při následném umístění na misku pravou bylo vyváženo závažím  $m_2 = 1\text{kg}$ . Kolik těleso skutečně váží? Odvoďte obecný vztah pro  $m_x$ . Jak se tato operace nazývá? [ $m_x = 500\text{g}$ ]

### OPERACE SE NAZÝVÁ ROVNOVÁHA

$$m_1 = 250\text{g}$$

$$m_2 = 1\text{kg}$$

$$\parallel$$

$$1000\text{g}$$

$$m_x = ?$$

použijte rovnici pro rovnováhu:

$$m_x \cdot a = m_2 \cdot b$$

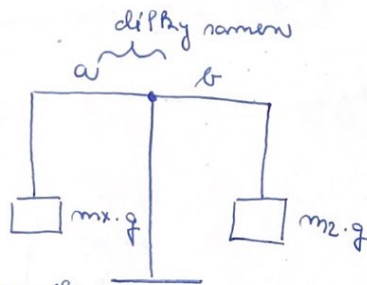
$$m_1 a = m_x b$$

$$\frac{a}{b} = \frac{m_x}{m_2} = \frac{m_1}{m_x}$$

$$m_x = \sqrt{m_1 \cdot m_2} = \sqrt{250 \cdot 1000} =$$

$$m_x = \underline{\underline{500\text{g}}}$$

Těleso se skutečně váží  $500\text{g}$ .



důjde ke rovnání předmětů  
gravitace rovnovážné polohy  
využití je fyzik momentů

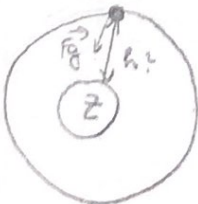
5) Co je to geostacionární družice? Kde přesně leží její dráha a jak vysoko od povrchu Země musí létat? [ $h = 35.7 \cdot 10^3 \text{ km}$ ]

Geostacionární družice: družice na geostacionární dráze

z hlediska pozorovatele ze země jsou družice stále na stejném místě.

(nědy sledují stejné území na zemi) - má stejnou úhlovou rychlost se otáčením země (24 h) (používá se k telekomunikaci, navigaci, ...)

Geostacionární dráha se nachází nad rovníkem ve výšce asi  $35\,786 \text{ km}$ .



$$T = \text{perioda rotace} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

- gravitační konstanta

$M$  = hmotnost Země:

$$= \frac{9,80 \cdot (6,4 \cdot 10^6)^2}{6,7 \cdot 10^{-11}} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$M = \frac{g \cdot R \cdot Z^2}{G}$$

$$= 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$R = \text{poloměr Země} = 6378 \text{ km}$$

gravitační síla se rovná síle družice

$$F_g = F_D$$

$$F_g = \text{gravitační síla} \rightarrow \text{Newtonův gravitační zákon} \quad \frac{M \cdot m \cdot \pi}{(R+R_0)^2}$$

$$F_D = \text{družicová síla} \rightarrow \frac{m \cdot v^2}{(R+R_0)}$$

Pro výpočet použijeme vztah a upravíme pro výpočet  $R$

$$\frac{M \cdot m \cdot \pi}{(R+R_0)^2} = \frac{m \cdot v^2}{(R+R_0)} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot m (R+R_0)}{T^2} \Rightarrow \frac{M \cdot \pi \cdot T^2}{4 \pi^2} = (R+R_0)^3$$

pro výpočet  $R$  musíme nejprve  $R$  vyjádřit ze vztahu  $\uparrow$

$$R = \sqrt[3]{\frac{M \cdot \pi \cdot T^2}{4 \pi^2}} - R_0$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot (86,4 \cdot 10^3)^2}{4 \pi^2}} - 6378 \cdot 10^3 = 35,7 \cdot 10^3 \text{ km}$$

Geostacionární družice musí být ve výšce  $35,7 \cdot 10^3 \text{ km}$

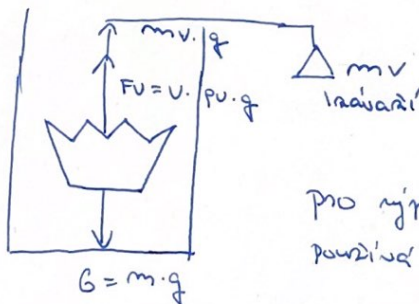
6) Hiero II, král Syracus, pověřil Archimeda, aby zjistil, jestli zlatá koruna není ošizená. Archimédes zjistil, že koruna na vzduchu váží  $m = 14,7 \text{ kg}$ , ve vodě  $m_v = 13,4 \text{ kg}$  a věděl, že hustota zlata je  $19300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Jaká je hustota koruny? Může být zlatá? Napište silový diagram experimentu, který Archimédes pravděpodobně uskutečnil! [ $\rho_x = 11308 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$$m = 14,7 \text{ kg}$$

$$m_v = 13,4 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{zlato}} = 19300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\rho_{\text{koruny}} = ?$$



pro výpočet  $\rho$  nejdříve použijeme  $\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho_K = \frac{m_K}{V_K}$$

— musíme objem. Musíme vyjádřit objem koruny pro výpočet hustoty koruny. Pro výpočet objemu použijeme vztah:

$$V = \frac{m - m_v}{\rho_v} \quad \text{— dosadíme do vztahu}$$

$$\rho_K = \frac{m_K}{V_K}$$

Spojením těchto dvou vztahů  
máme vztah pro výpočet hustoty koruny

$$\rho_K = \rho_v \cdot \frac{m}{m - m_v} = 10^3 \cdot \frac{14,7}{14,7 - 13,4} = 11308 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Hustota koruny je  $11308 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Hustota zlata je  $19300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Z toho vyplývá, že koruna není zlatá, protože její hustota je nižší.

7) Struna c od piána, jejíž základní frekvence (první harmonická) je  $f_1 = 180.81 \text{ Hz}$ , má délku  $L = 1.1 \text{ m}$  a hmotnost  $9.9 \text{ g}$ . Jaká je rychlost zvuku  $c$  ve struně, síla  $F$ , jakou je napnuta, základní vlnová délka  $\lambda_1$  a další vlnové délky  $\lambda_i$  a vyšší harmonické  $f_i$ ? Načrtněte, jaké stojaté vlny mohou (dlouhodoběji) ve struně existovat.

$[c = 398 \text{ ms}^{-1}; F = 1424 \text{ N}; \lambda_1 = 2.2 \text{ m}; \lambda_i = \lambda_1/i; f_i = i \cdot f_1]$

$f_1 = 180.81 \text{ Hz}$

$L = 1.1 \text{ m}$

$m = 9.9 \text{ kg}$

$c = ?$

$F = ?$

$\lambda_1 = ?$

$$\lambda_1 = \frac{L}{i}$$

$$f_i = i \cdot f_1$$

pro výpočet  $\lambda_i$  použijeme vztah  $\frac{2L}{i}$

$$\lambda_i = \frac{2L}{i} = \lambda_1 = 2 \cdot 1.1 = \underline{\underline{2.2}}$$

pro výpočet  $c$  použijeme vztah

$$c = \frac{\lambda}{T}$$

pro které znaménko  $T$  výpočtem ho pomocí

vztahem  $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{180.81} = 5.53 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

Tedy má můžeme výpočtem  $c$  podstatu ních hodnot do vztahů:

$$c = \frac{\lambda}{T} = \frac{2.2}{5.53 \cdot 10^{-3}} = 397.83 \approx \underline{\underline{398 \text{ m/s}}}$$

Nyní můžeme výpočtem síly, kterou ji struna napnutá

pro tento výpočet nejprve musíme znát hodnotu  $\rho$  - hustotu struny

$$\rho = \frac{m}{L} = \frac{9.9 \cdot 10^{-3}}{1.1} = \underline{\underline{9 \cdot 10^{-3}}}$$

nyní můžeme použít vztah

$$c = \sqrt{\frac{F}{\rho}}$$

kdy známe hodnotu  $c$  i hodnotu  $\rho$

a vztah si upravedíme

$F$

$$c = \sqrt{\frac{F}{\rho}} \Rightarrow c^2 = \frac{F}{\rho} \Rightarrow$$

$$F = c^2 \cdot \rho$$

a dosadíme  $\rightarrow F = 398^2 \cdot 9 \cdot 10^{-3}$

$$F = \underline{\underline{1424 \text{ N}}}$$

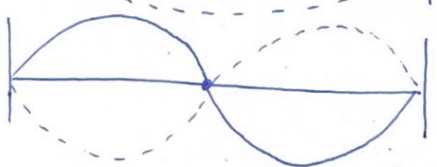
## Struna

$$L = 1,1 \text{ m}$$

$$\lambda = 2,2$$

$$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$l = \frac{\lambda}{2} \cdot n$$



$$1. \frac{\lambda_1}{2} = L = \underline{\underline{180,81 \text{ Hz}}} f_1$$

$$2. \frac{\lambda_2}{2} = L = \underline{\underline{361,82 \text{ Hz}}} f_2$$

$$3. \frac{\lambda_3}{2} = L = \underline{\underline{542,73 \text{ Hz}}} f_3$$

Nas znející struně vzniká stojatá vlnění  
Struna vibruje v celém harmonickém spektru

Základní frekvence je nejhlubší a nejhlavější a závisí na hustotě, délce a  
napětí struny

Základní tón struny odpovídá stojatému vlnění se 2 uzly na koncích

8) Varná konvice o příkonu 2 kW přivedla 2 litry vody z teploty 12 °C na bod varu za 409 s. Jaká je účinnost konvice? [ $\eta = 0.9$ ]

$$P_{konvice} = 2 \text{ kW}$$

$$m = 2 \text{ l} = 2 \text{ kg vody}$$

$$T_0 = 12^\circ\text{C}$$

$$T_V = 100^\circ\text{C}$$

$$t = 409 \text{ s}$$

Jaká je účinnost konvice?

Z kalorického pohledu :

tepelná kapacita  $H_2O$  je  $4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

pro výpočet účinnosti použijeme rovnici

$$\eta \cdot P \cdot t = c_v \cdot m \cdot (T_V - T_0)$$

účinná    příkon    čas                      měrná    hmotnost    změna teploty

pro výpočet účinnosti známou všechny

hodnoty můžeme dosadit do rovnice a kterého si vychytáme výsledek  $\eta$

$$\eta = \frac{c_v \cdot m \cdot (T_V - T_0)}{P \cdot t} \Rightarrow$$

2 kW musíme převést na  $W = 2000$

$$\eta = \frac{4180 \cdot 2 \cdot (100 - 12)}{2000 \cdot 409} = 0,899 \approx \underline{\underline{0,9}} \text{ (bezrozměrná)}$$

účinnost konvice je 0,9

9) Femur má průměr 2,8 cm. Mezní mechanické napětí  $\sigma_p = 170 \text{ MPa}$ . Jaký průřez můžeme přibližně předpokládat? Při jakém zatížení kost praskne? [0,1 MN]

$$\text{Femur: } d = 2,8 \text{ cm}$$

$$\sigma_p = 170 \text{ MPa} - \text{mezí napětí} = 170 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Průřez má zajišťovat přenos

síly a kost má sloužit

~ průměru dvou kostí použijeme

rovnici pro výpočet obsahu kruhu.

pro výpočet síly při zjištění přibližně kost praskne použijeme rovnici

$$\sigma_p = \frac{F}{S}$$

mechanické                      výpočtové

$$S = \pi \cdot 1,4^2 = 6,1575 \text{ cm}^2 \quad \text{a dosadíme do rovnice}$$

↓ mm

$$F = \sigma_p \cdot S = 170 \cdot 10^6 \cdot S = 104677,8672 \text{ N} =$$

$$F = \underline{\underline{0,1 \text{ MN}}}$$

Kost femuru praskne při síle, která má být přibližně velikosti 0,1 MN

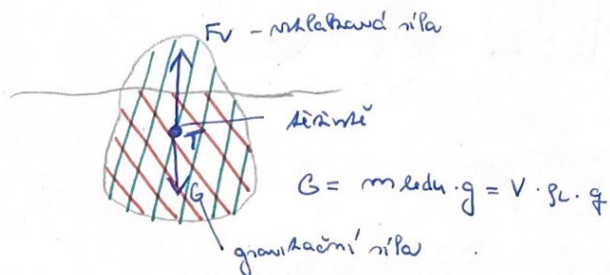
10) Jaký je relativní objem vyčnívající části ledovce  $\rho = 917 \text{ kgm}^{-3}$  z mořské vody  $\rho_v = 1024 \text{ kgm}^{-3}$ ?  
 Načrtněte silový diagram. [10%]

ledovec:

$V_{\text{ledovce}} (\text{vyčnívající}) = ?$

$$\rho_L = 917 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{mořské vody}} = \rho_v = 1024 \text{ kg/m}^3$$



$$G = m_{\text{ledu}} \cdot g = V \cdot \rho_L \cdot g$$

vztlaková síla závisí na objemu ponořené části

$$F_v = V_{\text{ponořená část}} \cdot \rho \cdot g$$

$$V_p = k \cdot V$$

$$k \cdot V \cdot \rho_v \cdot g = V \cdot \rho_L \cdot g \quad - \text{upravíme rovnici pro výpočet } k = \frac{\rho_L}{\rho_v}$$

$$k = \frac{\rho_L}{\rho_v} = \frac{917}{1024} = 0,9 \quad - \text{ponořená část} - 90\%$$

$$100 - 90 = 10\% \quad \text{vyčnívající část ledovce}$$

Relativní objem vyčnívajícího ledovce je 10%.

11) Jaký odpor a příkon mají dvě žárovky 110 V/75 W a 110 V/40 W zapojené paralelně ke zdroji 110V?  
 Jak se tyto parametry změní při zapojení sériově? Nekreslete schéma sériového zapojení žárovek.  
 [ $R_p = 105 \Omega$ ,  $R_s = 464 \Omega$ ,  $P_p = 115 \text{ W}$ ,  $P_s = 26,1 \text{ W}$ ]

1. žárovka: 110 V / 75 W

2. žárovka: 110 V / 40 W

$R_p = ?$  z odpor

$R_s = ?$

$P_p = ?$  z příkon

$P_s = ?$

Pro výpočet použijeme vztah  $U = R \cdot I$  - známé hodnoty napětí ale neznáme hodnotu proudu, musíme ji dopočítat

k tomu použijeme vztah na výpočet elektrického proudu:  $I = \frac{U}{R} = \frac{P}{U}$  - výpočet z napětí a příkonu  
 (musíme použít tento vztah pro výpočet proudu jednou obě hodnoty)

Elektrický proud w 1. řádku

Podle ohmova zákona

$$\boxed{I = \frac{P}{U}} = \frac{75 \text{ W}}{110 \text{ V}} = \underline{\underline{0,6818 \text{ A}}}$$

Elektrický proud w 2. řádku

$$\boxed{I = \frac{P}{U}} = \frac{40 \text{ W}}{110 \text{ V}} = \underline{\underline{0,3636 \text{ A}}}$$

Díky dopočítaným hodnotám elektrického proudu můžeme dopočítat

R - odpor podle vzorce

$$\boxed{R = \frac{U}{I}}$$

} známé obě hodnoty  
můžeme dosadit

← (ohmův zákon)  
 $\underline{I = U \cdot R}$

R pro 1. řádku

$$\boxed{R_1 = \frac{U}{I}} = \frac{110}{0,6818}$$

$$R_1 = \underline{\underline{161,3376 \, \Omega}}$$

R pro 2. řádku

$$\boxed{R_2 = \frac{U}{I}} = \frac{110}{0,3636} =$$

$$R_2 = \underline{\underline{302,198 \, \Omega}}$$

R<sub>o</sub> - Odpor seriově

- Pro výpočet R v seriovém zapojení stačí sečíst všechny odpory

$$\boxed{R = R_1 + R_2} = 161,34 + 302,2 = \underline{\underline{463,54 \approx 464 \, \Omega}}$$

R<sub>p</sub> - odpor v paralelním zapojení:

použijeme vzorec  $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

ohmův zákon

$$\boxed{R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{161,34 \cdot 302,198}{161,34 + 302,198}$$

$$R_p = \underline{\underline{105,2 \, \Omega}}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

Výpočet pro příkon v seriovém a paralelním zapojení

Použijeme vzoreček pro výpočet příkonu:  $\boxed{P = U \cdot I}$

příkon w 1. řádku je: 75 W - P<sub>1</sub>

příkon w 2. řádku je: 40 W - P<sub>2</sub>

} zadáni  
minimální  
dopočítat

Výpočet příkonu žárovek v sériovém zapojení

Použijte rovnici  $P = P_1 + P_2$  - dosadíme

$$P = 75 + 40 = \underline{\underline{115 \text{ W}}}$$

Výpočet příkonu žárovek v paralelním zapojení

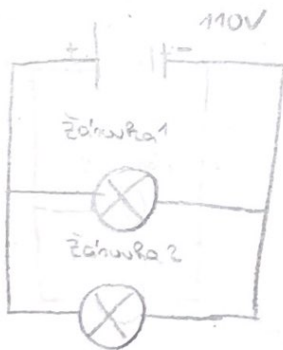
$$\text{podle rovnice} = \frac{1}{P} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \Rightarrow \frac{1}{P} = \frac{P_1 + P_2}{P_1 \cdot P_2} \Rightarrow$$

$$P = \frac{P_1 \cdot P_2}{P_1 + P_2}$$

$$P = \frac{P_1 \cdot P_2}{P_1 + P_2} = \frac{75 \cdot 40}{75 + 40} = 26,08 = \underline{\underline{26,1 \text{ W}}}$$

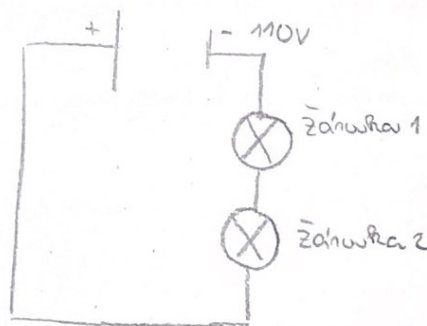
dosadíme do rovnice

Paralelní zapojení



U paralelního zapojení  
vystačí hodnotu  
odporu  $R = 105,2 \Omega$   
a hodnotu příkonu  
 $P = 26,1 \text{ W}$

Sériové zapojení



U sériového zapojení dostá ke změně  
obou hodnot.  
Hodnota odporu  $R = 464 \Omega$   
a příkonu  $P = 115 \text{ W}$   
U sériového zapojení dostá ke zvýšení  
jak  $R$  tak  $P$ .

12) RTG lampou prochází při 120 kV proud 40 mA. Jaké teplo a ze které elektrody je třeba odvádět, aby se neroztavila? Jakým náhradním rezistorem je možné lampu nahradit při testování generátoru? [4.8 kW, 3MΩ]

RTG lampou:

$$I = 40 \text{ mA}$$

$$U = 120 \text{ kV}$$

Příkon = množství energie dodané na jednotku času  
proto použijeme vzoreček pro výpočet P

Pro výpočet tepla použijeme vzoreček pro výpočet příkonu

$$P = U \cdot I \quad \text{— známé hodnoty } U \text{ i } I \text{ můžeme dosadit do vzorce}$$

$$P = 120\,000 \cdot 0,04 = 4800 \text{ W} = 4,8 \text{ kW}$$

Rezistor: elektrotechnická součástka v el. obvodu projevující se elektrickým odporem

Pro výpočet náhradního rezistoru použijeme vzoreček

proto použijeme vzoreček pro výpočet R

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{z známých obě hodnoty můžeme dosadit}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{120\,000}{0,04} = 3\,000\,000 = 3 \cdot 10^6 = \underline{\underline{3 \text{ M}\Omega}}$$

z elektrody minimálně odvádět teplo 4,8 kW

RTG lampu minimálně nahradit rezistorem o odporu 3 MΩ

13) Index lomu diamantu je 2.419. Jaká je v něm rychlost šíření a vlnová délka světla, které odpovídá maximu intenzity záření Slunce  $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ ? Jaký parametr elektromagnetické vlny se zachovává na rozhraní dvou prostředí s nesejnou optickou hustotou? [ $v = 1.24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $\lambda = 206.7 \text{ nm}$ ]

Diamant:

$$n_D = \text{index lomu diamantu} = 2,416$$

$$\lambda_0 = \text{slunce} = 500 \text{ nm}$$

$$c = \text{rychlost světla} = 3 \cdot 10^8$$

Vzoreček pro výpočet indexu lomu je

$$n = \frac{c}{v}$$

a tohoto vzorečku vyjádříme rychlost

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,416} = \underline{\underline{1,242 \text{ m/s}}}$$

abychom vypočítali vlnovou dĺžku svetla použijeme vzťah:

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

$$n = \frac{c}{v}$$

Tento vzťah platí a môžeme ho použiť pretože pri príchode svetla do vody sa jeho rýchlosť zmení.

pre výpočet vlnovej dĺžky

$$n_s \cdot \lambda_s = n_D \cdot \lambda$$

vypočítame na rovniciach

index lomu vzduchu je 1

dostaneme do rovnice

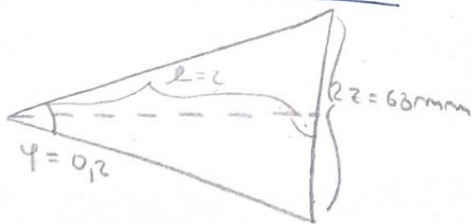
$$\lambda = \frac{n_s \cdot \lambda_s}{n_D} = \frac{1 \cdot 500}{2,419} = \underline{\underline{206,7 \text{ nm}}}$$

Rýchlosť šírenia svetla vo vode je  $1,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
a vlnová dĺžka svetla je  $206,7 \text{ nm}$

14) Do akej vzdialenosti sme schopní vidieť plasticky, máme-li stredy zorníc vzdialené od seba  $2z = 68 \text{ mm}$  a úhol medzi paprskami musí byť minimálne  $\varphi = 0,2 \text{ mrad}$ ? Nakreslite náčrt, odvoďte vzťah pro vzdialenosť presne [340 m]

$$2z = 68 \text{ mm} \quad z = 34 \text{ mm}$$

$$\text{úhol medzi paprskami} = \varphi = 0,2 \text{ mrad}$$



pro tento výpočet použijeme vzťah  $\lambda_g = \text{konst}$

Kdy nejprve musíme úhel  $\varphi$  vyčíslit a potom pri výpočte použijeme zjednodušenie, vyplývajúce ze skutočnosti, že daný úhol je veľmi malý.

$$\lambda_g = \frac{\varphi}{2} =$$

$$\frac{2z}{2} = z$$

$$l = \frac{z}{\lambda_g \left( \frac{\varphi}{2} \right)}$$

$$= \frac{0,034}{\lambda_g \left( \frac{0,0002}{2} \right)} = \frac{0,034}{0,0001}$$

$$z = 34 \text{ mm} = 0,034$$

$$\varphi = 0,2 = 0,0002 \text{ rad}$$

~ takže teraz máme vzťahy pre výpočet vzdialenosti

$$= \underline{\underline{340 \text{ m}}}$$

vypočítame v obidvoch prípadoch a potom použijeme veľmi malý úhol.

Plastiku sme schopní vidieť do vzdialenosti 340 m máme-li zornice od seba vzdialené 68 mm.

15) Objekt je umístěn 5 cm od tenké spojky s ohniskovou vzdáleností  $f = 15.0$  cm. V jaké vzdálenosti leží a jak zvětšený nebo zmenšený je jeho obraz? Nakreslete pokud možno co nejvěrnější náčrt. [ $a_2 = -7.5$  cm;  $m = 1.5$ , zdánlivý, zvětšený, přímý]

$$f = \text{ohnisková vzdálenost} = 15.0 \text{ cm}$$

$$a = \text{vzdálenost} = 5 \text{ cm}$$

$$a_2 = ?$$

$$x = \text{většinou (vzrostl / zmenšeno)}$$

$$f = 0$$

Použijte vztah:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{f} \quad \text{— dva gresilky rovnice } a_2$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{15}$$

dosadíme do rovnice všechny známé

$$\frac{1}{a_2} = \frac{1}{15} - \frac{1}{5} =$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{-2}{15} \quad \text{— abychom měli na levé straně zlomek celý vyjádřený$$

$$a_2 = \frac{-15}{2} = -7.5 \text{ cm} \quad \text{— jelikož } a_2 \text{ bylo v záporné hodnotě}$$

$$a_2 < 0$$

Chceme vyjádřit zvětšení proto použijeme rovnici

$$x = \frac{-f}{a_1 - f}$$

a dosadíme do rovnice

$$f = 15 \text{ cm}$$

$$a_1 = 5 \text{ cm}$$

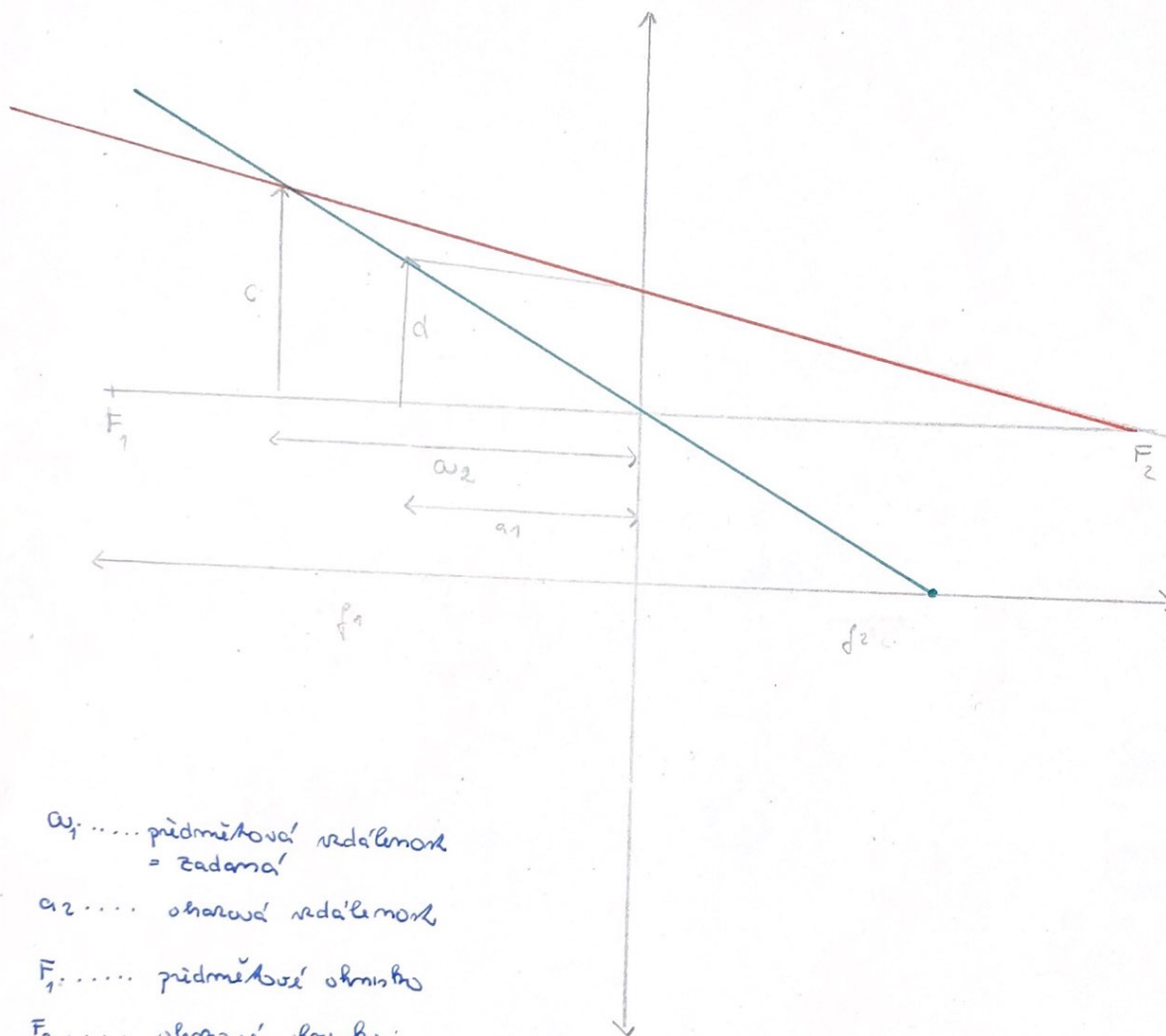
$$f = 15 \text{ cm}$$

$$x = \frac{-15}{5 - 15} = \frac{-15}{-10} = \frac{15}{10} = 1.5 \quad \text{— protože } x \text{ bylo } 1.5 \text{ což je větší než } 0$$

$$x > 0 \text{ a } x > 1$$

obraz je přímý a je větší než 1 proto je zvětšený

Objekt leží ve vzdálenosti 7.5 cm a je zvětšený 1.5 jeho obraz je tedy zdánlivý, přímý, zvětšený.



$a_1$  ..... předmětová vzdálenost  
= zadana'

$a_2$  ..... obrazová vzdálenost

$F_1$  ..... předmětová ohnisko

$F_2$  ..... obrazová ohnisko

$f_1$  ..... ohnisková předmětová vzdálenost

$f_2$  ..... ohnisková obrazová vzdálenost

$D$  : výška obrazu

$C$  : výška předmětu

16) Na jaké vlnové délce září nejintenzivněji vlákno žárovky rozehráté na 2600 C a Spica, nejjasnější hvězda ze souhvězdí Panny o povrchové teplotě 22400K? Jakou povrchovou teplotu má Slunce, vyzařuje-li nejintenzivněji na vlnové délce  $\lambda_m = 501 \text{ nm}$ ? Jaký zákon k řešení použijeme?  
[1  $\mu\text{m}$  IČ, 129.5 nm UV – jeví se modrá, 5788 K]

nejintenzivněji vlnová zářivky rozehřátá na  $2600 \text{ C} = T$

povrch hvězdy  $T = 22400 \text{ K}$

povrchová teplota slunce = ?

$\lambda_m = 501 \text{ nm}$

jaký zákon k řešení použijeme?

Použijeme Wienův zákon: vyjádří poměr maxima intenzity záření k teplotě k teplotě vlnové délky v závislosti na teplotě.

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{b}{T} \quad \left( \begin{array}{l} \text{vyjádření} \\ \text{poměr} \\ \text{maxima intenzity} \end{array} \right) \quad \begin{array}{l} \lambda_{\text{max}} = \text{vlnová délka maxima spektrální intenzity} \dots \\ b = \text{Wienova konstanta, hodnota cca } 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \\ T = \text{teplota zářivky} \end{array}$$

dosadíme do vzorce – použijeme teplotu 22400K

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{22400} = 1,295 \cdot 10^{-7} = 129,5 \text{ nm UV – jeví se modře}$$

následně můžeme vypočítat povrchovou teplotu slunce

$$T \text{ podle vzorku: } T = \frac{b}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{5,01 \cdot 10^{-7}} = \underline{\underline{5788,4 \text{ K}}}$$

nejintenzivněji zářivost vlnová zářivky je při vlnové délce 129,5 nm UV kde se jeví modře.

Povrchová teplota slunce je 5788,4 K

17) Máme  $m = 1.51 \mu\text{g}$  izotopu  $^{13}_7\text{N}$  s poločasem rozpadu  $T_{1/2} = 600\text{s}$ . a) Kolik nerozpadlých jader je to na počátku? b) Jaká je aktivita na počátku? c) Jaká je aktivita za jednu hodinu? d) Za jak dlouho klesne aktivita na 1Bq?

$$[N_0 = 7 \cdot 10^{16}; \lambda = 1.155 \cdot 10^{-3} \text{s}^{-1}; A_0 = 8.0810^{13} \text{s}^{-1}; A(3600) = 1.263 \cdot 10^{12} \text{s}^{-1}; t_x = \ln(A_0)/\lambda = 27720 \text{s}]$$

$$m = 1,51 \mu\text{g } (^{13}\text{N}) = 1,51 \cdot 10^{-6} \text{g}$$

$$\text{poločas rozpadu} = T_{1/2} = 600 \text{s}$$

$$\Pi = 13 \text{g/mol} \text{ a Avogadro}$$

$N$  ..... počtu nerozpadlých jader v čase 0 (na začátku).....?

Druhým vypočítat nejprve  $\lambda$

pro které máme hodnotu poloasu rozpadu  $\omega$

použijeme vztah: pro výpočet:

$$\text{Poločas průměrný} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{pro které chceme spočítat } \lambda \text{ vyjádříme se}$$

$$\text{vztahem: } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \text{ a vypočítáme}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{600} = 1,1552453 \cdot 10^{-3} \text{s}^{-1}$$

pro výpočet počtu nerozpadlých jader  $N$  musíme použít chemický

$$\text{vztah: } m = \frac{N}{N_A} \cdot \text{počet nerozpadlých jader} \quad \text{z čady ale máme hodnotu } m$$

$$\text{a proto musíme doplnit: podle vztahu } m = \frac{m}{\Pi} \text{ - máme}$$

$$m = \frac{m}{\Pi} = \frac{1,51 \cdot 10^{-6}}{13} = 1,1615 \cdot 10^{-7} \text{ a dosadíme do vztahu pro}$$

$$\text{výpočet: } N = m \cdot N_A$$

$$N = 1,1615 \cdot 10^{-7} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 6,994 \cdot 10^{16} = 7 \cdot 10^{16}$$

Avogadrova konstanta

Pro výpočet aktivity na počátku  $= A_0$

$$\text{použijeme vztah } A_0 = \lambda \cdot N \text{ a dosadíme pro které máme všechny hodnoty}$$

$$A_0 = 1,1552453 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 10^{16}$$

$$A_0 = 8,0867171 \cdot 10^{13} \text{s}^{-1}$$

aktivita na jednu hodinu = 3600 s vypočítáno pomocí

vzoreček:  $A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$  - vzoreček pro mŕla na internetu  
(Wikipedia)

Vzoreček pro zmŕlu  $A = \frac{\Delta N}{\Delta t}$  a  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

do vzorečku dosadím  $\Rightarrow$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$
$$A = 3,087 \cdot 10^{13} \cdot (-1,151 \cdot 10^{-3} \cdot 3600)$$
$$A = \underline{\underline{1,283 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}}}$$

Pro výpočt časů za jak dlouho klesne aktivita určitou  
vzoreček který je v zadání:

$$t_x = \frac{\ln(A_0)}{\lambda} = \text{a dosadím do něj}$$

$$t_x = \frac{\ln(3,087 \cdot 10^{13})}{1,151 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{27822,6 \text{ s}}}$$

Na počátku bylo  $7 \cdot 10^{16}$  rozpadlých jader a aktivita  $3,087 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$   
aktivita po hodině se změnila na  $1,283 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}$ .

za 27822,6 s se aktivita změnila na 1 Bq