

PROSEMINÁŘ Z FYZIKY Lada

1. $m = 30 \text{ kg}$

$d = 6 \text{ m}$

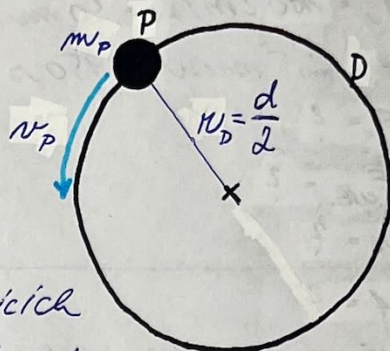
$I = 1800 \text{ kg m}^2$

$v_B = 2 \text{ m/s}$

$\omega = ?$

- využít zákona zachování momentu hybnosti:

• po dobu, kdy na soustavu nepůsobí žádný momenty síly nebo výslednice působících momentů je nulová zachová



se její celkový moment hybnosti $\rightarrow$ platí i pro soustavu, která je počáteční v klidu $\rightarrow$ předpokládáme, že působící momenty síl jsou zanedbatelné $\rightarrow$ označíme moment hybnosti dráhy b_A a později $b_B \rightarrow$ obecně platí: $b_A = b_B \rightarrow$ pro naši soustavu v klidu

platí: $b_A = b_B = 0$

- moment hybnosti tuhého tělesa je definován: $b = I \cdot \omega$

- celkový moment hybnosti je součtem momentů hybnosti Petra a dráhy

$\rightarrow$ platí: $0 = b_P + b_D = I_P \omega_P + I_D \omega_D$

- předpokládejme, že Petr je bod o hmotnosti m_P pohybující se obvodovou rychlostí v_P po obvodu dráhy, tedy po kružnici o poloměru $r_D \rightarrow I_P = m_P \cdot r_D^2$ a $\omega_P = v_P / r_D \rightarrow 0 = m_P r_D v_P + I_D \omega_D$

$\rightarrow \omega_D = -m_P r_D v_P / I_D = -30 \cdot 3 \cdot 2 / 1800 = -0,1 \text{ s}^{-1}$

- rozměrová zkontrola: $[\omega] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{s} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2} = \frac{1}{\text{s}}$

- znaménko $\ominus$ vyjadřuje skutečnost, že smysl otáčení Petra a dráhy je opácní

Dráha se bude pohybovat úhlovou rychlostí $-0,1 \text{ s}^{-1}$.

2. $m_v = 160 \text{ t} = 160\,000 \text{ kg}$
 $v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$
 $t = 2,5 \text{ min} = 150 \text{ s}$

a) $F_0 = ?$

b) $F_{\text{celk.}} = ?$

$s = ?$

$t_2 = ?$

- ze vztahu $F_0 = m \cdot a$, potřebujeme zjistit zrychlení a , abychom uvažovali sílu
 $\rightarrow a = \frac{v}{t}$, kdy $v_0 = 0 \text{ km/h} \rightarrow$ jedná se zde o rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb
 $\rightarrow v = 30 \text{ m/s} \rightarrow$ dosadíme: $a = \frac{30}{150} = 0,2 \text{ m/s}^2$
 $\rightarrow$ hledaná hodnota = zrychlení

- hodnotu a , dosadíme do vzorce a vypočítáme

tažnou sílu lokomotivy: $F_0 = 160\,000 \cdot 0,2 = 32\,000 \text{ N}$

- následně vypočítáme celkovou sílu: $F_{\text{celk.}} = F_0 + F_{\text{odporu}}$, kde odporová síla je 1% tíhy vlaku $\rightarrow F_{\text{celk.}} = 32\,000 + \left(\frac{160\,000}{100} \cdot 10\right) = 48\,000 \text{ N}$

- nyní můžeme vypočítat dráhu, kterou vlak ujede na volnoběh
 $\rightarrow$ brzdí ho třecí síla $16\,000 \text{ N} \rightarrow$ jedná se o rovnoměrně zpomalený pohyb: $a_2 < 0$... záporné znaménko: $a_2 = \frac{F_{\text{třecí}}}{m_v} = \frac{16\,000}{160\,000} = -0,1 \text{ m/s}^2$

($\rightarrow$ zrychlení je vektorová veličina, stejně jako rychlost, v tomto případě mají opačný směr $\rightarrow$ proto je a_2 záporné)

- zrychlení můžeme vyjádřit derivací: $a = \frac{dv}{dt_2} \rightarrow a \cdot dt_2 = dv$

$\rightarrow$ zintegrujeme: $\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^{t_2} a dt_2$

$v - v_0 = a \cdot t_2 \rightarrow t_2 = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 30}{-0,1} = 300 \text{ s}$

$\rightarrow 30 \text{ m/s}$... počáteční
 $\rightarrow 0 \text{ m/s}$... konečná

- ze získaných hodnot můžeme vypočítat dráhu pomocí derivace:

$v = \frac{ds}{dt_2} \rightarrow ds = v \cdot dt_2 = ds = (v_0 + at_2) \cdot dt_2$

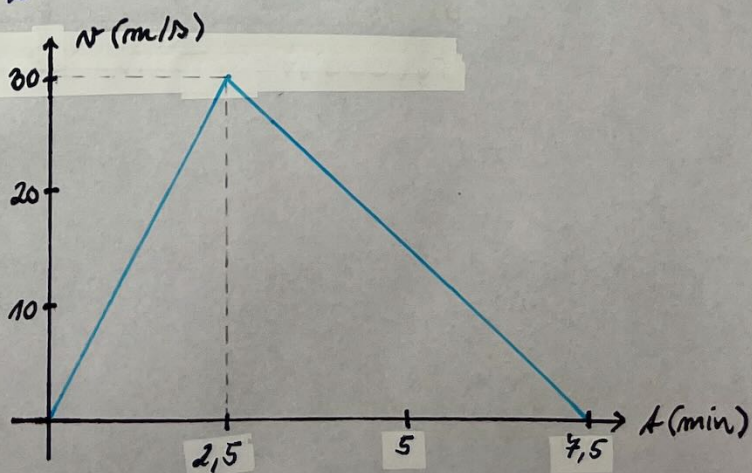
$\rightarrow$ zintegrujeme: $\int_{s_0}^s ds = \int_{t_0}^{t_2} (v_0 + at_2) dt_2$

$s - s_0 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2$

$s = 0 + 30 \cdot 300 + \frac{1}{2} (-0,1) \cdot 300^2 = 4\,500 \text{ m}$

a) Lokomotiva musí táhnout vlak silou $32\,000 \text{ N}$.

b) Vlak se bude pohybovat na volnoběh silou $48\,000 \text{ N}$ na dráze $4\,500 \text{ m}$ po dobu 300 s .



3. $m_1 = 6 \text{ kg}$
 $m_2 < m_1$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $a = \frac{1}{2}g = 5 \text{ m/s}^2$
 $m_2 = ?$

- rovnice pro dynamickou rovnováhu sil:

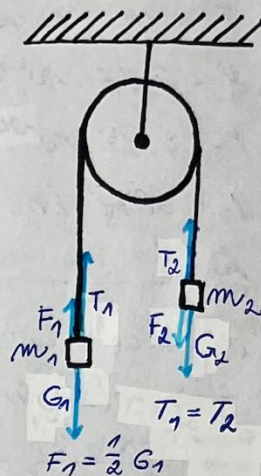
$$G_1 - F_1 = G_2 + F_2$$

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

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

$$60 - 30 = 15m_2$$

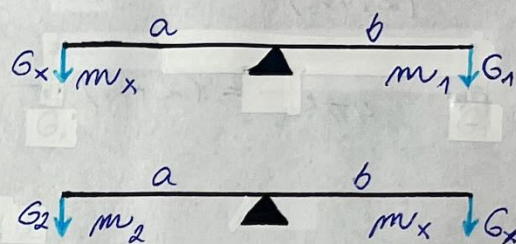
$$m_2 = \underline{2 \text{ kg}}$$



Závaží musí vážit 2 kg aby se systém pohyboval s polovičním zrychlením, než je zrychlení gravitační.

4. $m_1 = 250 \text{ g}$
 $m_2 = 1 \text{ kg}$
 $m_x = ?$

- počítá se u váhy v rovnováze → rovnají se momenty sil, které působí na obou stranách



váh → levé rameno - točí rameno proti směru hodinových ručiček ⊕
 → pravé rameno - točí po směru hodinových ručiček ⊖

- když dopde k vyrovnání předmětů → jedná se o rovnovážnou polohu
 → momenty sil se vyrovnají $M = 0$

$$m_x \cdot g \cdot a = m_1 \cdot g \cdot b$$

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

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

$$\frac{m_1}{m_x} = \frac{m_x}{m_2} \rightarrow m_x^2 = m_1 \cdot m_2$$

$$m_x = \sqrt{m_1 \cdot m_2} = \sqrt{0,25 \cdot 1} = \underline{0,5 \text{ kg}}$$

Těleso skutečně váží 0,5 kg.

5. GEOSTACIONÁRNÍ KRUŽNICE = stacionární umělá družice Země

- těleso pohybující se stejnou úhlovou rychlostí jako Země (pozorováním ze Země je družice na stále stejném místě → perioda oběhu je 24h)
- odstředivá síla musí vyrovnat sílu gravitační, aby družice zůstala ve stále stejné výšce
- využití: pozorování Země, telekomunikace, navigace, meteorologie, astronomie...

$$T = 24h = 86400s$$

$$H = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$M_2 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_2 = 6378 \text{ km}$$

$$h = ?$$

$$F_G = F_0$$

$$H \cdot \frac{m \cdot M_2}{(R_2 + h)^2} = \frac{m \cdot v^2}{(R_2 + h)}$$

Newtonův gravitační zák. dorazdiva' síla

- obvodová rychlost

$$\text{družice: } v = \omega(R_2 + h) = \frac{2\pi}{T}(R_2 + h)$$

→ dosadíme rychlost do gravitačního vzorce:

$$H \cdot \frac{m \cdot M_2}{(R_2 + h)^2} = \frac{m \left(\frac{2\pi}{T} (R_2 + h) \right)^2}{(R_2 + h)}$$

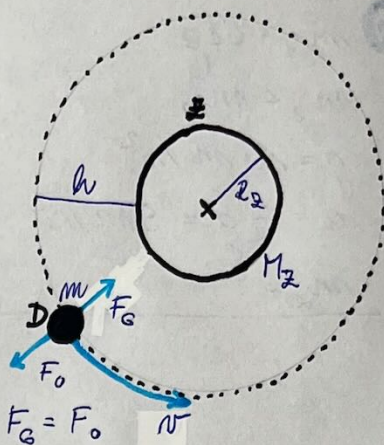
$$H \cdot \frac{m \cdot M_2}{(R_2 + h)^2} = \frac{m \cdot 4\pi^2 (R_2 + h)}{T^2}$$

$$H \cdot \frac{M_2 \cdot T^2}{4\pi^2} = (R_2 + h)^3 \rightarrow h = \sqrt[3]{H \cdot \frac{M_2 \cdot T^2}{4\pi^2}} - R_2$$

$$h = \sqrt[3]{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 86400^2}{4 \cdot \pi^2}} - 6378 \cdot 10^3$$

$$h = 35848910,18 \text{ m} \approx \underline{35,8 \cdot 10^3 \text{ km}}$$

Váha geostacionární družice se nachází $35,8 \cdot 10^3 \text{ km}$ nad zemským povrchem.



$$6. m_k = 14,7 \text{ kg}$$

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

$$\rho_{Au} = 19300 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_k = ?$$

- základní vztah pro výpočet

$$\text{hustoty: } \rho_k = \frac{m_k}{V_k}$$

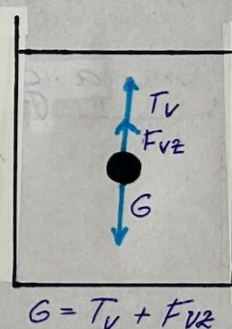
→ je potřeba zjistit objem

$$\text{koruny: } V_k = \frac{m_k - m_v}{\rho_{H_2O}}$$

→ dosadíme do gravitačního

$$\text{vztahu: } \rho_k = \frac{m_k \cdot \rho_{H_2O}}{m_k - m_v} = \frac{14,7 \cdot 1000}{14,7 - 13,4} = \underline{11308 \text{ kg/m}^3} \neq \rho_{Au}$$

Hustota koruny je 11308 kg/m^3 , což znamená, že koruna není zlatá, protože hustota zlata je 19300 kg/m^3 .



4. $f_1 = 180,81 \text{ Hz}$
 $L = 1,1 \text{ m}$
 $m = 9,9 \text{ g}$
 $c = ?$
 $F = ?$
 $\lambda_1 = ?$
 $\lambda_i = ?$
 $f_i = ?$

$$c = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{F \cdot 8 \cdot L}{\rho}} = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = f_1 \cdot 2L$$

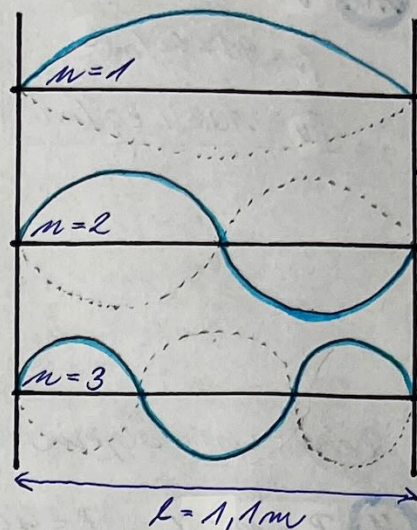
$$c = 180,81 \cdot 2 \cdot 1,1 = \underline{397,482 \text{ m/s}}$$

rychlost zvuku, který se šíří
 strunou je $397,482 \text{ m/s}$.

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{9,9 \cdot 10^{-3}}{1,1} = 0,009$$

$$F = \mu \cdot c^2 = 0,009 \cdot 398^2 = \underline{1426 \text{ N}}$$

struna je napnutá silou 1426 N .



$$\lambda_1 = 2 \cdot L = 2 \cdot 1,1 = \underline{2,2 \text{ m}}$$

základní vlnová délka je $2,2 \text{ m}$.

$$\lambda_i = \frac{2L}{i} = \frac{\lambda_1}{i}$$

$$f_i = \frac{c}{\lambda_i} = i \cdot \frac{c}{2L} = i f_1$$

8. $P_0 = 2 \text{ kW}$

$$V = 2 \text{ L} \rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

$$T_1 = 12^\circ \text{C}$$

$$T_2 = 100^\circ \text{C}$$

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

$$\eta = ?$$

$$c_v = 4180 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$$

- vodě musíme dodat teplo, aby se ohřála

$$\text{na bod varu: } Q = c_v \cdot m (T_2 - T_1)$$

$$\rightarrow E = Q \rightarrow \eta \cdot P \cdot T = c_v \cdot m (T_2 - T_1) \rightarrow$$

$$\eta = \frac{c_v \cdot m (T_2 - T_1)}{P \cdot T} = \frac{4180 \cdot 2 \cdot (100 - 12)}{2000 \cdot 409} = 0,9$$

účinnost varné konvice je 90%.

9. $d = 2,8 \text{ cm}$

$$G_p = 170 \text{ MPa}$$

$$F = ?$$

$$G = \frac{F}{s} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \rightarrow F = G \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$F = 170 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot (0,028)^2}{4} = 104677 \text{ N} = \underline{0,1 \text{ MN}}$$

- jedná se o mechanické napětí $\rightarrow$ stav, který vznikne v těle
 pokud na něho působí vnitřní síla

rost pravek při zátěži $0,1 \text{ MN}$.

10. $p = ?$
 $\rho_k = 917 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_v = 1024 \text{ kg/m}^3$

- pro část ledovce pod hladinou platí: $(1-p) \cdot V$
 - $F_{vz} = \rho_v (1-p) \cdot V \cdot g$ a $G = \rho_k \cdot V \cdot g$ se rovnají

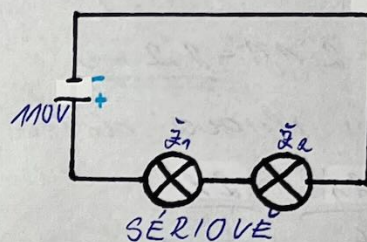
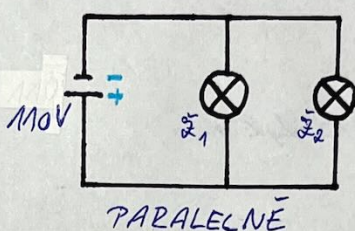
$$\rho_v (1-p) \cdot V \cdot g = \rho_k \cdot V \cdot g$$

$$(1-p) = \frac{\rho_k}{\rho_v} \rightarrow p = 1 - \frac{\rho_k}{\rho_v} = \frac{\rho_v - \rho_k}{\rho_v}$$

$$p = \frac{1024 - 917}{1024} = 0,104 = \underline{10,4\%}$$

Relativní objem vyčnívající části ledovce je 10,4%.

M. $U_1 = 110 \text{ V}$ $P_1 = 45 \text{ W}$
 $U_2 = 110 \text{ V}$ $P_2 = 40 \text{ W}$
 $R_p = ?$ $P_p = ?$
 $R_s = ?$ $P_s = ?$



$$R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{P}{U}$$

$$R = \frac{U}{\frac{P}{U}} = \frac{U^2}{P} \rightarrow R_1 = \frac{110^2}{45} = 161,33 \Omega$$

$$R_2 = \frac{110^2}{40} = 302,5 \Omega$$

- pro sériové zapojení platí: $R_s = R_1 + R_2 = 161,33 + 302,5 = \underline{463,83 \Omega}$

- pro paralelní zapojení platí: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$R_1 R_2 = R_p R_2 + R_p R_1 \rightarrow R_p = \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_1}$$

$$R_p = \frac{161,33 \cdot 302,5}{302,5 + 161,33} = \underline{105,22 \Omega}$$

- pro sériové zapojení platí: $P_s = P_1 + P_2 = 45 + 40 = \underline{115 \text{ W}}$

- pro paralelní zapojení platí: $\frac{1}{P_p} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \rightarrow P_p = \frac{P_1 P_2}{P_2 + P_1}$

$$P_p = \frac{45 \cdot 40}{40 + 45} = \underline{26,1 \text{ W}}$$

Žárovky zapojené paralelně mají odpor 105,22 Ω a příkon 26,1 W.
 Žárovky zapojené do série mají odpor 463,83 Ω a příkon 115 W.

12. $U = 120 \text{ V}$
 $I = 40 \text{ mA}$
 $P = ?$
 $R = ?$

- výpočet tepla: $P = U \cdot I = 120 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = \underline{4800 \text{ W}}$

- výpočet odporu, který musí mít rezistor, který bychom zaměnili s lampou: $R = \frac{U}{I} = \frac{120000}{0,04} = 3 \cdot 10^6 \Omega = \underline{3 \text{ M}\Omega}$

Z anody odáíme teplo 4,8 kW a lampu můžeme nahradit rezistorem o odporu 3 MΩ.

13. $m_D = 2,419$
 $v = ?$
 $\lambda = ?$
 $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$

$v = \frac{c}{m_D} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,419} = \underline{1,24 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

$\frac{\lambda_D}{v_D} = \frac{1}{f} = \frac{\lambda_{v2}}{c} \rightarrow$ frekvence se při přechodu zotvárním nemění

$m_s \cdot \lambda_0 = m_D \cdot \lambda \rightarrow \lambda = \frac{m_s \cdot \lambda_0}{m_D} = \frac{1 \cdot 500}{2,419} = \underline{206,4 \text{ nm}}$

2 rychlost šíření světla v diamantu je $1,24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ a vlnová délka světla je 206,4 nm.

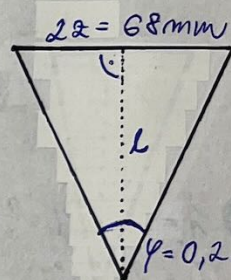
14. $l = ?$

$2\alpha = 68 \text{ mm} = 0,068 \text{ m}$

$\varphi = 0,2 \text{ mrad} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

- $\tan = \frac{\text{protilehlá}}{\text{přilehlá}}$

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



$l = \frac{0,034}{\tan(0,1 \cdot 10^{-3})} = 339,99 \text{ m} \approx \underline{340 \text{ m}} \rightarrow$ kalkulace je potřeba přepnout na radiány

Na vzdálenosti 340 m jsme schopni vidět plasticky.

15. $a = 5 \text{ cm}$
 $f = 15 \text{ cm}$
 $a' = ?$
 $z = ?$

- pro spojeu platí: $f > 0$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$

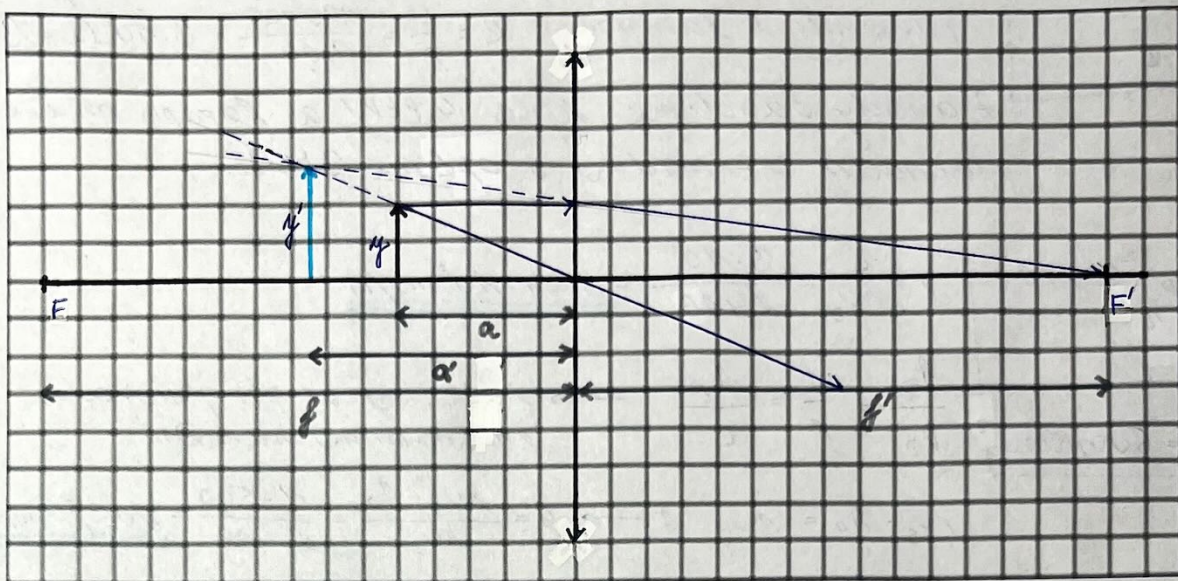
$a'f + af = aa' \rightarrow a' = \frac{-af}{f-a} = \frac{-5 \cdot 15}{15-5} = \underline{-7,5 \text{ cm}}$

$\rightarrow a' < 0 \rightarrow$ obraz je zdánlivý

- $z = -\frac{f}{a-f} = \frac{-15}{5-15} = \underline{1,5} \rightarrow z > 0 \rightarrow$ přímý
 $|z| > 1 \rightarrow$ zvětšený

Objekt leží ve vzdálenosti 7,5 cm. Jeho obraz je 1,5x zvětšený, přímý a zdánlivý.

NAČRT : 10libk = 1cm



a předmětová vzdálenost

y výška předmětu

a' obrazová vzdálenost

y' výška obrazu

F předmětové ohnisko

f ohnisková předm. vzdálenost

F' obrazové ohnisko

f' ohnisková obraz. vzdálenost

16. $\lambda_z = ?$ $\lambda_s = ?$

$T_z = 2600^\circ\text{C}$

$T_s = 22400\text{K}$

$T = ?$

$\lambda = 501\text{nm}$

- pro výpočet λ_z použijeme Wienův zákon, který je dán vztahem :

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \rightarrow b \dots \text{Wienova konstanta} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$$

$$\lambda_z = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{22400} = 1,295 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{129,5 \text{ nm}} \rightarrow \underline{\text{UV (modrá)}}$$

$$\lambda_s = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{273,15 + 2600} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \underline{1 \mu\text{m}} \rightarrow \underline{\text{IR}}$$

- povrchovou teplotu slunce stačí vyjádřit ze Stejněho vztahu.

$$T = \frac{b}{\lambda_{\max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{501 \cdot 10^{-9}} = \underline{5788 \text{ K}}$$

Vlačno žárovky nejintenzivněji září na vlnové délce 129,5 nm a jeví se modře. Hvězda Spica nejintenzivněji září na vlnové délce 1 μm . Povrchová teplota slunce je 5788 K.

14 $m = 1,51 \mu\text{g}$

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

$M(^{13}_4\text{N}) = 13 \text{ g/mol}$

$N_0 = ?$

$A_0 = ?$

$A_0 = ?$

$A_0 = ?$

$A_x = ?$

- poločas rozpadu je definován jako: $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

→ vyjádříme λ : $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{600} = 1,155 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

- zjistíme látkové množství: $n = \frac{m}{M} = \frac{1,51 \cdot 10^{-6}}{13} = 1,16 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$

- ze vztahu $n = \frac{N}{N_A}$ můžeme dopočítat počet částic:

$N_0 = n \cdot N_A = 1,16 \cdot 10^{-7} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 6,99 \cdot 10^{16}$

- $A_0 = \lambda \cdot N_0 = 1,155 \cdot 10^{-3} \cdot 6,99 \cdot 10^{16} = 8 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$

- aktivita po $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$: $A_1 = A_0 \cdot e^{(-\lambda \cdot t)} = 8 \cdot 10^{13} \cdot e^{(-1,155 \cdot 10^{-3} \cdot 3600)} = 1,125 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}$

- podle aktivity na 1 Bq : $A_x = \frac{\ln(A_0)}{\lambda} = \frac{\ln(8 \cdot 10^{13})}{1,155 \cdot 10^{-3}} = 27414 \text{ s} = 4,4 \text{ h}$

Na počátku je $6,99 \cdot 10^{16}$ jader s aktivitou $8 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$. Aktivita po hodině je $1,125 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}$ a za 27414 s klesne na aktivitu 1 Bq .