Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 53. ročníku FO kategorie A

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.

1. Házení kamenem

Kámen byl vržen z nulové počáteční výšky počáteční rychlostí o velikosti v_0 pod elevačním úhlem α.

a) Napište matematické vztahy vyjadřující závislost polohy a velikosti okamžité rychlosti kamene na čase.

b) Stanovte podmínku pro hodnotu elevačního úhlu α, aby se kámen trvale vzdaloval od místa vrhu.

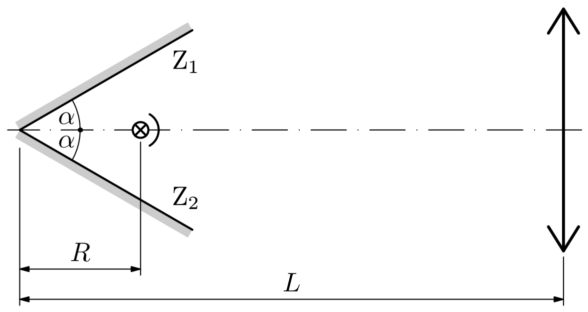
c) Jaká je největší vzdálenost kamene od místa vrhu pro úhel $\alpha = 60°$ a počáteční rychlost $v_0 = 20\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$?

2. Zrcadla s čočkou

Dvě rovinná zrcadla Z_1, Z_2 se vzájemně dotýkají v úsečce, která kolmo protíná optickou osu spojky o ohniskové vzdálenosti $f = 80$ mm. Průsečík leží ve vzdálenosti $L = 90$ mm od středu čočky a roviny zrcadel jsou od optické osy symetricky odchýleny o úhel $\alpha = 30°$. Mezi zrcadly a čočkou je na její optické ose ve vzdálenosti $R = 20$ mm od průsečnice rovin zrcadel umístěn bodový zdroj světla. Přímému průchodu světla k čočce brání malá clona (obr. 1).

a) Určete polohy všech zdánlivých obrazů zdroje světla vytvořených dvojicí zrcadel.

b) Určete, kam tyto zdánlivé bodové zdroje zobrazí čočka.



Obr. 1

3. Teplotní čidlo

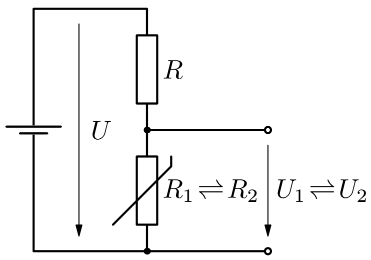
Ze zdroje o stálém svorkovém napětí U je napájen nezatížený odporový dělič tvořený rezistorem o stálém odporu R a termistorem, jehož odpor kolísá v závislosti na teplotě mezi minimální hodnotou R_1 a maximální hodnotou $R_2 = nR_1$. Napětí na termistoru proto kolísá mezi hodnotami U_1 a U_2 (obr. 2).

a) Jaký musí být odpor R rezistoru, aby rozdíl $\Delta U = U_2 - U_1$ byl co největší?

b) Jaké budou při této optimální volbě odporu R hodnoty U_1 a U_2?

c) V jakém poměru budou výkony P_1 a P_2 na termistoru při napětích U_1 a U_2?

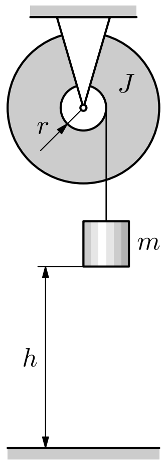
Řešte obecně a pak pro $n = 9$.



Obr. 2

4. Setrvačník

Setrvačník s vodorovnou osou byl uveden z klidu do otáčivého pohybu tíhou závaží o hmotnosti m zavěšeného na lanku namotaném na hřídeli o poloměru r (obr. 3). Závaží kleslo na podlahu z počáteční výšky h za dobu t_1. Setrvačník pokračoval v otáčivém pohybu a zastavil se za dobu t_2 od okamžiku, kdy se závaží dotklo podlahy. Lanko se mezitím z hřídele odmotalo. Po celou dobu pohybu setrvačníku byl moment odporových sil brzdících setrvačník konstantní.



Obr. 3

a) Určete úhlovou rychlost ω_1 setrvačníku v okamžiku, kdy se závaží dotklo podlahy.

b) Určete moment setrvačnosti J setrvačníku.

c) Určete velikost M momentu odporových sil brzdících setrvačník.

Řešte obecně a pak pro hodnoty $m = 1{,}00$ kg, $r = 15$ mm, $h = 80$ cm, $t_1 = 4{,}5$ s, $t_2 = 160$ s. Hmotnost lanka je zanedbatelná.