



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky
Úlohy krajského kola 58. ročníku FO
kategorie A

1. Řada kuliček

Na stejných, velmi dlouhých bifilárních závěsech visí řada n kuliček stejného objemu ve vzájemné vzdálenosti $l = 10$ cm. První kulička má hmotnost m , každá další kulička má hmotnost o $k = 2,0$ % menší než kulička předcházející. První kuličce udělíme rychlost $v_1 = 0,10$ m \cdot s $^{-1}$. První kulička narazí do druhé kuličky, ta do třetí kuličky atd.

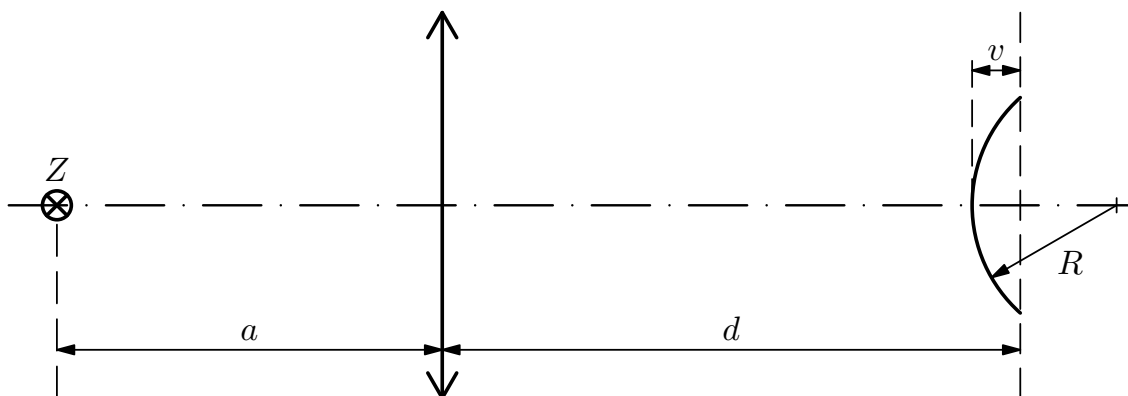
- Jakou rychlost v_n bude mít poslední kulička v řadě, je-li $n = 10$?
- Kolik kuliček by muselo být součástí řady, aby rychlost poslední kuličky byla $2v_1$?
- Za jakou dobu t od první srážky se v obou případech dá do pohybu poslední kulička v řadě?

Ráz kuliček považujte za přímý, středový a dokonale pružný, odpor vzduchu můžeme zanedbat.

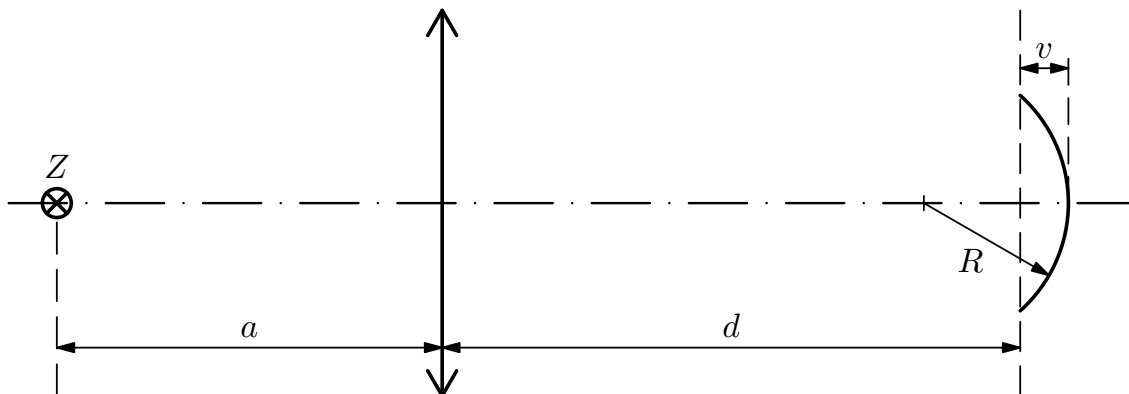
2. Čočka a zrcadlo

Na společné optické ose leží bodový zdroj světla, tenká spojná čočka s ohniskovou vzdáleností $f = 20$ cm a vypuklé kulové zrcadlo tvořené kulovým vrchlíkem s poloměrem křivosti $R = 6,0$ cm a výškou $v = 2,0$ cm, které je umístěné ve vzdálenosti $d = 30$ cm za čočkou (obr. 1).

- V jaké vzdálenosti a před čočkou je zdroj světla, jestliže je poloha skutečného obrazu zdroje vytvořeného touto optickou soustavou totožná s polohou zdroje?
- V jaké vzdálenosti b před čočkou vznikne skutečný obraz zdroje, nahradíme-li vypuklé zrcadlo dutým zrcadlem o stejných parametrech (obr. 2)?



Obr. 1



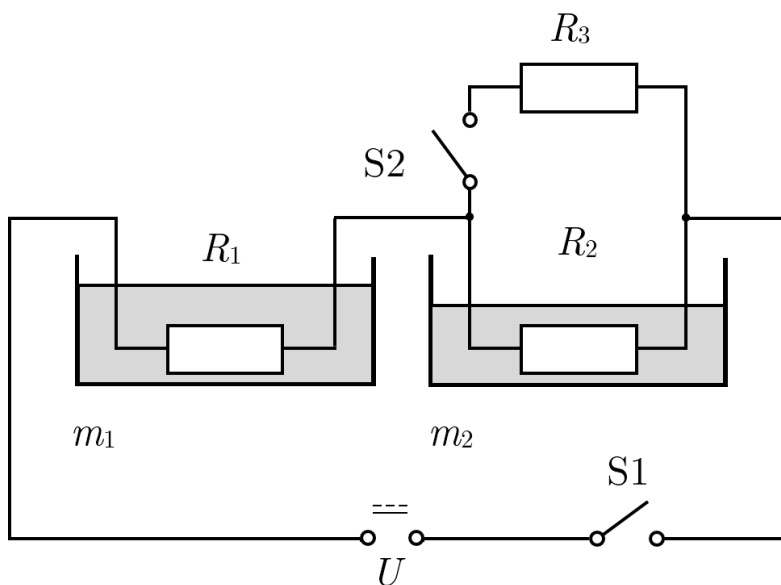
Obr. 2

3. Dva elektrické kalorimetry

Topná tělesa dvou elektrických kalorimetrů jsou spojena sériově a připojena ke zdroji stejnosměrného napětí $U = 15 \text{ V}$ se spínačem S1. Odpor prvního topného tělesa je $R_1 = 4,0 \text{ } \Omega$, odpor druhého topného tělesa $R_2 = 6,0 \text{ } \Omega$. K druhému topnému tělesu je paralelně připojen rezistor o odporu $R_3 = 3,0 \text{ } \Omega$ se spínačem S2. V prvním kalorimetru je voda o hmotnosti $m_1 = 150 \text{ g}$, v druhém voda o hmotnosti $m_2 = 110 \text{ g}$. Voda v obou kalorimetrech má stejnou počáteční teplotu. Měrná tepelná kapacita vody je $4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Nyní sepne spínač S1 a za čas $\tau_0 = 90 \text{ s}$ sepne i spínač S2.

- Určete dobu τ , po kterou musí být spínač S2 sepnutý, aby se teplota vody v obou kalorimetrech vyrovnala.
- Určete přírůstek Δt teploty vody.

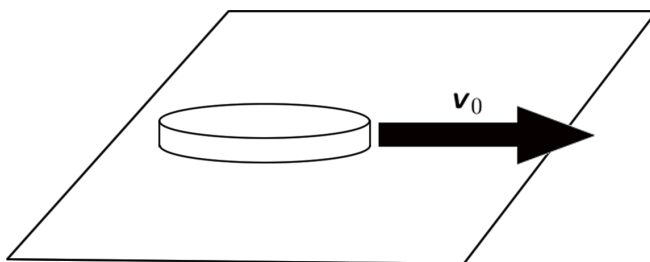
Tepelnou kapacitu každého kalorimetru, vnitřní odpor zdroje a odpor přívodních vodičů zanedbejte.



Obr. 3

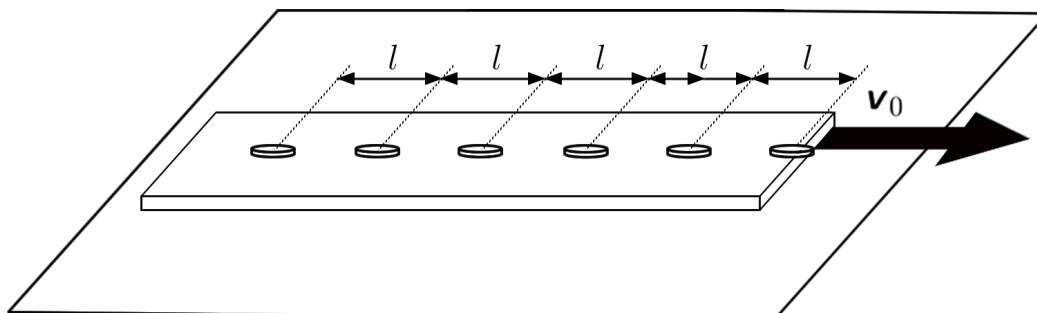
4. Kotouče na desce

- a) Malý kotouč o hmotnosti m leží na desce. Kotouči udělíme počáteční rychlost \mathbf{v}_0 (obr. 4). Součinitel tření mezi deskou a kotoučem je f . Na jaké dráze s se kotouč zastaví?



Obr. 4

- b) Malý kotouč o hmotnosti m leží na desce. Kotouči udělíme počáteční rychlost \mathbf{v}_0 . Mezi deskou a kotoučem je vrstva oleje. Velikost síly, která brzdí kotouč, je přímo úměrná rychlosti jeho pohybu, $F(v) = b \cdot v$. Na jaké dráze s_1 se kotouč zastaví?
- c) Na dlouhé vodorovné desce, která leží na vodorovné podlaze prostorné místnosti, je rozmístěno N malých kotoučů, každý o hmotnosti m (obr. 5). První kotouč leží na kraji desky, vzdálenost mezi kotouči je l . Desce s kotouči, nejprve opatrně udělíme rychlost \mathbf{v}_0 , tak aby se kotouče nepohybovaly, a pak ji pustíme. Součinitel tření mezi deskou a kotouči je f , součinitel tření mezi deskou a podlahou je $2f$. Hmotnosti kotoučů jsou vzhledem k hmotnosti desky zanedbatelné. Kotouče můžeme považovat za hmotné body.



Obr. 5

- Kolik kotoučů sklouzne z desky do úplného zastavení všech pohybujících se těles?
- d) Kolik kotoučů sklouzne z desky do úplného zastavení všech pohybujících se těles, bude-li mezi deskou a kotouči vrstva oleje stejně jako v části b) a desce udělíme stejnou počáteční rychlost v_0 ?