Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 47. ročníku FO kategorie A

1. Klíče

Michal stál ve vzdálenosti $d = 15$ m před panelovým domem a Petr mu z okna potřeboval hodit klíče. Petr stál ve 2. patře a jeho ruka byla ve výšce $h_1 = 7{,}7$ m nad polohou Michalových rukou, kterými klíče chytal. Petra napadlo, že když místo vodorovného vrhu z 2. patra provede vodorovný vrh z 1. patra, Michal klíče při menší velikosti rychlosti snáze zachytí, proto klíče nakonec hodil vodorovně z 1. patra z výšky $h_2 = 4{,}6$ m.

a) Vypočtěte v obou případech velikost rychlosti klíčů bezprostředně před Michalovým zachycením a rozhodněte, zda je Petrova hypotéza správná.

b) Odvoďte obecný vzorec, který vyjadřuje, jak závisí při vodorovném vrhu velikost v_d rychlosti dopadu na počáteční výšce h, a určete, při jaké počáteční výšce by byla rychlost dopadu nejmenší.

c) Petr ovšem mohl hodit klíče z počáteční výšky h_1 šikmo. Jaký by musel zvolit elevační úhel a velikost počáteční rychlosti klíčů, aby jejich rychlost bezprostředně před Michalovým zachycením byla co nejmenší? Určete její velikost i v tomto případě.

Počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Odpor vzduchu zanedbejte.

2. Směs plynů

Směs argonu a helia měla při teplotě $t = 27$ °C a tlaku $p = 152$ kPa hustotu $\varrho = 1{,}45\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$.

a) Pro obě složky určete parciální hustoty ϱ_1, ϱ_2, parciální tlaky p_1, p_2 a počty molekul N_1, N_2 v 1 $\mathrm{cm^3}$ objemu.

b) Určete měrnou tepelnou kapacitu c_V této směsi při stálém objemu.

Relativní atomové hmotnosti jsou $A_\mathrm{r}(He) = 4{,}00$, $A_\mathrm{r}(Ar) = 39{,}95$.

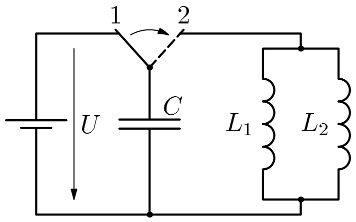
3. Kmitavý obvod

Kondenzátor o kapacitě C nabijeme ze zdroje o svorkovém napětí U a pak jej připojíme k paralelně spojeným cívkám o indukčnostech L_1 a L_2 (obr. 1).

a) S jakou frekvencí se obvod rozkmitá?

b) Jaké amplitudy budou mít proudy procházející cívkami?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $U = 10$ V, $C = 4{,}0$ μF, $L_1 = 0{,}25$ H, $L_2 = 1{,}0$ H. Kondenzátor a cívky považujte za ideální.



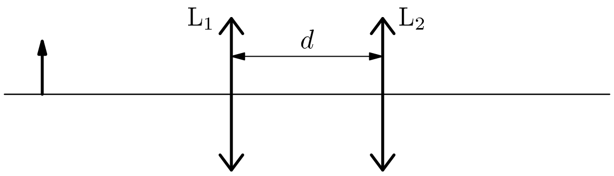
Obr. 1

4. Optická soustava

Dvě tenké spojky L_1, L_2 o ohniskových vzdálenostech f_1, f_2 tvoří opticky centrovanou soustavu, pomocí které zobrazujeme reálný předmět umístěný v různých polohách před první čočkou (obr. 2).

a) Jaká je vzdálenost d čoček, je-li velikost výsledného obrazu konstantní, tj. nezávislá na vzdálenosti předmětu od první čočky? Jaké je příčné zvětšení výsledného obrazu?

b) Jaká musí být vzdálenost předmětu od první čočky, aby výsledný obraz byl reálný?



Obr. 2