Úlohy 1. kola 39. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie D*

1. Na obrázku 1 jsou grafy závislosti dráhy na čase hmotných bodů A, B, C, D.

a) Charakterizujte slovy jednotlivé pohyby.

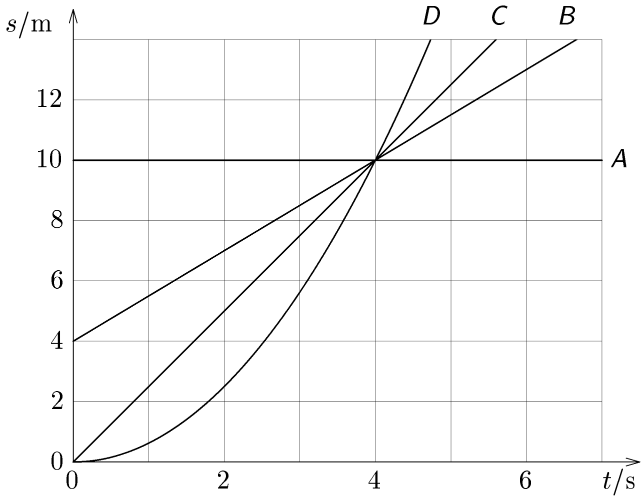
b) Určete průměrnou rychlost jednotlivých pohybů na časovém intervalu od 0 s do 4 s.

c) Určete okamžitou rychlost jednotlivých pohybů v čase 4 s.

d) Sestrojte do jednoho obrázku grafy závislostí rychlosti na čase jednotlivých pohybů.

e) Určete celkovou uraženou dráhu v čase $t_1 = 9{,}2$ s jednotlivých pohybů (včetně případné počáteční nenulové dráhy), pokud by pohyb pokračoval podle grafické závislosti.

Obr. 1



2. Z bodu A ležícího na přímé silnici se má cyklista dostat do bodu C, který leží na poli ve vzdálenosti $d_1 = |BC| = 300$ m od silnice (obr. 2). Vzdálenost bodů A, B je $d_0 = 500$ m. Cyklista je schopen jet po silnici stálou rychlostí $v_0 = 36\ \mathrm{km} \cdot h^{-1}$, po poli stálou rychlostí $v_1 = 14{,}4\ \mathrm{km} \cdot h^{-1}$.

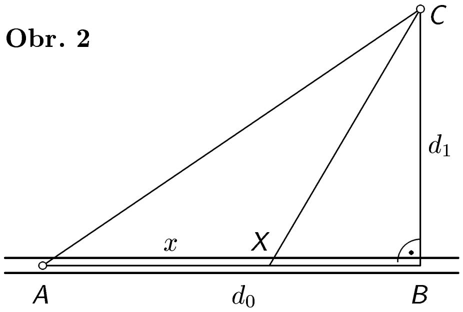
a) Určete dobu t_0 jízdy cyklisty po trase ABC.

b) Určete dobu t_1 jízdy cyklisty po poli po úsečce AC.

c) Jakou rychlost v_1' by musel vyvinout cyklista po poli při dané rychlosti v_0 po silnici, aby doba jízdy po uvedených trasách ABC a AC byla stejná?

d) Stanovte polohu bodu X, ve kterém musí cyklista opustit silnici, aby doba jízdy t_x po trase AXC danými rychlostmi v_0, v_1 byla nejkratší. Úlohu řešte přibližně pomocí kalkulačky rozdělením úsečky AB např. na 10 stejných dílů nebo přesněji pomocí libovolného matematického programu na počítači.

Obr. 2



3. Automobil o hmotnosti $m = 1200$ kg získal rovnoměrně zrychleným pohybem z klidu za čas $t_1 = 6{,}0$ s rychlost $v_1 = 15\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

a) Určete dráhu s_1 uraženou během rozjíždění.

b) Určete tažnou sílu F automobilu.

c) Určete průměrný výkon automobilu P_p během rozjíždění.

d) Určete okamžitý výkon P_1 automobilu v čase t_1.

e) Sestrojte graf závislosti okamžitého výkonu automobilu na čase. Co udává obsah plochy pod grafem na intervalu od 0 do t_1?

Řešte obecně, pak pro zadané hodnoty. Třecí a odporovou sílu zanedbejte.

4. Tělesa o hmotnostech m_1, m_2 se pohybují rychlostmi o velikostech v_1, v_2 a srazí se tak, že se nadále pohybují společně. Určete velikost v jejich společné rychlosti po srážce a poměrnou část k původní kinetické energie těles, která se přeměnila na vnitřní energii. Rozlište případy:

a) Tělesa se pohybují po téže přímce ve stejném směru.

b) Tělesa se pohybují po téže přímce proti sobě.

c) Tělesa se pohybují v navzájem kolmých směrech.

Předpokládejme, že během rázu nedojde k rotaci těles. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $m_1 = 0{,}10$ kg, $m_2 = 0{,}40$ kg, $v_1 = 3{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, $v_2 = 2{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

5. Z balkonu ve výši $h_0 = 12$ m nad okolním terénem vyhodil chlapec plný míček svisle vzhůru rychlostí o velikosti $v_0 = 16\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

a) Do jaké výšky nad okolní terén míček vystoupí?

b) Jakou rychlostí dopadne míček na zem?

c) Kdyby chlapec hodil míček rychlostí o téže velikosti v_0, ale vodorovným směrem, dopadl by ve vodorovné vzdálenosti d od balkonu. Určete tuto vzdálenost a velikost rychlosti dopadu na zem. Provnejte velikosti rychlosti dopadu vypočtené v b) a c) a výsledek porovnání vysvětlete.

d) Určete velikost rychlosti dopadu na zem v případě, že chlapec hodí míček rychlostí o téže velikosti v_0 svisle dolů.

e) Pro případ a, b nakreslete graf velikosti okamžité rychlosti jako funkce času.

Odpor vzduchu zanedbáváme, $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

6. *Praktická úloha.* **Měření rychlosti střely**

Jedna z metod měření rychlosti střely používá *balistické kyvadlo.*. Bývá to obvykle bedna s pískem zavěšená na laně. Projektil vystřelený z určité zbraně v bedně uvízne a ta se vychýlí z rovnovážné polohy. Při známé hmotnosti střely, hmotnosti kyvadla, délky závěsu a velikosti výchylky lze užitím zákonů zachování hybnosti a energie stanovit rychlost střely.

Budeme měřit rychlost diaboly bezprostředně po výstřelu ze vzduchovky. Balistické kyvadlo zhotovíme z papírové krabičky o rozměrech zhruba 5 cm × 5 cm × 2 cm. Vhodná je např. krabička od pásky psacího stroje. Dovnitř na zadní stěnu vložíme plechovou destičku a celou krabičku naplníme pískem. Diabola takto po zásahu v krabičce bezpečně uvízne. Krabičku zavěsíme bifilárně, aby nedošlo k její rotaci, na niti dlouhé alespoň 1 m .

Do kyvadla střílíme ve vodorovném směru tak, aby ústí hlavně bylo ve vzdálenosti asi 10 cm před kyvadlem a míříme do těžiště. Je-li zásah mimo těžiště, krabička se rozkmitá a pokus je nutné opakovat.

Po změření délky závěsu l, vodorovné výchylky kyvadla d, hmotnosti kyvadla m_0 a hmotnosti diaboly m lze rychlost střely určit podle vzorce

$$v = \frac{m_0 + m}{m}\sqrt{2g\left(l - \sqrt{l^2 - d^2}\right)}\,. \tag{1}$$

Úkoly:

a) Odvoďte vzorec (1).

b) Proveďte měření a vypočtěte rychlost diaboly.

c) Vypočtěte kinetickou energii střely a mechanickou energii kyvadla po zachycení střely.

d) Vypočtěte, jaká část původní mechanické energie se během zásahu přeměnila na vnitřní energii.

e) Změřte délku hlavně a vypočtěte zrychlení náboje a dobu pohybu v hlavni za předpokladu, že pohyb náboje v hlavni je rovnoměrně zrychlený.

Experiment provádějte pouze pod dohledem učitele fyziky. Pracujte s ochranným štítem.

7. Do akvária tvaru kvádru s vnitřními rozměry dna $a = 50{,}0$ cm, $b = 30{,}0$ cm a s hloubkou $c = 40{,}0$ cm nalijeme vodu o objemu $V = 48{,}0$ l.

a) Určete hydrostatický tlak a tlakovou sílu vody působící na dno akvária.

b) Určete hydrostatický tlak a tlakovou sílu působící na každou ze stěn akvária.

c) Na hladinu vody dáme model lodi o hmotnosti $m = 0{,}900$ kg tak, že plave na hladině. Jaký maximální objem V_1 vody lze do akvária dolít, aby voda nepřetékala přes okraje?

Úlohu řešte nejprve obecně, pak s číselnými hodnotami.

Hustota vody je $\varrho = 1000\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, tíhové zrychlení $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

V druhém kole lze očekávat úlohy z témat:
- Kinematika
- Dynamika
- Mechanická práce a energie
- Pohyby v gravitačním poli
- Téma studijního textu