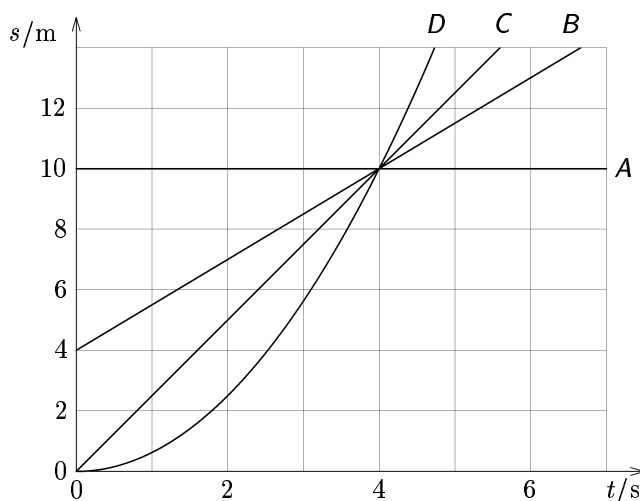


Úlohy 1. kola 39. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie D

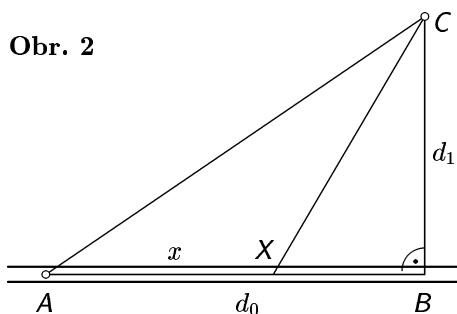
1. Na obrázku 1 jsou grafy závislosti dráhy na čase hmotných bodů *A*, *B*, *C*, *D*.
 - a) Charakterizujte slovy jednotlivé pohyby.
 - b) Určete průměrnou rychlost jednotlivých pohybů na časovém intervalu od 0 s do 4 s.
 - c) Určete okamžitou rychlost jednotlivých pohybů v čase 4 s.
 - d) Sestrojte do jednoho obrázku grafy závislosti 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 $v_0 = 36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, po poli stálou rychlostí $v_1 = 14,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
 - 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.



3. Automobil o hmotnosti $m = 1200 \text{ kg}$ získal rovnoměrně zrychleným pohybem z klidu za čas $t_1 = 6,0 \text{ s}$ rychlost $v_1 = 15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Určete dráhu s_1 uraženou během rozjíždění.
 - Určete tažnou sílu F automobilu.
 - Určete průměrný výkon automobilu P_p během rozjíždění.
 - Určete okamžitý výkon P_1 automobilu v čase t_1 .
 - 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:
- Tělesa se pohybují po téže přímce ve stejném směru.
 - Tělesa se pohybují po téže přímce proti sobě.
 - Tělesa se pohybují v navzájem kolmých směrech.

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

5. Z balkonu ve výši $h_0 = 12$ m nad okolním terénem vyhodil chlapec plný míček svisle vzhůru rychlostí o velikosti $v_0 = 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Do jaké výšky nad okolní terén míček vystoupí?
 - Jakou rychlostí dopadne míček na zem?
 - 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. Proveďte velikosti rychlosti dopadu vypočtené v b) a c) a výsledek porovnání vysvětlete.
 - Určete velikost rychlosti dopadu na zem v případě, že chlapec hodí míček rychlostí o téže velikosti v_0 svisle dolů.
 - Pro případ a, b nakreslete graf velikosti okamžité rychlosti jako funkce času.
- Odpor vzduchu zanedbáváme, $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

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 $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$. 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 střelíme 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

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

Úkoly:

- Odvoďte vzorec (1).
- Proveďte měření a vypočtete rychlost diaboly.

- c) Vypočtete kinetickou energii střely a mechanickou energii kyvadla po zachycení střely.
- d) Vypočtete, jaká část původní mechanické energie se během zásahu přeměnila na vnitřní energii.
- e) Změřte délku hlavně a vypočtete 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 $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

V druhém kole lze očekávat úlohy z témat:

Kinematika
 Dynamika
 Mechanická práce a energie
 Pohyby v gravitačním poli
 Téma studijního textu