



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 63. ročníku FO  
kategorie A

Úlohy řešte s hodnotou tíhového zrychlení  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

### 1. Vrány na vodě

Na vodní hladině leží čtvercová deska hmotnosti  $M = 4,0 \text{ kg}$ . Když si doprostřed desky sedne vrána hmotnosti  $m$ , jsou  $\frac{3}{4}$  objemu desky pod vodou. Když vrána přejde do středu hrany desky, bude tato hrana právě v úrovni hladiny vody. Hustota vody  $\rho_v = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

- Určete hmotnost vrány  $m$ .
- Určete velikost vztlakové síly, která nyní působí na desku s vránou.
- Jaká část objemu desky bude pod vodou, když na desku přisedne další vrána stejné hmotnosti? Kolik takových vran deska unese, aniž by se některá z nich namočila, pokud budou vrány na desce stát tak, aby se deska nenakláněla?

### 2. Samostříl

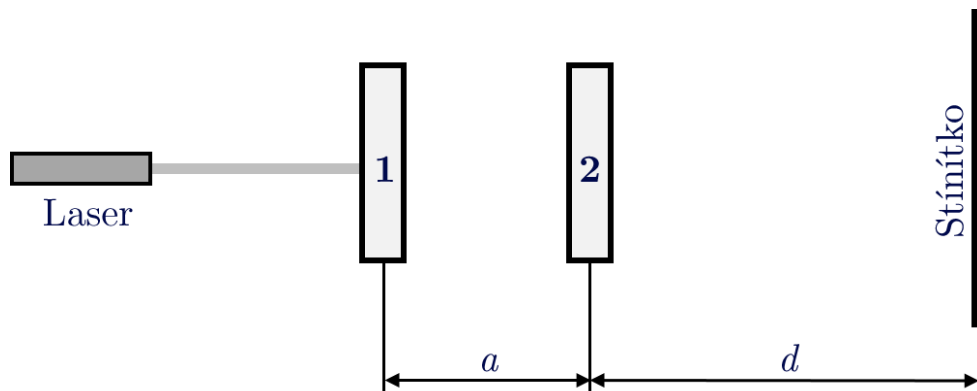
Šípy vystřelené ze samostřílu mají velikost počáteční rychlosti  $v_0 = 20,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

- Do jaké největší vzdálenosti může doletět šíp vystřelený ze samostřílu, který je v klidu? Jaké největší výšky přitom dosáhne?
- Samostříl je umístěný na vozíku jedoucím vodorovně rychlostí o velikosti  $v_0$ . Do jaké největší vzdálenosti měřené na zemi může šíp vystřelený do prostoru před vozík doletět? Jaké největší výšky přitom dosáhne?
- Samostříl je umístěný na vozíku jedoucím vodorovně rychlostí o velikosti  $\frac{v_0}{2}$ . Do jaké největší vzdálenosti měřené na zemi může šíp vystřelený do prostoru za vozík doletět? Jaké největší výšky přitom dosáhne?

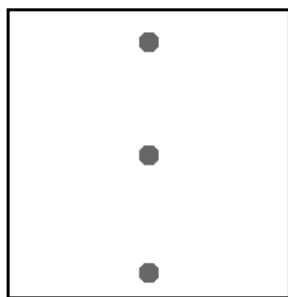
Odpor vzduchu zanedbejte. Letící šíp můžeme považovat za hmotný bod, v počátečním okamžiku je výška šípu nad zemí zanedbatelná.

### 3. Dvě černé skřínky

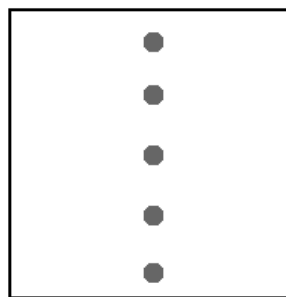
Laserový paprsek o vlnové délce  $\lambda = 600 \text{ nm}$  prochází dvěma tenkými černými skřínkami, mezi kterými je vzdálenost  $a = 1,0 \text{ m}$  a za kterými je ve vzdálenosti  $d = 2,0 \text{ m}$  stínítko o rozměrech  $5,5 \times 5,5 \text{ cm}$  (obr. 1). Na stínítku se vytvoří obraz tří bodů, mezi kterými je vzdálenost  $x = 2,0 \text{ cm}$  (obr. 2). Při posouvání stínítka doprava se tato vzdálenost zvětšuje. Vyměníme-li polohu černých skříněk, vznikne na stínítku obraz pěti bodů (obr. 3), mezi kterými je vzdálenost  $y = 1,0 \text{ cm}$ . Při posouvání stínítka doprava se tato vzdálenost nemění.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

- Co je v první a co je ve druhé černé skříňce? Určete vlastnosti těchto prvků.
- Co uvidíme na stínítku, změníme-li vzdálenosti na  $a = 2,0$  m a  $d = 1,0$  m? Zvažte obě varianty poloh černých skříňek.
- Co uvidíme na stínítku ve všech těchto případech, bude-li vlnová délka laseru  $\lambda_1 = 400$  nm?

Rozměry černých skříňek nepřesahují rozměry stínítka. Pro malé úhly  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha$ .

#### 4. Deskový kondenzátor

Ideální deskový kondenzátor má elektrody o ploše  $S$ , které jsou ve vzdálenosti  $d$ . Desky jsou nabitě a intenzita elektrického pole mezi deskami je  $E$ .

- Určete energii elektrického pole uvnitř kondenzátoru a hustotu energie tohoto pole jako funkci elektrické intenzity.
- Jaká je velikost síly nutné k tomu, aby desky kondenzátoru zůstaly oddělené?
- Nyní kondenzátor ponoříme do destilované vody s relativní permitivitou  $\epsilon_r = 80$ . Určete změnu tlaku vody mezi deskami. Řešte nejprve obecně, poté číselně pro  $E = 10\,000$  V·m<sup>-1</sup>.