



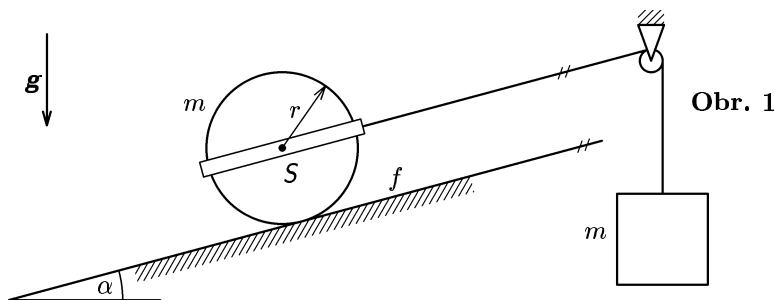
Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Teoretické úlohy celostátního kola 39. ročníku FO

1. Homogenní válec o poloměru r se nachází na drsné nakloněné rovině se sklonem α . Je otáčivě vsazen do lehkého rámu, jehož prostřednictvím na něj působí tažná síla lanka vedeného přes kladku a spojeného se závažím (obr. 1). Válec a závaží mají stejnou hmotnost m , hmotnost lanka, kladky a rámu zanedbáváme. Zanedbáváme také tahové deformace lanka. Součinitel smykového tření mezi povrchem válce a nakloněnou rovinou je f . Valivý odpor je zanedbatelný.

- Napište pohybové rovnice válce a zavěšeného tělesa.
- Pro případ, že se válec odvaluje bez klouzání, vypočtěte zrychlení $\mathbf{a}_S$ hmotného středu válce, úhlové zrychlení $\boldsymbol{\epsilon}$ válce, zrychlení $\mathbf{a}$ zavěšeného tělesa, normálovou složku $\mathbf{N}$ a tečnou složku $\mathbf{T}$ reakce nakloněné roviny na válec a velikost síly $\mathbf{F}$ napínající lanko.
- Jaká podmínka musí být splněna pro součinitel f smykového tření, aby odvalování válce probíhalo bez klouzání?
- Vypočtěte veličiny řešené v úkolu b) pro případ, že podmínka pro součinitel f řešená v úkolu c) nebude splněna, tj. pro případ, že válec se bude odvalovat a současně smýkat. Příslušné veličiny označte $\mathbf{a}'_S$, $\boldsymbol{\epsilon}'$, $\mathbf{a}'$, $\mathbf{N}'$, $\mathbf{T}'$, $\mathbf{F}'$.

Řešte nejprve obecně, pak pro $r = 0,10$ m, $m = 1,0$ kg; $\alpha = 30^\circ$, $g = 9,8$ m·s⁻². V části d) řešte pro $f = 0,080$.



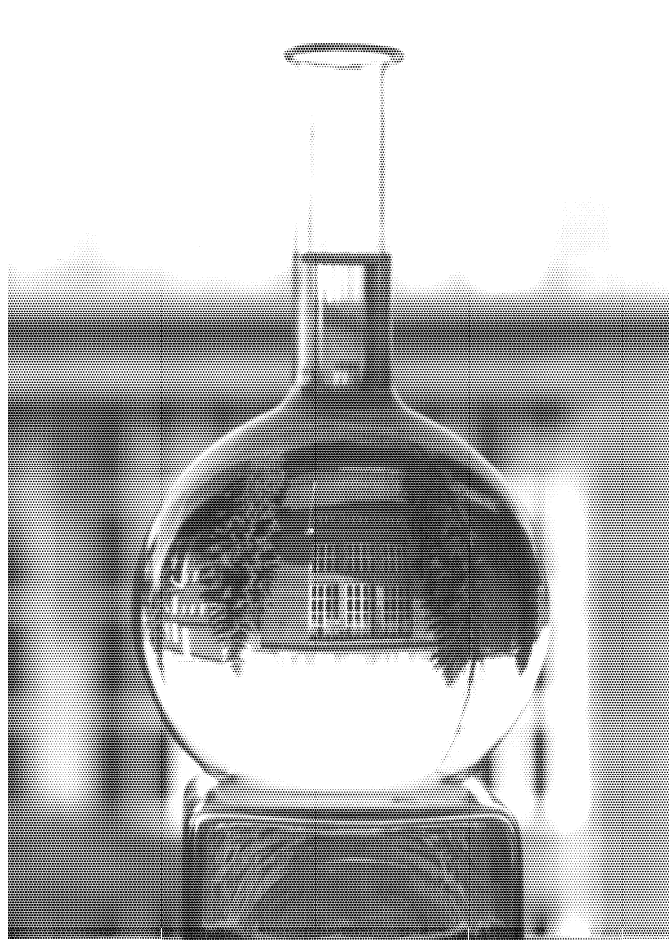
2. V okně laboratoře fyziky byl vyfotografován převrácený obraz sousední školy vytvořený skleněnou baňkou kulového tvaru o poloměru $R = 67$ mm naplněnou vodou. Fotografie jste obdrželi jako přílohu.

- a) V jaké vzdálenosti d_1 od středu baňky se nachází střed tohoto obrazu? Proč stačí uvažovat jen o paprscích, které procházejí baňkou blízko jejího středu?
- b) Protože fotoaparát je zaostřen na obraz budovy vytvořený baňkou, je samotná školní budova zachycena jen neostře. Přesto můžete z fotografie dosti dobře porovnat zorný úhel, pod kterým vidíme okno budovy z místa, kde se nachází střed objektivu, se zorným úhlem, pod kterým vidíme z téhož místa obraz okna vytvořený baňkou. Na fotografii se výška okna jeví jako $H = 55$ mm a výška obrazu okna vytvořeného baňkou jako $h = 7,7$ mm. Jak velká je vzdálenost d_2 středu objektivu od středu obrazu vytvořeného baňkou?
- c) Byl použit fotografický přístroj na kinofilm. Na negativu měl obrys snímku baňky poloměr $\rho = 7,0$ mm. Jaká byla ohnisková vzdálenost objektivu?

Vzhledem k malé přesnosti zadání budeme absolutní index lomu vzduchu považovat za rovný jedné. Index lomu vody $n = 1,33$, index lomu křemenného skla $n_s = 1,46$. Toušťka stěny baňky je velmi malá v porovnání s jejím poloměrem. Disperzi zanedbáváme.

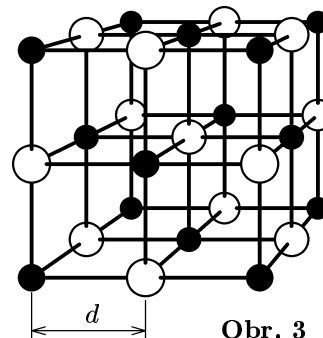
3. Tenký kovový kroužek o poloměru R byl ve vakuu nabit kladným rovnoměrně rozloženým nábojem Q . Rotační osa kroužku nechť je osou x vztažné soustavy s počátkem umístěným ve středu kroužku.

- a) Vypočtete intenzitu elektrického pole kroužku v libovolném bodě osy x . Vypočtete, ve kterých bodech osy x bude intenzita největší, a určete velikost této intenzity. Načrtněte funkční závislost $E = E(x)$.
- b) Jak velkou počáteční rychlost $\mathbf{v}_0$ musíme udělit kladně nabitě částici o náboji q a hmotnosti m , která se nachází na ose x ve značné vzdálenosti od středu kroužku ($|x| \gg R$), aby dosáhla středu kroužku? Co nastane, bude-li počáteční rychlost nepatrně větší nebo menší než vypočtená hodnota?



4. Ke studiu difrakce rentgenového záření použijeme krystal chloridu sodného. Elementární buňka krystalu NaCl má tvar krychle o hraně $2d$, kde d je vzdálenost sousedních iontů Na^+ a Cl^- (obr. 3).

- a) Vypočítejte vzdálenost d , je-li známa hustota $\varrho = 2,16 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ krystalu soli a relativní atomové hmotnosti $A_r(\text{Na}) = 22,990$ a $A_r(\text{Cl}) = 35,453$.

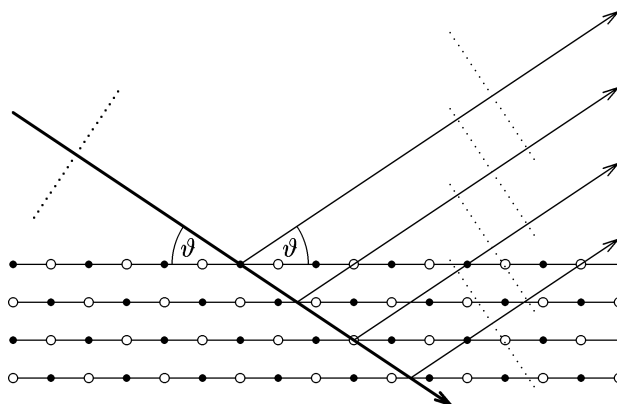


Obr. 3

Ve spektru záření rentgenové trubice se vyskytují výrazné spektrální čáry, které jsou charakteristické pro materiál anody a přísluší „monochromatickým“ složkám záření. Rovnoběžný svazek takového monochromatického záření nechme dopadat na krystal pod úhlem ϑ měřeným od stěny krystalu (obr. 4). Záření prochází krystalem bez lomu (relativní index lomu je roven 1) a částečně se odráží od jednotlivých vrstev iontů. Odražená vlnění spolu interferují. Zvětšujeme-li úhel ϑ , naměříme při některých jeho hodnotách ostrá interferenční maxima.

- b) Jaká je vlnová délka λ rentgenového záření, naměříme-li první maximum pro úhel $\vartheta_1 = 15^\circ 50'$? Pro které další úhly v intervalu $\langle 0^\circ, 90^\circ \rangle$ nastane interferenční maximum?

Obr. 4



- c) Jaké minimální napětí $U_{\min}$ musí mít rentgenka, aby vyzařovala rentgenové záření vlnové délky vypočtené v úkolu b)?

Potřebné konstanty: $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$,
 $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.