

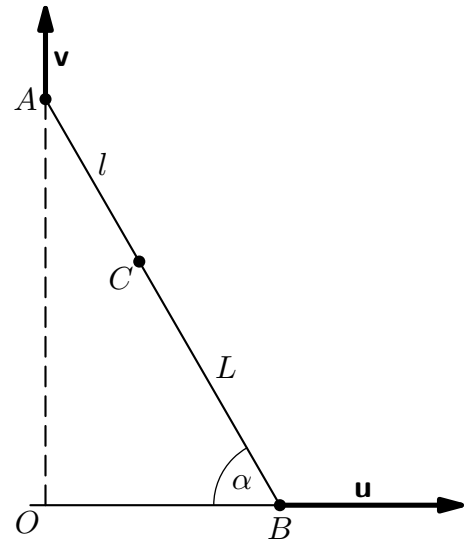
Úlohy 1. kola 57. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie A

1. Pouštění draka

Chlapec pouští draka a pohybuje se přitom rychlostí \mathbf{u} . Nit se odvíjí z cívky a v okamžiku, kdy napjatá nit svírá s horizontem úhel α , pohybuje se drak svisle vzhůru rychlostí \mathbf{v} (obr. 1). Jakou velikost a směr má rychlost \mathbf{w} , se kterou se v tomto okamžiku pohybuje uzlík na niti, který je od chlapcovy ruky vzdálen L a jeho vzdálenost od draka je l ?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty:

$$u = 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, v = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, l = 8,0 \text{ m}, \\ L = 12 \text{ m}, \alpha = 60^\circ.$$

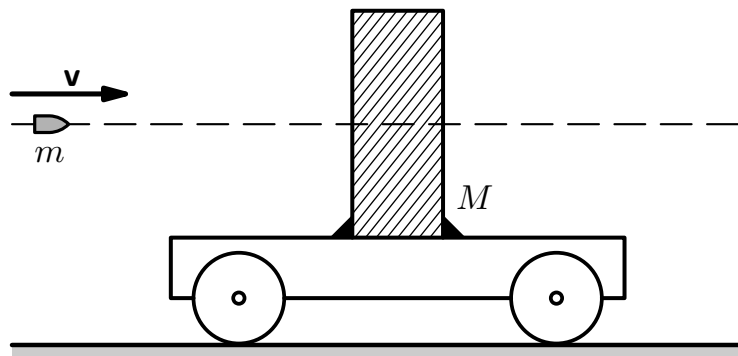


Obr. 1

2. Proražená deska

Do středu svislé dřevěné čtvercové desky upevněné na vozíku, který stojí na vodorovné podložce, dopadne vodorovně letící střela o hmotnosti m (obr. 2). Aby střela prorazila desku, musí být velikost její rychlosti alespoň v_0 . Hmotnost vozíku s deskou je M .

- Určete přírůstek ΔU vnitřní energie střely a desky při proražení desky.
- Jaká bude velikost u rychlosti, kterou se začne pohybovat vozík s deskou, bude-li rychlost střely $v \geq v_0$?
- Jakou největší rychlostí u_{max} se může vozík s deskou po průstřelu pohybovat?



Obr. 2

Odporová síla dřeva nezávisí na rychlosti střely. Valivý odpor mezi vozíkem a podložkou je zanedbatelný. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $m = 20 \text{ g}$, $M = 500 \text{ g}$, $v_0 = 150 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $v = 250 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. Válec s plyny

Uzavřený, vodorovně položený, tepelně izolovaný válec je rozdělen na dvě části lehkým dobře tepelně vodivým pístem, který se může uvnitř válce pohybovat bez tření. Na počátku je systém v mechanické rovnováze. V levé části válce o objemu V_1 je ideální plyn o teplotě t_1 , jehož tepelná kapacita při stálém objemu je C_{V1} , v pravé části válce o objemu V_2 je ideální plyn o teplotě t_2 a o tepelné kapacitě při stálém objemu C_{V2} .

- V jakém poměru jsou látková množství obou plynů $\frac{n_1}{n_2}$?
- Jaký bude tlak plynů p v porovnání s původním tlakem p_0 a jaká bude výsledná teplota t po dostatečně dlouhém čase, když se teploty vyrovnají?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $C_{V1} = 70 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, $C_{V2} = 320 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, $t_1 = 100^\circ\text{C}$, $t_2 = 0^\circ\text{C}$, $V_1 = 10,0 \text{ l}$, $V_2 = 5,0 \text{ l}$.

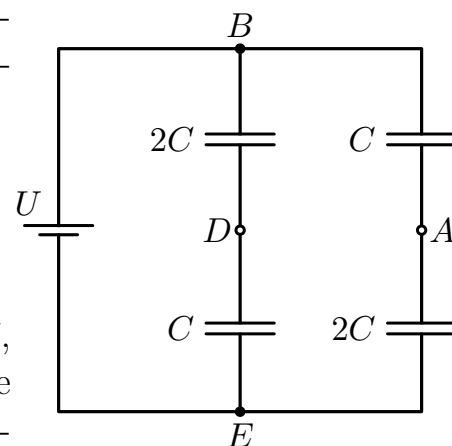
4. Elektrické kmity

Čtyři kondenzátory v zapojení podle obr. 3 jsou připojeny ke zdroji s napětím U , jehož vnitřní odpor je zanedbatelný. Cívku o vlastní indukčnosti L připojíme

- mezi body A a D ,
- mezi body A a B ,
- mezi body A a E .

Za předpokladu, že cívka a kondenzátory jsou ideální, vzniknou pokaždé v obvodu harmonické kmity. Určete jejich úhlovou frekvenci a amplitudu proudu procházejícího cívku.

Návod: Můžete použít zákon zachování energie.



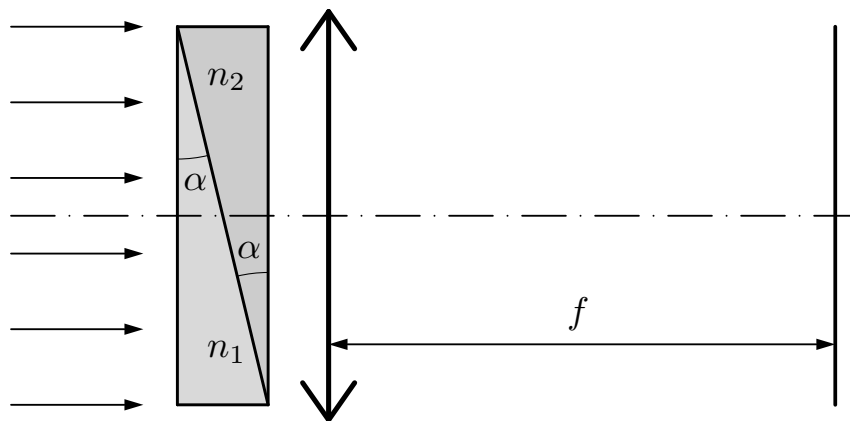
Obr. 3

5. Dva hranoly s čočkou

Dva tenké skleněné hranoly s lámavým úhlem $\alpha = 5^\circ$ o indexech lomu $n_1 = 1,5$ a $n_2 = 1,7$ položené na sebe tvoří destičku, kterou umístíte před tenkou spojnou čočkou s ohniskovou vzdáleností $f = 100 \text{ cm}$ kolmo k její optické ose. V ohniskové rovině čočky je stínítko. Destička je osvětlená svazkem paprsků rovnoběžným s optickou osou čočky (obr. 4).

- V jaké vzdálenosti y od optické osy čočky bude světelná stopa na stínítku?
- V jaké vzdálenosti y_1 od optické osy čočky bude světelná stopa na stínítku, odstraníme-li druhý hranol?
- V jaké vzdálenosti y_2 od optické osy čočky bude světelná stopa na stínítku, ponecháme-li druhý a odstraníme první hranol?

V úloze pracujeme s malými úhly. Zjistěte, jak se změní výsledky, jestliže místo přesného výpočtu použijeme v zákoně lomu aproximaci $\sin x \approx x$.



Obr. 4

6. Měření vlnové délky světla a hustoty záznamu na CD a DVD

Úkoly:

- Pomocí optické mřížky určete vlnovou délku světla laserového ukazovátka.
- Pomocí laserového ukazovátka určete hustotu záznamu (počet drážek na 1 mm) na CD a DVD.

Pomůcky: Laserové ukazovátka nebo školní laser, optická mřížka o známé periodě b , CD, DVD, milimetrové měřítko (milimetrový papír), pásmo, stativový materiál.

Teorie:

Určení vlnové délky optické mřížky s periodou b :

$$\lambda = \frac{b \sin \alpha}{k},$$

kde α určuje směr, ve kterém vzniká interferenční maximum, a k je řád difrakce. Pro úhel α platí

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{l},$$

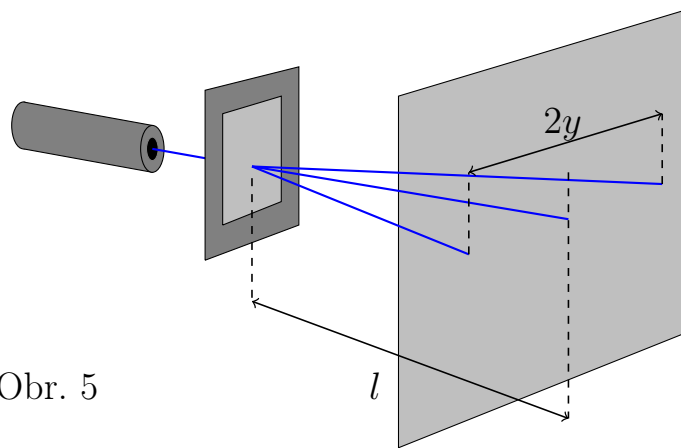
kde y je vzdálenost maxima k -tého řádu od maxima nultého řádu a l je vzdálenost stínítka od mřížky.

Drážky na CD a DVD tvoří ohybovou mřížku. Hustotu záznamu určíme ze vztahu

$$\frac{1}{b} = \frac{\sin \alpha}{k\lambda}, \text{ kde } \operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{l}.$$

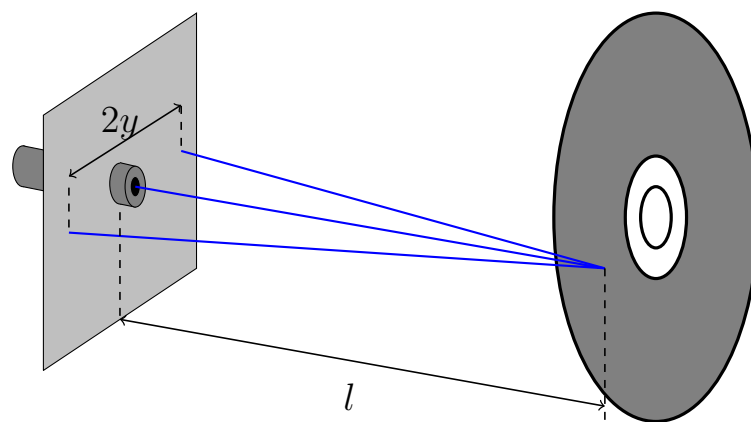
Postup práce:

- Světlo laseru nechte dopadat kolmo na optickou mřížku o známé mřížkové konstantě. Interferenční obrazec zachycujte na čtverci pokryté milimetrovým papírem, umístěné ve vzdálenosti l (viz obr. 5). Navrhněte tabulku naměřených hodnot, do které budete zapisovat vzdálenosti y maxima k -tého řádu od maxima nultého řádu. Proveďte nejméně 5 měření, určete průměrnou hodnotu vlnové délky λ a odchylku měření.



Obr. 5

- b) Ukazovátko, disk a čtvrtku sestavte podle obrázku 6. Naměřené hodnoty zapíšíte do podobné tabulky jako v předchozím případě, za λ dosadíte průměrnou hodnotu.



Obr. 6

Totéž opakujte s DVD diskem a vypočítejte pro oba nosiče výslednou hodnotu včetně chyby měření.

Při práci s laserovým ukazovátkem je třeba dodržovat bezpečnostní pravidla a vyvarovat se přímého osvětlení oka.

7. Radioaktivní thorium

V lékařství se při hledání vad prokrvování srdce používá izotop $^{231}_{90}\text{Th}$. Aplikuje se ve formě rozpustné soli a jeho aktivita se měří po dobu 50 hodin. Naměřené hodnoty jsou zaznamenány v tabulce.

$\frac{t}{\text{h}}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$\frac{A}{10^8 \text{ Bq}}$	2,89	2,52	2,21	1,92	1,68	1,47	1,28	1,12	0,98	0,85	0,74

- $^{231}_{90}\text{Th}$ je β^- zářič. Napište rovnici rozpadu.
- Sestrojte graf závislost aktivity na čase, určete poločas rozpadu T a rozpadovou konstantu λ .
- Kolik atomů $^{231}_{90}\text{Th}$ obsahoval původní vzorek a jaká byla hmotnost radioaktivního thoria v původním vzorku?
- Jaká bude aktivita původního vzorku thoria po 30 dnech?