Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

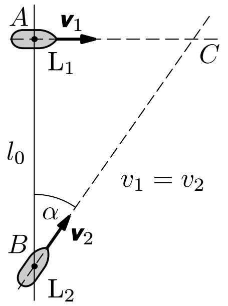
Úlohy krajského kola 54. ročníku FO kategorie A

1. Dvě lodě

Dvě lodě L_1, L_2 se v určitém okamžiku nacházejí v bodech A a B, jejichž vzdálenost je l_0, a pohybují se stejnou rychlostí $v_1 = v_2 = v$ tak, že první loď se pohybuje po přímce kolmé na úsečku AB a druhá po přímce, která svírá s úsečkou AB úhel α (obr.1).

a) Určete, za jakou dobu t od chvíle, kdy se lodi nacházely v bodech A a B bude vzájemná vzdálenost lodí nejmenší a jaká bude tato vzdálenost.

b) V okamžiku, kdy se loď L_2 nachází v průsečíku C trajektorií obou lodí, je z lodi L_1 vyslán člun s důležitou poštou, pohybující se rychlostí $v_3 = 2v$ po nejkratší přímé dráze k lodi L_2. Jaký úhel β musí svírat přímka, po které se pohybuje člun, s přímkou, po které se pohybuje loď L_1? Jak dlouho bude trvat jízda člunu?



Obr. 1

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $l_0 = 1{,}00$ km, $\alpha = 35°$, $v = 5{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

2. Připojení nízkovoltové žárovky k síti

Žárovka se jmenovitým efektivním napětím $U_1 = 12$ V a jmenovitým příkonem $P_1 = 40$ W má být napájena z rozvodné sítě střídavého napětí s efektivní hodnotou $U = 230$ V a frekvencí $f = 50$ Hz.

a) Určete odpor R rezistoru, který musíme k žárovce připojit sériově, aby svítila se jmenovitým příkonem.

b) Určete kapacitu C kondenzátoru, který musíme k žárovce připojit sériově, aby svítila se jmenovitým příkonem.

c) Určete činné výkony P a P', kterými je v prvním a v druhém případě zatěžován zdroj.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

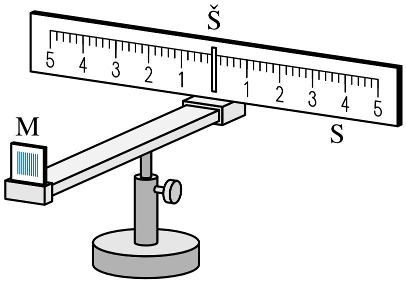
3. Mřížkový spektrometr

Jednoduchý mřížkový spektrometr je tvořen difrakční mřížkou a stupnicí, uprostřed které je tenká štěrbina rovnoběžná se štěrbinami mřížky (obr. 2). Štěrbinu osvětlenou rtuťovou výbojkou pozorujeme pohledem přes mřížku (obr. 3). Ve viditelné části spektra rtuťové výbojky jsou čtyři výrazné spektrální čáry: modrá, které přísluší vlnová délka $\lambda_1 = 435{,}83$ nm, zelená s vlnovou délkou $\lambda_2 = 546{,}07$ nm a dvě žluté s vlnovými délkami $\lambda_3 = 576{,}96$ nm a $\lambda_4 = 579{,}07$ nm. Na stupnici spektrometru se spektrální čáry zobrazují jako hlavní ohybová maxima 1. řádu.

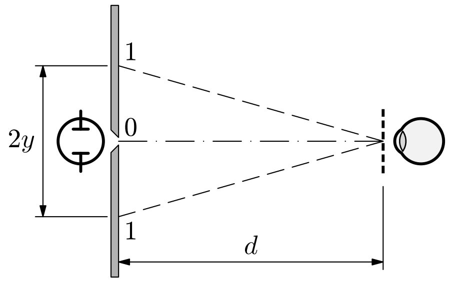
a) Určete periodu mřížky b (vzdálenost středů sousedních štěrbin), jestliže vzdálenost mřížky od stupnice je $d = 0{,}500$ m a zelená difrakční maxima 1. řádu s vlnovou délkou λ_2 se zobrazují ve vzájemné vzdálenosti $2y_2 = 284$ mm.

b) V jaké vzájemné vzdálenosti $2y_1$ se budou nacházet modrá difrakční maxima 1. řádu?

c) Vlnové délky λ_3 a λ_4 se příliš neliší. Posuďte, zda tímto jednoduchým spektrometrem můžeme rozlišit ohybová maxima 1. řádu, která jim přísluší.



Obr. 2



Obr. 3

4. Pozitronium

Elektron a jemu odpovídající antičástice o stejné hmotnosti m_e a opačném náboji $+e$, tzv. pozitron, mohou vytvořit krátkodobě stabilní útvar, tzv. *pozitronium*, ve kterém se obě částice pohybují po stejné kruhové trajektorii kolem společného těžiště.

a) S využitím Bohrova modelu atomu odvoďte

α) možné hodnoty velikosti pozitronia, tj. vzdálenosti mezi elektronem a pozitronem;

β) spektrum povolených energií E pozitronia.

b) Určete vlnové délky a jim odpovídající barvu viditelného světla, jež bude pozitronium pohlcovat.

Řešte obecně, pak pro hodnoty: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$, $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, $m_\mathrm{e} = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$, $e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F \cdot m^{-1}}$.