



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Úlohy regionálního kola 38. ročníku FO
kategorie A

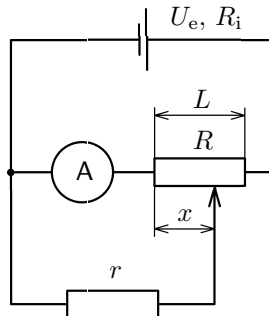
1. Kosmická stanice pro výzkum Měsíce byla nejprve uvedena na kruhovou trajektorii okolo Země ve výšce $h = 762$ km nad rovníkem. Ve vhodném čase byla stanice krátkodobě urychlena ve směru tečny ke kruhové trajektorii a přešla na eliptickou trajektorii, jejíž nejvzdálenější bod leží na trajektorii Měsíce.
 - a) Určete velikosti poloos eliptické trajektorie.
 - b) Za jakou dobu od urychlení dosáhne stanice nejvzdálenějšího bodu?
 - c) Jak velká byla rychlost bezprostředně po přechodu na eliptickou trajektorii a jaká bude v nejvzdálenějším bodě?

Vliv jiných těles než Země na pohyb stanice neuvažujte.

Trajektorii Měsíce považujte za kružnici o poloměru 384 000 km. Hmotnost Země je $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg, poloměr rovníku $R = 6378$ km, gravitační konstanta $\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N $\cdot$ m² $\cdot$ kg⁻².

2. Lineární válcový potenciometr o odporu R a délce L je zapojen podle obr. 1 ke zdroji o elektromotorickém napětí U_e a vnitřním odporu R_i . Z potenciometru je napájen rezistor o odporu r . V obvodu je zapojen ampérmetr se zanedbatelným odporem.

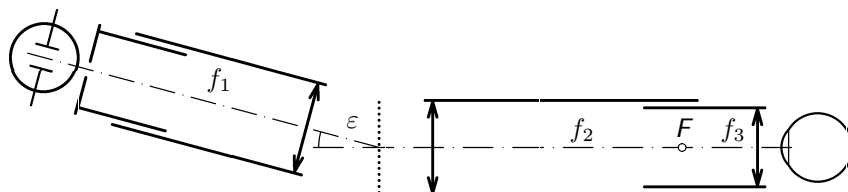
- a) Vypočtete proud procházející ampérmetrem, je-li jezdec potenciometru jednak v levé, jednak v pravé krajní poloze.
- b) Jak závisí proud procházející ampérmetrem na vzdálenosti x jezdce od levého konce potenciometru? Při které poloze jezdce bude minimální a při které maximální?



Obr. 1

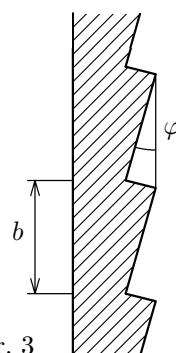
3. Základní části mřížkového spektroskopu jsou štěrbinový kolimátor, optická mřížka a dalekohled (obr. 2). Objektiv kolimátoru má ohniskovou vzdálenost $f_1 = 60$ mm a štěrbina se nachází v jeho ohnisku. Objektiv a okulár dalekohledu mají ohniskové vzdálenosti $f_2 = 100$ mm a $f_3 = 25$ mm. Dalekohled je zaostřen na nekonečno. Mřížka má 150 vrypů na milimetr a je umístěna kolmo k optické ose dalekohledu. Spektroskop je určen k pozorování spektra viditelného světla v intervalu vlnových délek $\langle 390$ nm, 760 nm $\rangle$.

Ve spektroskopu využíváme mřížkové spektrum prvního řádu. Aby se do něj soustředilo téměř všechno světlo dopadající na mřížku, je použita mřížka typu *echelette* (žebříček). Profil mřížky je na obr. 3.



Obr. 2

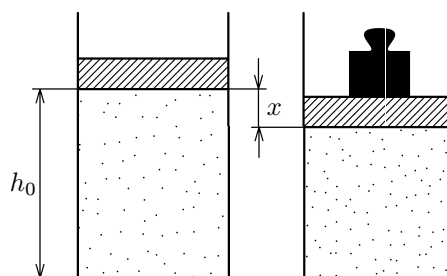
- O jaký úhel ε musí být odchýlena optická osa kolimátoru, aby ve společném ohnisku objektivu a okuláru dalekohledu vznikla spektrální čára vlnové délky $\lambda_0 = 575 \text{ nm}$?
- V jaké vzdálenosti od ohniska budou spektrální čáry příslušející vlnovým délkám $\lambda_1 = 760 \text{ nm}$ a $\lambda_2 = 390 \text{ nm}$? Pod jakým zorným úhlem uvidíme celé spektrum v okuláru?
- O jaký úhel φ by měly být odchýleny roviny vrypů od roviny mřížky, je-li střední hodnota indexu lomu použitého skla 1,51?



Obr. 3

4. Ve svislém válci s obsahem vnitřního průřezu $S = 120 \text{ cm}^2$ je uzavřen vzduch pomocí pístu (obr. 4). Výška sloupce vzduchu je $h_0 = 25,0 \text{ cm}$, tlak vzduchu ve válci $p_0 = 110 \text{ kPa}$ je v důsledku tíhy pístu větší než okolní barometrický tlak. Předpokládáme, že tepelná výměna mezi vzduchem ve válci a okolím probíhá pomalu a součinitel smykového tření mezi pístem a válcem je velmi malý. Těsně nad píst přiložíme a vzápětí uvolníme závaží o hmotnosti $M = 5,0 \text{ kg}$.

- Ukažte, že pro malé a rychlé posunutí pístu x je změna tlakové síly působící zdola na píst přímo úměrná posunutí a určete konstantu úměrnosti k .
- Jaké je maximální posunutí x_m válce po uvolnění závaží?
- V jaké rovnovážné poloze se píst dlouhodobě ustálí?



Obr. 4

Poissonova konstanta vzduchu je $\kappa = 1,40$. Při úpravách využijte skutečnost, že pro $\xi \ll 1$ platí přibližný vztah $(1 + \xi)^n \doteq 1 + n\xi$.