

55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014

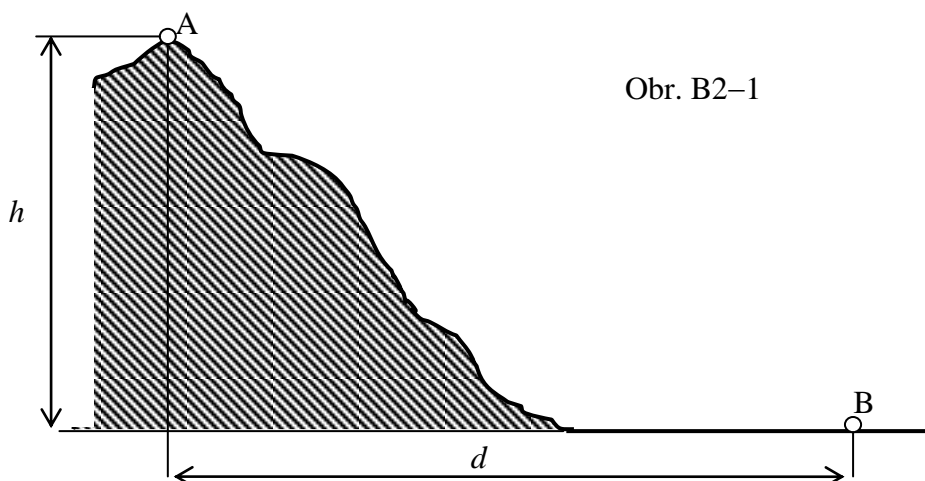
Texty úloh krajského kola kategórie B

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk)

1. *Strel'ba z útesu*

Na vysokej skale na pobreží vo výške $h = 150$ m nad hladinou mora sa nachádza stredoveká obranná pevnosť A s delostreleckou batériou, obr. B2–1, ktorá bola vybavená dvomi druhmi diel. Prvým druhom boli ďalekonosné delá s rýchlosťou vystrelenia náboja $v_1 = 300$ m/s a nastaviteľným uhlom výstrelu α vzhľadom na vodorovnú rovinu. Druhým druhom boli delá s kratším dosahom, rýchlosťou vystrelenia náboja $v_2 = 200$ m/s a nulovým uhlom výstrelu (náboje vystreľovali vo vodorovnom smere).

Keď z pevnosti zbadali na mori nepriateľskú loď B, vystrelilo na ňu delo s kratším dosahom a krátko nato s oneskorením τ ďalekonosné delo. Náboje vystrelené z oboch diel zasiahli loď v rovnakom okamihu.



Obr. B2–1

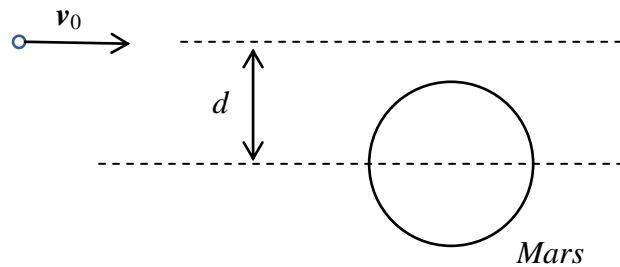
- Nakreslite obrázok znázorňujúci trajektórie striel a vyznačte v ňom veličiny dôležité pre výpočet.
- Určte vodorovnú vzdialenosť d lode od pevnosti v okamihu, keď na ňu dopadli náboje, a dobu t_B letu prvého vystreleného náboja.
- Určte uhol α , pod ktorým vystrelilo ďalekonosné delo a časové oneskorenie τ druhého výstrelu.

Úlohu riešte všeobecne a pre dané hodnoty. Tiažové zrýchlenie $g = 9,81$ m/s². Odpor vzduchu pôsobiaci na letiace strely neuvažujte.

2. Dopad telesa na planétu Mars

Planéta Mars má veľmi riedku atmosféru, a preto je slabo chránená proti účinku telies dopadajúcich z vesmíru. Svedčia o tom početné krátery na povrchu Marsu.

Uvažujte teleso, ktoré sa pohybuje vo veľkej vzdialenosti od Marsu rýchlosťou $v_0 = 15 \text{ km/s}$ pozdĺž priamky, ktorej vzdialenosť od stredu planéty označíme d , obr. B2–2.



Obr. B2–2

- Určte najväčšiu hodnotu vzdialenosti d_m , pre ktorú dopadne teleso na povrch Marsu. Vzdialenosť vyjadrite ako násobok polomeru R Marsu.
- Určte rýchlosť v_d dopadu telesa na povrch Marsu pre vzdialenosť $d = k d_m$, kde $0 \leq k < 1$.
- Určte uhol dopadu α telesa na Mars vzhľadom na dotykovú rovinu k povrchu v mieste dopadu pre vzdialenosť $d = k d_m$.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty veličín: gravitačná konštanta

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$, $k = 0,50$. Mars považujte za guľové teleso s polomerom

$R = 3,39 \times 10^6 \text{ m}$ a hmotnosťou $M = 6,39 \times 10^{23} \text{ kg}$. Mars a teleso považujte za izolovanú sústavu.

3. Mostík na meranie parametrov cievky

Na meranie parametrov cievok sa používa mostíkové zapojenie podľa obr. B2–3.

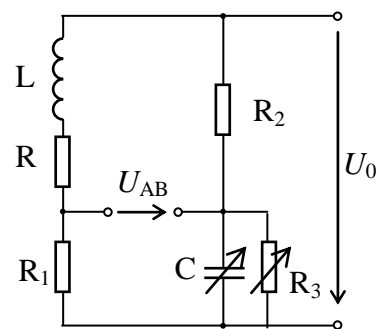
Náhradná (modelová) schéma cievky predstavuje sériové zapojenie induktora a rezistora. Odpor R a indukčnosť L cievky sú však charakteristiky celého vinutia a nemožno ich vzájomne oddeliť.

Mostík je pripojený na zdroj harmonického napätia s efektívnou hodnotou U_0 a frekvenciou f .

V mostíku sú zapojené rezistory s odporami R_1 , R_2 , ktoré sú pevne nastavené. Pri meraní sa využíva stav vyváženia mostíka, v ktorom napätie U_{AB} je nulové.

Tento stav sa nastavuje laditeľnými súčiastkami,

ktorými sú kondenzátor s kapacitou C a rezistor s odporom R_3 . Vyváženie mostíka $U_{AB} = 0$ sa kontroluje voltmetrom s vysokým vnútorným odporom.



Obr. B2–3

- Zostrojte fázorový diagram mostíka v stave vyváženia $U_{AB} = 0$. V diagrame nakreslite fázory všetkých napätí a prúdov. Postup konštrukcie stručne opíšte.
- Z podmienky vyváženia mostíka $U_{AB} = 0$ odvodte vzťahy pre určenie parametrov R a L cievky.

4. Al–Fe lano

V distribučnej sieti rozvodu elektrickej energie sa vedením prenáša vysoký výkon.

- a) Trojfázovým vedením miestneho rozvodu sa prenáša výkon $P = 10$ MW. Predpokladajte, že fázy vedenia sú rovnako zaťažené a fázové napätie (napätie medzi fázovými vodičmi a nulovým vodičom) $U = 22$ kV. Určte prúd I , ktorý prechádza každým z fázových vodičov.

Pri návrhu vodičov sa berie do úvahy vysoká elektrická vodivosť, vysoká mechanická pevnosť a cena vedenia. Riešením sú Al–Fe laná, ktoré majú vnútorné oceľové jadro a hliníkový obal. Oceľ zabezpečuje pevnosť, hliník dobrú vodivosť. Na uvedený prenos výkonu je postačujúce Al–Fe lano typu 42/7, ktoré tvorí jeden oceľový drôt jadra a šesť hliníkových drôtov obalu s rovnakým priemerom $d = 3,0$ mm. Typové označenie zodpovedá pomeru zaokrúhlených hodnôt obsahu prierezov S_{Al}/S_{Fe} .

- b) Určte dĺžkovú hmotnosť μ a dĺžkový odpor ρ lana. Výsledky vyjadrite v jednotkách kg/km a Ω /km.

Pri navrhovaní vedenia je hlavný problém zohrievanie vedenia pri prechode prúdu a s tým spojená strata energie.

- c) Určte stratový výkon vo vedení s celkovou dĺžkou $l = 50$ km a určte účinnosť η prenosu.

V prípade vzdušného vedenia sú vodiče chladené prestupom tepla do okolia. Koeficient prestupu tepla z povrchu lana do okolitého vzduchu za bezvetria je $\alpha = 15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Pre prestup tepla sa uvažuje valcová obalová plocha lana.

- d) Určte teplotu povrchu lana ak teplota okolitého vzduchu $t_0 = 20$ °C.

Úlohu riešte všeobecne a pre hodnoty veličín: konduktivity ocele a hliníka $\gamma_{Fe} = 5,0 \text{ MS}\cdot\text{m}^{-1}$, $\gamma_{Al} = 37 \text{ MS}\cdot\text{m}^{-1}$, hustota ocele a hliníka $\rho_{Fe} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $\rho_{Al} = 2,7 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Pozn.: Tepelný výkon cez rozhranie dvoch prostredí s teplotami t_1 , t_2 a plochou rozhrania S a je $P = \alpha (t_2 - t_1) S$.

55. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie B

Autori úloh: Ľubomír Konrád (1), Ivo Čáp (2, 3, 4)

Recenzia a úprava: Daniel Kľuvanec, Ľubomír Mucha

Redakcia: Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014