

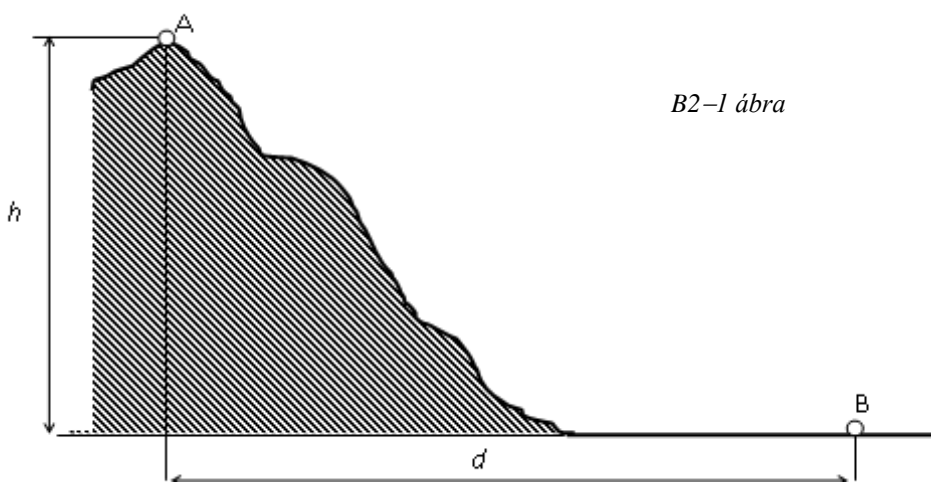
55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014

Texty úloh krajského kola kategórie B
(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk)

1. Lövések a szirtről

A tengerparton levő magas szirten, $h = 150$ m magasságban a tenger szintje felett, egy középkori védelmi erődítmény áll (A – lásd a B2-1 ábrát), amelynek tüzérsége két ágyútípusból áll. Nagy hatótávolságú ágyúkból, amelyek $v_1 = 300$ m/s torkolati sebességgel, változtatható α szög alatt lőhetik ki a lövedékeket (a szöget a vízszintes síktól mérjük); rövid hatótávolságú ágyúkból, amelyek $v_2 = 200$ m/s torkolati sebességgel és vízszintesen (nulla szög alatt) lövik ki a lövedékeket.

Az erődből észlelték a tengeren a B ellenséges hajót, és az egyik rövid hatótávolságú ágyú leadott rá egy lövést – röviddel a lövés leadása után, τ idő elteltével, az egyik nagy hatótávolságú ágyú is leadott egy lövést. A két ágyúból kilőtt lövedék ugyan abban a pillanatban csapódott be a hajóba.



B2-1 ábra

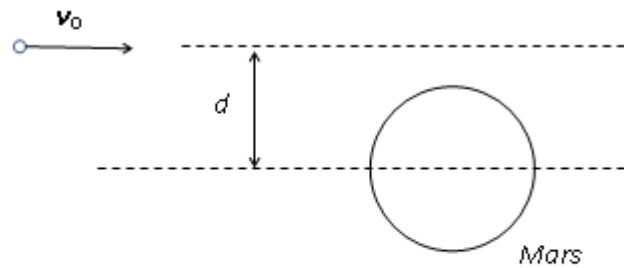
- Készítsen rajzot, amelyben ábrázolja a lövedékek pályáját – tüntesse fel benne a számításokhoz szükséges mennyiségeket!
- Határozza meg a hajó vízszintes síkban mért d távolságát az erődtől a lövedékek becsapódásának pillanatában, valamint az elsőnek kilőtt lövedék repülésének t_B időtartamát!
- Határozza meg, mekkora α szög alatt lőtte ki a lövedéket a nagy hatótávolságú ágyú, valamint a τ késleltetést!

A feladatot oldja meg általánosan, majd a megadott értékekre! A nehézségi gyorsulás $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Tételezze fel, hogy a lövedékekre ható légellenállás elhanyagolhatóan kicsi!

2. Egy test becsapódása a Mars bolygóba

A Mars bolygó légköre nagyon ritka, ezért csak gyenge védelmet biztosít az űrből érkező testek becsapódásakor. Erről tanúskodik a Mars felszínén megfigyelhető sok becsapódási kráter is.

Tételezzen fel egy testet, amely a Marstól nagy távolságban $v_0 = 15 \text{ km/h}$ sebességgel mozog egy egyenes mentén. Az egyenes távolsága a Mars középpontjától d (lásd a B2–2 ábrát) – ezt a távolságot nevezzük ütközési paraméternek.



B2–2 ábra

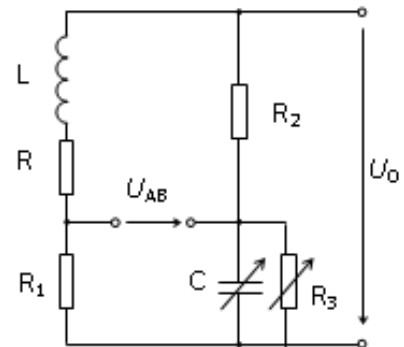
- Határozza meg a legnagyobb d_m ütközési paramétert, amelynél a test még becsapódik a Mars felszínébe! Fejezzék ki ezt a távolságot a Mars R sugarának szorzataként!
- Határozza meg, mekkora v_d sebességgel csapódik a test a Mars felszínébe $d = kd_m$ ütközési paraméter esetén, ahol $0 \leq k < 1$!
- Határozza meg a test becsapódásának α szögét (a becsapódás pontjában, a Mars felületéhez érintőleges síkhoz viszonyítva), ha $d = kd_m$!

A feladatot oldja meg általánosan, majd a megadott értékekkel! A gravitációs állandó $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-2}$, $k = 0,50$. A Marsról tételezze fel, hogy $R = 3,39 \times 10^6 \text{ m}$ sugarú gömb, a tömege $M = 6,39 \times 10^{23} \text{ kg}$ és izolált, zárt rendszer!

3. A tekercs paramétereinek mérése Maxwell-hidas kapcsolásban

A tekercsek paramétereinek mérésére használatos a B2–3 ábrán vázolt Maxwell-hidas kapcsolás. A tekercset (modellszerűen) egy induktor és rezisztor soros kapcsolásával helyettesítjük. A tekercs L indukciója és R ellenállása, a tekercset mint egészet jellemzi, és egymástól elválaszthatatlanok.

A hidat egy U_0 effektív feszültségű és f frekvenciájú harmonikus váltakozó áramforrás táplálja. Az R_1 és R_2 ellenállású rezisztorok értékeit a hídban előre megválasztották. Méréskor a híd kiegyenlített állapotát használják, amikor az U_{AB} feszültség nulla. Ezt az állapotot a hangolható elektronikai alkatrészek, a kondenzátor C kapacitásának és a rezisztor R_3 ellenállásának beállításával érik el. A kiegyenlített híd állapotát ($U_{AB} = 0$) nagy belső ellenállású voltméterrel ellenőrzik.



B2–3 ábra

- Szerkessze meg a kiegyenlített Maxwell-híd vektordiagramját ($U_{AB} = 0$)! Rajzolja a diagramba az összes áram és feszültség fázisvektorát (fázorát)! Írja le tömören a szerkesztési eljárást!
- Vezesse le az R és L paramétereiket a kiegyenlített híd $U_{AB} = 0$ felételéből!

4. Al–Fe huzal

Az elektromos energia szolgáltatás vezetékhálózata nagy teljesítmény szállítására alkalmas.

- a) A helyi háromfázisú vezeték $P = 10$ MW teljesítményt szállít. Tételezze fel, hogy a vezeték három fázisa egyenletesen van megterhelve, és a fázisfeszültség (az egyes fázisvezetők és a nulla vezető közötti feszültség) $U = 22$ kV. Határozza meg az egyes fázisvezetőkben folyó áram I erősségét!

A vezetékek tervezésénél fontos szempont a jó elektromos vezetőképesség, a nagy mechanikai szilárdság és az alacsony ár. Jó megoldás az Al–Fe vezeték, amely magja acélhuzal, a burka pedig alumínium. Az acél a szilárdságot, az alumínium a jó vezetőképességet biztosítja. Az említett teljesítmény szállítására alkalmas a 42/7 típusú Al–Fe vezeték, amely magja egy acélhuzal, a burkát pedig hat alumíniumdrót képezi, mindegyik huzal azonos, $d = 3,0$ mm átmérőjű. A típusjelölés a keresztmetszetek $S_{\text{Al}}/S_{\text{Fe}}$ közelítőleges arányát adja meg.

- b) Határozza meg a vezeték egységnyi hosszra eső μ tömegét és ρ ellenállását! Az eredményt fejezze ki kg/km és Ω/km egységekben!

A tervezés egyik alapvető kérdése a vezetékekben folyó áram által keltett hő, és az ezáltal keletkező energiaveszteség.

- c) Határozza meg az $l = 50$ km hosszú vezeték veszteségi teljesítményét és a szállítás η hatásfokát!

Légi elektromos kábelek esetében a vezetéket a környező közeg hűti, amelynek leadja a keletkező hőt. A légi vezeték felületének hőátadási tényezője szélcsendben $\alpha = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. A hőátadás felületének a vezetéket burkoló henger alakú felületet vesszük!

- d) Határozza meg a vezeték felületének t hőmérsékletét, ha a környező levegő hőmérséklete $t_0 = 20$ °C !

A feladatot oldja meg általánosan, majd a megadott értékekre! Az acél konduktivitása $\gamma_{\text{Fe}} = 5,0 \text{ MS} \cdot \text{m}^{-1}$, az alumínium konduktivitása $\gamma_{\text{Al}} = 37 \text{ MS} \cdot \text{m}^{-1}$, az acél sűrűsége $\rho_{\text{Fe}} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, az alumínium sűrűsége $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Megjegyzés: Két eltérő hőmérsékletű (t_1 és t_2) közeg között egy S nagyságú érintkező felületen át leadott hőteljesítmény $P = \alpha(t_2 - t_1)S$.

55. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie B

Autori úloh:	Lubomír Konrád (1), Ivo Čáp (2, 3, 4)
Recenzia a úprava:	Daniel Klivanec, Lubomír Mucha
Preklad:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014