56. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2014/2015

Úlohy krajského kola kategórie C
text v maďarskom jazyku

1. Labda ütögetés

Két fiú egy függőleges teniszfal előtt gyakorolt teniszlabdákat ütve teniszütővel a falra. A labdák kezdeti sebessége $v_1 = 16\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ (első fiú) és $v_2 = 18\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ volt (második fiú).

a) Az első fiú $x_1 = 10\ \mathrm{m}$ távolságban állt a teniszfaltól. Mindketten egyszerre és azonos $\alpha = 30°$ emelkedési szöggel ütötték el a labdájukat. Határozzák meg mekkora d távolságra kellett állnia a második fiúnak az elsőtől, hogy a labdák egyszerre érjék el a teniszfalat! Határozzák meg a labdák közötti c magasságkülönbséget, amikor elérik a teniszfalat! A feladat megoldásához készítsenek szituácós rajzot!
b) Az első fiú $x_1 = 10$ m-re áll a faltól, a második fiú $x_2 = 14$ m-re. Mekkora α_1 emelkedési szöggel kell elütnie a labdát az első fiúnak, hogy a falról visszapattanva a második lábánál érjen földet? Készítsenek szituációs rajzot ennek az esetnek az ábrázolására!
c) Mekkora maximális x_2 távolságban állhat a második fiú a teniszfaltól, és mekkora α emelkedési szöggel kell elütnie a labdát az első fiúnak, hogy a b) pontban leírtak játszódjanak le?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre; $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$! Mindkét labda ugyanabban, a teniszfalra merőleges függőleges síkban mozog. Tételezzék fel, az egyszerűség kedvéért, hogy a labdákat a vízszintes talaj közvetlen közeléből (nulla magasságból) ütik el! Tételezzék fel, hogy a labdák ütközése a fallal tökéletesen rugalmas, így a fal merőlegeséhez viszonyított beesési és visszapattanási szögük egyenlő!
Megjegyzés: a szinusz függvényre érvényes a következő összefüggés $\sin(2\alpha) = 2\sin\alpha\cos\alpha$.

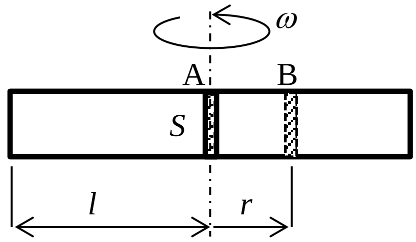
2. Golyók ütközése

Az űrállomás súlytalanságában rugalmas golyókkal végeztek kísérleteket. Egy csőből kilőtték az első golyót, rövid idővel utána az elsőtől kisebb tömegű második golyót is– a két golyó mozgási energiája azonos volt. A golyók központi és tökéletesen rugalmas ütközése után a második golyó állva maradt, az első golyó pedig $v_1 = 20\ \mathrm{cm \cdot s^{-1}}$ sebességgel mozgott.

a) Határozzák meg a két golyó tömegének $p = m_2/m_1$ arányát!
b) Határozzák meg a két golyóból álló rendszer tömegközéppontjának v_T sebességét!
c) Határozzák meg (a két golyó megfigyelése folyamán) a rendszer mozgási energiájának változását: határozzák meg legkisebb és legnagyobb értékének $q = E_{\mathrm{k,min}}/E_{\mathrm{k,max}}$ arányát!

A golyók sebessége az űrállomás vonatkozási rendszerére vonatkozik!

3. Gázzal töltött forgó henger



C2–1 ábra

A $2l = 40{,}0\ \mathrm{cm}$ hosszúságú és $S = 10{,}0\ \mathrm{cm}^2$ keresztmetszetű henger forgatható a középpontján áthaladó függőleges tengely körül (lásd a C2–1 ábrát). A gázzal töltött henger mindkét vége le van zárva. A hengerben egy vékony, szabadon mozgó $m = 50{,}0\ \mathrm{g}$ tömegű dugattyú két részre osztja a henger belsejét, mindkét részben azonos anyagmennyiségű gázzal. A henger először nyugalomban van, a dugattyú pedig egyensúlyi helyzetében a henger középpontjában helyezkedik el – ekkor a gáz nyomása $p = 20{,}0\ \mathrm{kPa}$.

A hengert lassan forgatni kezdjük. Egy bizonyos ω_0 körsebességig a dugattyú egyensúlyi helyzetében marad, majd átlépve ezt az értéket a dugattyú kimozdul r távolságba a forgástengelytől, a B helyzetbe (lásd a C2–1 ábrát).

a) Határozzák meg a forgó henger ω körfrekvenciájának ω_0 határértékét, amelynél a dugattyú egyensúlyi helyzete a henger középpontjában stabil, ez azt jelenti: kis $r \ll l$ értékkel kimozdítva az egyensúlyi helyzetéből, visszatér egyensúlyi helyzetébe!
b) Határozzák meg a dugattyú r kitérését egyensúlyi helyzetéből, ha a forgatás körfrekvenciája $N_1 = 300\ \mathrm{min}^{-1}$ és $N_2 = 900\ \mathrm{min}^{-1}$!

A feladatot oldják meg általánosan, majd az adott értékekre!
Tételezzék fel, hogy a gáz hőmérséklete a kísérlet közben nem változik!
Megjegyzés: amennyiben $r \ll l$, használhatjuk a számításokban az $l^2 - r^2 \approx l^2$ közelítést.

4. A gáz adiabatikus tágulása

Egy termodinamikai rendszer és környezete közt zajló hőcsere viszonylag lassú folyamat. Tapasztalhatjuk ezt pl. a tea lassú hűlésekor, a helység levegőjének lassú melegedésekor. Az ideális gáz gyors állapotváltozásakor a gáz gyakran nem képes jelentősebb mennyiségű hőt leadni vagy felvenni az őt tartalmazó edénytől vagy környezetétől, ezért feltételezzük, hogy nincs köztük hőcsere – a folyamatot *adiabatikusnak* nevezzük.

a) A belsőégésű dízelmotornál a $V_0 = 1{,}5$ liter térfogatú hengerben a $t_0 = 20\ °\mathrm{C}$ kezdeti hőmérsékletű gázt dugattyú nyomja hirtelen össze $V_1 = V_0/k_1$ térfogatúra. Határozzák meg a gáz t_1 hőmérsékletét térfogatának $k_1 = 10$ arányú összenyomása után!
b) A $p_0 = 2{,}5\ \mathrm{MPa}$ nyomású, $t_0 = 20\ °\mathrm{C}$ hőmérsékletű levegő egy szelepen keresztül szökik el a tartályból. Mekkora lesz a gáz t_2 véghőmérséklete, ha tágulása közben a nyomása $p_2 = 100\ \mathrm{kPa}$-ra csökken?
c) A $p_0 = 2{,}5\ \mathrm{MPa}$ nyomású $t_0 = 20{,}0\ °\mathrm{C}$ hőmérsékletű és $V_0 = 1{,}5$ liter térfogatú levegőt dugattyú tartja a hengerben. Határozzák, mekkora W munkát végez a gáz, ha tágulása közben térfogata $V_3 = k_2 V_0$ értékre nő, ahol $k_2 = 2{,}5$!

Minden folyamatról tételezzék fel, hogy adiabatikus, a gáz adiabatikus kitevője $\kappa = 1{,}4$. Az *a)* és *b)* részek eredményét °C egységben fejezzék ki!
Megj.: a levegő hőkapacitása $C_V = (5/2)nR$, ahol $R = 8{,}3\, J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ és n a gáz anyagmennyisége.

56. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy krajského kola kategórie C*

Autori úloh:	Ľubomír Konrád (1, 2, 3), Ivo Čáp (4),
Recenzia a úprava:	Daniel Kluvanec, Ľubomír Mucha
Preklad:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015