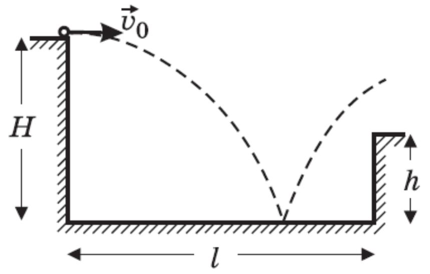
59. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2017/2018
Kategória D – domáce kolo
Text úloh – preklad do maďarského jazyka

1. Vízszintes hajítás a gödör felett

A fiú egy labdát próbált átdobni egy betongödör felett. A gödör szélessége l, a fiú oldalán a gödör falának magassága H, az átellenben levő oldal magassága pedig h. A labdát vízszintes irányban v_0 sebességgel hajítja el (lásd a D–1 ábrát).



D–1 ábra

a) Sorolják fel a hajítás összes lehetséges változatát, ahol a labda átér a betongödör átellenben levő vízszintes oldalára, ha a labda a betongödör aljától legfeljebb egyszer pattanhat el! Tételezzék fel, hogy a labda ütközése a betongödör aljával tökéletesen rugalmas ütközés! Vázolják az egyes lehetőségeket ábra segítségével!

b) Határozzák meg a legkisebb szükséges v_0 sebességet az egyes lehetőségekhez!

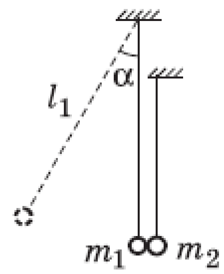
A labdára ható légellenállás elhanyagolhatóan kicsi.

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $H = 90$ cm, $h = 50$ cm, $l = 6{,}0$ m, $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$!

2. Az ingák rugalmas ütközése

Két kis golyót egy-egy fonálra függesztettünk fel. Amikor a golyók nyugalomban vannak, érintkeznek egymással, a középpontjuk azonos magasságban van, a fonalak pedig függőlegesek (D–2 ábra).

A bal golyó fonalának hossza l_1, a jobb golyó fonalának hossza pedig l_2. A két golyó tömegének aránya $n = m_2/m_1$. A bal golyót kitérítjük, hogy a megfeszített fonál a függőlegessel $\alpha_0 \le 90°$ szöget zárjon, majd nulla kezdeti sebességgel elengedjük.



D–2 ábra

a) Határozzák meg a golyó v_0 sebességét közvetlenül az ütközés előtt!

b) Az ütközés után a golyókat tartó bal ill. jobb fonál és a függőleges által zárt szög maximális értéke α_1 ill. α_2. Határozzák meg ezeket szögeket, valamint a golyók sebességét közvetlenül az ütközés után!

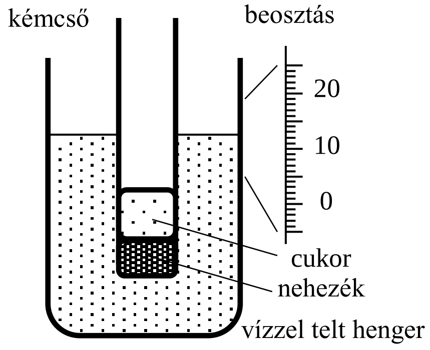
c) Mekkora $\alpha_0 = \alpha_{0\mathrm{m}}$ értéknél fog a jobboldali golyót tartó fonál (a maximális kitérésénél) vízszintes helyzetbe kerülni?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $l_1 = 30$ cm, $l_2 = 25$ cm, $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$, $\alpha_0 = 60°$ és az n arány három értékére $n_1 = 0{,}60$, $n_2 = 1{,}0$, $n_3 = 1{,}5$!

A fonalakról tételezzék fel, hogy nagyon könnyűek és nem nyújthatók! A golyók ütközéséről tételezzék fel, hogy tökéletesen rugalmas ütközés!

3. Hidrosztatikus mérleg

A tanulók azzal az ötlettel álltak elő, hogyan lehetne a teába szánt kis mennyiségű cukor tömegét megmérni hidrosztatikus mérleggel (D–3 ábra). Egy S_1 belsőkeresztmetszetű vízzel telt hengerbe egy vékonyfalú L hosszúságú, S_2 keresztmetszetű és m_1 tömegű kémcsövet merítettek. A kémcsőbe egy S_2 keresztmetszetű vékony műanyagfóliába csomagolt ólomhengert helyeztek, így a kémcső függőleges helyzetben úszott a vízben.



D–3 ábra

a) Határozzák meg, mekkora y_1 távolságban volt a nehezékkel megterhelt kémcső súlypontja a kémcső aljától!

b) Határozzák meg az ólomhenger $h_{\min}$ legkisebb magasságát, amelynél az üres (cukrot nem tartalmazó) kémcső függőlegesen úszott a vízben!

A tanulók, a tömeg meghatározásához, milliméteres beosztású skálát ragasztottak a vizes henger falára, a skála segítségével figyelték meg a víz szintjének változását a hengerben. Miután az ólomnehezékkel ellátott üres kémcsövet a vízbe helyezték, feltöltötték a hengert annyi vízzel, hogy a szabad vízfelület a skála 0 jelzésével legyen egy szinten. Ekkor a kémcsőbe cukrot kezdtek szórni, a víz szintje a hengerben pedig emelkedni kezdett.

c) Határozzák meg mekkora x értékkel emelkedett meg a víz szintje a hengerben, ha a kémcsőbe szórt cukor tömege m_2 volt!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $L = 15\ \text{cm}, m_1 = 4{,}5\ \text{g}$, $S_1 = 3{,}1\ \text{cm}^2, S_2 = 1{,}0\ \text{cm}^2$, a víz sűrűsége $\rho_1 = 1{,}0\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$, az ólom sűrűsége $\rho_2 = 11{,}3\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}, m_2 = 10\ \text{g}$! A kémcső falának vastagsága elhanyagolhatóan kicsi, és a kémcső nem ér a henger aljához. A teljesen üres kémcső súlypontja a kémcső hosszának felén van.

4. A test sűrűségének mérése – *kísérleti feladat*

Egy test sűrűségét különböző eljárásokkal határozhatjuk meg. Ha a test szabályos alakú, és meg tudjuk határozni a térfogatát a méreteiből, elegendő egy megfelelő hosszmérő a méretek meghatározásához, valamint egy mérleg a test tömegének meghatározásához.

a) Határozzák meg egy alumínium-, réz- illetve acéldrót sűrűségét! A méréshez l (közelítőleg 0,5 m) hosszúságú és d (közelítőleg 1 – 2 mm) átmérőjű drótot használjanak – a méreteket más, megfelelő módon is meg lehet választani. Javasoljanak olyan mérési eljárást, amely segítségével a drótok l hosszát, d átmérőjét és m tömegét a lehető legpontosabban meg tudják mérni, majd végezzék el a méréseket!

b) Szabálytalan alakú testek térfogatát meg tudjuk határozni, ha mérőhengerben levő folyadékba merítjük a testet, és meghatározzuk az általa kiszorított folyadék térfogatát. A méréshez ugyanolyan drótokat használjanak, mint az a) részben! Tekerjék össze külön-külön a drótokat (csévéljék fel), és megfelelő mérőhengert használva külön-külön mérjék meg a drótok V térfogatát! Határozzák meg a megmért térfogatok és tömegek értékéből az egyes drótok sűrűségét!

c) A sűrűséget két súlymérésből is meg tudjuk határozni. A b) feladatban összetekert drótokat használják! A méréshez kétkarú laboratóriumi mérleget használjanak! A drótot vékony fonál segítségével akasszák fel a mérleg serpenyőének felfüggesztésére úgy, hogy a drótgombolyag nagyjából 5 cm-vel a serpenyő felett legyen. Mérjék meg a drótgombolyag m tömegét! Készítsenek egy tartóhidat, amely egy vízzel teli főzőpoharat fog tartani a mérleg serpenyője felett úgy, hogy a drótgombolyag elmerüljön a főzőpohárban levő vízben (a főzőpohár ne érintkezzen a serpenyővel)! Mérjék meg a drótgombolyag tömegét, miközben a víz felhajtó ereje hat rá (a drótgombolyag m' látszólagos tömegét mérik)! Határozzák meg a drótok sűrűségét a mért m és m' tömegekből, valamint a víz sűrűségének ismert értékéből! *Megjegyzés: ezt a mérést erőmérővel is el lehet végezni. Ekkor először a levegőn mérünk, majd megismételjük a mérést, miközben a drótgombolyagot vízbe merítjük.*

d) Amennyiben digitális serpenyős mérlegünk van, és a testet nem lehet a mérleg serpenyőjének a felfüggesztésére akasztani, egy másik módszert használhatunk. Szükség lesz agy henger alakú egyenes nyílású edényre. Ha az edényt színültig töltik vízzel, majd lefedik egy üveglappal (ez a legmegfelelőbb), az edényben pontosan megadott mennyiségű víz lesz (a vízben nem szabad, hogy buborékok legyenek). Helyezzék a vízzel teli edényt a mérlegre és mérjék meg a vízzel teli edény m_1 tömegét! Helyezzék a drótgombolyagot a vízzel teli edénybe, majd újból fedjék le az üveglappal (vigyázva, hogy most se legyenek buborékok a vízben) – az edény faláról szárítsák le a vízcseppeket itatóssal! Mérjék meg vizet és drótgombolyagot tartalmazó edény m_2 tömegét! A második mérés előtt mérjék meg a száraz drótgombolyag m tömegét is! Határozzák meg a mért m, m_1, m_2 tömegekből, valamint a víz sűrűségének ismert értékéből a drótok sűrűségét!

Írják jól áttekinthető közös táblázatba az összes mérési eredményt! Hasonlítsák össze az eltérő mérési eljárásokkal kapott eredményeket: pl. a V térfogat méretből meghatározott értékeket a mérőhenger vagy mérleggel maghatározott értékekkel! Hasonlítsák össze a sűrűségek különböző eljárásokkal meghatározott értékeit és vessék össze a táblázati értékekkel! Értékeljék ki a mérési módszerek pontosságát!

Minden mérést többször ismételjenek meg, és a mért értékekből határozzák meg az átlagértékeket!

Tegyenek javaslatot, hogy melyik módszert ajánlanák egy nagyjából 5 cm-es kő sűrűségének megméréséhez! Mérjék meg több, a természetben gyakran előforduló ásvány (kvarc, gránit, mészkő, homokkő) sűrűségét az ajánlott módszerrel!

A mérésekhez jó szórakozást kívánunk! :-)

5. A sprint

A 2009-es atlétikai világbajnokságon Berlinben, a jamaikai Bolt Usain $t_0 = 9{,}58$ s-os világcsúcsot állított fel a 100 méteres (s_0) síkfutásban. Az 50 méteres (s_1) részideje $t_1 = 5{,}49$ s, a 60 méteres (s_2) részideje pedig $t_2 = 6{,}31$ s volt. Bolt Usain az 50 méteres és 60 méteres táv közötti szakaszon már állandó sebességgel futott.

A futás alatt különböző tényezők játszanak szerepet, mint a tempó felvevése, oxigénfogyasztás, stb., ezek mind befolyásolják a futó sebességét. Tételezzük fel, az egyszerűség kedvéért, hogy a futó a start pillanatától egyenletesen gyorsult, amíg elérte a maximális v_m sebességét, és ezzel a sebességgel futott egészen a célig!

Megjegyzés.: Bolt Usain világcsúcsot beállító futása bonyolultabb volt – az általunk felvázolt leegyszerűsített modell azonban jó lehetőséget nyújt a sportoló teljesítménye paramétereinek leírásához.

a) Határozzák meg a futó teljes távra számított v_0 átlagsebességét!

b) Határozzák meg a futó v_m maximális sebességét!

c) Határozzák meg a pálya s_3 hosszát, amelyen a futó egyenletesen gyorsul!

d) Szerkesszék meg a megtett s pálya hosszát az idő függvényeként ($s = f(t)$)!

e) A 4×100 m-es váltóban Bolt a saját szakaszát $t_4 = 8{,}65$ s alatt tette meg. Hasonlítsák össze a t_4 és t_0 időket, és a különbséget magyarázzák meg!

f) Milyen idővel (t_5^*) futotta volna meg Bolt az $s_5 = 200$ m-es távot, ha a teljesítménye ugyanakkora lett volna, mint a t_0 világcsúcsot beállító futásakor? Bolt a 200 méteres távot valójában $t_5 = 19{,}19$ s-os csúcsidővel futotta meg. Hasonlítsák össze a t_5^* és t_5 időket, a különbséget magyarázzák meg!

6. A golyó úszása

Egy R_g sugarú fagömb belsejében R_o sugarú űreg van, amelyet ρ_o sűrűségű ólomgömb tölt ki. A gömbhéj fa anyaga homogén.

Egy függőleges állásban levő henger alakú $R_\mathrm{v} > R_\mathrm{g}$ belső sugarú edényben némi víz van (a víz sűrűsége ρ_v). A golyót az edénybe helyezzük, és úszni fog – nem ér az edény aljához. A golyó vízbe helyezésével a víz szintje az edényben h-val megemelkedett.

a) Készítsenek szemléltető ábrát!

b) Határozzák meg az ólommagú fagolyó tömegét!

c) A golyó térfogatának mekkora része lesz víz alatt? Az eredményt fejezzék ki százalékban!

d) Határozzák meg fa ρ_d átlagsűrűségét, amelyből a golyó készült!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $R_\mathrm{g} = 50$ mm, $R_\mathrm{v} = 70$ mm, $R_\mathrm{o} = 15$ mm, $\rho_\mathrm{v} = 1{,}0 \times 10^3$ kg m^{-3}, $\rho_\mathrm{o} = 11{,}3 \times 10^3$ kg m^{-3}, $h = 30$ mm.

7. A felvonó

Egy toronyház felvonója kabinjának tömege $m_0 = 423$ kg, és acél huzalra van felfüggesztve. A huzalt egy $r = 40$ cm sugarú keréken (csiga) vezetik az $m_\mathrm{z} = 580$ kg ellensúlyhoz, amely a huzal másik végére van erősítve. A felvonót egy indukciós motor hajtja meg. Egy $m_\mathrm{p} = 40$ kg tömegű fiú a felvonóban kísérletezett, ehhez személymérleget és stopperórát használt. Ráállt a mérlegre, majd elindította a felvonót felfelé. A felvonó indulásakor a mérleg $m_\mathrm{p1} = 48$ kg értéket, megállásakor $m_\mathrm{p2} = 34$ kg értéket mutatott. A kezdeti egyenletes gyorsulás után a felvonó a második és negyedik emelet közti távolságot (két emelet) állandó sebességgel, $t_1 = 5{,}2$ s alatt tette meg. Egy emeletnyi magasság $\Delta h = 2{,}6$ m.

a) Magyarázzák meg, hogy miért térnek el egymástól a mérlegen mért értékek – a fiú látszólagos tömegei (a felvonó indulása és megállása alatt mért értékek)! Magyarázatukhoz készítsenek szemléltető ábrákat!

b) Határozzák meg, mennyi idő alatt teszi meg a felvonó a távot az első és az ötödik emelet között! Határozzák meg a h_1 magasságkülönbséget, amelyen a felvonó gyorsul, és a h_2 magasságkülönbséget, amelyen a felvonó lassít (mielőtt megáll)!

c) Határozzák meg mekkora M_0 erőnyomatékkal hat a motor a kabin gyorsulása alatt (a fiú a kabinban van), és mekkora M_n erőnyomatékkal hat, amikor a kabin egyenletesen halad!

d) Határozzák meg a motor P_n1 teljesítményét, amikor a kabin egyenletesen halad felfelé, valamint a P_n2 teljesítményét, amikor a kabin egyenletesen halad lefelé – ugyanakkora teherrel és sebességgel, mint az előző feladatrészekben!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre, $g = 10$ m s^{-2}. Az acélhuzal tömege elhanyagolhatóan kicsi.

59. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy domáceho kola kategórie D*

Autori návrhov úloh:	Ľubomír Konrád 1, 2, 5, 7, Ivo Čáp 3, 4, 6
Spracovanie návrhov úloh a riešení:	Ivo Čáp, Ľubomír Konrád
Recenzia a úprava úloh a riešení:	Daniel Kluvanec, Ľubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018