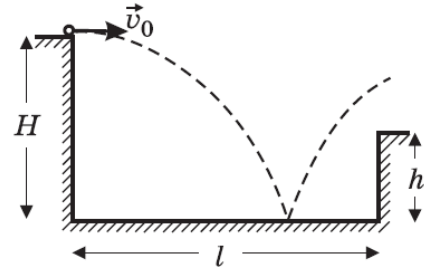


59. ročník Fyzikálnej olympiády  
v školskom roku 2017/2018  
Kategória D – domáce kolo  
Text úloh

**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 hajtja 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!

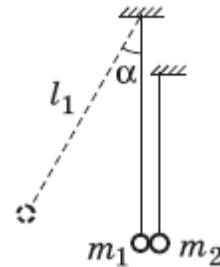
A labdára ható légellenállás elhanyagolhatóan kicsi.

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre:  $H = 90$  cm,  $h = 50$  cm,  $l = 6,0$  m,  $g = 9,8$  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 fonáljának hossza  $l_1$ , a jobb golyó fonáljának hossza pedig  $l_2$ . A két golyó tömegének aránya  $n = m_2/m_1$ . A bal golyót kitérítjük, hogy a megfeszített fonál a függőlegessel  $\alpha_0 \leq 90^\circ$  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  $\alpha_1$  ill.  $\alpha_2$ . Határozzák meg ezeket szögeket, valamint a golyók sebességét közvetlenül az ütközés után!

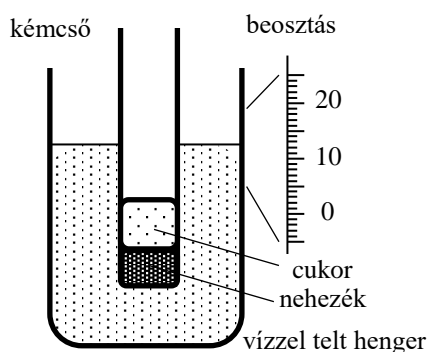
- c) Mekkora  $\alpha_0 = \alpha_{0m}$  értéknél fog a jobboldali golyót tartó fonál (a maximális kitérésénél) vízszintes helyzetbe kerülni?

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

A fonalokról 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

- Határozzák meg, mekkora  $y_1$  távolságban volt a nehezzel megterhelt kémcső súlypontja a kémcső aljától!
- 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 ólomnehezzel 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.

- 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:  $L = 15$  cm,  $m_1 = 4,5$  g,  $S_1 = 3,1$  cm<sup>2</sup>,  $S_2 = 1,0$  cm<sup>2</sup>, a víz sűrűsége  $\rho_1 = 1,0$  g · cm<sup>-3</sup>, az ólom sűrűsége  $\rho_2 = 11,3$  g · cm<sup>-3</sup>,  $m_2 = 10$  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 hossz mérő a méretek meghatározásához, valamint egy mérleg a test tömegének meghatározásához.

- 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!
- 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!
- 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 egy 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 meghatározott értékekkel! Hasonlítsák össze a sűrűségek különböző eljárásokkal meghatározott értékeit és vessék össze a táblázati értékekkel! Értékeljék ki a mérési módszerek pontosságát!

Minden mérést többször ismétljenek 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! :-)

---

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

Autori návrhov úloh:

Spracovanie návrhov úloh a riešení:

Recenzia a úprava úloh a riešení:

Preklad textu do maďarského jazyka:

Redakcia:

Vydal:

Lubomír Konrád 1, 2, Ivo Čáp 3, 4

Ivo Čáp, Lubomír Konrád

Daniel Klivanec, Lubomír Mucha

Aba Teleki

Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2017