55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014

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

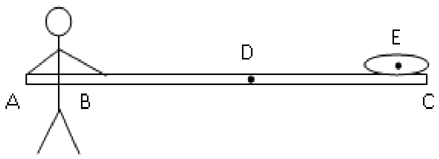
1. A trolibusz

Az egyenes és vízszintes utca A megállójából egy trolibusz indul állandó $a_1 = 0{,}75\ \mathrm{m/s^2}$ nagyságú gyorsulással. A $v_1 = 45\ \mathrm{km/h}$ sebesség elérése után ezzel a sebességgel halad $t_2 = 1\ \mathrm{min}\ 10\ \mathrm{s}$ időtartamig. Ezután állandó gyorsulással lassítani kezd, és $d_3 = 120\ \mathrm{m}$ megtétele után pontosan a B megállóban áll meg.

a) Készítsen vázlatot a trolibusz útjáról, feltüntetve benne a szükséges mennyiségeket!
b) Határozza meg mekkora t_1 időtartamig gyorsított, és mekkora t_3 időtartamig lassított a trolibusz!
c) Szerkessze meg a trolibusz v sebességének grafikonját a t idő függvényében!
d) Határozza meg az A és B megállók közti d távolságot!
e) Határozza meg a trolibusz haladásának v_s átlagos sebességét a leírt útszakaszon!

2. A pék

A pék hosszú bevetőlapátot használ a kenyér kemencébe vetéséhez. Az $m_1 = 0{,}80\ \mathrm{kg}$ tömegű kenyeret a bevetőlapát kiszélesített végére helyezi – a kenyér E súlypontja a bevetőlapát C végétől $d_2 = 20\ \mathrm{cm}$-re van. A pék közelítőleg vízszintesen tartja a bevetőlapátot, hogy meg bírja tartani, ahogy azt a D2–1 ábra mutatja. A jobb kezével az A pontban, bal kezével pedig a B pontban tartja a bevetőlapát nyelét. A bevetőlapát teljes hossza $d_0 = \mathrm{AC} = 2{,}2\ \mathrm{m}$, tömege pedig $m_0 = 1{,}5\ \mathrm{kg}$. Magának a bevetőlapátnak a D súlypontja $d_1 = 1{,}4\ \mathrm{m}$ távolságban van az A ponttól.



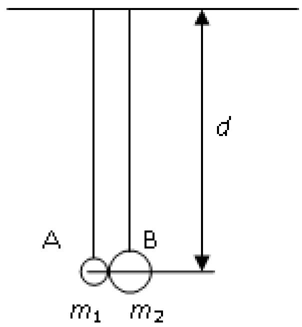
D2–1 ábra

a) Készítsen ábrát, és tüntesse fel benne a bevetőlapátra ható összes erőt! Indokolja meg az erők irányát!
b) Határozza meg az $\boldsymbol{F}_A$ és $\boldsymbol{F}_B$ erők nagyságát, amelyekkel a pék hat a bevetőlapátra, ha z A és B pont közti távolság $d_3 = 60\ \mathrm{cm}$! Tételezze fel, hogy mindkét erő merőlegesen hat a bevetőlapát nyelére!
c) A pék azon gondolkodott, hogyan könnyíthetné meg a bevetőlapát használatát. Az az ötlete támadt, hogy a bevetőlapát A végére $m_2 = 2{,}0\ \mathrm{kg}$ tömegű nehezéket erősít. Határozza meg az $\boldsymbol{F}'_A$ és $\boldsymbol{F}'_B$ erők irányát, amelyekkel ekkor hat a pék a lapátra!
d) Döntse el, melyik módszer megerőltetőbb a péknek! A válaszát indokolja meg a b) és c) pontok eredményei alapján!

A nehézségi gyorsulás $g = 9{,}8\mathrm{m/s^2}$.

3. A golyók ütközése

A tökéletesen rugalmas A és B golyók tömege $m_1 = 50$ g és $m_2 = 150$ g. Vékony erős zsinegen vannak felfüggesztve, a zsinegek függőlegesen lógnak, a két golyó pedig egymással érintkezik – súlypontjuk egyazon vízszintes síkban van, amely távolsága a felfüggesztési ponton áthaladó vízszintes síktól $d = 60$ cm (D2–2 ábra). A legkisebb feszítő erő nagysága, amelynél a zsineg elszakad (a zsineg szakító szilárdsága) $F_p = 2{,}0$ N.



D–2 ábra

Az A golyót (a zsineget feszesen tartva), $\alpha \ll 90°$ -os szöggel kitérítjük a függőleges helyzetéből, majd elengedjük. Az A golyó, az egyensúlyi helyzetébe érkezve, centrálisan ütközik a B golyóval.

a) Vezesse le az A golyó v_{10} sebességét, amelyet a B golyóval történő ütközés előtti pillanatban ér el, mint az α kitérítési szög függvényét!.

b) Határozza meg az α szög $\alpha_1 \leq 90°$ határértékét, amelynél az A golyó eléri a legalacsonyabban fekvő pontját, és a zsineg még nem szakad el!

c) Vezesse le az A és B golyók közvetlenül az ütközés utáni v_1 és v_2 sebességét, mint az α szög függvényét!

d) Határozza meg az α szög α_2 határértékét, amelynél a B golyót tartó zsineg, közvetlenül az A golyóval történt ütközés után, nem szakad el!

A golyók ütközéséről tételezze fel hogy tökéletesen rugalmas! A nehézségi gyorsulás $g = 9{,}8 \mathrm{m/s^2}$.

4. Egy kicsi edény elmerítése

Egy kicsi henger alakú üvegedény tömege $m = 100$ g, külső átmérője $d = 46{,}0$ mm, magassága $H = 90{,}0$ mm, belső űrtartalma pedig $V_0 = 110$ ml. Az edényt a tó vizébe merítjük, hagyjuk megtelni vízzel, majd a víz felszíne alatt megfordítjuk, hogy aljával felfelé legyen – az alját a víz felszínével hozzuk egy szintre.

a) Határozza meg, mekkora F_1 nagyságú erővel kell az edényre hatnunk, hogy az alja egy szinten maradjon a víz felszínével (az edény vízzel van tele)!

Az elmerített edényt levegővel töltjük fel, miközben az alját a víz felszínével egy szinten tartjuk.

b) Határozza meg, az edény magasságának hányad része (x) emelkedik ki a vízből, ha a belsejét levegővel töltöttük fel, és szabadon úszik a vízen, miközben a geometriai tengelye függőleges helyzetben marad!

c) Határozza meg, mekkora F_2 nagyságú erővel kell hatnunk a levegővel teli edényre, hogy az alja egy szinten maradjon a víz felszínével!

Amikor az edényt mélyebbre nyomjuk a vízbe, az edénybe szorult levegő térfogata csökken a víz növekvő nyomása következtében. A levegő V térfogata p nyomásnál $V = p_0 V_0 / p$, ahol p_0 a levegő nyomása akkor, amikor az edény alja a tó vizének felszínével volt egy szinten.

d) Határozza meg, mekkora a legkisebb h mélység, amelybe az edény alját le kell lenyomni a tó vizének felszíne alá, hogy az edényt elengedve az ne ússzon fel a víz felszínére!

Tételezze fel, hogy a b) és c) részekben a levegő nyomása az edényben egyforma, $p_0 = 100$ kPa. A víz sűrűsége $\rho_v = 1\,000 \mathrm{kg/m^3}$, az üveg sűrűsége $\rho_s = 2\,500 \mathrm{kg/m^3}$, a levegő sűrűsége a víz felszínén $\rho_0 = 1{,}25 \mathrm{kg/m^3}$, és a nehézségi gyorsulás $g = 9{,}81 \mathrm{m/s^2}$.

55. ročník Fyzikálnej olympiády – ***Úlohy krajského kola kategórie D***

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