58. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2016/2017

Kategória D – domáce kolo
Text úloh v maďarskom jazyku

Ajánljuk, hogy tanulmányozzák át a Čáp I., Konrád Ľ.: Fyzika v zaujímavých riešených úlohách gyűjteményben található hasonló feladatokat!

1. Ugrás a hóba

Vizsgáljuk meg három gépkocsi (A,B,C) találkozását egy egyenes vízszintes útszakaszon. A $d_\mathrm{A} = 4{,}5\ \mathrm{m}$ hosszúságú A gépkocsi $v_1 = 90\ \mathrm{km/h}$ sebességgel egyenletesen haladt, és utolérte a lassabb, $v_2 = 80\ \mathrm{km/h}$ sebességgel egyenletesen haladó $d_\mathrm{B} = 4{,}0\ \mathrm{m}$ hosszúságú B gépkocsit. Amikor az A gépkocsi eleje $d_1 = 20\ \mathrm{m}$ távolságra volt a B gépkocsi hátuljától, elkezdte előzni a B gépkocsit annak ellenére, hogy $L_1 = 1\ 000\ \mathrm{m}$ távolságban a C gépkocsi haladt az ellenkező irányban állandó $v_3 = 90\ \mathrm{km/h}$ sebességgel – az L_1 távolság az A és C gépkocsi eleje közti távolság. Az előzést akkor tartjuk biztonságosnak, ha a befejezése után az A gépkocsi hátulja és a B gépkocsi eleje közti távolság legalább $d_2 = 15\ \mathrm{m}$, valamint az A gépkocsi eleje és a C gépkocsi eleje közti távolság legalább $d_3 = 50\ \mathrm{m}$.

a) Képes biztonságosan megelőzni az A gépkocsi a B gépkocsit az adott feltételek mellett? Készítsetek vázlatot, ábrázolva benne a gépkocsik helyzetét az előzés megkezdése és befejezése pillanatában!

Az A gépkocsi vezetője rosszul mérte fel a helyzetet, a szemből érkező gépkocsi távolsága valójában $L_2 = 700\ \mathrm{m}$ volt. Amikor az A gépkocsi eleje egy vonalba került a B gépkocsi elejével, az A gépkocsi vezetője aggódni kezdett, hogy ütközik a szemben haladó C gépkocsival.

b) Fékezni kezdett $a_1 = 4{,}0\ \mathrm{m/s^2}$ gyorsulással. Sikerült visszasorolnia közvetlenül a B gépkocsi mögé?

c) Kihasználta a motor erejét, és $a_2 = 1{,}5\ \mathrm{m/s^2}$ gyorsulással gyorsítani kezdett. Sikerült ebben az esetben biztonságosan besorolnia a B gépkocsi elé? Mekkora volt az előzéskor elért maximális v_m sebessége?

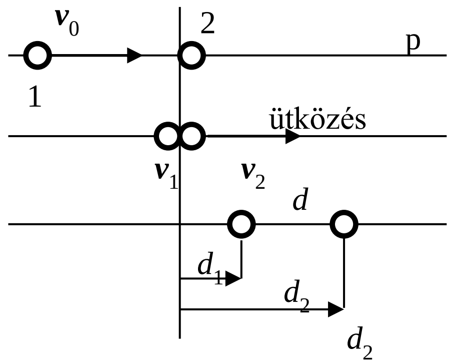
Minden sebességet és gyorsulást az út vonatkozási rendszerére adtunk meg.

2. Érmés kísérletek

A testek ütközését gyakran mutatják be asztalon, pénzérmék segítségével. A következő érmekészlet áll a rendelkezésünkre:

2 € (8,50 g); 1 € (7,50 g); 50 c (7,80 g); 20 c (5,74 g);
10 c (4,10 g); 5 c (3,92 g); 2 c (3,06 g); 1 c (2,30 g).

Az érmék centrális (egyenes) ütköztetését egy sima felületű asztalon végezzük el (lásd a D–1 ábrát).



D–1 ábra

Az első, m_1 tömegű érmét, egy lökéssel mozgásba hozzuk a második, m_2 tömegű érme irányában. Az első érme középpontja a p egyenes mentén mozog, amely áthalad a második érme középpontján. Az ütközést közvetlenül megelőző pillanatban az első érme sebessége $\boldsymbol{v}_0$. Az ütközés után a két érme a p egyenes mentén d_1 és d_2 hosszúságú utat tesznek meg.

Tételezzék fel, hogy az érmék ütközése tökéletesen rugalmas, valamint, hogy az érmék és az asztalfelület anyaga közti súrlódási tényező f!

a) Sorolják fel az ütközés vizsgálatához szükséges fizikai törvényeket! Vezessék le az érmék, közvetlenül az ütközés utáni $\boldsymbol{v}_1$ és $\boldsymbol{v}_2$ sebességét!

b) Vezessék le a két érme megállása közt eltelt Δt időt, valamint az érmék közti a d távolságot (miután megálltak)!

c) Határozzák meg $v_1, v_2, \Delta t$ és d értékeit különböző érmékre (legalább egy-egy példával az $m_1 < m_2, m_1 = m_2$ és $m_1 > m_2$ esetekre), ha $v_0 = 50\ \mathrm{cm/s}$, $f = 0{,}040$ és $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$!

d) Szerkesszék meg a d távolság grafikonját az $x = m_1/m_2$ arány függvényében! Határozzák meg a grafikonból d legnagyobb és legkisebb értékét, valamint a nekik megfelelő x értékeket!

e) Határozzák meg mekkora m_1/m_2 tömegaránynál lesz $\Delta t = 0$ (az érmék egyszerre állnak meg)! Mekkora ekkor v_1, v_2 és d értéke? Megvalósítható ez a tömegarány a megadott euró-érmékkel?

Tételezzék fel, hogy az érmék átmérője lényegesen kisebbek, mint a d_1 és d_2, úthosszak, valamint a d távolság, ezért az érmék közti távolság meghatározásakor az érmék mérete elhanyagolható!

Megjegyzés: próbálják ki a kísérletet!

3. Segély a levegőből

Messze a tengeren rekedt egy meghibásodott hajó. Egy mentő repülőgépet küldtek a hajóhoz, hogy a meghibásodott motor javításához szükséges eszközöket ledobják egy tartályban. A repülő aljához erősített tartályt vízszintesen repülve oldották ki.

Amikor a hajó legénysége meglátta a tartályt, a tartály távolságmérővel mért közvetlen távolsága l volt, és a helyzete a vízszintes vízfelülettel φ szöget zárt be. A tartály észlelése, és a hajó közvetlen közelében való vizet érése közt eltelt idő t_0 volt.

a) Készítsenek vázlatot, amely ábrázolja a repülőt, a hajót és a zuhanó tartályt!

b) Írják le azokat az összefüggéseket, amelyek a tartály mozgását írják le az álló hajó vonatkozási rendszerében!

c) Határozzák meg a repülő v_1 sebességét, valamint h_1 repülési magasságát!

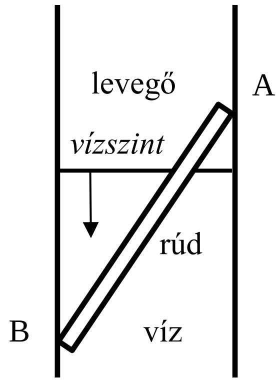
d) Határozzák meg, mekkora volt a tartály v_0 sebessége közvetlenül a vízbe csapódása előtt!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $l = 500\ \mathrm{m}$, $\varphi = 40°$, $t_0 = 6{,}8\ \mathrm{s}$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$!

A tartályra ható légellenállásról tételezzék fel, hogy elhanyagolhatóan kicsi!

4. Farúd a csőben

Árvíz után víz maradt egy R belső sugarú függőleges lefolyócsőben, amelybe egy L hosszúságú homogén farúd esett. A rúd ferdén állt a csőben – a két vége nekitámaszkodott a cső falához (lásd a D–2 ábrát). A víz lassan, egyenletesen elfolyt a lefolyócsőből, és így a víz szintje a csőben csökkent. A vízzel együtt egyenletesen mozgott a rúd is lefelé.



D–2 ábra

a) Készítsenek rajzot a farúdról a csőben, bejelölve rajta az összes rúdra ható erőt! Határozzák meg tömören az egyes erőket!

b) Írják le azokat az egyenleteket, amelyek megadják a rúd egyensúlyi állapotát, miközben egyenletes mozgással halad lefelé!

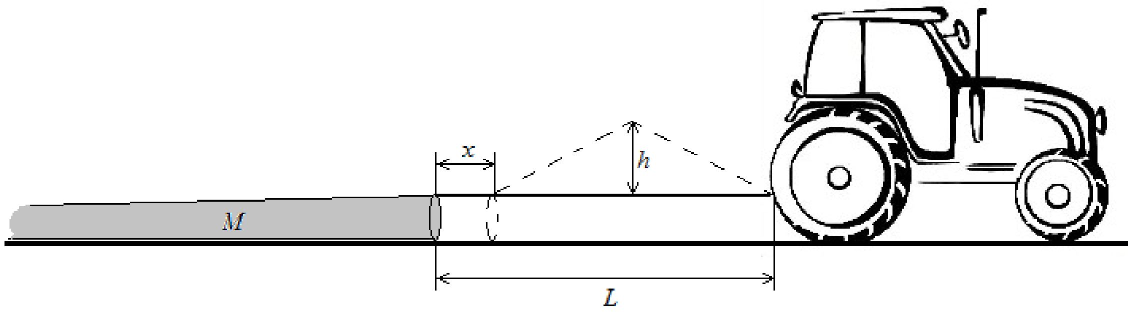
c) Határozzák meg a rúd vízbe merült x hosszának és L teljes hosszának x/L arányát, miközben csúszik lefelé a csőben!

d) Mekkora lenne az x/L arány, ha a cső annyira vékony lenne, hogy a rúd szinte függőleges helyzetben lenne? Magyarázzák meg a c) és d) részfeladat eredményei közti eltérés okát!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: a rúd és a cső anyaga közt fellépő súrlódási tényező $f = 0{,}35$, $R = 30$ cm, $L = 90$ cm, a farúd anyagának és a víz sűrűségének aránya $\rho/\rho_{\mathrm{v}} = 0{,}47$.

5. a farönk vontatása

A favágók traktorral vontattak egy M tömegű farönköt az erdőből, egy L hosszúságú láncon, amelyet a rönkhöz erősítettek. A traktorista megállt a vízszintes raktéren, ahol a többi rönköt tárolták. Fékkel biztosította a traktort és kikapcsolta a motort. A lánc megfeszülve maradt, és nem lehetett leakasztani a traktor vontatókampójáról. Ekkor az egyik favágó megragadta középen a láncot, és függőlegesen felfelé kezdte húzni (lásd a D–3 ábrát). Ezzel a művelettel sikerült közelebb húznia a rönköt a traktorhoz, meglazítva a láncot, így leakaszthatta a traktor vontatókampójáról. A favágó legfeljebb egy m tömegű terhet tud megemelni (maximális teher).



D–3 ábra

a) Készítsenek rajzot, ábrázolva a helyzetet, és rajzolják bele a láncra és a farönkre ható erőket! Írják le az egyes erőket!

b) Fejezzék ki a farönkre ható $\boldsymbol{F}$ erő F_T vízszintes komponensét, amellyel a lánc hat a farönkre a lánc emelése közben, valamint a favágó által kifejtett F_R erőt, mint h függvényét – itt h az a magasság, amennyivel a favágó megemelte a lánc közepét! Szerkesszék meg az F_T és F_R erők grafikonját a h magasság függvényeként!

c) Határozzák meg a h_m magasságot, valamint a farönk x_m maximális elmozdulását, amelyet a favágó képes a lánc közepének lassú emelésével elérni! Képes a láncot kiszabadítani, ha ehhez a farönköt $x_\mathrm{min} = 4{,}5$ cm-vel kell odébb húzni?

d) Határozzák meg mekkora W munkát végzett a favágó a farönk x_m távolságú elmozdításával.

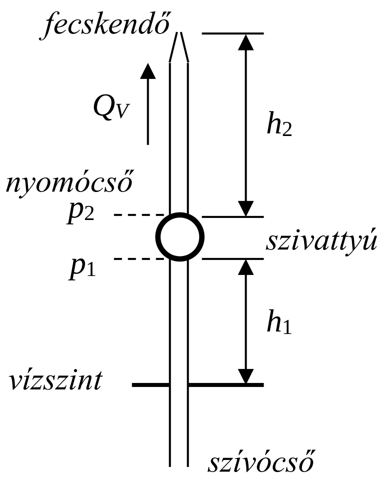
A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $L = 3{,}0$ m, $m = 70$ kg, $M = 500$ kg, a fa és a föld között fellépő súrlódási tényező $f = 0{,}40$, a nehézségi gyorsulás $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

A lánc megnyúlását és tömegét ne vegyék figyelembe (elhanyagolhatóan kicsik)!

6. Az önfelszívó szivattyú

A szivattyúk mechanikai gépek, amelyek célirányosan transzportálnak (helyeznek át) folyadékokat egyik helyről a másikra. Meghajtásukhoz elektromos vagy robbanómotorokat használnak, néha pedig emberek vagy állatok fizikai erejét. A szivattyúknak különböző műszaki kivitelezése létezik, és sajátos küldetése is lehet, pl. víz, zagy, kőolaj szivattyúzása. Az önfelszívó szivattyúk teljesen, vagy csak a szívó részükkel merülnek a folyadékba, amelyet a kimeneti csővezetékbe nyomnak (fémcsőbe vagy műanyag slagba). A szivattyút a szivattyúzott folyadék felszíne fölé helyezik (pl. kútba), vagy annak közelébe. A szivattyú szívónyílásához csatlakozik a *szívócső*, és a kimeneti (nyomó-) nyílásához a *nyomócső*. A szívó- és nyomócső is szeleppel van ellátva, hogy a folyadék ne áramoljon visszafelé. A szivattyú alapjellemzői a maximális *szívómélység*, maximális *nyomómagasság*, maximális *térfogatáram* ($\mathrm{m^3/s}$ egységben), a szívócső belső átmérője és a nyomócső belső átmérője.

A vízszivattyúzást fogjuk vizsgálni a D–4 ábrán vázolt önfelszívó szivattyú esetében. A szivattyú úgy van megszerkesztve, hogy a szivattyú szívónyílásában képes $p_1 < p_\mathrm{a}$ üzemi nyomást fenntartani – itt $p_\mathrm{a} \approx 101$ kPa a külső légköri nyomás.



D–4 ábra

a) Mekkora a h_1 szívómagasság h_t maximális értéke, amelyet szokásos körülmények közepette nem lehet önfelszívó szivattyúval túllépni? Indokolják meg!

b) A szivattyú, a szívónyílásán, $p_1 = 30$ kPa üzemi nyomáson képes tartani a folyadékot. Határozzák meg mekkora $h_{1\max}$ mélységből képes a szivattyú, az adott feltételek mellett, felszívni a vizet a szivattyú szívónyílásáig! Írják le és magyarázzák meg az önfelszívó szivattyú működését a következő esetekben:
b1) $h_1 > h_{1\max}$,
b2) $h_1 < h_{1\max}$,
ahol a szivattyú szívónyílása a víz szintje felett van – a szintkülönbség h_1.

c) Melyik eset következik be a b1) és b2) lehetőségek közül, ha $p_1 = 30$ kPa, $p_\mathrm{a} = 101$ kPa és $h_1 = 6{,}0$ m? Írják le a szivattyú működését ebben az esetben! Határozzák meg a víz v_1 áramlási sebességét és a Q_1 térfogatáramot a $d_1 = 25$ mm belső átmérőjű szívócsőben!

d) A $d_2 = 25$ mm belső átmérőjű nyomócső $d_3 = 15$ mm kimeneti átmérőjű szórófejben végződik. Határozzák meg a víz p_2 nyomását a szivattyú nyomónyílásán, ha a térfogatáram a c) részfeladat Q_1 térfogatáramával egyenlő. A fecskendő kimeneti nyílása a szivattyú nyomónyílása felett van – a szintkülönbség $h_2 = 1{,}5$ m.

e) Határozzák meg a szivattyú P teljesítményét!

A víz súrlódása a csőben és a szivattyúban elhanyagolhatóan kicsi, $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$.
Megjegyzés: A rotációs önfelszívó szivattyú animált működési elvét láthatják a következő honlapon: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cerpadlo

7. Golyó a ferde síkon– kísérleti feladat

Az egyenletesen gyorsuló mozgás vizsgálatához használjanak egy sima felületű, nagyjából 1 m hosszú deszkát és 1-2 cm átmérőjű golyót (acél-, üveg- vagy műanyaggolyót – fontos hogy gömb alakja legyen)! A golyót hagyják legurulni a ferdén beállított felületen! Mérjék meg a ferde felület α dőlésszögét, a golyó által megtett út s hosszát és, hogy mennyi ideig (t) mozgott a golyó!

Elméleti elgondolásokból következik, hogy az α dőlésszögű ferde síkon a homogén golyó haladó mozgásának gyorsulását a következő összefüggés adja meg

$$a = \frac{5}{7} g \sin \alpha \,. \qquad (1)$$

1. feladat – a golyó mozgása a deszka teljes hosszában

A deszka dőlésszögét állítsák be közelítőleg 10°-ra! Mérjék meg a deszka L hosszát, és mennyivel van magasabban a felső vége az alsó végétől, majd ezekből az adatokból határozzák meg a deszka pontos dőlésszögét (α)! A golyót helyezzék a deszka felső végére, és hagyják legurulni a deszka alsó végéig! Mérjék meg mennyi idő alatt (t) tette meg a golyó az L hosszúságú utat! A mérést ismételjék meg 10-szer! A mérési eredményeket írják táblázatba, és számítsák ki minden méréshez az a gyorsulást – az eredményt írják szintén a táblázatba! Határozzák meg a kiszámított értékek középértékét, valamint várható eltérését (kvadratikus középhibáját)! Az eredményt hasonlítsák össze az (1) összefüggésből kapott értékkel!

Ismételjék meg a mérést nagyobb α dőlésszöggel (közelítőleg 20°)!

2. feladat – a kinematikus mennyiségek közti összefüggés

Állítsák be a deszka dőlésszögét közelítőleg 5°-ra, majd a dőlésszöget mérjék meg pontosan! Egyre lejjebb helyezve a golyót a deszkán, rövidítsék a deszka alsó végéig megtett út s hosszát! Minden s úthosszra végezzenek el 5 mérést, mérve az úthossz megtételéhez szükséges t időt! A mért értékeket írják táblázatba! Határozzák meg a t idő középértékét és az a gyorsulást! A mérést ismételjék meg 10 különböző úthosszra! A táblázatba írják be az út s hosszát, a t idő átlagértékét és a kiszámított a gyorsulást! Miért nem számítunk középértéket az így kapott eredményekből? (Határozzák meg az egyes úthosszakra kapott gyorsulás pontosságát – mely értékek pontosabbak, és mely értékek kevésbé pontosak?)

Egészítsék ki a táblázatot a golyó v kiszámított sebességével, amelyet a deszka alsó végén ér el – minden s úthosszra!

Szerkesszék meg a kapott értékekből a v sebesség grafikonját a t idő függvényében! Szerkesszék meg a legvalószínűbb egyenest, amely legjobban felel meg a grafikon egyes pontjainak, és határozzák meg a meredekségét (iránytangensét), amely a gyorsulásnak felel meg! A grafikonból kapott gyorsulás a értékét hasonlítsák össze az (1) összefüggésből kapott értékkel!

Szerkesszék meg a megtett út s hosszának grafikonját a t idő függvényében, majd mutassák meg, hogy az

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

kvadratikus függvény grafikonjának felel meg!

Szerkesszék meg a v sebesség grafikonját a megtett s út függvényében, majd mutassák meg, hogy a

$$v = \sqrt{2as}$$

függvény grafikonjának felel meg!

Megjegyzés: Tételezzék fel, hogy $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$*, a távolságok mérésére használjanak szalag hosszúságmérőt, az idő mérésére stopperórát (pl. egy okos telefon stopperóráját). A deszka dőlésszögét válasszák kicsire, hogy a pontosság érdekében a mért időtartam megfelelően hosszú legyen, valamint annak az érdekében, hogy a golyó ne csússzon a deszka felületén!*