

63. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2021/2022

Kategória D

Domáce kolo – text úloh v maďarskom jazyku

1. Vonatkozási rendszerek

Tömérdek csillagászati jelenség függ össze a Tejútrendszer, a Nap, a Hold és a Föld mozgásával. A csillagászok megállapították, hogy Naprendszerünk közelítőleg $v_S \approx 220$ km/s sebességgel kering galaxisunk (a Tejútrendszer) magja körül, és keringési ideje $T_S \approx 240$ millió év.

- Számítsák ki a Tejútrendszer magja és Naprendszerünk közti r_{SG} távolságot! A távolságot ly egységben (fényévekben – light year) fejezzék ki!
- Határozzák meg a Tejútrendszer tömegét abból, ahogy a Nap mozog benne! Tételezzék fel, hogy Tejútrendszer tömegének lényeges része a magjában található! Az eredményt hasonlítsák össze pl. az interneten található értékekkel, és magyarázzák meg az eltérést!

A jelenségek leírását vonatkozási rendszerek segítségével adjuk meg. A vonatkozási rendszerek közt jelentős szerepet játszanak az ún. inerciális rendszerek, ezekre vonatkoznak Newton mozgástörvényei. Ugyanakkor gyakran használjuk olyan laboratóriumi vonatkozási rendszert, amely össze van kötve a Föld felszínével.

- Határozzák meg az egységnyi tömegű testre ható tehetetlenségi erőt:
 - amennyiben a Naprendszer galaxisunk magja körüli mozgásának következménye,
 - amennyiben a Földünk Nap körüli mozgásának következménye,
 - amennyiben a Föld saját tengelye körüli forgásának következménye!Az eredményeket a Föld felszínén ható gravitációs vonzás nagyságával hasonlítsák össze!
- Fontolják meg, hogy a vonatkozási rendszerek melyikét és milyen esetekben használhatjuk inerciális rendszerként!

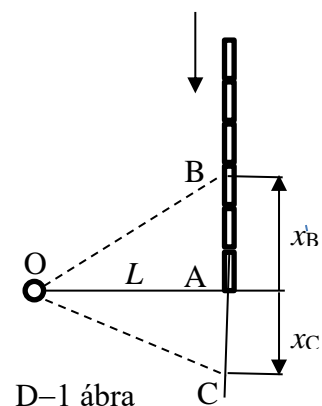
A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre! A nem megadott értékeket keressék ki a megfelelő forrásokban!

2. A lekésett vonat

A régi vonatszemélykocsik mindkét végén található volt egy vízszintes plató, amelyen utazás közben is lehetett állni kint a szabadban, ill. fel lehetett rá ugrani, amikor a szerelvény már elindult az állomásról. Amíg a szerelvény peronhoz viszonyított sebessége nem haladta meg a $v_1 = 12,0$ km/h értéket, a platóra való felugrást biztonságosnak tartották.

Egy késésben lévő utas a vasútpályára merőleges úton közeledik az állomáshoz. Az indulásra kész szerelvény $N = 6$ kocsiból áll (a mozdonyt is beleszámítva). Eleje pontosan annak az útnak a végén van, amelyen a késlekedő utas közeledik (D-1 ábra). A mozdony és a személykocsik hossza egyenként $d = 10$ m.

Hogy elérje a vonatot, az utas állandó $v = 8,5$ km/h sebességgel kezd futni a vonat felé a vonatra merőleges úton. Amikor $L = 50$ m távolságra van a vonattól (az O pontban), a vonat elindul – egyenletesen gyorsuló mozgással. Az utas akkor ér a szerelvényhez, amikor annak a közepe halad el előtte – megpróbál felugrani.



D-1 ábra

- a) Határozzák meg a vonat a gyorsulását és v_A sebességét abban a pillanatban, amikor az utas a vonathoz ér (az A pontban). Elég lassú a vonat, hogy az utas biztonságosan ugorhasson fel a platformra?

Mi történne, ha az utas úgy döntene, hogy az utolsó kocsni hátsó platformjára ugrik fel? Ezt két módon érhetné el, vagy az OB szakasz mentén futna a vonattal szemben, vagy az OC szakasz mentén a vonat mozgásának irányában.

- b) Határozzák meg a B ill. C pont x_B ill. x_C távolságát az A ponttól! Határozzák meg a vonat v_B ill. v_C sebességét, amikor az utas eléri a vonat végét a B ill. C pontban! Döntsék el, hogy biztonságos-e felugrani a vonat végén levő platformra ezekben az esetekben!
- c) Az A, B és C pontokban való vonatra ugrások közül melyik legkevésbé kockázatos? Válaszokat indokolják meg!

3. Gömbök a tengerben

A tengervíz sűrűsége a mélységgel változik. A víz szabad felszínétől $h_1 = 300$ m-es mélységig nagyjából állandó ($\rho_1 \approx 1,0240 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), az ezt követő átmeneti rétegben, $h_2 = 1000$ m-ig, közelítőleg egyenletesen nő egészen a $\rho_2 \approx 1,0280 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ értékig. Mélyebben a tengervíz sűrűsége újra állandó.

A kutatóhajó egy óceáni árkot vizsgál. Két szilárd, üreges fémgömböt eresztenek a vízbe. A két fémgömböt $a = 25$ m hosszú vékony fonál köti össze. Az (1)-es gömb tömege $m_1 = 14,50$ kg, átmérője $d_1 = 300,0$ mm, a (2)-es gömb tömege $m_2 = 34,40$ kg, átmérője $d_2 = 400,0$ mm. Az (1)-es gömb egy vékony huzalon lóg, ezen eresztik a két gömböt a tengerbe.

Első lépésben a (2)-es gömböt elmerítik, míg az (1)-es gömb közvetlenül a víz felszíne felett van.

- a) Mekkora F_{L1} erő feszíti meg a két golyót összekötő fonalat, és mekkora F_{V1} erő feszíti a gömböket tartó huzalt?

Második lépésben az (1)-es gömböt is közvetlenül a szabad vízfelszín alá merítik.

- b) Mekkora F_{L2} erő feszíti meg a két golyót összekötő fonalat, és mekkora F_{V2} erő feszíti a gömböket tartó huzalt?

Végül, a két gömböt nagy mélységbe engedik le. A hordozó huzalt terhelő erő nagysága, amikor az (1)-es gömb eléri a h_3 mélységet, megszűnik ($F_V = 0$).

- c) Mekkora F_V erővel terhelik a gömbök a tartó huzalt, ha az (1)-es gömb h mélységben van a tenger szabad felszíne alatt (az átmeneti rétegben)?
- d) Határozzák meg a h_3 mélységet, valamint az F_{L3} erőt, amellyel a gömböket összekötő fonál van megfeszítve, amikor a gömbök már nem terhelik meg a tartó huzalt ($F_V = 0$)!

A tartóhuzal és az összekötőfonál tömegét ne vegyék figyelembe! A fémgömbök szilárdak, nem változtatják méretüket a víz növekvő hatására sem. A gravitációs gyorsulás $g = 9,807 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

4. A szánkózók

Friss hó hullott a város mögötti dombra. A domboldal lejtőjének hossza 250 m, lejtésszöge $\alpha = 8,0^\circ$. Három barátuk (tömegük egyenként $m_1 = 40,0$ kg, $m_2 = 46,0$ kg és $m_3 = 55,0$ kg) volt két egyforma szánja, mindegyik tömege $m = 6,0$ kg – az egyik szán az első fiúé, a másik szán a második fiúé volt. A harmadik fiú hol az első, hol a második fiúhoz ült a szánra.

A két szánnal eleinte egyszerre siklottak le a lejtőn, és mérték mennyi idő alatt érnek le. Amikor a harmadik fiú az elsőhöz ült (az ő szánjára), $t_1 = 19$ s alatt tették meg a $d = 200$ m

hosszú első szakaszt, a hátralevő részén fékeztek. A második fiú ugyanezt a szakaszt $t_2 = 22$ s alatt tette meg.

- Határozzák meg az első ill. második szán és a hó közti f_1 ill. f_2 súrlódási tényezőt!
- A harmadik fiú átült a a második fiúhoz (a második szánra), és megismételték a lesiklást a d hosszúságú szakaszon. Mennyi időbe telt a lesiklás ez az első szánnal (t_3), és mennyibe a másodikkal (t_4)?

Később egy hosszú zsinórral összekötötték a két szánt, hogy ne ütközzenek egymásba. A harmadik fiú újból egyszer az első egyszer a második fiúhoz ült a szánra.

- Milyen sorrendben voltak a szánok, ha az őket összekötő zsinog megfeszítve volt a lesiklás egész ideje alatt? Mekkora F erő feszítette a zsinórt lesiklás közben?
- Mennyi idő alatt tették meg a d hosszúságú szakaszt, ha a harmadik fiú az elsőhöz ült (t_5), és mennyi alatt, ha a másodikhoz (t_6)?

Tételezzék fel, hogy a szánok a lejtő d hosszúságú szakaszán egyenletesen gyorsuló mozgást végeztek, és a légellenállás elhanyagolhatóan kicsi! A nehézségi gyorsulás $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

5. A lekapcsolódott teherkocsik

A vízszintes terep egyenes pályaszakaszán egy vonatszerelvény halad állandó $v_0 = 80 \text{ km/h}$ sebességgel. A szerelvény $N = 60$ teherkocsiból áll, és a szénrel megrakott kocsik tömege egyenként $m = 50 \text{ t}$. A szerelvényt egy $M = 100 \text{ t}$ tömegű mozdony húzza, motorjának pillanatnyi teljesítménye $P = 300 \text{ kW}$.

- Mekkora a mozdonyt meghajtó kerekek és a sín között fellépő súrlódási erők eredőjének F_m nagysága?
- Határozzák meg a teherkocsik gördülő súrlódási tényezőjét!

Hirtelen kioldódik a teherkocsik közti egyik csatlakozás, és leválik a szerelvényről $n = 20$ teherkocsi. Ilyen eseménynél a levált kocsikon automatikusan bekapcsol a vészfék. A leszakadt teherkocsik, $d = 250 \text{ m}$ hosszú utat megtéve, egyenletesen lassuló mozgással állnak meg.

- Határozzák meg a fékező kerekek és a sín közti f_2 súrlódási tényezőt!
- Mekkora v_1 sebességre gyorsulna a szerelvény többi része, ha a mozdony teljesítménye változatlan maradna? Mekkora P_1 teljesítményre kéne a mozdony teljesítményét csökkenteni, hogy a maradék szerelvény az eredeti v_0 sebességgel haladjon tovább?

A mozdony és teherkocsik gördülő súrlódási tényezője azonosak, $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

6. Érmék ütközése

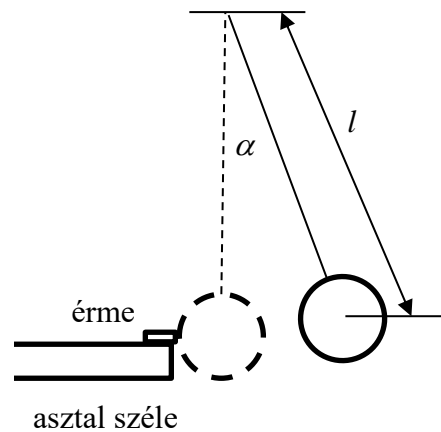
A gimnázium elsőéves diáklányai figyeltek fizikaórán a testek ütközésére. Úgy döntöttek, a fizika laborban euróérmék ütköztetésével fognak kísérletezni. Erre legalkalmasabbnak a 0,10 € és 0,50 € érmék tűntek. Ezek az érmék ún. „északi aranyból vannak” – nehezen olvasható ötvözet: 89 % Cu, 5 % Al, 5 % Zn és 1 % Sn (a tömegarányokat %-ban adtuk meg).

- Keressék ki az egyes tiszta fémek sűrűségét, és számítsák ki az északi arany ρ_{SZ} sűrűségét!

A világhálón megtudták, hogy a 0,10 € érme tömege $m_{10} = 4,10 \text{ g}$, átmérője $d_{10} = 19,75 \text{ mm}$, magassága $h_{10} = 1,93 \text{ mm}$. A 0,50 € érme tömege $m_{50} = 7,80 \text{ g}$, átmérője $d_{50} = 24,25 \text{ mm}$, magassága $h_{50} = 2,38 \text{ mm}$.

b) Határozzák meg a két érme ρ_{10} ill. ρ_{50} sűrűségét az ismert tömegükből és méreteikből! Az eredményeket hasonlítsák össze az északi arany ρ_{SZ} sűrűségével, és magyarázzák meg az eltérést!

Az ütköztetési kísérletet a laboratóriumi asztal sima felületén végezték. Biztosították, hogy az érmék kezdeti sebessége mindig ugyanaz legyen. Az asztal szélére egy állványt helyeztek, az állványhoz rögzítettek egy fonalat, amely végén az érme tömegétől jóval nagyobb tömegű golyó lógott (D–2 ábra). A golyó középpontja és felfüggesztési pontja közti távolság $l = 50$ cm. Az érmét mindig úgy helyezték el, hogy a széle egy kicsit túl lógjon az asztal peremén. Ekkor a fonalon lógó golyót $\alpha = 15^\circ$ -kal kitérítették a függőleges irányból, majd elengedték. A golyó mozgásba hozta az érmét, saját maga pedig az asztalnak ütközött.



D–2 ábra

c) Határozzák meg az érme v_0 kezdeti sebességét!

A kísérletet mindkét érmevel elvégezték – mindkét érme az asztal szélétől $d_1 = 70$ cm távolságban állt meg.

d) Határozzák meg az érme és az asztallap közti f súrlódási tényezőt!

Ezek után az asztal szélére helyezték a 0,10 € érmét, az útjába pedig a másik érmét, $d_2 = 30$ cm távolságra az asztal szélétől. A golyó az asztal szélén levő érme ütközve mozgásba hozta azt. Az érméket úgy állították fel, hogy középponti ütközés jöjjön létre, és ugyanazon egyenes mentén mozogjanak. A kísérletet megismételték úgy is, hogy a két érmét felcserélték.

e) Határozzák meg, mekkora d_3 távolságban egymástól állt meg a két érme az első, ill. mekkora d_4 távolságban a második esetben!

Megjegyzés: tételezzék fel az ütközésekről, hogy tökéletesen rugalmasak voltak!

7. A testek sűrűségének mérése – kísérleti feladat

Feladat

Mérjék meg különböző testek sűrűségét két eltérő eljárással!

Válasszanak eltérő anyagú és alakú tárgyakat (pl. hengert, kockát, követ, gyurmát stb.)

Ajánlott eljárások

1. Az első eljárás azon alapul, hogy a sűrűséget a test tömegéből és térfogatából számítjuk ki. A tömegét mérleggel mérjék meg! A szabályos testek térfogatát az alakjából számítsák ki! A szabálytalan alakú tárgyak térfogatát mérőhenger segítségével, vízbe merítéssel határozzák meg – megmérve a test által kiszorított víz térfogatát!
2. Második eljárás. Akasszák a testet erőmérőre, és mérjék meg a T_1 súlyát levegőn! Ezután merítsék az erőmérőn függő testet vízbe, és ekkor is mérjék meg mekkora T_2 erővel hat az erőmérőre! Határozzák meg a test sűrűségét a T_1 és T_2 értékekből, valamint a víz ismert sűrűségéből!

A két módszerrel szerzett értéket hasonlítsák össze, és a különbségeket magyarázzák meg! A mérési pontosság növelése érdekében a méréseket többször is ismételjék meg, számítsák ki az eredmények középértékét mindkét eljárásra!