

67. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2025/2026

kategória D

text úloh domácej prípravy v maďarskom jazyku

A Fizikai Olimpia 67. évfolyamában változás történt az „otthoni forduló” elnevezésben, amelynek új neve „otthoni előkészítő”. Az otthoni felkészülés célja, hogy előkészítse a tanulókat a Fizikai Olimpia versenyfordulóira. A Szlovák Bizottság olyan témákat ad meg az érdeklődőknek, amelyekre a versenyfeladatok összpontosítanak. A Fizikai Olimpia az adott iskolai évfolyam fizikai tananyagára épül, de megköveteli néhány további fizikai és matematikai téma önálló tanulmányozását is. Az otthoni felkészülés részeként hét versenyfeladatot adunk meg. A kerületi fordulóra való továbbjutás feltétele mind a hét feladat megoldása, amelyek közül legalább öt megoldásának sikeresnek kell lennie.

Várható matematikai ismeretek

Lineáris és másodfokú függvény (egyenlet és grafikon), vektorok (vektorok összeadása és kivonása, vektorok felbontása adott irányok szerinti összetevőkre), trigonometrikus függvények (sin, cos, tan), definícióik és kölcsönös összefüggéseik, lineáris és másodfokú egyenlet (egyenletek átalakítása és megoldása). Táblázatok és grafikonok készítése, értékek bizonytalanságának meghatározása, helyes kerekítés. Ajánlott tananyag az „Úvod do Fyzikálnej olympiády” című anyag a következő címen: <https://nivam.sk/olympiady-a-sutaze/fyzikalna-olympiada/>

1. Mozgólépcső

Amikor Ľubo egy bevásárlóközpontban járt, eszébe jutott, hogy kísérletezzon a mozgólépcsőn. Először megmérte a mozgólépcső paramétereit: a lépcső dőlésszöge $\varphi = 30^\circ$, a lépcsőmagasság: $h_1 = 28$ cm, a lépcsőfokok száma az alsó és felső vég között: $n = 25$.

Ezután elindította a stopperórát a telefonján, és felszállt a mozgólépcső aljánál. Megállapította, hogy felfelé és lefelé utazva is az út ugyanannyi ideig tart: $t_1 = 20,0$ s.

Ezután azt is megfigyelte, hogy ha egyenletesen lépdél a mozgólépcső mozgásának irányában, akkor a teljes mozgólépcsőn felfelé $t_2 = 8,7$ s alatt halad végig.

- a) Határozza meg, hány lépcsőfokot tett meg felfelé a mozgás során, és mennyi idő (τ) telt el egy-egy lépés között, amíg egy fokkal feljebb lépett!

Ezután egy másik módszert is kipróbált: amikor a mozgólépcsőre lépett, kettőt lépett felfelé, majd egyet vissza, és ezt ismételte mindaddig, amíg fel nem ért a tetejére.

- b) Számítsa ki, mennyi idő alatt (t_3) tette meg a mozgólépcső teljes magasságát, ha egy visszalépéshez a lépésidő $k\tau$, és $k = 1,2$.

Végül az utat újra megismételte, de most minden egyes felfelé lépés után lefelé kettőt lépett.

- c) Határozza meg, mennyi idő alatt (t_4) tette meg a mozgólépcső teljes magasságát ebben az esetben, ha a visszalépéshez ismét $k\tau$ időre volt szüksége, és $k = 1,2$!



D-1 ábra

2. Holdfogyatkozás

2025. szeptember 7-én lehetőségünk volt megfigyelni egy különleges égi jelenséget – a teljes holdfogyatkozást. Nézz utána az interneten, hogyan kering a Hold a Föld körül. Magyarázd meg, hogyan jön létre a holdfogyatkozás, és miért fordul elő ilyen ritkán. Miért történik gyakrabban „félárnyékos” fogyatkozás, és miért ritkább a teljes holdfogyatkozás?

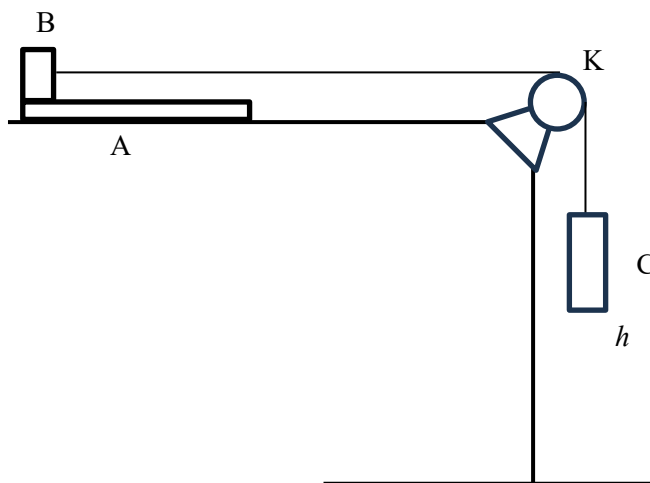
- Rajzold le, hogyan hozza létre a Föld az árnyékát és a félárnyékát! Határozd meg a d_V távolságot a Föld felszínétől a V pontig, ameddig a Föld teljes árnyéka elér, és hasonlítsd össze a d_M távolsággal, ami a Hold középpontjának távolsága a Föld felszínétől. Határozd meg mekkora φ_Z szög alatt látszik a Föld a V pontból!
- Határozd meg mekkora φ_1 szög alatt látható a Föld középpontjából nézve az S_t merőleges felület a Hold távolságában, amelyre a Föld teljes árnyéka vetül! Hasonlítsd össze a φ_M szöggel, amely alatt a Hold látszik a Föld középpontjából.
- Határozd meg a t_1 időtartamot a Hold árnyékba lépésétől az árnyékból való teljes kilépéséig, valamint a t_2 időtartamot, ameddig a teljes holdfogyatkozás tart! A szükséges fizikai mennyiségek értékeit keresd meg táblázatokban vagy az interneten!

Második tanulmányi téma – a testek egyenes vonalú mozgásának dinamikája

A test egyenes vonalú mozgásának dinamikája, Newton-törvények, a testek kölcsönhatása, inerciarendszer és nem inerciális rendszer, a kölcsönhatás erői és a tehetetlenségi erők, súrlódás (tapadási és csúszási), közegellenállás (viszkózus és aerodinamikai), gördülési ellenállás, impulzus, munka és energia, az impulzus- és a mechanikai energia-megmaradás törvényei. Testek ütközése (rugalmas és rugalmatlan). Testek rendszerének mozgása, amelyet fonal köt össze.

3. Fonállal összekötött testek rendszere

Egy hosszú vízszintes asztalon található az A deszka, amelynek tömege $m_1 = 150$ g és hossza $L = 60$ cm. A deszka egyik végén fekszik a B test, amelynek tömege $m_2 = 50$ g. Ez egy fonállal össze van kötve a C testtel, amelynek tömege m_3 , és a fonál a K csigán halad át. A C test kezdetben a padló felett $h = 50$ cm magasságban van. Az asztal és a deszka közötti súrlódás nagyon kicsi, a súrlódási tényező a deszka és a B test között $f = 0,25$.



D–2 ábra

- Határozza meg a C test m_3 tömegét, amelynél a C test elengedése után a B test megcsúszik az A deszka felületén.
- Határozza meg az F_v erő nagyságát, amellyel a fonál feszül a C test elengedése után!
- Határozd meg az A deszka v_A sebességét és a C test v_C sebességét közvetlenül azelőtt, hogy a C test a padlóra esne!

A feladatot először általános alakban oldják meg, majd két különböző C testtömege: $m_{31} = 10$ g és $m_{32} = 30$ g.

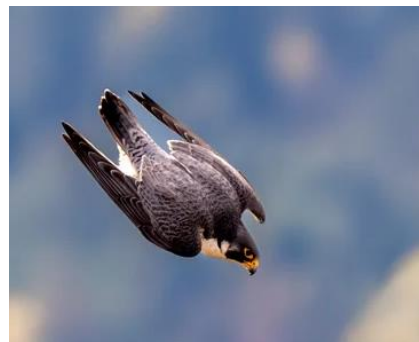
A csiga tömegét és tehetetlenségi nyomatékát ne vegye figyelembe. A deszka elég hosszú, így a B test végig rajta marad. A C test előbb éri el a padlót, minthogy az A vagy B test nekiütközne a csigának.

4. A sólyom

A levegőben mozgó testekre hat az úgynevezett közegellenállási erő. A levegő kis sűrűsége miatt ez többnyire aerodinamikai ellenállás, amelyet a Newton-féle összefüggés ír le:

$$F = \frac{1}{2} c S_k \rho v^2,$$

ahol S_k az ún. homlokfelület, a test vetületének felülete a mozgás irányára merőleges síkban, ρ a levegő sűrűsége, v a test sebessége a közeghez képest, és c az aerodinamikai ellenállási tényező.



D-3 ábra

- a) 1999-ben kísérletet végeztek a vándorsólyom zuhanási sebességének mérésére. A sólymot 5 km magasságból engedték le, és a zuhanás során, a levegőhöz viszonyított legnagyobb sebességét 389 km/h-ban állapították meg, ami az állatvilág legnagyobb ismert sebessége. A sólyom tömege 1,1 kg volt, a keresztmetszeti felületét $S_p = 350 \text{ cm}^2$ -re becsülték. Határozza meg, mekkora volt zuhanás közben a c aerodinamikai ellenállási tényező, ha a levegő sűrűsége $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$. Hasonlítsa össze az eredményt a hangsebességnél gyorsabb vadászgépek ellenállási tényezőjével, amely $c_F \approx 0,016$ és egy átlagos repülő madáréval, amely $c_V \approx 0,4$.
- b) A levegő ellenállásának hatását mi magunk is megtapasztalhatjuk kerékpározás közben. A kerékpáros aerodinamikai ellenállási tényezője körülbelül $c_B = 0,9$, a homlokfelület nagysága pedig $S = 0,40 \text{ m}^2$. Egy jó kondícióban lévő átlagos kerékpáros tömegének minden kilogrammjára körülbelül $p_f = 3 \text{ W/kg}$ teljesítményt képes kifejteni egy órán keresztül. Határozza meg annak a $m_C = 90 \text{ kg}$ tömegű kerékpárosnak a sebességét, amely ehhez a teljesítményhez tartozik.
- c) Tegyük fel, hogy az esőcseppek 500 m magasságban keletkeznek. Határozd meg mekkora v_1 sebességgel érnének földet, ha nem hatna rájuk a levegő ellenállása. Az esőcseppek közelítőleg gömb alakúak, és a gömbre jellemző aerodinamikai tényező $c_G = 0,47$. Határozza meg mekkora sebességgel érnek földet a nagy cseppek $d_1 = 3,0 \text{ mm}$ és kis cseppek, azaz a vízcseppek zitáló eső $d_2 = 0,10 \text{ mm}$ esetén!

5. Az úszó kémcső

Egy széles edényben víz található, amelybe egy vékony falú kémcsövet helyezünk. A kémcső hossza $\ell_s = 20 \text{ cm}$, átmérője $d_s = 25 \text{ mm}$, tömege pedig $m_s = 7,8 \text{ g}$. A kémcső részben homokkal van megtöltve, amelynek fajlagos tömege $\rho_p = 1,45 \text{ kg/dm}^3$.

- a) Határozza meg a legkisebb m_{pm} homoktömeget, amelynél a kémcső a vízbe helyezve függőleges helyzetben úszik. Hosszának mekkora p_m részével merül ekkor a kémcső a víz alá?
- b) A kémcsövet megtöltjük annyi homokkal, hogy az ℓ_s hosszának $p_1 = 0,60$ része a víz alatt legyen. Határozza meg a kémcsőbe szórt homok m_{p1} tömegét ebben az esetben!
- c) Ezután az edénybe olajat öntünk, amelynek sűrűsége $\rho_o = 910 \text{ kg/m}^3$. Az olaj nem keveredik a vízzel, így a víz felszínén homogén réteget képez. Mekkora h_o vastagságú olajrétegnél lesz az ℓ_s hosszúságú kémcső vízbe merült része $p_2 = 50 \%$?
- d) Határozd meg a homok Δm_p tömegét, amelyet az előző esetben a kémcsőbe kell még szórni ahhoz, hogy az teljesen elmerüljön.

Megjegyzés: A kémcső aljának tömegét nem kell figyelembe venni.

6. A szökőkút

A városi tanács úgy döntött, hogy a városi parkban egy szökőkutas tavat alakít ki. Elképzelésük szerint a tó vízfelülete $S = 10 \text{ m}^2$ lesz, a szökőkút pedig $Q = 15 \text{ liter/s}$ térfogatáramú vízszugarat fog függőlegesen $H = 10 \text{ m}$ magasságba lövellni. A szökőkút a tó vizét fogja használni, a víz tehát a rendszerben keringeni fog. Egy képviselő megkérte a gimnázium első osztályába járó fiát, hogy válaszoljon a következő kérdésekre:

- Mennyit süllyed a tó vízszintje, amikor a szökőkút működni kezd?
- Mekkora átmérőjűnek (d_d) kell lennie a szökőkút fűvókájának?
- Mekkora teljesítményűnek kell lennie annak a szivattyúnak, amely a vizet a tóból a szökőkútba nyomja?
- Mekkora lehet a szívovezeték legkisebb átmérője (d_v), amely képes biztosítani a megkövetelt Q térfogatáramot?

A levegő ellenállásával és a víz viszkozitásával nem kell számolni. A légköri nyomás $p_a = 101 \text{ kPa}$, a nehézségi gyorsulás $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

7. A víz térfogati hőtágulási együtthatója. (kísérleti feladat)

A folyadékok térfogati hőtágulását a gyakorlatban például folyadékos hőmérőkben (hagyományos higany- vagy szesz hőmérők) hasznosítják.

Feladat:

Mérje meg a víz térfogati hőtágulási együtthatóját.

Eljárás:

A térfogati hőtágulási együttható nagyságrendje 10^{-4} K^{-1} , ezért nagyon érzékeny módszert kell választani a folyadék térfogatváltozásának mérésére. A következő módszert ajánljuk.

- Használjon egy nagyobb, kb. 1 liter térfogatú, keskeny nyakú üvegpalackot. Zárja le a palackot gumidugóval, amelyen keresztül szorosan be van vezetve egy vékony üvegcső. Miután a palackot úgy tölti meg vízzel, hogy a vízszint a vékony üvegcső alsó részéig ér, a víz térfogatának akár kis változása is jól láthatóan megmutatkozik az üvegcsőben a vízszint elmozdulásában.
- A mérés előtt az üvegcsövet kalibrálni kell (a belső átmérő megmérése nagyon pontatlan). A kalibrálás úgy végezhető el, hogy pontosan leméri a száraz üvegcső tömegét, majd a vízzel feltöltött üvegcső tömegét – így meghatározható az üvegcsőben lévő víz térfogata, és az a térfogat, amely 1 cm vízszint-elmozdulásnak felel meg. Célszerű az üvegcsőhöz milliméter-beosztású mérőskálát rögzíteni a vízszint elmozdulásának méréséhez.
- Töltsön meg egy nagy edényt (például vödört) kb. $50 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű meleg vízzel (ha a vízvezetékéből nem folyik elég meleg víz, öntsön hozzá melegített vizet egy főzőedényből).
- A nagy edény meleg vizéből mérőedény és tölcser segítségével töltsen meg az üvegpalackot úgy, hogy a gumidugóval való lezárás után a vízszint az üvegcső felső részénél legyen (a víz mennyiségét az üvegcsőben vékony műanyagcső segítségével lehet hozzáadni vagy elvenni). Az egész palackot merítse bele a meleg vízbe, és várja meg, amíg az edényben és a palackban lévő víz hőmérséklete kiegyenlítődik.
- A hőmérséklet kiegyenlítődése után mérje meg az edényben lévő víz hőmérsékletét, amely ebben az egyensúlyi állapotban megegyezik a palackban lévő víz hőmérsékletével, és jegezze fel a vízszint helyzetét az üvegcsőben. Ha a vödör a palackkal az asztalon áll, a víz

hőmérséklete fokozatosan csökken. Ha a vödörben lévő víz lassan hűl, a palackban lévő víz hőmérséklete követi a vödör vizének hőmérsékletét.

- f) Fokozatosan mérje a vödörben lévő víz t hőmérsékletét, valamint a vízszint h magasságát az üvegcsőben. A mért értékeket jegyezze le egy táblázatba. A táblázat további oszlopaiba írja be a víz Δt hőmérsékletváltozását, az üvegcsőben levő vízoszlop Δh magasságváltozását és a hozzá tartozó ΔV^* térfogatváltozást. Legalább 10 hőmérsékletértéknél mérjen $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ között.
- g) Mivel az üveg $\beta_s = 2,5 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ térfogati hőtágulása is érvényesül, számítsa át a ΔV^* térfogatváltozást a palackban lévő víz térfogatváltozására ΔV . Az adatot írja be a táblázat következő oszlopába.
- h) Készítse el a ΔV térfogatváltozás grafikonját, mint a Δt hőmérsékletváltozás függvényét, és ellenőrizze, hogy a térfogatváltozás és a hőmérséklet közötti kapcsolat lineáris-e a mért hőmérsékleti tartományban! Határozza meg a grafikonból a víz $\beta_v = \Delta V / \Delta t$ térfogati hőtágulási együtthatójának közepes értékét!
- i) Hasonlítsa össze a méréssel kapott értéket a táblázatokban feltüntetett értékkel, és értékelje a mérés pontosságát!

Fyzikálna olympiáda – 67. ročník – úlohy domácí přípravy kat. D

Návrh a spracovanie úloh: Ľubomír Konrád, Ivo Čáp

Recenzia úloh: Aba Teleki, Ľubomír Mucha

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025