

Szakács Jenő Megyei Fizikaverseny

2022/2023. tanév

I. forduló

2022. december 12.

Minden versenyzőnek a számára (az alábbi táblázatban) kijelölt **négy** feladatot kell megoldania. Azoknak a tanulóknak, akik nem gimnáziumi rendszerben tanulnak fizikát, az **A** feladatsort kell megoldani. A 10. osztályosok negyedik feladata választható a 14. és 15. sorszámú feladatok közül.

A rendelkezésre álló idő 180 perc. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, függvénytáblázat és számológép használható. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A feladatok különböző pontértékűek és az egyes kategóriákban elérhető maximális pontszámok is eltérőek.

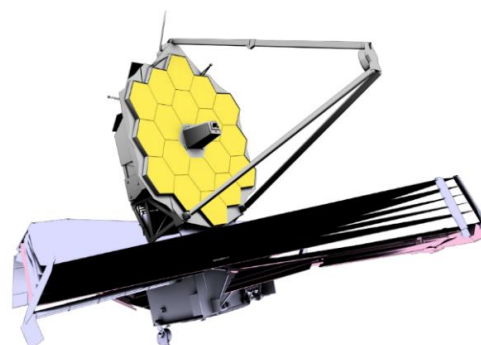
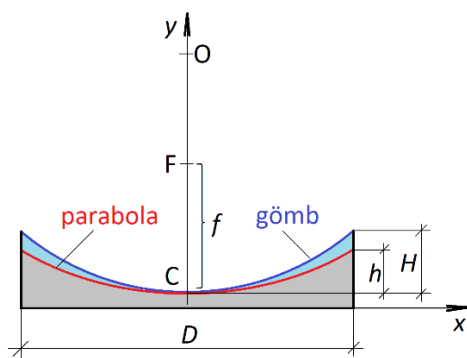
A gimnazisták feladatai		A szakközépiskolások feladatai	
9. osztály	2., 3., 5., 9. (50 pont)	A.	2., 4., 9., 12. (45 pont)
10. osztály	5., 10., 11., választható 14. vagy 15. (65 pont)		
11. osztály	1., 8., 14., 15. (80 pont)		
12. osztály	6., 7., 8., 13. (80 pont)		

FIGYELEM!!!

Azokban a feladatokban, ahol erre az adatra szükség van, vegye a földfelszíni gravitációs gyorsulás értékét **10 m/s²**-nek (hacsak a feladat nem ad meg más értéket)!

Jó munkát kívánunk!

1. A 2021. dec. 25-én útjára bocsátott Webb űrtávcső főtükreinek fókusz távolsága $f = 131,4$ m, átmérője $D = 6,5$ m. A főtükör alakja homorú (konkáv) gömbtükör vagy parabolatükör.



Egy konkáv tükör mélységén a tükör szélének a C tetőpont szintvonala fölötti magasságát értjük.

Az ábrán H a gömbtükör, h az ugyanakkora fókusz távolságú parabolatükör mélységét jelöli.

A tükörök fókusz távolsága a C tetőpont és az F fókuszpont távolsága.

Az f fókusz távolságú parabola egyenlete, ha tengelye a $+y$ tengely, és csúcspontja a koordináta-rendszer origójában van: $y = x^2 / (4f)$.

Mennyivel tér el a két tükör mélysége? Az eltérést nm (10^{-9} m) egységben adja meg.

(10 pont)

2. Pisti egy hosszú, csillogóra viaszolt padlójú, lámpákkal megvilágított folyosón halad. Szemmagassága 1,70 m, a lámpák a padló fölött 255 cm magasságban világítanak. Pisti éppen 5 m távolságra van (vízszintes értelemben) a legközelebbi világítótesttől, és 2 km/h sebességgel közelít felé, eközben a padlón jól látja lámpa tükröződését. Ez a pont Pisti mozgásától függően változtatja a helyét.

(a) Mekkora sebességgel halad padlón látszó fényvisszaverődési pont?
 (b) Mekkora sebességgel közelít egymáshoz Pisti és a tükröződés?

(10 pont)



3. Egy esőfelhőben egyenletesen eloszolva $r = 0,01$ mm sugarú, gömb alakú **páracseppek** vannak, köbméterenként átlagosan 1 milliárd darab ($n = 10^9$ db/m³). A páracseppek esési sebessége jó közelítéssel zérus.



Ebben a felhőben egy $R = 0,5$ mm sugarú **esőcsepp** függőlegesen esik $v = 2$ m/s sebességgel. Az esőcsepp az útjába kerülő páracseppekkel tökéletesen rugalmatlanul ütközik, és elnyeli azokat. Az esőcsepp a felületi feszültség miatt gömb alakú. A víz sűrűsége $\rho = 1000$ kg/m³.

- Mekkora tömegű víz van páracseppek formájában 1 m³ felhőben? **(5 pont)**
- Hány páracseppelel ütközik az esőcsepp másodpercenként? **(5 pont)**
- Mennyi idő telik el átlagosan két ütközés között? **(3 pont)**
- Mekkora utat tesz meg az esőcsepp két ütközés között (mekkora a közepes szabad úthossza)? **(2 pont)**
- Mennyivel nő az esőcsepp sugara másodpercenként? **(5 pont)**

4. Egy futó a 100 m-es vágtszámot 10,9 s-os eredménnyel nyerte meg. A második helyezett futó 11,1 s-os idővel futott be. Feltéve, hogy az atléták az egész távon egyenletesen futottak, határozzuk meg, hogy milyen távol volt a második futó a céltól, amikor a győztes átszakította a célszalagot! **(10 pont)**

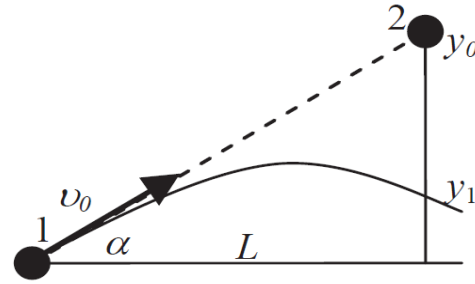


5. Egy folyó (egyenesnek tekinthető) partját jelölje az x tengely. A víz a parttal párhuzamosan folyik, az x irányú sebesség a parttól való távolság függvénye, amely a partközeli részben a $v_x(y) = ky$ lineáris összefüggéssel adható meg, ahol $0 < k$, y pedig a parttól mért távolság. A parton lévő úszó a parttól d távolságra (a fentebb említett partközeli részben) lévő stéghez szeretne úszni. Adatok: $d = 30$ m, $u = 0,6$ m/s, $k = 0,05$ 1/s.



Mekkora távolsággal föntebb (a folyásirányt figyelembe véve) kell a vízbe mennie, ha a folyásirányra merőlegesen állandó u sebességgel úszik? **(15 pont)**

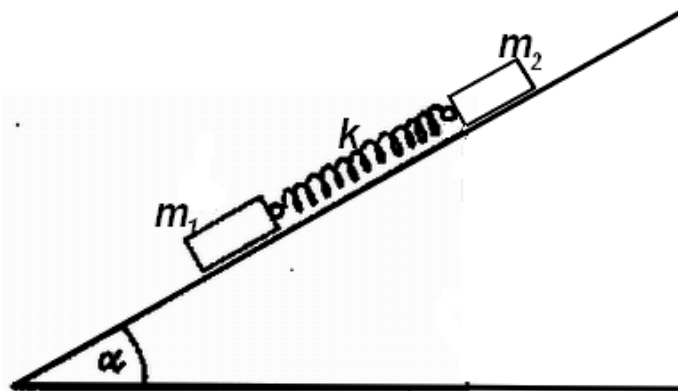
6. Az ábrán látható két tömegpontot egyszerre indítjuk úgy, hogy miközben a 2. tömegpontot elengedjük, az 1. tömegpontot a 2. tömegpont kezdeti helyzetének irányába lőjük v_0 kezdősebességgel, α szöggel (a vízszinteshez képest). A két test vízszintes távolsága L . Tehát az alapadatok $(L; \alpha; v_0)$. Bizonyítsuk be, hogy ha a két test pályája metszi egymást, akkor a két test mindig találkozik a pályák $(L; y_1)$ metszéspontjában, tehát ütköznek! Adjuk meg y_1 találkozási magasságot az alapadatokkal kifejezve! **(15 pont)**



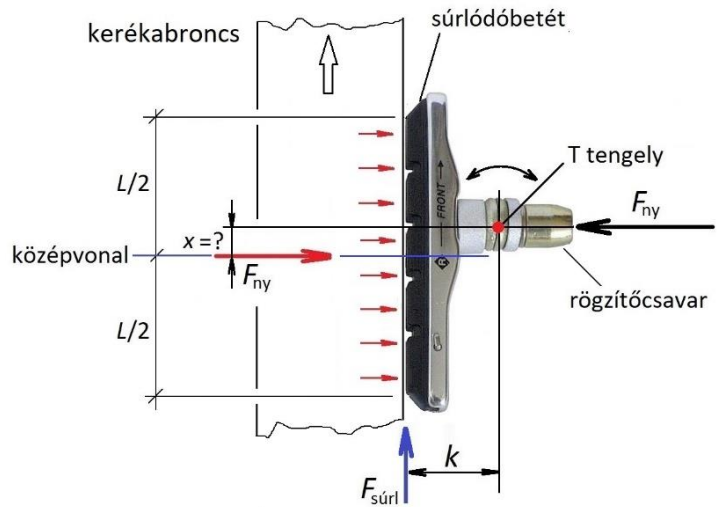
7. Egy készülő új katasztrófafilm negatív „főhőse” egy üstökös, amely emberöltőnként egyszer, amikor napközelen van, összeütközéssel fenyegeti a Földet. (a) Hány csillagászati egység a Nap és az üstökös távolsága akkor, amikor az utóbbi naptávolban van, azaz hányszorosa a kért távolság a Nap-Föld-távolságnak? A Nap tömegvonzásán kívül további hatásokat nem kell figyelembe venni. Egy emberöltőt 25 évnél vehetünk. (b) Hány százalékkal nagyobb az üstökös földközeli sebessége a Föld sebességénél? Az üstökös elnyúlt ellipszispályán, a Föld jó közelítéssel körpályán kering a Nap körül. **(15 pont)**



8. Az α hajlásszögű lejtőn lefele csúszik a D rugóállandójú rugóval összekötött m_1 és m_2 tömegű testekből álló rendszer, mégpedig úgy, hogy az m_1 halad elöl és a rugó hosszváltozása állandósult (nincs rezgés). A lejtő és a testek közötti súrlódási tényező rendre μ_1 és μ_2 . Mekkora a rugó megnyúlása (vagy összenyomódása)? Adatok: $\alpha = 53,13^\circ$, $m_1 = 10$ kg, $m_2 = 20$ kg, $\mu_1 = 0,3$, $\mu_2 = 0,1$, $D = 100$ N/m. **(30 pont)**

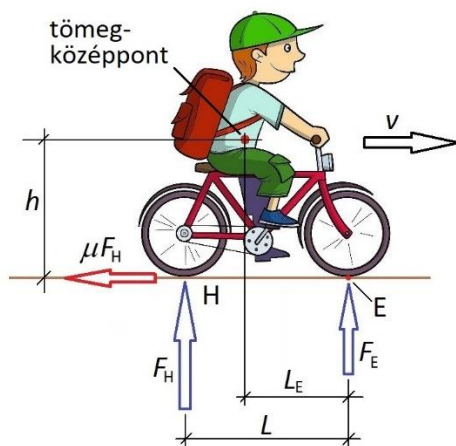


9. A V-fékes kerékpárokat úgy fékezzük, hogy a kerékabroncshoz nyomjuk a V-fék súrlódóbetétjét. A mellékelt ábrán egy jobb oldali fékpofa felülnézeti képe látható (a fékpofa bal oldali párját nem rajzoltuk be). Látható, hogy a fékpofa rögzítőcsavarja a súrlódóbetét középvonalához képest a kerékabroncs forgásirányába x értékkel el van tolvá (nem a középvonalon van). A súrlódóbetétet az F_{ny} nyomóerő nyomja az abroncshoz. A súrlódóbetéten ébredő megoszló erők eredője megegyezik a nyomóerővel.



A fékpofát egy rögzítőcsavar erősíti a féktesthez (az ábrán ezt nem tüntettük fel). A féktest a fékpofával együtt kismértékben el tud fordulni az ábra síkjára merőleges T tengely körül. A súrlódóbetét hossza $L = 72\text{mm}$, a fékpofa és a keréktárcsa közti súrlódási tényező $\mu = 0,25$. A súrlódó felületek síkja és a T tengely közti távolság $k = 20\text{mm}$.

- a) Mennyivel kell eltolni a fékpofa rögzítőcsavarját a középvonalhoz képest ($x = ?$), hogy a súrlódóbetét egyenletesen kopjon? Az egyenletes kopás feltétele, hogy az abroncs egyenletes eloszlású erővel nyomja a betétet (lásd a kis piros nyilakat). **(10 pont)**
- b) A súrlódóbetét eleje vagy hátulja kopna gyorsabban, ha a rögzítőcsavar a középvonalon lenne? **(5 pont)**



10. Egy kerékpáros és a kerékpár (jármű) össztömege $m = 90\text{kg}$. A tömegközéppont $h = 100\text{cm}$ magasan van a vízszintes úttest fölött. A tengelytáv $L = 120\text{cm}$, a súlyvonal $L_E = 80\text{cm}$ -re van az első tengely mögött. A gumiabroncsok és az úttest közötti csúszó súrlódási tényező $\mu = 0,8$. A kerekek tehetetlenségi nyomatékát, a légellenállást és a gördülési ellenállást hanyagoljuk el. $g = 10\text{m/s}^2$.

- a) Mekkora függőleges irányú erő hat a kerekre, ha a jármű sebessége állandó? **(5 pont)**
- b) Mekkora a jármű lassulása, ha a kerékpáros csak az állóra fékezett (az úttesten csúszó) hátsó kerékkal fékez (satufék)? Tegyük föl, hogy fékezés közben nem változik a tömegközéppont helye, és a kerékpáros nem borul föl. **(10 pont)**
- c) Mekkora függőleges irányú erő hat a kerekre fékezéskor? **(5 pont)**

11. Bergengócia fővárosában közkedvelt turistacélpont a Matematikai és Fizikai Vidámpark. Ennek egyik népszerű attrakciója egy különleges bobszán-pálya. A pálya síkgörbe, tökéletesen súrlódásmentes, és függőlegesen kezdődik; a bobokat 5 m/s sebességgel indítják el lefelé. A pálya fokozatosan vízszintes irányba fordul, de a mozgás során a sebesség függőleges irányú összetevője



állandó marad. (a) Mekkora lesz a bob sebességének nagysága 10 m-rel a kezdőszint alatt? (b) Mekkora ugyanitt a sebesség vízszintes irányú része? (c) Hány százalék a pálya lejtése ebben a pontban (azaz a vízszintes elmozdulás 1 méterére hány centiméter szintesítés jut?) (10 pont)

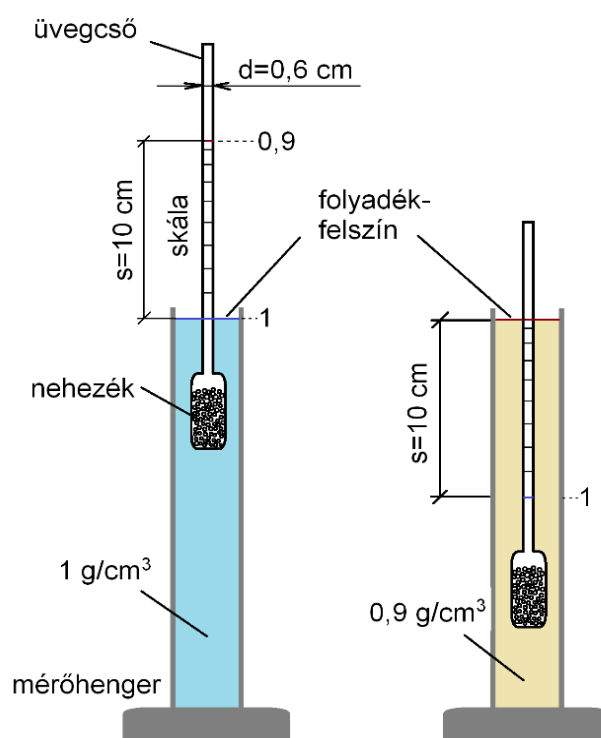
12. A folyadékok sűrűségének mérésére használt eszköz (areométer) skálabeosztással ellátott vékony, zárt üvegcső, amelynek alsó, kiszélesedő ürege nehezékekkel van töltve.

Az ismeretlen sűrűségű folyadékot mérőhengerbe kell önteni, és ebbe kell behelyezni a sűrűségmérőt. A sűrűségmérő merülési mélységéből meghatározható a folyadék sűrűsége, ez a folyadékfelszín magasságában a sűrűségmérő skálájáról olvasható le.

Egy sűrűségmérő méréstartomány: $\rho_1 = 1 \text{ g/cm}^3$, $\rho_2 = 0,9 \text{ g/cm}^3$.

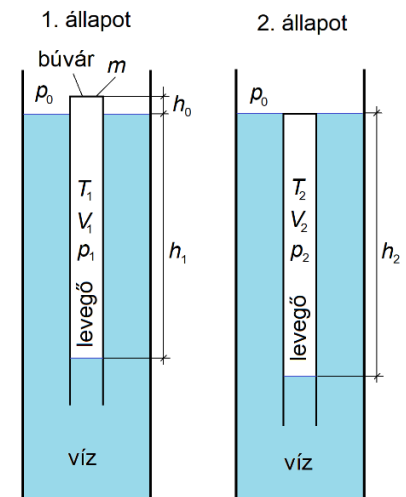
Ehhez a méréstartományhoz tartozó skála hossza $s = 10 \text{ cm}$. A sűrűségmérő folyadékfelszínrel érintkező szárának átmérője $d = 0,6 \text{ cm}$.

Mekkora a sűrűségmérő tömege? (10 pont)



13. A Cartesius-búvár (Raffaello Magiotti, 1648) egy alul nyitott, felül zárt, henger alakú üvegcső (a kémcsőhöz hasonlít). A búvárba kevés vizet öntünk, és nyitott végével lefelé egy vízzel töltött edénybe helyezük. A búvárt a ráható erők mindig függőleges helyzetben tartják. Egy búvár üvegyanyagának tömege $m = 10$ g, keresztmetszete $A = 1$ cm², hossza $L = 12$ cm (öblös térfogata 12 cm³). Az üveg tömör térfogatát és a búvárba zárt levegő tömegét hanyagoljuk el.

A kísérlet során a légnyomás és a víz sűrűsége állandó:
 $p_0 = 100$ kPa, $\rho = 1$ g/cm³; $g = 10$ m/s².



a) Az 1. állapotban a levegő és a víz hőmérséklete $T_1 = 27^\circ\text{C}$. A búvárban annyi levegő van, hogy felső végéből $h_0 = 0,5$ cm hosszú rész a vízfelszín fölött van. Mekkora a búvárba zárt levegő térfogata és nyomása? **(5 pont)**

b) Ha lassan elkezd hűlni a levegő és a víz, azt tapasztaljuk, hogy a búvár egyre lentebb süllyed. Tegyük föl, hogy a lehűlés közben a víz sűrűségének változása elhanyagolható. Mekkora hőmérsékletnél süllyed le a búvár teteje az edény vízszintjéig (2. állapot)? **(10 pont)**

c) Mi történik, ha a 2. állapotban lebegő búvárt egy parányi értékkel óvatosan lentebb nyomjuk, miközben a légnyomás és a hőmérséklet változatlan? Adjon magyarázatot! **(5 pont)**

14. Sárgabaracklekvárt főzünk. Amikor elkészül, befőttesüvegekbe töltjük, majd azokat lezárjuk. Az üvegek henger alakúak, 11,3 cm magasak, zárófedelük átmérője 9 cm, bennük lezárásakor a lekvár hőmérséklete 80°C . Az üvegeket sohasem töltjük tele itallal, étellel, a beltartalom és a zárófedél között mindig van valamennyi levegő. A mi lekvárunk esetében a zárófedél olyan, hogy ha azt kívülről 10 N eredő erő nyomja, akkor kattanó hang kíséretében befelé hajló alakot vesz föl (ez a fedél alatti légtér méretét csak elhanyagolható mértékben csökkenti). (a) Milyen hőmérsékletűre hűlt a lekvár, amikor a kattanást meghallottuk? Feltételezhetjük, hogy a lekvár a hűlése közben egyenletes hőmérsékletű, a légköri nyomás 10^5 Pa, valamint hogy a lekvár és a zárófedél között a levegőn kívül megtalálható vízpára mennyisége és hatása elhanyagolható. (b) Amikor az üvegek és tartalmuk teljesen szobahőmérsékletűre (18°C -ra) hűlt, meg akarjuk kóstolni a kész terméket. Ehhez az egyik üveg fedelét a képen látható nyitó eszközzel megszorítjuk, és a kupak közepétől 15 cm-re fogva kicsavarjuk azt, miközben az üveget nem engedjük elfordulni. Mekkora erőt kell kifejtenünk az üvegnyitó nyelére? A zárófedél belsejének szélén található rugalmas tömítőréteg és az üveg szája közötti tapadási súrlódási tényező 0,6. A lekvár és az üveg hőtágulását, valamint a zárófedél csavarmenetének leszorítóerejét hanyagoljuk el. **(20 pont)**

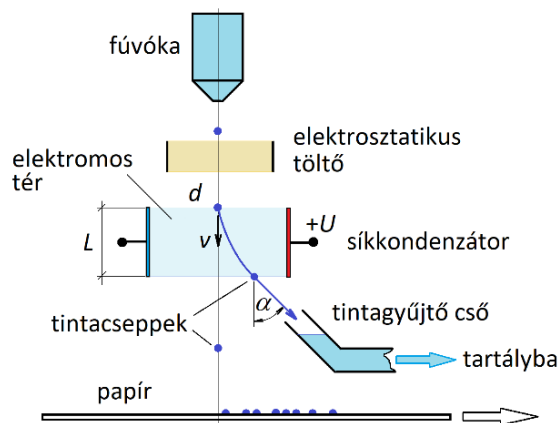


15. Egy ipari tintasugaras nyomtató fúvókájából másodpercenként $n = 40000$ tintacsepp lép ki. A cseppek sebessége $v = 20$ m/s, átmérője $D = 50$ μm , a tinta sűrűsége $\rho = 0,9$ g/cm³.

Egy elektrosztatikus töltő minden áthaladó tintacseppet $Q = 200$ pC ($200 \cdot 10^{-12}$ C) nagyságú (negatív) töltéssel tölt fel. A feltöltött cseppek egy eltérítő síkkondenzátor lemezei között haladnak tovább az ábra szerint. A lemezek távolsága $d = 1$ mm, hosszuk $L = 0,5$ mm.

Ha a kondenzátorra nem kapcsolunk feszültséget, a cseppek irányváltozás nélkül csapódnak a nyomtatófej alatt elhaladó papírra.

Ha feszültséget kapcsolunk a kondenzátorra, a lemezek között kialakuló homogén elektrosztatikus tér oldalra téríti a cseppeket: az elektrosztatikus térből kilépő cseppek sebességvektora $\alpha = 45^\circ$ -os szöget zár be az eredeti haladási iránnyal, így ezek a cseppek egy tintagyűjtő csőn keresztül visszajutnak a nyomtató tintatartályába.



A cseppekre ható súlyerőt, felhajtórőt és légellenállási erőt hanyagoljuk el (ezek több nagyságrenddel kisebbek az elektrosztatikus erőknél).

- Mekkora a tintacseppek tömege? **(3 pont)**
- Mekkora a szomszédos tintacseppek közötti távolság (követési távolság)? **(2 pont)**
- Két, szomszédos, nem eltérített tintacsepp mekkora erővel taszítja egymást? **(3 pont)**
- Mennyi idő alatt repülnek át a tintacseppek a kondenzátorlemezek közötti L hosszúságú téren? **(2 pont)**
- Mekkora oldalirányú gyorsulás téríti el a cseppek haladási irányát $\alpha = 45^\circ$ -kal? **(5 pont)**
- Mekkora feszültséget kell kapcsolni a kondenzátorra, hogy a tintacseppek $\alpha = 45^\circ$ -kal eltérülve a tintagyűjtő csőbe repüljenek? **(5 pont)**