

XXVI. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2023

*A versenydolgozat megírására 90 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!*

8. osztály

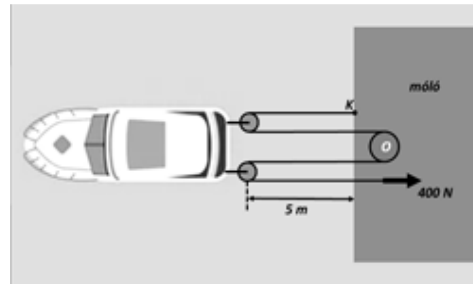
1. feladat: Andris és Bence Budapesten, az Üllői úton lakik, és ugyanezen a hosszú, egyenes úton, Bencék házától 500 méterre található az iskola is, ahová mindketten járnak. Egyszer kipróbálták, hogy ha egyszerre indulnak el otthonról, akkor Andrisnak háromszor akkora sebességgel kell haladnia, mint Bencének, hogy egyszerre érkezenek meg az iskolába.

a) Milyen messze lakhatnak egymástól a fiúk?

b) Mindkét gyerek legfeljebb 5,4 km/h nagyságú sebességgel tud gyalogolni. Ha reggel egyszerre indulva, gyalog szeretnének iskolába menni, akkor melyik az a legkésőbbi időpont, amikor el kell indulniuk, hogy mindketten pontosan 8 órára érjenek be? Az indulási időpontot perc pontossággal add meg!

(Feltételezheted, hogy a fiúk egyenletesen mozognak.)

2. feladat: A mólótól 5 m távolságban álló, javításra váró hajót segítség hiányában a hajóács egyedül igyekszik bevontatni. Amikor a K pontban a móló széléhez kötött, a hajótesthez rögzített csigákon, valamint a mólón álló hengeres O oszlop körül átvezetett könnyű, nyújthatatlan kötél végét állandó 400 N nagyságú erővel húzza, a hajó lassan, egyenletesen úszva közeledik a part felé.



a) Mekkora munkát kell végeznie az ácsnak, míg a hajót a mólóig vontatja?

b) Mennyi ideig tart a hajó bevontatása, ha az ács 0,5 m/s nagyságú sebességgel mozgatja a kötél szabad végét?

c) Mekkora erővel fékezi a hajó mozgását a víz?

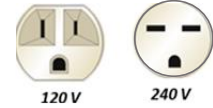
d) Ha csak a hajó (pontosabban: a hozzá rögzített csigák) és a hajóács által a kötélre kifejtett erőket tekintjük, mekkora lenne ezek eredőjének nagysága? Hogyan lehetséges, hogy a kötél szabad vége mégis egyenletesen mozog?

A kötélzárak párhuzamosak, és ugyanabba a vízszintes síkba esnek. A kötél súrlódás és a csigák tengelysúrlódása, valamint a csigák tömege elhanyagolható. (A mellékelt felülnevezeti ábra nem méretarányos!)

3. feladat: A 230 V-os hálózati feszültségre két, egyenként 0,5 ohm ellenállású vezetékkel csatlakoztatunk egy 230 V feszültségre méretezett, 100 W névleges teljesítményű izzólámpát.

a) A hálózati feszültség hány százaléka esik a vezetékekre? Névleges teljesítményének hány százalékát szolgáltatja az izzólámpa? Mi lenne a válasz a kérdésekre, ha az izzólámpát egy olyan hőszugárzóra cserélnénk, ami 230 V, 1000 W névleges adatokkal jellemezhető? (Az ellenállások hőmérsékletfüggésétől eltekinthetünk.)

b) Az Egyesült Államokban a háztartások nagy részében kétféle feszültség közül lehet választani, kétféle aljzatba (*konnektorba*) lehet csatlakoztatni az elektromos berendezéseket. A fogyasztók többségét 120 V-ról működtetik, a 2000 W-nál nagyobb teljesítményűek (pl. szárítógép, elektromos fűtőttest, kemence) névleges feszültsége viszont 240 V. Miért előnyösebb a nagyobb teljesítményű fogyasztókat magasabb feszültségről táplálni?



4. feladat: Egy piros és egy kék színű, egyformán 54 dkg tömegű és 1,5 liter űrtartalmú alumínium lábost színültig töltöttünk vízzel, majd a piros lábos vizébe egy 7850 kg/m^3 sűrűségű vasból, a kék színűbe pedig egy 600 kg/m^3 sűrűségű fából készült kockát tettünk. Mindkét kocka tömege 150 gramm volt.

a) Miután a lábosok külső felületét szárazra töröltük, mindkettőt mérlegre tettük. Mekkora volt a piros, illetve a kék edény mért tömege?

b) Mekkora a kockák vízbe helyezését követően a piros, illetve a kék lábos átlagsűrűsége? Az eredményeket kg/m^3 -ben, egész számra kerekítve add meg!

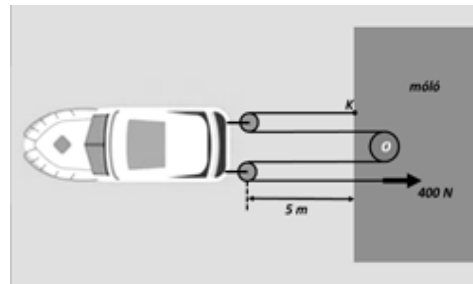
(Az alumínium sűrűsége 2700 kg/m^3 , a vízé pedig 1000 kg/m^3 . A fa kocka nem ér hozzá a kék edény falához.)

XXVI. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2023

*A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!*

9. osztály

1. feladat: A mólótól 5 m távolságban álló, javításra váró hajót segítség hiányában a hajóács egyedül igyekszik bevontatni. Amikor a K pontban a móló széléhez kötött, a hajótesthez rögzített csigákon, valamint a mólón álló hengeres O oszlop körül átvezetett könnyű, nyújthatatlan kötél végét állandó 400 N nagyságú erővel húzza, a hajó lassan, egyenletesen úszva közeledik a part felé.



- Mekkora munkát kell végeznie az ácsnak, míg a hajót a mólóig vontatja?
- Mennyi ideig tart a hajó bevontatása, ha az ács 0,5 m/s nagyságú sebességgel mozgatja a kötél szabad végét?
- Mekkora erővel fékezi a hajó mozgását a víz?
- Ha csak a hajó (pontosabban: a hozzá rögzített csigák) és a hajóács által a kötéltre kifejtett erőket tekintjük, mekkora lenne ezek eredőjének nagysága? Hogyan lehetséges, hogy a kötél szabad vége mégis egyenletesen mozog?

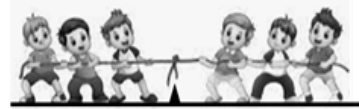
A kötélszárak párhuzamosak, és ugyanabba a vízszintes síkba esnek. A kötélsúrlódás és a csigák tengelysúrlódása, valamint a csigák tömege elhanyagolható. (A mellékelt felülnézeti ábra nem méretarányos!)

2. feladat: Lotti és Peti az ajándékba kapott építőkészletükben 40 darab 2 cm élhosszúságú játékkockát találtak, melyek egy része 2700 kg/m^3 sűrűségű alumíniumból, másik része sárgaréz-ből készült. A gyerekek elhatározták, hogy a szoba padlóján szét-szórt kockákat egymásra rakva egy-egy tornyot építenek. Lottinak jutottak az alumíniumkockák: ő 1296 mJ munkát végzett, míg elkészült építményével. Peti a sárgaréz kockákból emelt tornyot, és 1344 mJ munkát kellett befektetnie, míg az utolsó darab is a helyére került.



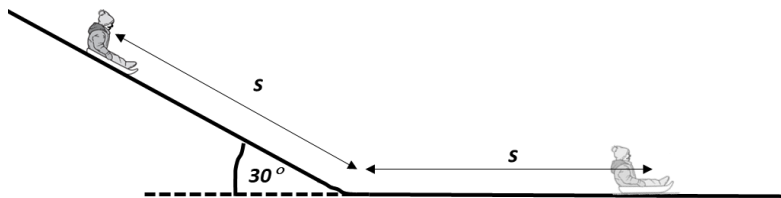
- Milyen magas lett a Peti által épített torony?
 - A sárgaréz építőkockák 8920 kg/m^3 sűrűségű réz és 7140 kg/m^3 sűrűségű cink ötvözetéből készültek. Az ötvözet tömegének hány százaléka réz?
- Az ötvözés során bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható, a nehézségi gyorsulás értékét vedd 10 m/s^2 -nek!

3. feladat: Peti és Bálint csapata kötélhúzó versenyben mérte össze az erejét: sípszóra mindkét csapat teljes erőből húzni kezdte az $1,2 \cdot 10^6$ N/m rugóállandójú kötelet. Azonban hiába fejtett ki a Peti által vezetett csapat 150 N nagyságú erőt, a kötélt középső pontjára kötött szalag nem mozdult el a talajon lévő jelhez képest. Mekkora munkát végzett a döntetlen eredmény kiharcolása érdekében a Bálint által vezetett csapat?



4. feladat: Mikor az egész környezet friss hó lepte el, a gyerekek szánkózni indultak. A vízszintessel 30° -os szöget bezáró domboldalról csúsztak le, hogy azután a lejtő folytatásában lévő vízszintes szakaszon lefékeződjenek. Laci megfigyelte, hogy a lejtő aljától mérve mindig éppen ugyanolyan hosszú úton álltak meg, mint amekkora távolságot a lejtőn lefelé megtettek. Mekkora a – teljes útszakaszon egyforma nagyságú – súrlódási együttható a szánkó talpa és a hó között?

A nehézségi gyorsulás értékét vedd 10 m/s^2 -nek!



XXVI. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2023

*A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!*

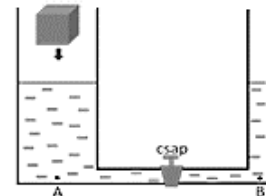
10. osztály

1. feladat: Lotti és Peti az ajándékba kapott építőkészletükben 40 darab 2 cm élhosszúságú játékkockát találtak, melyek egy része 2700 kg/m^3 sűrűségű alumíniumból, másik része sárgaréz-ből készült. A gyerekek elhatározták, hogy a szoba padlóján szét-szórt kockákat egymásra rakva egy-egy tornyot építenek. Lottinak jutottak az alumíniumkockák: ő 1296 mJ munkát végzett, míg elkészült építményével. Peti a sárgaréz kockákból emelt tornyot, és 1344 mJ munkát kellett befektetnie, míg az utolsó darab is a helyére került.



- a) Milyen magas lett a Peti által épített torony?
 - b) A sárgaréz építőkockák 8920 kg/m^3 sűrűségű réz és 7140 kg/m^3 sűrűségű cink ötvözetéből készültek. Az ötvözet tömegének hány százaléka réz?
- Az ötvözés során bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható, a nehézségi gyorsulás értékét vedd 10 m/s^2 -nek!

2. feladat: Egy 3 cm és egy 1 cm belső átmérőjű hengeres edényt alul csappal ellátott cső köt össze az ábra szerint. A csapot kinyitva annyi vizet töltünk a két, összeköttetésben álló edénybe, hogy bennük 10 cm magasságban álljon a víz.



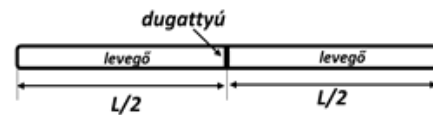
- a) Mekkora a víz súlyából származó nyomás az egyes edények alján (azaz az *A*, illetve *B* pontban)?

Az összekötő csövön lévő csapot elzárjuk, és egy 2 cm oldalélű, 750 kg/m^3 sűrűségű fa kockát teszünk a nagyobb átmérőjű cső vizébe.

- b) Hány milliméter vastagságú része áll ki a vízből a stabil egyensúlyi helyzetben úszó kockának?
- c) Mekkora lesz ekkor az *A* és *B* pontokban uralkodó nyomások különbsége?
- d) Ha végül ismét kinyitjuk az összekötő csövön lévő csapot, milyen magasan állapodik meg a vízszint az egyes edényekben?

(A víz sűrűsége 1000 kg/m^3 , a nehézségi gyorsulás értékét vegyük 10 m/s^2 -nek!)

3. feladat: Mindkét végén leforrasztott, $L=1$ méter hosszúságú, $0,5\text{ cm}^2$ keresztmetszetű üvegcsőbe zárt, normál légköri nyomású, szobahőmérsékletű levegőt a csőbe pontosan illeszkedő, könnyen mozgó, vékony, 5 gramm tömegű dugattyú két egyenlő térfogatú részre oszt szét. A csövet szeretnénk az egyenesébe eső, vízszintes irányú, $0 - 20\text{ m/s}^2$ tartományba eső gyorsulások mérésére használni, mivel megtapasztaltuk, hogy a cső sebességváltozása esetén a dugattyú kimozdul a felezőpontból.



a) A könnyű kezelhetőség érdekében olyan skálával akarjuk ellátni eszközünket, melyről közvetlenül leolvasható a gyorsulása. Számítsd ki, hogy a cső felezőpontjában megjelölt 0 értéktől mérve hány milliméterre kerüljön az 1, 5, 10, illetve 20 m/s^2 nagyságú gyorsuláshoz tartozó beosztás!

b) Használható-e gyorsulásmérésre az így hitelesített (skálabeosztásokkal ellátott) eszközünk szobahőmérsékletnél alacsonyabb, vagy magasabb hőmérsékleten is? Válaszodat indokold meg!

A gáz hőmérséklete a gyorsítási folyamatokban állandónak tekinthető. Felhasználhatod, hogy amennyiben $|x| < 0,25$, nagy pontossággal – körülbelül 1 %-os hibával – érvényes a

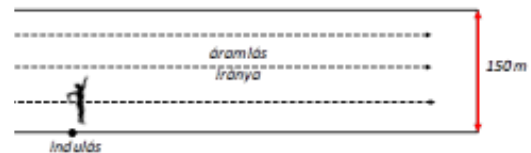
$$\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{x}{2}$$

közelítés.

4. feladat: Laci a szegedi uszodában teljes erőbedobással 40 s alatt úszta át az 50 méteres medencét. „Érdekes – gondolta magában – a sebességem pontosan $(\sqrt{3}+2)$ -szöröse a Tisza áramlási sebességének! Holnap át is úszom!”

a) Hány km/h a Tisza áramlási sebessége?

b) Mennyi idő alatt jut át Laci a 150 m széles Tisza túlsó partjára, ha mindvégig a víz áramlási sebességére merőleges irányban úszik? Folyásirányban mérve hány méterrel sodorja lejjebb a víz, míg megérkezik az átellenes partra?



c) Mennyi idő alatt tud az átkelés során elért pontból visszaúszni arra a helyre, ahol eredetileg a vízbe ugrott? Milyen irányban kell úsznia, hogy célba érhesen?

(Feltételezzük, hogy Laci az oda-vissza út mindkét szakaszán teljes erőbedobással úszik.)

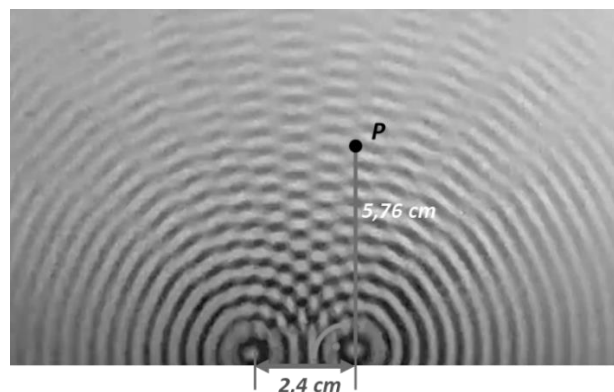
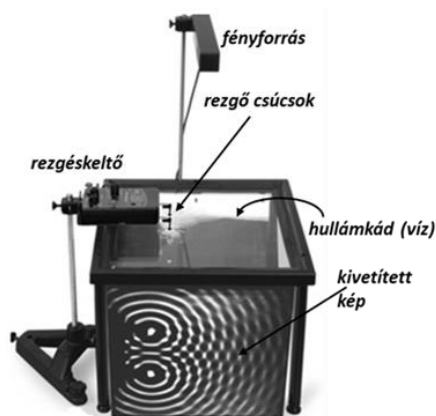
XXVI. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2023

A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!

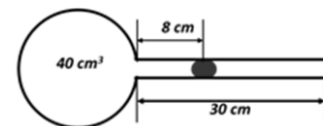
11. osztály

1. feladat: Rezgékeltő berendezéshez csatlakoztatott, egymástól 1,5 cm távolságban lévő két csúcs azonos fázisú harmonikus rezgése során ütogeti a hullámkádban lévő víz felszínét, 35 Hz frekvenciájú koherens hullámokat keltve. A kivetített képen a két csúcs távolságát 2,4 cm-nek, két szomszédos sötét körvonal távolságát pedig 0,96 cm-nek mérjük.

- a) Mekkora sebességgel terjednek a víz felszínén a csúcsok által keltett hullámok?
- b) Milyen interferenciajelenséget figyelhetünk meg a kivetített képnek abban a P pontjában, amely a rezgő csúcsokat elválasztó szakasz egyik végpontjában emelt merőlegesen, a végponttól 5,76 cm távolságban van?



2. feladat: A 40 cm^3 térfogatú üveggömbben, és a vele összeköttetésben álló, 30 cm hosszúságú, 5 mm^2 keresztmetszetű cső egy részében lévő levegőt kis higanycsepp zárja el a külvilágtól. 18°C hőmérsékleten a csepp a gömb és a cső csatlakozásától mérve 8 cm távolságban helyezkedik el. Állandó külső légnyomás mellett – megfelelő beosztásokkal ellátva – az eszköz hőmérsékletmérésre használható. Milyen tartományba eső hőmérsékletértékeket lehet vele mérni?

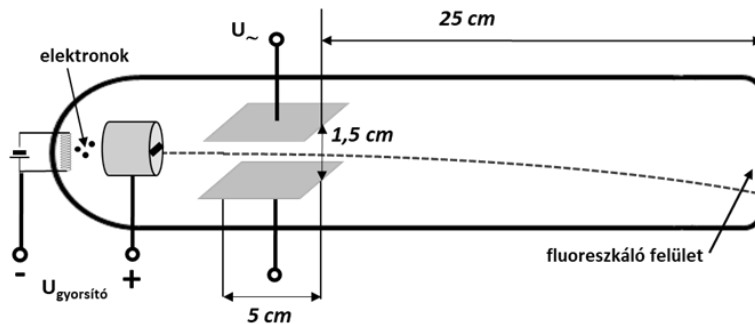


3. feladat: 35 cm hosszú, 8 cm átmérőjű hengeres vákuumcsőbe épített izzókatódból kilépő, majd 1500 V feszültséggel vízszintes irányú sebességre gyorsított elektronok keskeny nyalábjá vízszintes helyzetű, egymástól 1,5 cm távolságban lévő, 5 cm hosszúságú alumíniumlemezek által alkotott síkkondenzátor fegyverzetei közé lép, a lemezeket elválasztó távolság felének magasságában. A cső katóddal szemben lévő, gyakorlatilag síkfelületnek tekinthető fala 25 cm távolságban van a lemezektől, és olyan festékkel van bevonva, melyet a gyors egymásutánban becsapódó elektronok zöldes fényű fluoreszkálásra gerjesztenek.

a) Maximálisan mekkora szöggel térülnek el az elektronok eredeti haladási irányuktól, amennyiben a kondenzátorlemezre 30 V effektív értékű, szinuszosan váltakozó feszültséget kapcsolnak?

b) Milyen hosszú, zöld színben fluoreszkáló egyenes szakasz figyelhető meg a „képernyőn” a váltakozó feszültség kondenzátorra kapcsolását követően? Az eredményt milliméterben, egész számra kerekítve add meg!

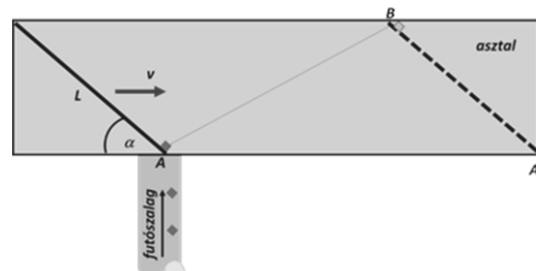
Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. A földi mágneses mező hatását, valamint a lemezpárok között kialakuló elektromos mezőnek a viszonylag nagy lemeztávolság miatti szóródását hagyjuk figyelmen kívül!



4. feladat: Gyártósor futószalagján az osztályozó asztal A pontjába érkező, hibátlan késztermék a vízszintes felületet $v=6$ cm/s nagyságú sebességgel végigsöprő, az asztal AA' szélével állandó $\alpha=50^\circ$ -os szöget bezáró, $L=50$ cm hosszúságú terelőrúd mentén elcsúszva $\Delta t=15$ s alatt a B pontba jut.

a) Mekkora a terelőrúd és a termék közötti súrlódás együtthatója, ha a termék egyenletesen mozogva teszi meg az AB távolságot?

b) Mekkora a terelőrúd és a 250 gramm tömegű termék súrlódása miatt fejlődő hőmennyiség, ha az asztallap és a termék között a súrlódási együttható 0,05 nagyságú?



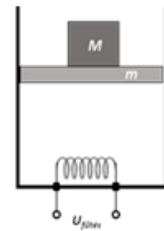
A termék méretei elmozdulásához viszonyítva elhanyagolhatók. A nehézségi gyorsulás értékét vedd 10 m/s^2 -nek!

XXVI. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2023

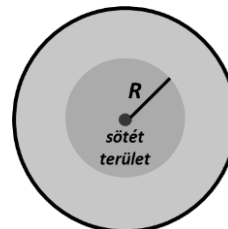
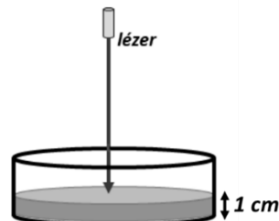
A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakúra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!

12. osztály

1. feladat: A hőszigetelő falú, 100 cm^2 keresztmetszetű hengeres edényben lévő levegő felmelegítésével a hengert lezáró, könnyen mozgó, 1 kg tömegű, ugyancsak hőszigetelő anyagú dugattyú, és a rá helyezett 19 kg tömegű test felemelhető. Amikor a beépített fűtőszál a bezárt levegőnek 1750 J hőmennyiséget ad át, a dugattyú a ráhelyezett teherrel együtt 40 cm -rel feljebb emelkedik. Mekkora a külső légnyomás?
(A bezárt – oxigén és nitrogén keverékének tekinthető – levegőt nagyon lassan melegítették. A nehézségi gyorsulás értékét vedd 10 m/s^2 -nek!)



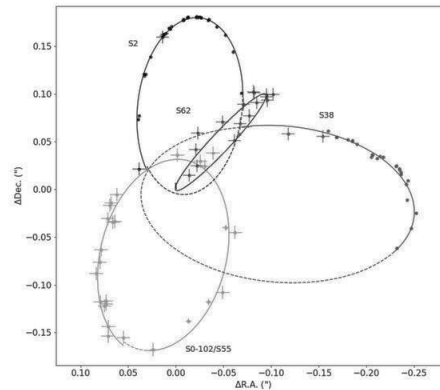
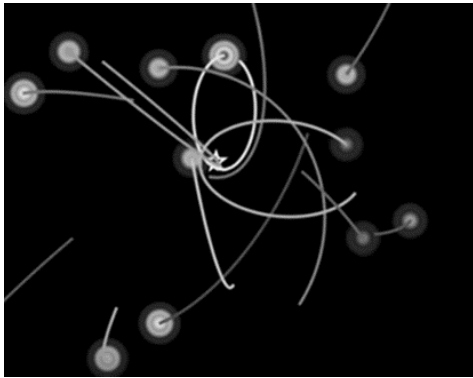
2. feladat: Egy homokfűvott, matt, szemcsés belső felületű hengeres üvegedénybe 1 cm vastagságban vizet töltöttünk. Keskeny, vörös színű lézervény-nyalábot irányítva merőlegesen a vízfelület középpontjába, az edény fenekén – a mellékelt felülnézeti ábrának megfelelően – a megvilágított fényes pont körül egy sötét kört figyeltünk meg, azon túl viszont az edény aljának többi részét is halvány vörös fény világította meg. Mekkora volt a sötétben maradt terület sugara, ha a víz törésmutatója $1,33$?



felülnézet

3. feladat: A 2020-as fizikai Nobel-díjat hárman kapták, megosztva: Roger Penrose fizikus-matematikus a fekete lyukak kialakulására vonatkozó elméleti eredményeiért, Reinhard Genzel és Andrea Ghez csillagászok pedig a galaxisunk középpontjában lévő szupermasszív kompakt objektum felfedezéséért. A két csillagász több évtizedes munkával, a közeli infravörös tartományban végzett észlelések alapján igazolta, hogy a Nyilas csillagképben lévő Sgr A* intenzív rádióforrás közelében, Galaxisunk középpontjában, Napunktól mintegy $8,5 \text{ kpc}$ távolságban egy fekete lyuk található.

A fekete lyuk természetesen közvetlenül nem látható, létezésére és jellemzőire a körülötte keringő csillagok pályájának megfigyeléséből következtettek. Mintegy 20 éven keresztül kísérték figyelemmel például az S2 jelű csillagot, és megállapították, hogy $15,2$ földi év periódusidővel kering egy olyan ellipszispályán, melynek fél-nagytengelye 950 CsE (*csillagászati egység*) hosszúságú. (A mellékelt ábrák a megfigyelések eredményei alapján készültek.)



- a) Milyen tömegű lehet a fekete lyuk, amely körül az S2 kering? Hány Nap-tömegnek felel meg ez az érték?
- b) Az S2 2018. május 19-én haladt át pályájának a fekete lyukhoz legközelebbi, attól 123 CsE távolságban lévő pontján. A vákuumbeli fénysebesség hány százaléka volt ott az S2 sebessége?
- c) Tudjuk, hogy a fekete lyuk által uralt tartományt, amelyet még a fény sem képes elhagyni, az ún. eseményhorizont határolja, melynek kiterjedését a Schwarzschild-sugár, azaz

$$R_S = \frac{2 \cdot \gamma \cdot M}{c^2}$$

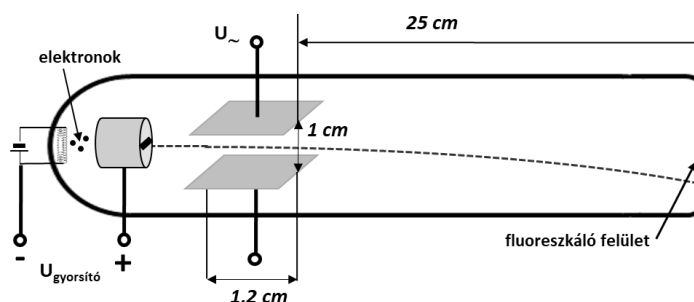
adja meg, ahol c a vákuumbeli fénysebesség, M a fekete lyuk tömege. A Schwarzschild-sugár hányszorosa volt az S2 és a központi fekete lyuk között mérhető legkisebb távolság?

Felhasználhatod, hogy $1 \text{ pc (parsec)} = 3,26 \text{ fényév} = 3,0856 \cdot 10^{13} \text{ km} = 206\,264 \text{ CsE}$.

A Nap tömege $1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, a gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$.

(A Függvénytáblázatban található képletekbe történő egyszerű behelyettesítés nem tekinthető teljes értékű megoldásnak!)

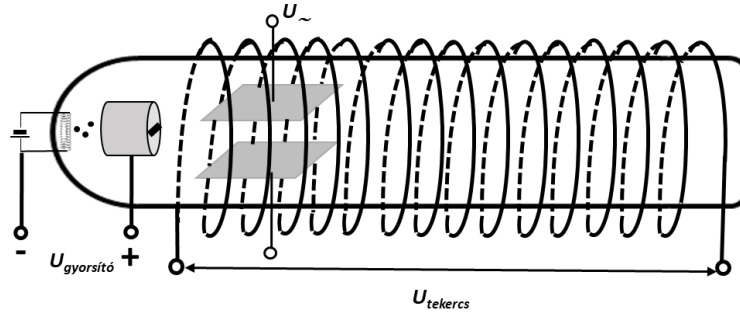
4. feladat: Vákuumcső izzókatódjából kilépő, majd 1000 V feszültséggel vízszintes irányú sebességre gyorsított elektronok keskeny nyalábjá vízszintes helyzetű, egymástól 1 cm távolságban lévő, 1,2 cm hosszúságú alumíniumlemezek által alkotott síkkondenzátor fegyverzetei közé lép, a lemezeket elválasztó távolság felének magasságában. A kondenzátorlemezekre 20 V effektív értékű, szinuszosan váltakozó feszültséget kapcsolnak. Ennek hatására a cső katóddal szemben lévő, fluoreszkáló festékkel bevont, gyakorlatilag síkfelületnek tekinthető, a lemezektől 25 cm távolságban lévő falán a becsapódó elektronok nyomán zöldes fényben világító egyenes szakasz rajzolódik ki.



- a) Eredeti haladási irányuktól maximálisan mekkora szöggel térülnek el a kondenzátorlemezek között áthaladva az elektronok?
- b) Milyen hosszú a „képernyőn” megfigyelhető, zöld színben fluoreszkáló szakasz?

FOLYTATÁS A KÖVETKEZŐ OLDALON! →

c) A vákuumcsövet egy szolenoiddal körülveszik úgy, hogy a cső és a tekercs hossz tengelye egybeessen. A szolenoid áramát nulláról lassan növelve a „képernyőn” kirajzolódó szakasz elfordul, hossza csökken, majd egy bizonyos áramerősség-értéket elérve egy fényes ponttá zsugorodik. Becsüld meg, mekkora ebben az állapotban a tekercs által létrehozott mágneses mező indukciójának nagysága!



Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. A földi mágneses mező hatását, valamint a lemezpárok között kialakuló elektromos mező szóródását figyelmen kívül hagyhatod!