XX. TORNYAI SÁNDOR ORSZÁGOS FIZIKAI FELADATMEGOLDÓ VERSENY
A REFORMÁTUS KÖZÉPISKOLÁK SZÁMÁRA
Hódmezővásárhely, 2016. március 18-20.

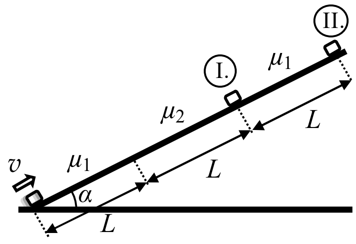
A versenydolgozatok megírására 3 óra áll a diákok rendelkezésére, minden tárgyi segédeszköz használható. Minden évfolyamon 5 feladatot kell megoldani. Egy-egy feladat hibátlan megoldása 20 pontot ér, a tesztfeladat esetén a választást meg kell indokolni (kérdésenként az egyetlen helyes válasz megadása vagy bekarikázása 5-5 pont, az indoklás szintén 5-5 pont). Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői: Antalicz Balázs, Börzsönyi Ádám, Hilbert Margit

9. évfolyam feladatai

9./1. feladat. Az egymástól 90 km távolságra lévő A és B városból egyszerre indul egymással szembe két kerékpáros. Az a kerékpáros, amely A-ból indult, a két kerékpáros találkozása után 2 órával később ér B-be. A másik a találkozást követően 4 óra 30 perccel később ér A-ba. Mekkora a két kerékpáros sebessége?

9./2. feladat. Egy 2 kg-os testet elejtünk. 10 méter esés után a sebessége 13 m/s. Mekkora lenne a sebessége, ha nem hatna rá a közegellenállási erő? Mennyi munkát végzett a test a levegő közegellenállásának legyőzésére? Számoljunk g = 9,81 m/s^2-tel!

9./3. feladat. A jobb oldali ábrán látható, α = 30° emelkedésű lejtő három egyenlő, L = 20 cm hosszúságú szakaszból áll. A középső szakaszt olyan anyaggal vontuk be, amelytől megváltozott a csúszási súrlódási együtthatója. A lejtő aljáról egy pontszerű testet csúsztatunk fel a lejtőre. Az első esetben 2,9 m/s sebességgel indítjuk a lejtő aljától, így pont a második szakasz végéig jut el. Ezt követően visszahelyezzük a lejtő aljára és 3,5 m/s kezdősebességet adunk neki. Ekkor pedig a harmadik szakasz végén áll meg.



Mekkora az egyes szakaszok csúszási súrlódási együtthatója? Számoljunk g = 9,81 m/s^2-tel!

9./4. feladat. 2016. február 11-én bejelentették, hogy a LIGO gravitációs hullámokat megfigyelő obszervatórium mindkét detektora gravitációs hullámokat észlelt 2015. szeptember 14-én. A jelet a Földtől 1,3 milliárd fényévnyire található két, egymás körül keringő fekete lyuk összeolvadása szolgáltatta.
Méterben kifejezve milyen messze van tőlünk az új fekete lyuk? (A gravitációs hullámok fénysebességgel, azaz $3\cdot10^8$ m/s-mal terjednek.)

a) $3{,}9\cdot10^{15}$ m b) $2{,}1\cdot10^{23}$ m c) $5{,}1\cdot10^{23}$ m d) $1{,}2\cdot10^{25}$ m e) $7{,}4\cdot10^{27}$ m

A megfigyelt gravitációs hullám legintenzívebb szakaszában az azonosnak tekinthető tömegű fekete lyukak másodpercenként 75-ször kerülték meg közös tömegközéppontjukat. Mekkora lehetett ekkor a fekete lyukak távolsága, ha a fekete lyukak centripetális gyorsulása $3{,}7\cdot10^{10}$ m/s^2 volt? (Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy az égitestek egyenletes körmozgást végeznek és a Newton-törvények érvényesek maradnak, és az égitesteket tekintsük pontszerűeknek.)

a) $2{,}6\cdot10^5$ km b) $6{,}6\cdot10^3$ km c) 333 km d) 210 km e) 167 km

Válaszaidat röviden indokold meg!

A versenydolgozatok megírására 3 óra áll a diákok rendelkezésére, minden tárgyi segédeszköz használható. Minden évfolyamon 5 feladatot kell megoldani. Egy-egy feladat hibátlan megoldása 20 pontot ér, a tesztfeladat esetén a választást meg kell indokolni (kérdésenként az egyetlen helyes válasz megadása vagy bekarikázása 5-5 pont, az indoklás szintén 5-5 pont). Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői: Antalicz Balázs, Börzsönyi Ádám, Hilbert Margit

9./5. feladat. A modern sebességmérő berendezések elterjedése előtt gyorsan mozgó testek sebességének precíz mérésére csak kevés módszer volt elérhető, s ezek is csak közvetett módon tettek lehetővé sebességmérést. Az egyik ilyen eszköz a ballisztikai inga, amely nevéhez híven lövedékek sebességének mérésére szolgált.
Az általunk használt ballisztikai inga egy 3500 g tömegű, 1 m hosszú fonálra felfüggesztett testből áll, amelybe egy nagy sebességgel mozgó, 11 g tömegű testet lövünk be. A lövedék a nagy sebességkülönbség hatására belefúródik az ingába, majd a súrlódás következtében megáll benne. Az ütközés következtében az inga kilendül, majd a kilengésének maximális szögét feljegyezve kiszámítható a lövedék sebessége.
A ballisztikus inga függőlegeshez képesti kitérésének maximális szöge 60°. Mekkora volt a lövedék sebessége?

a) kb. 900 m másodpercenként	b) kb. 3600 km óránként	c) kb. az 50 °C-os levegőben mérhető hangsebesség háromszorosa	d) kb. 100 000 km naponta

A lövedék eredeti mozgási energiájának mekkora része alakul át helyzeti energiává?

a) hozzávetőlegesen a fele	b) kb. a harmada	c) nagyjából az egy ötvened része	d) kerekítve három ezreléke

Megjegyzés: A földfelszínen mérhető gravitációs gyorsulás értékét vegyük 9,81 m/s^2-nek.
Válaszaidat röviden indokold meg!

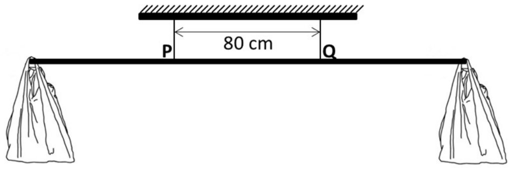
A versenydolgozatok megírására 3 óra áll a diákok rendelkezésére, minden tárgyi segédeszköz használható. Minden évfolyamon 5 feladatot kell megoldani. Egy-egy feladat hibátlan megoldása 20 pontot ér, a tesztfeladat esetén a választást meg kell indokolni (kérdésenként az egyetlen helyes válasz megadása vagy bekarikázása 5-5 pont, az indoklás szintén 5-5 pont). Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői: Antalicz Balázs, Börzsönyi Ádám, Hilbert Margit

10. évfolyam feladatai

10./1. feladat. 2016. február 11-én bejelentették, hogy a LIGO gravitációs hullámokat megfigyelő obszervatórium mindkét detektora gravitációs hullámokat észlelt 2015. szeptember 14-én. A jelet a Földtől 1,3 milliárd fényévnyire található két, egymás körül keringő fekete lyuk összeolvadása szolgáltatta. A megfigyelt gravitációs hullám legintenzívebb szakaszában a 36, illetve 29 naptömeggel rendelkező fekete lyukak másodpercenként 75-ször kerülték meg közös tömegközéppontjukat. Mekkora lehetett ekkor a fekete lyukak tömegközéppontjainak távolsága, ha az egyszerűség kedvéért egyenletes körmozgást feltételezünk, ahol a két fekete lyuk szögsebessége azonos, és a Newton-törvényeket érvényesnek tekintjük? (A fekete lyukak esetleges forgásától és a relativisztikus folyamatok figyelembevételétől tekintsünk el.)
1 naptömeg = $2\cdot10^{30}$ kg. Gravitációs állandó: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ $m^3/kg\cdot s^2$. Fénysebesség: $c = 3\cdot10^8$ m/s.

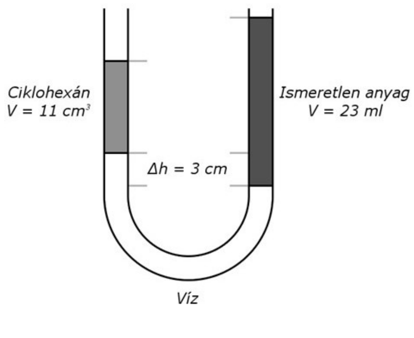
Felmerül a kérdés, hogy két égitest mérete nem akadályozza-e meg, hogy az észlelt gravitációs hullámokból számolt távolságra megközelítsék egymást. Jelenleg tudásunk szerint a fekete lyukak a legkompaktabb égitestek, melyek felszínéről való eltávolodáshoz már a fénysebesség sem elegendő. Ahhoz, hogy egy testet fekete lyuknak nevezhessünk, a sugarának kisebbnek kell lennie egy megadott határnál. Ezt a határt Schwarzschild-sugárnak nevezzük, és az $R_S = 2GM/c^2$ összefüggéssel számoljuk ki az M tömegű égitest sugarát. Ellenőrizzük, hogy valóban elegendően kis méretűek-e a vizsgált fekete lyukak!

10./2. feladat. Egy 1008 g tömegű, 2,4 méter hosszú hengeres, homogén rudat két függőlegesen álló kötél segítségével szimmetrikusan felfüggesztünk. A rúd vízszintes, a kötelek egymástól 80 cm-re vannak.



A rúd két végére egy-egy nagyon könnyű zacskót akasztunk, majd először az egyiket, majd a másikat is megtöltjük keksszel. A rúdnak mindvégig vízszintesen kell maradni úgy, hogy közben nem érinthetjük meg. Hány gramm kekszet tehetünk a két zacskóba összesen?

10./3. feladat. Peti azt a feladatot kapta a fizikatanárától, hogy állapítsa meg egy adott, ismeretlen anyag sűrűségét, egy általa megadott, furfangos módon. A sűrűség megállapításához Peti egy U alakú csövet kapott. A csőbe először vizet töltöttek, majd egyik szárába 11 cm^3 ciklohexán, míg a másik szárába 23 ml ismeretlen anyag került.



A cső szemrevételezése után Peti megmérte a víz felszínének a cső két szárában vett magasságkülönbségét, ami 3 cm lett.
Mekkora a keresett sűrűség?
A Peti által kikeresett adatok:

- Peti a kísérletet 20 °C-on végezte el, ahol a ciklohexán sűrűsége 0,778 g/ml
- A felhasznált U alakú cső keresztmetszete a gyártó katalógusa alapján 100 mm^2.

Megjegyzés: A használt anyagok egyike sem reagál, keveredik, vagy oldódik a másikban.

A versenydolgozatok megírására 3 óra áll a diákok rendelkezésére, minden tárgyi segédeszköz használható. Minden évfolyamon 5 feladatot kell megoldani. Egy-egy feladat hibátlan megoldása 20 pontot ér, a tesztfeladat esetén a választást meg kell indokolni (kérdésenként az egyetlen helyes válasz megadása vagy bekarikázása 5-5 pont, az indoklás szintén 5-5 pont). Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői: Antalicz Balázs, Börzsönyi Ádám, Hilbert Margit

10./4. feladat. Egy 500 cm^3 -es és egy 200 cm^3-es üveggömb kapilláris csővel van összekötve, amely biztosítja a nyomáskiegyenlítődést. Ezt a két üveggömbből álló tartályt lezárjuk, amikor 15˚C-os, 10^5 Pa nyomású száraz levegővel van megtöltve. Majd a nagyobb gömböt 100˚C-os gőzbe tesszük, a kisebbet 0˚C-os jeges vízbe. Mekkora lesz a nyomás a tartályban? Hanyagoljuk el az üveg hőtágulását! A válaszaidat röviden indokold meg!

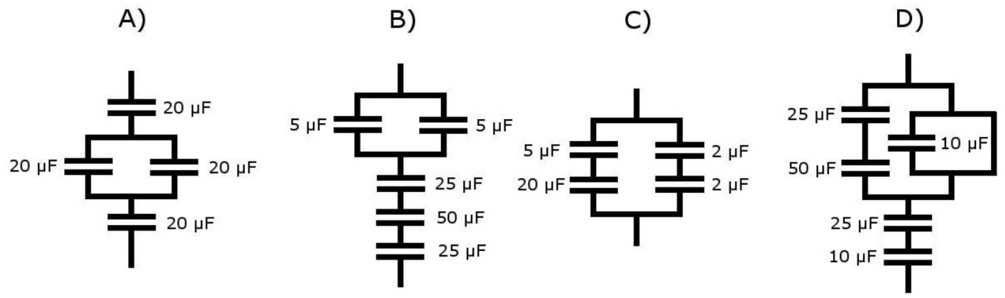
a) 10^5 Pa   b) $1{,}30 \cdot 10^5$ Pa   c) $0{,}95 \cdot 10^5$ Pa   d) $1{,}17 \cdot 10^5$ Pa

Az alábbi, az üveggömbökben lévő levegő sűrűségére vonatkozó állítások között hány hibás van?

Az átlagsűrűség nem változott, a két üveggömbben a sűrűségek aránya ~1,37.
Az egyik gömbben a sűrűség közel 9,6%-al csökkent.
A másik gömbben a sűrűség közel 23,6%-al nőtt.

a) 0   b) 1   c) 2   d) 3

10./5. feladat. Feri egy olyan áramkört tervezett, amelyben szüksége van egy olyan kondenzátorra, amely 5 μF kapacitású, és legalább 1000 V átütési feszültséggel rendelkezik. Ilyen kondenzátort azonban készlethiány miatt nem kapni a környéken, így több, 600 V átütési feszültségű kondenzátor összekapcsolásával kell helyettesítenie ezt az elemet. Feri felrajzolt néhány kapcsolást, azonban egyelőre nem tudja, hogy melyik teljesítené a megadott feltételeket. A megadott kapcsolások közül karikázd be a megfelelőt!



Megjegyzés: Egy kondenzátor átütési feszültsége azt a legkisebb feszültséget jelenti, amelyet a kondenzátor kivezetéseire kapcsolva a kondenzátor elveszti töltésraktározó jellegét, és rövidzárként működik tovább. Ennek megfelelően, ha egy kondenzátor élete során valamikor átüt, a továbbiakban nem használható biztonságosan, és ki kell cserélni.

Egy másik probléma megoldásához Ferinek a kapcsolások közül a legnagyobb átütési feszültségűre van szüksége. Mekkora feszültségig használhatja a legalkalmasabbat?

a) 2000 V   b) 1000 V   c) 1200 V   d) 1500 V

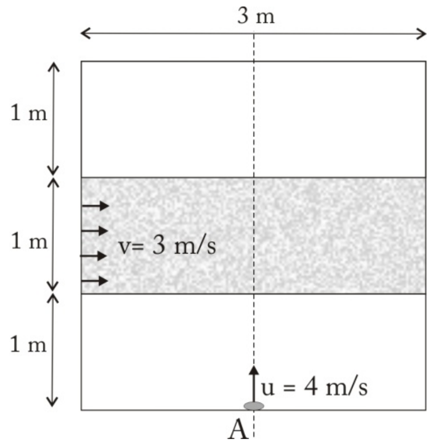
A válaszaidat röviden indokold meg!

XX. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny a református középiskolák számára, Hódmezővásárhely, 2016. március 19.

A versenydolgozatok megírására 3 óra áll a diákok rendelkezésére, minden tárgyi segédeszköz használható. Minden évfolyamon 3 feladatot és egy tesztfeladatot kell megoldani. Egy feladat és a tesztek teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér, a tesztfeladat esetén a választást meg kell indokolni. A tesztfeladat a 11. évfolyamon 10x2 pont, a 12. évfolyamon 5x4 pont értékű.
Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői: Dömötör Piroska, Varga Zsuzsa

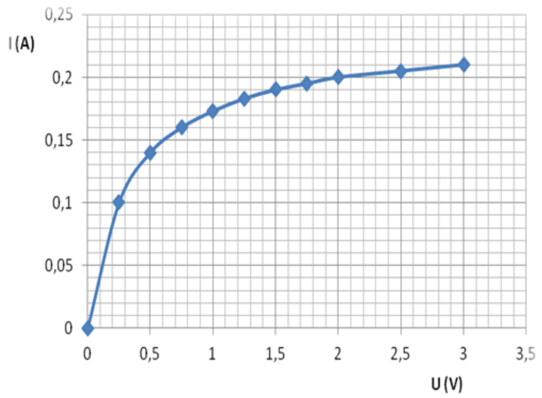
11. évfolyam

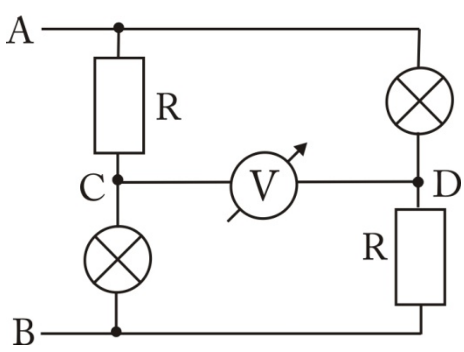
1. Egy 3 m széles és 3 m hosszú vízszintes kísérletező asztal felszíne sík, középső d = 1 m szélességű középső sávját azonban v = 3 m/s sebességgel mozgó (végtelenített) gumiszalag képezi, amely pontosan illeszkedik az asztallap nyugvó felszínéhez. Az asztal egyik szélének közepére (az ábrán az A pontra) egy kicsiny lapos korongot fektetünk, és megütjük úgy, hogy u = 4 m/s sebességgel kezdjen csúszni (merőlegesen) a szalag felé. Az asztallap álló részei és a korong közti súrlódás elhanyagolható, a gumiszalag és a korong közötti súrlódási tényező μ = 0,5. A korong csúszás közben nem forog. Hol esik le a korong az asztalról?



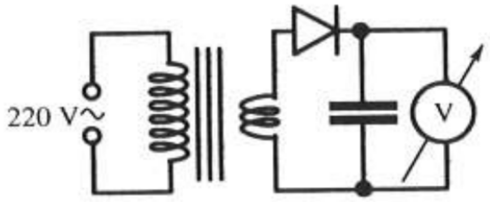
2. Vízszintes, szigetelő tengelyre felfűzött fémgyöngy töltése $Q = 10^{-6}$ C. A hozzá erősített L = 30 cm hosszú szigetelő fonál végén m = 2 g tömegű, $q = 10^{-7}$ C töltésű kicsi fémgolyó függ. Legalább mekkora kezdősebességet kell adnunk a fémgolyónak, hogy függőleges síkban egy teljes kört befusson, ha a töltések
a) azonos előjelűek
b) ellentétes előjelűek?
c) Ha 3 m/s sebességgel indítjuk a kis golyót, és a töltések egyneműek, mekkora utat fut be a körpályán?

3. Kis izzólámpa feszültség-áram karakterisztikája látható a mellékelt ábrán. 3 V-nál nagyobb feszültség esetén a lámpa kiég. Két ilyen izzóból és két egyenként 10 Ω-s ellenállásból a másik ábrán látható kapcsolást állítjuk össze. Az A és B pontok közé egyenfeszültséget kapcsolunk, amelynek értékét nulláról egyenletesen növeljük. A C és D pontok közé igen nagy ellenállású voltmérőt kapcsolunk és folyamatosan figyeljük, hogy mit mutat.
a) Milyen telepfeszültségnél fog az izzó kiégni?
b) Ábrázoljuk a voltmérő feszültségét a telepfeszültség függvényében!





4. TESZT



Az ábrán látható elrendezésben a transzformátor szekunder tekercsén tízszer kevesebb menet van mint a primer tekercsen. A voltmérő belső ellenállása igen nagy. A hálózat frekvenciája 50 Hz.

Döntsük el az alábbi állításokról, hogy igazak vagy hamisak. Válaszunkat minden egyes állítás esetén indokoljuk.

I. A transzformátor szekunder feszültsége:

1. A transzformátor szekunder tekercsén a menetszám arányának megfelelően 10-szer akkora feszültség jelenik meg.
2. A transzformátor szekunder tekercsén a menetszám arányának megfelelően 10-ed akkora feszültség jelenik meg.
3. A transzformátor szekunder tekercsén a váltakozó feszültség csúcsértéke éppen 220/10 V azaz 22 V lesz.
4. A transzformátor szekunder tekercsén megjelenő váltakozó feszültség időfüggése $U(\mathrm{t}) = 22\cdot\sqrt{2}\cdot\sin(2\pi\cdot 50\ \mathrm{t})$ V lesz.

II. Mit mutat a voltmérő?

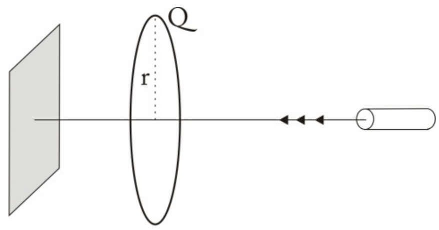
1. Ha nem lenne ott a dióda a szekunder körben, akkor ugyanazt az effektív feszültséget mérnénk, mint ami a transzformátor szekunder tekercsén megjelenik.
2. A dióda egyenirányító hatása miatt a frekvencia a felére csökken és így a voltmérő a szekunder feszültség felét mutatja.
3. A voltmérő nem mutat feszültséget, hiszen nincs ohmos ellenállás az áramkörben.
4. A voltmérő 22 V-ot mutat.
5. A voltmérő $22\cdot\sqrt{2}$ V-ot mutat.
6. Ha a szekunder körből kivesszük a kondenzátort a voltmérő $22/\sqrt{2}$ V-ot mutat.

XX. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny a református középiskolák számára, Hódmezővásárhely, 2016. március 19.

A versenydolgozatok megírására 3 óra áll a diákok rendelkezésére, minden tárgyi segédeszköz használható. Minden évfolyamon 3 feladatot és egy tesztfeladatot kell megoldani. Egy feladat és a tesztek teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér, a tesztfeladat esetén a választást meg kell indokolni. A tesztfeladat a 11. évfolyamon 10x2 pont, a 12. évfolyamon 5x4 pont értékű.
Jó munkát kívánnak a feladatok kitűzői: Dömötör Piroska, Varga Zsuzsa

12. évfolyam

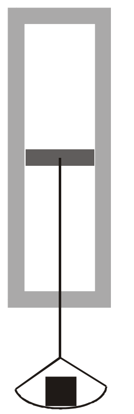
1. Magfizikai kísérlet során egy részecskeágyúból azonos tömegű, $3{,}2\cdot10^{-19}$ C töltésű részecskéket tudunk kilőni.
A részecskeágyú egy r = 10 cm sugarú, $Q = 10^{-6}$ C töltésű vékony fémkarika szimmetriatengelyén helyezkedik el, a karika középpontjától 2 m távolságra. A karika mögött fluoreszkáló ernyő érzékeli a becsapódó részecskéket.



Az elvégzett kísérletek szerint a részecskék csak akkor érik el az ernyőt, ha a kilövési sebességük nagyobb, mint $2{,}87\cdot10^{6}$ m/s. Az egész berendezés vákuumban van.
a) Határozzuk meg a kilőtt részecskék tömegét!
b) Milyen részecskék szerepelnek a kísérletben?

2. Izotópos lemezvastagság mérőben a lemez az izotóp és a GM cső között halad, közvetlenül a GM cső ablaka előtt. A sugárzás elenyésző vastagságú levegőrétegen halad át, elnyelődés csak a lemezben történik. A készülék sugárforrása 6,8 nCi aktivitású Tl-204 izotóp, amely elektronokat sugároz. A sugárforrás és az ablak távolsága 5 mm, a kör alakú ablak sugara 4 mm. Az alumínium-lemez áthaladása során a GM cső átlagosan 553 beütésszámot jelez percenként. Az alumíniumban az elektronsugár felezési távolsága $8{,}148\cdot10^{-2}$ mm.
Mekkora a lemez átlagos vastagsága? ($1\text{ Ci} = 3{,}7\cdot10^{10}$ Bq)

3. Az ábrán látható hőszigetelő falú, A = 10 cm^2 keresztmetszetű, függőleges két végén zárt csövet elhanyagolható tömegű, hővezető dugattyú oszt két egyforma részre. A két féltérben azonos mennyiségű, $p_0 = 10^5$ Pa nyomású egyatomos gáz van. A dugattyú vékony hőszigetelt zsinórral egy serpenyőhöz csatlakozik, amelybe m = 10 kg tömegű testet helyezünk és a rendszert magára hagyjuk. A zsinór úgy van kivezetve, hogy az alsó térrészből nem tud a gáz kiszökni. A dugattyú mozgása egy idő után a kicsiny súrlódás miatt megszűnik.
a) Hányszorosára nő a dugattyú fölött a gáz térfogata?
b) Mekkora ez az arány, ha $\frac{mg}{A} \gg p_0$?

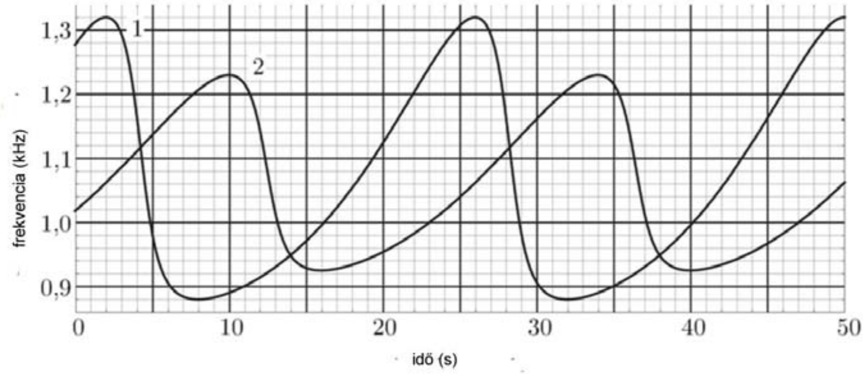


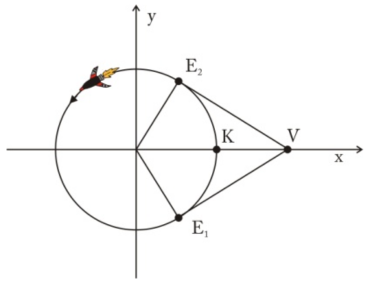
4. TESZT

Egy akciófilmben a terroristák betörnek a rakétabázisra és kilőnek egy rakétát. A rakétát előzőleg úgy állították be, hogy kilövés után állandó sebességgel körpályán mozogjon a föld felszínéhez igen közeli vízszintes síkban. A rakéta állandó frekvenciájú hangjelet bocsát ki, amelyet két különböző helyen lévő vevőállomáson mérnek. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a vevőállomások a rakéta mozgási síkjába esnek.

A vevőállomáson mért hangjel frekvenciáját az idő függvényében rádióhullámok segítségével küldik a Központba, ahol az alábbi valós idejű ábrát látják a monitoron.

A rakéta körmozgását az **r**(t) = (R·cos (ωt), R·sin (ωt)) helyvektorral írjuk le. A rakéta t = 0 idő-pillanatban a K pontban van.





A rakéta által kibocsátott alapfrekvencia a Doppler-effektus következtében módosul. A frekvencia változás szempontjából a mozgó forrás megfigyelő irányába eső sebességkomponense számít, ami a körmozgást végző rakéta esetén folyamatosan változik. A mért jel periódusideje megegyezik a körmozgás periódusidejével.

Szimmetria okokból a maximális és a minimális frekvencia számításánál ugyan akkora nagyságú, de ellentétes irányú lesz a megfigyelő irányába eső v_p sebességkomponens, amely a Doppler-effektus szempontjából számít, így a minimális és a maximális frekvencia $f_{\text{min, max}} = f_0 \cdot \dfrac{1}{1 \pm v_p / c}$.

Számításokkal igazolható, hogy a Doppler effektus szempontjából lényeges v_p megfigyelő irányú sebességkomponensnek a cos (ωt) = $\dfrac{(d^2+R^2) \pm (d^2-R^2)}{2dR}$ föltételnek megfelelő időpontban lesz szélsőértéke, ahol d a vevőállomás origótól vett távolsága.

A fönti ábrán az E_1 és az E_2 pontokat a megfigyelőtől a körhöz húzott érintő határozza meg.

Döntsük el az alábbi állításokról, hogy igazak vagy hamisak. Válaszunkat minden egyes állítás esetén indokoljuk.

1. A grafikon alapján f_0 értéke meghatározható és kb. 1,05 kHz-nek adódik.
2. A két vevő esetén különböző v_p adódik a grafikon alapján, ami annak a következménye, hogy a két megfigyelő egymáshoz képest valamilyen szögben áll.
3. A megadott formulák alapján, ha a vevő az ábra szerinti V pontban van, akkor éppen az E_1 és E_2 érintési pontokból érkező jel esetén lesz a frekvenciának szélsőértéke.
4. A fönti jelölésekkel az E_1 pontból érkező jel frekvenciája maximális, míg az E_2 pontból érkező jelé minimális.
5. Mindkét vevő az ábrán vázolt módon a rakéta által leírt körön kívül helyezkedik el.