A 3. KÁROLYHÁZY FRIGYES
FIZIKAI PROBLÉMAMEGOLDÓ VERSENY FELADATAI
TANÁRSZAKOS
HALLGATÓK SZÁMÁRA
2018. október 26 – november 5.

1. Írjon 2 oldalas esszét, melyben a természet alkotta „megoldások” emberi alkalmazásait ismerteti (pl. bogáncs–tépőzár)! Írjon legalább 5 példát, mindegyiket fejtse ki néhány mondatban!

   (Szakmány Csaba)

2. Képzelje el, hogy egy osztályban tanít, ahol az alábbi beszélgetés zajlik le. Folytassa a módszertani színdarabot (lesson play) az alábbi szempontok figyelembevételével.

   1) Írja le a darab elé, hogy kiknek tartaná az órát, van-e kapcsolódás más tárgyakkal, milyen előzetes tudást igényel az órán elhangzottak megértése, és milyen fogalmakat szeretne megtanítani.

   2) Térképezze fel, milyen tévhitekkel rendelkezhetnek a diákok a hangerősséggel, hangintenzitásszinttel kapcsolatban (cikkek, tanárok/diákok megkérdezése stb.) és ezeket a tévhiteket és ezek eloszlatásának módját foglalja bele a darabba. Jelölje a felhasznált irodalmat!

   Tanár: Remélem mindenkinek jól telt a hétvégéje. Mit csináltatok?

   Anna: Erzsivel elmentünk egy koncertre. Szuper volt!

   Erzsi: Igen, tényleg szuper volt a koncert, csak túl hangos volt! Emlékszel, a szüleink óvtak is, hogy vigyünk magunkkal füldugót, és használjuk is, ha a zene hangosabb, mint 90 dB. Meg is mértem a koncerten egy telefonos alkalmazással a hangerősséget, de csak 95 dB volt. Ennek ellenére úgy éreztem, majd megsüketülök.

   Béla: Mit értesz azon, hogy túl hangos? Én is ott voltam a koncerten, de az én telóm csak 93 dB-t mutatott, és én egyáltalán nem éreztem hangosnak. 90 dB vagy 93 dB, nem mindegy?

   Gábor: És miért baj egyáltalán, ha túl hangos a zene? Mi történhet?

   Pisti: Azt se tudom, mi az a decibel. Az olyan, mint a centiméter, vagy a kilogramm?

   Andrea: Ha hangos volt a zene, miért nem mentél távolabb a hangfalaktól? A hangerősség csökken a távolsággal, nem?

   Tanár: Ezek mind jó kérdések, és az órán néhányra választ is adunk, ugyanis a mai órán a hangerősségről és a hangintenzitásszintekről fogunk beszélgetni.

   (Wiener Csilla)

3. Az elektromos és mágneses jelenségek, fogalmak, ismeret-elemek sok hasonlóságot, rokonságot mutatnak egymással, ám sok lényeges különbség is van köztük. Mutassa be 2 oldalas témavázlatban, hogy középiskolás 16-17 éves diákok számára érthető és követhető módon hogyan foglalná össze a lényeges hasonlóságokat és különbségeket! További 1 oldal terjedelemben ismertesse, hogy milyen magasabb rendű, „egyetemi” ismeret egészíti ki a leírtakat háttértudásként!

   (Szakmány Csaba)

4. A gépjárművek haladása, mint tudjuk, veszteségekkel jár – ezt a közegellenállás és a gördülési ellenállás fizikai fogalmainak segítségével szokták tárgyalni. Ezért – Newton első törvényével látszólagos ellentétben – az autók egyenes vonalú egyenletes mozgatásához a jármű motorjának állandó teljesítményt kell kifejtenie.

   Esőben haladó autók esetében azonban további fizikai jelenségek is fellépnek, amelyek szintén növelik a jármű állandó sebességű mozgatásához szükséges teljesítményt, hiszen az energiát az autó motorjától vonják el.

   Milyen extra jelenségek fékezik az esős úton haladó autót? Becsüljük meg az egyes jelenségek által elvont energiát a jármű sebességének függvényében!

   Nem kell figyelembe venni azt, hogy a rossz látási viszonyok miatt a sofőr eleve lassabban vezet, illetve hogy az úton a járművek összetorlódnak. Egyetlen magányos, üres úton állandó sebességgel haladó autó esetét vizsgáljuk!

(Härtlein Károly)

5. Egy fonal egyik végét kellően magasan lévő, stabil ponthoz erősítjük, másik végére m_1 tömeget akasztunk, ehhez egy rugót kötünk, a rugóra pedig egy m_2 tömegű testet. Kezdetben a rendszer nyugalomban van. Ekkor elégetjük a fonalat. Mekkora lesz a testek gyorsulása ebben a pillanatban? Ellenőrizzük a feladat megoldását kísérlettel! Videóelemző program (pl. Tracker) segítségével adjuk meg az egyes testek mozgását és magyarázzuk a látottakat.

   A Tracker program innen tölthető le: `http://physlets.org/tracker/`

   Oktató-kedvcsináló videó: `https://youtu.be/Dn0Zz7rtkZw`

(Kovács Tamás)

6. Hol késik az ingaóra Budapesthez képest, Quitoban, vagy Murmanszkban? Mennyivel es miért? Feltesszük, hogy az ingaórák „ideálisak” es mindenben azonosak.

(Herein Mátyás)

7. Ha egy szappanbuborék (vagy színtelen műanyag gömbhéj) elé gyertyát teszünk, két képet is látunk megjelenni. Adjon magyarázatot a két kép létrejöttére, írja le a képek jellemzőit! Hogyan változik a képek tulajdonsága a buborék/gömb és a gyertya távolságának változtatásával?

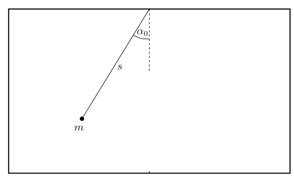
(Szakmány Csaba)

8. Egy ember minden hónap elején F Ft fizetést kap. Minden hónap végén ad csak ki pénzt, akkor elkölti a rendelkezésére álló teljes pénzösszeg q szorosát ($q < 1$ hónap^{-1}). Ha kezdetben semmi pénze nem volt, adjuk meg, hogyan áll anyagilag az 1., 2., 3. hónap végén. Ismerjük fel azt a szabályt, mely tetszőleges idő, n hónap után adja meg a pénzét! Mennyi pénze lesz nagyon hosszú idő múlva? Milyen feltételnek kell teljesülnie a $\Delta t = 1$ hónap időközre, hogy az egész folyamat leírható legyen differenciálegyenlettel? Fontos ekkor tudnunk, hogy a $t = n\Delta t$ idő után rendelkezésére álló összeg a hó végére vagy elejére vonatkozik?

(Tél Tamás)

9. A manapság használatos felmosóvödrök egy része tartalmazza a rongy kicsavarását lehetővé tevő feltétet is:

Tömegeloszlásuk ezért nem szimmetrikus. Ha az üres vödröt felfüggesztjük, akkor annak felső éle a vízszintessel α_0 szöget zár be. Modelezzük a vödröt egy $30 \times 25 \times 25$ cm-es téglatesttel, melynek súlypontja a felső vízszintes él középpontjától $s = 15$ cm-re van a függőlegessel $\alpha_0 = 0,16$ radiánt bezáró szögben:



Mekkora a felső él középpontjában felfüggesztett vízzel töltött $m = 75$ dkg tömegű vödör vízszintessel bezárt α szöge, ha a vödör magasabban fekvő „függőleges” éle mentén a víz magassága h cm. Mekkora h vízmagasság esetén tekinthető a töltött vödör helyzete egy század radiánnyi pontossággal vízszintesnek? Ahol szükséges, használjuk, hogy α kicsi.

(Tél Tamás)

10. A gumipartiak gyakran használják a gumitermelés melléktermékeként előálló vékony gumiréteget ruháik foltozásra, apróbb eszközök csomagolására és így tovább.
Gumipart főfizikusa, Mynden Lee ben Canal egy séta közben meglátja, ahogyan a gyerekek összegyűrt gumirétegből formált labdákkal játszanak. Közelebbről megnézve, azt is észreveszi, hogy a labda nem egynemű, számottevő részét levegő tölti ki.

Canal érdeklődését felkelti a labda szerkezete, különösen az, hogy milyen D Absoluto-(Gumiparton kívül fraktálnak nevezett)-dimenzióval jellemezhető.

Ennek értelmezése a következő: Válasszunk ki egy, a gumiréteg d vastagságánál lényegesen nagyobb r sugarú térfogatot a labda geometriai felületén belül. Ha (nem részletezett módon statisztikai átlagot véve) az r sugarú gömbön belüli tömeget a $m(r) \approx kr^D$ képlettel közelíthetjük, akkor a D kitevő a dimenzió.

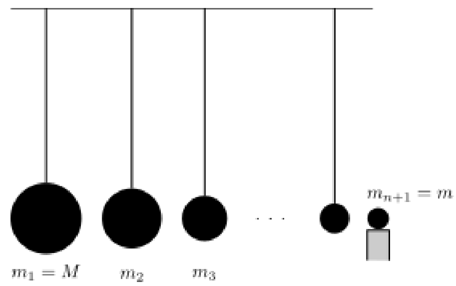
Canal szeretné ezt a D kitevőt meghatározni, ám a gumiparti tudomány ismert eszközellátottsága következtében mindössze egy stopper, egy mérőszalag és egy fémcsatornás lejtő áll rendelkezésére. Meg természetesen egy saját készítésű, közel gömb alakú gyűrt gumilabda.
A kísérleti elrendezése olyan, hogy a h magasságú lejtőről csúszásmentesen gördül le a labda, és leéréskor v sebességre tesz szert. Papír és ceruza szerencsére bőven akad.

Kövessük a gondolatmenetét, és fejezzük ki a D értékét a kísérletileg adott paraméterekből! A súrlódás és közegellenállás elhanyagolható.

Javaslat: Ha van időnk, kísérletezzünk (gumifólia híján) összegyűrt alufólia-golyókkal! A fenti leíráson túli eszközök használata is megengedett. Ha golyónk nem gördül megfelelően, érdemes lehet egy sima felületen óvatosan mozgatva lecsiszolni a felületi egyenetlenségeket.

(Gombkötő Ákos)

11. Az ábrán látható n darab inga és a tartóra helyezett golyó tömege mértani sorozatot alkot: az elsőé $m_1 = M$, az utolsóé, ami már nincs felfüggesztve, $m_{n+1} = m$. Az elsőt v_1 sebességgel nekilökjük a másodiknak, az meglöki a harmadikat, és így tovább.
a) Mekkora v_{n+1} sebességgel indul el az ütközések után az utolsó golyó? Meddig növelhető ez a sebesség az ingák számának változtatásával adott M és m mellett?
b) A valóságos ütközések nem tökéletesen rugalmasak, vagyis a k ütközési szám (a tömegközéppontі rendszerben az ütközés utáni és előtti sebességek aránya) egy kicsit mindig kisebb 1-nél. Meddig növelhető az utolsó golyó sebessége az ingák számának megfelelő megválasztásával, ha $k = 0.99$ és $m = 10^{-4}M$?



(Vladár Károly)

12. Téglalap alakú, A felületű síkkondenzátor lemezeinek távolsága d, a lemezek között ϵ_r relatív dielektromos állandójú szigetelő lemez található. A kondenzátort U feszültségű telepre kapcsoljuk, majd feltöltés után lekapcsoljuk a feszültségforrásról. Ezt követően a dielektrikumot félig kihúzzuk a fegyverzetek közül.

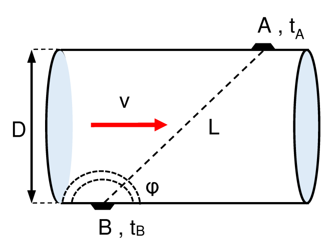
Mennyi munkát végzünk a folyamat során?

Hány százaléka ez a munkavégzés a kondenzátor kezdeti energiájának?

Hogyan változik a munkavégzés, ha a folyamat során a kondenzátort az állandó feszültségű telepre kötve tartjuk?

(Bérces György, Tasnádi Péter)

13. Csövekben áramló folyadékok áramlási sebességének mérésére számos módszer létezik, ezek egyike az ultrahang segítségével történő sebesség-meghatározás. Tekintsük a folyadék kis v sebesség melletti (lamináris) áramlását, egy D átmérőjű csőben. A cső átellenes oldalain, egymástól L távolságra – a mellékelt ábrának megfelelően – két egyforma (A és B) ultrahangos egységet helyeznek el. Ezek mindegyike képes ultrahangot kibocsájtani és egyben érzékelni is az ultrahang beérkezését. A hang terjedési sebességét a folyadékban jelöljük c-vel.



A mérés során az A egység által a $t = 0$ s időpillanatban kibocsájtott jel a B egységhez érkezik a t_B időpillanatban. Ezt követi a B egység jelkibocsájtása ($t = 0$ s ismételten), amely jel az A érzékelőhöz érkezik a t_A időpillanatban.

Határozzuk meg ezen adatok alapján a v áramlási sebességet!

Becsüljük meg víz esetében ($c = 1,6$ km/s), hogy ha $\varphi = 45$ fok, $D = 10$ cm mellett méter nagyságrendű áramlási sebességet kívánunk mérni 10% pontossággal, akkor milyen időmérési pontosság szükséges.

(Bérces György, Tasnádi Péter)

14. Egy ρ_0 sűrűségű héliummal töltött konstans térfogatú ballon a fölfelé (z irányban) csökkenő sűrűségű légkörben addig a z_0 magasságig emelkedik föl, ahol $\rho(z_0) = \rho_0$. Ha innen valamilyen erőhatás a ballont fölfelé (vagy lefelé) kitéríti, környezeténél nehezebbé (vagy könnyebbé) válva visszafordul az egyensúlyi helyzete felé. (Feltesszük, hogy ρ_0 nem változik.) Mutassuk meg, hogy a ballon z_0 nyugalmi magasságától való z' kitérését az idő függvényében ekkor az alábbi egyszerű mozgásegyenlet írja le.

$$\frac{d^2 z'}{dt^2} = \frac{g}{\rho_0}\frac{d\rho(z)}{dz}z' \tag{1}$$

Hogyan függ a kialakuló mozgás a légkör $\rho(z)$ sűrűségprofiljának $d\rho/dz$ értékétől? (Tételezzünk föl „lineáris rétegzettséget”, vagyis $d\rho/dz =$ konst.)

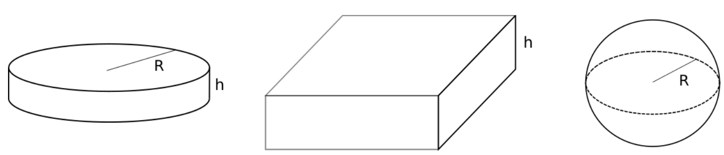
Ha a ballon 400 MHz-en adó rádiószondát is visz magával és a z' függőleges kitérés maximális értéke $A = 1$ m, mekkora Doppler-eltolódást szenved a jel a realisztikus $d\rho/dz = 0.1$ kg/m^3/km sűrűséggradiens mellett?

(Vincze Miklós)

15. Az ekvipartíció törvénye szerint az energia kifejezésében négyzetesen (csakis négyzetesen) megjelenő változókra jutó átlagenergia magas T hőmérsékleten $kT/2$ (k a Bolztmann-állandó). Mekkora átlagenergia jut az n-edik hatványon, n pozitív egész (és csakis ezen a hatványon) megjelenő „szabadsági fokokra”?

(Tél Tamás)

16. Az utóbbi időben egy veszedelmes áltudományos nézet van terjedőben. Egyesek azt az abszurd elképzelést propagálják, hogy Földünk – amelynek lapos korong alakját minden józan ember kora gyermekkora óta jól ismeri és szereti – mégsem ilyen alakú. Az egymással Párhuzamosan terjesztett vad fantazmagóriák a kockától a félgömbön át a gömbig terjednek. A mellékelt ábrán bemutatunk néhányat ezekből a nevetséges elképzelésekből.



a b c

A Dr. Absoluto Zéróról elnevezett Gumiparti Tudományos Akadémia Geo-fizikai és Geo-metriai Osztálya elhatározta, hogy Abszolút alapos kísérletsorozattal egyszer s mindenkorra megcáfolja ezeket a valóságtól elrugaszkodott ötleteket. A módszer annyira egyszerű, amennyire csak egy ilyen tisztán tudományos mérési módszer lehet. És persze annyira olcsó is. (Lehet, hogy a kísérlet tényleges megvalósítása során az utóbbi kitételt némileg revideálni leszünk kénytelenek.) A kísérlet során egy függőleges lyukat fúrunk a Földbe, egészen addig, míg el nem érjük a másik oldalát. A fúrólyukat (szimmetria- és egyéb okokból) természetesen a Világ Közepéhez egészen közel készítjük el, ennek sok egyéb mellett az az előnye is megvan, hogy kisvasúttal jól megközelíthető, így a fúróberendezés és a szükséges fúrószemélyzet szállítása nem okozhat gondot. A lyuk fúrására már ki is írtuk a közbeszerzési pályázatot.

A lyuk elkészülte után egy próbatestet (pl. a kiváló minőségű gumiparti gumiból készült standard focilabdát) ejtünk bele. A test a lyukba esve eleinte gyorsul, majd a Föld másik oldalához közeledve lassulni kezd, megáll, visszafordul, végül ismét a kezünkbe érkezik. (Egy Abszolút ideális módon megfúrt lyukban természetesen sem közegellenállással, sem a lyuk falával való súrlódással nem kell számolnunk.)

Az évszázadok óta jól ismert lapos Föld-korong átmérőjét (a korongot övező Végső Jégfalig) természetesen pontosan tudjuk: korábbi mérések alapján ez 40 000 km. A fúrás során megtudjuk a korong vastagságát is. Ezután fizikusaink a Dr. Absoluto Zéró Művek által gyártott abszolút pontos digitális kronométerrel megmérik a labda oda-vissza útjához szükséges repülési időt, majd ennek alapján kiszámítják a korong sűrűségét (mely – mint Dr. Absoluto Zéró vonatkozó műveiből tudjuk – a vékony felszíni, talajmenti rétegtől eltekintve mindenütt állandónak tekinthető, hiszen a gumiparti nép egységét semmiféle földalatti egyenetlenség és mozgolódás sem zavarhatja).

Végül a mért repülési időt összehasonlítják a Föld alakjára a rémhírterjesztők által tett különböző Párhuzamos javaslatokban szereplő alakok esetén (a mért vastagság és sűrűség adatainak felhasználásával) számítható repülési időkkel. Természetesen durva eltérések fognak fellépni. Így az elvégzendő mérés örökre befogja a huhogók száját, és véget vet az ostoba alternatív, „Párhuzamos” „modellek” áradatának.

Jelen pályázatunk felhívás arra, hogy elméleti szakembereink még a kísérlet tényleges elvégzése előtt számítsák ki a Föld alakjára javasolt, a mellékelt ábrákon szereplő különböző alakzatok esetére a szabadon eső test teljes oda-vissza repüléséhez szükséges időt. Az alakzatok geometriai adatait és a Föld sűrűségét kérjük paraméterként kezelni. A lyukat a Világ Közepénél, a lehető legszimmetrikusabb módon kell elhelyezni.

Az összehasonlítandó alakzatok: a) (a Föld valódi alakja:) lapos korong, b) véges vastagságú végtelen lemez, c) (ez már teljesen nevetséges!) gömb.

Info: Newton három mechanikai Alaptörvénye és gravitációs törvénye (a legközelebbi törvénymódosításig) lapzártakor még hatályban van.

(Cserti József és Dávid Gyula)