A 2. KÁROLYHÁZY FRIGYES FIZIKAI PROBLÉMAMEGOLDÓ VERSENY FELADATAI TANÁRSZAKOS HALLGATÓK SZÁMÁRA

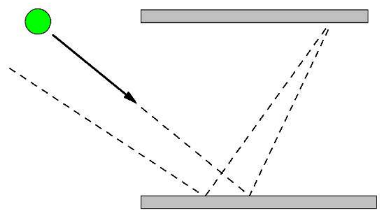
2017. október 27 – november 6.

1. (Kísérleti feladat) Egy megfeszített papírszalagra ráfújva hangot kreálhatunk. Vizsgáljuk meg hangelemző program segítségével (pl. Audacity) a létrejövő hang tulajdonságait (hangmagasság, hangszín, stb) a papírszalag méretének, anyagának és feszítettségének függvényében. Próbáljunk meg elméleti modellt alkotni, mely leírja a tapasztaltakat!

(Középiskolai versenyfeladat)

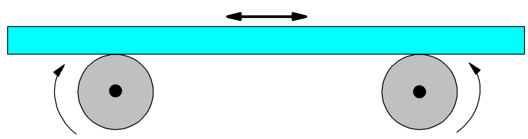
2. (Kísérleti feladat) Két sík, párhuzamos felület közé (pl. asztal alá) dobjunk be ferdén egy nagy rugalmasságú labdát (tömör gumilabdát)! A labda pattogni kezd a két felület között, és a legnagyobb megdöbbenésünkre a legtöbb esetben vissza is pattan hozzánk. Rögzítsük a labda mozgását videóra és elemezzük a Tracker programmal. Magyarázzuk meg a jelenséget! Milyen esetekben fordulhat elő, hogy nem pattan vissza hozzánk a labda? A Tracker program innen tölthető le: `http://physlets.org/tracker/` Oktató-kedvcsináló videó: `https://youtu.be/Dn0Zz7rtkZw`

(Középiskolai versenyfeladat)



3. (Mozgásszimulációs program használata) Helyezzünk két egymás felé forgó hengerre egy rudat, úgy, hogy az tökéletesen vízszintesen feküdjön rajtuk. Ha a rúd kezdetben nem tökéletesen szimmetrikusan fekszik a hengereken, akkor harmonikus rezgőmozgást fog végezni. Készítsen mozgásszimulációs programmal szimulációt a jelenség bemutatására. Vizsgáljuk meg, hogyan változik a rúd rezgésének periódusideje, ha változtatjuk a szimuláció paramétereit (pl. hengerek forgási sebessége, távolsága, rúd tömege, stb)! A feladathoz ajánlott mozgásszimulációs program az Algodoo (`http://www.algodoo.com/`), valamint a magyar fejlesztésű „Fizika" program (`http://intellisense.education/home/?view=download`).

(Jenei Péter)



4. (Óraterv) Ha egy gumiszalagot (pl. postásgumit) hirtelen meghúzunk, akkor felmelegszik. Ez könnyen érzékelhetjük, ha a szájunkhoz érintjük, és ott feszítjük meg. A jelenség magyarázata középiskolai szinten nem egyszerű, hiszen az entrópia fogalmát kell megérteni hozzá. Készítsünk óratervet, mely során a jelenség magyarázatához juthatunk el (szükség esetén felölelhet több órát is). Figyeljünk oda, hogy az óra szemléletesen vezesse be az összes szükséges fogalmat a jelenség értelmezéséhez. Az óra célközönsége egy érettségi előtt álló emelt szintű csoport legyen (tegyük fel, hogy mindent tudnak, ami a gimnáziumi „B" kerettantervben van).

(Jenei Péter)

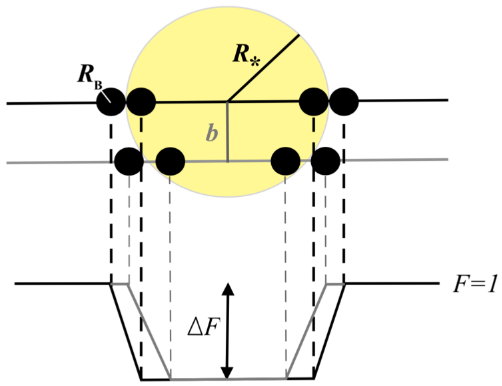
5. „Lóg egy rúd az égből. Milyen magasan van a vége?"
Más szóval: Képzeljünk el, hogy sikerült legyőzni a rengeteg technikai akadályt és az Egyenlítő egy pontja fölött felépült egy „űrlift" rúdja. Tekintsük ezt egy homogén anyageloszlású merev rúdnak, mely a Földhöz képest rögzített helyzetben áll (azzal együtt forog) és leér a felszínig, ám ott nincsen alátámasztva, csupán hozzáér. Milyen hosszúnak kell lennie e merev rúdnak, hogy egy ilyen egyensúlyi helyzet (a Föld magasságfüggő tömegvonzása és a centrifugális erő között) kialakulhasson? Stabil-e az egyensúly?
Tegyük föl, hogy ez a rúd fémből (vagy más elektromos vezetőből) készült. Gondoljuk végig kvalitatívan, hogy a Föld mágneses fluxussűrűségének időbeli változásai (melyek például a naptevékenység változékonysága hatására állnak elő) eredményezhetnek-e olyan hatást, mely befolyásolja a rúd helyzetét?

(Vincze Miklós)

6. Akasszunk a D rugóállandójú rugóra M tömegű testet és várjuk meg, míg egyensúlyi helyzetbe kerül. Ezután daraboljuk $N >> 1$ egyenlő részre az M tömegű testet és akasszuk ezeket a kisebb részeket egymás után a rugóra. Minden esetben várjuk meg a következő test ráakasztása előtt, míg a rugó egyensúlyba kerül. Melyik esetben változik többet a „világ" entrópiája (a környezet hőmérséklete állandó.)

(Tasnádi Péter)

7. Az utóbbi két évtizedben felfedezett közel 3000 Naprendszeren kívüli bolygóból 2445-öt fedési módszerrel találtak. A jelenség középiskolás módszerekkel is szemléletesen tárgyalható, melyben két kör átfedéséből számított területarányokkal lehet modellezni a távoli csillag fényességcsökkenését. Tekintsük a csillag által kibocsátott fluxust egységnyinek abban az esetben, amikor fedés nem áll fenn, és a kör látszó felületével arányosnak tranzit idején. Tételezzük fel, hogy a csillag korongja mindenhol egyforma fényes, azaz hanyagoljuk el a szélsötétedést. Elemezze a lehetséges fénygörbe alakokat a két égitest relatív méretének (R_B/R_*), valamint a b impaktparaméternek (a bolygó látszólagos mozgásának a csillag középpontjától mért távolsága) a függvényében. Ehhez számítógép használata szükséges. Ennek alapján pontosítsa az ábrán látható trapéz alakú közelítő fénygörbét. A fénygörbe alakjából mely, a rendszerre jellemző fizikai paramétereket lehet meghatározni?



(Kovács Tamás)

8. Egy biliárdasztalon levő G1 golyó ütközik a nyugalomban levő G2 golyóval. A teljesen rugalmas ütközés után a G1 golyó sebessége α szöget, a G2 golyó sebessége pedig β szöget zár be a G1 golyó eredeti mozgási irányával. A golyók nem centrális ütközése miatti forgást elhanyagoljuk. A kísérletről egy „iskolás" típusú stroboszkópos fényképet szeretnénk készíteni, ezért az α és β szögek csak a könnyen kezelhető nevezetes szögek lehetnek. Lényegében azonos átmérőjű, de különböző tömegű golyók állnak rendelkezésünkre. Határozzuk meg a $\mu = m_1/m_2$ aránynak azt az analitikus formáját, amelyre az előre megadott α és β szög alakul ki az ütközés után! Számítsuk ki a G1 golyó energiaveszteségének és a kezdeti energiájának hányadosát ($\Delta E_1/E_1$). Számszerű alkalmazás: $\alpha = 45°$, $\beta = 30°$.

(Bartos-Elekes István)

9. Szabályos háromszög csúcsaiban Q nagyságú, pontszerű töltések vannak rögzítve. A háromszög közepén egy q nagyságú, m tömegű, pontszerű töltés rezeg a háromszög egyik súlyvonala mentén. A rezgés amplitúdója a háromszög köré írható kör D átmérőjénél sokkal kisebb. Mekkora a rezgés körfrekvenciája? (Csak az elektromos erőket vegyük figyelembe.)

(Radnai Gyula)

10. Karácsony közeledtével itt-ott már megjelentek a fénylő díszgömbök. Ahol néhány ilyen gömb egymás közelében található, ott többszörösen tükröződnek egymáson, és a tükörképekben sok-sok fénypontként megjelenik a távolabbi lámpák szintén többszöri visszaverődést szenvedett fénye is. Vizsgáljuk az egyszerűség kedvéért azt az esetet, amikor két r sugarú gömböt helyezünk egymástól d távolságra, a középpontjukat összekötő egyenesre merőleges irányból világítjuk meg őket, és onnan is szemléljük! A lámpa és a megfigyelő is legyen olyan messze, hogy a lámpa fénye párhuzamos nyalábként kezelhető. Hol lesznek a tükröződésbeli fénypontok, azaz mely fénysugarak verődnek vissza a megvilágítással ellentétes irányba $n = 1; 2; 3; \ldots$ visszaverődést követően? Van-e olyan fénysugár, amely elvileg a végtelenségig pattog a két gömb között?

(Kaufmann Zoltán)

11. Rydberg nevezetes formulájának megtalálása után, de még a kiválasztási szabályok és a kvantummechanikai számítások előtt jogosan vetődhetett fel a kérdés a spektrumvonalak elfajultságával kapcsolatban. A spektrumvonalak hullámhosszára az

$$\frac{1}{\lambda_{\mathrm{vac}}} = R_{\mathrm{H}} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

képlet használható, ahol n_1, n_2 pozitív természetes számok. Létezik-e olyan két átmenet amely azonos spektrumvonalat eredményez? Hány darab ilyen kétszeresen degenerált vonal létezik? Létezik-e olyan három-; négy-; N-átmenet, amelyek azonos hullámhosszúságú vonalat adnak? Hány darab ilyen N-szeresen degenerált vonal van? Próbáljunk meg olyan algoritmust találni, amellyel az egyes vonalak elfajultsági fokai megállapíthatóak!

(Gombkötő Ákos)

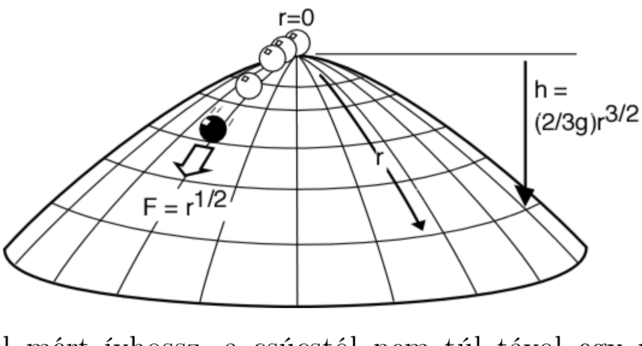
12. A statisztika nagyon sokszor használja pénzérme feldobását a sztochasztikus folyamatok szemléltetésére. Kétségtelen hogy minden részletével együtt ez igazán bonyolult folyamat, de bizonyos egyszerűsítő feltételek mellett - vákuumkamrában, jól definiált paraméterekkel történő gépi dobás - mégis bizonyos mértékig előrejelezhető a végeredmény. Vizsgáljunk egy, a padló magasságából függőlegesen feldobott vékony, kicsiny sugarú érmét ($r \gg z$). Az érme a feldobás pillanatában vizszintes, síkmenti irányban helyezkedik el, megegyezéses alapon a fej van felül. Az érme a talajról nem pattan el, közegellenállás nincs, az r sugár elhanyagolhatóan kicsi az érme tömegközépponti mozgásához tartozó trajektória jellemző hosszához képest. A dobás paramétereinek (sebesség, szögsebesség) függvényében írjuk fel hogy mikor lesz a dobás eredménye fej, és mikor írás. Fogalmazzuk meg kvalitatívan a véletlenszerűség feltételeit.

(Gombkötő Ákos)

13. Az ember álló helyzete instabil állapot, hiszen súlypontunk az alátámasztás fölött van. Modellezzük az emberi állást egy súlytalan $L = 1$ m hosszúságú rúd végén levő m tömegű tömegponttal. Fogadjuk el, hogy állásunkat függőlegesnek érezzük, amíg a függőlegessel bezárt szög $\pm 0,5$ fokon belül van. Akkor vesszük észre hogy dőlünk, ha a szög nagysága eléri a $2,5$ fokot. Hány másodpercenként kell ezek szerint átlagosan (kis mozdulatokkal) ismét függőleges helyzetbe hoznunk magunkat? Speciális „állapotokban” azonban előfordul, hogy az eldőltség előrehaladott mivoltát csak kb. négyszer akkora szög (10 fok) elérésekor veszi észre az ember. Hány másodpercenként kontrolláljuk ekkor álló helyzetünket? Ha ez a visszacsatolás elmarad, hamarosan a földön találhatjuk magunkat. Mennyi időre van még szükség ilyenkor ehhez?

(Tél Tamás)

14. Vizsgáljuk meg a következő, ú.n. Norton-kupolán történő mozgást.



Itt az r paraméter a csúcstól mért ívhossz, a csúcstól nem túl távol egy pontszerű test mozgásegyenlete $\ddot{r} = \sqrt{r}$. Vezessük le ezt a mozgásegyenletet, és írjuk fel az általános megoldást akkor, ha a $t = 0$ pillanatban a test a csúcson nyugalomban áll.

Filozófusok számos cikket írtak erről a rendszerről, fejtsük ki mi lehet ennek az oka. Mutassunk rá legalább két különféle úton, hogy milyen módon is érvénytelenedik a modell, mint a valóság leképezése.

(Gombkötő Ákos)