Beszámoló a 4. Európai Fizikai Diákolimpiáról

A 4. Európai Fizikai Diákolimpia (EuPhO) az eredeti tervek szerint Szatmárnémetiben (Romániában) került volna megrendezésre, a verseny azonban a COVID-19 járvány miatt májusban elmaradt. Helyette 2020. július 20. és 26. között a verseny nemzetközi bizottsága egy online versenyt rendezett. A versenyen 30 európai és 24 Európán kívüli ország összesen 258 diákja vett részt. A versenyzők a legtöbb országban egy helyen, tanári felügyelettel írták meg a dolgozatokat, amelyeket beszedés után beszkenneltek, és elküldtek a verseny szervezőinek, akik azt a szokásos módon kijavították. A verseny tisztasága érdekében az egész folyamatot (dolgozatírás, szkennelés) videón közvetíteni kellett.

Az online forma semmilyen nehézséget nem jelentett az elméleti fordulóban, viszont nagyon nehézzé tette a mérési forduló megrendezését. A verseny szervezői azonban – nagyon helyesen – nem akartak lemondani a mérésekről. Először az volt az elképzelés, hogy a méréshez szükséges egyszerű eszközök listáját előre megadják, és azokat minden ország beszerzi, illetve a versenyre a szervezők által összeállított csomagokat már korábban elküldik a résztvevő országoknak. Egyik megoldás se problémátlan, és végül az idő is kevés volt. Végül – kompromisszumként – számítógépen szimulált méréseket kellett a versenyzőknek elvégezniük és kiértékelniük. Ily módon persze kimarad a mérési elrendezés összeállítása, a sokszor kézügyességet is igénylő beállítás, a minél pontosabb leolvasás. Ugyanakkor a modern mérések – nem online esetben is – egyre inkább számítógép segítségével történnek, ahol a mostani versenyhez hasonlóan billentyűzet segítségével kell beállítani a mérés paramétereit, az eredményeket pedig egy adatfájl formájában lehet megkapni. Tehát valójában a fő különbség csak az volt, hogy most a bevitt adatok nem egy valódi eszköz beállításai, hanem egy szoftveres szimuláció paraméterei voltak. A szervezők arra is figyeltek, hogy a program – a valódi mérésekhez hasonlóan – az eredményeket egy véletlen hibával kicsit „elrontsa”.

A *moderáció,* a javítók által adott pontok esetleges megnövelése (amelyet az EuPhO-n nem a csapatvezetők, hanem a diákok maguk végeznek el), valamint az eredményhirdetés szintén online történt. A szociális programok, kirándulások és a személyes találkozások viszont sajnos elmaradtak. A verseny abszolút győztese, az indonéz *Peter Addison Sadhani* a maximális 50 pontból 40-et ért el, a legjobb európai versenyző (és egyben abszolút második) a szerb *Bogdan Rajkov* lett 38,5 ponttal. Az aranyéremhez 26 pontot kellett elérni, ezt 27 diák (közülük 14 hivatalos európai induló) érte el. Ezen kívül 49 ezüstérmet, 59 bronzérmet és 40 dicséretet osztottak ki.

A magyar csapatot a 2020. június 2-3-án megrendezett – szintén *online* – Kunfalvi-versenyen válogattuk ki, minden diák a saját otthonában dolgozott. (Az eredeti márciusi időpontban a versenyt nem lehetett megtartani. A válogatóverseny feladatait a szeptemberi számban ismertettük.) Az EuPhO-n résztvevő csapat és eredményeik:

Bokor Endre (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 11. oszt.) *ezüstérem* (17,9 pont), felkészítő tanára: *Schramek Anikó;*

Pácsonyi Péter (Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium, 12. oszt.) *bronzérem* (16,1 pont), felkészítő tanára: *Pálovics Róbert;*

Fajszi Bulcsú (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 12. oszt.) *bronzérem* (15,6 pont), felkészítő tanára: *Horváth Gábor;*

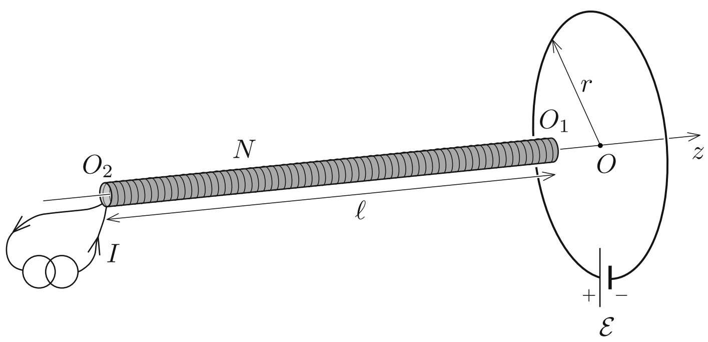
Marozsák Tádé (Óbudai Árpád Gimnázium, 12. oszt.) *dicséret* (9,3 pont), felkészítő tanára: *Gärtner István;*

Jánosik Áron (Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, 12. oszt.) (8,1 pont), felkészítő tanára: *Juhász Zoltán.*

A magyar csapat vezetője *Szász Krisztián* volt, a feladatokat a versenynapok reggelén *Vankó Péter* fordította le magyarra, *Vigh Máté* pedig a versenybizottságban, valamint az első elméleti feladat szerzőjeként képviselte hazánkat. Az alábbiakban közöljük az elméleti forduló feladatait és a kísérletek rövid ismertetését, az eredeti, teljes angol feladatszövegek és a megoldások a verseny honlapján érhetők el: `https://eupho.ee/eupho-2020/`.

Elméleti feladatok

1. Szolenoid és hurok. Egy r sugarú, zárt, kör alakú hurok egy ideális, $\mathcal{E}$ elektromotoros erejű telepből és egy R ellenállású huzalból áll. Egy hosszú, vékony, légmagos szolenoidot a hurok tengelyébe helyezünk (z tengely). A szolenoid hossza $\ell \gg r$, keresztmetszetének területe A ($\sqrt{A} \ll r$), a menetek száma N. A szolenoidon egy ideális áramforrásból állandó I áram folyik. Az áramok iránya a szolenoidban és a hurokban megegyezik (az *1. ábrán* az óramutató járásával megegyező).

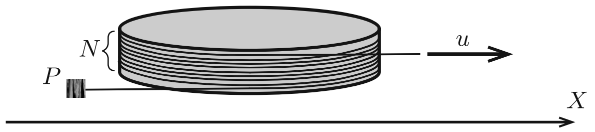


1. ábra

a) Határozd meg azt az F_1 erőt, amely a szolenoidra hat, amikor annak O_1 elülső végét a hurok O középpontjába helyezzük! Mekkora F_2 erő hat a szolenoidra, amikor annak O_2 hátsó vége van a hurok középpontjában?

b) Most tegyük fel, hogy a szolenoid állandó v sebességgel lassan mozog a z tengely mentén, a huroktól nagyon nagy távolságból indulva áthalad annak középpontján, és továbbhalad jobbra a pozitív z irányba. Ábrázold a hurkon átfolyó J áramot az idő függvényében! A grafikonon jelöld be a fontos jellemzőket és értékeket. A v sebesség olyan kicsi, hogy a hurok önindukcióját elhanyagolhatjuk.

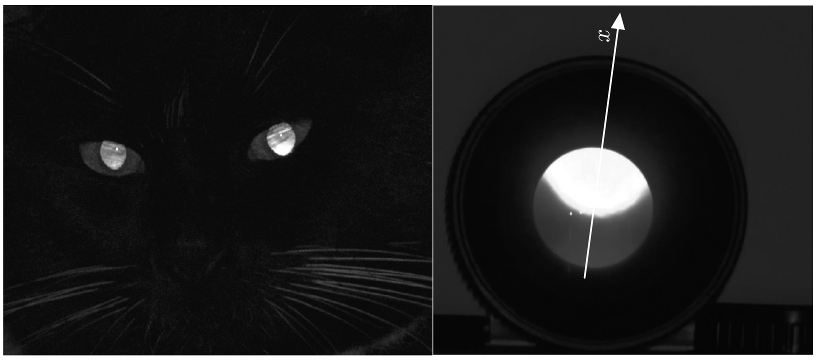
2. Mechanikai gyorsító. Egy elhanyagolható tömegű fonál N-szer van feltekerve egy álló helyzetben rögzített hengerre, ahogy a *2. ábrán* látható. Kezdetben a fonál szabad (feltekeretlen) végei párhuzamosak az X tengellyel. Ekkor egy súlyos, pontszerű P testet rögzítünk a fonál egyik végéhez, a fonál másik végét pedig állandó u sebességgel húzzuk az X tengely mentén. Határozd meg a súlyos test maximális sebességét!



2. ábra

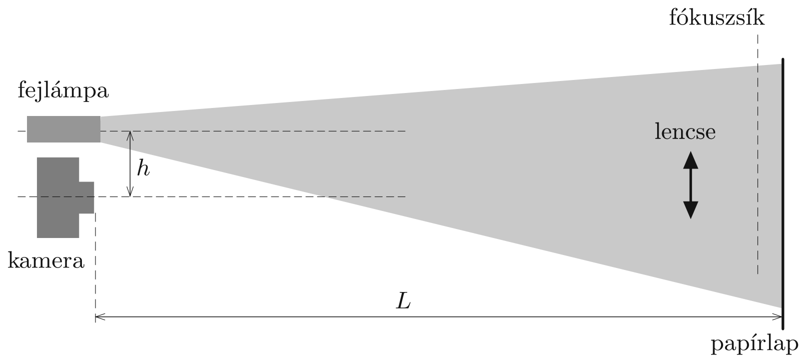
A fonál nyújthatatlan és hajlékony. Tegyük fel, hogy a fonál menetei szorosan egymás mellé vannak tekerve, és lényegében egy, a henger tengelyére merőleges síkban helyezkednek el. Hanyagolj el minden súrlódást. A gravitációs erőt ne vedd figyelembe.

3. Macskaszem. Megfigyelhető, hogy ha egy macska egy fejlámpa fénynyalábjába kerül, szemei nagyon fényesnek látszanak (lásd a *3. ábrán* a fotó bal oldalán). Ezt a jelenséget modellezhetjük egy lencse-összeállítással, ahogy az a fotó jobb oldalán és a *4. ábrán* látható.



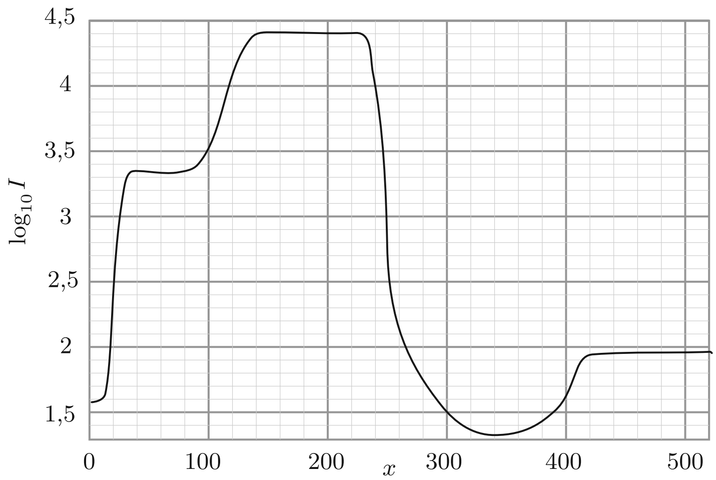
3. ábra

A jobb oldali fotó egy digitális, tükörreflexes fényképezőgéppel készült. A fény intenzitását a fényképezőgép érzékelőjének pixelein (amelyek a fenti fotón fehér vonal jelöl) az *5. ábrán* látható *grafikonon* ábrázoltuk. A fény intenzitásának (amelyet



4. ábra

az adott pixelre beérkező fotonok száma ad meg) 10-es alapú logaritmusát ábrázoltuk az x koordináta függvényében. A hosszúság egysége egy pixel oldalhossza.



5. ábra

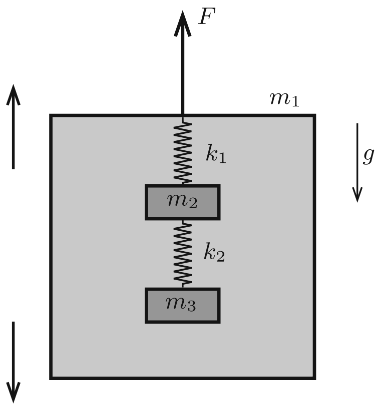
A macskaszemet modellező lencsét egy ideális vékony lencseként kezelhetjük, melynek fókusztávolsága $f = 55$ mm és átmérője $D = 39$ mm. Azonban figyelembe kell venni, hogy a grafikon valódi mérési adatokat mutat, a lencsének pedig vannak nemideális tulajdonságai. A legfontosabb, hogy a lencse fényesen megvilágított területeiről történő részleges visszaverődés csökkenti a kontrasztot: a sötét területek a lencsén át nézve kevésbé sötétnek látszanak, mint amilyenek valójában. Ezt a hatást a fényképezőgép lencséjénél elhanyagolhatjuk, a macskaszemet modellező lencsénél viszont nem.

A megadott adatok alapján becsüld meg (kb. 20% pontossággal) a fényképezőgép tengelye és a (pontforrásnak tekinthető) lámpa tengelye közötti h távolságot, ha a fényképezőgép és a papírlap távolsága $L = 4{,}8$ m.

Kísérleti feladatok

1. Rejtett töltés. Ebben a feladatban egy rögzített, ismeretlen Q ponttöltés nagyságát és helyét kellett meghatározni állítható sebességű és helyzetű (szimulált) elektronnyalábok szóródása alapján. A rejtett töltésről úgy szerezhettek információt a versenyzők, hogy változtathatták az elektronok kezdeti mozgási energiáját, valamint a z tengellyel párhuzamos elektronsugár kezdeti x_{i} és y_{i} koordinátáit, és „mérték" azokat a x_{f} és y_{f} koordinátákat, ahol az elektronok becsapódnak a z tengelyre merőleges, $z=0$ helyen lévő sík, *véges* méretű ernyőbe.

A feladat szövegében megadták a Rutherford-szóródás képletét. Ugyanakkor az egész méréssorozatot (milyen helyekről milyen energiájú elektronokat indítanak) a versenyzőknek kellett megterveznie, és a szimulációs programmal végrehajtania, majd a program által adott adatokból (a becsapódások helyéből) a lehető legpontosabban meghatározniuk a rögzített Q töltés helyének (x_Q, y_Q, z_Q) koordinátáit, valamint a töltés nagyságát és előjelét. Az eredményhez egy durva, nagyságrendi hibabecslést is adni kellett (az elektronsugár kezdeti helyzetének 0,5 mm nagyságrendű Gauss-eloszlású hibája volt).



2. Feketedoboz. A második mérési feladatban egy mechanikai feketedobozt vizsgáltak a versenyzők. A merev, m_1 tömegű doboz belsejében egy m_2 tömegű test van felfüggesztve egy elhanyagolható tömegű, k_1 rugóállandójú rugóval. Egy másik m_3 tömegű test pedig az m_2 tömegű testre van függesztve egy másik, szintén elhanyagolható tömegű, k_2 rugóállandójú rugóval. A testekre hat egy kis viszkózus közegellenállás, amely függ a testek sebességétől. A nehézségi gyorsulás nagysága $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$, iránya párhuzamos a doboz falával.

A tartály felfelé vagy lefelé mozgatható, szakaszonként állandó gyorsulással. A gyorsulás mintázata programozható az időtartam és a gyorsulás megadásával minden lépésben. A szimuláció „valós időben" mutatja a dobozra ható F erőt, amely az adott pillanatban szükséges a megadott gyorsuláshoz, valamint az időt. A szimuláció az adatokat egy text fájlba is kiírja.

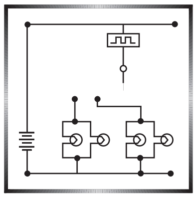
A szimulációt egy valódi méréshez az tette hasonlóvá, hogy az F erő mérésének van egy kicsi véletlenszerű hibája, valamint a rugók lineárisan viselkednek ha a deformációk észszerűen kicsik, de nagy deformációk esetén nemlineárisak. Ezen kívül a doboz oldalainak hossza és a „kísérletnek" helyet adó szoba véges méretei is adottak (ha a testek ütköznek egymással vagy a dobozzal, illetve a doboz a szoba padlójával vagy mennyezetével, akkor a szimuláció leáll).

A feladat minden paraméter (az m_1, m_2 és m_3 tömegek, valamint a kis megnyúlásokra vonatkozó k_1 és k_2 rugóállandók) meghatározása. Ehhez az előző feladathoz hasonlóan egy méréssorozat megtervezése és annak kiértékelése volt a cél.

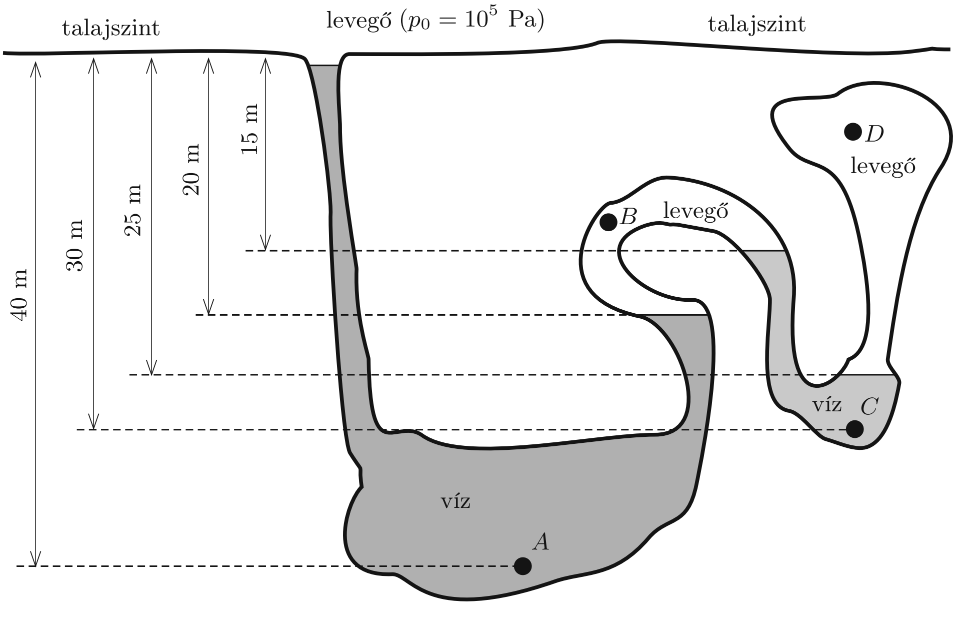
Mivel a rendszernek nagyon sok szabad paramétere van, nem könnyű megtalálni, hogy érdemes elindulni. Hibaszámítást ebben a feladatban nem kellett végezni.

Vankó Péter

Fizika gyakorlat megoldása



G. 711. *Egy zárt, föld alatti üreg egy kürtővel csatlakozik a külvilághoz. Az üreg bizonyos részeiben víz van. Határozzuk meg a nyomást az* ábrán *feltüntetett A, B, C és D pontokban!*



(*4 pont*)

Megoldás. Tudjuk, hogy 10 méter mélyen a vízben körülbelül ugyanakkora a hidrosztatikai nyomás, mint a külső légköri nyomás, vagyis $p_0 = 10^5$ Pa. Az A pontban tehát a nyomás értéke a külső légköri nyomás és még 40 méternyi víz hidrosztatikai nyomása együtt, ami

$$p_A = p_0 + 4\,p_0 = 5\,p_0 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Az A pontot tartalmazó víztömegben egy-egy szinten (azonos mélységben) ugyanakkora a nyomás, a levegőt tartalmazó üregben pedig mindenhol gyakorlatilag