A Budapesti Műszaki Egyetem Fizikai Intézetének közleménye pályaválasztóknak

A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően a Budapesti Műszaki Egyetemen is folyik **fizikus képzés**. A mérnök-fizikus szakot a Fizikai Intézet és a Nukleáris Technikai Intézet gondozza. Magyarországon ez a két intézet számos területen egyedülálló lehetőségeket nyújt (pl. alacsony hőmérsékleti fizika, akusztooptika, holográfia, tanreaktor).

MIÉRT AJÁNLJUK A MÉRNÖK-FIZIKUS SZAKOT?

A **pályaválasztás** során célszerű az egyéni érdeklődést és a várható társadalmi igényeket egyaránt figyelembe venni. Gyorsan változó világunkban különösen nehéz előre látni, hogy milyen speciális szaktudás lesz jól hasznosítható 5, 10 vagy 15 év múlva. Ha a diplomás szakemberek **széles alapokon nyugvó, kiterjedten alkalmazható tudással** rendelkeznek, könnyebb lesz a kihívásoknak megfelelniük.

A fejlett országokban tág körben alkalmaznak **fizikusokat**, akik a természet- és a műszaki tudományok alapját képező fizika köré csoportosítva matematikát, számítástechnikát, méréstechnikát tanulnak és elsajátítják a a problémamegoldás hatékony módszereit. A Műegyetemen végző fizikusok éppen ezeket a **jól hasznosítható alapokat** sajátítják el, és olyan szakemberekké válnak, akik a tudományos kutatás, a műszaki fejlesztés vagy akár a gazdasági és az üzleti élet legkülönbözőbb területein megállják a helyüket. A fizikusok az új anyagok és technológiák kifejlesztésében úttörő szerepet játszanak mert a „hogyan” mellett mindig figyelnek a „miért”-re is. A modern üzemekben anyagtudományi és méréstechnikai tudásukat kamatoztatják, a környezetvédelemben a nukleáris folyamatokról és a komplex rendszerekről tanultakat hasznosítják, de modellalkotási és matematikai ismereteik akár a gazdasági folyamatok (pl. árfolyamváltozások) elemzésénél is bevethetők.
Örvendetes tény, hogy egyre több, innovációval foglalkozó hazai kisvállalkozás keres mérnök-fizikusokat. Eddig végzett hallgatóink itthon vagy külföldön jó állásokban tudtak elhelyezkedni, vagy a doktori képzés keretében készülnek fel pályájukra.

MIT TANULNAK A MÉRNÖK-FIZIKUS HALLGATÓK?

A fizikus alapvető eszköze a matematika és a számítástechnika, ezért ezeken a területeken komoly tájékozottságra van szükség. A természettudományos alapokat a kísérleti és az elméleti fizika biztosítja, amihez már első évtől laboratóriumi gyakorlatok csatlakoznak. Mindezt további természettudományos és közismereti tárgyak egészítik ki. Ez az alapozó képzés lényegében megegyezik a tudományegyetemeken szokásos fizikus tanmenettel.

A különbség elsősorban a szakosodásnál jelentkezik, ahol a **mérnök-fizikus** hallgatók számára nagyobb lehetőség nyílik a kísérleti, a jól hasznosítható, **anyagokhoz kötődő gyakorlati fizika** (szilárdtestfizika, anyagtudomány, optika, valamint a nukleáris technológia) tanulmányozására, és ahol ki lehet használni a Műegyetem nyújtotta műszaki hátteret. A fizikus képzésről szóló megállapodás értelmében az ELTE és a BME fizikus hallgatói a szaktárgyakat mindkét egyetemen hallgathatják.

HOGYAN LEHETSZ MÉRNÖK-FIZIKUS HALLGATÓ?

Erre a szakra az jelentkezzen, akiben van érdeklődés a fizika, a matematika és a számítástechnika iránt, jó példamegoldási készsége van, vagy szeret berendezéseket építeni. Hasonlóan a többi műegyetemi szakhoz, ide is be lehet jutni jó középiskolai eredmény alapján **mentességgel**, de sikeres **felvételivel** is. A felvételi ponthatár évek óta itt a legmagasabb a fizikus szakok közül, 2000-ben 108 pont volt (amibe természetesen a nyelvi pontok is beleértendők).

Internet-címünk: `http://newton.phy.bme.hu/education/phys_curr/index_h.html`

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Fizikai Tanszékcsoportjának közleménye pályaválasztók számára

Az ELTE Természettudományi Karán sok más szak mellett fizikusok és fizika szakos tanárok képzése folyik az új, korszerű lágymányosi épületben. A fizikus szakról a természet alapvető jelenségeiben megnyilvánuló törvényszerűségek kísérleti tanulmányozására, azok elméleti értelmezésére alkalmas szakemberek kerülnek ki. A hallgatók ismereteket szereznek a fizikai elveket hasznosító technikai alkalmazásokról, műszerek tervezéséről és működtetéséről, az elektronikus adatgyűjtés és adatfeldolgozás eszközeiről is. Az elméleti értelmezéshez elengedhetetlen magasszínvonalú matematikai képzésben is részesülnek.

Az első három év intenzív alapozó képzését két éves speciális irányú szakképzés követi. Ennek befejező szakaszában a hallgatók diplomamunkát készítenek, amelyet a záróvizsga keretében védenek meg. Az alapképzés nem ad önálló végzettséget, a gyakorlati foglalkozások, a kollokviumok és a szigorlatok sikeres teljesítésével a hallgatók a szakirányú képzésben való részvételre nyernek jogot, és lehetőség nyílik más egyetemek – pl. a BME mérnökfizikus szakának – specializációs programjaihoz való csatlakozásra is. A fizikus szak 4. félévének befejeztével jelentkezni lehet az ELTE csillagász szakára is, amelynek végzése önállóan vagy a fizikus szakkal párhuzamosan is történhet.

A szakirányú képzés hét szakirányban folyik: *asztrofizika, biofizika, fizikai anyagtudomány, héjfizika, részecskefizika, statisztikus fizika, szilárdtestfizika.* A szakirányokhoz három haladószintű laboratórium csatlakozik, melyből a hallgatók a 7. félévben egyet végeznek el. A méréseket Budapest legjobban felszerelt laboratóriumaiban, nemzetközi hírű kutatók mellett végzik.

A diploma megszerzése után a legjobbak felvételt nyerhetnek az ELTE Doktori Iskolájára, ahol tanulmányaikat speciális irányokban folytatják, és témavezetőjük irányításával kutatómunkát végeznek. A hároméves doktori képzés után megszerezhetik a doktori fokozatot (Ph.D.).

A fizika tanár szakos hallgatók alapképzése közel azonos színvonalú a fizikusokéval, az ő tanulmányaikat pedagógiai és szakmódszertani tárgyak egészítik ki. Az 5. évben a szakdolgozat készítése mellett tanítási gyakorlaton vesznek részt az egyetem gyakorló gimnáziumaiban. A fizikus szakot végző hallgató is kaphat tanári diplomát, ha az előírt szakmódszertani és pedagógiai tárgyakat elvégzi.

A diploma megszerzésének feltétele egy idegen nyelvből legalább C típusú állami vagy ezzel egyenértékű nyelvvizsga. A karon több éve folyik angol, német, francia és orosz szakfordítói képzés. Erre az ötéves képzésre azok az elsőéves nem tanárszakos hallgatók jelentkezhetnek, akik már rendelkeznek legalább középfokú C típusú állami vagy ennek megfelelő más nyelvvizsgával.

Mind a fizikusi, mind a fizika tanári szakra be lehet jutni jó középiskolai eredmény alapján mentességgel vagy sikeres felvételi vizsgával.

Budapest, 2000. november

Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenye

Magyarország adott otthont 2000. július 8. és 15. között az *Ifjú Fizikusok 13. Nemzetközi Versenyének* (13^{th} International Young Physicists' Tournament, IYPT) Budapesten, ahol 16 országból szerveződött *17 csapat* versenyzett. (Lengyelország 2 csapattal indult; második csapatuk Katowiceből jött, s a felső-sziléziai régiót képviselte.) Megfigyelőként vett részt a versenyen, és jövőre várhatóan csapatot is indít India, Korea, Szingapúr, Jugoszlávia, Svájc és Liechtenstein.

A versenyen az első helyen *Lengyelország II.* (katowicei) csapata végzett, Németország és *Oroszország* csapata előtt, akik mindketten második helyezettek lettek. A középdöntőbe bejutott csapatok a végső helyezési sorrendben: Szlovákia, Grúzia, Csehország, Belorusszia, Lengyelország I. csapata és Ausztria. Teljesítményüket megérdemelten harmadik helyezéssel jutalmazták, hiszen 4 fordulóban zajló, mintegy 15 órán át tartó versenyzés volt a hátuk mögött. A további (egységesen dicséretben részesült) 8 ország sorrendje: Ausztrália, Magyarország, Finnország, Svédország, Mexikó, Hollandia, Ukrajna és Bulgária.

A magyar színeket a következő csapat képviselte: **Drozdy Árpád**, Budapest, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola; **Somorácz Áron**,Dunaújváros, Széchenyi István Gimnázium; **Ballók István**, Gödöllő, Premontrei Szent Norbert Gimnázium; **Joó Dániel**, Budapest, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola; **Nagy Dávid**, Kecskemét, Bányai Júlia Gimnázium. Csapatunk, amely az eddigi versenyek történetében a legfiatalabb magyar csapat volt (10. és 11. osztályos diákokból állt) a versenyen a 11 helyen végzett. A 85 versenyző diák egyéni versenyének abszolút győztese a katowicei **Thomas Kloda** lett, Drozdy Árpád a 19. helyen végzett.

A verseny megrendezéséhez az anyagi alapot az Oktatásügyi Minisztérium szolgáltatta. Az ELTE a versenyzés lágymányosi helyszínének és a technikai eszközeinek rendelkezésre bocsátásával, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat a szervezésben nyújtott segítségével, a Texas Intruments pedig ajándék kalkulátorokkal támogatta a rendezvényt.

❄

A verseny hangulatát az egyik magyar résztvevő, Drozdy Árpád szubjektív visszaemlékezéseivel próbáljuk meg érzékeltetni:

A versenyről a KöMaL-ból, a Sulinet-ről, vagy más versenyeken szóbeszéd útján értesülhettünk. Sajnos idén nagyon kevés volt a pályázó. Tekintettel arra, hogy mi voltunk a házigazdák, két csapatunk is indulhatott volna, de mivel mindössze nyolc jelentkező volt, végül csak egy csapattal álltunk ki. Bizonyos iskolákban, pl. a dunaújvárosi Széchenyi I. Gimnáziumban komoly hagyományai vannak a versenynek (Kobzos Ferenc és Kispál István tanár urak még a felkészítésben is részt vettek), máshol azonban nem népszerűsítik eléggé ezt a rendezvényt.

Csapatunk nagyon fiatal volt, nem rendelkeztünk sok versenytapasztalattal. Otthon sok kísérletet végeztünk, szakirodalmat gyüjtöttünk, már jóval a verseny előtt, majd többször összegyűltünk, megbeszéltük egymással (és korábbi versenyzőkkel) a feladatokat. Sokat dolgoztunk, és mondhatjuk, hogy alaposan felkészültünk, ennek ellenére sajnos nem jutottunk be a középdöndőbe. Reméljük, jövőre jobban fogunk szerepelni.

Nekem nagyon tetszett a verseny, mert különbözik a hagyományos fizikaversenyektől. Leginkább az tetszett, hogy *csapatmunka*, amely nem feltétlenül a problémamegoldó képességet, hanem inkább a felkészültséget és a szorgalmat méri. Teljesen más, ha magad végzel el egy kísérletet, nem pedig a tanár az iskolában. A kísérletek nagyon izgalmasak voltak, érdekes volt előadást tartani, és másokat kritizálni. Nagyon nehéz feladat egyszerre szépen beszélni és átgondolni, hogy mit is akarok mondani, miközben mindenki minket figyel. A verseny hete nagyon izgalmas volt, igazából egy táborhoz lehetne hasonlítani, ahol mindig van tennivaló.

A korábbi versenyzők tapasztalatait és a leendő versenyzők kételyeit szívesen olvasnám és megosztanám további érdeklődőkkel.

arpad.drozdy@pannongsm.hu

Pályázati felhívás az Ifjú Fizikusok 14. Nemzetközi Versenyére

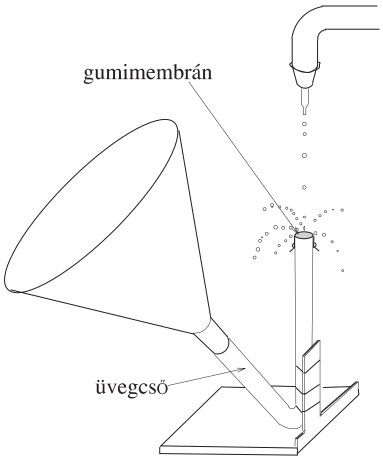
Az 14. IYPT versenyt 2001. május 22-29. között Finnországban, a Helsinkihez közeli Espoo-ban rendezik meg. Az alább kitűzött feladatok közül *legalább 3* probléma kidolgozásával (mérési jegyzőkönyv a kísérleti körülmények és mérési adatok feltüntetésével, a jelenség értelmezése, fizikai leírása) lehet pályázni. A pályamunkák alapján az öt legjobb pályázó – további felkészítés után – képviseli hazánkat a nemzetközi versenyen. A verseny hivatalos nyelve az angol, a pályamunkákat azonban elegendő magyarul benyújtani. *

❄

1. ELEKTROSZTATIKUS MOTOR. Készíthető-e olyan motor, melyet elektrosztatikus mező hajt? Ha igen, javasolj módszert az elkészítésére, és becsüld meg a motor paramétereit!

2. ZENÉLŐ FŰRÉSZ. Vannak, akik egy kézifűrészen is tudnak „zenélni”. Hogyan érhetnek el különböző hangmagasságokat? Adj kvantitatív leírást a jelenségről!

3. HANGOLHATÓ CSEPPENTŐ. Készítsd el az *ábrán* látható hangrezonátort! Vizsgáld meg a hangmagasságot befolyásoló tényezőket! Megfigyelhetők-e a készülékkel bizonyos külső hangok felerősödése? Ha igen, hogyan magyarázod ezt a jelenséget?



4. TÁNCOLÓ HOMOKÓRA. Vizsgáld meg, hogyan pereg le a homok egy rezgő alaplapra helyezett homokórában!

* A http://www.tapiolanlukio.fi/iypt2001 internetcímen megtalálható a verseny szabályzata és a feladatok eredeti (angol nyelvű) szövege.

5. GUMIHŐERŐGÉP. Vizsgáld meg, milyen energiaátalakulás történik a gumi deformálódása során! Készíts olyan hőerőgépet, melyben a munkát végző test gumi, és mutasd be, hogyan működik!

6. FRAKTÁLDIFFRAKCIÓ. Állíts elő fraktálszerkezetek segítségével hullámelhajlást! Mutasd be és elemezd a különböző rendű fraktálok elhajlási (diffrakciós) képeit!

7. REPEDÉSEK. Keményítőoldat száradásakor repedések alakulnak ki. Vizsgáld meg és értelmezd ezt a jelenséget!

8. SEBESSÉGMÉRŐ. Két különböző fémből készült elektród elektrolitoldatba merül. Vizsgáld meg, hogyan függ a mérhető feszültség az elektródok relatív mozgásától, illetve az elektródok alakjától!

9. KIÜRÍTÉS. Hogyan lehet egy folyadékkal töltött üveget (palackot) – külső technikai segédeszközök alkalmazása nélkül – minél gyorsabban kiüríteni?

10. VÍZLÉGSZIVATTYÚ. Készíts vízlégszivattyút, amely áramló víz felhasználásával „vákuumot” állít elő egy adott térrészben. Mutasd be a működését! Mekkora az általad elért legkisebb légnyomás?

11. GURULÓ GOLYÓK. Egy vízszintes, V alakú, egyenes vályú falai 90 fokos szöget zárnak be egymással. Helyezz két egyforma golyót a vályúba, és gurítsd azokat egymás felé! Vizsgáld meg és értelmezd a golyók ütközés utáni mozgását! Végezd el a kísérletet több különböző golyópárral, és értelmezd a kapott eredményeket!

12. REAKCIÓ. Készíts zselatinból vizes oldatot (10 g zselatin, 90 ml víz), melegítsd fel vízfürdőben 80 °C-ra, majd keverj hozzá káliumjodid-oldatot! Öntsd az oldatot kémcsőbe, és hűtsd le. Önts rézszulfátoldatot a gél felszínére! Figyeld meg, mi történik, és keress fizikai magyarázatot a jelenségre!

13. MEMBRÁNOS ELEKTROLÍZIS. Híg konyhasó-oldat kémiailag semleges (inert) elektródok között történő elektrolízise során az oldat pH-értéke lényegesen megváltozik. A két elektródot hártya (membrán) választja el. Vizsgáld meg, hogyan függ ez a változás a membrán pórusainak méretétől!

14. FONALAS CSEPEGTETŐ. Egy fonál egyik vége vízzel töltött edénybe merül. A másik vége kívül lelóg anélkül, hogy az edény külső falához hozzáérne. Bizonyos feltételek mellett a fonál külső vége csepegni kezd. Mik ezek a feltételek? Határozd meg, hogyan függ az első csepp megjelenésének ideje a lényeges paraméterektől!

15. BUBORÉKOK MÁGNESES MEZŐBEN. Figyeld meg, hogyan befolyásolja az 50 Hz-es frekvenciával váltakozó mágneses tér egy vízzel töltött edényben levő gázbuborékok mozgását (kinetikáját)! A buborékokat levegő befújásával lehet előállítani.

16. RAGASZTÓSZALAG. Egy sima felületről ragasztószalagot letépve fény keletkezik. Vizsgáld és magyarázd meg a jelenséget!

17. TÓLENGÉS. Ez a jelenség (seiching) hosszú, keskeny, mély tavaknál figyelhető meg. A tó vize – a légnyomásban bekövetkező változások miatt – néha olyan módon kezd mozogni, hogy a tó két végénél a vízszintek periodikusan, de eltérő fázisban változnak. Modellezd a tólengés jelenségét, megfelelő paraméterek segítségével jósold meg a lengés periódusidejét, majd kísérletileg ellenőrizd, mennyire helyes a jóslatod!

A pályázatok beküldési határideje: **2001. március 20.** Beküldési cím:

„Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenye – PÁLYÁZAT"
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános Fizika Tanszék,
1518 Budapest, Pf. 32.

A pályázatban szerepeljen a pályázó *neve, osztálya, értesítési címe* (telefonszáma, E-mail címe), *iskolájának neve* és *címe*, felkészítő *tanárának neve*, továbbá esetleges *angol* nyelvvizsgája oklevelének fénymásolata. (A 12. évfolyamos tanulók csak akkor pályázzanak, ha az érettségire és a versenyre való készülést össze tudják egyeztetni.)

Rajkovits Zsuzsa, Skrapits Lajos,
Kenesei Péter
ELTE Általános Fizika Tanszék

CSILLAGÁSZAT

Rovatvezető: Horányi Gábor

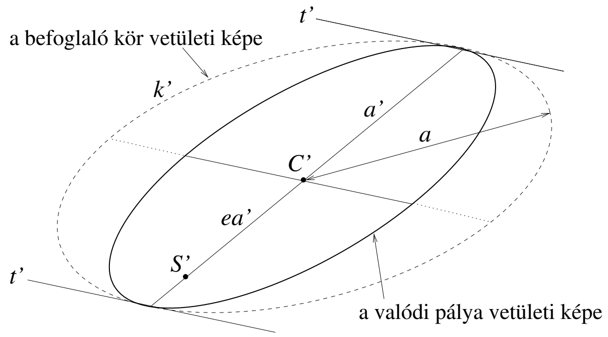
A csillagok tömege

A csillagok egyik legfontosabb adata (állapotjelzője) a tömeg, meghatározása azonban csöppet sem egyszerű. Egy csillag tömegét megállapítani viszonylag megbízható pontossággal csak kettőscsillagok esetében lehetséges. Ilyenkor ugyanis a pályák adataiból a két csillag egymásra kifejtett gravitációs hatására lehet következtetni, ami viszont a tömegekkel arányos.

Tegyük föl, hogy egy kettőscsillag mindkét komponensét látjuk a távcsőben. Ha sokáig (esetenként több évtizeden vagy évszázadon keresztül) figyeljük a csillagpárt, megfigyelhető, hogyan mozdulnak el egymáshoz képest. Tudjuk, hogy mindkettő ellipszispályán mozog a rendszer tömegközéppontja körül, a tömegközéppont helyét azonban nem ismerjük. Egyszerűbbé teszi a helyzetet, ha az egyik csillagot („a főcsillagot") rögzítettnek képzeljük, vagyis beülünk a főcsillaghoz rögzített koordináta-rendszerbe. Bebizonyítható, hogy a másik csillag ebből a (gyorsuló) koordináta-rendszerből nézve is ellipszispályán fog mozogni, s a pályaellipszis egyik fókuszpontjában a rögzítettnek tekintett csillag van.

Legyen a főcsillag helye az S' pont, az észlelésekkel meghatározott pályaellipszis középpontja pedig C' (*1. ábra*)! Ez az ellipszis azonban még nem a *2. ábrán* látható valódi pálya, hanem annak az éggömbre vetített képe, hiszen látóirányunk bizonyára nem merőleges a kettőscsillag keringési síkjára. Fontos megjegyezni, hogy S' az eredeti pályaellipszis S fókuszpontjának éggömbre vetített képe, tehát a vetületi ellipszisnek *nem* fókuszpontja.

Határozzuk meg először az eredeti ellipszis nagytengelyének hosszát! A vetület azon átmérője, amelyre S' és C' illeszkedik, az eredeti pályaellipszis nagytengelyének vetülete, hiszen a párhuzamos vetítéssel a középpont középpontba ment át. Ezen átmérő feléből

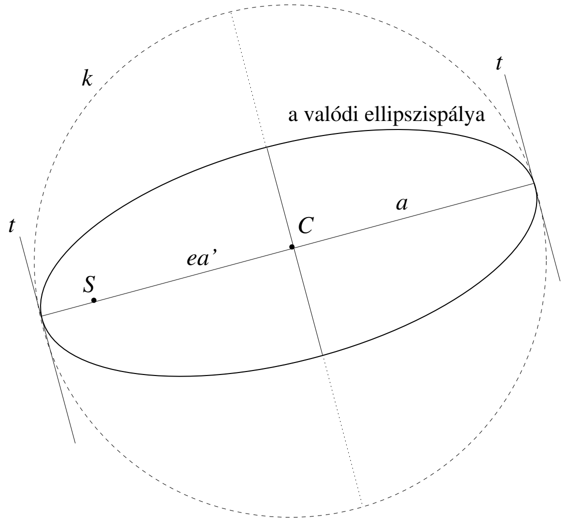


1. ábra

(a') és az $S'C'$ távolságból kiszámíthatjuk az eredeti ellipszis (e) pályaexcentricitását:

$$e = \frac{S'C'}{a'}.$$

A vetületi ellipszist a kistengely vetülete mentén $1/\sqrt{1-e^2}$-szeresre megnyújtva az eredeti pályaellipszis körülírható körének (k) az éggömbre vonatkoztatott (k') vetületét kapjuk meg. (A nyújtás iránya az *1. ábrán* látható t' érintők irányával egyezik meg, hiszen a pályaellipszis nagytengelyének végpontjaiban húzható t érintő (lásd a *2. ábrát*) a kistengellyel párhuzamos.) Az így kapott (k') ellipszis nagytengelye egyenlő lesz a valódi pályaellipszis körülírható körének átmérőjével, ami viszont a valódi pályaellipszis $2a$ nagytengelyével egyenlő.



2. ábra

A leírt módszer az ún. *Zwiers-féle grafikus eljárás*, melyből az eredményt (a nagytengely méretét) még nem kilométerben, hanem csak a nagytengely α látószögét (mondjuk ívmásodperc egységekben kifejezve) kapjuk meg. Ha ismerjük a kettős rendszer távolságát, akkor az adatot km-be is átszámíthatjuk; a gond azonban épp az szokott lenni, hogy ez a távolságadat nem áll rendelkezésünkre.

Ha a két csillag tömegközépponthoz viszonyított mozgását (pályaellipsziseik $2a_1$ és $2a_2$ nagytengelyeit) is mérni tudjuk, akkor ebből a két tömeg értékére a tömegközéppont megmaradásának tételéből újabb egyenlet adódik:

$$\frac{M_2}{M_1}=\frac{a_1}{a_2}.$$

Ezzel (és Kepler III. törvényével) már kiszámítható a két tömeg értéke.

A tömegek meghatározására az ún. *dinamikus parallaxis-meghatározás* a legszellemesebb eljárás, amely egyúttal a kettős távolságát is megadja. Ehhez ismernünk kell az előbbi eljárással meghatározott α értéket, valamint három további egyenletet! Az első Kepler III. törvénye, amely szerint

$$(M_1+M_2)\,\frac{T^2}{a^3}=\text{konstans}.$$

A második, az ún. *empirikus tömeg-fényesség reláció* azt az eredetileg tapasztalati úton megállapított, utóbb elméletileg is igazolt tényt rögzíti, hogy a legtöbb csillag esetén a fényesség (luminozitás, L) és a csillag tömege nem független egymástól, hanem

$$L\propto M^{3{,}5}.$$

Az összefüggést itt csak közelítő alakban írtuk föl, különböző csillagtípusokra ennél pontosabb alakja is ismeretes. Végül a harmadik a csillagok látszó és abszolút fényessége közti összefüggés:

$$L=m+5-5\lg r.$$

(A fenti egyenletekben M a csillagok tömege, r a tőlünk mért távolságuk parszek egységben, L az abszolút fényesség, T a megfigyelt keringési idő, m a szintén közvetlenül mérhető látszó fényesség. Ha a Kepler-törvényben időegységnek az évet, távolságegységnek a csillagászati egységet, tömegegységnek a Nap tömegét vesszük, akkor a konstans értéke éppen 1.)

A számítás kezdetekor nem ismerjük sem a csillagok tömegét, sem távolságukat, de tudjuk, hogy a legtöbb csillag tömege 0,4 és 4 naptömeg közé esik. Vegyük első közelítésben mindkét csillag tömegét 1 naptömegnek, ami bizonyára nem rossz közelítés; legyen tehát

$$M_1=M_2=M_{\text{Nap}}.$$

Ezeket a Kepler III. törvényébe helyettesítve megkapjuk a pálya a fél nagytengelyének hosszát csillagászati egységekben, vagy ha tetszik, km-ben. Ebből és a megfigyelt pályaadatokból (a Zwiers-féle grafikus eljárással) meghatározott α látószögértékből kiszámíthatjuk a két csillag tőlünk mért távolságát, azaz $r=a/\alpha$ értékét.

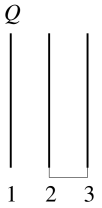
Ezután r és az ismert m látszó fényesség alapján meghatározzuk a két csillag L fényességét. Mivel a két csillag látszó fényessége általában különböző, itt már két különböző L_1 és L_2 értéket kapunk, majd az empirikus tömeg-fényesség relációból meghatározzuk a két csillag M_1 és M_2 tömegét. Ezek most már különbözni fognak egymástól is, és az kiinduláskor feltételezett 1 naptömegnyi közelítő értéktől is.

Megkaptuk tehát a két csillag tömegének egy jobb közelítését. Ezeket ismét a Kepler-törvénybe helyettesítjük és elvégezzük újra az előbbi számításokat, így újabb, még pontosabb értékhez jutunk és így tovább. Néhány iterációs lépés után kielégítő pontosságú becslést kapunk a csillagok tömegére, és – hasznos melléktermékként – távolságukra is. (A módszer hibalehetősége többek között, hogy az abszolút és a látszó fényesség összefüggése nem tartalmazza a csillagközi fényelnyelés – általában ismeretlen – mértékét, amely a távolság növekedésével egyre bizonytalanabbá teszi az abszolút fényességre kapott eredményt.)

Ha egy csillag távolságát valahonnan már ismerjük (pl. geometriai parallaxisát sikerült meghatározni), akkor egyszerűbben is eljárhatunk. Látszó fényességéből és távolságából kiadódik a csillag fényessége, ebből és a tömeg-fényesség relációból pedig megbecsülhető a tömege.

Csaba György Gábor

Fizika gyakorlatok és feladatok megoldása



P. 3299. Egy síkkondenzátor egyik lemeze Q töltésű, másik lemeze töltetlen. A lemezek távolsága d, területe A.

a) Mekkora a kondenzátor feszültsége?

b) Mekkora és milyen irányú erő hat a 2. fémlemezre, ha az *ábra* szerint egy vezetékkel összekapcsoljuk a vele párhuzamos, azonos területű 3. fémlemezzel?

(*4 pont*) Közli: *Kotek László*, Pécs

Megoldás. a) Az összesen $2A$ felületű 1. lemezről – Gauss tétele értelmében – $E\cdot 2A=\frac{Q}{\varepsilon_0}$ elektromos fluxus indul ki, ahonnan az elektromos térerősségre

$$E=\frac{Q}{2\varepsilon_0 A},$$

az 1. és 2. lemez közötti feszültségre pedig

$$U=E\cdot d=\frac{Q\cdot d}{2\varepsilon_0 A}$$

adódik.

b) A 2. és 3. lemez között nulla a potenciálkülönbség, közöttük tehát nem lehet nullától különböző elektromos térerősség. Eszerint az 1. lemezből jobbra kiinduló elektromos fluxus ugyanakkora, mint a 2. lemezre érkező. A 2. lemez töltése tehát $Q/2$, a rá ható erő pedig ugyanakkora, mint amekkora egy E térerősségű, $Q/2$ töltésű síkkondenzátor lemezeire hat, nevezetesen

$$F=\frac{1}{2}E\cdot\frac{Q}{2}=\frac{Q^2}{8\varepsilon_0 A}.$$

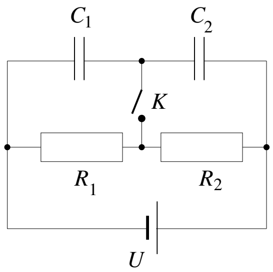
Hegedűs Ákos (Pécs, Ciszterci Nagy Lajos Gimn., 12. o.t.)

Megjegyzés. A megoldás során felhasználtuk, hogy az 1. lemezből szimmetrikusan lép ki az elektromos fluxus, vagyis hogy mintkét oldalán ugyanolyan nagyságú az elektromos térerősség. Ha ez nem lenne így, akkor a lemeztől balra egy nagyon távoli pontig haladva más lenne az elektromos potenciálkülönbség, mint egy ugyanilyen messze levő jobb oldali pontig, ez pedig nem lehetséges!

72 megoldás érkezett. Helyes 16, kicsit hiányos (3 pont) 4, hiányos (1–2 pont) 33, hibás 16, nem versenyszerű 3 dolgozat.

P. 3311. *Megnő, lecsökken, esetleg változatlan marad az* ábrán *látható kondenzátorok összes elektrosztatikus energiája, ha zárjuk a K kapcsolót?*

(*5 pont*) Közli: *Varga István,* Békéscsaba



Megoldás. Nyitott kapcsoló esetén a sorosan kapcsolt kondenzátorok eredő kapacitása

$$C_{\mathrm{n}}=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2},$$

a rendszer elektrosztatikus energiája tehát

$$E_{\mathrm{n}}=\frac{1}{2}C_{\mathrm{n}}U^2=\frac{1}{2}\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}U^2.$$

Zárt kapcsolóállásnál a kondenzátorokra jutó feszültség az ellenállások arányában megoszló telepfeszültség, vagyis

$$U_1=\frac{R_1}{R_1+R_2}U,\qquad \text{illetve}\qquad U_2=\frac{R_2}{R_1+R_2}U.$$

A rendszet elektrosztatikus energiája ilyenkor

$$E_{\mathrm{z}}=\frac{1}{2}C_1U_1^2+\frac{1}{2}C_2U_2^2=\frac{1}{2}\frac{C_1R_1^2+C_2R_2^2}{(R_1+R_2)^2}U^2.$$

A két energiát összehasonlítva megmutatjuk, hogy $E_n \leqslant E_z$, vagyis hogy a kapcsoló zárása után a kondenzátorok elektrosztatikus energiája nem csökkenhet. Valóban:

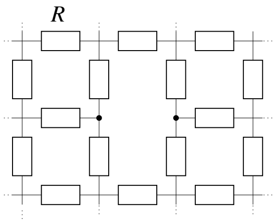
$$\frac{E_z}{E_n} = \frac{(C_1R_1^2 + C_2R_2^2)(C_1 + C_2)}{C_1C_2(R_1 + R_2)^2} = \frac{[C_1^2R_1^2 + C_2^2R_2^2] + C_1C_2(R_1^2 + R_2^2)}{[2C_1C_2R_1R_2] + C_1C_2(R_1^2 + R_2^2)},$$

és mivel a számlálóban álló szögletes zárójeles kifejezés a számtani és mértani közepekre vonatkozó egyenlőtlenség miatt biztosan nem kisebb, mint a nevezőben levő szögletes zárójelbeli, a tört értéke legalább 1.

Egyenlőség akkor állhat fenn, ha $C_1R_1 = C_2R_2$, vagyis amikor a kapcsoló bekapcsolása előtt az ellenállások éppen olyan arányban osztják meg a telepfeszültséget, mint a sorosan kapcsolt kondenzátorok. Ilyenkor a kapcsoló bekapcsolása után sem indul áram (töltésvándorlás), nem változik meg a kondenzátorok töltése, a rendszer elektrosztatikus energiája tehát nyilvánvalóan változatlan marad.

Antal András (Pécs, JPTE. Babits M. Gyak. Gimn., 12. o.t.)

100 megoldás érkezett. Helyes 56, kicsit hiányos (4 pont) 11, hiányos (1–3 pont) 28, hibás 5 dolgozat.



P. 3312. *Egy végtelen négyzetháló minden éle R ellenállású. Két szomszédos rácspont közül kivesszük az R ellenállást. Mekkora lesz e két rácspont között az eredő ellenállás?*

(*5 pont*) Közli: *Cserti József,* Budapest

Megoldás. Először vizsgáljuk meg, hogy mekkora az eredő ellenállás egy szabályos, végtelen négyzetháló két szomszédos A és B rácspontja között. Vezessünk az A pontba I áramot, és nagyon messze (a „végtelenben”) vezessük el azt. Az áram az A pontban szimmetrikusan (négyfele) szétoszlik, így B irányában $I/4$ erősségű áram halad. Ismételjük meg a kísérletet most úgy, hogy a B pontból vezetünk el I áramot. A szimmetria miatt most is $I/4$ erős áram fog folyni A pontból B-be.

Ha egyszerre vezetünk oda, illetve el I áramot az A és B pontoknál, a két pont között az áramerősség

$$\frac{1}{4}I + \frac{1}{4}I = \frac{1}{2}I$$

lesz, az R ellenálláson $U = \frac{1}{2}IR$ feszültség esik, az eredő ellenállás tehát ezen két pont között $\frac{1}{2}R$.

Térjünk vissza most a hiányos áramkörhöz! Jelöljük a keresett (A és B között mérhető) ellenállás nagyságát r-rel. Ha r-rel párhuzamosan kapcsolunk egy R ellenállást, a fentebb számított végtelen (szabályos) négyzetháló $\frac{1}{2}R$ értékét kell megkapjuk:

$$\frac{1}{r} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R},$$

ahonnan $r = R$ adódik. A hiányos háló eredő ellenállása tehát éppen akkora, mint egyetlen (teli) élének ellenállása.

Gajdos Béla (Beregszász, Bethlen G. Gimn., 12. o.t.)

30 dolgozat érkezett. Helyes 22 megoldás. Hiányos (2 pont) 2, hibás 4, nem versenyszerű 2 dolgozat.

P. 3328. *Ugyanakkora alapú, de különböző hajlásszögű lejtők közül melyiken csúszik le leghamarabb egy kis test, ha a csúszási súrlódási tényező μ?*

(*5 pont*) Közli: *Kobzos Ferenc*, Dunaújváros

Megoldásvázlat. Legyen a lejtő alapjának hossza d. Ha $\operatorname{tg}\alpha > \mu$, egy test a lejtőn

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g(\sin\alpha\cos\alpha - \mu\cos^2\alpha)}} = \sqrt{\frac{4d}{g(\sin 2\alpha - \mu(1+\cos 2\alpha))}}$$

idő alatt csúszik le. Ez az idő annál az α szögnél a legkisebb, amelynél a $\sin 2\alpha - \mu\cos 2\alpha$ kifejezés a lehető legnagyobb. Bevezetve a $\mu = -\operatorname{ctg}\varphi$ jelölést a fenti kifejezés

$$\sin 2\alpha - \mu\cos 2\alpha = \frac{1}{\sin\varphi}\cdot\cos(2\alpha - \varphi)$$

alakra hozható. Ennek maximuma nyilván $2\alpha = \varphi$ szögnél van, tehát a kis test

$$\alpha = \frac{1}{2}\operatorname{arcctg}(-\mu) = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}\operatorname{arctg}\mu$$

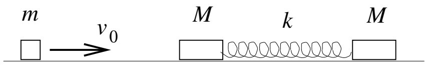
szögű lejtőről csúszik le leghamarabb.

Megjegyzés. A kérdéses szög $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\mu + \sqrt{\mu^2+1}\right)$ alakban is felírható. Súrlódásmentes esetben ($\mu = 0$) az optimális hajlásszög $\alpha = 45^\circ$.

Hamar Gergő (Dombóvár, Illyés Gy. Gimn. 10. o.t.)

209 dolgozat érkezett. Helyes 99, kicsit hiányos (4 pont) 13, hiányos (1–3 pont) 77, hibás 5, nem versenyszerű (másolt) 15 dolgozat.

P. 3351. v_0 *sebességgel, súrlódás nélkül mozgó* m *tömegű pontszerű test rugalmasan ütközik a* k *rugóállandójú rugóval összekapcsolt két, egyenként* M *tömegű, pontszerű testből álló* R *rendszerrel.*



a) *Legalább mekkora legyen a* m/M *arány, hogy egy második ütközés is létrejöjjön az* m *tömegű test és az* R *rendszer között?*

b) *Legfeljebb mennyi idő telik el a két ütközés között?*

(*6 pont*) *Francia felvételi feladat* (Ècole Normale Superieure, Párizs)

Megoldás. Közvetlenül az ütközés után a m, illetve a bal oldali M tömegű test sebessége (az energia és az impulzus megmaradásáanak törvénye alapján) rendre

$$v=\frac{m-M}{m+M}v_0\,,\qquad V=\frac{2m}{m+M}v_0\,.$$

Ettől fogva az R rendszer tömegközéppontja $V/2$ sebességgel halad, miközben a rendszer

$$\omega=\sqrt{\frac{2k}{M}}$$

körfrekvenciával úgy rezeg, hogy a sebesség-amplitúdó is $V/2$. Így a bal oldali M tömegű test elmozdulása és pillanatnyi sebessége (az ütközés pillanatát véve $t=0$-nak)

$$S(t)=\frac{V}{2}t+\frac{V}{2\omega}\sin\omega t,\quad V(t)=\frac{V}{2}+\frac{V}{2}\cos\omega t.$$

Ugyanakkor a m tömegű test egyenletesen mozog, tehát az elmozdulása

$$s(t)=vt.$$

Egy újabb ütközéskor

$$s(t)=S(t)\quad\text{azaz}\quad vt=\frac{V}{2}t+\frac{V}{2\omega}\sin\omega t\,.$$

„Rendes” ütközéskor a balról jövő m tömegű test sebessége nagyobb mint az előtte haladó bal oldali M tömegűé, ellenkező esetben a balról jövő test nem képes utolérni a másikat. Határesetben az ütköző testek sebessége azonos (éppen, hogy csak érintik egymást):

$$v=V(t)\,,\quad\text{azaz}\quad v=\frac{V}{2}+\frac{V}{2}\cos\omega t\,.$$

Innen

$$-\frac{M}{m}=\cos\omega t\quad\text{és}\quad-\frac{M}{m}\omega t=\sin\omega t.$$

A két egyenletből kapott $\omega t=\operatorname{tg}\omega t$ egyenlet megoldása numerikusan könnyen megkapható: $\omega t_1=4{,}4934\approx4{,}5$. Ebből a kérdéses tömegarány $m/M=4{,}60$, és az ütközésig eltelt idő ω ismeretében megkapható.

Reischig Péter (Budapest, Eötvös J. Gimn., 12. o.t.) dolgozata alapján

34 dolgozat érkezett. Helyes Börzsönyi Ádám, Hegedűs Ákos, Horváth Balázs, Fábián Ákos, Kurucz Keve, Lipcsei Gábor, Mics Zoltán, Pápai Péter, Pápai Tivadar, Pozsgay Balázs és Reischig Péter, kicsit hiányos (5 pont) Antal Ágnes megoldása. Hiányos (1–4 pont) 18, hibás 4 dolgozat.

Áprilisi pótfeladat. Becsüljük meg, mennyivel változna meg a nap hossza, ha 2000. április elsején éjfélkor az egész világon mindenhol áttérnének a jobb oldali közlekedésre!

K. F. Riley, Cambridge feladata nyomán

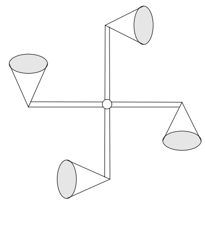
Megoldás. A nap hossza a Föld forgási szögsebességétől függ, annak megváltoztatása pedig csupán belső erők segítségével első ránézésre lehetetlennek tűnik. Úgy vélhetnénk, hogy a perdületmegmaradás törvénye szerint a Föld impulzusnyomatéka a gépjárműforgalom irányától nem függhet! Nem szabad azonban megfeledkezzünk arról, hogy a Föld és a rajta mozgó járművek *együtt* alkotnak (a perdület szempontjából) zárt rendszert, tehát csak az együttes perdületük időbeli állandóságát állíthatjuk!

Mekkora és milyen irányú a Föld teljes gépjárműállományának impulzusnyomatéka? Az utakon és a vasúti síneken átlagosan ugyanannyi jármű halad az egyik irányba, mint fordítva, de nem pontosan ugyanott! Angliában például a körforgalomban balra haladó gépkocsik a Föld forgási irányával nagyjából ellentétesen mozognak (impulzusnyomatékuk a Föld perdületvektorával tompaszöget zár be). Ha áttérnénk a jobb oldali közlekedésre, ezeknek a gépkocsiknak a perdülete (és annak vetülete a Föld forgástengelyére) előjelet váltana, s ez a Föld szögsebességét lecsökkentené, tehát a nap hosszát egy parányival megnövelné. Ugyanilyen hatása lenne az angliai egyenes autóutakon közlekedő járművek irányváltásának is, hiszen ezek mozgása sok kis körforgalomból összetevődőnek is elképzelhető. (Úgy is érvelhetünk, hogy a keletről nyugatra haladó járművek nem ugyanolyan messze vannak a Föld forgástengelyétől, mint az ugyanazon úton nyugatról keletre haladók, tehát az eredő impulzusnyomatékuk nem nulla, s a forgalmi rend megváltozásával megváltozik az előjelük, amit a Föld forgási szögsebesség-változása kell kísérjen.)

Ha a nap hosszának változására számszerű becslést is akarunk adni, azt kell felmérnünk, hogy kb. hány gépkocsi közlekedhet az északi félgömbön a „balra hajts” szabálya szerint, és mennyi lehet ugyanez a szám a déli félgömbön (ahol az irányváltás hatása éppen ellentétes), mekkora a gépkocsik átlagos tömege, továbbá hogy mekkora az utak átlagos szélessége. Ezekből az adatokból, valamint a Föld tehetetlenségi nyomatékának feltételezett értékéből (melyet pl. a homogén tömegeloszlás durva közelítéséből becsülhetünk meg) már kiszámíthatjuk a kérdéses változás nagyságrendjét. A számítás sok bizonytalansági tényezőt tartalmaz, nagyságrendje azonban határozottan a legpontosabb atomórák által mérhető értékek alatt van. Érdekes összevetni a becsült értéket azzal a változással, amit a lombhullató fák őszi levélhullatása okoz, az utóbbi sokkal lényegesebb, bár önmagában ugyancsak mérhetetlenül kicsiny naphosszváltozást okoz.

(G. P.)

Fizikából kitűzött feladatok



M. 220. Készítsünk papírkúpokból vagy félbevágott pingponglabdákból jól csapágyazott szélkereket! Mérjük meg, hogyan függ a kerék fordulatszáma a szél (légáramlás) sebességétől! Következtethetünk-e a mérési adatokból a homorú (konkáv), illetve a domború (konvex) oldalra vonatkozó közegellenállási tényezőkre?

(*6 pont*) Közli: *Gnädig Péter,* Budapest

P. 3384. Egy téglatest alakú edénybe vizet öntünk. Mekkora az edény magassága, ha mindegyik oldallapra a víz súlyánál nagyobb erő hat?

(*3 pont*) *Lánczos Kornél verseny,* Székesfehérvár

P. 3385. Egy 3 m hosszú, méterenként 1 kg tömegű, az asztalon fekvő lánc egyik végére egy 2 dm élű, 2700 $\mathrm{kg/m^3}$ sűrűségű alumíniumkockát erősítünk. A kockát megfogjuk, s egyenletesen emeljük 0,5 m/s sebességgel. Mekkora a helyzeti energia változása a) 5 másodpercnyi, b) 10 másodpercnyi emelés után?

(*3 pont*) *Jedlik Ányos verseny* (6. és 7. osztály), Nyíregyháza

P. 3386. Hővezető, merev fal oszt két egyenlő részre egy 3 liter térfogatú, hőszigetelt falú tartályt. Mindkét részben 10^5 Pa nyomású, 300 K hőmérsékletű oxigén van: a bal oldaliban kétatomos (O_2), a jobb oldaliban háromatomos (O_3), vagyis ózon. Az ózon egy idő után kétatomos oxigénné alakul át úgy, hogy két ózonmolekulából három O_2 molekula keletkezik: $2O_3 \to 3O_2$.

a) Mennyi a két részben levő oxigénatomok számának aránya?

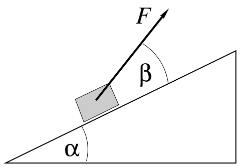
b) Mennyi lesz a nyomás és a hőmérséklet az egyes tartályrészekben a termikus egyensúly beállta után, ha minden egyes O_3 molekula átalakulása $2{,}4\cdot 10^{-19}$ J energiafelszabadulással jár?

(Tekintsük az O_3-at 6, az O_2-t 5 szabadsági fokú ideális gáznak!)

(*4 pont*) *Bethlen Gábor verseny,* Hódmezővásárhely

P. 3387. Miért izzadnak sportolás közben a gyerekek általában kevésbé, mint a felnőttek?

(*4 pont*) Közli: *Simon Péter,* Pécs

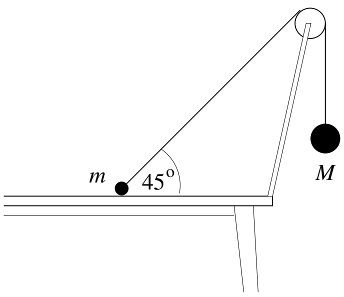


P. 3388. Az α hajlásszögű deszkán m tömegű testet csúsztatunk fel egyenletes mozgással. Határozzuk meg a csúsztatáshoz szükséges minimális erő nagyságát és irányát! A súrlódási tényező μ.

(*5 pont*) Közli: *Rácz György,* Mezőkövesd

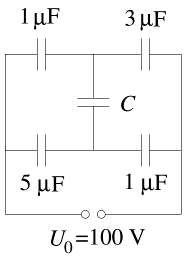
P. 3389. A m és M tömegű, gömb alakú testeket elhanyagolható tömegű csigán átvetett súlytalan fonal köti össze. A két testet az *ábrán* látható helyzetben tartjuk, és egy adott pillanatban mindkettőt elengedjük. A M tömeg sokkal – pl. ezerszer – nagyobb, mint m. Az asztallap és a m tömegű test között a súrlódás elhanyagolható. Elválik-e az elengedést követő pillanatban a m tömegű test az asztallaptól?

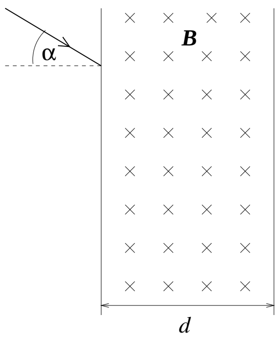
(*5 pont*) Közli: *Károlyházy Frigyes,* Budapest



P. 3390. Mekkora legyen az *ábrán* látható kapcsolásban a C kapacitás, hogy ebben a kondenzátorban a lehető legtöbb energia halmozódjék fel? Mekkora ez a maximális energiamennyiség?

(*5 pont*) Közli: *Légrádi Imre,* Sopron





P. 3391. Az *ábrán* látható $d=4$ cm szélességű, $B=$ $=0{,}02$ T indukciójú homogén mágneses mezőbe $\alpha=30^\circ$ belépési szög alatt, a ***B*** vektorra merőlegesen érkezik egy elektronnyaláb.

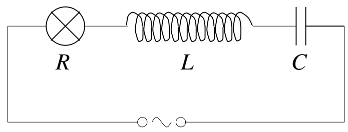
a) Lassú vagy gyors elektronok tudnak áthaladni a mágneses mezőn?

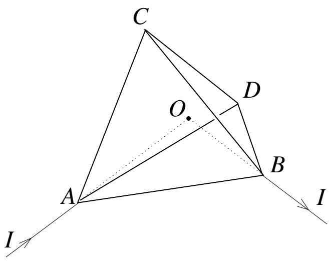
b) Mekkora feszültséggel gyorsított elektronok „verődnek vissza" a mágneses mezőről?

(*5 pont*) Közli: *Varga István,* Békéscsaba

P. 3392. Az *ábrán* látható soros RLC körben az izzó világít. Azt tapasztaljuk, hogy ha rövidre zárjuk a tekercset, nem változik meg az izzó fénykibocsátása. Hogyan változik az izzó fénykibocsátása, ha a kondenzátort zárjuk rövidre?

(*4 pont*) Közli: *Nagy Márton,* Sopron





P. 3393. Homogén, egyenletes keresztmetszetű ellenálláshuzalból szabályos tetraédert állítottunk össze. Egy hosszú, egyenes, a tetraéder O középpontjába irányuló vezetéken az A csúcshoz I áramot vezetünk, a B csúcsból pedig hasonló módon elvezetjük. Mekkora és milyen irányú lesz a mágneses indukcióvektor a tetraéder középpontjában?

(*6 pont*) Közli: *Radnai Gyula,* Budapest

A fizika feladatok megoldásai a következő címre küldendők:
Eötvös Loránd Fizikai Társulat, KöMaL feladatok
Budapest, Pf. 433. 1371
A beküldési határidő: **2001. január 11.**

Physics

M. 220. Prepare an air vane supported in good bearings using paper cones or table tennis balls cut in two. Measure how the number of revolutions per minute of the vane depends on the speed of the air current (wind). Can we deduce the coefficient of air resistance for the concave and the convex side using the measurement data?

P. 3384. Water is poured into a quadrangular vessel. What is the height of the vessel if the force exerted onto each side is greater than the weight of the water? **P. 3385.** An aluminium cube with 2 dm sides and 2700 kg/m^3 density is fastened to one end of a 3 m long chain lying on a table, each metre of which has a mass of 1 kg. The cube is lifted at a uniform speed of 0.5 m/s. What is the change of the potential energy after a) 5 seconds, b) 10 seconds of lifting? **P. 3386.** A 3 litre container with insulated walls is divided into two equal parts by a rigid, heat conducting wall. There is oxygen with a pressure of 10^5 Pa and a temperature of 300 K in both parts: diatomic (O_2) on the left side and triatomic (O_3), i.e. ozone on the right. After some time, ozone passes into diatomic oxygen in such a way that two ozone molecules transform into three O_2 molecules: $2O_3 \to 3O_2$. a) What is the number of oxygen molecules in each part? b) What are the pressure and temperature in each part when thermal equilibrium is reached if $2.4 \cdot 10^{-19}$ J of energy are released during the transformation of each ozone molecule? (Consider the gases O_3 and O_2 as ideal gases of respectively 6 and 5 degrees of freedom.) **P. 3387.** Why do children usually sweat less than adults when performing sports? **P. 3388.** A body of mass m is slid upwards on a lath of inclination α in a uniform motion. Determine the magnitude and the direction of the minimum force required for the sliding. The coefficient of friction is μ. **P. 3389.** Two bodies of respective masses m and M are joined to each other by a weightless thread flung over a pulley of negligible mass. The two bodies are held in the position shown in the figure and released at a given moment. Mass M is much (e.g. a thousand times) greater than mass m. Friction between the body of mass m and the table is negligible. Is the body of mass m separated from the table right after the two bodies are released? **P. 3390.** What should the capacitance C in the circuit shown in the figure be so that the energy accumulating in it is maximum? What is this maximum amount of energy? **P. 3391.** An electron beam reaches the $d=4$ cm wide homogeneous magnetic field of induction $B=0.02$ T shown in the figure at an angle of incidence $\alpha=30^\circ$, at right angles to vector $\boldsymbol{B}$. a) Slow or fast particles can get through the magnetic field? b) At what pd. should the elctrons be accelerated so that they are “reflected” from the magnetic field? **P. 3392.** In the series RLC circuit shown in the figure, the bulb shines. When the coil is short-circuited the light emission of the bulb does not change. How does it change when the capacitor is short-circuited? **P. 3393.** A regular tetrahedron is made of a homogeneous resistance wire of uniform cross-section. Current I is conducted to vertex A through a long, straight piece of wire directed toward centre O of the tetrahedron, and it is conducted away from vertex B in the same fashion. What are the magnitude and the direction of the magnetic induction vector at the centre of the tetrahedron?

Figyelem!

Emlékeztetjük versenyzőinket, hogy a versenykiírásnak meg nem felelő (hiányos adatokkal érkező, több feladatot egy oldalon tartalmazó, illetve nem önállóan elkészített) dolgozatok nem versenyszerűek, pontot nem érdemelnek.

A Szerk