Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenye

Az Ifjú Fizikusok 12. Nemzetközi Versenyét (IFNV) 1998. május 23 és 29 között Ausztriában, Bécsben rendezték meg. A csapatversenyen 17 ország (Ausztria, Ausztrália, Amerikai Egyesült Államok, Belorusszia, Csehország, Finnország, Grúzia, Hollandia, Lengyelország, Magyarország, Mexikó, Németország, Oroszország, Svédország, Szlovákia, Ukrajna, Üzbegisztán) 19 csapata, 95 diák mérte össze erejét több fordulóban. A háromfordulós elődöntő után 9 csapat vett részt a középdöntőben. E forduló első helyezettjei küzdöttek azután a döntőben az első és a két második helyért. Azok a középdöntőbe jutott csapatok, amelyek nem kerültek a döntőbe, négyfordulós (mintegy 16 órás) kemény küzdelem után harmadik helyezettként végeztek a versenyen. E csapatok között nem volt lényeges különbség, amit a mellékelt eredményekből láthatunk. A verseny eredménye a döntő előtt:

1. Ausztria I. csapata (1085, 16); 2. Szlovákia (1114, 15); 3. Grúzia (1110, 15); 4. Belorusszia (1075, 15); 5. Magyarország (1117, 14); 6. Németország (1086, 14); 7. Ukrajna (1064, 14); 8. Csehország (1059, 14); 9. Lengyelország (1070, 13); 10. Oroszország II. csapata (780, 10); 11. Ausztria II. csapata (792, 9); 12. Finnország (798, 8); 13. USA (778, 8); 14. Oroszország I. csapata (751, 8); 15. Svédország (748, 8); 16. Hollandia (743, 8); 17. Üzbegisztán (714, 7); 18. Ausztrália (729, 6); 19. Mexikó (651, 3).

A verseny kissé furcsa játékszabályai szerint nem a legtöbb pontot szerzett 3 csapat, hanem a legmagasabb helyezési számot elért csapatok kerülnek a döntőbe. Magyar csapat tizenegyedszer vett részt az IFNV-én, ebben az évben tagjai a következő diákok voltak:

Vető Bálint, Budapest, ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola. **Buchta Krisztián,** Budapest, ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola. **Tóth Bálint,** Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium. **Kóspál Ágnes,** Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnázium. **Kiss Norbert,** Dunaújváros, Széchenyi István Gimnázium.

A döntő után a táblázat sorrendje megváltozott, az első helyen *Németország,* a másodikon *Grúzia* és *Ausztria* I. csapata végzett. Marx György professzor, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnöke a középdöntő előtt a verseny tiszteletbeli vendégeként köszöntötte a csapatokat, s a zsűri munkájában is részt vett.

A felkészülés a versenyt közvetlenül megelőző hetekben az ELTE Általános Fizika Tanszékén történt, ahol intenzív kísérleti munka mellett előadásokat hallgattak diákjaink. Ezúton mondunk köszönetet a felkészítésben segítséget nyújtó tanároknak, (Tichy Géza, Gnädig Péter) és volt versenyző egyetemi hallgatóinknak (Kenesei Péter, Bálint Imre). Külön köszönet illeti Kispál István tanár urat, a dunaújvárosi Széchenyi Gimnázium tanárát, aki diákjával kísérleti eszközök elkészítésével, s Papp Lászlót, a DUNAFERR Karbantarási–diagnosztikai Osztálya vezetőjét, aki a gyertya lángjáról elkészített termovíziós felvételekkel járult hozzá diákjaink jó szerepléséhez.

Az utazás költségeit az Oktatási Minisztérium fedezte, amelyért ezúton is köszönetet mondunk. (A verseny jellegéről, szabályairól már többször olvashattak a régebbi novemberi–decemberi KöMaL számokban.)

Az Ifjú Fizikusok 13. Nemzetközi Versenyét 2000. július 8–15-én rendezik meg Budapesten. Az angol nyelven zajló versenyen 5-5 fős csapatok vesznek majd részt, és többfordulós szóbeli versenyen mérkőznek meg egymással az alábbi 17 problémát megvitatva. Pályázni ezen témakörök némelyikének (legalább 4-nek) kidolgozásával lehet. A (magyar nyelvű) dolgozatokat **2000. április 22-ig** kérjük az ELTE Általános Fizika Tanszéke címére (Budapest, Pázmány P. sétány 1., 1117). A pályamunkák alapján kiválasztott csapat a hátralevő időben egyetemi oktatók segítségével együtt készül fel a versenyre. (A 12. évfolyamos tanulók csak akkor pályázzanak, ha az érettségire és a versenyre való készülést össze tudják egyeztetni.)

❄

1. TALÁLD FEL! Javasolj a víz felületi feszültségének meghatározására olyan mérési módszert, amely során semmilyen eszközzel sem érintheted a víz felszínét (contact-free method)! Becsüld meg a mérési módszer pontosságát!

2. HANGVILLA. A kb. 100 Hz frekvenciájú hangvillát vízszintesen tartva megütjük, így a szárak rezgés közben fel-le mozognak. Helyezzünk vízcseppet a felső szárra! A csepp felszínén a hangvilla rezgése közben időben változó állóhullámkép alakul ki. Értelmezzük a megfigyelt jelenséget!

3. PLAZMA. Tanulmányozd a gyertyaláng elektromos vezetőképességét különböző paraméterek, – pl. az elektródák alakja, polaritása stb. – függvényében. Kísérleteidben ne használj 150 V-nál nagyobb feszültséget!

4. VÍZFRÖCCSENÉS. Ejts gömb alakú testet vízbe! Keress kapcsolatot a felfröccsenő víz magassága és a test ejtési magassága, valamint más lényeges paraméterek között!

5. BUBORÉKOS VÍZ. Pohárban lévő szódavízben buborékok tapadnak a falhoz. Keress kapcsolatot a buborékok átlagos mérete és elhelyezkedésük magassága között!

6. JELÁTVITEL. Készítsünk optimális jelátvivőt villanykörte felhasználásával úgy, hogy a jelátvivő és a vevő közötti fénynyalábot tovább már nem moduláljuk. Tanulmányozzuk a berendezés paramétereit. A berendezés jóságát az információ-átvitel sebessége (bit/másodperc), valamint a jelátvivő és a vevő közötti távolság jellemzi.

7. KÖRHINTA. Készíts különböző vizes oldatokat (só, cukor stb.). Helyezz a pohárban lévő oldat aljára könnyű, kisméretű golyót, és engedd el! Állítsd be az oldat tulajdonságait úgy, hogy a felemelkedés ideje néhány másodperc legyen. Hogyan változik a felemelkedés ideje, ha a poharat változtatható fordulatszámú forgó korongra helyezzük?

8. ÓLOMÖNTÉS. Cseppents olvasztott ólmot vagy forrasztó ónt különböző magasságokból kellően mély vízbe! Hogyan függ a megdermedt fémcseppek alakja a cseppentési magasságtól? Magyarázd meg eredményeidet!

9. RADIOAKTIVITÁS Találj olyan hatékony módszereket, amelyek segítségével a lehető legtöbb radioaktív anyagot lehet összegyűjteni egy szobában. Mérd meg az összegyűjtött anyag felezési idejét?

10. UJJASODÁS. Rétegezz tiszta hideg vízre forró, színezett sós vizet. A víz–sósvíz határa instabillá válik, a határfelületen ujjakra emlékeztető alakzat jelenik meg. Tanulmányozd és magyarázd meg a jelenséget!

11. ELDOBOTT KŐ. Egy diák a lehető legmesszebbre szeretne egy követ elhajítani. Mekkora tömegű követ használjon? Miért?

12. PAPÍRTÉPÉS. Tépj papírcsíkokat különböző minőségű papírokból és tanulmányozd a szakadási vonalakat!

13. GURULÓ HENGER. Tanulmányozd a részben vízzel telt henger (pl. üdítős doboz) gördülését a lejtőn!

14. MEGVILÁGÍTÁS. Helyezz el pingponglabdát egy 100 és egy 40 wattos izzó közé úgy, hogy a labda két oldalának a megvilágítása azonosnak tűnjön. Értelmezd a tapasztaltakat.

15. HŰLŐ VÍZ. Két teljesen egyforma pohárba tölts forró, illetve meleg vizet, s a nyitott poharat hagyd hűlni normál szobai körülmények között. Lehetséges-e, hogy bizonyos idő múlva a kezdetben forró víz hőmérséklete alacsonyabb lesz, mint a meleg vízé? Magyarázd meg a tapasztaltakat!

16. SZÍNES CSÍKOK. Keverj össze különböző színű szemcsés anyagokat, majd folyasd keskeny, átlátszó falú edénybe. Az anyagok a folyamat során elkülönülő színes sávokba rendeződnek. Tanulmányozd és magyarázd meg a jelenséget!

17. KÜLÖNÖS HANGOK. Tégy néhány kiskanál cappuccino vagy csokoládé port bögrébe és önts rá forró vizet. Finoman keverd meg, s a kanállal kocogtasd meg a bögre alját. Mély hangot hallasz. Tanulmányozd a hang magasságának változását folyamatos kocogtatás közben. Magyarázd meg a jelenséget!

Rajkovits Zsuzsa és **Skrapits Lajos**
felkészítő tanárok
ELTE Általános Fizika Tanszék

CSILLAGÁSZAT

Rovatvezető: Horányi Gábor

Mikor kezdődik a 21. század?

Karinthy Frigyes gyermekkori naplójában olvashatjuk ezeket a sorokat: „1899. Deczember 31. De egy negyed óra múlva már 1900. Január egy, a XX. század. Hát biz criticus óra ez; a mikor a XIX. századból a másikba megyünk át. Most még századvégiek vagyunk; nemsokára század eleiek leszünk. Úgy ám! No ez a századvég ép nem a legjobb volt. Papa alszik már – egy századot alszik keresztül!” Ugyanitt azonban, két nappal előbb, így írt: „A jövő század, habár a rendes tizedes számítás szerint csak 1901-ben venné kezdetét, a pápa kívánsága szerint most 1900. Január 1-én lép az emberiség elé.” Sokan úgy vélik, 1999 szilveszter éjjelén, azaz 2000. január 1-jével lépjük át az új évszázad, sőt, az új évezred határát. Száz évvel korábban Kövesligethy Radó (1862–1943) csillagász professzor arra a véleményre helyezkedett, hogy mindegy, hogy a 20. századot 1900. vagy 1901. január 1-jével kezdjük.

Ezzel szemben a csillagászok többnyire azt a felfogást támogatják, hogy az évszázadok, évezredek kezdő évének sorszáma nem nullára, hanem 1-re végződik... Gondolatmenetük röviden a következő: Időszámításunk kezdetén „nulladik” év nem volt. A történelmi évszámítási mód szerint az i.e. 1-es évet közvetlenül az i.sz. 1-es követi. (A kronológiai, azaz „csillagászati” időszámításban van 0. év: az i.sz. 1. előtti. Az előtt a -1-edik, -2-edik stb. év volt.) Ha az időszámítás kezdete valóban egybeesnék Krisztus születésével, akkor életének első éve lenne az 1. sorszámú; első születésnapja pedig a 2. évben lenne. Ez mutatja, hogy Krisztus mint ember életéveinek számozása és az éveké nem esik egybe! A (történelmi, Krisztus születése utáni) időszámítás első éve 1. december 31-én telt le, a tizedik 10. december 31-én; az első 100 év pedig 100. december 31-én. Ugyanígy a többi századnak is a kerek, 00-ra végződő évszámúak voltak az utolsó évei. Most is így lesz; 2000 tehát még a 20. századhoz tartozik – hacsak a pápa megint nem változtatja meg a rendes számítást. De nem teszi! Igaz, a Krisztus születéséről való megemlékezésnek szentelt „szent év” 1999 karácsonyától 2001 vízkeresztjéig fog tartani, tehát mind 2000, mind 2001. január 1. benne lesz. Ám a Vatikán hivatalosan kihirdette, hogy ez az évezred 2000. december 31-ig tart. Így hát nyugodtan kimondhatjuk: a 21. század mind a csillagászok legtöbbje, mind pedig a katolikus egyház hivatalos álláspontja szerint 2001. január 1-jén fog kezdődni.

Ez természetesen senkit nem akadályoz meg abban, hogy az érdekes évfordulót – 1999-ről 2000-re – megünnepelje. De tudnunk kell, hogy nem ezredfordulót, csak „számírásfordulót”, egy érdekes évszámot ünneplünk meg. 2000. december 31-én pedig megünnepelhetjük az ezredfordulót!

Új eredmények a Titán kutatásában

A Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium (LLNL) és a Kaliforniai Egyetem kutatói minden eddiginél jobb felbontású képeket készítettek a Szaturnusz titokzatos holdjáról, a Titánról. Claire Max, az LLNL asztrofizikusa szerint az új felvételeken kirajzolódó sötét tartományok folyékony szénhidrogéntengerek, míg a fényesebbek jeges-sziklás szárazföldek vagy fennsíkok lehetnek. Az 5000 kilométer átmérőjű, a Merkúrnál nagyobb hold a Föld mellett az egyetlen olyan égitest Naprendszerünkben, amelynek nitrogénben gazdag légköre van. Persze, mivel a Naptól csaknem tízszer olyan messze van, jóval hidegebb bolygónknál: felszíni hőmérséklete kb. -180 °C. Megfigyelését különösen megnehezíti, hogy magaslégkörében az ultraibolya fény hatására a metánból szmogszerű köd képződik, amely elfedi a Titán felszínét. Amikor 1980-ban a Voyager űrszonda elrepült mellette, csak e ködburok barnás-narancs színű tetejét sikerült lencsevégre kapni. Az infravörös fény ugyan áthatol ezen a sűrű rétegen, de sajnos, a Titán olyan messze van tőlünk, hogy még a Hubble-űrtávcsővel sem készíthetők elég éles felvételek. A kutatócsoport most a hawaii Mauna Kea Keck I távcsővével és egy új mérési eljárással érte el a minden eddiginél jobb felbontást. A kutatók már régóta gyanítják, hogy a főként szénhidrogénekből álló szmog kicsapódva sűrű, fekete „esőként” hullhat vissza a Titán felszínére. Ez a sötét anyag cseppfolyós metánból, etánból vagy más nehezebb szénhidrogénekből állhat, bár az sem kizárt, hogy valamiféle szilárd halmazállapotú szerves anyag. A kutatók számára mindkét lehetőség izgalmas. Ha folyadékról van szó, akkor a

Földön kívül egyedül a Titánon találhatók nyílt, felszíni tengerek. Ám akár cseppfolyós, akár szilárd ez az anyag, a bonyolult szerves vegyületek bomlása és vegyülése nagyon hasonló lehet ahhoz, ami Földünkön is történt az élet kialakulása előtt. Ebben az értelemben a Titán sokkal inkább hasonlít az élet előtti Földhöz, mint Naprendszerünk bármely más bolygója vagy holdja.

A NASA és az ESA által két éve felbocsátott Cassini-űrszonda, amely a Vénusztól visszatérőben nemrég haladt el a Föld mellett, jelenleg a Szaturnusz felé tart, és 2004-ben a bolygó közelébe érve útjára indítja a Huygens-szondát, amely a tervek szerint leszáll a Titánon. A mostani és a hasonló megfigyelések segíthetnek annak a kérdésnek az eldöntésében, hogy vajon a Titánon landoló szonda „földet” érne, vagy egy földön kívüli tengerbe csobbanna bele.

Csaba György Gábor

Fizika gyakorlatok és feladatok megoldása

FGy. 3122. *Mekkora kellene legyen a Földre* 40 km/s *végsebességgel becsapódó meteoritok össztömege évente, hogy átlagosan ugyanakkora felmelegedést okozzanak, mint a Nap sugárzása? Mekkora becsapódó tömegnek felel ez meg másodpercenként és négyzetméterenként?*

Közli: *Csaba György Gábor,* Budapest

Megoldás. A Nap sugárzása (merőleges beesésnél) kb 1370 J energiát szállít a Föld felszínére négyzetméterenként és másodpercenként. Egy év alatt ez a Föld egészére számítva

$$Q = 1370\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s\,m^2}}\cdot(6370\ \mathrm{km})^2\pi\cdot 365\cdot 24\cdot 3600\ \mathrm{s} = 5{,}6\cdot 10^{24}\ \mathrm{J}$$

energiának felel meg. Ez akkor egyezne meg a meteoritok

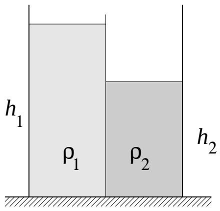
$$\frac{m}{2}\,(4\cdot 10^4\ \mathrm{m/s})^2$$

mozgási energiájával, ha azok össztömege $m = 7\cdot 10^{15}$ kg lenne.

A másodpercenként és négyzetméterenként becsapódó átlagos meteorit-mennyiségét úgy számíthatjuk ki, hogy a feltételezett éves össztömeget elosztjuk az év másodpercekben mért hosszával, valamint a Föld a teljes felszínének négyzetméterekben kifejezett értékével. Így a meteoritok átlagos „anyagáramsűrűségére” végül 0,4 $\frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{m^2\cdot s}}$ érték adódna.

Kovács Miklós (Debrecen, KLTE. Gyak. Gimn., 10. o.t.)

149 dolgozat érkezett. Helyes 33, hiányos (1–3 pont) 113, hibás 3 dolgozat.



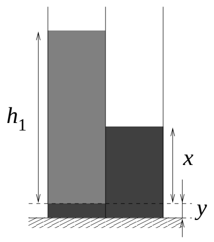
FGy. 3140. *Téglatest alakú, felül nyitott edényt egy függőleges válaszfal két egyenlő térfogatú részre oszt. A bal oldalon* $h_1 = 30$ cm *magas,* $\varrho_1 = 800$ kg/m^3 *sűrűségű folyadékoszlop, a jobb oldalon* $h_2 = 20$ cm *magas,* $\varrho_1 = 1600$ kg/m^3 *sűrűségű folyadékoszlop van. Ezek a folyadékok egymással nem keverednek.*

a) *Milyen magas folyadékoszlopok alakulnak ki, ha a válaszfal alján kis nyílást vágunk?*

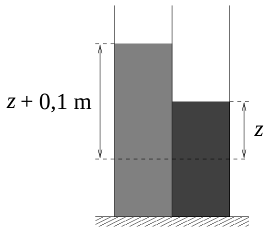
b) *Hol vághatunk nyílást a válaszfalon úgy, hogy a rendszerben semmi változás ne történjen?*

Közli: *Kotek László,* Pécs

Megoldás. *a)* Az edény alján a nyomás a bal oldalon $p_1 = \varrho_1 g h_1 = 2400$ Pa, a jobb oldalon $p_2 = \varrho_2 g h_2 = 3200$ Pa. Ha a válaszfal alján kis nyílást vágunk, akkor a jobb oldalról valamennyi folyadék átfolyik a bal oldalra úgy, hogy az edény alján mindkét oszlopban azonos legyen a nyomás. Ez akkor következik be, ha $p_1 = \varrho_2 g x$ (*1. ábra*), amiből $x = 15$ cm. Ekkor $y = 2{,}5$ cm, ilyen magas folyadékoszlop került át a bal oldalra, és a bal oldalon 32,5 cm, a jobb oldalon 17,5 cm lesz az oszlop teljes magassága.



1. ábra



2. ábra

b) Ott vághatunk nyílást a válaszfalon úgy, hogy semmi változás ne történjen, ahol a nyomások egyenlőek. A *2. ábra* szerint $p_1' = \varrho_1 g(z + h_1 - h_2) = p_2' = \varrho_2 g z$, amiből $z = 10$ cm, tehát az edény aljától $h_2 - z = 10$ cm magasságban egyenlőek a nyomások, itt lehet változás nélkül nyílást vágni.

Vert Péter (Pécs, Széchenyi I. Gimn. és Szki., 9. o.t.)

276 dolgozat érkezett. Kiemelkedő Baksa Balázs és Tabajdi Gábor megoldása. Helyes 213, kicsit hiányos (3 pont) 14, hiányos (1–2 pont) 39, hibás 8 dolgozat.

FF. 3148. Egy transzformátor N_1 menetszámú, L önindukciós együtthatójú primer tekercsére ω körfrekvenciájú váltófeszültséget kapcsolunk. Az N_2 menetes szekunder tekercset egy R ellenálláson keresztül zárjuk. (A tekercsek ohmos ellenállása elhanyagolható.) Határozzuk meg a primer és a szekunder feszültségek közti, valamint a primer és a szekunder áramok közti fáziskülönbséget! Vizsgáljuk meg az $R \to 0$ és $R \to \infty$ határeseteket! Mikor igaz az, hogy a tekercsben folyó áramok a menetszámokkal fordítva arányosak?

Közli: *Jarábik Béla,* Ócsa

Megoldás. A primer és szekunder tekercsre felírjuk a huroktörvényt:

$$U - L_1\frac{dI_1}{dt} - L_{12}\frac{dI_2}{dt} = 0, \tag{1}$$

$$-L_2\frac{dI_2}{dt} - L_{12}\frac{dI_1}{dt} = RI_2. \tag{2}$$

Az 1 és 2 index a primer és szekunder tekercs adataira vonatkozik, L_{12} a kölcsönös indukciós együttható, $U = U_0 \sin\omega t$, a primer tekercsre kapcsolt váltófeszültség. Az L_1 önindukciós együttható az N_1 menetszám négyzetével, az L_2 együttható N_2^2-tel, L_{12} pedig N_1N_2-vel arányos. Erősen csatolt transzformátoroknál (ahol a mágneses erővonalak gyakorlatilag csak a vasmagban haladnak) fennáll az

$$L_1L_2 = L_{12}^2 \tag{3}$$

összefüggés is.

Fejezzük ki (1)-ből I_1 változási sebességét, helyettesítsük azt (2)-be, és használjuk ki a (3)-t is. Azt kapjuk, hogy

$$I_2 = -\frac{L_2}{RL_{12}}U, \qquad \text{azaz} \qquad U_2 = RI_2 = -\frac{L_2}{L_{12}}U = -\frac{N_2}{N_1}U,$$

vagyis a primer és szekunder feszültség közti fáziskülönbség π, a maximális *feszültségek aránya* pedig a menetszámok arányával egyezik meg.

A primerköri áramerősséget is kereshetjük valamekkora amplitúdójú és valamilyen fázisú szinuszos függvény formájában. Az ismeretlen paramétereket az (1) és (2) áramköri egyenletek határozzák meg. A megoldás:

$$I_1 = I_{10}\sin(\omega t - \varphi) \qquad \text{és} \qquad I_2 = I_{20}\sin(\omega t - \pi),$$

ahol

$$\frac{I_{10}}{I_{20}} = \frac{\sqrt{R^2 + \omega^2 L_2^2}}{\omega L_{12}} = \sqrt{\left(\frac{R}{\omega L_{12}}\right)^2 + \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2}, \qquad \text{illetve} \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{R}{L_2\omega}.$$

A primer és szekunder áram közti fáziskülönbség $\pi - \varphi = \pi - \operatorname{arctg}(R/L_2\omega)$. $R \to 0$ esetén $\varphi \to 0$, a fáziskülönbség π-hez tart, a két áram ellentétes irányú lesz. $R \to \infty$ esetén $\varphi \to \pi/2$, ebben az esetben a fáziskülönbség $\pi/2$-höz tart. Az is látható a fenti összefüggésekből, hogy az áramerősségek csak $R \to 0$ esetén lesznek fordítva arányosak a menetszámokkal.

Kormos Márton (Debrecen, KLTE Gyakorló Gin., 12. o.t.) dolgozata alapján

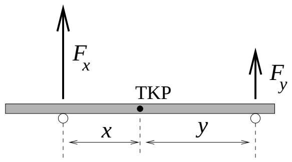
11 dolgozat érkezett. Helyes Kormos Márton, Ravasz Mária-Magdolna és Tóth Ádám megoldása. kicsit hiányos (3–4 pont) 3, hiányos (1–2 pont) 4, hibás 1 dolgozat.

FN. 3223. *Két ujjunkkal a két végén alátámasztva, vízszintes helyzetben tartunk egy m tömegű, l hosszúságú, homogén rudat. Ha ujjainkat lassan egymás felé közelítjük, végül a rúd alatt középen fognak találkozni, miközben hol az egyik, hogy a másik ujjunkon* *csúszik meg a rúd. Mennyi munkát végzünk a folyamat során, ha a tapadó súrlódási együttható μ_t, a csúszási súrlódásé pedig μ_cs $(\mu_\mathrm{t} \geqslant \mu_\mathrm{cs})$?*

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

Megoldás. A rúdra ható függőleges erők egyensúlya és a forgatónyomatékok egyensúlya miatt a tömegközépponttól x, illetve y távolságra levő ujjakra

$$F_x = mg\,\frac{y}{x+y} \qquad \text{és} \qquad F_y = mg\,\frac{x}{x+y}$$



erő hat.

Tegyük fel, hogy a rúd először a bal oldali ujjunknál csúszik meg. Ekkor ott a bal oldalon ható súrlódási erő

$$S = \mu_\mathrm{cs} \cdot F_x = \mu_\mathrm{cs}\, mg\,\frac{y}{x+y}.$$

Ez az erő lassú (elhanyagolható vízszintes gyorsulású) mozgásnál megegyezik a jobb oldalon ható tapadó súrlódási erővel, amelynek legnagyobb értéke

$$\mu_\mathrm{t}\, F_y = \mu_\mathrm{t}\, mg\,\frac{x}{x+y}.$$

Ezek szerint a bal oldali ujjunk addig csúszhat, míg

$$\mu_\mathrm{cs} \cdot y \leqslant \mu_\mathrm{t} \cdot x, \qquad \text{azaz} \qquad x \geqslant k \cdot y,$$

ahol $k = \mu_\mathrm{cs}/\mu_\mathrm{t} \leqslant 1$.

Kezdetben $x_0 = y_0 = \frac{1}{2}l$, a bal oldali ujjunk tehát – helyről helyre változó nagyságú súrlódási erő ellenében – az $x = x_1 = k \cdot l/2$ értéknek megfelelő helyzetig csúszik. Az eközben végzett munka integrálással számítható ki:

$$W(x_0 \to x_1) = -\int_{x_0}^{x_1} \mu_\mathrm{cs} F_x\,dx = \mu_\mathrm{cs} mg \int_{l/2}^{kl/2} \frac{l/2}{x+(l/2)}\,dx = mg\,\mu_\mathrm{cs} \cdot \frac{l}{2}\,\ln\frac{2}{k+1}.$$

A második lépésben a jobb oldali ujjunk csúszik meg, miközben $x = x_1$ állandó, y pedig változik $l/2$-től $y_1 = kx_1 = k^2 \cdot l/2$-ig. A végzett munka

$$W(y_0 \to y_1) = -\int_{y_0}^{k^2 y_0} \mu_\mathrm{cs} mg \frac{x_1}{x_1+y}\,dy = mg\,\mu_\mathrm{cs}\,\frac{l}{2} \cdot k\,\ln\frac{1}{k}.$$

Hasonló módon számíthatók a további (hol az egyik, hol pedig a másik oldalon megcsúszó rúdnak megfelelő) munkavégzések is. A folyamat során végzett összes munka

$$W = mg\,\mu_\mathrm{cs}\,\frac{l}{2}\left[\ln\frac{2}{1+k} + (k+k^2+k^3\ldots)\ln\frac{1}{k}\right] =$$

$$= mg\,\mu_\mathrm{cs}\,\frac{l}{2}\left[\ln\frac{2}{1+k} + \frac{k}{1-k}\ln\frac{1}{k}\right] = mg\,\mu_\mathrm{cs}\,\frac{l}{2}\left[\ln\frac{2\mu_\mathrm{t}}{\mu_\mathrm{cs}+\mu_\mathrm{t}} + \frac{\mu_\mathrm{cs}}{\mu_\mathrm{cs}-\mu_\mathrm{t}}\ln\frac{\mu_\mathrm{t}}{\mu_\mathrm{cs}}\right].$$

Amennyiben $\mu_\mathrm{cs} \ll \mu_\mathrm{t}$ (vagyis $k \ll 1$), a munkavégzés gyakorlatilag egyetlen lépésben történik és

$$W \approx mg\,\mu_\mathrm{cs}\,\frac{l}{2}\,\ln 2.$$

Ha viszont $\mu_{\text{t}} \approx \mu_{\text{cs}}$ (azaz $k \approx 1$), akkor (mint az pl. zsebszámológéppel numerikusan ellenőrizhető)

$$\frac{1}{1-k} \ln \frac{1}{k} \approx 1, \qquad \text{vagyis} \qquad W \approx mg\,\mu_{\text{cs}}\,\frac{l}{2}.$$

Máthé András, (Budapest, ELTE Apáczai Csere J. Gyak. Gimn., 11. o.t.) dolgozata alapján

16 dolgozat érkezett. Helyes Elizabeth Ann Almasi, Buella Csaba, Buruzs Ádám, Hegedűs Ákos, Kóbor János, Máthé András, Terpai Tamás és Tóth Bálint megoldása. Kicsit hiányos (5 pont) Katona Gergely dolgozata, 4 pontot kapott Bartha Ágnes és Ravasz Mária-Magdolna. Hiányos (3 pont) 2, hibás 3 dolgozat.

FGy. 3225. *Az autóbuszvezetőt egy – a háta mögé szerelt – sík plexilap választja el az utastértől. A* 80 km/h *sebességgel haladó autóbuszt* 110 km/h *sebességgel előzni kezdi egy személygépkocsi. Merre és milyen gyorsan látja mozogni a személykocsi reflektorának a plexilap által létrehozott tükörképét az autóbusz utasa?*

(3 pont) Közli: *Szombathy Miklós,* Eger

Megoldás. Az utas úgy látja, hogy a plexilap által létrehozott tükörkép a busszal ellentétes irányban mozog. Az autó és a busz sebessége közötti különbség 30 km/h, ezért a tükörkép sebessége az utas szerint szintén 30 km/h.

Több dolgozat alapján

193 dolgozat érkezett. 4 pontos Bánó Zoltán megoldása. 3 pontot kapott 181, 1 pontot 9 beküldő. Nem versenyszerű 2 dolgozat.

P. 3273. *Egy fűthető kemencén nagyon kis lyuk van. A kemencén kívül* 0 °C *hőmérsékletű,* 100 kPa *nyomású levegő van. A kemencében levő levegőt a fűtőrendszer állandóan* 57 °C *hőmérsékleten tartja. Kellő idő elteltével a kemencében a levegő nyomása állandósul. Adjunk becslést ennek az állandósult nyomásnak a nagyságára!*

(6 pont) *Mikola-verseny döntő,* Gyöngyös, 1998

Megoldás. Első ránézésre azt gondolhatnánk, hogy az állandósult állapotban a külső és a belső nyomás megegyezik; ez azonban *nem* igaz! A rendszer ugyanis nincs termodinamikai egyensúlyban a környezetével (hiszen a hőmérséklete magasabb, mint a környezetéé, és a kicsiny lyuk miatt nem tekinthetjük elszigeteltnek), csupán állandósult (időben nem változó) állapotban található. Ez annyit jelent, hogy egységnyi idő alatt ugyanannyi molekula hagyja el a lyukon keresztül a kemencét, mint amennyi oda kívülről visszakerül.

Egy A nagyságú lyukon t idő alatt $AvNt$ darab molekula halad keresztül, ha v a molekulák átlagsebességének a falra merőleges komponense, N pedig az egységnyi térfogatban található részecskék száma (részecskesűrűség). Dinamikus egyensúlyban

$$Av_{\text{kint}}N_{\text{kint}}t = Av_{\text{bent}}N_{\text{bent}}t, \qquad \text{azaz} \qquad \frac{v_{\text{kint}}}{v_{\text{bent}}} = \frac{N_{\text{bent}}}{N_{\text{kint}}}.$$

Tudjuk továbbá, hogy a molekulák sebességének négyzete (a gáz belső energiája) a hőmérséklettel, a részecskesűrűség pedig (az általános gáztörvény szerint) a hőmérséklet és a nyomás hányadosával arányos:

$$\frac{v_{\text{kint}}}{v_{\text{bent}}}=\sqrt{\frac{T_{\text{kint}}}{T_{\text{bent}}}} \qquad \text{és} \qquad \frac{N_{\text{bent}}}{N_{\text{kint}}}=\frac{T_{\text{bent}}}{Tt_{\text{kint}}}\cdot\frac{p_{\text{kint}}}{p_{\text{bent}}}.$$

Ezekből az összefüggésekből végül

$$p_{\text{bent}}=p_{\text{kint}}\sqrt{\frac{T_{\text{bent}}}{T_{\text{kint}}}}=100\sqrt{\frac{330}{273}}\ \text{kPa}\approx 110\ \text{kPa}$$

adódik.

Ballók István (Gödöllő, Premontrei Gimn. 11. o.t.) és
Szilágyi Tamás (Debrecen, KLTE Gyak. Gimn. 11. o.t.) dolgozata alapján

Megjegyzések. 1. A megoldás során feltételeztük, hogy a lyuk irányába mozgó gázmolekulák (mindkét irányból) akadálytalanul átjutnak a nyíláson. Ez csak akkor igaz, ha a lyuk mélysége kisebb, mint egy molekula által két egymást követő ütközése között megtett (átlagos) út, az ún. *átlagos szabad úthossz.* Normál állapotú levegőre a szabad úthossz kb. 10^{-7} m, tehát igen kicsiny távolság! Reális falvastagságú kemence esetén a leírt közelítés akkor lehet jogos, ha a gáz nyomása (kívül is és belül is) sokkal kisebb, mint a légköri nyomás.

2. A feladat becslési jellegű, a kapott számértéket nem tekinthetjük nagyon pontos végeredménynek. A megadott számadatok (hőmérsékletek és a külső légnyomás) is csak néhány százalékra pontosak, így az „állandósult nyomás tehát 109 945 Pa értékű” kijelentést tartalmazó dolgozatok „kicsit hiányos” megoldásnak minősültek.

80 dolgozat érkezett. Helyes 28 megoldás, kicsit hiányos (5 pont) 20, hiányos (1–3 pont) 13, hibás 19 dolgozat.

A mérési feladatok megoldása

206. *Mérjük meg, hogy a perforálás milyen mértékben csökkenti a papír szakítószilárdságát! Kísérleteinkhez használhatunk gyárilag perforált papírt (pl. jegyzettömböt), de magunk is előállíthatunk megadott lyuktávolságú perforációt egy papírlapon, például varrógéppel.*

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

Megoldás. A különböző lyuksűrűségű papírszalagok előállítása nem okozott gondot a versenyzőknek, az elszakításhoz szükséges erő mérését is egyszerű eszközökkel meg lehetett oldani. (Például egy edénybe lassan csurgatott víz térfogatának, súlyának változtatásával fokozatosan lehetett növelni a feszítőerőt.) A legnehezebb a papír egyenletes feszítésének biztosítása volt. Tapasztalatból mindenki tudja, hogy egy füzetlapot hogyan kell kitépni; az ott fellépő hatást kellően egyenletes befogással próbálták elkerülni a versenyzők. A legtöbben valamilyen merev testet (falécet, vasrudat stb) választottak, s ahhoz erősítették az eltépendő papírcsíkot.

Az elszakításhoz szükséges erő ismeretében a szakítószilárdság kiszámításához ismernünk kell még a papír keresztmetszetét. Sokan az egyszerűbb utat választották, és hosszegységre (egységnyi keresztirányú méretre) vonatkoztatták a perforált szalag eltépéséhez szükséges erőt. (Itt is okozott értelmezési problémát az, hogy a szalag eredeti vagy a lyukak nélkül mért szélességét vegyük tekintetbe.) A felületegységre vonatkoztatott szakítószilárdsághoz meg kell mérni a papír vastagságát. Ezt legtöbben sok (néhány száz) kellően összeszorított papírlapból álló köteg vastagmérésével oldották meg.

A mérési adatok igazolták azt a természetes várakozást, hogy a perforáció sűrűségének növekedtével a szakítószilárdság lecsökken.

Az alapfeladat mellett néhányan megvizsgálták a papír nedvességtartalmának hatását a szakítószilárdságra. Olyan versenyző is volt, aki különböző mintázatban (négyzetrács, háromszögrács, hatszögrács stb) elhelyezett lyukak közötti esetleges különbséget kereste, illetve a papír szálirányát mikroszkóppal megvizsgálva a szakítószilárdság anizotrópiáját vizsgálta.

21 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Gáspár Merse Előd, Hegedűs Ákos, Kóspál Ágnes, Soós Péter és Tamás Levente dolgozata. Kicsit hiányos (5 pont) 10, hiányos (1–4 pont) 5, nem értékelhető 1 mérési jegyzőkönyv.

207. *Vizsgáljuk egy felfújt, kezdetben közel gömb alakú lufi térfogatának változását, ha egy fonállal fokozatosan a víz alá húzzuk!*

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

Megoldás. A feladat szövegét többen többféleképpen értelmezték. Voltak, akik csak a már teljesen víz alá merülő lufi térfogatát mérték a felette levő víz magasságának függvényében. A fő nehézséget az jelentette, hogy a lufi alakja eltér a gömbtől, s a térfogatot valamilyen „átlagos átmérőből" csak nagyon bizonytalanul lehet meghatározni. *Hegedűs Ákos* (Pécs, Ciszterci Nagy Lajos Gimn., 11. o.t.) a vízoszlop magasságát 0-tól 4 méterig változtatta. Egy műanyag flakonba behelyezett kicsi lufit nehezékkel a fenékhez rögzítette, majd az átfúrt kupakon átvezetett hosszú műanyagcsövet több méter magasságban feltöltötte vízzel. Azt tapasztalta, hogy az átmérőből becsült V térfogat és a kiszámított p hidrosztatikai nyomás szorzata a mérési hibán belül állandó maradt, s ebből arra következtetett, hogy a lufi falának rugalmas feszültségéből származó nyomás kicsi.

Mások a fokozatosan vízbe merülő lufit csak addig vizsgálták, amíg azt még nem teljesen lepte el a víz. A vízbe merülő rész térfogatát könnyen meg lehet mérni a vízkiszorításból. Nehezebb feladat volt a levegőben levő (nem pontosan ismert alakú) rész térfogatának mérése. Ha valamilyen feltevéssel élünk (pl. gömbszelettel közelítjük a vízből kilógó részt), akkor távolságmérésekkel megoldhatjuk a feladatot. Kérdés: mit tegyünk akkor, ha minél kevesebb elméleti feltevéssel élve (csupán a mérési adatokra támaszkodva) akarjuk meghatározni a lufi térfogatának – várhatóan nem túl nagy – megváltozását.

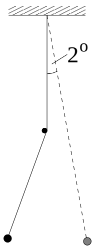
Tamás Levente (Marosvásárhely, Bolyai Farkas Líceum 11. évf.) egy 10 literes edény aljához rögzítette a lufit, a „behúzást" pedig az edénybe fokozatosan csurgatott vízzel helyettesítette. A lufi szájához kötött hosszabb műanyagcső másik végét U alakú csőből készített folyadékos nyomásmérőhöz csatlakoztatta. A lufiban levő levegő térfogatának kicsiny változása is megváltoztatja a levegő nyomását, s mivel a folyadékos manométer igen kicsiny változást is kimutat, a nyomás (és az ebből számolható térfogat) elég pontosan mérhető. (Természetesen a gáz hőmérsékletének a mérés során nem szabad megváltoznia. Ez úgy biztosítható, hogy a mérést lassan végezzük, s hagyjuk, hogy a gáz esetleg megváltozó hőmérsékletét a víz visszaállítsa az eredeti értékre.) Mérési eredményei szerint ameddig a lufinak több mint a fele levegőben van, addig a térfogata a mérési hibahatáron belül állandó, nem függ a vízbe merülő rész nagyságától. Ha tovább növeljük a vízmagasságot, a térfogat elkezd csökkenni, s a vízszintemelkedéssel arányosan változik egészen addig, amíg teljesen el nem lepi a víz a lufit.

16 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Tamás Levente megoldása. Kicsit hiányos (4–5 pont) 10, hiányos (1–3 pont) 5 mérési jegyzőkönyv.

Fizikából kitűzött feladatok

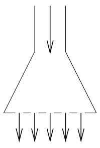
M. 211. Egy rosszul elzárt vízcsapból lecseppenő cseppek látszólag egyenlő időközönként követik egymást. Figyeljük meg hosszabb időn keresztül ezt a jelenséget! Milyen módon jellemezhetjük az időközök különbözőségét?

(*6 pont*) Közli: *Rajkovits Zsuzsa,* Budapest



P. 3294. Egy fonálinga lengés közben egy szögbe ütközik, amikor áthalad a függőleges egyensúlyi helyzeten. A szög éppen a fonál felénél helyezkedik el. Hány százalékkal rövidebb idő alatt tér vissza ilyenkor az inga az eredeti, 2°-kal kitérített helyzetébe, mint ha nem lenne ott a szög?

(*3 pont*) Közli: *Bordy Csongor,* Bonyhád, Petőfi S. Evangélikus Gimn.



P. 3295. Egy zuhanyrózsán 18 kör alakú, 2 mm átmérőjű lyuk van. A zuhanyrózsához vezető, 10 mm átmérőjű csövön 0,5 m/s sebességgel áramlik a víz. Mekkora sebességgel jön ki a víz a lyukakon? Változik-e a víz mozgási energiája? Nő vagy csökken? Adjunk magyarázatot!

(*4 pont*) *Angol feladat nyomán*

P. 3296. Van N darab különféle rugónk. Ha ezeket sorba kapcsoljuk, 52 N/m direkciós erejű rugót kapunk. Ha párhuzamosan kapcsoljuk a rugókat, akkor az eredő direkciós erő 1872 N/m lesz. Legfeljebb mekkora lehet N értéke?

(*4 pont*) Közli: *Münz Márton,* Budapest, Alternatív Közgazdasági Gimn.

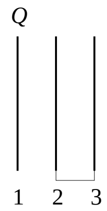
P. 3297. Más gravitációs hatástól mentes környezetben két 1 kg-os ólomgolyó indul el egymás felé a tömegvonzás következtében. Mennyi idő múlva ütköznek össze, ha elinduláskor a golyók középpontjainak távolsága 1 méter volt? (Az ólom sűrűsége $11\,340\ \mathrm{kg/m^3}$.)

(*4 pont*) Közli: *Kóbor János,* Miskolc

P. 3298. Kezdetben 7 liter térfogatú, 10^5 Pa nyomású, 0 °C-os levegővel egy hőerőgépben olyan körfolyamatot végeztetünk, amely két izobár és két izochor szakaszból áll. A körfolyamat során a levegő sohasem hidegebb 0 °C-nál, és a gép által végzett munka 500 J. Legfeljebb mekkora lehet ennek a gépnek a termodinamikai hatásfoka?

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

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?

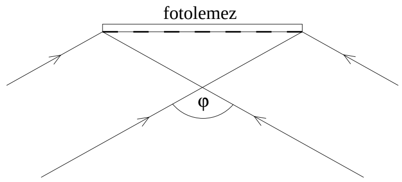
(*4 pont*) Közli: *Kotek László,* Pécs

P. 3300. Növelhetjük-e az akkumulátor által táplált fogyasztón (pl. egy autó indítómotorján) átfolyó áramot úgy, hogy az akkumulátorral párhuzamosan kapcsolunk egy vele megegyező elektromotoros erejű galvánelemet?

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

P. 3301. Egyrétegű szolenoid tekercset készítünk adott d átmérőjű, ϱ fajlagos ellenállású fémhuzalból úgy, hogy egy r sugarú papírhengerre tekerjük, egymáshoz szorosan illeszkedő (szigetelt) menetekkel. A kész tekercset R belső ellenállású áramforráshoz kapcsoljuk. Hány menetesre készítsük a tekercset, hogy a mágneses tér által raktározott energia maximális legyen? ($\varrho = 1{,}78\cdot 10^{-8}\ \Omega\,\mathrm{m}$; $R = 1{,}2\ \Omega$; $d =$ mm; $r = 3$ cm.)

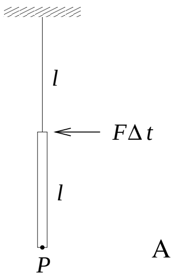
(*5 pont*) Közli: *Légrádi Imre,* Sopron



P. 3302. Holografikus rácsot úgy készítenek, hogy egy párhuzamos lézernyalábot két egyenlő intenzitású nyalábra osztanak, majd φ szögben interferenciát hoznak létre egy fényérzékeny lemez felületén.

Mekkora szögben találkozott a két nyaláb, ha az így elkészült optikai rácsot merőlegesen megvilágítva éppen megfigyelhetjük másodrendben a teljes látható színképet? A rács előállításához $\lambda_0 = 632$ nm-es He–Ne lézert használtak. (A látható színképtartomány 380 nm-től 760 nm-ig terejed.)

(*5 pont*) *Budó Ágoston verseny,* Szeged



P. 3303. Egy m tömegű, l hosszúságú homogén rúd az ábrán látható módon van felfüggesztve egy l hosszú fonálra. A rúd felső végét egy kicsiny $F\Delta t$ erőlökés éri. Írjuk le a rúd legalsó P pontjának mozgását!

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

❄

A fizika feladatok megoldásai a következő címre küldendők:
Eötvös Loránd Fizikai Társulat, KöMaL feladatok
Budapest, Pf. 433. 1371
A beküldési határidő: **2000. január 11.**

Physics

M. 211. Drops dripping from a slightly open water tap follow each other at seemingly even time intervals. Observe this phenomenon for a long period of time. How can you characterise the difference between the time intervals?

P. 3294. While swinging, a thread pendulum runs into a nail each time it passes through its vertical equilibrium position. The nail is exactly at the middle of the thread. Give the difference in percentage between the time necessary for the pendulum to swing back to its original position (deviated by 2°) without and with the nail. **P. 3295.** There are 18 circular holes on a shower rose, with a diameter of 2 mm each. Water flows at a speed of 0.5 m/s through the hose with a diameter of 10 mm. At what speed does water leave the holes? Does the kinetic energy of water change? Does it increase or decrease? Give an explanation. **P. 3296.** We have N different springs. Joining them in series results in a spring with a force constant of 52 N/m. When joined in parallel, the resultant force constant is 1872 N/m. What is the maximum possible value of N? **P. 3297.** Two 1 kg lead balls start towards each other due to gravity, in an environment devoid of other gravitational effects. How long does it take them to collide if the distance between the centres of mass of the balls was initially 1 metre? (The density of lead is 11 340 $\mathrm{kg/m^3}$.) **P. 3298.** Using a heat engine, some air with initially a volume of 7 litres, a pressure of 10^5 Pa and a temperature of $0\ ^\circ$C is driven through a thermodynamic cycle consisting of two isobar and two isochore sections. During the cycle, the air is never colder than $0\ ^\circ$C, and the work done by the heat engine is 500 J. What can the maximum thermodynamic efficiency of this heat engine be? **P. 3299.** One plate of a plane capacitor has charge Q on it, the other one is uncharged. The area of the plates is A, the distance between them is d. *a*) What is the voltage of the capacitor? *b*) What are the magnitude and the direction of the force acting on metal plate n° 2 when connected with a wire to metal plate n° 3 parallel to plate n° 2 and with the same area as the latter (see the *figure*)? **P. 3300.** Can the current flowing through a consumer (e.g. the electric starter of a car) fed by an accumulator be increased by connecting a galvanic cell with the same electromotive force as the accumulator, in parallel with the latter? **P. 3301.** A one-layer solenoid is made of some metal wire with diameter d and specific resistance ϱ by coiling the wire onto a paper cylinder of radius r, making (insulated) turns closely touching each other. The solenoid is then connected to a current supply with internal resistance R. How many turns should the solenoid have so that the energy stored in the magnetic field be maximum? ($\varrho = 1.78 \cdot 10^{-8}\ \Omega$m; $R = 1.2\ \Omega$; $d =$ mm; ($r = 3$ cm. **P. 3302.** Holographic gratings are made the following way: a parallel laser beam is divided into two beams of identical intensity that are made to interfere at angle φ at the surface of a light-sensitised plate. At what angle did the beams meet if light falling perpendicularly onto the resulting optical grating is dispersed in such a way that the complete secondary visible spectrum can just be observed? The grating was made using a He-Ne laser with wavelength $\lambda_0 = 632$ nm. (The visible spectrum extends from 380 nm to 760 nm.) **P. 3303.** A homogeneous rod of mass m and length l is suspended onto a thread of length l as shown in the *figure*. The upper end of the rod receives a small thrust $F\Delta t$. Describe the motion of the lowest point P of the rod.