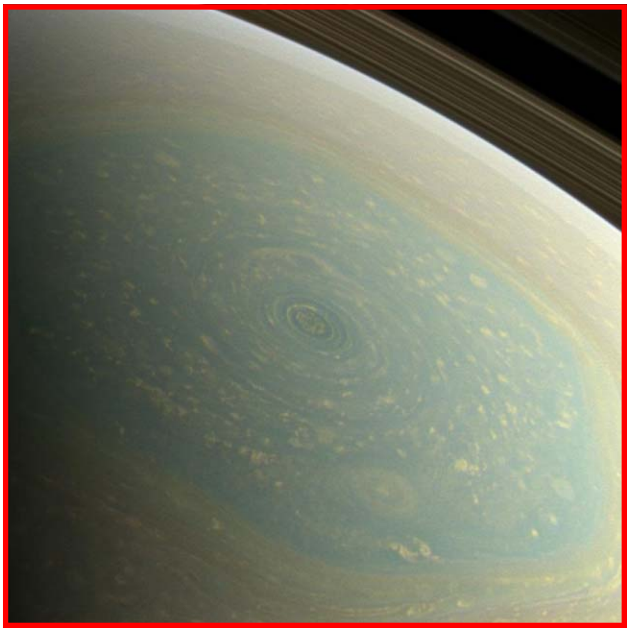


12. ábra. Hexagon alakú óriáshurrikán a Szaturnusz északi pólusán (forrás: NASA/JPL-Caltech/SSI).

9. Óriás hurrikánok felfedezése a bolygó mindkét pólusa környékén, és az északi poláris hexagon teljes feltérképezése. Szokatlan jelenség a hosszú idő óta jelen levő és majdnem pontosan hatszög alakú képződmény (valójában elképesztően erős örvényzóna) a bolygó északi pólusánál (*12. ábra*). A Nagy Finálé során a hexagon további vizsgálatával talán sikerül kideríteni e jelenség okát.

A Nagy Finálé időszakában a pályamódosítások hatására a Cassini minden keringése során a gyűrűk belső pereme és a Szaturnusz között halad át, tehát az utolsó 22 keringés alkalmával egészen közelről tudja tanulmányozni a bolygót és a legbelső gyűrűket is. De az igazi közeli vizsgálat majd az lesz, amikor a szeptemberi becsapódáskor a szonda a bolygó atmoszféráján áthatolva néhány másodperc alatt feltérképezi az óriásbolygó atmoszferikus szerkezetét, az ott uralkodó viszonyokat is.

Ajánlott irodalom

A Cassini-misszió amerikai weblapja: https://saturn.jpl.nasa.gov/
A Cassini-misszió európai weblapja: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens

A FIZIKA TANÍTÁSA

BESZÁMOLÓ A 2016. ÉVI EÖTVÖS-VERSENYRŐL

Tichy Géza – ELTE Anyagfizikai tanszék
Vankó Péter – BME Fizika tanszék
Vigh Máté – ELTE Komplex Rendszerek Fizikája tanszék

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 2016. évi Eötvös-versenye október 14-én délután 3 órai kezdettel tizennégy magyarországi helyszínen[1] került megrendezésre. Külön köszönettel tartozunk mindazoknak, akik ebben szervezéssel, felügyelettel a segítségünkre voltak. A versenyen a három feladat megoldására 300 perc állt rendelkezésre, bármely írott vagy nyomtatott segédeszköz használható, de zsebszámológépen kívül minden elektronikus eszköz használata tilos volt. Az Eötvös-versenyen azok vehetnek részt, akik vagy középiskolai tanulók, vagy a verseny évében fejezték be középiskolai tanulmányaikat. Összesen 77 versenyző adott be dolgozatot, 18 egyetemista és 59 középiskolás.

Az ünnepélyes eredményhirdetésre és díjkiosztásra 2016. november 18-án délután került sor az ELTE TTK Konferenciateremben. A mostani díjazottakon kívül meghívást kaptak az 50 és a 25 évvel ezelőtti Eötvös-verseny nyertesei is. Először az akkori feladatokat mutattuk be.

[1] Részletek: http://mono.eik.bme.hu/~vanko/fizika/eotvos.htm

Az 1966. évi Eötvös-verseny feladatai

1. feladat

Vízszintes asztallapon álló, r = 5 cm rádiuszú, m = 100 gramm tömegű golyónak nekigurítunk v_0 = 280 cm/s sebességgel egy ugyanilyen golyót. Hogyan folyik le a mozgás? A golyók és az asztallap között a csúszó súrlódási együttható a sebességtől függetlenül μ = 0,02. Az ütközés rugalmatlan, centrális; a golyók közötti súrlódás és a gördülési ellenállás elhanyagolható. g =1000 cm/s^2. Vizsgáljuk meg az energiaviszonyokat!

2. feladat kitűzte: *Károlyházi Frigyes*

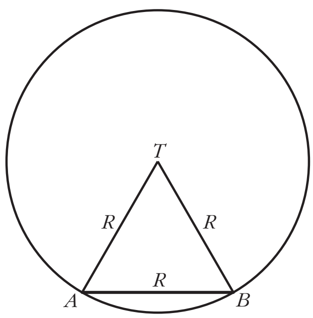
Vákuumban elhelyezett hengeres, egyenes drótot állandó értékű feszültségforrásra kapcsolunk. Ekkor a drót izzó állapotban fényt sugároz ki. Hogyan lehet a drót méreteit úgy megváltoztatni, hogy változatlan felvett teljesítmény mellett az összes kisugárzott látható fény mennyisége minél több legyen? A fajlagos ellenállás nem függ a hőmérséklettől.

3. feladat
Messziről nézzük a Hold vízben tükröződő képét és azt látjuk, hogy eredetileg 0,5°-os látószöge függőleges irányban megkétszereződött. A víz felszínén 12 cm hullámhosszúságú hullámok futnak felénk. Mekkora ezek amplitúdója?

Az 1966-os versenyen még csak érettségizett tanulók indulhattak (gimnazisták csak versenyen kívül). Ebben az évben csak egy I. díjat osztottak ki (II. és III. díjat pedig egyet sem), a díjazott: *Rácz Miklós,* érettségizett a Veszprémi Vegyipari Technikumban, tanárai: *Burger László* és *Pulai István*.

Az 1991. évi Eötvös-verseny feladatai

1. feladat
Egy rögzített T tengely körül könnyen forgó R sugarú mókuskerékbe R hosszúságú létrát szereltünk. Egy olyan pillanatban, amikor a kerék éppen nyugalomban van és a létra vízszintes, a mókus elindul az A pontból, és úgy fut át a létrán a B pontba, hogy közben a kerék mozdulatlan marad (*1. ábra*).



1. ábra

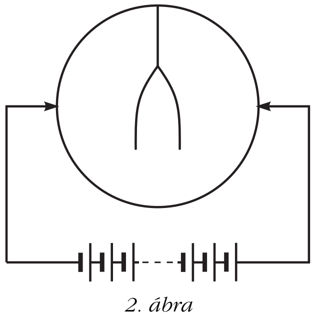
Hogyan kell a mókusnak mozognia? Mennyi idő alatt futott át a létrán?

2. feladat
Egy zárt hengert könnyen mozgó, jól záró dugattyú oszt két részre. Kezdetben a dugattyú középen áll. Mindkét oldalon 1 dm^3 térfogatú, 10^5 Pa nyomású, 0 °C hőmérsékletű levegő van, a bal oldali részben ezen kívül egy 2 g tömegű jégdarabka is található.

A rendszert lassan 100 °C-ra melegítjük. Hol fog elhelyezkedni a dugattyú?

3. feladat
Fémből készült, igen vékony falú, zárt gömbhéj belsejében fonálon egy kétrét hajtott alufóliacsík függ. A gömb két átellenes pontjára kívülről a *2. ábrán* látható módon feszültséget kapcsolunk.

Megmozdul-e az alufóliacsík, és ha igen, hogyan?


2. ábra

Az 1991-es verseny díjazottjai: I. díjat kapott *Bodor András,* az ELTE fizikus hallgatója, érettségizett az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnáziumban, tanára: *Zsigri Ferenc* és *Káli Szabolcs,* az ELTE fizikus hallgatója, érettségizett a budapesti Fazekas Mihály Gimnáziumban, tanára: *Horváth Gábor.* Összevont II–III. díjat kapott *Egyedi Péter,* a BME villamosmérnök hallgatója, érettségizett a pécsi Leőwey Klára Gimnáziumban, tanárai: *Csikós Istvánné* és *Kotek László; Gefferth András,* a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium III. osztályos tanulója, tanárai: *Tóth László* és Horváth Gábor; *Katz Sándor,* a bonyhádi Petőfi Sándor Gimnázium III. osztályos tanulója, tanára: *Erdélyesi János; Kőszegi Botond,* a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium IV. osztályos tanulója, tanára: Horváth Gábor; *Miklós György,* a BME villamosmérnök hallgatója, érettségizett a budapesti Szent István Gimnáziumban, tanára: *Kovács István; Nagy Benedek,* a KLTE fizikus hallgatója, érettségizett a KLTE Gyakorló Gimnáziumban, tanára: *Dudics Pál; Rózsa Balázs,* a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium IV. osztályos tanulója, tanára: *Horváthné Dvorák Cecília* és *Szendrői Balázs,* a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium IV. osztályos tanulója, tanára: Horváth Gábor.

Az eredményhirdetésen jelen volt az 50 évvel ezelőtti győztes Rácz Miklós és a 25 évvel ezelőtti díjazottak közül Gefferth András, Miklós György és Rózsa Balázs, utóbbi az akkori feladatok ismertetése után röviden beszélt a versennyel kapcsolatos emlékeiről és pályájáról.

Ezután következett a 2016. évi verseny feladatainak és megoldásainak bemutatása. Az 1. és 3. feladat megoldását *Tichy Géza,* a 2. feladatét *Vankó Péter* ismertette.

A 2016. évi Eötvös-verseny feladatai

1. feladat kitűzte: *Vigh Máté*
Vízszintes helyzetű, elegendően nagy méretű, téglalap alakú rajztáblán egy begrafitozott kicsiny pénzérme fekszik. A rajztáblát saját síkjában mozgatni kezdjük úgy, hogy középpontja R sugarú körön haladjon ω szögsebességgel, miközben oldalai az eredeti helyzetükkel mindvégig párhuzamosak maradnak. Az érme és a rajztábla közötti súrlódási együttható μ, amelynek értéke elég kicsi ahhoz, hogy az érme folyamatosan csússzon.

Hogyan mozog az érme hosszabb idő után? Milyen nyomot hagy eközben a rajztáblán?

Megoldás

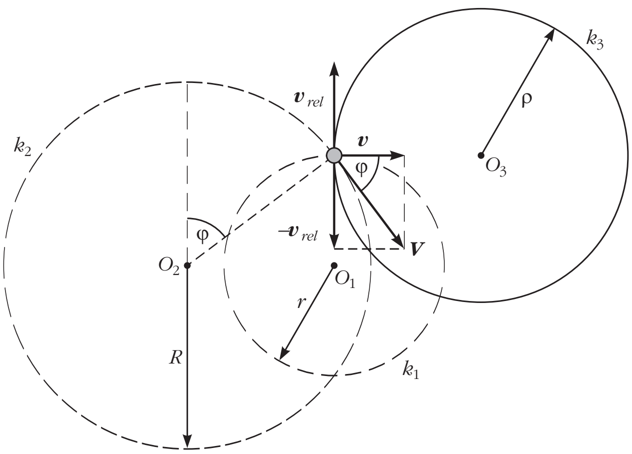
Ha a rajztábla és a pénzérme között a súrlódási tényező elegendően nagy lenne ($\mu > R\omega^2/g$), akkor a pénzérme nem csúszna meg, hanem a táblához tapadva követné annak mozgását. A feladat szövege szerint nem ez a helyzet, így a rajztábla indításakor a pénzérme azonnal megcsúszik. Sejthető, hogy néhány periódusidőnyi átmeneti (tranziens) szakasz után az érme mozgása állandósul. Megmutatjuk, hogy az egyenletes körmozgást végző pénzérme kielégíti a Newton-féle mozgásegyenletet.

Az m tömegű pénzérmére vízszintes irányban egyetlen erő hat: a $\mu\, mg$ nagyságú, de állandóan változó irányú csúszási súrlódási erő. Stacionárius kör-mozgás esetén az érme sebességének nagysága állandó, ezért a súrlódási erő mindig merőleges a sebességvektorra. A pénzérme körmozgásának szögsebessége nem lehet más, mint a rajztábla mozgásának ω körfrekvenciája. A körpálya r sugarát a mozgásegyenletből határozhatjuk meg:

$$\mu\, m g = m r \omega^2, \quad \text{ebből} \quad r = \frac{\mu\, g}{\omega^2}. \tag{1}$$

Érdekes, hogy r nem függ a rajztábla pályájának R sugarától.

Most térjünk rá arra a kérdésre, hogy milyen nyomot hagy az érme a rajztáblán! Ehhez a két test relatív mozgását kell elemezni. A *3. ábrán* látható r sugarú k_1 kör a pénzérme pályáját mutatja az álló vonatkoztatási rendszerben, az R sugarú k_2 kör a rajztábla éppen az érmével érintkező pontjának későbbi pályáját jelzi, végül pedig a ρ sugarú k_3 kör a táblán hagyott grafitnyomnak felel meg. Az érmére ható csúszási súrlódási erő az O_1 pont felé mutat, tehát az érme rajztáblához viszonyított $\boldsymbol{v}_{\mathrm{rel}}$ sebessége ezzel ellentétes. Az érme álló vonatkoztatási rendszerhez viszonyított $\boldsymbol{v}$ sebessége viszont erre merőleges, így a rajztábla érmével éppen érintkező pontjának $\boldsymbol{V} = \boldsymbol{v} - \boldsymbol{v}_{\mathrm{rel}}$ sebességére fennáll a Pitagorasz-tétel:



3. ábra

$$\boldsymbol{V}^2 = \boldsymbol{v}^2 + \boldsymbol{v}_{\mathrm{rel}}^2. \tag{2}$$

Mivel az állandósult mozgásszakaszban mindhárom sebességvektor ω szögsebességgel forog az időben, a nagyságukat kifejezhetjük a körpályák sugarával:

$$|\boldsymbol{V}| = R\omega, \quad |\boldsymbol{v}| = r\omega, \quad |\boldsymbol{v}_{\mathrm{rel}}| = \rho\,\omega,$$

amit a (2) egyenletbe írva a sugarak között kapunk összefüggést:

$$R^2 = r^2 + \rho^2.$$

Ezt és az (1) eredményt felhasználva megkapjuk a pénzérme által a rajztáblán hagyott kör alakú grafitnyomok ρ sugarát:

$$\rho = \sqrt{R^2 - \left(\frac{\mu\, g}{\omega^2}\right)^2}.$$

Az érme megcsúszásának $\mu < R\omega^2/g$ feltétele miatt ez mindig valós.

Megjegyzés

Az ábráról leolvasható, hogy az érme mozgása nincs szinkronban a rajztábla mozgásával, hanem ahhoz képest folyamatosan „késik”. A fáziskésés φ szögét is a sebességvektorok által kifeszített derékszögű háromszög segítségével határozhatjuk meg:

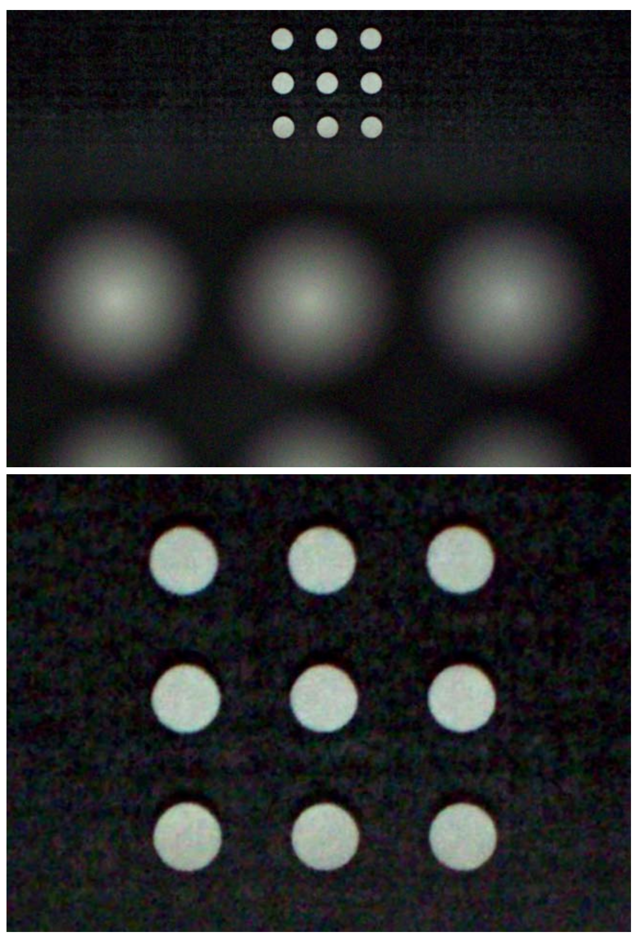
$$\cos\varphi = \frac{|\boldsymbol{v}|}{|\boldsymbol{V}|} = \frac{r}{R} = \frac{\mu\, g}{R\omega^2},$$

amely csúszó érme esetén biztosan kisebb 1-nél.

2. feladat kitűzték: *Tichy Géza, Vankó Péter*

Két egyforma, fekete lapon kilenc-kilenc kicsi fehér pötty van. A szomszédos pöttyök középpontjának távolsága 5,8 mm. A lapokról egy fényképezőgéppel képet készítettünk: a fényképezőgép a távolabbi, a lencsétől 25 cm távolságra lévő lapról éles képet adott, a közelebbiről viszont elmosódott a kép. A *4. ábrán* fölül a teljes kép látható, alul pedig a kép tete-

4. ábra

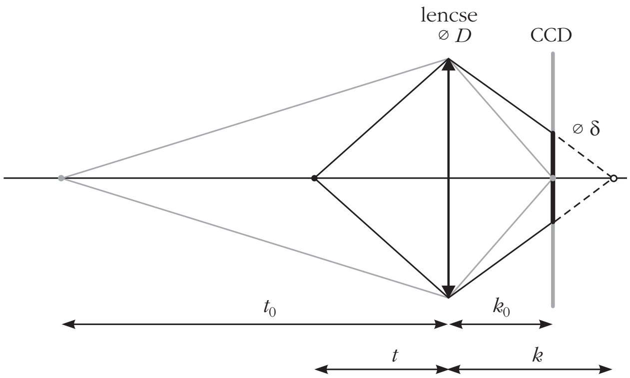


jének kinagyított részlete. A fényképezőgép lencséjének fókusztávolsága 18 mm.

Becsüljük meg a megadott és a képekről lemért adatokból a közelebbi lap távolságát a lencsétől, valamint a fényképezőgép lencséjének átmérőjét!

Megoldás

A feladat megoldásának lényege, hogy megértsük, miért lesz a közelebbi tárgy képe elmosódott. Az *5. ábrán* két pontszerű tárgy képe látható. A távolabbiról a lencse pontosan a CCD érzékelő síkjában hoz



5. ábra

létre éles, pontszerű képet. A közelebbiről viszont távolabb keletkezne éles kép, így a CCD-n egy elmosódott, δ átmérőjű folt keletkezik. Az ábra alapján:

$$\frac{D}{\delta} = \frac{k}{k - k_0},$$

a leképzési törvény alapján pedig:

$$\frac{1}{t_0} + \frac{1}{k_0} = \frac{1}{f} \quad \text{és} \quad \frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}.$$

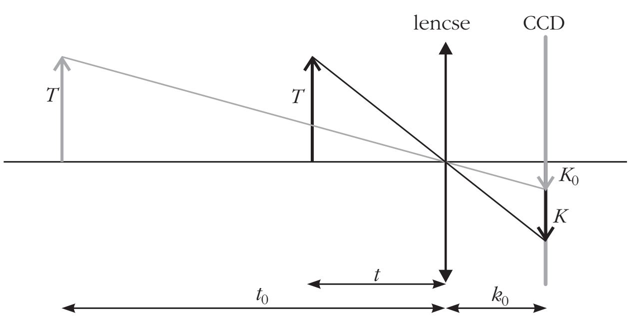
A *6. ábra* alapján a közelebbi tárgy távolsága a két kép nagyításának arányából határozható meg:

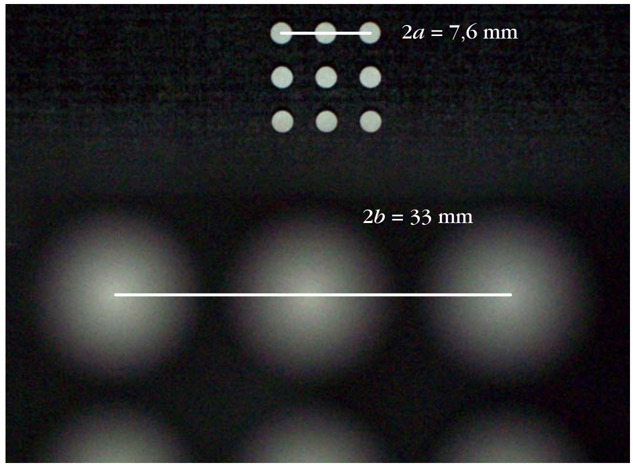
$$\frac{K_0}{T} = \frac{k_0}{t_0},$$

$$\frac{K}{T} = \frac{k_0}{t},$$

$$\lambda = \frac{K}{K_0} = \frac{t_0}{t}.$$

6. ábra





7. ábra

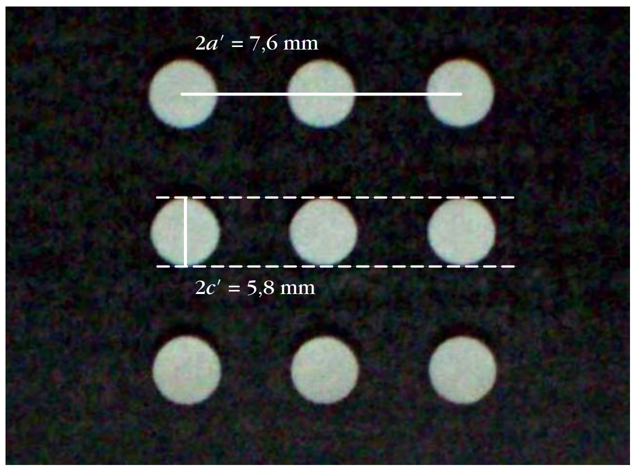
A felső ábráról leolvasható a szélső pöttyök középpontjának távolsága (a szomszédos pöttyök távolságának duplája) mindkét képen (*7. ábra*).

Ebből:

$$\lambda = \frac{K}{K_0} = \frac{2\,b}{2\,a} = \frac{33\ \text{mm}}{7{,}6\ \text{mm}} = 4{,}34 \ \text{és}$$

$$t = \frac{t_0}{\lambda} = \frac{25\ \text{cm}}{4{,}34} = 5{,}8\ \text{cm}.$$

Az alsó (nagyított) ábráról leolvasható a pöttyök átmérőjének és távolságának aránya (*8. ábra*).



8. ábra

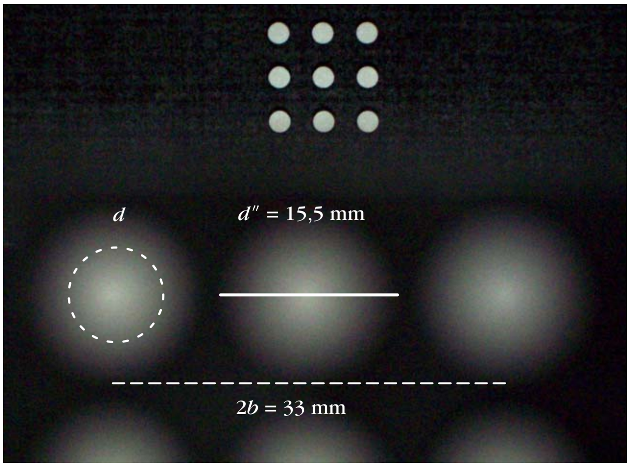
Ebből:

$$\rho = \frac{c'}{a'} = 2\,\frac{c'}{2\,a'} = 2 \cdot \frac{5{,}8\ \text{mm}}{24\ \text{mm}} = 0{,}48.$$

Ez alapján kiszámíthatjuk, hogy mekkora lenne a felső ábrán a közelebbi pöttyök átmérője, ha nem lennének elmosódva:

$$d = \rho\, b = \rho\,\frac{2\,b}{2} = 0{,}48 \cdot \frac{33\ \text{mm}}{2} = 8{,}0\ \text{mm}.$$

A *9. ábráról* leolvasható az elmosódott kép átmérője: $d'' = 15{,}5$ mm. A két átmérő különbsége a kép elmosódottsága (ekkora lenne egy pontszerű tárgy elmosódott képe ezen a képen):



9. ábra

$$e = d'' - d = 7{,}5\ \text{mm}.$$

Ezután már csak néhány számítás van hátra. Az *5. ábrán* jelölt képtávolságok:

$$k_0 = \frac{t_0 f}{t_0 - f} = 19{,}4\ \text{mm},$$

$$k = \frac{t f}{t - f} = 26{,}2\ \text{mm}.$$

Két pötty távolsága a fényképezőgép CCD érzékelőjén (e távolság a valóságban a_0 = 5,8 mm, meg van adva):

$$a_{\text{CCD}} = \frac{k_0}{t_0}\,a_0 = \frac{19{,}4\ \text{mm}}{250\ \text{mm}} \cdot 5{,}8\ \text{mm} = 0{,}45\ \text{mm},$$

amiből a felső kép nagyítása a CCD-n kialakuló képhez viszonyítva:

$$N = \frac{a}{a_{\text{CCD}}} = \frac{2\,a}{2\,a_{\text{CCD}}} = \frac{7{,}6\ \text{mm}}{2 \cdot 0{,}45\ \text{mm}} = 8{,}4.$$

Ebből az elmosódottság a CCD érzékelőn:

$$\delta = \frac{e}{N} = \frac{7{,}5\ \text{mm}}{8{,}4} = 0{,}9\ \text{mm},$$

amiből a keresett lencseátmérő az *5. ábra* alapján:

$$D = \delta\,\frac{k}{k - k_0} \approx 3{,}5\ \text{mm}.$$

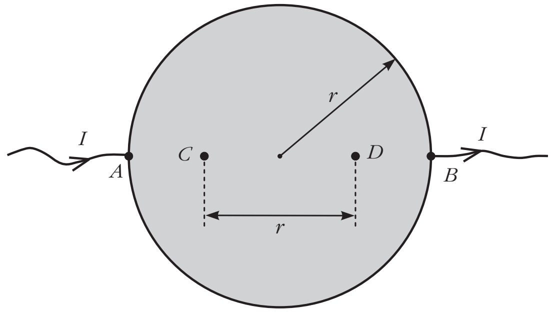
Megjegyzések

1. A kérdezett mennyiségek hibájára csak becslést adunk. A lehető legpontosabb (tized mm-es) leolvasás és egy kicsit „nagyvonalúbb” (fél mm pontos) leolvasás adataival is végigszámolva azt kapjuk, hogy a közelebbi tárgy távolságára kapott eredmény hibája 1-2%, a lencseátmérő hibája pedig 10-15%.

2. A közelebbi tárgy távolságát azért kérdeztük, hogy segítsük a gondolatmenetet. Ezt több versenyző is meghatározta, de nem tudtak továbblépni. A kép elmosódottságával – az egy helyes megoldón kívül – szinte senki nem tudott mit kezdeni. Néhányan – helytelenül – a fény elhajlásával próbálták magyarázni az elmosódottságot.

3. feladat kitűzte: Vigh Máté

Egy r sugarú, d vastagságú ($d \ll r$), ρ fajlagos ellenállású fémkorong A pontjába I erősségű áramot vezetünk, B pontjából pedig elvezetjük azt.



10. ábra

Mekkora feszültség mérhető a *10. ábrán* látható C és D pontok között?

Megoldás

A fémkorong vizsgálata előtt érdemes egy végtelen fémlemez esetéből kiindulni. Képzeljük el, hogy egy végtelen fémlap A pontjába $2I$ áramot vezetünk, a B pontból pedig elvezetjük azt. Ha csak az A jelű elektróda lenne jelen, a fémlemezben a bevezetett áram izotróp módon terjedne szét, így az A ponttól r_1 távolságra az áramsűrűség nagysága

$$j_1 = \frac{2\,I}{2\,\pi\, r_1\, d}$$

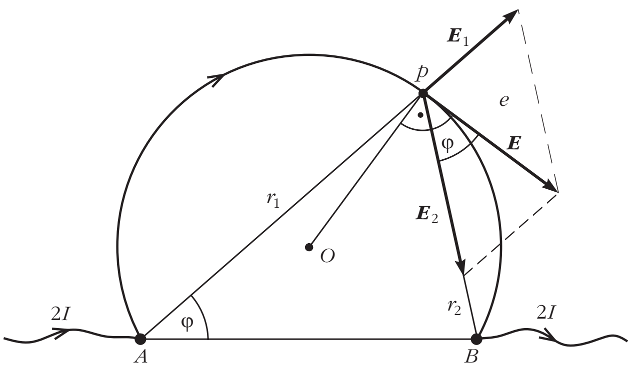
lenne. A differenciális Ohm-törvény értelmében ezt az áramsűrűséget a lemezben megjelenő $E_1 = \rho\, j_1$ térerősségű elektromos mező tartja fenn, így az A elektróda hatására a végtelen fémlemezben az r_1 távolsággal fordítottan arányos erősségű, az A ponttal ellentétes irányba mutató, „sugaras” elektromos mező alakul ki. Hasonlóan, ha csak a B jelű csatlakozó lenne jelen, akkor r_2 távolságban

$$E_2 = \frac{2\,\rho\, I}{2\,\pi\, r_2\, d}$$

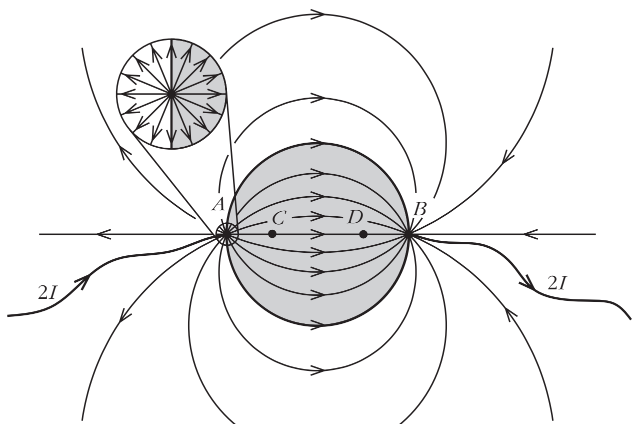
térerősségű, a B pont felé mutató elektromos tér jönne létre. Mivel mindkét elektróda jelen van, így a lemezben kialakuló elektromos tér (és áramsűrűség) az előbbi két eset szuperpozíciójaként (vektori összegeként) számolható.

Tekintsük most a végtelen fémlemez tetszőleges P pontját (lásd a *11. ábrát*)! Itt az A és B elektródák hatására külön-külön $\boldsymbol{E}_1$ és $\boldsymbol{E}_2$ térerősség alakul ki, amelyek nagyságára az eddigiek szerint fennáll az

$$\frac{|\boldsymbol{E}_1|}{|\boldsymbol{E}_2|} = \frac{r_2}{r_1}$$



11. ábra



12. ábra

egyenlőség. Ebből és a váltószögek egyenlőségéből látszik, hogy az *ABP* háromszög hasonló a térerősség-vektorok által meghatározott háromszöghöz, ezért az eredő térerősségvektor a *PB* szakasszal ugyanakkora szöget zár be, mint a *PAB* szög. Ez viszont azt jelenti, hogy az *ABP* háromszög (*O* középpontú) köré írt körét a *P* pontbeli eredő térerősség érinti, hiszen van két szögünk (*PAB*∢, illetve az $\boldsymbol{E}$ és $\boldsymbol{E}_2$ vektorok által bezárt szög), amelyek egyenlőségük miatt a kör ugyanazon *PB* ívéhez tartozó kerületi szögek.

A fentiekből következik, hogy az eredő térerősségvektor a fémsík tetszőleges pontjában érintője az *A, B* és a kiszemelt pontra illeszkedő körívnek, a lemezben kialakuló elektromos erővonalak (és így az áramvonalak is) tehát *körív alakúak,* amelyek átmennek az *A* és *B* pontokon.

Most gondolatban vágjuk ki a végtelen fémlapból a *12. ábrán* látható, korong alakú részt! A korong pereme mentén az áramok a kivágás előtt is érintő irányban folytak, így az áramokra kirótt határfeltétel automatikusan teljesül. A korong kivágása tehát nem változtatja meg sem a külső, sem a belső árameloszlást, és így a feszültségviszonyokat sem. A végtelen fémlapban az áram be- és kivezetési pontjának közvetlen közelében az árameloszlás izotróp volt (itt a távolabbi elektróda hatása már nem érződik), így a korong kivágása előtt a fémlemezbe vezetett $2I$ erősségű áramnak pontosan a fele jutott be a korongba (lásd az ábrát). A feladatbeli kérdés tehát egyenértékű azzal, hogy mekkora volt a feszültség a végtelen fémlap *C* és *D* pontjai között a korong kivágása előtt?

Az *A* pontban bevezetett $2I$ áram hatására az elektródától r távolságra a fémlap potenciálja (az *A* és *B* pontok között félúton, a korong középpontjában elhelyezkedő referenciaponthoz képest) a térerősség integrálásával kapható meg:

$$\Phi(r_1) = \int_{r_1}^{r_0} E_1(r')\,\mathrm{d}r' = \frac{2\rho I}{2\pi d}\int_{r_1}^{r_0} \frac{1}{r'}\,\mathrm{d}r' = -\frac{\rho I}{\pi d}\ln\frac{r_1}{r_0},$$

ahol $r_0 = r$. Ennek felhasználásával az *A* pontbeli elektróda által a *C* és *D* pontok között létrehozott feszültség nagysága

$$U_{CD}^{(A)} = \frac{\rho I}{\pi d}\left(-\ln\frac{r}{2r_0} + \ln\frac{3r}{2r_0}\right) = \frac{\rho I}{\pi d}\ln 3.$$

Ugyanekkora potenciálkülönbséget hoz létre a *B* jelű elektróda is, így a szuperpozíció értelmében a *C* és *D* pontok között eső feszültség

$$U_{CD} = U_{CD}^{(A)} + U_{CD}^{(B)} = 2\,U_{CD}^{(A)} = \frac{2\rho I}{\pi d}\ln 3.$$

Ekkora tehát a kivágott fémkorong *C* és *D* pontjai közötti feszültség is.

Régi és új díjazottak, valamint tanáraik.

Az esemény végén került sor az eredményhirdetésre. A díjakat *Patkós András,* az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnöke adta át.

Egyetlen versenyző sem oldotta meg mindhárom feladatot, így a versenybizottság első díjat nem adott ki.

Két feladat helyes megoldásáért *második díjat* nyert *Kovács Péter Tamás,* a Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium 12. osztályos tanulója, *Juhász Tibor* és *Pálovics Róbert* tanítványa, valamint *Tompa Tamás Lajos,* a miskolci Földes Ferenc Gimnázium 12. osztályos tanulója, *Zámborszky Ferenc* és *Kovács Benedek* tanítványa.

Egy feladat helyes megoldásáért *harmadik díjat* nyert *Forrai Botond,* a budapesti Baár-Madas Református Gimnázium érettségizett tanulója, *Horváth Norbert* tanítványa – a BME fizikus hallgatója; *Lajkó Kálmán,* a Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium 12. osztályos tanulója, *Mező Tamás* tanítványa, valamint *Simon Dániel Gábor,* a Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium 11. osztályos tanulója, *Bakk János* tanítványa.

A második díjjal *Zimányi Gergely* adományából nettó 40 ezer, a harmadik díjjal nettó 25 ezer forint pénzjutalom járt, a díjazottak tanárai pedig a Typotex Kiadó könyvutalványait kapták. A verseny megszervezését az Eötvös Loránd Fizikai Társulat a MOL támogatásából fedezte.

Mind a díjazottaknak, mind tanáraiknak gratulálunk a sikeres versenyzéshez. Köszönetünket fejezzük ki az összes versenyzőnek, hogy részvételükkel, és tanáraiknak, hogy a felkészítéssel, tanításukkal emelték a verseny, és ezzel a magyar oktatás színvonalát.

A TAVI MOLNÁRPOLOSKA ÁRNYÉKPAPUCSAI ÉS A VÍZ FELÜLETI FESZÜLTSÉGE

– a felületaktív anyagok káros hatása a vízfelszíni rovarok viselkedésére

Nagy-Czirok Lászlóné Kiszi Magdolna – Fazekas Mihály Általános Iskola, Kiskunhalas
Rizmajer Erzsébet – Táncsics Mihály Gimnázium, Dabas
Kriska György – ELTE Biológiai Intézet és MTA ÖK Duna-kutató Intézet, Budapest
Horváth Gábor – ELTE Biológiai Fizika Tanszék, Budapest

1994 óta minden év március 22-én ünnepeljük a *Víz Világnapját.* Az ENSZ ezzel igyekszik felhívni a figyelmet édesvízkészleteink veszélyeztetettségére. Általános és középiskolai fizikaórákhoz kapcsolódva ez inspirált minket olyan kutatásokra, amelyek során környezetvédelmi szempontokkal egészítettük ki az iskolai fizikai ismeretek gyakorlati alkalmazását. Diákok bevonásával azt vizsgáltuk, hogy a környezetünkben található vizek felületi feszültsége mennyire befolyásolja a tavi molnárpoloskák és más vízfelszíni rova-

Nagy-Czirok Lászlóné Kiszi Magdolna mesterpedagógus, a Kiskunhalasi Fazekas Mihály Általános Iskola matematika-fizika szakos tanára és igazgatója. A hatásos tanulási-tanítási eljárások alkalmazása mellett azok fejlesztésével és kutatásával is foglalkozik. A tudástérképek tanulás- és gondolkodásfejlesztő módszeréről könyvet és folyóiratcikkeket írt. Tapasztalatait pedagógus szakvizsgát adó képzésben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatójaként is továbbadja.

Rizmajer Erzsébet 2003-ban végzett az ELTE TTK biológia-környezettan szakán. Szakdolgozatát a vízi élővilágot érintő szennyezések hatásait vizsgáló témában írta. 2008-ban a Pécsi Tudományegyetemen szerzett kémia tanári diplomát. Jelenleg kémia-biológia tanár a Dabasi Táncsics Mihály Gimnáziumban, ahol az Öveges Laboratóriumban laboráns munkakörét is betölti.

Kriska György, PhD (ELTE, 2000), egyetemi adjunktus, tudományos főmunkatárs. Az ELTE-n több mint 20 éve tanít biológia tantárgypedagógiát és édesvízi gerinctelen állatismeretet. Számos publikációja jelent meg a vizuális ökológia tárgykörében, a Springer gondozásában kiadott *Freshwater Invertebrates in Central Europe* című monográfia társszerzője. Tudományos érdeklődése elsősorban a poláros fényszennyezés és a poláros ökológiai csapdák vizsgálatára irányul.

Horváth Gábor fizikus, az MTA doktora, az ELTE Biológiai Fizika Tanszék Környezetoptika Labortóriumának vezetője. A vizuális környezet optikai sajátságait és az állatok látását tanulmányozza, továbbá biomechanikai kutatásokat folytat. Számos szakmai díj és kitüntetés tulajdonosa.