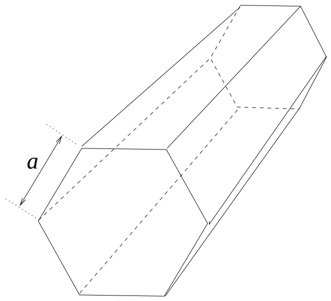
A 29. Nemzetközi Fizikai Diákolimpia feladatai

Elméleti forduló*

1. feladat. *Szabályos hatszög alapú hasáb gördülése*



1.1. ábra. Egy szabályos hatszög keresztmetszetű hasáb

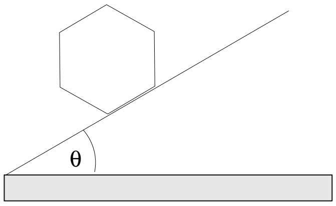
Tekintsünk egy hosszú, merev, szabályos hatszög alapú egyenes hasábot, amilyen pl. egy ceruza (*1.1 ábra*). A homogén sűrűségű hasáb tömege M. A szabályos hatszög mindegyik oldaléle a. A hatszögű hasáb középtengelyére vonatkoztatott I tehetetlenségi nyomatéka:

$$I = \frac{5}{12} M a^2. \tag{1.1}$$

A hasáb egy hosszanti élére vonatkoztatott I' tehetetlenségi nyomatéka:

$$I' = \frac{17}{12} M a^2. \tag{1.2}$$

a) (*3,5 pont*) A hasáb kezdetben nyugalomban van, tengelye vízszintesen fekszik egy sík lejtőn, aminek a vízszintessel képezett θ hajlásszöge kicsi (*1.2 ábra*). Tételezd fel, hogy a henger oldallapjai enyhén konkávak, így a hasáb csak oldalélei mentén érinti a lejtőt. (Ennek a csekély behajlásnak a tehetetlenségi nyomatékra gyakorolt hatását elhanyagolhatjuk.) A hasábot mozdítsuk ki nyugalmi állapotából, így az egyenetlen mozgással legurul a lejtőn. Feltételezzük, hogy a súrlódás bármilyen csúszást megakadályoz, valamint hogy a hasáb mindvégig érintkezik a lejtővel. Mielőtt egy adott él éppen megérinti a lejtőt, a szögsebesség legyen ω_i, közvetlenül az él és a lejtő érintkezése után pedig ω_f. Mutasd meg, hogy



1.2. ábra. Szabályos hatszög keresztmetszetű hasáb a lejtőn

$$\omega_f = s \cdot \omega_i, \tag{1.3}$$

és írd az s együttható értékét a válaszlap megfelelő rovatába!

b) (*1 pont*) A hasáb mozgási energiája közvetlenül az érintés előtt K_i és közvetlenül utána K_f. Mutasd meg, hogy

$$K_f = r \cdot K_i, \tag{1.4}$$

és az r együttható értékét írd a válaszlap megfelelő rovatába!

---

* A feladatok megoldását következő számunkban közöljük. Addig olvasóink (elsősorban a versenyekre készülők) kipróbálhatják tudásukat. Az olimpián 5 óra állt a versenyzők rendelkezésére, és a megoldásukat egy ún. válaszlapon adták be.

c) (*1,5 pont*) Ahhoz, hogy egy következő él is érintse a lejtőt, K_i-nek nagyobbnak kell lennie egy minimális $K_{i,\min}$ értéknél. Ez utóbbi így írható:

$$K_{i,\min} = \delta \cdot Mga. \tag{1.5}$$

Itt $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$ a nehézségi gyorsulás. Határozd meg δ-t a lejtő θ hajlásszögének és az r együtthatónak a függvényeként.

d) (*2 pont*) Ha a c) alkérdés feltétele teljesül, akkor a K_i mozgási energia egy meghatározott $K_{i,0}$ értékhez tart, miközben a hasáb gördül a lejtőn. Annak ismeretében, hogy ez a határérték létezik, mutasd meg hogy $K_{i,0}$ így írható:

$$K_{i,0} = \varkappa \cdot Mga. \tag{1.6}$$

Fejezd ki $\varkappa$ értékét θ és r függvényeként.

e) (*2 pont*) Számítsd ki 0,1° pontossággal, hogy mi a lejtő hajlásszögének az a θ_0 minimuma, amelynél az egyenetlen gördülés – ha egyszer elindult – végtelen hosszan folytatódni fog.

2. feladat. *Víz a jégmező alatt.*

A jégmező szilárd talajon helyezkedik el, függőleges vastagsága néhány km, vízszintes kiterjedése többször 10 vagy 100 km. A feladatban a jég olvadását fogjuk tanulmányozni, és azt, hogy miként viselkedik a víz 0 °C hőmérsékletű jégtömb alatt. Feltételezzük, hogy ilyen feltételek mellett a nyomásváltozások a jégben (akárcsak viszkózus folyadékban) lényegében függőleges elmozdulásokat okoznak.

E feladat megoldásánál a következő adatokat használhatod: a víz sűrűsége: $\varrho_v = 1{,}000 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$, a jég sűrűsége: $\varrho_j = 0{,}917 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$, a jég fajhője: $c_v = 2{,}1 \cdot 10^3\ \mathrm{J/(kg\ °C)}$, a jég olvadáshője: $L_j = 3{,}4 \cdot 10^5\ \mathrm{J/kg}$, a kőzet és a magma sűrűsége: $\varrho_k = 2{,}9 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$, a kőzet és a magma fajhője: $c_k = 700\ \mathrm{J/(kg\ °C)}$, a kőzet és a magma olvadáshője: $L_k = 4{,}2 \cdot 10^5\ \mathrm{J/kg}$, a Föld felületén kilépő átlagos hőáramsűrűség: $J_Q = 0{,}06\ \mathrm{W/m^2}$, a jég olvadáspontja: $T_0 = 0\ °\mathrm{C}$, állandó.

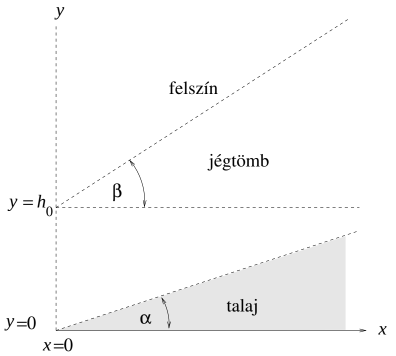
a) (*0,5 pont*) Tekints egy vastag jégmezőt, amely alatt hő áramlik fel a Föld mélyéből. A fenti adatokat használva számítsd ki, hogy évente milyen d vastagságú jégréteg olvad el!

b) (*3,5 pont*) Tekintsük egy jégtömb felső, sík felszínét. A jégtábla alatt a sziklalejtő hajlásszöge α. A jégtábla sík felszínének hajlásszöge β (*2.1 ábra*). A jég függőlegesen mért vastagsága az $x = 0$ helyen h_0. Eszerint a jégtáblát alul és felül határoló síkok egyenlete:

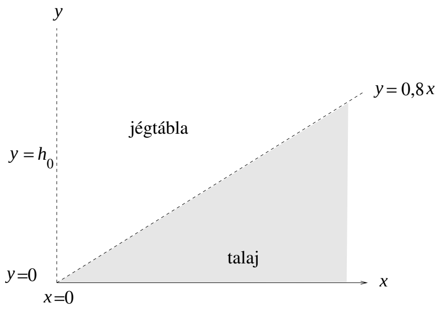
$$y_1 = x \cdot \operatorname{tg}\alpha, \qquad y_2 = h_0 + x \cdot \operatorname{tg}\beta. \tag{2.1}$$

Fejezd ki a p nyomást a jégtábla alján az x vízszintes koordináta függvényeként. Ezt a képletet írd a válaszlapra! Fogalmazd meg matematikailag α és β függvényében annak feltételét, hogy a jégtábla és a sziklatalaj közt a víz ne folyjék egyik irányba sem. Mutasd meg, hogy ez a feltétel $\operatorname{tg}\beta = s \cdot \operatorname{tg}\alpha$ alakban írható. Határozd meg az s együtthatót, és eredményedet képlet formájában add meg!

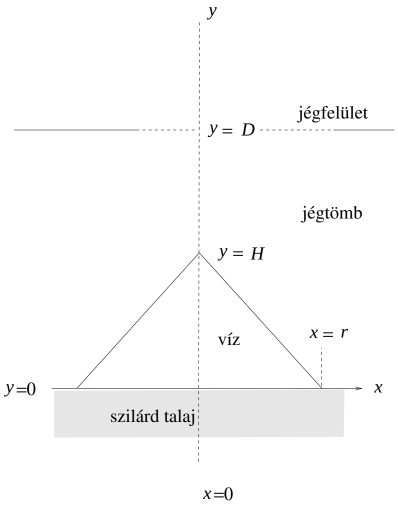
A *2.2 ábrán* az $y_1 = 0{,}8x$ vonal a sziklatalaj menetét mutatja a jégtábla alatt. A jég függőlegesen mért h_0 vastagsága az $x = 0$ helyen 2 km. Tételezzük fel, hogy a víz a jégtábla alatt egyensúlyban van.



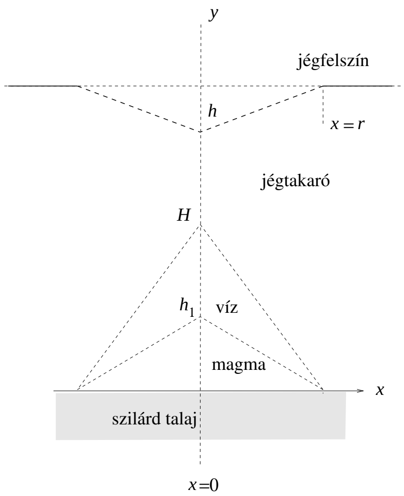
2.1. ábra. Lejtőn lévő sík felszínű jégtömb keresztmetszete



2.2. ábra. Egy 0 °C *hőmérsékletű jégtábla úgy nyugszik egy sziklalejtőn, hogy a jég alatt a víz egyensúlyban van*



2.3. ábra. A jégben kialakult vízkúp függőleges keresztmetszete



2.4. ábra. A kúp alakú jég-bemélyedés centrális függőleges síkmetszete (Az ábra nem méretarányos!)

A válaszlapon rajzold be az y_1 egyenest, és rajzold fölé a jégtábla felszínét jelző y_2 egyenest is. Jelezd az ábrán, melyik vonal melyiket jelenti!

c) (*1 pont*) Vízszintes talajon elhelyezkedő nagykiterjedésű jégtábla kezdetben $D = 2{,}0$ km vastag. Ekkor a jég viszonylag gyors megolvadása révén egy $H = 1{,}0$ km vastag, $r = 1{,}0$ km sugarú, kúp alakú víztömeg alakul ki (*2.3 ábra*). Tételezzük fel, hogy a visszamaradt jégtömeg ehhez az új állapothoz úgy alkalmazkodik, hogy benne csak függőleges elmozdulások mennek végbe. Vezesd le képletekkel üres, tiszta lapon, és rajzold le a válaszlap ábra-ablakába a jégtábla felső felületének alakját a vízkúp képződése és a hidrosztatikus egyensúly beállta után.

d) (*5 pont*) Egy nemzetközi kutatócsoport expedíciói évente megvizsgálják az Antarktisz 0 °C hőmérsékletű jégtakaróját. Ennek felszíne normálisan egy vízszintes felületű, kiterjedt jégréteg. De most egy mély, kráterszerű mélyedésre bukkannak, ami olyan, mint egy felfordított kúp, amelynek legnagyobb h bemélyedése 100 m és r sugara 500 m (*2.4 ábra)*.

Tapasztalataikat megbeszélve a kutatók arra a következtetésre jutnak, hogy a jég alatt kisebb vulkánkitörés történhetett. Egy kevés olvadt magma benyomult a jégréteg aljába, ott megdermedt és lehűlt, eközben bizonyos mennyiségű jeget megolvasztott. A kutatók megpróbálják megbecsülni a behatolt magma térfogatát, hogy megértsék, mitől lett a megolvadt víz. Gondolatmenetük a következő:

Tételezzük fel, hogy a jégben csak függőleges mozgás ment végbe. Azt is tételezzük fel, hogy a behatoló magma 1200 °C hőmérsékleten teljesen folyékony állapotú volt. Az egyszerűség kedvéért még azt is feltehetjük, hogy a benyomulás kúp alakban történt, körszerűen a megfigyelt kúpos jég-bemélyedés alatt. A magma behatolása viszonylag rövid idő alatt ment végbe a hőkicserélődés időigényéhez képest. A hőátadás kezdetben elsősorban függőleges irányú volt, így a jégből kiolvadt térfogat mindig kúp alakú volt, a kúp tengelye pedig a magma-benyomulás centrumán átmenő függőleges volt.

Ezen feltételek mellett a jég megolvadása két lépésben ment végbe. Először a víz nincs nyomásegyensúlyban a magma fölött, hanem elfolyik onnan. Az elfolyó víz 0 °C hőmérsékletűnek tételezhető fel. Később beáll a hidrosztatikai egyensúly, a víz a keletkezési helyén, a magma-benyomulás felett marad, nem folyik el. Számítsd ki a következő mennyiségeket a hőmérsékleti egyensúly beálltakor, és írd ezeket a válaszlapra:

1. A jégtakaró alatt kialakult vízkúp tetőpontjának H magassága a jégtábla alapjának eredeti szintjéhez képest.

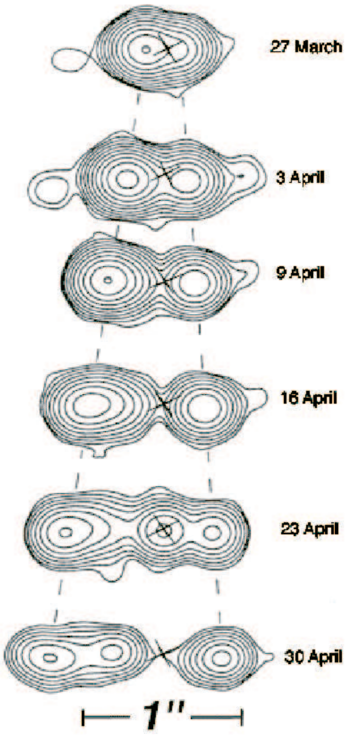
2. A magmabehatolás h_1 magassága.

3. A keletkezett víz teljes m_t tömege és az elfolyt víz m' tömege.

Milliméterpapíron ábrázold *méretarányosan* a magma-behatolás és a visszamaradt víztömeg alakját! A *2.4 ábra* által sugallt koordináta-rendszert használd!

3. feladat. *Fénynél sebesebben?*

Ebben a feladatban egy 1994-ben elvégzett mérést elemzünk és értelmezünk. A mérés egy a Tejútrendszerben lévő összetett forrás rádióhullámú sugárzására vonatkozik. A szélessávú vevőantenna centiméteres hullámhosszú rádióhullámokra volt hangolva. A *3.1 ábra* azt mutatja, hogy különböző időpontokban milyen képet láttak. A „szintvonalak” az azonos intenzitásokat jelzik, mint ahogyan a földrajzi térkép szintvonalai az azonos magasságú pontokat kötik össze. A képen látható és szaggatott vonalakkal érzékeltetett két maximumot úgy értelmezik, hogy két objektum távolodik egy közös cent-



3.1. ábra. Tejútrendszerünk egyik rádióforrásának emissziója rumtól. Ezt a centrumot keresztek jelzik az ábrákon. (A centrumról feltételezik, hogy nyugszik a térben; ez is erős rádióforrás, de főleg más hullámhosszon sugároz.) A méréseket több, mint egy hónapon át mindig azonos napszakban, azonos órában végezték el. Az ábra léptékét egy skálaszakasz jelzi, ami 1 ívmásodpercnek felel meg (1 ívmásodperc = 1 arc sec = 1 as = $\frac{1}{3600}$ szögfok). A centrumban lévő kereszttel jelölt égitest becsült távolsága $R=12{,}5$ kpc. Egy kiloparsec (kpc) $3{,}09\cdot 10^{19}$ m-nek felel meg. A fény sebessége: $c=3{,}00\cdot 10^{8}$ m/s. A feladat megoldásában nem kell hibaszámítást végezni.

a) (*2 pont*) A két kidobott rádióforrás szögtávolságát a centrumtól $\theta_1(t)$ és $\theta_2(t)$ jelöli. (Jelölés: 1 a bal oldali, 2 a jobb oldali forrás, t a megfigyelés ideje.) A Földről látszó szögsebességek ω_1 és ω_2. A két rádióforrásnak megfelelő transzverzális (keresztirányú) sebességek: $v'_{1,\perp}$ és $v'_{2,\perp}$. A *3.1 ábra* alapján határozd meg ω_1 és ω_2 értékét ezredívmásodperc/nap egységekben. Határozd meg $v'_{1,\perp}$ és $v'_{2,\perp}$ számértékeit is. (Némelyik eredményt meglepőnek fogod találni.)

b) (*3 pont*) Az előző alkérdésben támadt probléma feloldása érdekében képzelj el egy fényforrást, ami $\vec{v}$ sebességgel mozog egy tőle távoli O megfigyelő irányához képest φ szögben ($0\leqslant\varphi\leqslant\pi$). A sebesség nagyságát jelölje $v=\beta c$, ahol c a fénysebesség. A fényforrás távolságát a megfigyelő R-nek méri, a fényforrás szögsebességét ω-nak észleli. A látásirányra merőleges látszólagos sebesség $v'_{\perp}$.

Határozd meg ω és $v'_{\perp}$ értékeit β, R és φ függvényében!

c) (*1 pont*) Feltételezzük, hogy az *a*) alkérdésben szereplő két kidobott objektum egymáshoz képest ellenkező irányban mozog, szétrepülési sebességük egyenlő, $v=\beta c$. Ekkor a *b*) alkérdés eredményei alapján β és φ kiszámítható az ω_1 és ω_2 szögsebességek, valamint az R távolság ismeretében. Itt φ a *b*) alkérdésben értelmezett szög a bal oldali objektumra vonatkozóan, ami az *a*) alkérdésben az 1 indexnek felel meg. Vezess le képleteket arra, hogyan kell ismert mennyiségekből kiszámítani β és φ értékét. Határozd meg β és φ értékét az *a*) alkérdésben megadott számértékek alapján.

d) (*2 pont*) A *b*) alkérdés szerinti egy-test esetben keresd meg annak feltételét, hogy a látszólagos $v'_{\perp}$ transzverzális sebesség nagyobb legyen, mint a c fénysebesség. Írd ezt a feltételt $\beta>f(\varphi)$ alakba, az f függvényre keress analitikus alakot, és add meg azt a válaszlapon! Rajzold le a (β,φ) koordinátasík fizikailag értelmes tartományát. Satírozd be azt a tartományt, ahol $v'_{\perp}>c$ teljesül.

e) (*2 pont*) A *b*) alkérdésben tárgyalt egy-test esetben találj egy képletet a $v'_{\perp}$ látszólagos transzverzális sebesség maximális $(v'_{\perp})_{\max}$ értékére adott β esetén! Észreveheted, hogy ez a maximális látszólagos transzverzális sebesség minden határon túl nőhet, ha $\beta\to 1$.

f) (*1 pont*) Az R értékére vonatkozóan a bevezetőben megadott becsült érték nem megbízható. Ezért a kutatók azon kezdtek gondolkozni, hogy létezik-e jobb és közvetlenebb módszer R meghatározására. Az egyik ötlet a következő:

Tételezd fel, hogy a két kidobott tárgy színképében azonosítjuk és megmérjük egy színképvonal Doppler-eltolódott λ_1 és λ_2 hullámhosszait, ami nyugvó objektum sugárzása esetén λ_0 volna. Indulj ki a relativisztikus Doppler-eltolódás képletéből:

$$\lambda=\frac{\lambda_0(1-\beta\cos\varphi)}{\sqrt{1-\beta^2}}. \tag{3.1}$$

Mint korábban, most is tételezd fel, hogy a két tárgy sebessége ugyanolyan nagyságú. Mutasd meg, hogy az ismeretlen $\beta = v/c$ kifejezhető λ_0, λ_1 és λ_2 függvényeként a következő képlettel:

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{\alpha\lambda_0^2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}}. \tag{3.2}$$

Írd be az α együttható számértékét a válaszlap megfelelő ablakába. Észreveheted, hogy ily módon a hullámhosszak mért értékéből gyakorlati becslést kaphatsz az R távolságra.

Kísérleti forduló*

Rendelkezésre álló eszközök: Alaplap 6 banándugó hüvellyel; az alaplapba beépített mérőtekercs; U alakú ferritmag A és B jelű tekerccsel; U alakú ferritmag tekercs nélkül; 25 μm, 50 μm és 100 μm vastag alumínium fólia; jelgenerátor részletes használati utasítással; két multiméter (részletes leírással); 6 db röpzsinór banándugóval; 2 db gumigyűrű és 2 kis darab pauszpapír.

I. *Örvényáramok mágneses árnyékolása* (*8 pont*)

Időben változó mágneses terek vezetőkben örvényáramokat keltenek. Az örvényáramok viszont ellentétes mágneses teret hoznak létre. Közönséges fémekben a véges vezetőképesség miatt a mágneses tér leárnyékolása nem tökéletes. Az alumínium fólia leárnyékolását fenomenológiailag (tapasztalatok alapján) a

$$B = B_0 e^{-\alpha d} \tag{1}$$

képlettel írjuk le. B a mágneses indukció az alumínium fólia árnyékolása alatt. B_0 a mágneses indukció ugyanezen a helyen, ha nincs jelen fólia, α az árnyékolási együttható és d a fólia vastagsága.

A mérés

A ferritmagot, amelyen a tekercsek vannak, talpaival lefelé úgy állítsd a kiemelkedő fatuskóra, hogy az A tekercs pontosan az alaplapba épített mérőtekercs felett legyen. A vasmagot rögzítsd az alaplapra a gumigyűrűvel, ami a tekercset a fatuskó alatt átvezetve az alaplaphoz köti. Feltételezheted, hogy az alumínium vastagságának és a frekvenciamérésnek elhanyagolható a hibája.

1. (*1 pont*) Az A és B tekercs csatlakoztató végződéseit vezesd el a banándugóhüvelyekhez, és mérd meg mind a három tekercs ellenállását abból a célból, hogy biztos lehess, hogy jók a csatlakozások. 10 Ω-nál kisebb ellenállásértékeket várhatsz.

2. (*5 pont*) Gyűjts mérési adatokat, hogy ellenőrizd a fent megadott modell-képletet, és határozd meg a (25–175 μm vastag) alumínium fóliák α árnyékolási faktorát a 6–18 kHz frekvenciatartományban. Az alumínium fóliákat a mérőtekercs fölé helyezd úgy, hogy a fóliák az alaplapon bejelölt téglalapot fedjék. Az A tekercsre szinuszos váltófeszültséget kapcsolj!

---

* Az olimpián 5 óra állt a versenyzők rendelkezésére.

3. (*2 pont*) Ábrázold α értékeit az f frekvencia függvényében!

II. *Mágneses fluxuscsatolás* (*12 pont*)

Azt tanulmányozzuk, hogy két tekercs, melyek közös ferritmagja zárt, hogyan reagál egy külső U_g váltófeszültségre, amit egy szinuszos jelgenerátor ad. Az általad használt berendezésben minden mágneses telítődési jelenség elhanyagolható. Ezen kívül azt is feltételezheted, hogy a ferrit μ mágneses permeabilitása állandó.

Elméleti háttér

Az itt következő elméleti tárgyalásban és az adatok elemzésében is feltételezzük, hogy a két tekercs ohmikus ellenállása és a ferritmag hiszterézis-jelensége elhanyagolható befolyást gyakorol a mért áramerősségekre és feszültségekre. Ezen egyszerűsítések miatt az alábbi tárgyalásban a mért és számított értékek között bizonyos eltérések jelentkezhetnek.

Egy tekercs esete

Először tekintsük egy I áram által átjárt tekercs magját. Az a Φ mágneses fluxus, amit az áram a tekercsben lévő ferritmagban kelt, arányos az I áramerősséggel és az N menetszámmal. A fluxus még egy g geometriai tényezőtől is függ, ami a vasmag nagyságától, alakjától és $\mu=\mu_r\mu_0$ permeabilitásától függ. (A mágneses permeabilitás a mag anyagának mágneses tulajdonságait írja le. A relatív permeabilitás jele μ_r, a vákuum permeabilitása μ_0.) A Φ mágneses fluxust a

(2) $$\Phi=\mu g N I=cNI$$

képlet adja meg, ahol $c=\mu g$. Az indukált feszültség a Faraday-féle indukciótörvényből kapható:

(3) $$U(t)=-N\frac{d\Phi(t)}{dt}=-cN^2\frac{dI(t)}{dt}.$$

Egy L önindukciós együtthatójú tekercsben az áramerősség és a feszültség kapcsolatát az

(4) $$U(t)=-L\frac{dI(t)}{dt}$$

összefüggéssel szokás leírni. A tekercsre kapcsolt szinuszos jelgenerátor

(5) $$I(t)=I_0\sin\omega t$$

áramot hajt át rajta, ahol ω a körfrekvencia és I_0 az áram amplitúdója. A (3) egyenlet szerint ez a váltóáram a tekercsben

(6) $$U(t)=-\omega cN^2I_0\cos\omega t$$

váltófeszültséget indukál. Az áram olyan lesz, hogy az indukált feszültség megegyezzen a jelgenerátor U_g feszültségével. Az áram és a feszültség közötti fáziskülönbség 90°-os. Ha csak a váltófeszültség és váltóáram U_0, ill. I_0 amplitúdóját tekintjük és a fáziskülönbséget elhagyjuk, az összefüggésünket így írhatjuk:

(7) $$U_0=\omega cN^2I_0.$$

(A továbbiakban a 0 alsó indexet elhagyjuk.)

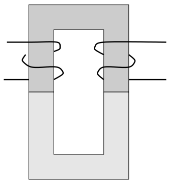
Két tekercs esete

Most tételezzük fel, hogy egy ferritmagon két tekercs van. A ferrit vasmag arra használható, hogy csatolja a mágneses fluxust a tekercsek között. Ideális vasmag esetén a fluxus a mag bármely keresztmetszetén ugyanakkora. Valóságos magok esetében a tapasztalat azt mutatja, hogy a fluxusszóródás miatt a szekunder tekercsen kisebb fluxus lesz, mint a fluxust létrehozó tekercsen. A B szekunder tekercs Φ_B fluxusa és az A primér tekercs Φ_A fluxusa ezek szerint a következő kapcsolatban van:

$$\Phi_B = k\Phi_A. \tag{8}$$

Ugyanígy a B-ben folyó áram által keltett Φ_B fluxus az A tekercsben $\Phi_A = k\cdot\Phi_B$ fluxus-összetevőt fog kelteni. A k csatolási tényező 1-nél kisebb. A mérés során tanulmányozandó ferritmagon két tekercs van transzformátor elrendezésben. Tételezzük fel, hogy az A (primer) tekercset kapcsoljuk a jelgenerátorra. Ha a B tekercsben nem folyik áram ($I_B = 0$), akkor az I_A által indukált U_A feszültség azonos nagyságú és ellentétes U_g-vel. Az I_A által a szekunder tekercsben keltett fluxus a (8) képletből számolható. Így a B tekercsben indukált feszültség:

$$U_B = \omega k c N_A N_B I_A. \tag{9}$$



1. ábra. Transzformátor zárt mágneses körrel

Ha a B tekercsben I_B áram folyik, akkor az az A tekercsben feszültséget indukál, amit az előző összefüggéshez hasonlóan határozhatunk meg. Az A tekercs teljes feszültségét így a következő képlet adja meg:

$$U_g = U_A = \omega c N_A^2 I_A - \omega k c N_A N_B I_B. \tag{10}$$

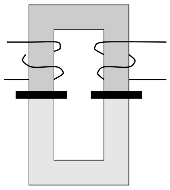
A szekunder tekercs árama tehát a primer tekercsben ellentétes feszültséget indukál, ami I_A növekedését okozza. Hasonló összefüggés írható fel U_B-re is. Mérésekkel igazolható, hogy k értéke független attól, hogy melyik tekercset választjuk primer tekercsnek.

A mérés

A két U alakú ferritmagot illeszd össze a *2. ábrán* látható módon, és rögzítsd őket a gumigyűrűkkel. Állítsd be a jelgenerátort úgy, hogy 10 kHz-es szinuszos hullámot adjon. Gondolj arra, hogy a multimétereket az egyes méréseknél az ott alkalmazható legérzékenyebb méréshatárban használd. Az A és a B tekercs menetszáma: $N_A = 150$, $N_B = 100$ (± 1 menet tekercsenként).

1. (*3,5 pont*) Bizonyítsd be, hogy az L_A és L_B önindukciós együtthatókra, valamint a k csatolási tényezőre a következő összefüggések érvényesek:

$$L_A = \frac{U_A}{\omega I_A}, \qquad I_B = 0,$$
$$L_B = \frac{U_B}{\omega I_B}, \qquad I_A = 0,$$
$$k = \frac{N_B I_B}{N_A I_A}, \qquad U_B = 0.$$



2. ábra. A ferritmagok a két távtartóval

A válaszlap 1.a ablakában utalj bizonyításod lényegére! A válaszlap 1.b ablakába rajzold le azokat az áramköröket, melyek segítségével L_A, L_B és k meghatározható! A mérés elvégzése után számítsd ki L_A, L_B és k számértékét, és értéküket írd a válaszlap 1.c ablakába!

2. (*2 pont*) Amikor a szekunder tekercs rövidre van zárva, a primer tekercs I_p áramerőssége növekedni fog. Az előzőekben ismertetett egyenletek alapján add meg, hogy I_p hogyan függ a primer feszültségtől, a primer tekercs önindukciós együtthatójától és a k csatolási tényezőtől. Válaszodat írd a válaszlap 2.a ablakába! Mérd meg I_p értékét, a kapott adatot írd a válaszlap 2.b ablakába!

3. (*2,5 pont*) Az A és a B tekercset kétféleképpen kapcsolhatjuk sorba: úgy, hogy a két fluxusjárulék összeadódjék, vagy levonódjék egymásból.

3.1. Számítsd ki a sorbakapcsolt tekercsek L_{A+B} önindukciós együtthatóját a mért adatok alapján arra az esetre, amikor a két tekercs I árama által létrehozott fluxusok összeadódnak (erősítik egymást). Válaszodat írd a válaszlap 3.1 ablakába.

3.2. Mérd meg a U_A és U_B feszültséget arra az esetre, amikor a két tekercs fluxusai ellentétesek. Mért adataidat írd a válaszlap 3.2a ablakába. A két feszültség hányadosát írd a 3.2b ablakba. Vezess le egy képletet a két tekercsre vonatkozó feszültségek hányadosára a menetszámok és a csatolási tényező segítségével, és válaszodat írd a 3.2c ablakba.

4. (*1 pont*) Eredményeid alapján igazold, hogy egy tekercs önindukciós együtthatója menetszámának négyzetével arányos. Eredményedet írd a válaszlap 4. ablakába!

5. (*1 pont*) Igazold, hogy jogos volt a primer tekercs ohmos ellenállásának elhanyagolása. Érvelésedet matematikai kifejezések alakjában írd a válaszlap 5. ablakába.

6. (*2 pont*) Ha vékony papírlapokat illesztünk a két fél ferritmag közé (ahogy ezt a *2. ábra* mutatja), akkor a tekercs önindukciós együtthatója jelentősen lecsökken. Ezt a csökkenést felhasználva határozd meg a ferrit-anyag μ_r relatív permeabilitását. Ehhez használd fel az Ampère-féle gerjesztési törvényt, továbbá azt a tényt, hogy a B mágneses indukció nem változik meg a ferrit–papír határfelületen. Tételezd fel, hogy a papír relatív permeabilitása egységnyi, vagyis $\mu=\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$ Ns^2/Cb^2, továbbá a papír vastagsága 43 μm. A geometriai tényező meghatározásánál használd az Ampère-féle gerjesztési törvényt:

$$\oint \frac{1}{\mu} B\,dl = I_{\text{teljes}}, \tag{11}$$

ahol I_{teljes} az integrációs út által kifeszített felületet átmetsző áramok összege. Írd be μ_r-re kapott algebrai kifejezésedet a válaszlap 6.a ablakába, számszerű értékét pedig a 6.b ablakba.

Közlemény

Az 1997–98. tanévi fizika pontversenyének eredménye – sajnálatos módon – az **FGy. 3133.** feladat hiányos feldolgozása miatt hibásan jelent meg múlt havi számunkban. Ez számos versenyzőnél 1–4 pontnyit eltér – az Interneten olvasható – tényleges végeredménytől. A díjazottak mind ugyanazok, de közöttük a sorrend néhol megváltozott:

A 10. osztályosoknál a helyes sorrend: 1. Hegedűs Ákos; **2. Balogh Tímea**; **3. Csige Sándor 4. Fábián Ákos**; **5. Máthé András**; **6. Horváth Balázs**; **7. Friedl Zita**; **8. Kurucz Keve**; **9. Bacsárdi László**; **10–11. Buruzs Ádám** és **Horváth László**.

A 11. osztályosok díjazottjai helyes sorrendben: 1. Ravasz Mária-Magdolna; **2. Lengyel Tímea**; 3. Terpai Tamás; **4–5. Katona Gergely** és **Mach Tivadar**; **6. Kenyeres Péter**; **7. Szabó László**; 8. Varga István; 9. Végh A. László.

A 12. osztályosoknál a változás: **6–7. Karádi Richárd** és **Steib Roland**; **8. Csikvári András**; **9. Baksa Balázs**.

Kérésre az okleveleket a Téli Ankéton kicseréljük. Az érintettek elnézését kérjük:

a Szerk.

Fizika gyakorlatok és feladatok megoldása

FGy. 3090. *A Stockholm közelében elsüllyedt VASA nevű csatahajót acéltartályok segítségével emelték ki. Egy-egy ilyen tartály űrtartalma 1500* m^3, *tömege 300 tonna volt. Mekkora emelőerő kifejtésére volt képes egy-egy tartály?*

Közli: *Kopcsa József,* Debrecen

Megoldás. 300 tonna acél térfogata (7800 kg/m^3 sűrűséggel számolva) 38,4 m^3), a tartály által kiszorított víz térfogata tehát 1538,4 m^3, ennek súlya pedig $15{,}1\cdot 10^6$ N. Az emelőerőt úgy kapjuk meg, hogy a felhajtóerőből levonjuk a tartály súlyát. (A tartályban levő levegő súlya elhanyagolható.) A tartály súlya $2{,}9\cdot 10^6$ N, az emelőerő tartályonként $1{,}2\cdot 10^7$ N.

Juhász Péter (Debrecen, KLTE Gyak. Gimn., 10. o.t.)

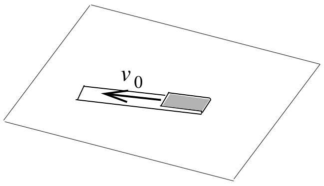
Megjegyzés. A Vasa csatahajó roncsait egy svéd mérnök fedezte fel az 1950-es évek elején. A monumentális kiemelésre 1959–1961-ben került sor. Az emeléshez a víz felhajtóerejét vették igénybe. Kezdetben a tartályokat vízzel töltötték meg, majd gumicsöveken keresztül sűrített levegőt nyomtak a tartályokba, így távolítva el a vizet. Ha teljesen kiszorították volna a vizet a tartályokból, a felhajtóerő lényegesen nagyobb lett volna, mint a fahajó (felhajtóerővel csökkentett) súlya. Ezért a vizet csak részben távolították el a tartályokból, így a kiemelés zökkenőmentesen történt. A hajótestet vegyszerrel itatták át, hogy megvédjék a további romlástól. A Vasa Stockholm egyik idegenforgalmi nevezetessége.

Antal Hunor (Pécs, Ciszterci Nagy Lajos Gimn., 9. o.t.)

564 dolgozat érkezett. Helyes 102 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 87, hiányos (1–2 pont) 366, hibás 91 dolgozat.

FGy. 3099. *Egy asztallapra egy hosszú celluxszalagot ragasztunk, majd a végét felhajtva egyenletesen, $v_0 = 0{,}1$ m/s sebességgel visszafelé húzzuk. Mekkora a szalag mozgásban levő része közepének sebessége?*

Közli: *Gnädig Péter,* Budapest



Megoldás. Bizonyos t idő alatt a szalag mozgatott vége $s_1 = v_0 t$ utat tesz meg, mialatt $s_2 = s_1/2 = v_0 t/2$ hosszúságú darab szakadt el az asztaltól. A mozgásban levő szalagdarabka középpontjának elmozdulása eszerint $s = \frac{1}{2}(s_1 + s_2) = \frac{3}{4} v_0 t$, a sebessége tehát $\frac{3}{4} v_0 = 0{,}075$ m/s.

Úgy is érvelhetünk, hogy mialatt egy L hosszúságú szalagot teljesen feltépünk az asztalról, a végét $2L$ szakaszon kell elmozdítanunk, mialatt a mozgásban levő rész középpontja $L + \frac{1}{2}L = \frac{3}{2}L$ szakaszon mozdul el. A mozgó rész közepének sebessége tehát a végpont v_0 sebességének $\frac{3L/2}{2L} = \frac{3}{4}$-szerese.

Hacsák Róbert (Tiszaújváros, Eötvös J. Gimn., 9. o.t.) és
Palotai Zoltán (Budapest, Eötvös J. Gimn., 10. o.t.) dolgozata alapján

Megjegyzések. 1. A mozgásban levő rész végpontjainak sebessége azért lehet különböző, mert – a szokásos esetektől eltérően – nem egy rögzített anyagmennyiségről, hanem egyre növekvő tömegű anyagról van szó.

2. A mozgásban levő rész pillanatnyi középpontjánál levő anyagdarabkának a sebessége nyilván megegyezik a szalag többi mozgásban levő részének sebességével, vagyis v_0 nagyságú. Ez a sebesség azonban különbözik a feladatban szereplő (pillanatról pillanatra változó anyagdarabkákhoz rendelhető) „középpont” sebességétől. Dinamikai számításoknál, például egy test lendületének meghatározásakor a test részecskéinek tényleges sebességét kell figyelembe vegyük, nem pedig egy fiktív középpont sebességét.

3. Ha a feladatban szereplő celluxszalag impulzusát úgy akarnánk kiszámítani, hogy összeszorozzuk az éppen mozgásban levő anyagmenyiség tömegét és ezen rész (tömeg)középpontjának sebességét, hibás eredményt, a tényleges érték $\frac{3}{4}$-ét kapnánk csak meg. Ez a furcsaság is azzal függ össze, hogy a vizsgált test (a mozgásban levő szalagdarab) tömege időben változik. Amennyiben a teljes szalagot (a mozgó részt és az asztalon nyugvó daradot együtt) tekintjük rendszernek, ennek impulzusát (ami nyilván megegyezik a mozgó rész impulzusával) már számolhatjuk úgy, hogy a (teljes) szalag tömegét megszorozzuk a (teljes) szalag tömegközéppontjának sebességével.

(G. P.)

335 dolgozat érkezett. Helyes 168, kicsit hiányos (3 pont) 25, hiányos (1–2 pont) 97, hibás 27 dolgozat.

FF. 3107. *Egy medence a tetején lévő vízcsap kinyitása után T_1 idővel telik meg. Az alján lévő kifolyót kinyitva T_2 idő alatt ürül ki. Milyen T_1/T_2 arány esetén kell túlfolyástól tartanunk, ha a vízcsapot is és a kifolyót is nyitva hagyjuk?*

Közli: *Honyek Gyula,* Budapest

Megoldás. A medencébe a töltés során egyenletesen ömlik a víz, ha tehát a töltésnél a vízszint emelkedési sebessége v_1 és a tartály magassága h, akkor $h = v_1 T_1$.

Kiürüléskor viszont a Torricelli-féle $v = \sqrt{2gh}$ képletnek megfelelően változik a sebesség. Ez a képlet alakilag ugyanolyan, mint az egyenletesen változó mozgás sebesség–út függvénykapcsolata, emiatt állíthatjuk, hogy a vízfelszín kiürüléskor egyenletesen változó (egyenletesen lassuló) mozgást végez. Erre a mozgásra az jellemző, hogy a h/T_2 átlagsebesség a teli tartályhoz tartozó legnagyobb $v_{\max}$ sebesség és a legkisebb sebesség (a szinte üres tartálynak megfelelő $v_{\min} \approx 0$) számtami közepe, tehát $\frac{1}{2} v_{\max}$.

Túlfolyástól akkor kell tartanunk, ha még a teli tartály sem ürül olyan gyorsan, mint amilyen ütemben töltjük:

$$v_{\max} = \frac{2h}{T_2} < v_1 = \frac{h}{T_1},$$

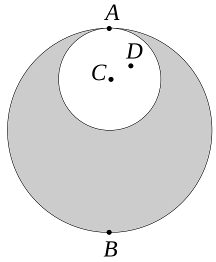
vagyis ha $\frac{T_1}{T_2} < \frac{1}{2}$.

Kis Szabó Krisztián (Pécs, Janus Pannonius Gimn., 12. o.t.) dolgozata alapján

183 dolgozat érkezett. Helyes 19 megoldás. Kicsit hiányos (4 pont) 4, hiányos (1–2 pont) 24, hibás 136 dolgozat.

FF. 3114. *Egy homogén tömegeloszlású, R sugarú kisbolygóra űrhajósok érkeznek. Az egyik fizikus űrhajós matematikai ingát készít, és annak lengésidejét 1 másodpercnek méri. Mivel a bolygón értékes ásványok találhatók, kibányásznak és eltávolítanak a bolygóról egy $R/2$ sugarú gömböt (lásd az ábrát). Mekkora lesz ezután az inga lengésideje az ábrán jelölt A, B, C és D pontokban?*

Közli: *Pécsi István,* Szolnok



Megoldás. Ismert, hogy egy homogén tömegeloszlású gömbhéj belsejében nulla a gravitációs mező, kívül pedig olyan, mintha a gömbhéj teljes tömege a középpontjában helyezkedne el. Ebből következik, hogy egy állandó ϱ sűrűségű gömb belsejében a középponttól r távolságban a gravitációs gyorsulás az r sugarú gömb belsejében található $m(r)$ tömeg hatásából számítható:

$$g(r) = f\frac{m(r)}{r^2} = f\frac{(4\pi\varrho/3)r^3}{r^2} = f\frac{4\pi\varrho}{3}r = k \cdot r. \tag{1}$$

Ugyanezt az összefüggést vektor alakban is megfogalmazhatjuk:

$$\mathbf{g}(\mathbf{r}) = -k \cdot \mathbf{r}, \tag{2}$$

ahol $\mathbf{r}$ a gömb középpontjából a kérdéses (belső) pontba mutató vektor.

Amikor az űrhajósok megérkeznek a kisbolygóra, a nehézségi gyorsulás $g_0 = kR$, az inga lengésideje tehát

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}} = 1 \text{ s}. \tag{3}$$

Az $R/2$ sugarú gömb kibányászása és elszállítása után a kisbolygó tömege az eredetinek $\frac{7}{8}$-a lesz csupán, de mivel az alakja nem gömb, a gravitációs tere *nem* számítható úgy, mintha a teljes tömege az eredeti gömb középpontjában lenne. (Az is hibás eredményre vezet, ha a tömegközéppontba képzeljük a teljes tömeget!)

A lyukas kisbolygó keresett $\mathbf{g}(\mathbf{r})$ gravitációs teréről azt tudjuk, hogy ha hozzáadjuk a kibányászott üreg helyén eredetileg ott találgató anyaga (vagyis egy $R/2$ sugarú homogén gömb) $\mathbf{g}_{R/2}(\mathbf{r})$ ismert gravitációs terét, akkor az R sugarú homogén gömb ugyancsak ismert $\mathbf{g}_R(\mathbf{r})$ kifejezését kell visszakapjuk:

$$\mathbf{g}(\mathbf{r})+\mathbf{g}_{R/2}(\mathbf{r})=\mathbf{g}_R(\mathbf{r}), \tag{4}$$

azaz

$$\mathbf{g}(\mathbf{r})=\mathbf{g}_R(\mathbf{r})-\mathbf{g}_{R/2}(\mathbf{r}). \tag{5}$$

(Ez az összefüggés azt mutatja, hogy az üreg akár egy „negatív tömegű” gömbként is felfogható, melynek gravitációs mezője az eredeti gömb mezőjére szuperponálódik.)

A C pontban az üreg gravitációs tere nyilván nulla, tehát az eredő nehézségi gyorsulás nagysága

$$g(C)=g_R(C)=k\cdot\frac{R}{2}=\frac{g_0}{2}.$$

Az l hosszúságú inga lengésifeje itt (3) felhasználásával

$$T_C=2\pi\sqrt{\frac{l}{g(C)}}=\sqrt{2}\cdot T_0=1{,}41\ \mathrm{s}.$$

Az A pontban a nehézségi gyorsulás

$$g(A)=k\cdot R-k\cdot\frac{R}{2}=k\cdot\frac{R}{2}=\frac{g_0}{2},$$

tehát itt is ugyanakkora az inga lengésideje, mint az üreg középpontjában. (Kihasználtuk, hogy k csak a ϱ sűrűségtől függ, tehát az üregre ugyanakkora, mint az eredeti kisbolygóra.)

Belátjuk, hogy az üreg belsejének *tetszőleges* belső pontjában, így a D pontban is igaz ugyanez, mert az üreg belsejében a gravitációs mező *homogén*. O-val jelölve a kisbolygó középpontját, valamint (2) és (5) felhasználásával

$$\mathbf{g}(D)=-k\cdot\overrightarrow{OD}-(-k\cdot\overrightarrow{CD})=k\cdot\overrightarrow{CO}.$$

Ez a vektor valóban független a D pont helyétől, nagysága pedig

$$g(D)=k|\overrightarrow{CO}|=k\cdot\frac{R}{2}=\frac{1}{2}g_0,$$

így tehát $T_D=1{,}41$ s.

Az eddigi megfontolások csak az üreg belsejére érvényesek, a B pontra nem. Itt azonban a nehézségi gyorsulás számításánál az eredetileg M tömegű kisbolygó is és az üreg helyén található $M/8$ tömegű anyag is helyettesíthető egy-egy tömegponttal, tehát

$$g(B)=f\frac{M}{R^2}-f\frac{M/8}{(3R/2)^2}=f\frac{M}{R^2}\left(1-\frac{1}{18}\right)=\frac{17}{18}\,g_0.$$

Innen már könnyen adódik, hogy

$$T_B = \sqrt{\frac{18}{17}}\, T_0 = 1{,}029\ \text{s}.$$

Németh Péter (Jászapáti, Mészáros L. Gimn., 11. évf.) dolgozata alapján

90 dolgozat érkezett. Helyes 21 megoldás. Kicsit hiányos (4 pont) 22, hiányos (1–3 pont) 18, hibás 29 dolgozat.

FGy. 3150. *A folyón lefelé halad egy evezős, a parthoz képest* 8 m/s *sebességgel. Szembe jön vele egy motorcsónak, a vízhez viszonyított* 10 m/s *sebességgel. Találkozásuk után* 10 *másodperccel* 160 *méterre vannak egymástól. Mekkora sebességgel folyik a folyó?*

Közli: *Farkas László,* Keszthely

Megoldás. A találkozás után 10 másodperccel a két csónak távolsága 160 m, vagyis 16 m/s sebességgel távolodnak egymástól. Mivel a motoros sebessége a vízhez képest 10 m/s, az evezősé (ugyancsak a vízhez képest) $16-10=6$ m/s kell legyen. Másrészt az evezős sebessége a parthoz viszonyítva 8 m/s, a folyó tehát $8-6=2$ m/s sebességel folyik.

Birkner Tamás (Budapest, Deutsche Schule, 5.o.t.)

325 dolgozat érkezett. Helyes 303 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 6, hiányos (1–2 pont) 6, hibás 10 dolgozat.

CSILLAGÁSZAT

Rovatvezető: Horányi Gábor

Újdonságok, érdekességek

Az új Uránusz-holdak „keresztelője”. A Palomar-hegyi 5 méter átmérőjű távcsővel a csillagászok két új Uránusz-holdat fedeztek föl 1997. szeptember 6–7-én, és ezzel a bolygó ismert holdjainak száma 17-re nőtt. A két égitestet ideiglenesen S/1997 U1 és S/1997 U2 jelöléssel látták el. A fölfedezők pályázat útján kerestek nevet a holdaknak, és a beérkezett javaslatok közül Shakespeare „A vihar” c. művében szereplő két nevet választották. Ha a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) illetékes bizottsága is elfogadja, akkor a két hold végleges neve Caliban és Sycorax lesz.

Új csillagtávolság-rekord. A Hawaii-szigeteki Keck távcső spektrográfjának tanúsága szerint egy halvány „pacaként” észlelhető távoli galaxis fényében a vöröseltolódás $z = 5{,}64$! Ez megdönti az eddigi $z=5{,}34$-es vöröseltolódás-rekordot. (Ha a vizsgált színképvonal laboratóriumi hullámhossza λ, és a színképvonal a vöröseltolódás miatt $\Delta\lambda$-val tolódik el, akkor $z=\Delta\lambda/\lambda$. Ez kicsiny z esetén lényegében az égitest radiális sebességének és a c fénysebességnek a hányadosával egyenlő, de relativisztikus esetben, azaz jelen esetben is, az összefüggés bonyolultabb. A $z=5{,}64$-es vöröseltolódás azt jelenti, hogy – ha a vöröseltolódást Doppler-jelenséggel magyarázzuk – a galaxis távolodási sebessége a fénysebesség 0,9556-szerese, és ha a Hubble-állandót millió fényévenként 15 km/s-nak vesszük, akkor eszerint a galaxis távolsága több mint 19 milliárd fényév.)

A Leonida-meteoreső. Az amatőr csillagászok repesve várják a novemberi Leonida meteorraj gyakorisági maximumát. Ez a raj – eltérően például a közismert augusztusi Perseida rajtól – igen egyenetlen: minden 33. évben, amikor az 55P/Tempel–Tuttle üstökös napközelbe ér, a Leonidák látványos meteorzáporrá sűrűsödnek. A legutóbbi ilyen meteoreső 1966-ban volt, tehát a következő 1999-re várható – de nem lehetetlen, hogy már az idén erőteljes aktivitást fog mutatni. Az űrkutatás szakemberei emiatt kissé aggódnak, hiszen a növekvő számú kozmikus törmelék veszélyes lehet a drága űreszközökre nézve. A legtöbb cég nem kockáztat, és kikapcsolja műholdját a meteorraj tetőzésekor. Ekkor még a Hubble űrtávcső (HST) is pihenni fog.

A VLT „fényrebocsátása”. Több mint egy évtizede készült el az Európai Déli Obszervatóriumban (ESO) a Very Large Telescope (VLT) terve. Eszerint a 4 hatalmas, 8,2 m átmérőjű, párhuzamosan működő reflektor (tükrös távcső) együttesen egy 16 m nyílású távcsővel lesz egyenértékű. Az első egységre május 25. óta érkezik fény, miután a helyszínen – az észak-chilei Cerro Paranal-ban – megkapta alumínium bevonatát. Az „avatási” képek közt van az NGC 6302 jelű (Pillangó köd néven is ismert) bipoláris planetáris köd, az Omega Centauri és az M4 gömbhalmaz is. A kapott képek minősége felülmúl minden várakozást, pedig még csak a VLT első eleme működik. A további 3 elemet a tervek szerint 1999-től évenként fogják üzembe helyezni.

Makk Péter és **Csaba György Gábor**
(Veres Péter Gimnázium),
a Sky and Telescope anyagai alapján

Naprendszeren kívüli bolygók

A legtöbb ember valószínűleg már feltette magának a kérdést: egyedül vagyunk-e a Világegyetemben? Létezik-e élet a Földön kívül, kifejlődtek-e máshol is értelmes lények? Mai tudásunk szerint az általunk ismert élet csak bolygókon, esetleg nagyobb holdakon lehetséges.

Sokan meglepődnek, amikor meghallják a választ arra a kérdésre, hogy hány bolygót ismerünk biztosan az Univerzumban. A helyes válasz ugyanis nyolc: ennyi planéta van a Naprendszerben (a Plútót ma már a Kuiper-objektumokhoz – ez egy külső kisbolygó övezet – soroljuk). Ebből persze nem az következik, hogy csak Napunknak vannak kísérői. Csupán a saját galaxisunkban, a Tejútrendszerben kb. 100–200 milliárd csillag ragyog. A galaxisok becsült száma hasonló nagyságrendű. Ha átlagosan ugyanannyi csillagot tartalmaznak, mint a Tejútrendszer, könnyen belátható, hogy 10^{22} csillag között még rengeteg olyan akadhat, amelynek bolygói vannak.

Az utóbbi években nagyszerű felvételek, vagyis közvetlen megfigyelések bizonyították, hogy a bolygóképződés igen gyakori folyamat az újszülött csillagok környezetében. Az Orion-köd, az egyik legközelebbi „csillagóvoda” területén kb. félszáz olyan fiatal csillagról tudunk, amelyek körül porból és gázból álló anyagkorong húzódik. A kutatók protoplanetáris korongoknak (protoplanetary disks) nevezik ezeket az alakzatokat. Ilyen korongból születhettek meg 4,6–5 milliárd évvel ezelőtt a Naprendszer bolygói is.

De miért csak nyolc bolygóról tudunk biztosan? A válasz nyilvánvaló: mivel a bolygóknak nincs saját fényük és viszonylag kis méretűek, jelenlegi műszereinkkel nem tudjuk megfigyelni Naprendszeren kívüli, távoli képviselőiket. Ezen a ponton drámai fordulatot vehetne ez az írás, mivel lehetséges, hogy az előbbi kijelentés már nem állja meg a helyét. 1998 nyarának elején szenzációs bejelentés járta be a világot, miszerint lefényképeztük az első Naprendszeren kívüli planétát, egy 2–3 Jupiter-tömegű gázóriást. A nagyszerű teljesítmény természetesen a Hubble-űrtávcső (Hubble Space Telescope, HST) nevéhez fűződik. Ennek az eseménynek a hatására választottam az aktuális internetes ajánlat témáját is.

Mégis, egyelőre legyünk óvatosak: a felfedezők is hangsúlyozzák, hogy további vizsgálatok szükségesek a dolog megerősítéséhez. Ha a szóban forgó objektum valóban bolygó, akkor a HST felvétele történelmi jelentőségű lesz. Eddig ugyanis – s valószínűleg még sokáig így lesz – csak közvetett megfigyelésekkel fedeztünk fel Naprendszeren kívüli bolygókat. Általában a csillag mozgásában fellépő periodikus ingadozások utalnak egy „láthatatlan” kísérő jelenlétére. A csillag pályájának elemzéséből a feltételezett bolygó tömege is kiszámítható.

Jelenleg (1998. július 22.) 11 olyan „bolygógyanús” objektumról tudunk, amelyek normális, fősorozati csillagok körül keringenek, de ismerünk pulzárok, vagyis gyorsan forgó neutroncsillagok körüli bolygójelölteket is (ezek száma kettő). Valószínűleg bolygó kering az Aldebaran, egy vörös óriáscsillag körül is. E bolygók mindegyike óriásbolygó, vagyis a mi Jupiterünkhöz hasonló égitest.

Általában 13 Jupiter-tömegnél húzzák meg a bolygó-kategória határát. Efelett a barna törpék, amolyan „torzszülött” csillagok következnek. Tömegük (0,08 naptömegnél kisebb tömeg) nem elégséges ahhoz, hogy magjukban megindulhassanak a magfúziós folyamatok. A barna törpék így átmenetet képeznek a törpecsillagok és az óriásbolygók között. Jelenleg 11 ilyen objektumról tudunk. E felfedezések jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni; bár ezek a planéták valószínűleg nem alkalmasak élet hordozására, szinte biztos, hogy kőzetbolygók is születnek, illetve születtek más rendszerekben. A jövő műszereire vár a feladat, hogy megtalálják őket. E bolygók között valószínűleg olyanok is akadnak, amelyeken a környezeti tényezők megfelelnek az általunk ismert életformák számára. Nem lehetünk egyedül ebben a hatalmas Világegyetemben!

Naprendszeren kívüli bolygók a hálózaton

`http://oposite.stsci.edu/pubinfo/pr/1998/19/` – Hubble Takes First Image of a Possible Planet Around Another Star and Finds a Runaway World. Az első kép egy Naprendszeren kívüli bolygójelöltről! A magyar nyelvű fordítás az AKG Csillagászati szakkörének honlapján található: http://supernova.akg.hu/hst/prc98-19/x.html

`http://wwwusr.obspm.fr/departement/darc/planets/encycl.html` – Extrasolar Planets Encyclopaedia. Ezeken az oldalakon mindent megtalálhatunk a témával kapcsolatban: a friss híreket, katalógust, tudományos publikációkat, konferenciák jegyzékét stb.

`http://www.jtwinc.com/Extrasolar/mainframes.html` – Extrasolar Visions. Igen látványos és gazdag oldalak, ahol művészi ábrázolások segítségével „meglátogathatjuk” a Naprendszeren kívüli bolygókat.

`http://www.astronautica.com/main.htm#wrmls` – OTHER WORLDS, DISTANT SUNS. Igen gazdag oldal, ahol a legfrissebb hírektől a wrml-szimulációkig mindennel találkozhatunk.

http://www.princeton.edu/~willman/planetary_systems/ – Known Planetary Systems. Az eddig felfedezett naprendszerek táblázatszerű összefoglalója.

http://www.aspsky.org/html/tnl/19/19.html – The Search for Planets Around Other Stars. Ezen az oldalon lényegretörő, rövid válaszokat kaphatunk a témával kapcsolatos leggyakoribb kérdésekre.

http://oposite.stsci.edu/pubinfo/pr/94/24.html – „Proplyds" in Orion Nebula. Protoplanetáris korongok az Orion-ködben. A Hubble-űrtávcső felvételei.

http://oposite.stsci.edu/pubinfo/pr/1998/03/ – Astronomers Have Found A New Twist In A Suspected Protoplanetary Disk. A Béta Pictoris porkorongja – a szabálytalanságok bolygó(k) jelenlétére utalnak. A magyar nyelvű fordítás az AKG Csillagászati szakkörének honlapján található.

http://pwp.starnetinc.com/waltm/cgraphics/ – Possible Worlds. Egy csodálatos oldal, ahol gyönyörű rajzok segítségével idegen világokra látogathatunk el, de kalandozhatunk a Naprendszerben is.

http://www.reston.com/astro/extrasolar.html – Extrasolar Planetary Systems. Nagy linkgyűjtemény, amely két évre visszamenőleg az egyes felfedezések bejelentésével kapcsolatos cikkeket is tartalmazza.

http://www.astro.psu.edu/users/pspm/planets.html – Pulsar Planets. Pulzárok bolygói – színes oldal, jó ábrákkal és közérthető magyarázatokkal.

http://laog.obs.ujf-grenoble.fr/~listserv/exoplanets/ – Forum on extrasolar planets Archives. Végül egy érdekesség: bepillanthatunk a kutatók elektronikus leveleibe.

Mindenkinek jó kutatást kívánok! Írjátok meg a lapnak, miről szeretnétek információkat a következő számban, vagy küldjetek nekem E-mailt (tom@gedeon.akg.hu)!

Simon Tamás

A mérési feladatok megoldása

193. *Határozzuk meg, hogy egy színházi látcsőbe nézve milyen irányban lévő tárgyakról láthatunk képeket és mekkora a nagyítás! Függ-e a nagyítás a tárgy távolságától?*

Közli: *Radnai Gyula,* Budapest

Megoldás. *Hegedűs Ákos* (Pécs, Ciszterci Nagy Lajos Gimn., 10. o.t.) egy deszkára zsírkrétával 5 cm-enként jeleket tett, majd megfigyelte, hogy különböző távolságokban elhelyezve a deszkát annak mekkora darabja „fér bele" a látcső látómezejébe. A deszka távolságát mérőszalaggal mérte, majd kiszámította a látószöget. A távolságmérések hibájának nagyságrendjéből becslést adott a kiszámított látószög mérési hibájára is. A nagyítást úgy mérte meg, hogy elkészítette a távcső mérethű vázát kartonpapírból, majd megismételte az előző látószögmérést a lencse nélküli „távcsővel". A két látószög aránya megadja a szinházi távcső szögnagyítását. Azt tapasztalta, hogy a t tárgytávolság növelésével az N szögnagyítás kis mértékben csökken: 2–6 m-nél $N \approx 2{,}5$, míg 10–18 m-es tárgytávolságoknál $N \approx 2{,}0$. Ugyanilyen jellegű távolságfüggést figyelt meg *Ivády Balázs* (Kazincbarcika, Ságvári E. Gimn., 11. o.t.) is, és ezt a látcső élességbeállítási lehetőségének tulajdonította. Mások azt tapasztalták, hogy a szögnagyítás a mérési hibahatáron belül *nem* függ a tárgy távolságától.

Péterfalvi Csaba (Szekszárd, Garay J. Gimn., 11. o.t.) egy diavetítő segítségével „pontszerű fényforrást” hozott létre. Egy üveges diakeretbe olyan alumíniumfóliát helyezett, melyen előzőleg egy tűvel kicsiny lyukat szúrt. Ezen a lyukon áthatoló fénysugarat (keskeny sugárnyalábot) keresztülbocsátotta a távcsövön, és mérte annak szögeltérülését egy fekete ernyő segítségével. Azt tapasztalta, hogy a szögnagyítás a távcső tengelyéhez viszonyított szög függvényében 6° körül gyenge minimumot mutatott, és ebből a távcső leképezési hibáira következtetett.

28 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Friedl Zita, Hegedűs Ákos, Ivády Balázs, Péterfalvi Csaba és Sarlós Ferenc, 5 pontot Tamás Levente. Hiányos (1–4 pont) 15, hibás 7 dolgozat.

194. *Tanulmányozzuk, hogyan ég a vízben úszó, alján nehezékkel ellátott gyertya! Mérjük meg, hogyan változik a nehezék és az edény alja közötti távolság az idő függvényében! Mennyire tér el a kialudt gyertya tömege az* FGy. 3062. *számú feladat (a* KöMaL, 1997. *decemberi számában) közölt megoldása alapján számított értéktől? Végezzük el a mérést legalább két különböző vastagságú gyertyával!*

Közli: *Honyek Gyula,* Budapest

Megoldás. *Máthé András* (Budapest, ELTE Apáczai Csere J. Gyak. Gimn., 10. o.t.) először a felesleges (és szabálytalan) részek levágásával körhenger alakúvá tette a gyertyát, majd vízkiszorítás és tömegmérés segítségével meghatározta a sűrűségét. Nehezéknek gyurmát választott, mert az finoman adagolható, könnyen eltávolítható, de magától hosszú ideig rajtamarad a gyertyán. A nehezék mennyiségét úgy választotta, hogy minél rövidebb rész lógjon ki a vízből, de azért ez a hossz mérhető legyen; így a mérés ideje csökkenthető.

A továbbiakban megmérte, hogyan változik a meggyújtott, vízben úszó gyertya nehezékének magassága az idő függvényében. Ez a függvény (összhangban az elméleti várakozással) közel lineárisnak adódott, bár a meredeksége a mérés kezdeti szakaszában észrevehetően ingadozott. Ez feltehetően a lángmagasság változásának, a még nem eléggé egyenletes égésnek tulajdonítható. A versenyző sok érdekes részletet figyelt meg a gyertya fogyása (mintegy 5 órányi idő) alatt. A lángmagasság a kezdeti 2 cm-ről fokozatosan 3, majd 4 cm-re nőtt, közben a folyékony viaszból a láng tövénél kicsiny medence alakult ki, melyből később „kicsapott”, kifolyt az olvadék a vízbe, ahol rögtön megszilárdult. a meggyújtást követően kb. a 4. órában a láng alja elérte a víz szintjét, de a kialakult „gallér” miatt a láng nem aludt ki, hanem majdnem háromnegyed óráig égett még. Amikor a víz bejutott a viaszkráter belsejébe, a láng elaludt és a gyertya azonnal elsüllyedt. Tömege ekkor a hivatkozott feladat alapján számolható 27 g helyett mindössze 20 g volt! A nagy eltérés oka a viaszkráter felhajtóerejében és (kisebb gyertyáknál) a felületi feszültség hatásában kereshető. A 30–40 %-os eltérés egyértelműen meghaladja a közvetlen mérési adatok pontatlanságából eredő (kb. 5 %-osra becsülhető) hibát, tehát szisztematikus hibának tekinthető.

21 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Friedl Zita, Hegedűs Ákos, Ivády Balázs, Máthé András, Sarlós Ferenc és Tamás Levente. Kicsit hiányos (5 pont) 2, hiányos (1–4 pont) 9, hibás 4.

Fizikából kitűzött gyakorlatok és feladatok*

200. mérési feladat. A TV készülék távirányítója láthatatlan, infravörös fényt bocsát ki. Vizsgáljuk meg, hogy mennyire engedik át és mennyire verik vissza papírlapok ezt a fényt!

(6 pont) Közli: *Horányi Gábor,* Budapest

FGy. 3184. A hóval borított sportpályát egy tolólapátos erőgéppel takarítják. A gép állandó sebességgel halad, és eközben az előtte levő havat a pálya szemközti oldalára tolja. A pálya hossza kétszerese a szélességének.

Hogyan mozogjon a gép a pályán, hogy a végzett munka kevesebb legyen: keresztben, vagy hosszában? Mennyi a munkák aránya?

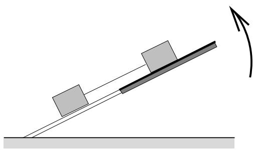
(3 pont) (**Á**) Közli: *Farkas László,* Keszthely

FGy. 3185. Egy tanuló sorba kapcsolt négy egyforma 1,5 V-os elemet és egy 6 V-os akkumulátort. Az így kapott „telepre” rákötött egy 6 Ω-os ellenállást. Ezen az ellenálláson is 6 V lett a feszültség. Ezek után 1,2,3 majd 4 elemet vett ki az áramkörből, és meglepődve tapasztalta, hogy az ellenálláson a feszültség mindegyik esetben 6 V maradt. Kis gondolkodás után rájött, hogy nincs ebben semmi ördöngösség. Miért?

(4 pont) (**Á**) Közli: *Radnai Gyula,* Budapest

FGy. 3186. Egyatomos ideális gáz állandó nyomáson tágul, miközben energiája 3 kJ-lal megnő. Mennyi munkát végez? Mennyi hőt vesz fel?

(3 pont) Közli: *Ujhelyi László,* Budapest



FGy. 3187. Vízszintes helyzetű deszkán két, egyenként 2 kg tömegű test nyugszik. A testeket elhanyagolható tömegű, feszes fonál köti össze. A deszka egyik végét lassan emelni kezdjük. Az alul levő testnél a súrlódási együttható 0,2, a felül levőnél 0,5. Mekkora erő feszíti a fonalat, amikor a testek már csúsznak?

(4 pont) Közli: *Kotek László,* Pécs

---

* Beküldhető a mérési feladat és legfeljebb 5 (szabadon választható) elméleti feladat.

FGy. 3188. A kis herceg hátizsákkal érkezik egy kisbolygóra. A következő három megfigyelésből ki tudja számítani a bolygó sűrűségét:

a) A Földön hátizsákjával együtt negyed olyan magasra tudott ugrani, mint anélkül.

b) A bolygón hátizsákjával k-szor olyan magasra tud ugrani, mint amennyit közben a bolygó elmozdul.

c) A bolygó körüli körpályára állítva a hátizsákját, azt t idő múlva kapja el.

Mennyi a bolygó sűrűsége?

(4 pont) Közli: *Simon Péter,* Pécs

FGy. 3189. Egy diák A Hale–Bopp üstökösről 4 perces expozíciós idővel készített felvételeket. A Föld forgásának következtében a képen a csillagok „csíkot húztak” maguk után.

Becsüljük meg a következő adatokból a Föld forgási szögsebességét: A fényképezőgép objektívjének fókusztávolsága 300 mm, a negatívokról 4-szeres nagyítást kért, ezen az egyik csillag nyomát 23 mm-nek mérte.

(4 pont) Közli: *Friedl Zita,* Sopron, Széchenyi I. Gimn.

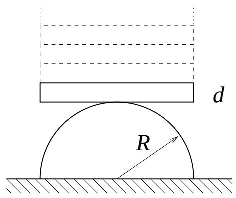
FF. 3190. Hol kell felfüggeszteni egy homogén tömegeloszlású rudat, hogy az így kapott fizikai inga lengésideje a lehető legkisebb legyen?

(5 pont) Közli: *Pál András,* Budapest

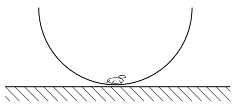
FF. 3191. Állandó ω szögsebességgel forgatunk egy vékony fémrudat a középpontján átmenő és a rúdra merőleges forgástengely körül, a forgástengellyel párhuzamos homogén mágneses mezőben. Milyen töltéseloszlás alakul ki a rúd belsejében?

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

FF. 3192. Helyezzünk el egy dominót egy, a lapján fekvő félhenger tetejére az *ábrán* látható módon. Ha a dominót kis szöggel kitérítjük, majd elengedjük, periodikus, billegő mozgást végez a félhenger tetején. Hány dominót helyezhetünk egymás tetejére úgy, hogy ilyen billegések létrejöhessenek? Mekkora lehet egy $2R$ hosszú dominó legnagyobb szögkitérése, hogy még éppen ne csússzon le a félhengerről, ha közöttük a tapadó súrlódási együttható $\mu=0{,}1$? (A dominó vastagsága $d=5$ mm, a henger sugara $R=3$ cm.)



(6 pont) Közli: *Holics László,* Budapest



FF. 3193. M tömegű, R sugarú, vékony félgömbhéj aljáról egy m tömegű bogár mászik fel a félgömbhéj belsejében, egészen annak felső pereméig.

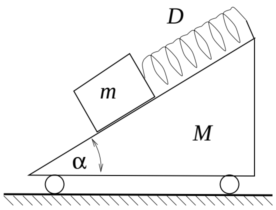
a) Mekkora munkát végez?

b) Legalább mekkora a tapadási súrlódási tényező a bogár és a félgömbhéj között, ha a bogár fel tud mászni?

c) Van-e szerepe a vízszintes asztal és a félgömbhéj közötti súrlódásnak?

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

FN. 3194. Mekkora frekvenciával rezeg az *ábrán* látható M tömegű test, ha a súrlódás mindenütt elhanyagolható? *(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: **1998. november 11.**

Physics

Experimental problem: 200. The remote control handset of the TV set emits invisible infrared radiation. Examine to what extent different sheets of paper let this radiation through or reflect it.

New exercises: 3184. A sports field covered with snow is cleared using a snow-plough that travels at a uniform speed and pushes the snow in front of it to the opposite side of the field. The field is twice as long as it is wide. How should the machine move in the field to minimise the work done: crossways or lengthways? What is the ratio of these works? **3185.** A student connects four identical cells of 1.5 V each and an accumulator of 6 V in series. He connects a resistor of 6 Ω to this 'battery', the pd across this resistor is also 6 V. He then takes away 1, 2, 3 and then 4 cells from the circuit and is surprised to see that the pd across the resistor remains 6 V in each case. After some reasoning, he realises that there is nothing surprising in this. Why? **3186.** A monatomic ideal gas expands at a constant pressure, while its energy increases by 3 kJ. How much work does it do? How much heat does it take up? **3187.** Two bodies with a mass of 2 kg each are at rest on a horizontal board. The bodies are joined by a tight thread of negligible mass. One end of the board is slowly lifted. The coefficient of friction is 0.2 for the body at the bottom and 0.5 for the one at the top. What force stretches the thread when the bodies already slide? **3188.** The little prince arrives at a planet with a small back-pack. He can calculate the density of the planet using the following three observations: a) On the Earth, he could jump four times as high without his back-pack than with it. b) On this planet, he can jump k times as high with his back-pack than the distance covered by the planet in the meantime. c) Sending his back-pack on orbit around the planet, he can catch it in time t. What is the density of the planet? **3189.** A student made pictures of the comet Hale–Bopp with an exposition time of 4 minutes. Due to the rotation of the Earth, the stars made 'streaks' in the pictures. Estimate the angular velocity of the rotation of the Earth using the following data: the focal length of the objective of the camera is 300 mm, the enlargement of the negatives is 4-fold and he measures the trace of a star to be 23 mm.

New problems: 3190. Where should a rod of homogeneous mass distribution be hung so that the period of this pendulum is the minimum possible? **3191.** A thin metal rod is rotated at a constant angular velocity ω about an axis crossing the middle of the rod and perpendicular to the rod, in a magnetic field parallel to the axis of rotation. What is the charge distribution inside the rod? **3192.** Place a domino on top of a half-cylinder lying on its flat face as shown in the *figure*. When the domino is deviated by a small angle and then released, it starts a periodic oscillation on top of the half-cylinder. How many dominoes can be placed on top of each other to allow such oscillations? What can the maximum deviation be so that the dominoes do just not slip from the half-cylinder if the static coefficient of friction between them is $\mu = 0.1$? (The thickness of a domino is $d = 5$ mm, the radius of the cylinder is $R = 3$ cm.) **3193.** A beetle of mass m climbs from the bottom of a thin hemispherical shell of radius R and mass M to its top rim. a) What work does it do? b) What is the minimum static coefficient of friction between the beetle and the hemispherical shell if the beetle can climb? c) Does the friction between the horizontal table and the hemispherical shell play any role? **3194.** What is the frequency of the oscillation of the body of mass M shown in the *figure* if all frictions are negligible?

Ifjú űrkutatók kalandjai, avagy beszámoló az 1998-as győri űrtáborról

Arra riadtam fel, hogy a szemben ülő férfi kelteget, és külföldi kiejtéssel azt mondja: Szopron. Az ablakon kinézve megpillantottam az ismerős soproni vasútállomás épületét. Leszállásra készülés közben végigpörögtek bennem az emlékek. Eszembe jutott, amikor fizikatanárnőm megkérdezte, hogy lenne-e kedvem részt venni a Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) által „Kedvenc bolygóm” címmel meghirdetett pályázaton. Felrémlett a postáskisasszony arca, amikor a beküldési határidő napján a zárás előtt átnyújtottam neki a hosszas munka után létrejött tíz oldalt; az öröm, amikor közölték, hogy hatodik lettem, és részt vehetek Az ötödik magyar ifjúsági űrtáborban. A tábor idén Győrben rendezték meg augusztus 17–22. között. Mint később kiderült, a 170 pályázóból több mint 70 tanuló jött el az ország különböző területeiről, sőt a határon túlról is érkeztek néhányan.

Hétfőn egyedül, magányosan léptem be a győri kollégium ajtaján, de szombaton egy hatalmas család tagjaként búcsúzkodtunk a pályaudvaron. Már hétfő délután – a megnyitó után azonnal – elkezdődött az előadássorozat, amely szombat délelőtt egy nagyon jó vetélkedővel ért véget. Olyan emberekkel találkozhattunk, akik a Szovjetunióban, Amerikában és Magyarországon dolgoztak és dolgoznak, s meséltek kutatásaikról, élményeikről. Szondát építettünk, jártunk a Holdon, a Jupiter holdjain és a Marson, Földet s óceánt figyeltünk miközben űrbetegséget gyógyítottunk és kószáltunk a világűrjog útvesztőiben. Kedden és szerdán a győri csillagdából figyeltük az űrt, csütörtökön pedig GPS (műholdas helymeghatározási) mérést végeztünk a Fertő-tavi Nemzeti Parkban. Csapatokban dolgoztunk a hét folyamán, s a csapatok versenye szombaton Both Előd által tartott érdekes vetélkedővel ért véget. Én a Neumann János fedőnevű csapatba kerültem – (csapatonként átlag 12 fő volt), a hosszú küzdelem után örömmel vettük át az első helyezettnek járó díjat. Nagyon sok előadó (összesen 27) nevét kellene megemlítenem, de én mégis Fülep Dani és Döme Vera élménybeszámolóját emelném ki. Ugyanis a MANT pályázatán résztvevők nem csak ebbe a táborba juthatnak be, hanem a legelső lány és fiú kijut a nemzetközi űrtáborba, amely Amerikában, Huntsville-ben kerül megrendezésre. Idén ők ketten vettek részt ezen, és szerintem nagyon érdekes volt a másfél órás beszámolójuk.

Természetesen nemcsak ezekből állt az életünk, jutott időnk a szórakozásra is a kemény munka mellett. A házirend alapján este tízkor volt takarodó, de még a táborvezető(k?) sem tartották be, így nem volt akadálya a hajnalba átnyúló közös játékoknak és beszélgetéseknek sem. Természetesen ez nem mindenkire vonatkozott, a kisebbek – sőt a „nagyok” közül is néhányan – korábban elmentek aludni. De megvolt a másik véglet is: Gergő 65 órán keresztül csak egyszer aludt, másfél órát. Egy kb. húsz fős társaság tagjaként péntek éjjel születésnapi partit rendeztünk Fédrának és Szabinának. Ez és a hét egyéb eseményei annyira összehozták ezt a csoportot, hogy úgy döntöttünk, decemberben újra találkozni fogunk egymással.

Még hosszasan írhatnék az előadásokról, a társaságról, sok vidám dolgot is mesélhetnék, de inkább elmondom neked, hogyan juthatsz el ide. Azaz nem Győrbe és nem az ötödik magyar ifjúsági űrtáborba, de máshova és a hatodik űrtáborba. Nem kell mást tenned, mint figyelni a szakújságokban a MANT pályázatának hirdetését, és eredményesen részt venni rajta. A beküldési határidő után hamarosan levél fog érkezni, a tábori jelentkezési lappal. Ezt visszaküldve és a pénzt befizetve nincs más dolgod, mint számolni a tábor kezdetéig hátralévő napokat. És felejthetetlen élményekben lesz részed. . .

Köszönetet szeretnék mondani Dr. Abonyi Ivánnénak és a többi rendezőnek, hogy segítettek abban, hogy az azonos érdeklődésű diákok egy hétre tényleg „az űrben” érezhessék magukat.

Bacsárdi László 10. o.t.
Sopron, Széchenyi I. Gimn.