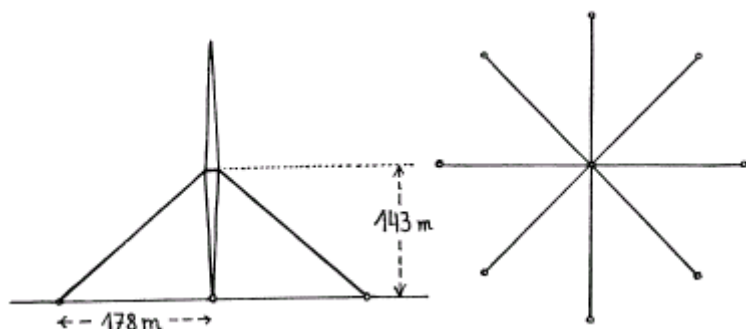


Praktikus fizikapéldák

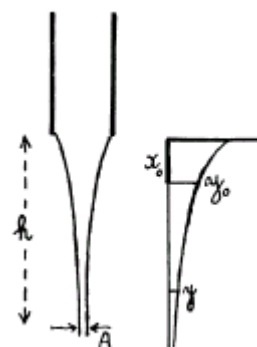
A cím magyarázatra szorul. A fizikai feladatok rendeltetése elsősorban a törvényeknek és ezek alkalmazásának begyakorlása. Praktikus feladat címen olyan feladatok közül kerül néhány bemutatásra, amelyek tartalmuknál fogva, a benne szereplő adatok miatt tanulságosak.



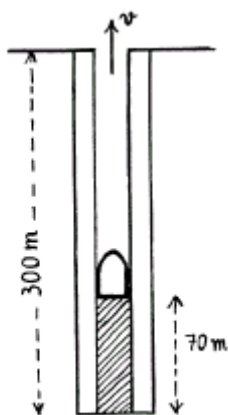
1. ábra

1. A lakihegyi rádióantenna (1. ábra). A nyolc tartókötél mindegyike 143 méterről indul ki és 178 méter távolságban van lehorgonyozva. Mindegyik drótkötelet 320 meganewton (32 Mp) erővel feszítették ki. Mekkora erő szorítja az antennát a földhöz? (160 Mp, azonkívül még 180 Mp önsúly.)

2. A nehézségi gyorsulás mérése vízsugárral. Diapozitívvetítő kondenzora előtt vékonyra kihúzott üvegcsőből, vízcsapból származó lassú vízsugarat engedünk kifolyni. Ismerve a nagyítás mértékét, meghatározhatjuk a vízsugar méreteit (2. ábra). Ha a vízsugar a cső végéről lassan indul el, akkor további mozgása gyakorlatilag szabad esés. A sebesség az A keresztmetszet helyén $v = \sqrt{2gh}$. A sebesség meghatározása érdekében megmérjük, hogy 5–10 másodperc alatt mennyi víz folyik egy mérőhengerbe. Az 1 másodpercnyi vízmennyiség egyenlő az A -terület és v sebesség szorzatával. Ezután $v = \sqrt{2gh}$ alapján számítható g . Példák számadatokra: $h = 4$ cm, az átmérő A -nál 2 mm és a kiáramló vízmennyiség $28 \text{ cm}^3/10 \text{ s}$.



2. ábra

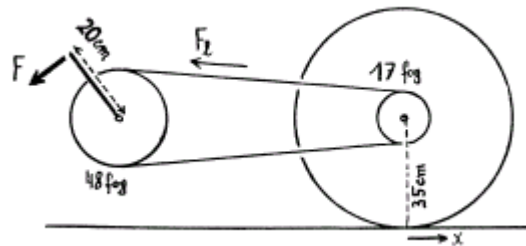


3. ábra

A vízsugar határvonalának az egyenlete könnyen levezethető. A πy^2 keresztmetszet-terület és a $\sqrt{2gx}$ sebesség fordítva arányosak: $\pi y_0^2 = \sqrt{2gx_0}$ és $\pi y^2 = \sqrt{2gx}$. Innen a vízsugar határvonalának függvénye: $y = K/\sqrt[4]{x}$. A függvény elemzése mutatja, hogy a kezdősebesség elhanyagolása megengedhető. (Selényi Pál: Matematikai és Fizikai Lapok. 1917. I-III, 46. o.)

3. Verne holdágyúja az Utazás a Holdba című regényben (3. ábra). A földbe függőlegesen leásott 300 méter mély lyuk belső átmérője 2,7 méter, a vasból öntött fal vastagsága 2 méter. A 70 méter magas, 200 tonnás nitrocelluloze-tölteten van a lövedék, amelynek

270 méteres út megtétele után kell 11 km/s sebességet elérnie. Mennyi a gyorsulás és a mozgás időtartama? (263 000 m/s², 0,0418 s.)



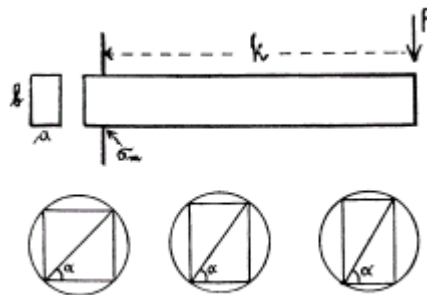
4. ábra

4. Kerékpár (4. ábra). A láb a 20 cm hosszú pedál végét F erővel nyomja, a forgatónyomaték $20F$. Az r sugarú lánckerék a pedállal közös tengelyen forog, a lánchúzóereje számára ugyanannyi a forgatónyomaték: $rF_L = 20F$. Tehát a láncot $F_L = 20F/r$ erő húzza. Ekkora a húzóerő a 17 fogú, tehát $17r/48$ sugarú kis fogaskerék kerületén is. A hátsó kerék $F_L \cdot 17r/48 = 20 \cdot 17F/48$ forgatónyomatékot kap. Ugyanez működik a 35 cm sugarú kerék kerületén is: $35x = 20 \cdot 17F/48$. A kerékpárt toló erő:

$$x = \frac{20}{35} \cdot \frac{17}{48} \cdot F.$$

A sugarak és fogszámok aránya a lényeges. Az áttétel csökkenti F erőt, de fokozza az utat. Ez így hasznos. Egy 10 km-es kerékpárút folyamán nem kell lábunknak a levegőben 10 km-t körbe forogni.

5. A legjobb gerenda (5. ábra). Egy $2r$ átmérőjű hengeres fatörzsből a , b oldalhosszúságú hasábalakú gerendát kell kifaragnunk, amelyet egyik végén befalazunk. k erőkar végén F lehajlító erő működik. A nyújtási modulus E . Mértani követelmény, hogy $a^2 + b^2 = 4r^2$.



5. ábra

Mikor marad meg a fából a legtöbb anyag? Ha az alak négyzetes, $\text{tg } \alpha = b/a = 1 = \sqrt{1}$.

Mikor keletkezik a befalazás helyén a legkisebb σ_m veszélyes rugalmas feszültség?

$\sigma_m = 6kF/ab^2$. Ez akkor legkisebb, ha $\text{tg } \alpha = b/a = \sqrt{2}$.

Mikor lesz a legkisebb a gerenda végének a lehajlása? $\lambda = 4Fk^3/Eab^3$. Ez akkor a legkisebb, ha $\text{tg } \alpha = b/a = \sqrt{3}$.

6. Az árapály keletkezése (6. ábra). Az M tömegű Nap körül R sugarú pályán kering a Föld. A Föld középpontjára nézve érvényes, hogy a gyorsulás a tömegvonzás következménye:

$$\omega^2 R = \frac{fM}{R^2}, \quad \omega^2 = \frac{fM}{R^3}.$$

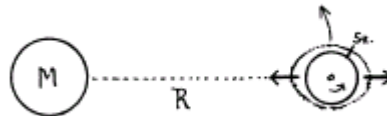
Ez az egyenlőség a Föld középpontjára érvényes. A Nap felőli oldalon a vonzóerő gyorsulása nagyobb, mint amennyi a gyorsításhoz kell, a különbség:

$$\frac{fM}{(R-r)^2} - \omega^2(R-r)^2 \approx 3 \cdot \frac{fM}{R^2} \cdot \frac{r}{R}.$$

A túlsó oldalon a vonzóerőből származó gyorsulás kisebb, mint amennyi a körön tartáshoz kell, a különbség ismét ugyanannyi:

$$-\frac{fM}{(R+r)^2} + \omega^2(R+r)^2 \approx 3 \cdot \frac{fM}{R^2} \cdot \frac{r}{R}.$$

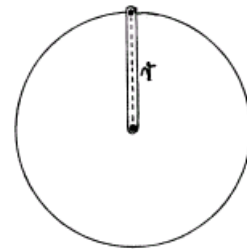
Tehát elméletileg az egész Földet egy víz-ellipszoid veszi körül változatlan helyzetben. Ebben forog a Föld és a sziget (Sz.) egyszer nagyobb, egyszer kisebb mértékben áll ki a vízből.



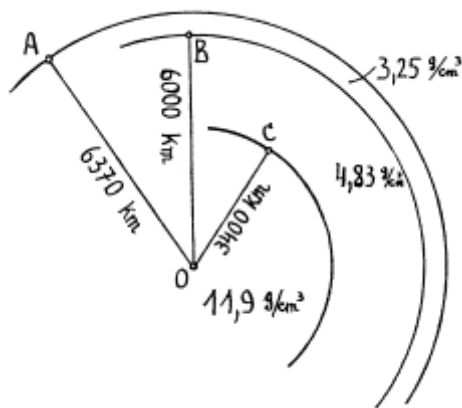
6. ábra

7. A Napba esés ideje (7. ábra). A bolygó R sugarú pályán T_0 idő alatt kering a Nap körül. Egy rádiusz menti Napba esés egy egyenessé alakult Kepler-ellipszisnek tekinthető, amelyen a keringési idő a Napba esés x idejének a kétszerese és az ellipszis fél nagytengelye $R/2$. Kepler III. törvénye szerint:

$$T_0^2 : (2x)^2 = R^3 : (R/2)^3. \text{ Innen } x = T_0 / \sqrt{32} = T_0 / 5,657 = 64,6 \text{ nap.}$$



7. ábra



8. ábra

8. A Föld belsejének tudományos számítások céljából elfogadott modellje (8. ábra). A belső mag 3470 km-ig terjed, sűrűsége $11,9 \text{ g/cm}^3$; a középső réteg 6000 km-ig terjed, sűrűsége $4,83 \text{ g/cm}^3$; a külső réteg határa 6370 km, sűrűsége $3,25 \text{ g/cm}^3$.

Kérdések. Mennyi a Föld tömege ($5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$), átlagos sűrűsége ($5,52 \text{ g/cm}^3$), tehetetlenségi nyomatéka ($8,265 \cdot 10^{37} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$)? Mennyi a gravitációs gyorsulás A, B, C pontokban? ($9,81 \text{ m/s}^2, 9,86 \text{ m/s}^2, 10,42 \text{ m/s}^2$.) Hogyan változik ezek között?

A Föld tengely körüli forgásának ideje 23 óra 56 perc. Mennyi a Föld mozgási energiája tengely körüli forgása következtében? ($1,76 \cdot 10^{29} \text{ joule} = 4,88 \cdot 10^{22} \text{ kWh}$.)

9. Magyarország elektromos erőműveinek teljesítőképessége 1977-ben 4300 MW, a termelés $23,4 \cdot 10^9 \text{ kWh}$ volt, a lakosság létszáma $10,6 \cdot 10^6$ volt. Mekkora tényleges teljesítmény jutott 1 lakosra és az erőművek teljesítőképessége hány százalékgig volt kihasználva? (252 watt, 62 %.)

10. Az egész világ elektromos energiatermelése 1973-ban $6000 \cdot 10^9 \text{ kWh}$, a lakosság $3,85 \cdot 10^9$ volt. Mekkora teljesítmény jutott 1 emberre? (178 watt.)

11. A napfény minden cm^2 -re 0,15 wattot sugároz. A napelemek 10 %-os hatásfoka mellett mekkora területen lehetne az emberiség évi $6000 \cdot 10^9$ kWh elektromosenergia-szükségletét begyűjteni? (Napi 12 órára számítva $1,37 \cdot 10^6$ MW-ról van szó, ez $9130 \text{ km}^2 \approx 100 \text{ km} \cdot 100 \text{ km}$ nagyságú területen összejönne; 1 emberre $2,37 \text{ m}^2$ volna szükséges.)

12. Egy eperszem átmérője 8 mm, 5 %-os cukoroldatot tartalmaz. A cukor égéshője 8000 cal/g , a szervezet hatásfoka 30%. Az eperszem felszedéséhez a 30 kg-os felsőtestet 1,2 méterrel kell lehajlítani. Az ehhez szükséges energiát megkapjuk-e az eperszem elfogyasztásával? (A térfogat $0,269 \text{ cm}^3$, ebben $0,0134$ gramm cukor van, ami $107,5 \text{ cal} = 452$ joule energiát jelent, de a hatásfok következtében csak 136 joule hasznosítható. A lehajláskor, helyesebben az utána történő felegyenesedéskor a munkavégzés $30 \cdot 1,2 \cdot 9,8 = 353$ joule. Három eperszemért lehajolni már kifizetődő.)

13. Az *Archilochus colubris* nevű, hízóttan 4 gramm tömegű kolibrimadár 18 óra alatt repül el a 800 km széles Mexikói-öböl felett, miközben 30 %-os hatásfokú szervezete 2 gramm, 8000 cal/g égéshőjű zsiradékot használ fel. Mennyi a munkavégzés? ($20 \cdot 160$ joule.)

14. Vándorló madarak megállás nélkül repülnek el 2000 km távolságban a Szahara felett 60 óra alatt. Mennyi a sebességük? ($33,3 \text{ km/h}$.)

15. A vékonycsőrű hojsza nevű madár (*Puffinus tenuirostris*) pontosan 1 év alatt repüli körül a Földet Tasmania—Japán-tenger—Alaska—Hawai—Tasmania útvonalon, $45 \cdot 10^4$ km-t megtéve. Mennyi az 1 napra jutó átlag? (123 km .)

16. 4,5 voltos zseblámpaelem 7,7 Ft-ba kerül. Becslés szerint egy kis izzólámpát 5 óráig képes 0,2 amperrel égetni. Mennyibe kerül így 1 kWh? (1711 Ft .)

17. A 120 grammos zseblámpaelem $4,5 \cdot 10^{-3}$ kWh energiájával milyen magasra volna képes felugrani? ($13 \cdot 10^3$ méter.)

18. Hogyan olcsóbb a tűzgyújtás? Gyufával vagy egy villanyrezsó izzó drótján? Adatok: 1 doboz (50 szál) gyufa ára 40 fillér, 600 wattos villanymelegítővel 10 sec alatt meggyújtható egy papírdarab és 1 kWh ára 1 Ft. (Gyufával 0,8 fillér, árammal 0,16 fillér.)

19. Távvezetékek költségeinek összehasonlítása. A vörösréz sűrűsége $8,9 \text{ g/cm}^3$, fajlagos ellenállása $0,017 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, ára 24 Ft/kg; az alumínium sűrűsége $2,7 \text{ g/cm}^3$, fajlagos ellenállása $0,026 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, ára 32 Ft/kg. Távvezetéseink hossza 100 km, átmérője 18 mm. Mennyi mindegyik távvezeték ellenállása, tömege, ára? (Vörösréznél $6,7 \text{ ohm}$, 226 tonna, 5,43 MFt; az alumíniumnál $10,2 \text{ ohm}$, 68,6 tonna, 2,2 MFt.) Milyen vastagra kell választani az alumínium-távvezeték átmérőjét, hogy ellenállása szintén $6,7 \text{ ohm}$ legyen? Mennyi ennek a távvezetéknek a tömege és ára? ($22,2 \text{ mm}$, 104 tonna, 3,33 MFt.)

20. A 220 voltos, 15 wattos izzólámpa wolframszálának hossza 75 cm, átmérője $0,015 \text{ mm}$. A szál $0,06 \text{ mm}$ -es sűrűséggel van spirálozva $0,5 \text{ mm}$ vastag spirállá. Érdemes mikroszkópon megnézni. A wolfram sűrűsége $19,3 \text{ g/cm}^3$, fajlagos ellenállása $0,055 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Mennyi az ellenállása hidegen? (234 ohm .) Mennyi az üzemadatoktól számított ellenállása az üzemi hőmérsékleten, $2200 \text{ }^\circ\text{C}$ -on? (3227 ohm .)

21. Egy 110 voltra, 40 wattra tervezett izzólámpa üzemi feszültségét óvatosan 220 voltra emeljük. Ekkor 98 watt fogyasztást mérünk. Hányszoros az izzószál abszolút

hőmérséklete, ha figyelembe vesszük, hogy az összes kisugárzott (és felvett) energia az abszolút hőmérséklet negyedik hatványával arányos? ($98:40 = 2,45$, $T_1 : T_2 = \sqrt[4]{2,45} = 1,25$.)

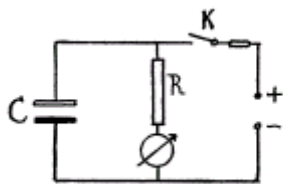
Érdeemes az áramerősséget, ellenállást, wattfelvételt, fényerősséget, candela/watt gazdaságosságot a feszültség függvényeként mérni 10 volttól 220 voltig. Ha az izzószál 220 voltos, akkor a mérést 380 voltig terjeszthetjük ki.

22. Egy $2 \mu\text{F}$ -os kondenzátort 400 voltos egyenfeszültségre töltünk fel és káliumjodid-keményítő oldatba mártott szűrőpapíron keresztül sütjük ki. A pozitív sarkon feketedést észlelünk jódkiválás miatt. Mennyi jód vált ki? ($1 \mu\text{g}$.) Használhatunk $200 \mu\text{F}$ -os, elektrolitikus kondenzátort is $4,5$ voltos zseblámpaelemmel, a polarításra ügyelve.

23. Ha nikkelszulfát-oldatot elektrolizálunk az előírt 5 mA/cm^2 áramsűrűséggel, akkor a vörösréz katódon már 20 másodperc múlva látjuk a szürke bevonat nyomát. A nikkelatomok hány rétege vált le eddig? Atomsúly 54, sűrűség $8,9 \text{ g/cm}^3$. (15 réteg.)

24. Az alumíniumgyártás elektrolízise egyetlen berendezésben $40\,000$ amperrel történik $4,5$ volt mellett. Mennyi a 24 órás alumíniumtermelés és hány kWh az energiafogyasztás ezalatt? (322 kg , 4320 kWh .) Mivel az alumíniumoxid bontási feszültsége $2,7$ volt, mennyi energiából lesz hő 24 óra alatt? (2592 kWh .)

25. Az ezüst fajlagos ellenállása $0,016 \text{ ohm}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$, sűrűsége $10,5 \text{ g/cm}^3$. Egy mm^2 keresztmetszet területű vezetékben 1 amperes áram folyik. Mennyi az ezüstben az elektronok sebessége ebben az esetben? ($0,1 \text{ mm/s}$.) Mennyi az ezüstben az elektronok mozgékonytsága? ($0,0066 \text{ m/s}$: volt/m.)



9. ábra

26. Összeállítjuk a 9. ábra szerinti kapcsolást. A C kondenzátor lehet 25 voltra használható $4700 \mu\text{F}$ -os elektrolitikus kondenzátor, R lehet $10\text{--}100 \text{ kohm}$. A $+ -$ jelekre 18 voltos zseblámpaelemet kapcsolunk. A K kapcsoló kinyitása után a kondenzátor az ellenálláson keresztül kisül. Percekig tanulmányozhatjuk az áramerősség exponenciális csökkenését.