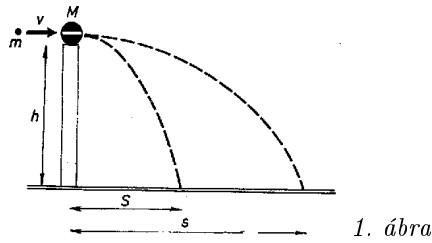


**1. feladat.**  $h = 5$  m magas függőleges oszlopon  $M = 200$  gramm tömegű golyó áll. Ezt a golyót pontosan közepén keresztülrögzítjük  $m = 10$  gramm tömegű,  $v_0 = 500$  m/s sebességű lövedékkel. A golyó az oszloptól  $S = 20$  m távolságban esett le. Hol esett le a lövedék? Az átlövés alkalmával a lövedék mozgási energiájának mekkora része vált hővé?



**Megoldás.** Bármilyen legyen is az ütközés, az impulzus nem változik meg, ezért:

$$mv_0 = mv + MV.$$

Itt  $v$  a lövedék,  $V$  a golyó sebessége közvetlenül az átlövés után (1. ábra). Az oszlopról való leesés ideje mindegyik testnél  $t = \sqrt{2h/g} = 1,01$  s. A golyó ezalatt vízszintes irányban  $20$  métert tett meg, tehát vízszintes sebességösszetevője  $V = 20 : 1,01 = 19,8$  m/s. Ennek ismeretében kiszámíthatjuk a lövedék sebességét közvetlenül az ütközés után:

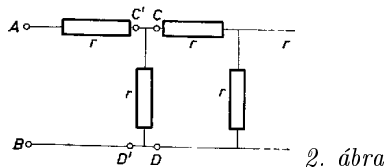
$$10 \cdot 500 = 10 \cdot v + 200 \cdot 19,8.$$

Innen  $v = 104$  m/s. Minthogy a lövedék is  $1,01$  s-ig esik, vízszintes irányban  $s = vt = 104 \cdot 1,01 = 105$  méterre az oszloptól ér földet.

A kezdeti mozgási energia  $0,5mv_0^2 = 1250$  joule. Közvetlenül az ütközés után a golyó mozgási energiája  $0,5MV^2 = 39,2$  joule, a lövedéké  $0,5mv^2 = 54$  joule, ami összesen  $39,2 + 54 = 93,2$  joule. Ezek szerint  $1250 - 93,2 = 1156,8$  joule alakult hővé, az eredeti mozgási energia  $92,5\%$ -a.

**Marossy Ferenc**

**2. feladat.** A rajz szerinti kapcsolásban egyenlő  $r$  ellenállásokból végtelen hosszú láncot állítunk össze. Mennyi a lánc eredő ellenállása  $A$  és  $B$  pontok között (2. ábra)?



**Megoldás.** Tegyük fel, hogy jobbról balra haladva a  $CD$  pontokig terjedő lánc ellenállása valamilyen  $r_n$  érték. Bal felé továbbhaladva először  $r_n$ -nel párhuzamosan van kapcsolva  $r$ , tehát  $C'D'$  között az eredő ellenállás:

$$\frac{r \cdot r_n}{r + r_n}.$$

Azután ezzel sorba van kapcsolva  $r$ , tehát  $A$  és  $B$  között az ellenállás:

$$r + \frac{r \cdot r_n}{r + r_n}.$$

Ha a lánc végtelen hosszú, akkor ennek az újabb láncszemnek a hozzákapcsolása nem okoz változást, tehát  $AB$  között épp úgy  $r_n$ -nek kell lennie az ellenállásnak, mint  $CD$  között:

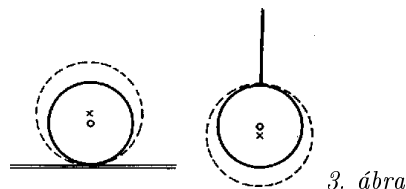
$$r_n = r + \frac{r \cdot r_n}{r + r_n}.$$

Ennek az egyenletnek a megoldása  $r_n$ -re:

$$r_n = r \cdot \frac{1 + \sqrt{5}}{2}.$$

**Mihály László**

**3. feladat.** Adva van két teljesen egyforma golyó. Közülük az egyik vízszintes síkon fekszik, a másik vékony fonálon van felfüggesztve. Mindegyik golyónak ugyanakkora hőmennyiséget adunk olyan gyorsan, hogy mindenféle hőveszteségtől eltekinthetünk. A két golyó hőmérséklete egyforma lesz-e, vagy nem, és miért?



3. ábra

**Megoldás.** A golyó melegedéskor kiterjed (3. ábra). Az első golyó súlypontja feljebb kerül és a súly ellen végzett munkát a hőenergia fedezi. Tehát kevesebb a melegedésre fordított hőmennyiség és a hőmérséklet nem növekszik annyira, mint várható. A második golyó súlypontja lejjebb kerül; itt a munkavégzésből lesz hőmennyiség, amely szintén melegíti a golyót.

A hatás nagyságát megbecsülhetjük. 10 cm sugarú vörösréz gömbre a relatív eltérés kb.  $10^{-7}$ -tel egyenlő és ez azt mutatja, hogy a kérdés feltevése fizikai szempontból irreális.

**4. feladat.** A versenyzők mérleget, kalorimétert, hőmérőt, áramforrást, kapcsolót, vezetődarabokat, stopperórát, elektromos mérítőforralót, edényeket, vizet, tárazó homokot és petróleumot kaptak. Ezután az volt a feladatuk, hogy meghatározzák valamilyen módon a petróleum fajhőjét.

**Megoldás.** „Lemértem egyenlő tömegű vizet és petróleumot. Először a vizet helyeztem a kaloriméterbe és a mérülő forralóval melegítettem. Percenként mértem a hőmérsékletet. Felmértem rajzban a hőmérsékletet mint az idő függvényét; a feltüntetett pontok a kezdőponton átmenő egyenesen feküdtek. Ezután elvégeztem ugyanezt a kísérletet ugyanakkora tömegű petróleummal és újra felrajzoltam az egyenest. Az egyenesek iránytangensei fordított arányban állnak a fajhőkkel. Mivel a víz fajhője 1, a víz egyeneséhez tartozó iránytangens és a petróleum egyeneséhez tartozó iránytangens hányadosa adta a petróleum fajhőjét. Természetesen dolgozhattam volna más eljárással, például a keverési módszerrel is.”

Szalay Sándor

**Pótfeladat.** 10 liter térfogatú tartályban száraz, normál állapotú ( $0^\circ\text{C}$ , 76 Hgcm) levegő van. A tartályba 3 gramm vizet bocsátunk be és a tartályt  $100^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. Mennyi lesz ezután a nyomás a tartályban?

**Megoldás.** A víz teljes mennyisége gőzalakban van jelen  $100^\circ\text{C}$ -on, mert 3 gramm víz  $1/6$  mól ( $18 : 3 = 6$ ), amelyhez  $100^\circ$ -on és 1 atm-nál  $22,4 \cdot 373 / (6 \cdot 273) = 5,1$  liter térfogat tartozik. Az  $1/6$  mól gőz  $p_g$  nyomását a gáztörvényből számítjuk:

$$\frac{(1/6) \cdot 22,4}{273} = \frac{p_g \cdot 10}{373},$$

innen  $p_g = 0,507$  atm.

A levegő  $p_l$  nyomását szintén a gáztörvényből számítjuk:

$$\frac{1}{273} = \frac{p_l}{373},$$

innen  $p_l = 373 : 273 = 1,366$  atm.

A parciális nyomások összegeződnek:  $p = p_g + p_l = 0,507 + 1,366 = 1,873$  atm.

(A román versenyzők a 2. feladat helyett választhatták a pótfeladatot, mert még elektromosságot nem tanultak. A pótfeladat megoldásával legfeljebb 6 pontot lehetett nyerni, míg a többi feladat 10–10 pontot jelentett.)