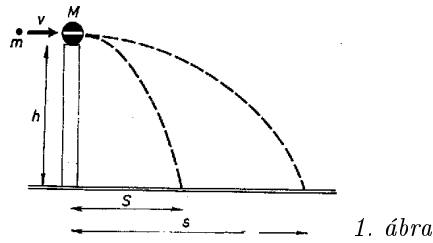


1. feladat. $h = 5$ m magas függőleges oszlopon $M = 200$ gramm tömegű golyó áll. Ezt a golyót pontosan közepén keresztülrögzítjük $m = 10$ gramm tömegű, $v_0 = 500$ m/s sebességű lövedékkel. A golyó az oszloptól $S = 20$ m távolságban esett le. Hol esett le a lövedék? Az átlövés alkalmával a lövedék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

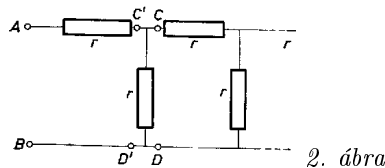
$$10 \cdot 500 = 10 \cdot v + 200 \cdot 19,8.$$

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:

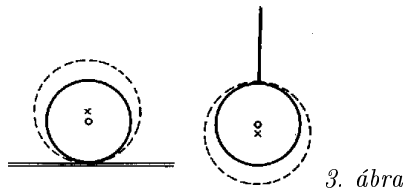
$$r_n = r + \frac{r \cdot r_n}{r + r_n}.$$

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 melegedésakor 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°C , 76 Hgcm) levegő van. A tartályba 3 gramm vizet bocsátunk be és a tartályt 100°C -ra melegítjük. Mennyi lesz ezután a nyomás a tartályban?

Megoldás. A víz teljes mennyisége gőzalakban van jelen 100°C -on, mert 3 gramm víz $1/6$ mól ($18 : 3 = 6$), amelyhez 100°C -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.)