

Feladatok

1. Az ENSZ Biztonsági Tanácsában milyen az egyes tagok hatalmi viszonya?
2. Milyen szervezetei vannak az ENSZ-nek?

JEGYZET

Szemelvény a Szerzők *A tudományos modellalkotás alapjai I.* c. tankönyv kéziratából

FATALIN LÁSZLÓ-VARSICS ZITA

Miért nem esnek le a felhők?

Ki ne gyönyörködött volna még a nyári kék égen gomolygó felhőkben? A felhőknek ez a változatos tengere milliányi apró vízcseppecskéből és jégkristályból áll. E parányi cseppek átmérője a felhő fajtájától függően 0,001 mm-től 0,2 mm-ig változik. A vízcseppek illetve a jégkristályok sűrűsége lényegesen nagyobb, mint a levegő sűrűsége. Miért nem esnek hát le a felhők?

Foglalkozunk először egy egyszerűbb, mérési feladattal!

Folyadékokban vagy gázokban a testek mozgását a közegellenállási erő akadályozza. Ez az erő két részből tevődik össze. Első tagja a belső súrlódásból származik és a test sebességével arányos. A második komponens a test mögött keletkező örvények következménye és a test sebességének négyzetével arányos. A belső súrlódásból adódó erő $F_s = 6\pi\eta rv$, ahol η a közeg ún. viszkozitása, r a közegben v sebességgel mozgó gömb alakú test sugara. Az örvénylésből származó erő pedig $F_\delta = c\rho r^2 v^2$ ahol ρ a közeg sűrűsége, c pedig egy alaktól függő állandó.

Határozzuk meg, hogy a levegőben eső felfújt léggömb esetén melyik erő játssza a lényegesebb szerepet!

Ha elég magasról leejtünk egy levegővel felfújt léggömböt, akkor megfigyelhetjük, hogy rövid idejű gyorsuló mozgás után egyenletesen mozog. Egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén a testre ható erők eredője nulla. Mivel a léggömbre ható felhajtóerő ugyanakkora nagyságú, mint a léggömbbe zárt levegő súlya, ezért az egyenletes mozgás során a közegellenállási erő nagysága megegyezik a léggömb – mérlegesen mért – súlyával. A közegellenállási erőt tehát úgy változtathatjuk, hogy kis tömegekkel terheljük a léggömböt.

Állapítsuk meg a közegellenállási erő és a sebesség közötti összefüggést!

Ábrázoljuk a mért sebességértékek függvényében a rendszer súlyát (1. ábra).

A feladat megoldásához már csak azt kell eldönteni, hogy a kapott pontok lineáris vagy négyzetes függvényhez illeszkednek-e inkább. Ez „ránézéssel” nem dönthető el elég megbízhatóan.

Mivel:

$$\lg F_s = \lg rv + \lg 6\pi\eta \text{ és}$$

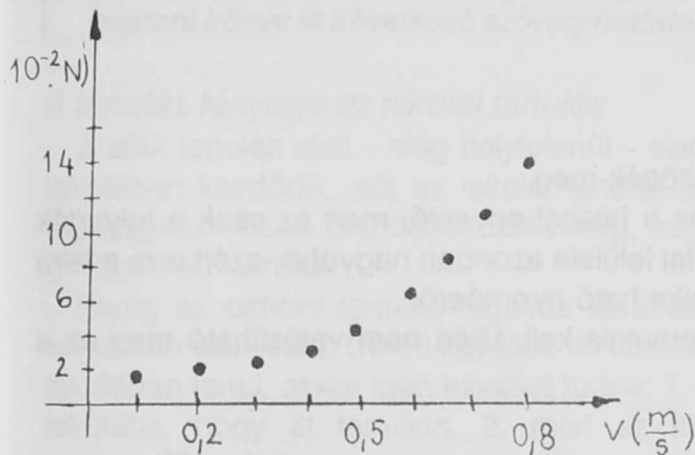
$$\lg F_\delta = 2\lg rv + \lg c\rho, \text{ ezért}$$

a $\lg r$ v függvényében ábrázolva $\lg F_s$ -et illetve $\lg F_\delta$ -t, olyan egyeneseket kapunk, amelyek meredeksége egy, illetve kettő.

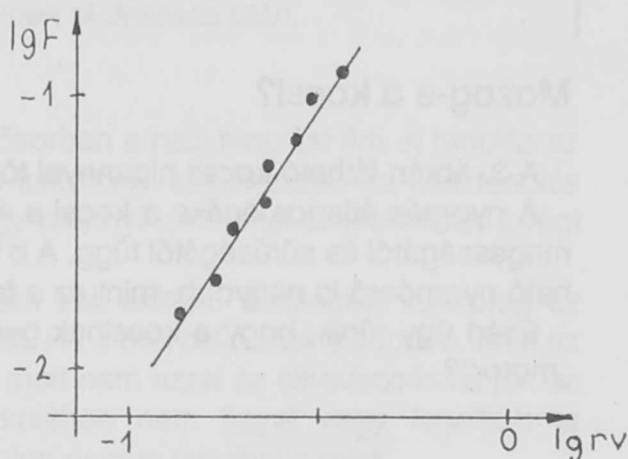
Két szemelvényt közlünk Király László: *A problémamegoldó gondolkodás fejlesztésének lehetőségei a fizikaórán* című kéziratából. Az egyik a *Természeti jelenségek fizikája*, a másik a *Rejtélyek és paradoxonok* című fejezetből való.

Ha tehát a mért közegellenállási erő logaritmusát ábrázoljuk $\lg r$ v függvényében, akkor azt kell eldönteni, hogy a kapott pontok egy meredekségű, vagy kettő meredekségű egyeneshez vannak-e közelebb. (2. ábra)

Az ábrán lévő pontok kis hibával illeszkednek egy kettő meredekségű egyenesre. Tehát megállapíthatjuk: a léggömb esésekor az örvényekből adódó erő a meghatározó, azaz a közegellenállási erő a sebesség négyzetével arányos. Az örvények létrejöttéhez szükséges határsebesség tehát levegőben igen kicsi.



1. ábra



2. ábra

Vizsgáljuk meg glicerinbe ejtett apró üvegyöngyök mozgását!

A glicerint néhány centiméter átmérőjű, magas mérőhengerbe öntjük. Tolómérővel lemérjük az üvegyöngyök átmérőjét, mérleg segítségével meghatározzuk egy gyöngyszem súlyát. Megmérjük a folyadékoszlop magasságát, és stopperórával megállapítjuk, hogy mennyi ideig tart a gyöngyök esése. (Például: 85%-os glicerinben egy 2,8 mm átmérőjű üvegyöngy 25 cm utat 6 másodperc alatt tett meg egyenletesen, azaz sebessége $v = \frac{0,25}{6\text{s}} = 0,04 \text{ m/s}$.) A gyöngyök az első néhány centiméteres út megtétele

után már egyenletesen mozognak, mert a sebesség növekedése miatt a növekvő közegellenállási erő nagysága eléri a gyöngyre ható gravitációs erő és a felhajtóerő nagyságának a különbségét. A kísérleti eredmények elemzése azt mutatja, hogy igen apró golyók ejtésekor mindig a Stokes törvényt kell alkalmaznunk, tehát a belső súrlódásból származó, a sebességgel arányos erőkomponens a domináns. (Megjegyzés: ezzel a méréssel jól előkészíthetjük a Millikan kísérletet.)

Most már foglalkozhatunk az eredeti problémával: miért nem esnek le a felhők?

A felhőkben igen kicsi átmérőjű jégkristályok és vízcseppecskék találhatóak. Tegyük fel, hogy egy vizsgált ködcseppecske létrejöttkor sebessége nulla. Ekkor az r sugarú, ρ_{cs} sűrűségű cseppecskére a gravitációs erő és a felhajtóerő hat. Ezek az erők ellentétes irányúak, nagyságuk $F_g = 4/3r^3\pi\rho_{cs}g$, illetve $F_f = 4/3r^2\pi\rho_1g$, ahol ρ_1 a levegő sűrűsége. Mivel $\rho_1 < \rho_{cs}$, ezért a cseppre ható erők eredője függőlegesen lefelé mutat, a csepp gyorsulni kezd. Ekkor azonban már a közegellenállási erő is szerephez jut. Mérőkísérleteink alapján a Stokes törvényt kell figyelembe vennünk: $F_k = 6\pi\eta rv$. Mivel ez az erő is ellentétes a gravitációs erővel és a sebességgel egyenesen arányos, ezért a csepp csak addig gyorsul, amíg az eredő erő zérus nem lesz. Ekkor a csepp állandó sebességgel ereszkedik lefelé.

Számítsuk ki, hogy mekkora lesz egy 0,02 mm átmérőjű csepp sebessége! A csepp mozgásegyenlete – az $a=0$ feltételt figyelembe véve:

$$4/3r^3\pi\rho_{cs}g - 4/3r^2\pi\rho_1g - 6\pi\eta rv = 0$$

$$\text{Ebből} \quad v = \frac{4r^2 g (\rho_{cs} - \rho_l)}{18\eta}$$

Behelyettesítve a megfelelő adatokat:

$$v \approx 10^{-3} \text{ m/s} = 1 \text{ mm/s}$$

A csepp fél óra alatt kb. 1,8 m-t tenne meg.

A kicsi cseppek tehát igen lassan, szinte észrevétlenül ereszkednek lefelé, de mielőtt még komoly utat tennének meg a Föld felszíne felé, ismét elpárolognak.

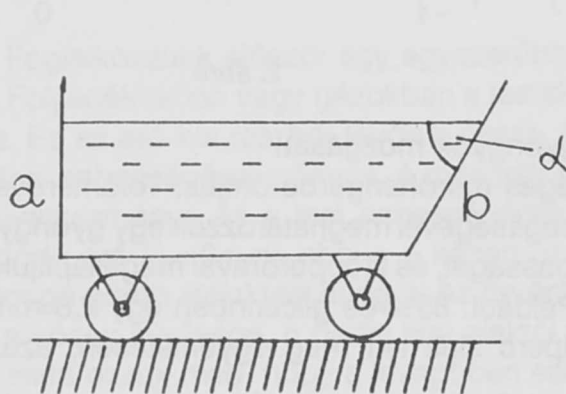
Hát ezért nem esik le a felhő!

Mozog-e a kocsi?

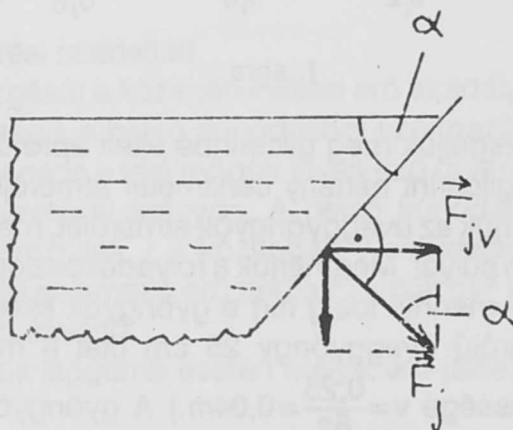
A 3. ábrán látható kocsit higanyjal töltötték meg.

A nyomás átlagos értéke a kocsi a és b falánál egyenlő, mert az csak a folyadék magasságától és sűrűségétől függ. A b fal felülete azonban nagyobb, ezért erre a falra ható nyomóerő is nagyobb, mint az a falra ható nyomóerő.

Ezért úgy tűnik, hogy a kocsinak gyorsulnia kell. Miért nem valósítható meg ez a „motor”?



3. ábra



4. ábra

A nyugvó folyadék által bármely felületre kifejtett erő merőleges a felületre, mert a nyíróerő hiányában az erőnek nincs a felülettel párhuzamos komponense.

Ezért a lehetséges elmozdulás irányában, azaz vízszintes irányban a nyomóerőnek csak a vízszintes komponense gyorsíthatja a kocsit.

Jelöljük a bal oldali fal felületének nagyságát A -val, erre a felületre ható nyomás átlagos értékét pedig p -vel. Ekkor a bal oldali falra ható nyomóerő értéke:

$$F_b = pA.$$

A 3. ábra alapján látható, hogy a jobb oldali fal felülete $A \cdot 1/\sin\alpha$, mert a rajz síkjában fekvő oldalak hányadosa $1/\sin\alpha$

Ezért a jobb oldali falra ható nyomóerő értéke:

$$F_j = p \cdot A/\sin\alpha$$

A lehetséges elmozdulás irányában azonban – mint már megállapítottuk –, az F_j erő vízszintes komponense gyorsít:

$$\text{ez a komponens } F_{jv} = F_j \cdot \sin\alpha$$

Behelyettesítve F_j értékét:

$$F_{jv} = p \cdot A/\sin\alpha \cdot \sin\alpha = p \cdot A.$$

Mivel a vízszintes erőkomponensek eredője nulla, ezért a kocsi meg sem moccan.

KIRÁLY LÁSZLÓ