

Fizika mérnök informatikusoknak 1. FBNxE-1

Mechanika 6. előadás

Dr. Geretovszky Zsolt

2010. október 13.

Ismétlés

Ütközések tárgyalása

Egymáshoz képest mozgó vonatkoztatási rendszerek

- egymáshoz képest EVEM-t végző koordinátarendszerek

$$\vec{a} = \vec{a}'$$

- Galilei-féle relativitási elv

- inerciarendszerhez képest a_0 gyorsulású EVEV mozgást végző koordinátarendszerben

$$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{a}_0$$

- tehetetlenségi erő: $\vec{F}_{\text{tehetetlenségi}} = -m\vec{a}_0$

- inerciarendszerhez képest ω szögsebességgel *forgó* rendszerben

$$\vec{F}_{\text{centrifugális}} = m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

$$\vec{F}_{\text{Coriolis}} = 2 \cdot m \cdot \vec{v} \times \vec{\omega}$$

A Föld mint forgó rendszer

Centrifugális erő (lapultság, a súly helyfüggése)

(**Filmek: *forgó dob vidámparkban***, FILM: vidámpark
pörgetett folyadék, FILM: 700/48
vágás forgó papírkoronggal, FILM: 700/50
gyorsan forgó lánc, FILM: 700/51
drót gömb pörgetése függőleges tengely körül)

Példák, alkalmazások:

- 1) a v sebességgel kanyarodó kerékpárosnak a kör középpontja felé kell dőlnie
- 2) kör alakú papírlap gyors forgatása
- 3) a tárcsa peremére tett pörgetett lánc merev gyűrűként viselkedik
- 4) centrifugák (gyorsan pörgetett edényben a Hg és víz szétválik)

A Föld mint forgó rendszer

Coriolis-erő:

a szögsebesség vektor felbontása

talajra merőleges

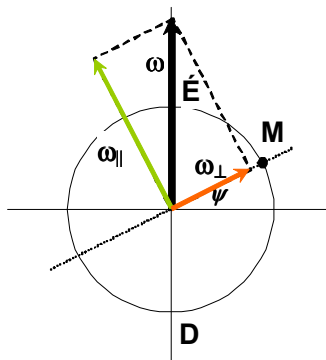
$\vec{\omega}_{\perp}$

és talajjal párhuzamos

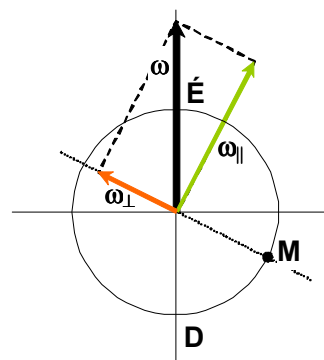
$\vec{\omega}_{\parallel}$

komponensekre

$$\vec{F}_{\text{Coriolis}} = \vec{F}_{\text{Coriolis}_{\perp}} + \vec{F}_{\text{Coriolis}_{\parallel}} = \underline{2 \cdot m \cdot \vec{v} \times \vec{\omega}_{\perp}} + \underline{2 \cdot m \cdot \vec{v} \times \vec{\omega}_{\parallel}}$$



az Északi féltekén

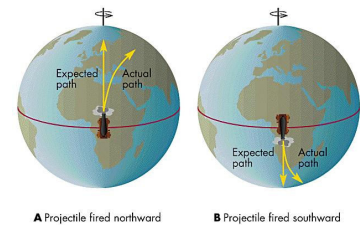


a Déli féltekén

Coriolis-erő

F_{Cl} hatására (az északi féltekén)

- a Foucault-inga jobbra tér ki
- a lövedékek jobbra térülnek el
- ciklonok jönnek létre, melyben a levegő az óramutató járásával ellentétes irányban mozog
- passzátszelek



(Filmelek: 1) Foucault inga homokot szóró ingatesttel,

FILM: Foucault1-2.flv, elengedett_Foucault_inga és Foucault_inga

2) lefolyó víz, FILM: Coriolis_sink

3) ciklonok keletkezése, FILM: Coriolis_on_earth

4) forgó rendszerben labdázó emberek,

FILM: MIT_The Coriolis Effect)

F_{Cl} hatására (mindkét féltekén azonosan)

- a szabadon eső testek a talppontjuktól keletre esnek
- a nyugatra mozgó testek látszólagos súlynövekedése (Eötvös effektus)

Fluidumok mechanikája

Fluidum: folyadékok és gázok

Tárgyalásuk mikroszkópikus szinten igen bonyolult

→ fenomenologikus modell

(Film: gázok modellje (rázógép),

FILM: 700/69

A fluidum-modell alapfeltevése:

nyugvó fluidumban nincs érintőleges erő, ill. nyírófeszültség

(surlódásmentes vagy ideális egy folyadék: ha benne mozgás közben sem lép fel nyírófeszültség)

Következmény: a nyugvó folyadék szabad felszíne merőleges a rá ható erők eredőjére.



Pascal törvény

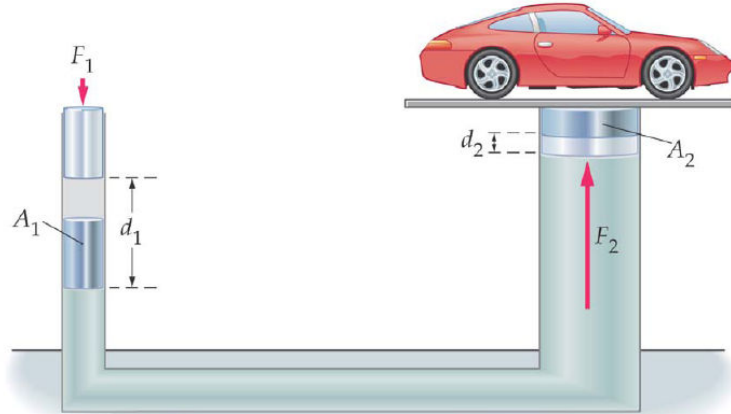
A súlytalannak képzelt, nyugvó fluidumban a nyomás, $p = \frac{F}{A}$
1) mindenütt ugyanakkora és
2) nem függ a felület irányától (*izotróp*).

(*Gondolat kísérlet: üveghenger gumihártyás szondával*)

Film: Hidrosztatikai nyomás, 4:43-



vizi buzogány



hidraulikus sajtó

Hidrosztatika

A fluidumok közül a folyadékokat összenyomhatatlannak, azaz állandó sűrűségűnek, míg a gázokat teljesen összenyomhatónak, azaz változó sűrűségűnek tekintjük.

A nehézségi erő hatása alatt álló folyadékban nyomás-eloszlás tart egyensúlyt a folyadék súlyából származó erővel.

→ **hidrosztatikai nyomás:**

$$p_{\text{hidrosztatikai}} = \rho g h$$



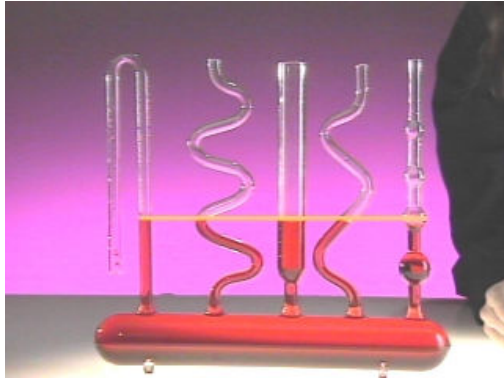
(*Film: utalás a gumihártyás szondával végzett mérülésre*)

Film: Hidrosztatikai nyomás, 4:43-

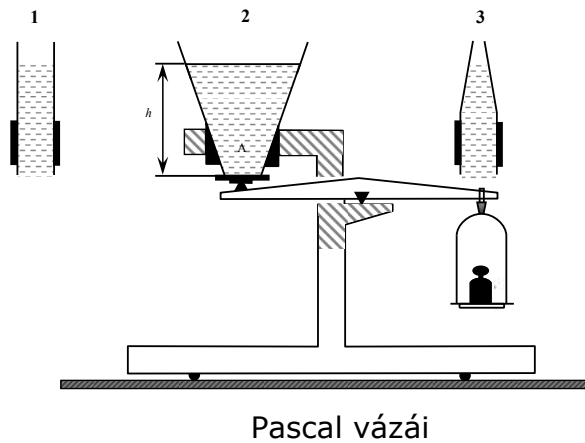
vérnyomásmérés, elviselhető max. gyorsulás (4-5g)

Hidrosztatikai paradoxon

(Kísérlet:
hidrosztatikai paradoxon)

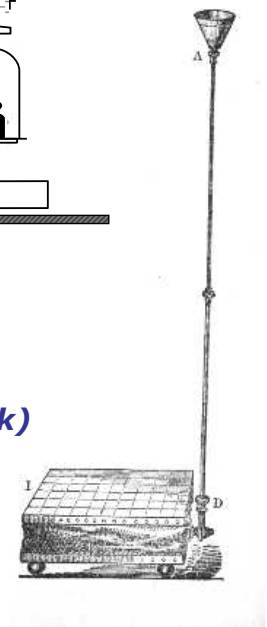


Közlekedőedények (artézi kút)



Pascal vázái

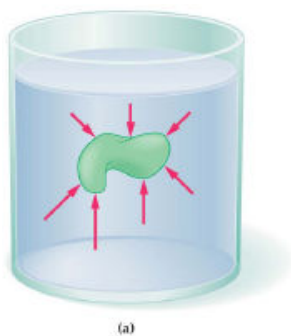
(Kísérlet: közlekedőedények)



Arkhimédész törvénye 1.

(Film: felhajtóerő)

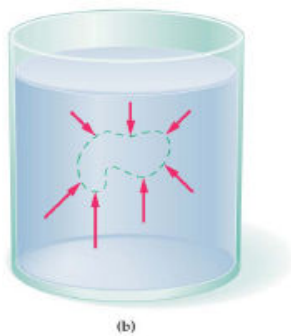
FILM: Felhajtóerő, Arkhimédész törvénye)



(a)

Egy folyadékba merülő testre **felhajtóerő** hat, amely nagyságra nézve megegyezik a test be-merülő részével azonos térfogatú folyadék súlyával. A felhajtóerő támadáspontja egybe-esik a *kiszorított folyadék*rész súlypontjával.

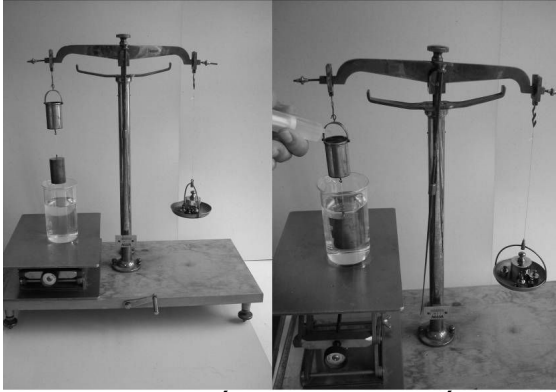
$$F_{\text{felhajtó}} = \rho_{\text{folyadék}} V g$$



(b)

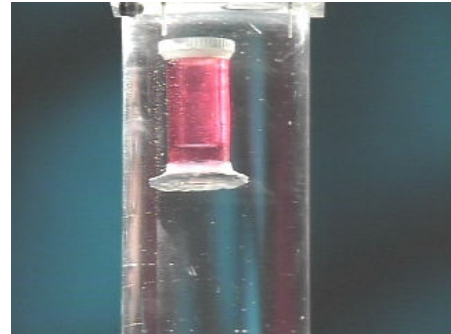
Ahhoz, hogy Arkhimédész törvénye érvényes legyen szükség van arra, hogy a testet minden irányból folytonos folyadék réteg vegye körül!

Arkhimédész törvénye 2.



arkhimédészi hengerpár

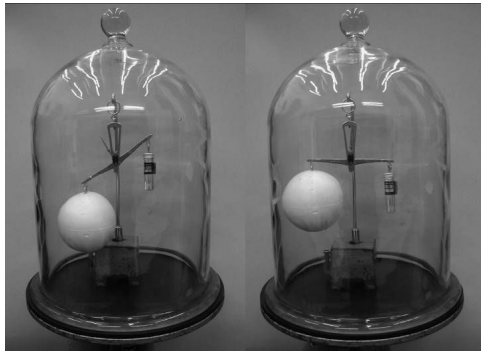
(Kísérletek:
archimédészi hengerpár
gázok felhajtóereje)



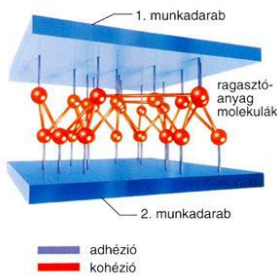
Cartesius-búvár
(halak, tengeralattjárók)

(Film: *Cartesius-búvár*
FILM: Cartesius búvár)
areométer

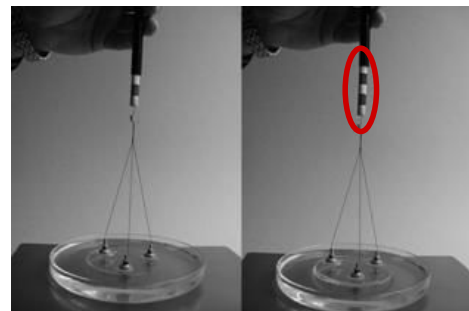
gázokban is jelentős lehet



Molekuláris erők folyadékokban



adhézió, kohézió
illeszkedési szög

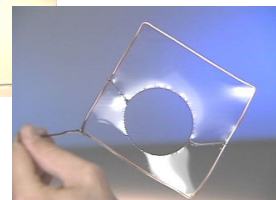
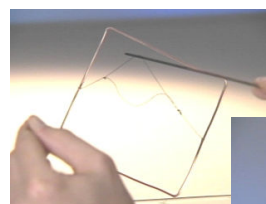
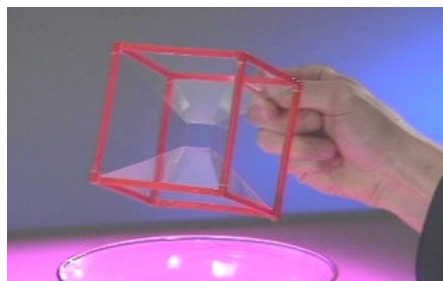


Felületi feszültség: (dimenziótól eltekintve)

A folyadék szabad felszínének egységnyi megnöveléséhez szükséges munka. (energetikai jelentés)

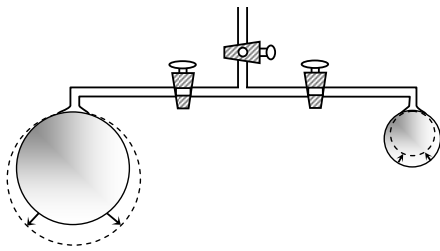
A folyadék felszínét határoló görbe egységnyi hosszúságú darabjára a felszín érintőjében a vonaldarabra merőlegesen kifejtett húzóerő. (dinamikai jelentés)

Minimálfelületek:



$$\alpha = \frac{F}{l} = \frac{\Delta W}{A}$$

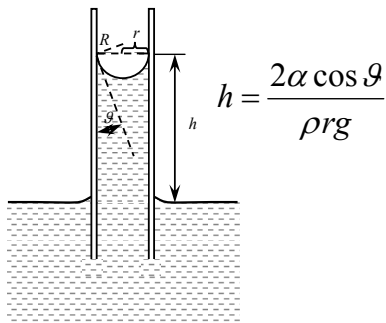
Görbületi nyomás, kapillaritás



"kicsi a bors de erős"

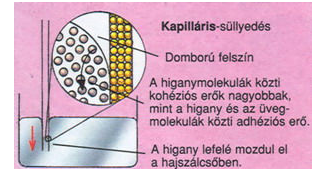
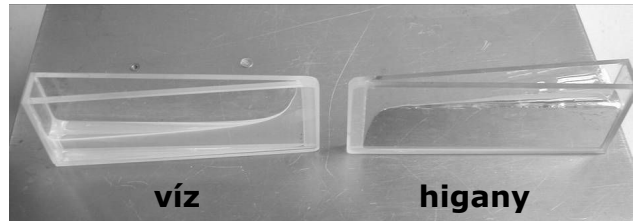
$$p_{\text{görbületi}} = \frac{2\alpha}{r}$$

Kapilláris emelkedés:



$$h = \frac{2\alpha \cos \vartheta}{\rho g}$$

a talaj vízforgalma

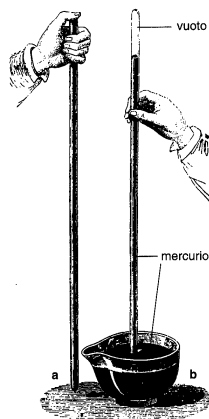


Aerosztatika, légnyomás

(Film: Torricelli kísérlet
FILM: A légnyomás)



Evangelista TORRICELLI
1608-1647



1643



Vincenzo VIVIANI
1622-1703



Blaise PASCAL
1623-1662

Pascal kísérletei a Torricelli úr mibenlétének tisztázására

Aerosztatika, légnyomás

(Film: *lufi a lombikban + hordó*)

FILM: Nyomáskülönbség

Gondolatkísérlet: magdeburgi féltekék)



Otto von Guericke
1602-1686

Otto von Guericke magdeburgi féltekéi



Stich, 1664



11mm vastag acéllemez!

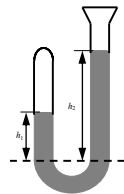
<http://www3.delta.edu/slime/can crush.html>

Gázok nyomása



Robert BOYLE

Boyle-Mariotte törvény: Adott hőmérsékletű és tömegű gáz térfogatának és nyomásának szorzata állandó.



$pV = \text{áll.}$ (Film: *gázok nyomása*,
FILM: 700/148)



Edme MARIOTTE

(Film: *a légnyomás mérése a Fujin*,

FILM: A légnyomás függ a tengerszint feletti magasságtól)

Barometrikus magasságképlet:

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g h}{p_0}}$$

$$\rho(h) = \rho_0 e^{-\frac{\rho_0 g h}{p_0}}$$

(Kísérlet: *Behn-féle cső*)

FILM: 700/150)

kémény huzat