8. előadás: IDEÁLIS FOLYADÉKOK SZTATIKÁJA ÉS DINAMIKÁJA

I. NYUGVÓ FOLYADÉKOK

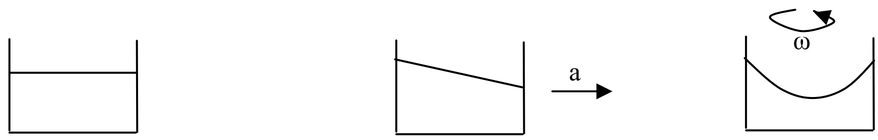
1. Folyadékok tulajdonságai:

<u>viszkozitás:</u> η, folyadékrészecskék között fellépő belső súrlódás
hőmérséklettől érzékenyen függ
$[\eta]$=Pas pl.: $\eta_{víz}=10^{-3}$ Pas, $\eta_{olaj}=0{,}5$ Pas 20°C-on

ideális folyadék	–	*viszkózus folyadék*
a belső súrlódás a folyadék áramlása során is elhanyagolható		a belső súrlódás nem elhanyagolható

<u>*összenyomhatatlanság*</u> (inkompresszibilitás): a folyadékok csak elhanyagolható mértékben nyomhatók össze

<u>*folyadék felszíne*</u>: mindig merőleges a folyadékra ható eredőerőre
pl.: csak a gravitáció hat   gyorsuló rendszer   forgó rendszer



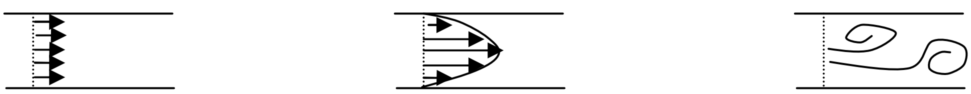
2. Folyadékok témakör részei:

Folyadékok fizikája
- hidrosztatika (nyugvó foly.)
- hidrodinamika (áramló foly.)
  - ideális folyadékok áramlása
  - viszkózus folyadékok áramlása
    - réteges (lamináris) áramlás
    - örvényes (turbulens) áramlás

felületi feszültség és kapillaritás

Sebességprofil csőben áramló folyadék esetén:

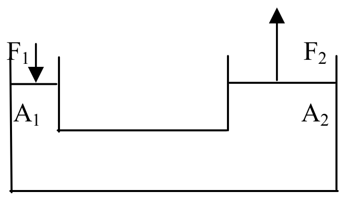
ideális folyadék áramlása   réteges áramlás   örvényes áramlás



3. Pascal törvénye

<u>*nyomás*</u>: $p = \frac{F}{A}$ [p]= Pa (atm, bar, torr, Hgmm, Hgcm)

<u>*Pascal törvénye*</u>: a folyadék felszínére ható külső nyomás a folyadékban gyengítetlenül terjed
<u>alkalmazás</u>: hidraulikus berendezések (emelő, sajtó, fék)



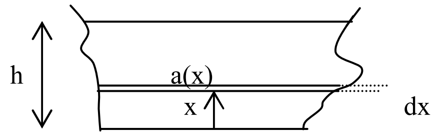
$$\frac{F_1}{A_1} = p_1 = p_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

4. Hidrosztatikai nyomás: a folyadék súlyából származó nyomás

Fogalma: $p_h = \rho g h$ (minden irányba hat)

Közlekedőedények

Oldallapra ható nyomóerő számítás:



$$dF = \rho g(h-x)a(x)dx$$

$$\sum dF = \sum \rho g(h-x)a(x)dx$$

$$\boxed{F = \int_0^h dF = \int_0^h \rho g(h-x)a(x)dx}$$

alkalmazás: téglalap, trapéz, háromszög, kör alakú oldallapokra

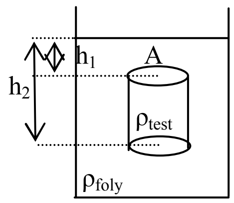
(a különböző feladatok az a(x) függvények alakjában különböznek egymástól)

5. Felhajtóerő:

Fogalma: $F_{felh} = \rho_{foly} g V_{test}$

Arkhimédész törvénye:

Biz.:



a palástra ható erők eredője 0, így a fedő és alaplapra ható erők különbsége adja a testre ható eredőt:

$$F_{felh} = \rho_{foly} g h_2 A - \rho_{foly} g h_1 A = \rho_{foly} g (h_2 - h_1) A = \rho_{foly} g V_{test}$$

úszás – *lebegés* – *lemerülés*

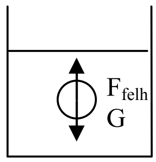
$\rho_{foly} > \rho_{test}$ $\rho_{foly} = \rho_{test}$ $\rho_{foly} < \rho_{test}$

⇩

feladatmegoldásnál:

$G = F_{felh,bemerülő\ rész}$

$G = \rho_{foly} g V_{bemerülő\ rész}$



Sűrűségmérés:

szilárd testek: $\rho = \dfrac{m}{V}$ (V mérése Arkhimédész törvénye alapján)

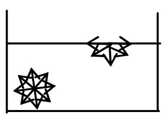
$$1\frac{g}{cm^3} = 1\frac{kg}{dm^3} = 1000\frac{kg}{m^3}$$

folyadékok: - ismert térfogatú és súlyú testre az adott folyadékban ható felhajtóerő meghatározásával

- Mohr-Westphal mérleggel

II. FELÜLETI FESZÜLTSÉG, KAPILLARITÁS

1. Felületi feszültség: a folyadékfelszín egységnyi megnöveléséhez szükséges munka



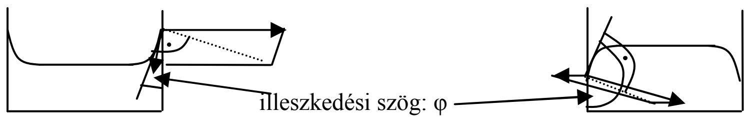
$$\alpha = \frac{\Delta E_f}{\Delta A}$$

$[\alpha] = N/m$, relatív mennyiség: függ a környezettől

folyadékfelszín igyekszik minimális lenni: - szappanhártya
- cseppek gömb alakja

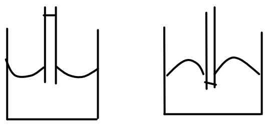
Erőhatások: kohézió (azonos molekulák közötti vonzóerő)
adhézió (különböző molekulák közötti vonzóerő)

pl.	víz-víz <víz-üveg koh. < adh. nedvesítő	Hg-Hg >Hg-üveg koh. > adh. nem nedvesítő



$\alpha_{víz}$= 0,073 N/m (levegőben)

2. Kapillaritás



felületi feszültségből származó húzóerő: $F_h=2r\pi\alpha\cos\varphi$
a folyadéktérfogat súlya: $G=r^2\pi h\rho g$

$F_h=G$, így a kapilláris emelkedés v. süllyedés: $h=\frac{2\alpha}{\rho g r}\cos\varphi$

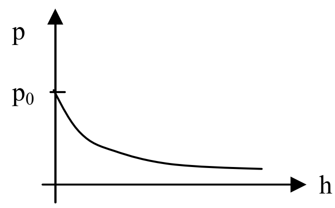
α mérés sztalagmométerrel

III. NYUGVÓ GÁZOK SZTATIKÁJA

Légnyomás: - Torricelli kísérlete a légnyomás igazolására
- Guericke-féle kísérlet a „Magdeburgi féltekékkel"

Barometrikus magasságformula:
- a légnyomás magasságtól való függését írja le

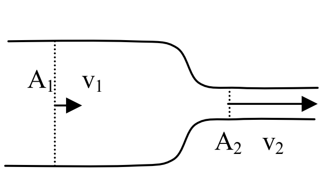
$$p(h)=p_0 e^{-\frac{\rho_0 g}{p_0}h}$$



Közönséges sebességek és magasságkülönbségek esetén a gázokat is összenyomhatatlanoknak tekinthetjük így áramlásuk együtt tárgyalható a folyadékok áramlásával. (*80 m-nél kisebb magasságkülönbség és hangsebességnél kisebb áramlási sebesség esetén* a gáz összenyomhatóságából származó térfogat ill. sűrűségváltozás 1%-on belül marad.)

IV. IDEÁLIS FOLYADÉKOK ÁRAMLÁSA

1. Kontinuitási törvény (kontinuitás=folytonosság)
az áramcső keresztmetszetének és az összenyomhatatlan folyadék sebességének szorzata a cső minden helyén ugyanaz



$A_1v_1=A_2v_2$ (tömegmegmaradást fejez ki)
szűkületnél megnő az áramlás sebessége

Biz:

alkalmazások:

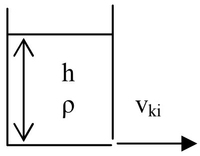
2. Bernoulli egyenlete: Súrlódásmentes, összenyomhatatlan folyadék stacionárius áramlása esetén egy vékony áramfonal mentén $p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = áll.$ (energiamegm. fejez ki)

Ahol megnő a sebesség, ott lecsökken a nyomás.

Feladatmegoldásnál: $p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$

Alkalmazások: pl. porlasztó, vízlégszivattyú, Bunsen-égő, Ventouri-cső, …

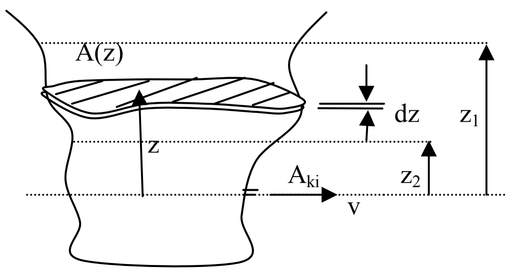
3. Torricelli törvénye kifolyásra (Bernoulli egyenlet speciális esete)



$v_{ki} = \sqrt{2gh}$

4. Tartály kiürülési idejének meghatározása:

$v = \sqrt{2gz}$



$$dV = A_{ki}\sqrt{2gz}\,dt$$

$$dz = -\frac{dV}{A(z)}$$

$$dz = -\frac{A_{ki}\sqrt{2gz}\,dt}{A(z)}$$

$$dt = \frac{-A(z)}{A_{ki}\sqrt{2gz}}dz$$

$$T = \int dT = -\int_{z_1}^{z_2} \frac{A(z)}{A_{ki}\sqrt{2gz}}dz = \frac{1}{A_{ki}\sqrt{2g}}\int_{z_2}^{z_1}\frac{A(z)}{\sqrt{z}}dz$$

Különböző alakú tartályok esetén az A(z) függvények különbözőek:

Pl: henger: $A(z) = R^2\Pi$

kúp: $A(z) = \frac{R^2}{z_1^2} z^2 \Pi$

gömb: $A(z) = (2Rz - z^2)\Pi$, a lyuk az edények alján van.