

A-tétel sor

m

- A/1 ✓ Ismertesse az áramlástechnikai számításokban használatos anyagjellemzőket, azok mérési módját, mértékegységeit, és függését az állapotjelzőktől.
- A/2 ✓ Ismertesse az erőter és a potenciál fogalmát. Írja fel a különböző gyorsuló rendszerek potenciálfüggvényének számítási módját. A konzervatív erőter jellemzői.
- A/3 ✓ Áramlások jellemzésére alkalmas fogalmak, az áramvonal, a pályá, a nyomvonal és az áramcső definíciója. A szabad felszín alakja gyorsuló kocsiban.
- A/4 ✓ A statikus nyomás fogalma, mértékegységei, Pascal törvénye. A szabad felszín alakja forgó tartály esetében.
- A/5 ✓ A felhajtóerő és az úszás. Archimedes törvénye. Az úszás és a lebegés feltétele.
- A/6 ✓ A hidrosztatika alaptörvénye, és ennek alkalmazása folyadékokkal töltött U-csövek esetére. A hidrosztatikai paradoxon.
- A/7 ✓ A változó sűrűségű közeg statikája. Az izotermikus légkör számítási összefüggései.
- A/8 ✓ A folytonosság tételének általános és gyakorlati formájában, a tétel levezetése $dx \cdot dy \cdot dz$ elhosszúságú kiskocka segítségével.
- A/9 ✓ Az egyszerű Bernoulli egyenlet 3 formája, és alkalmazásai.
- A/10 A nyomás változása az áramlásra merőleges irányban, a perpendikularitás tételének tétel.
- A/11 Ismertesse a kör keresztmetszetű csövekben előálló lamináris áramlás sebességeloszlását, határozza meg egy ilyen csőszakasz súrlódási veszteségeit.
- A/12 Ismertesse a hasonlóságelmélet alapjait és annak alkalmazási lehetőségeit az áramlástechnikai feladatok megoldásában.

X

① Sűrűség, fajtérfogat

- A valóságos közeg sűrűsége:

$$\rho_v = \lim_{\Delta V \rightarrow \epsilon^3} \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

ahol Δm a ΔV térfogatban lévő közeg tömege, ϵ pedig egy, a vizsgált folyadékter méreteihez képest kicsi, de a folyadékmolekulák közötti távolsághoz képest nagy méret

- A sűrűség nem állandó érték, hanem a szoban fagyó közeg nyomásától és hőmérsékletétől függ. A folyadék sűrűségének a nyomástól való függése a legtöbb gyakorlati esetben elhanyagolható, a hőmérséklettől való függése azonban nem.
- A sűrűség reciproka értéke a fajlagos térfogat (fajtérfogat):

$$v = \lim_{\Delta V \rightarrow \epsilon^3} \frac{\Delta V}{\Delta m} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

• Folyadék sűrűsége:

- A folyadék sűrűsége és a hőmérséklete közötti függvénykapcsolatot az α_v térfogati hőtágulási együtthatóval fejezzük ki.

$$\Delta V = V_0 \cdot \alpha_v \cdot \Delta t$$

$$V = V_0 + \Delta V = V_0 (1 + \alpha_v \Delta t)$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_0 (1 + \alpha_v \Delta t)} \quad ; \quad \frac{m}{V_0} = \rho_0$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \alpha_v \Delta t}$$

ahol ρ a folyadék sűrűsége tetszőleges t hőmérsékleten.

ρ_0 : a folyadék sűrűsége 0°C hőmérsékleten

α_v : a térfogati hőtágulási együttható.

Δt : a t hőmérséklet eltérése a vonatkoztatási alaptól, 0°C -tól

A folyadék	Víz	Benzol	Etilalkohol	Higany	
sűrűség, ρ	999,8	879	810	13595	kg/m^3
terf.-i hőt.-i együttható, α_v	$6 \cdot 10^{-5}$	$106 \cdot 10^{-5}$	$110 \cdot 10^{-5}$	$18 \cdot 10^{-5}$	$1/^\circ\text{C}$
rugalmassági modulus, E	2,06	1,15	0,94	28,5	GPa

- A folyadékoknak is van, a szilárd anyagokhoz hasonlóan bizonyos, bár csekély rugalmassága. A térfogat és a nyomás közötti kapcsolatot a Hooke-törvény alapján:

$$\Delta V = \frac{1}{E} \cdot V_0 \cdot \Delta p$$

$$V = V_0 - \Delta V = V_0 \left(1 - \frac{\Delta p}{E}\right), \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_0 \left(1 - \frac{\Delta p}{E}\right)}$$

$$\frac{m}{V_0} = \rho_0$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \frac{\Delta p}{E}}$$

- ahol ρ : a sűrűség tetszőleges nyomáson
 E : a rugalmassági modulus
 Δp : a nyomásnövekedés

Erőszűk és gázok sűrűsége:

- Az ideális gázok sűrűsége a T hőmérsékletből és a p nyomásból az általános gáztörvény (ideális gázállapot-egyenlete) alapján határozható meg:

$$p \cdot V = m R_e \cdot T$$

$$\frac{m}{V} = \frac{p}{R_e \cdot T}$$

$$\rho = \frac{p}{R_e \cdot T}$$

- ahol p : a nyomás
 R_e : az egyedi gázállandó
 T : termodinamikai hőmérséklet

- Nagy nyomásoknál, és kis hőmérsékleten ez az egyenlet már nem elég pontos, ezért a valóságos gázok esetében a módosított állapotegyenlet érvényes:

$$\rho = \frac{p}{Z \cdot R_e \cdot T}$$

Z : realgáztenyező

- A gázkeverék sűrűsége az azt alkotó gázok sűrűségeiből számítható, amennyiben az elegy térfogat szerinti összetételét ismerjük:

$$\rho_c = \frac{m_0}{V_0} = \rho_1 \cdot \varphi_1 + \rho_2 \cdot \varphi_2 + \dots + \rho_n \cdot \varphi_n = \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot \varphi_i$$

ahol $\rho_1, \rho_2 \dots$: az egyes gázösszetevők sűrűsége
 $\varphi_1, \varphi_2 \dots$: az összetevők térfogatának részaránya

Levegő sűrűsége:

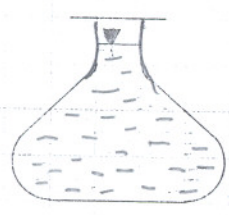
- A levegő közismerten gázkeverék, oxigen, nitrogeen, szén-dioxid, nemesgázok elegye. Általában vizgőzt is tartalmaz.
- A levegő adott hőmérsékletnél és nyomásnál csupán meghatározott mennyiségű vizgőzt tud felvenni. A lehetséges legnagyobb mennyiségű vizgőzt tartalmazó levegőt telített levegőnek nevezik. A telítetlen levegő további vízgőz felvételére képes.
- A nedves levegő ρ_n sűrűsége az alábbi összefüggésből számítható:

$$\rho_n = \rho_{sz} \cdot \left(1 - 0,377 \varphi \frac{p_{vizg,t}}{p} \right)$$

ahol ρ_n : a nedves levegő sűrűsége
 ρ_{sz} : a száraz levegő sűrűsége
 φ : a relatív nedvességtartalom (relatív nedvesség)
 $p_{vizg,t}$: a telített vizgőz nyomása
 p : a levegő nyomása

Sűrűség mérése:

Piknométer:

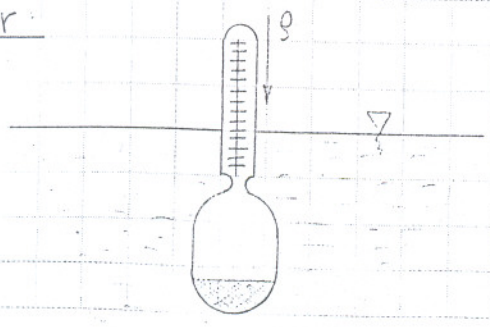


- a bejelölt jelig az ismert folyadékkal megtöltjük az edényt, és lemérjük a tömeget, majd ugyanaddig a jelig a mérendő folyadékkal töltjük fel az edényt, és ennek is megmérjük a tömeget

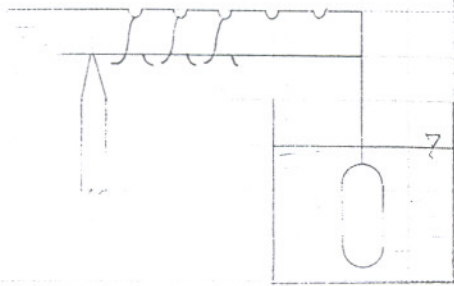
$$V_{ismert} = V_{mért}$$

$$\frac{M_{ismert}}{\rho_{ismert}} = \frac{M_{mért}}{\rho_x} \Rightarrow \rho_x = \frac{M_{mért}}{M_{ismert}} \cdot \rho_{ismert}$$

Aerométer:



- A folyadékba merülő skálázott mérőműszer alámerülése a kiszorított folyadék \otimes tömegével arányos
- Így a sűrűséggel is arányos

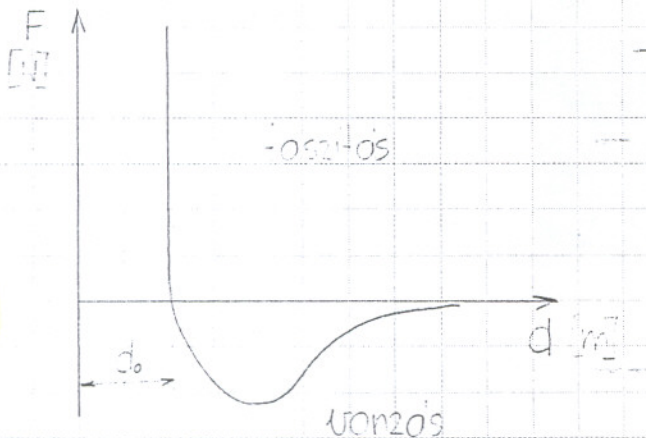
Mohr-Westphal mérleg:

- a beemerülő testre ható felhajtóerőt „leírásokkal” kiegyenlítjük
- Ebből következtetünk a sűrűségre.

?

② Kompresszibilitás (összenyomhatóság):Folyadékok összenyomhatósága:

- Tökéletesen merev hengeres tartályba töltött folyadékot dugattyú útján igen nagy erővel terhelve, csak igen kis térfogatváltozás, és ezzel együtt kis sűrűségváltozás észlelhető.
- A hőmérséklet ennél a kísérletnél állandó értéken kell tartani.
- Ennek oka az, hogy a cseppfolyós halmazállapotú közegek molekulái egymáshoz viszonylag közel vannak: $d \approx d_0$



- A távolság csökkenése esetén melegeken növekedő taszítás magyarázza, hogy miért növekszik olyan rohamosan a nyomás, ha csökkentjük a cseppfolyós halmazállapotú közeg térfogatát.

- A gyakorlatban sok esetben a folyadékok összenyomhatósága figyelmen kívül hagyható, ilyen esetben összenyomhatatlan (inkompresszibilis) átváltásról van szó.
- Más esetekben (pl: üzemiűvek vagy szivattyútelepek nyomóvezetékeiben, dízelmotorok befecskendező vezetékeiben fellepő lökeshullámok számításakor, kavitációs jelenségek tárgyalásakor stb.) azonban a folyadék rugalmosságát már figyelembe kell venni.
- A térfogatváltozás kiszámításakor az E rugalmassági modulus helyett a kompresszibilitási együttható használata szokásos:

$$\Delta V = V_0 \cdot K_k \cdot \Delta p$$

- A kompresszibilitási együttható:

$$\kappa = \frac{1}{\epsilon}$$

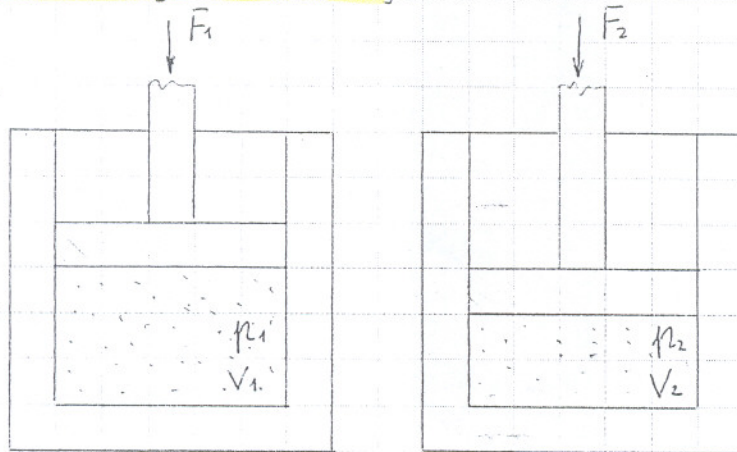
a hőmérséklettől, a nyomástól és a viszkozitástól függ. Ennek értéke növekszik, ha a hőmérséklet emelkedik, viszont ez az érték csökken, ha a nyomás nő.

- A kompresszibilitás továbbá még az állapotváltozás módjától is függ. Ezért kell az adiabatikus és izotermikus értékeket megkülönböztetni. Az izotermikus kompresszibilitási együttható mintegy 1,15-szöröse az adiabatikusnak.
- Hozzávetőleges számításoknál az együtthatót

$$\kappa_{\kappa} = 55 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{bar}}$$

értékkel vehetjük figyelembe

Gázok összenyomhatósága:



- Tartályba zárt ideális gáz térfogata és nyomása közötti kapcsolatot állandó hőmérséklet esetén Boyle és Mariotte már a 17. században megállapította:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = \text{állandó}$$

- A valóságos gázok és gőzök nyomása és térfogata közötti összefüggést ez az egyenlet csak megközelítően írja le, ezért az

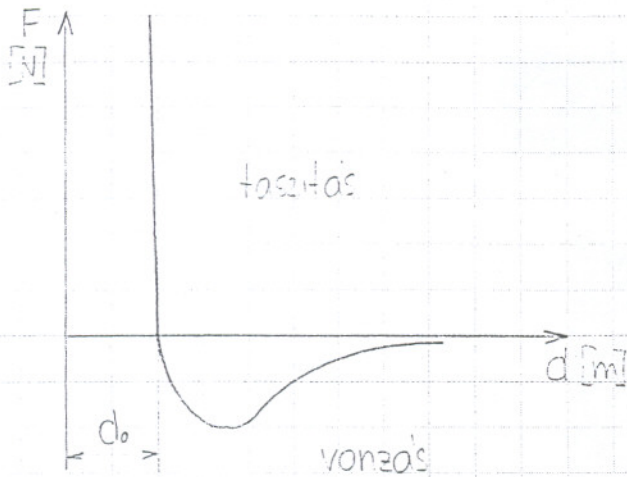
$$p = \frac{p_0}{Z} = \frac{p_0}{Z \cdot R_e \cdot T}$$

egyenlet használata ajánlatos.

- Az áramló gázok és gőzök kompresszibilitása nemcsak a statikus nyomástól, hanem még az áramlás sebességétől is függ.
- A gázdinamikai fejezetben bevezetjük a Mach-számot mint az áramló gázok és gőzök kompresszibilitásának

megítélésére alkalmas mennyiséget.

- A gáz és gőz összenyomhatatlan közegként kezelhető, de ez csak akkor lehetséges, ha a közegben a nyomás és a hőmérséklet csak olyan mértékben változik, hogy az ennek következtében kialakuló sűrűségváltozás elhanyagolható, pl., ha annak réteguptagsága vagy áramlási sebessége kicsi.



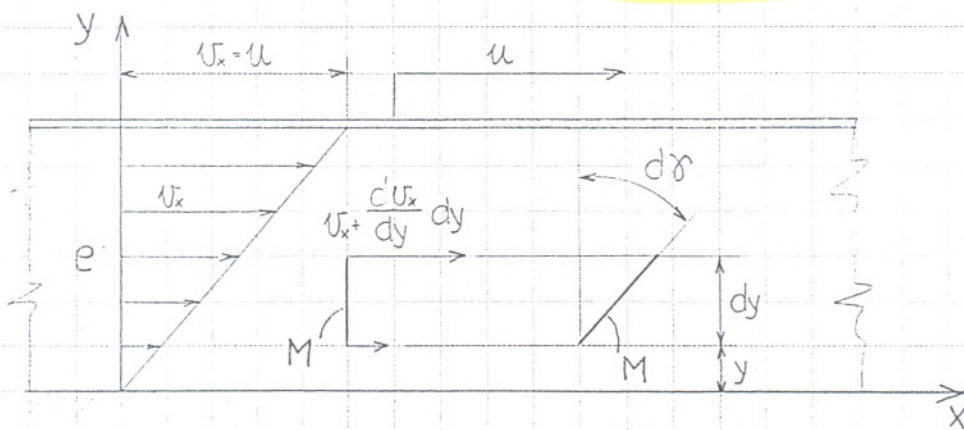
- A molekulák távolságon keletkező vonzóerő nagyobb távolság esetén rohamosan, d^{-7} -nel arányosan csökken.
- Mivel a gázok sűrűsége kb. 3 nagyságrenddel kisebb, mint a folyadéké, a molekulák közötti átlagos távolság gázoknál a cseppfolyós közegeknél erőnyes $\approx d_0$ távolságnak kb. $\frac{1}{12}$ -

szerepe. Ezért a gázoknál a molekulák közötti vonzó- vagy taszítóerő az ütközésektől eltekintve elhanyagolható.

③ Viszkózitás

Newtoni közeg viszkózitása:

- szilárd fallal érintkező folyadék sebessége közvetlenül a falnál megegyezik a fal sebességével. Ezt az általában alkalmazott tapasztalatot a tapadási törvénynek szoktuk nevezni.



$$u_x = u_x(y)$$

$$u_y = u_z = 0$$

- Az y helyen látható egy dy vastagságú folyadékréteg.
- A csak az y -tól függő u_x sebességkomponens y irányú változását a du_x/dy differenciáhányados jellemzi. Gondolatban vessük meg az áramlásban az M jelű dy hosszúságú szakaszt, és vizsgáljuk meg, hogy dt idő alatt milyen dr szöggel fordul el. Az M szakasz felső része $u_x + (du_x/dy)dy$ alsó része u_x sebességgel mozog. A szakasz felső része dt időtartam alatt $(du_x/dy)dy \cdot dt$ -vel távolabbra jut, mint az alsó rész.
- A dt időtartamra jutó elfordulást, dr -t a fenti szorzat dy -nal való osztásával kapjuk meg. Az egységnyi időre jutó szögelfordulás, azaz a deformációsebesség, a dt -vel való osztás után adódik:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{du_x}{dy}$$

- Amint azt az előző gondolat kísérletben megállapítottuk a dr/dt deformációsebesség és a τ csúsztatófeszültség között egyenes arányosság van. Ezt figyelembe véve felírható Newton viszkozitási törvénye:

$$\tau_{yx} = \eta \frac{du_x}{dy} = \eta \frac{dr}{dt}$$

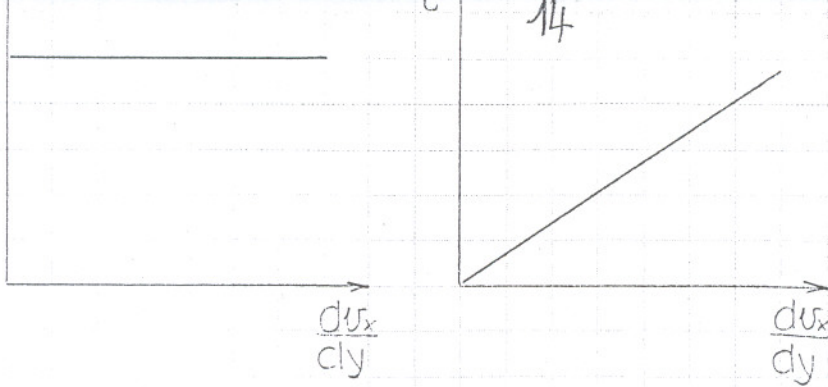
- A τ indexei közül az első a τ -t tartalmazó sík normálisának irányát, a második a τ irányát jelenti. (Sűrűdéses közegek deformációjánál a csúsztatófeszültségek mellett húzófeszültségek is keletkezhetnek)
- Az η egy, a folyadék tulajdonságaitól függő értékű arányossági tényező, a dinamikai viszkozitás, melynek mértékegysége az alábbi módon határozzuk meg:

$$[\eta] = [\tau] \left[\frac{dy}{du_x} \right] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m/s}} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} = \text{Pa} \cdot \text{s}$$

- Definíáljuk a kinematikai viszkozitást, mint a dinamikai viszkozitát és a ρ sűrűség hányadosát:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad ; \quad [\nu] = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

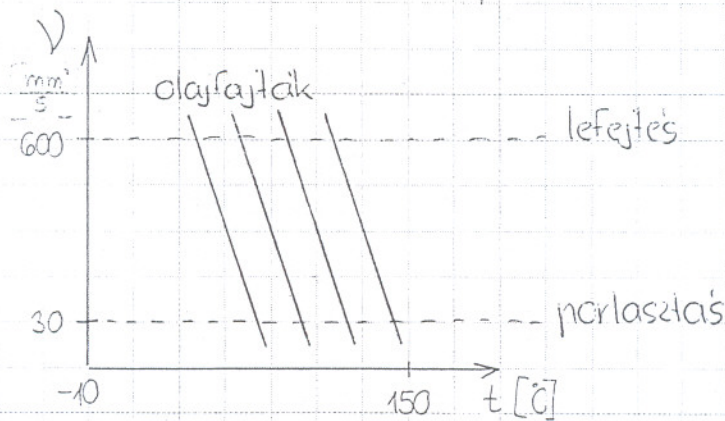
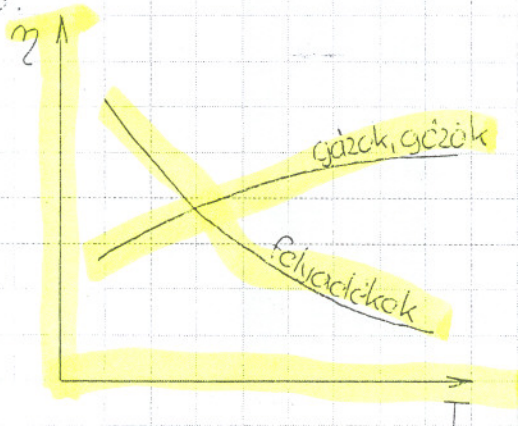
- Ha a deformációsebesség a zérushoz tart, akkor a csúsztatófeszültség is eltűnik. Ezt úgy szoktuk mondani, hogy - a szilárd anyagokkal ellentétben - a folyadékok nyugodt belső sűrűdési zérus
- A nyugodt folyadékokban nem tartható fenn tartósan nyírófeszültség, mert a nyírófeszültség hatására a folyadék időben folyamatosan deformálódik.



- A newtoni folyadék viszkozitása és csúszófeszültsége a fajlagos sebességértelmezési (sebességgradiens) függvényében

A viszkozitás és a hőmérséklet kapcsolata:

- A folyadék viszkozitása a folyadékretegek közötti molekuláris erők csökkenése következtében - növekvő hőmérséklettel csökken
- A gázok viszkozitása a gázmolekulák mozgási energiájának növekedése következtében a hőmérséklet emelkedésekor nő.



A viszkozitás és a nyomás kapcsolata:

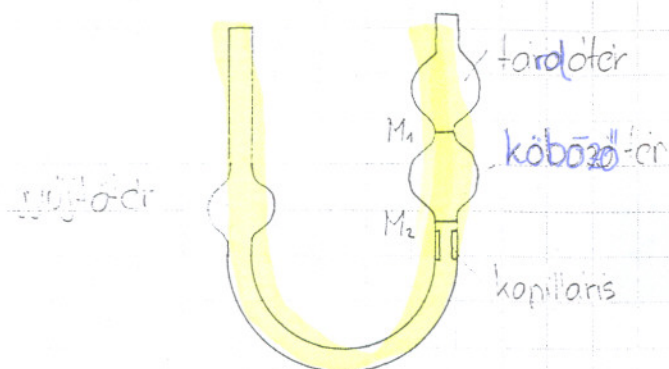
- A dinamikai viszkozitás csak igen nagy nyomatoknál függ a nyomástól.

Nemnewtoni folyadékok viszkozitása

- A nemnewtoni folyadékok azok, amelyek áramlási tulajdonságai nem követik Newton-nak a csúsztatófeszültségre vonatkozó összefüggését. Ezek:
 - a) nemlineáris viszkozus folyadékok
 - b) lineáris-viszkoelasztikus folyadékok
 - c) nemlineáris-viszkoelasztikus közegek
- A newtoni folyadékokkal összehasonlítva a következő folyási eltérések tapasztalhatók

- Plasztikus** a közeg, ha az egy meghatározott határértéknél kisebb csúsztatófeszültség hatására (a folyási határig) szilárd anyagként viselkedik és e határnál nagyobb csúsztatófeszültségnél folyni kezd. Amennyiben a csúsztatófeszültség és a fajlagos sebességváltozás (du_x/dy) közötti összefüggés lineáris, Bingham-anyagnak (vll. folyadéknak) van szó.
- Strukturaviszkozus** az a közeg, amelynek viszkozitása csökken, ha a csúsztatófeszültség növekszik. A legtöbb nemnewtoni közeg strukturaviszkozus.
- Dilatáló** az anyag, amelynek viszkozitása nő, ha a csúsztatófeszültség csökken.
- Tixotrop** a közeg, ha állandó nagyságú csúsztatófeszültség hatására viszkozitása az időben folyamatosan csökken, majd a csúsztatófeszültség megszűnése után visszanyeri annak eredeti értékét.
- Rheopektív (Reopex)** a közeg, ha állandó csúsztatófeszültség hatására a viszkozitás az időben folyamatosan növekszik, tehát c-tixotropnal ellentétes tulajdonságú.

Folyási eltérés	PLASZTIKUS	STRUKTURAVISZKOZUS	DILATÁNS	TIXOTRÓP	REOPEX
Folyási-görbe					
Viszkozitás-görbe					
Jellemző anyagok	Kencsanyagok Ketchup Fogkrém Kocsonya Gyanta	Polímeranyagok Gumi Műanyagok Szuszpenziók	Festékek Keményítők PVC paszták Szilikonok	Futchamok Csiriz Zselatinoldatok	Bizonyos kencsanyagok

Viszkózitás mérése:Ostwald-féle viszkóziméter:

- Annyi folyadékot töltenek a csőbe, hogy a köbözőteret teljesen és a töltőtér egy részét megtöltse.
- A folyadék a kapillárison keresztül a gyűjtőtérbe folyik át.
- Még kell mérni azt a „t” időtartamot, amely alatt a folyadék felszíne az M₁ jeltől az M₂-ig ér.

$$V = k \cdot t$$

ahol k: műszerállandó

Engler-féle viszkóziméter:

$$E^{\circ} = \frac{200 \text{ cm}^3 \text{ t hőmérsékletű folyadék kifolyási ideje}}{200 \text{ cm}^3 \text{ 20}^{\circ} \text{ hőmérsékletű víz kifolyási ideje}}$$

Esősúlyos viszkóziméter (Höppler-féle golyós viszkóziméter)

- A folyadékban szabadon eső test addig gyorsul, míg létrejön a reál ható erők egyensúlya. Ennek beállta után állandó sebességgel, az esési sebességgel, vagy a v_s süllyedési sebességgel halad tovább. Ekkor a testre az F_G súlyerő, a folyadékba merülő testre ható F_F felhajtóerő, és a v_s sebességtől függő F_e ellenálló-erő hat.
- Viszonylag kis sebességgel mozgó gömbre ható ellenálló:

$$F_e = 3\eta \pi \cdot d \cdot v$$

$$F_G = \frac{d^3 \pi}{6} \cdot \rho_g \cdot g \quad ; \quad F_F = \frac{d^3 \pi}{6} \cdot \rho_f \cdot g \quad ,$$

$$F_e = F_G - F_F$$

$$3 \cdot \eta \cdot d \cdot \pi \cdot v = \frac{d^3 \pi}{6} \cdot (\rho_g - \rho_f) \cdot g$$

- 17
- A Höppler-féle viszkoziméterben a d átmérőjű golyó nem szabadon, hanem viszonylag szűk D átmérőjű csőben esik. Ennek hatását egy K korrekációs tényezővel vesszük figyelembe:

$$\eta = K \cdot \frac{g \cdot d^2}{18 \cdot v} (\rho_g - \rho_f)$$

- A gyakorlatban kivitelezett műszereknél csak a golyó két jel közötti áthaladási idejét mérik és a dinamikai viszkozitást a műszerre megállapított tapasztalati egyenlettel határozzák meg:

$$\eta = K (\rho_g - \rho_f) \cdot \tau$$

Rotációs módszer:

- A vizsgalendő folyadék két egymáshoz képest elforduló egytengelyű szilárd test közötti keskeny rést tölti ki.
- A forgatáshoz szükséges forgatónyomatékot mérik meg, amely egy előre meghatározott ω szögsebesség eléréséhez szükséges, vagy egy adott nyomatékkal elérhető szögsebességet mérik.
- Az $r_k - r_b$ szélességű rés mindkét faldhoz hozzátartozik a folyadék ezért az áramlási sebesség sugarirányú változása közelítőleg:

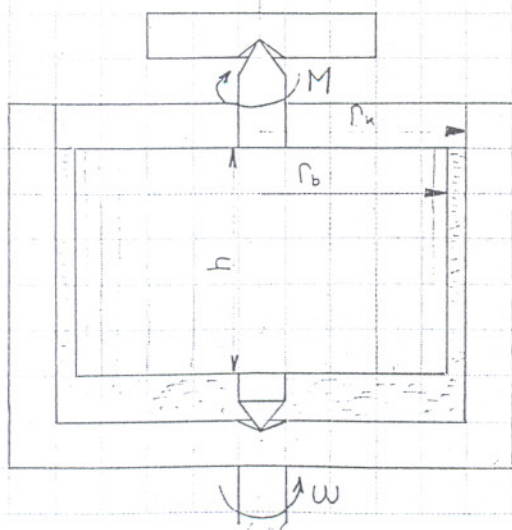
$$\frac{dv}{dr} = \frac{r_k \omega}{r_k - r_b} = \frac{\tau}{\eta}$$

- A belső henger palástján keletkező τ csúsztatófeszültség nyomatéka a henger tengelyére:

$$M = r_b \cdot A_b \cdot \tau = r_b \cdot 2r_b \pi \cdot h \cdot \tau \cdot \frac{r_k \omega}{r_k - r_b}$$

$$\tau = \frac{M}{\omega} \cdot \frac{r_k - r_b}{2\pi \cdot r_b^2 \cdot h \cdot r_k} \cdot K$$

$$\tau = K \cdot \frac{M}{\omega}$$



④ Hőtan: anyagi jellemzők:

Fajlagos hőkapacitás (fajhő):

- az a hőmennyiség, amely 1 kg anyagnak 1 fokkal való felmelegítéséhez, vagy lehűtéséhez szükséges.
- A fajlagos hőkapacitás mind a folyadékoknál, mind a gázoknál a hőmérséklettől és a nyomástól függ, folyadékoknál a nyomástól való függés többnyire elhanyagolható.
- Gázoknál és gőzöknel kétféle fajhőt különböztetünk meg:
 - Allandó terfogatú közegnél
 C_v izochor fajhő
 - Allandó nyomású közegnél
 C_p izobar fajhő
- A C_p és C_v hányadosa ideális gázoknál a γ izentropikus kitevő:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

Gázállandók:

- Valamely gáz er. gáz egyedi (vagy speciális) R_e gázállandója az a munka, amelyet 1 kg gáz a környezet állandó nyomása ellen akkor végez, ha hőmérsékletét állandó nyomáson egy fokkal megnöveljük.

$$[R_e] = \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$R_e = \frac{p}{\rho \cdot T} = \frac{p \cdot v}{T}$$

$$R_e = C_p - C_v = (\gamma - 1) \cdot C_v = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \cdot C_p$$

- Az R_e egyedi gázállandón kívül ismert az R (vagy R_m) moláris (vagy univerzális) gázállandó, amelynek minden gázra érvényes számerőke:

$$R = 8,3166 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$R_e = \frac{R}{M_m}$$

ahol M_m : az anyag moláris tömege

Levegő: $C_p = 1004 \frac{kJ}{kg \cdot K}$

$$C_v = 717 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

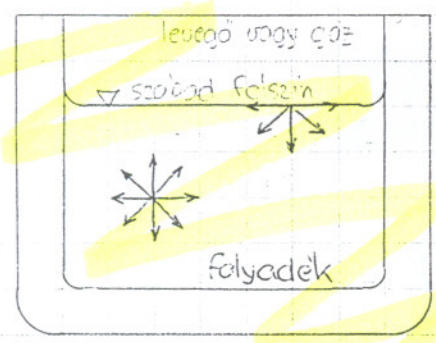
$$\gamma = 1,4$$

$$R_e = 287 \frac{J}{kg \cdot K}$$

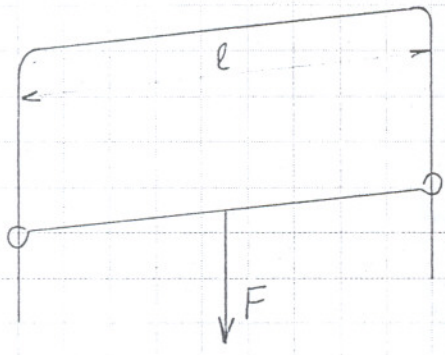
5) Felületi feszültség és kapillaritás

Felületi feszültség

- A nyugvó folyadék belsejében lévő folyadékreszecskekre a körülöttük levők minden irányban egyenlő **koheziós erők** hatnak. A határfelületen levőkre csak a befelé, a folyadék fele húzó erők hatnak, mivel a gáz vagy levegő által kifejtett húzóerő elhanyagolhatóan csekély.



- A **szabad felszínen** ható befelé húzó koheziós erők a szabad felszínt a lehető legkisebbre igyekeznek összehúzni, a felszínt vékony rugalmas hátyaként feszítik meg
- Növekvő hőmérséklettel a felületi feszültség értéke csökken.



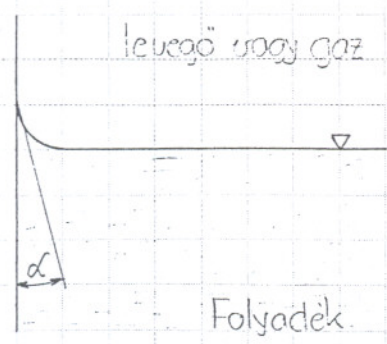
- Egy vékony folyadékhártya felületének megnöveledéséhez az ábrán látható keret elmozdítható (alsó) oldalának elmozdításához F erő szükséges.
- A felületi feszültség:

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot l}$$

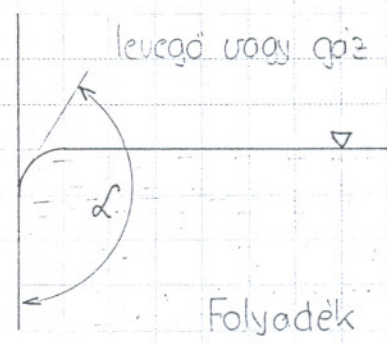
$$\sigma_{\text{víz-levegő}} = 0,073 \text{ N/m (20°C-on)}$$

Tapadási feszültség

- Amikor a folyadékok vagy gázok szilárd testtel, vagy egymással nem keveredő folyadékok egymással érintkeznek, akkor az anyagon belüli koheziós erők és az anyagok közötti adhéziós erők határozzák meg a határoló felületen kialakuló viszonyokat. Eszerint a folyadék lehet:



nedvesítő



nem nedvesítő

- A szilárd anyag felületén elhelyezkedő folyadékcsepp alakja lehet:



- A nedvesítés szöge és a tapadási, ill. felületi feszültségek közötti kapcsolat:

$$\cos \alpha = \frac{\sigma_{13} - \sigma_{23}}{\sigma_{12}}$$

- ahol α : nedvesítési szög
 σ_{13} : a gáz (levegő) és a fal közötti tapadási feszültség
 σ_{23} : a folyadék és a fal közötti tapadási feszültség.
 σ_{12} : a folyadék és a gáz közötti felületi feszültség.

Kapillaritás:

- Kis átmérőjű cső végét folyadékba merítve, a nedvesítő folyadék felszíne (pl. víz és üvegcső) a csőben magasabban, a nem nedvesítő folyadék felszíne (pl. higany és üvegcső) a csőben alacsonyabban áll, mint a külső folyadék szabad felszíne.

- A folyadékot határoló felületek mentén ébredő feszültségekből és a felemelkedett vagy lesüllyedt folyadékoszlop súlyából adódik a felemelkedés, ill. lesüllyedés közepes h_m értékek meghatározására alkalmas összefüggés:

$$h_m = \frac{4 \cdot \sigma}{d \cdot \rho \cdot g}$$

