

Név:

NEPTUN kód: ÜLŐHELY sorszám.....

PONTSZÁM: $\Sigma 25p$ / p

1. példa (elméleti kérdés) (7p=7 x1pont)

Sorolja fel az ún. **ideális közeg** legfontosabb sajátosságait! **ld. tankönyv 35.o.**

1. ...**homogén, kontinuum**.....
2. ...**összenyomhatatlan**.....
3. ...**súrlódásmentes**.....

Definiálja az alábbi **áramlástan** fogalmakat!

PÁLYA: **ld. tankönyv 59. o.**

ÁRAMVONAL: **ld. tankönyv 59. o.**

NYOMVONAL: **ld. tankönyv 59. o.**

Írja fel matematikailag a lehető legtömörebben, hogy mit jelent, ha egy áramlás **stacionárius ill. instacionárius!**

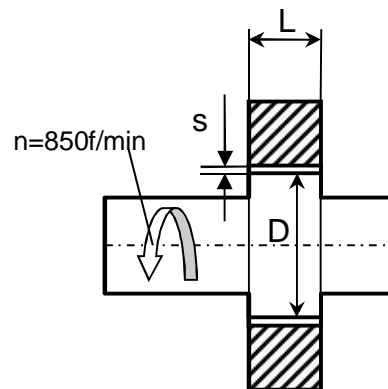
ld. tankönyv 60. o.

ld. előadás: Az áramlás bármely jellemzőjére: stacioner $\frac{\partial \underline{v}}{\partial t} = 0$, illetve instacioner $\frac{\partial \underline{v}}{\partial t} \neq 0$.

Megjegyzés: **ld. a tankönyv 60. oldalán a v sebességtérre megadottak ($\underline{v}=\underline{v}(\underline{r})$ ill. $\underline{v}=\underline{v}(\underline{r}, t)$ csak példák**, az összes áramlásra jellemző skalár- ill. vektormennyiségre ($\underline{v}, p, \rho, T$) is vonatkozik a stacioneritás / instacioneritás fogalma.

2. példa (6pont)

Egy személyautó motor vezérműtengelyei összesen $N=20\text{db}$ helyen csapágyazottak azonos méretű ($L=25\text{mm}$; $\varnothing D=35\text{mm}$) siklócsapágyakkal. (Az ábra 1db ilyen csapágyat mutat). A vezérműtengelyek alapjáratú állandó $n=850\text{ford/perc}$ fordulatszámmal forognak. A sraffozott álló csapágyház és a forgó tengely közötti rést ($s=0,05\text{mm}$) $\rho_o=850\text{kg/m}^3$ sűrűségű kenőolaj (Castrol TWS 10W-60) tölti ki. Az alábbi két üzemállapotra vizsgáljuk a részben keletkező P_{veszt} veszteségteljesítményt. Az olaj ν kinematikai viszkozitása:



a) indítás után közvetlenül 40°C -on: $\nu_a = 1,615 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$,

b) míg üzemi állapotban 100°C -on: $\nu_b = 2,426 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

(Feltételek: stationer állapot, összenyomhatatlan közeg, lineáris sebességprofil a vékony részben, a Newton-féle viszkozitási törvény használható)

KÉRDÉSEK:

Mekkora a veszteségteljesítmény ($P_{\text{veszt}}[\text{W}]$) az a) és b) üzemállapotokban? Ha az alapjáratú motorteljesítmény $P_{\text{alajarat}}=10\text{kW}$, akkor ennek hány százalékát emészti fel az a) ill. b) pontokban kiszámított veszteségteljesítmény?

MEGOLDÁS

Átváltásokra ügyelni! (min/sec; mm/m; kW/W stb.)

$N=1\text{db}$ csapágyra, fenti feltételekkel:

$$\tau \approx \mu \cdot v_{\text{ker}}/s, \text{ ahol } \mu = \nu \cdot \rho_{\text{olaj}}, \text{ ahol } v_{\text{ker}} = \omega \cdot D/2, \text{ ahol } \omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$F = \tau \cdot A, \text{ ahol } A = (D+s) \cdot \pi L$$

$$M = F \cdot R = F \cdot (D+s)/2$$

$$P_{\text{veszt}} = M \cdot \omega (= F \cdot v_{\text{ker}})$$

Rendezve, $N=1\text{db}$ -ra:

$$P_{\text{veszt}} = \nu \cdot (\rho_{\text{olaj}} \cdot \pi^3 \cdot n^2 \cdot D/s \cdot (D+s)^2 \cdot L) = \nu \cdot 113715,1$$

a) $P_{\text{veszt,a}} = 18,365\text{W}$

b) $P_{\text{veszt,b}} = 2,759\text{W}$

$N=20\text{db}$ csapágyra $20\times$ ennyi:

a) $P_{\text{veszt,a,N}} = 367,3\text{W}$

b) $P_{\text{veszt,b,N}} = 55,2\text{W}$

$P_{\text{alajarat}}=10\text{kW}$ -nak ez $\sim 3,67\%$ -a

illetve

$0,55\%$ -a.

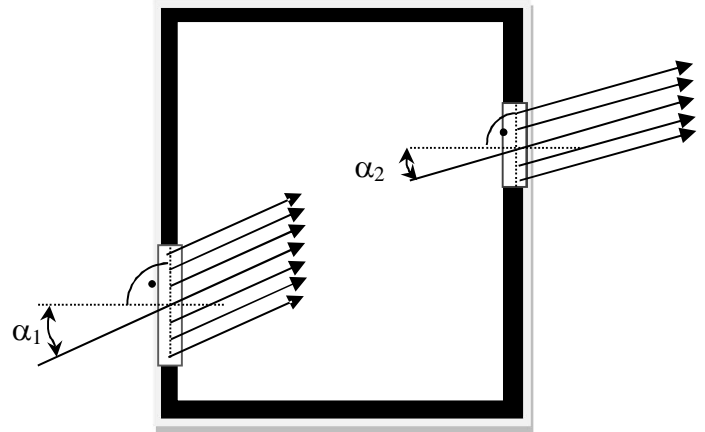
Megjegyzés:

- $R=D/2$ is elfogadtam, de korrekt a $(D+s)/2$ átlagos sugárral is számolni.
- π értékét kérem, a minden számológépbe beépített értéként használni, nem pedig 3,14-nek! (ehhez viszont kell számológép)
- általános „kérés”: a kerekítés szabályait alkalmazzák! mert a végeredményük nagyban függ attól, hogy ki milyen értelmesen és hányszor kerekített rosszul)
- Több okból is érdemes számológépet hozni ZH-ra...
- Több okból is 100% alatti hatásfok szokott kijönni áramlástan példák esetében (is).

3. példa (6pont)

Egy terem 9m^2 keresztmetszetű ablakán mindenhol azonos 18km/h sebességgel befúj a szél ($\rho_{\text{lev}}=1.2\text{kg/m}^3$) az ábrán jelölt irányban ($\alpha_1=30^\circ$). Mekkora a teljesen nyitott ajtón kiáramló levegő átlagsebessége, térfogatárama és tömegárama, ha ismert, hogy a levegő az ajtó egész keresztmetszetén (4m^2) az ábrán jelölt $\alpha_2=20^\circ$ irányban távozik? Feltételek: ideális közeg, stacioner állapot.

MEGOLDÁS



Átváltásokra ügyelni! (km/h / m/s stb.)

Symbol görög betűket ne keverjék össze! ρ (rho) \neq p (pé)

Direkt nem rajzoltam be az ábrába koordináta-rendszert.

Legyen a feladatlap (x,y) síkjában a \longrightarrow irány a sebességvektor x komponense.

ABLAK (be): legyen „1” pont : $v_{1,x}=v_1 \cdot \cos 30^\circ$

AJATÓ (ki) : legyen „2” pont : $v_{2,x}=v_2 \cdot \cos 20^\circ$

Folytonosság tétele ($q_v=\text{áll.}$) a fenti feltételekkel:

$$v_{1,x} \cdot A_1 = v_{2,x} \cdot A_2$$

$$v_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot A_1 = v_2 \cdot \cos 20^\circ \cdot A_2$$

$$v_2 = v_1 \cdot (\cos 30^\circ / \cos 20^\circ) \cdot (A_1 / A_2)$$

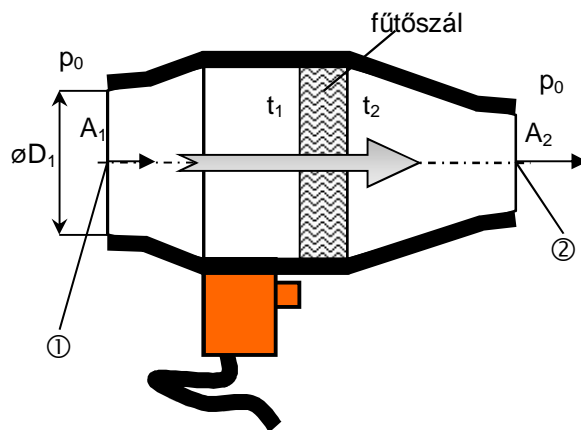
a) $v_2 = \mathbf{10,3681\text{m/s}}$ ($\approx 10,368\text{m/s} \approx 10,37\text{m/s}$)

b) $q_{v,2} = v_{2,x} \cdot A_2 = v_2 \cdot \cos 20^\circ \cdot A_2 = \mathbf{38,9711\text{ m}^3/\text{s}}$ ($\approx 38,971\text{ m}^3/\text{s} \approx 38,97\text{ m}^3/\text{s}$)

c) $q_m = \rho_{\text{lev}} \cdot q_{v,2} = \mathbf{46,765\text{ kg/s}}$ ($\approx 46,77\text{ kg/s} \approx 46,8\text{ kg/s}$)

4. példa (6pont)

Egy hajszárító ún. áramcsőnek tekinthető, csak az A_1 belépő és A_2 kilépő keresztmetszetén nyitott. A hajszárítóban lévő ventilátor által szállított levegő tömegárama ismert $q_m=12,376[\text{kg/h}]$. A belépő A_1 keresztmetszet kör alakú ($\varnothing D_1=60\text{mm}$), a kilépő keresztmetszet téglalap alakú: $A_2=60\text{mm}\times 40\text{mm}$. A ventilátor fűtőszála a beszívott ($t_1=15^\circ\text{C}$) levegőt $t_2=55^\circ\text{C}$ -ra fűti fel. A levegő sűrűségszámításának szempontjából a nyomásváltozás elhanyagolható: értsd: mindenhol, tehát a belépő és kilépő keresztmetszetekben is az ideális gáztörvényben $p_0 = 100500 \text{ Pa}$ értékűnek vehető ($R = 287 \text{ J/kgK}$). (Feltételek: stacioner állapot, súrlódásmentes közeg)



Kérdés: Határozza meg a hajszárító be- ill. kilépő keresztmetszeteiben az átlagsebességet és térfogatáramot!

$$\bar{v}_1 = ? , \bar{v}_2 = ? , q_{v,1} = ? , q_{v,2} = ?$$

MEGOLDÁS

Átváltásokra ügyelni! (kg/h / kg/s; °C/K; mm² / m² stb.)

Symbol görög betűket ne keverjék össze! ρ (rho) \neq p (pé)

Folytonosság tétele ($q_m=\text{áll.}$) a fenti feltételekkel:

$$\rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2$$

azaz $\rho_1 \cdot q_{v,1} = \rho_2 \cdot q_{v,2}$, ahol $q_{v,1} = v_1 \cdot A_1$ illetve $q_{v,2} = v_2 \cdot A_2$

$$\rho_1 = p_0 / (R \cdot T_1) = 1,215883 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = p_0 / (R \cdot T_2) = 1,067604 \text{ kg/m}^3$$

(ezt persze kerekíteni érdemes, ha ez a kérdés, de mi továbbszámolunk vele)

$$v_1 = q_m / (\rho_1 \cdot A_1) = 0,999985587 \text{ m/s} \approx \mathbf{1 \text{ m/s}}$$

$$v_2 = q_m / (\rho_2 \cdot A_2) = 1,341702524 \approx \mathbf{1,342 \text{ m/s}}$$

$$q_{v,1} = v_1 \cdot A_1 = \mathbf{2,83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}} (=10,179 \text{ m}^3/\text{h})$$

$$q_{v,2} = v_2 \cdot A_2 = \mathbf{3,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}} (=11,59 \text{ m}^3/\text{h})$$

1. példa (elméleti kérdés) (7p=2p+1p+2p+2p)

Mit tud a szilárd testek és (newtoni) folyadékokban ébredő csúsztatófeszültség és a deformáció közötti kapcsolatról? Az alábbi mennyiségek felhasználásával írja be a táblázat jobboldali celláiba!

γ [rad]: szögdeformáció

τ [Pa]: csúsztatófeszültség,

szilárd testek	ld. tankönyv 24. o.
folyadékok	ld. tankönyv 24. o.

Írja be a **nyomásgradiens vektor komponenseit** !

$$\text{grad } p = \quad \cdot \underline{i} + \quad \cdot \underline{j} + \quad \cdot \underline{k}$$

ld. tankönyv 43. o.

Definiálja az alábbi **áramlástan** fogalmat!
ÁRAMVONAL :

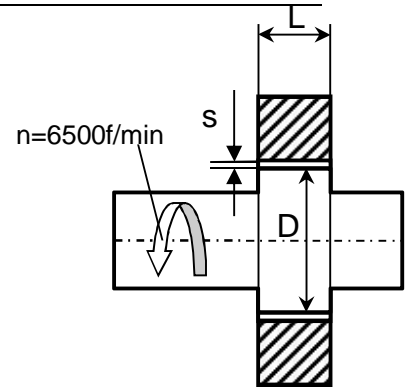
ld. tankönyv 59. o.

Írja fel a **folytonosság (kontinuitás) tétel integrál alakját** !

ld. tankönyv 83. o. (2.21 formula)

2. példa (6pont)

Egy személyautó motor dupla vezérműtengelye összesen **N=20db** helyen csapágyazott azonos méretű ($L=25\text{mm}; \varnothing D=35\text{mm}$) siklócsapágyakkal. (Az ábra 1db ilyen csapágyat mutat). A vezérműtengelyek max. motorfordulatszám esetén $n=6500\text{ford/perc}$ állandó fordulatszámmal forognak. A sraffozott álló csapágyház és a forgó tengely közötti rést ($s=0,05\text{mm}$) motorolaj tölti ki.



KÉRDÉSEK: 1.) Számítsa ki, hogy ezen a fordulatszámon mekkora a résben ébredő csúsztatófeszültség miatti $P_{\text{veszt}}[\text{W}]$ veszteségteljesítmény, ha

- „olcsó” motorolajat ($v=2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}, \rho_o=860\text{kg}/\text{m}^3$)

illetve

- „drága” motorolajat ($v=1,25 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}, \rho_o=860\text{kg}/\text{m}^3$)

használunk!

2.) A $P_{\text{max}}=100\text{kW}$ motorteljesítménynek hány %-át emészti fel a veszteségteljesítmény a kétféle olaj esetében?

Feltételek: stacioner állapot, összenyomhatatlan közeg, lineáris sebességprofil a vékony résben, a Newton-féle viszkozitási törvény használható.

MEGOLDÁS

$N=1\text{db}$ csapágyra, fenti feltételekkel:

$\tau \approx \mu \cdot v_{\text{ker}}/s$, ahol

Pa

olcsó

drága

5122

2561

$\mu=v \cdot \rho_{\text{olaj}}$, ahol

kg/(ms)

0,0215

0,01075

$v_{\text{ker}}=\omega \cdot D/2$, ahol

m/s

11,912

11,912

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$

1/s

680,68

680,68

$F=\tau \cdot A$, ahol $A=(D+s) \cdot \pi L$

N

14,1

7,05

$M=F \cdot R=F \cdot (D+s)/2$

Nm

0,24711

0,12356

$P_{\text{veszt}}=M \cdot \omega$ ($=F \cdot v_{\text{ker}}$)

W

168,2

84,1

Rendezve, $N=1\text{db}$ -ra:

$P_{\text{veszt}}= v \cdot 6728006,1$

b) $P_{\text{veszt,olcsó}}= 168,2\text{W}$

b) $P_{\text{veszt,drága}}= 84,1\text{W}$

$N=20\text{db}$ csapágyra $20 \times$ ennyi:

b) $P_{\text{veszt,olcsó,N}}= 3364\text{W}$

b) $P_{\text{veszt,b,N}}= 1682\text{W}$

$P_{\text{max}}=100\text{kW}$ -nak ez $\sim 3,364\%$ -a

illetve

$1,682\%$ -a.

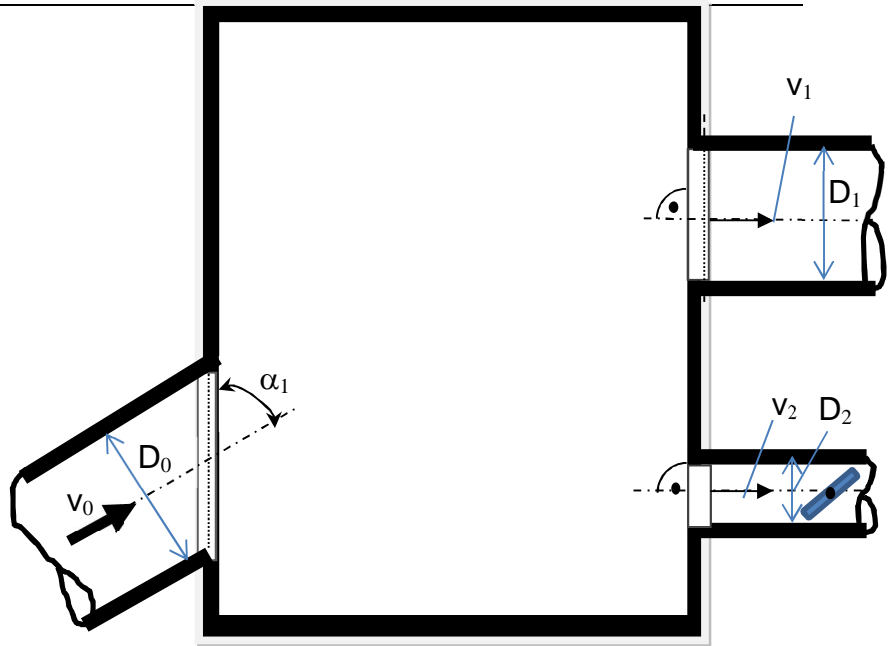
3. példa (6pont)

A három csőcsatlakozásától eltekintve egy zárt víztartályt mutat az ábra felülnézeti metszetben. A baloldali oldalfalhoz egy $\varnothing D_0=250\text{mm}$ betápláló cső csatlakozik $\alpha_1=60^\circ$ fokban. A csövön $v_0=5\text{m/s}$ átlagsebességgel áramlik be a víz (ábrán nyíllal jelölve). A jobboldali kisebb ($\varnothing D_2=100\text{mm}$) csőbe beépített pillangószeleppel $v_2=6,25\text{m/s}$ kiáramlási átlagsebességet állítunk be.

A betápláló és kivezető csövek tengelyei azonos magasságban vannak, és mindhárom csőtengely a vízszintes síkban fekszik!

Kérdés: Határozza meg a nagyobb ($\varnothing D_1=200\text{mm}$,) kivezető csövön kiáramló víz **átlagsebességét**, illetve mindkét kivezető cső **térfogat- és tömegáramát!**

Feltételek: ideális közeg ($\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$), stacioner állapot.



MEGOLDÁS

$\rho=\text{áll.}$, így

$$q_{V,\text{be}}=q_{V,\text{ki}}$$

$$q_{V,0}=q_{V,1}+q_{V,2}$$

$$v_0 A_0 = v_1 A_1 + v_2 A_2$$

$$A_0 = \frac{D_0^2 \pi}{4}, A_1 = \frac{D_1^2 \pi}{4}, A_2 = \frac{D_2^2 \pi}{4}$$

v_0 és v_2 adott, így

$$v_1 = 6,25\text{m/s}$$

$$q_{V,1} = 0,19634954 \text{ m}^3/\text{s} = 0,1964 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{V,2} = 0,0490874 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0491 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{m,1} = 196,4 \text{ kg/s}$$

$$q_{m,2} = 49,1 \text{ kg/s}$$

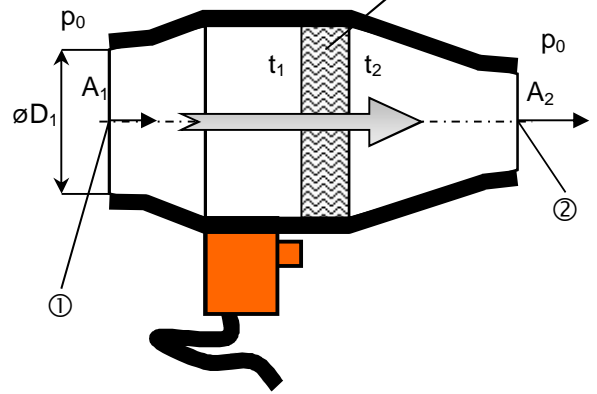
fűtőszál

4. példa (6pont)

Egy hajszárító ún. áramcsőnek tekinthető: csak az A_1 ($\varnothing D_1=70\text{mm}$) belépő és $A_2=50\text{mm}\times 50\text{mm}$ kilépő keresztmetszetén nyitott. Ismert, hogy a kilépő keresztmetszeten (az ábrán nyíllal jelölt irányban) 2m/s átlagsebességgel lép ki a közeg. A hajszárító fűtőszála a ventilátor által beszívott ($t_1=20^\circ\text{C}$) levegőt $t_2=60^\circ\text{C}$ -ra fűti fel. A levegő sűrűségszámításának szempontjából a nyomás $p_0=10^5\text{Pa}$ értékűnek vehető.

Feltételek: stacioner állapot, sűrűlódásmentes közeg, $R=287\text{J/kgK}$

Kérdés: Határozza meg a hajszárító belépő A_1 keresztmetszetbeli átlagsebességét, a be- ill. kilépő keresztmetszetek térfogatáramait és a ventilátor által szállított levegő tömegáramát!



MEGOLDÁS

$\rho \neq \text{áll.}$, így mivel $q_m = \text{áll.}$

$$q_{m,1} = q_{m,2}$$

$$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$$

$$v_1 = v_2 \frac{\rho_2 A_2}{\rho_1 A_1} = v_2 \frac{T_1 A_2}{T_2 A_1} = 1,1432 \text{ m/s}$$

$$q_{v,1} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{v,2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_m = 5,232 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$$