

tárgykód: *BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11*
tárgynév: *Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan*
félév: *2020-2021-II*
dátum: *2021.06.03. csütörtök*

ÍRÁSBELI VIZSGA FELADATSOR

KÉREM, FIGYELMESEN OLVASSA EL AZ ALÁBBIAKAT!

Az írásbeli vizsga feladatlapot az adott vizsga NEPTUN-ban meghirdetett kezdési időpontja előtti 15 percben töltjük fel a Teams csoport és a tárgyhonlap e félévi „vizsga” alkönyvtárába. Innen tudják letölteni az írásbeli vizsga feladatsort. A file nevében a dátum beazonosítja az aznapi vizsga feladatsort, de azért ezt kérem, ellenőrizték! Ha most ezt olvassák, akkor valószínűleg jó file-t töltöttek le.

Kidolgozási idő: **120 perc (9:00h-11:00h)**
Beküldési határidő: **a kidolgozási idő lejártá után 30 percen belül (11:30h-ig)**
Beküldés módja: **1db PDF, email: „sudajenomiklos@gmail.com” címre.**

A kérdésekre adott válaszait tollal, álló A4 lapokra készítse el írásban: törekedjen az olvasható kézírásra, rendezett, követhető külalakra!

Minden lapon felül szerepeljen:

- dátum, teljes neve, aláírása, NEPTUN kódja
- tárgykód, tárgynév
- kérdés sorszáma (a kérdést nem kell leírni, csak a választ)
- ha több oldalra dolgoz ki egy kérdést, akkor az oldalszám is.
- ha választ több oldalon dolgozza ki, akkor a lap aljára kérem, írja oda: „folyt.köv.”

Minden oldalt a lehető legjobb felbontásban szkenneljen be vagy fotózzon le megfelelő fényben, felülről, az álló A4 lapokra merőlegesen, legyen éles a kép stb.

Beküldendő filenév „BMEGEÁTARAM_20210603_vizsga_NÉV(NEPTUNKód).pdf” legyen!

A kidolgozási idő letelte után elegendő ideje (30 perce) van a beküldendő PDF file elkészítésére és a beküldésre. Ha problémája akad, kérem, mielőbb jelezze a fenti emailen ill. Teams-ben!

Kérem, a vizsgaírásbelijüket egyetlen email-ben, egyetlen PDF formátumú file-ban email mellékletként küldje vissza a „sudajenomiklos@gmail.com” címre a megadott határidőig!

Jó munkát!

Dr. Suda Jenő Miklós adjunktus, tárgyfelelős
Áramlástan Tanszék / GPK / BME

A VIZSGAKÉRDÉSEK A TÚLOLDALON!

tárgykód: BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11
tárgynév: Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan
félév: 2020-2021-II
dátum: 2021.06.03. csütörtök

VIZSGAKÉRDÉSEK

ELMÉLETI TESZTEK (5×1p=5p)

T.1) Adja meg a jó válasz vagy válaszok betűjelét!

Egy elemi folyadék rész lokális gyorsulása az alábbi összefüggéssel írható fel:

- A) $\underline{a}_{lok} = \frac{\partial \underline{v}}{\partial \underline{r}}$
- B) $\underline{a}_{lok} = \frac{\partial \underline{r}}{\partial t}$
- C) $\underline{a}_{lok} = \frac{\partial \underline{v}}{\partial t}$
- D) $\underline{a}_{lok} = \underline{D} \cdot d\underline{r}$
- E) $\underline{a}_{lok} = \Delta \underline{v}$

T.2) Adja meg a jó válasz vagy válaszok betűjelét!

Az erőter hatását elhanyagolva, stacioner áramlásban, az Euler-egyenlet normális irányú komponens-egyenletét egy áramvonal ismert $0 < R < \infty$ görbületi sugarú és $v \neq 0$ sebességű pontjához rögzített természetes koordinátarendszerben felírva megállapítható, hogy

- A) $\frac{\partial p}{\partial n} > 0$, azaz a nyomás a görbületi középpontból sugárirányban kifelé haladva nő.
- B) $\frac{\partial p}{\partial n} < 0$, azaz a nyomás a görbületi középpontból sugárirányban kifelé haladva csökken.
- C) $\frac{\partial p}{\partial n} = 0$, azaz a nyomás normális irányban nem változik.
- D) $\frac{\partial p}{\partial n} > 0$, azaz a nyomás a görbületi középpont felé sugárirányban haladva csökken.
- E) $\frac{\partial p}{\partial n} < 0$, azaz a nyomás a görbületi középpontból sugárirányban kifelé haladva nő.

T.3) Adja meg a jó válasz vagy válaszok betűjelét!

Mely megállapítások igazak az impulzustétel alábbi alakjára? Adja meg a jó válasz vagy válaszok betűjelét!

$$\frac{\partial}{\partial t} \int \rho \cdot \underline{v} \cdot dV + \int \underline{v} \cdot \rho \cdot (\underline{v} \cdot d\underline{A}) = \int \rho \cdot \underline{g} \cdot dV - \int p \cdot d\underline{A} - \underline{R}$$

- A) Az impulzustétel fenti alakja csak stacioner áramlás esetén alkalmazható.
- B) Az impulzustétel fenti alakja tartalmazza a súrlódásból származó erőt kifejező tagot.
- C) Az impulzustétel fenti alakja tartalmazza a folyadék tömegére ható, erőterből származó erő tagot.
- D) Az impulzustétel fenti alakja hibás.
- E) Az impulzustétel fenti alakja két hibát tartalmaz.

T.4) Adja meg a jó válasz vagy válaszok betűjelét!

A lamináris csőáramlásra a csőszűrlődési tényező kiszámításához az alábbi összefüggés használható:

- A) $\lambda_{lam} = \frac{64}{Re}$
- B) $\lambda_{lam} = \frac{0,316}{Re}$
- C) $\lambda_{lam} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$
- D) $\lambda_{lam} = \frac{16}{Re}$
- E) $\lambda_{lam} = \frac{64}{Re}$

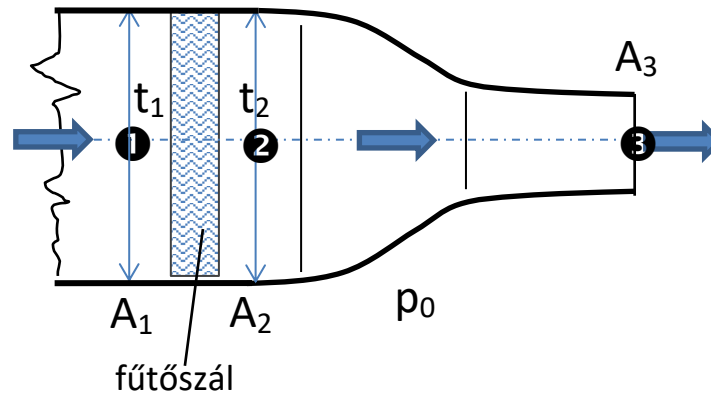
T.5) Adja meg a jó válasz vagy válaszok betűjelét!

Légnemű közeg (pl. levegő) viszkozitása a hőmérséklet:

- A) ...csökkenésével nő.
- B) ...csökkenésével csökken.
- C) ...növekedésével csökken.
- D) ...növekedésével nő.
- E) ...változásától független.

tárgykód: **BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11**
tárgynév: **Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan**
félév: **2020-2021-II**
dátum: **2021.06.03. csütörtök**

1. FELADAT (10p)



Egy négyzet keresztmetszetű $A_1 = A_2 = (3\text{ m} \times 3\text{ m})$ légcsatornában elhelyezett villamos fűtőszál a $t_1 = 27^\circ\text{C}$ hőmérsékletű levegőt $t_2 = 87^\circ\text{C}$ hőmérsékletűre melegíti fel, majd a levegő további hőmérsékletváltozás nélkül ($t_2 = t_3$) egy konfúzoron keresztül $A_3 = (1\text{ m} \times 1\text{ m})$ keresztmetszetre szűkülő csatornából a szabadba áramlik ki.

A meleg levegő ② keresztmetszetbeli térfogatárama ismert: $q_{v,2} = 1620\text{ m}^3/\text{perc}$ értékű.

ADATOK: $p_0 = 10^5\text{ Pa}$; $R = 287\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

(A közeg sűrűségének kiszámításánál mindenhol p_0 vehető.)

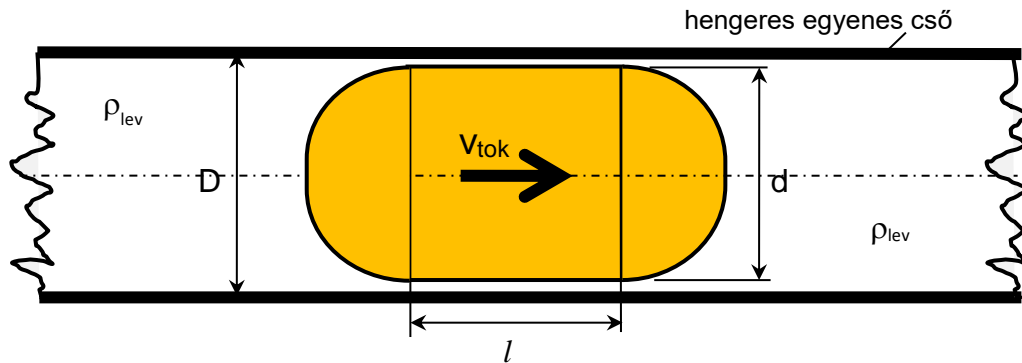
KÉRDÉSEK: Számítással határozza meg

- A)** az A_1 , A_2 és A_3 keresztmetszetbeli átlagsebességeket,
- B)** az A_1 és A_3 keresztmetszetbeli térfogatáramokat,
- C)** és a levegő tömegáramát!

MEGOLDÁS

tárgykód: **BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11**
tárgynév: **Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan**
félév: **2020-2021-II**
dátum: **2021.06.03. csütörtök**

2. FELADAT (10p)



Az ábrán látható $\varnothing D=40\text{mm}$ belső átmérőjű egyenes csövet ρ -állandó sűrűségű levegő tölt ki, melyben v_{tok} -állandó értékű sebességgel mozog a sárga tok. Szerencsére nem akad el a tok sehol a csőben, amelyet $L=8\text{m}$ hosszúságú, belül sima, állandó átmérőjű egyenesnek tekinthetünk. A csőben a sárga tok pontosan $\Delta t=0,1\text{s}$ alatt halad végig. A tok középső, $l=60\text{mm}$ hosszú, hengeresnek tekinthető részének $\varnothing d$ külső átmérője $0,1\text{mm}$ -rel kisebb, mint a cső $\varnothing D$ átmérője.

ADATOK: A levegő sűrűsége $1,2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, viszkozitása $15\cdot 10^{-6}\text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, $R = 287\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

FELTÉTELEK: stacioner állapot, ρ -állandó, lineáris sebességprofil az l hosszú részben, ahol a Newton-féle viszkozitási törvény használható.

KÉRDÉSEK:

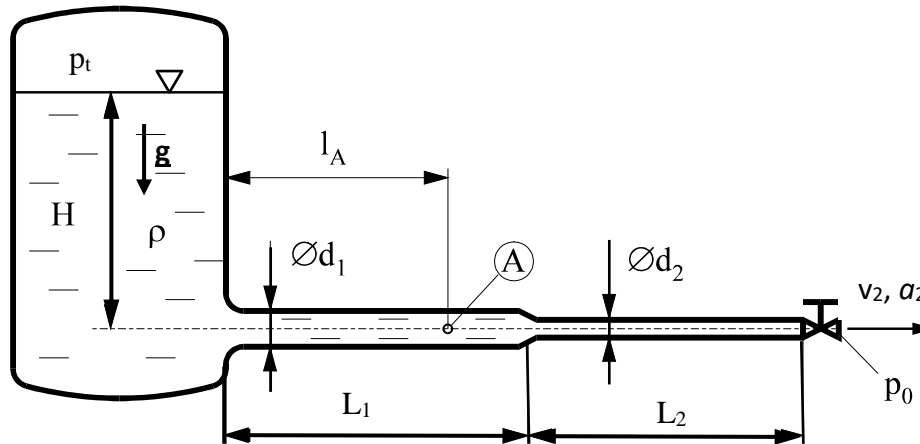
A) Rajzolja fel a részben a sebességprofil és a csúsztatófeszültség

B) Mekkora a tok és a cső közötti légrétegben ébredő csúsztatófeszültség, ebből adódó axiális erő és légrétegben ébredő veszteség-teljesítmény?

MEGOLDÁS

tárgykód: BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11
 tárgynev: Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan
 félév: 2020-2021-II
 dátum: 2021.06.03. csütörtök

3. FELADAT (10p)



Egy felül zárt, $p_t=3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású, vízzel $H=10 \text{ m}$ szintig töltött tartályhoz két különböző átmérőjű és hosszúságú, vízszintes tengelyű csőszakasz csatlakozik. A csővégi gömbcsap teljesen zárt.

FELTÉTELEK:

$\mu=0$, $\rho=\text{áll.}$, $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}}$; Átmeneti idomok és gömbcsap hosszai elhanyagolható.

A gömbcsap be- és kiáramlási keresztmetszete azonos.

ADATOK:

$p_0=10^5 \text{ Pa}$; $\rho=10^3 \text{ kg/m}^3$; $L_1=40 \text{ m}$; $L_2=40 \text{ m}$; $l_A=30 \text{ m}$; $d_1=100 \text{ mm}$; $d_2=50 \text{ mm}$; $g=10 \text{ N/kg}$;

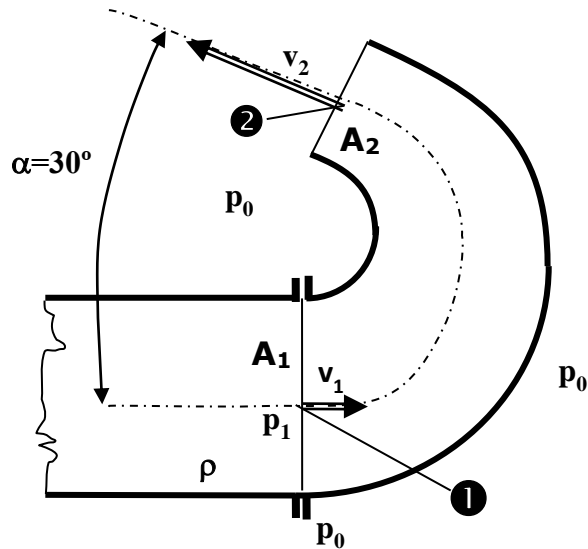
KÉRDÉSEK:

- A) Számítsa ki a csővégi v_2 kiáramlási sebességet abban a nyitás utáni $0 < t < \infty$ időpillanatban, amikor a csővégi gyorsulás pontosan $a_2=10 \text{ m/s}^2$!
- B) Számítsa ki az „A” pontbeli áramlási sebességet stacioner áramlási állapotban! $v_{A,\text{stac}}=?$

MEGOLDÁS

tárgy kód: **BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11**
 tárgy név: **Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan**
 félév: **2020-2021-II**
 dátum: **2021.06.03. csütörtök**

4. FELADAT (10p)



A csővégi idom áramlás irányban szűkül, a p_0 nyomású szabadba nyílik. Az A_1 és A_2 keresztmetszetbeli cső tengelyek egymással $\alpha=30^\circ$ szöget zárnak be. Az idom a vízszintes (x,y) síkban fekszik. A víz „1” keresztmetszetbeli átlagsebessége $v_1=10\text{m/s}$.

FELTÉTELEK: $\mu=0$; $\rho=\text{áll.}$; stacioner áramlás,

ADATOK: $p_0=10^5\text{Pa}$; $g=10\text{N/kg}$; $\rho=1000\text{kg/m}^3$; $A_1=20\text{cm}^2$; $A_2=10\text{cm}^2$

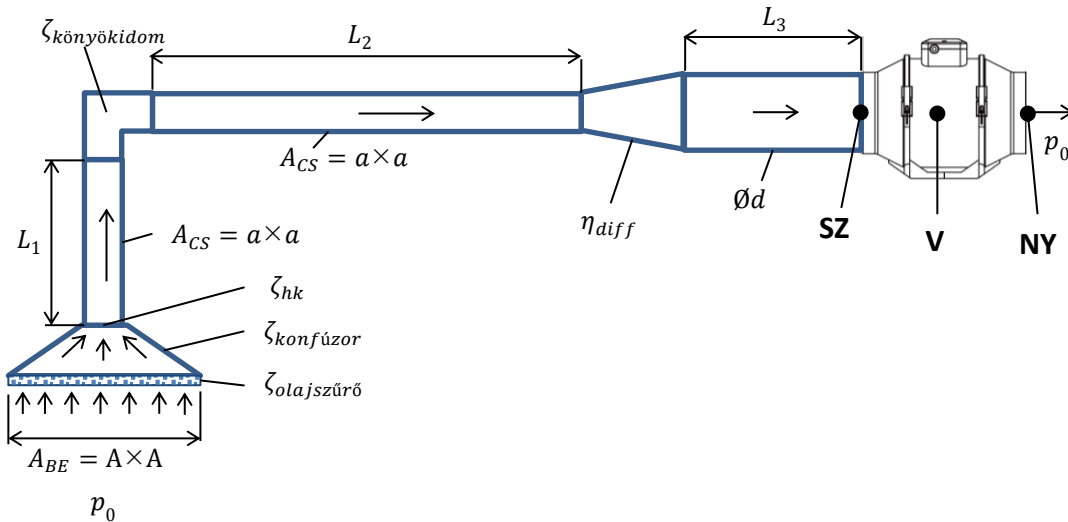
KÉRDÉS: Határozza meg az idomra ható **R** erőt!

Megjegyzés: Kérem, rajzolja be az ábrába az Ön által felvett koordináta-rendszert egyértelműen jelölt koordináta-tengelyekkel és -irányokkal, illetve jelölje be számításához használt ún. A_{ef} ellenőrző felületet! Ezek nélkül a megoldása elvi hibás, nem értelmezhető!

MEGOLDÁS

tárgykód: **BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11**
 tárgynév: **Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan**
 félév: **2020-2021-II**
 dátum: **2021.06.03. csütörtök**

5. FELADAT (10p)



Egy konyhai légelszívórendszer látható az alábbi ábrán. A külső p_0 nyomású térből szívunk el állandó $450 \text{ m}^3/\text{h}$ mennyiségű konyhai meleg ($\rho=1,1 \text{ kg}/\text{m}^3$) levegőt a „V” jelű csőventilátorral, amely szívóoldalára csatlakozik az alábbi légelszívó-vezetékrendszer. Az áramlási irány szerint felsorolva az alábbi elemeken keresztül áramlik a meleg levegő:

- 1) elszívóernyő: négyzetes belépő keresztmetszet ($A_{BE}=A \times A=500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$)
- 2) teljes belépő keresztmetszeten lévő olajsűrő ($\zeta_{\text{olajsűrő}}=5$)
- 3) elszívóernyő konfúzora ($\zeta_{\text{konfúzor}} \approx 0$)
- 4) hirtelen keresztmetszet csökkenésnek (A_{BE} -ről A_{CS} -re) tekinthető kontrakció (ζ_{kh})
- 5) négyzetes ($A_{CS}=a \times a=100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$) keresztmetszetű, $L_1=2 \text{ m}$ hosszú hidraulikailag sima légcsatorna szakasz
- 6) négyzetes könyökidom ($\zeta_{\text{könyökidom}}=1,1$)
- 7) négyzetes ($A_{CS}=a \times a=100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$) keresztmetszetű, $L_2=20 \text{ m}$ hosszú hidraulikailag sima légcsatorna szakasz
- 8) négyzetesről kör keresztmetszetre bővülő diffúzor ($\eta_{\text{diff}}=80\%$)
- 9) kör keresztmetszetű ($\phi_d=200 \text{ mm}$), $L_3=5 \text{ m}$ hosszú hidraulikailag sima cső

A csőventilátor „SZ” jelű szívóoldala és „NY” jelű nyomóoldala azonos $\phi_d=200 \text{ mm}$ átmérőjű kör keresztmetszetű. A ventilátor nyomóoldalán a külső p_0 nyomásra áramlik ki a levegő. Állandó sűrűség, a nehézségi erőtér elhanyagolható.

FELTÉTELEK: stacioner állapot; $\rho=\text{áll.}$; $\mu=\text{áll.}$, nehézségi erőtér hatása elhanyagolható,

ADATOK: $\mu_{\text{lev}}=2 \cdot 10^{-5} \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$; $g=10 \text{ N}/\text{kg}$; $p_0=10^5 \text{ Pa}$

KÉRDÉSEK:

- A)** Számítsa ki az egyes hidraulikai elemek nyomásvesztését! $\Delta p'_{\text{veszt}}=?$ [Pa]
B) Mekkora a depresszió a ventilátor szívóoldalán? $(p_0-p_{SZ})=?$ [Pa]
C) Mekkora a ventilátor hasznos teljesítménye? $P_{\text{hasznos}}=?$ [W]

MEGOLDÁS

tárgykód: BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11
tárgynév: Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan
félév: 2020-2021-II
dátum: 2021.06.03. csütörtök

6. FELADAT (10p)

A mellékelt ábrán egy személyautó látható, amely tetején tetőbox van. Így az ellenállástényező 0,5 értékű, a felhajtóerő-tényező 0,4 értékű, a referencia vetület keresztmetszet $2,2\text{m}^2$. Amikor ez az autó v -áll. sebességgel, egyenes, vízszintes úton, szélcsendben menetirányban előre egyenesen halad, akkor a rá ható áramlási ellenállás $1996,5\text{N}$ értékű.



FELTÉTELEK: stacioner áramlás, ρ =áll, $\mu \neq 0$

ADATOK: $p_0=10^5\text{Pa}$; $\rho_{\text{lev}}=1,2\text{kg/m}^3$;
 $g=10\text{N/kg}$; $v=15,5 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$

KÉRDÉSEK:

- A) Számolja ki az ellenállásfelület értékét!
- B) Számolja ki az autó haladási sebességét!
- C) Számolja ki a felhajtóerő értékét!
- D) Számolja ki az áramlásra jellemző Reynolds-szám értékét!
- E) Számolja ki az aerodinamikai veszteségteljesítmény értékét!
- F) Leszerelve a tetőboxot az ellenállástényező $c_e=0,30$ értékűre, a felhajtóerő-tényező $c_e=0,30$ értékűre, a referencia keresztmetszet pedig $A_{\text{ref}}=2,0\text{ m}^2$ értékűre csökken. Mekkora változik az aerodinamikai veszteségteljesítmény az előzőekben már kiszámolt v -áll. sebességen haladva?

MEGOLDÁS