

**tárgykód:** BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11  
**tárgynév:** Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan  
**félév:** 2020-2021-II  
**dátum:** 2021.06.10. 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](mailto: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\_20210610\_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 vizsgaírásbelijét egyetlen email-ben, egyetlen PDF formátumú file-ban email mellékletként küldje vissza a „[sudajenomiklos@gmail.com](mailto:sudajenomiklos@gmail.com)” címre a megadott határidőig!**

**Az írásbeli dolgozat beküldésével elfogadja, hogy a beküldés tényét egy nyilatkozatnak tekinthetem arról, hogy Ön a feladatokat önállóan oldotta meg, nem vette igénybe senki más segítségét. Ha ennek ellenkezőjéről megbizonyosodom, akkor a részben vagy teljesen azonos, másolt stb. feladatmegoldások esetén megoldást nem értékelem. Továbbá határidő után beküldött dolgozatot sem értékelek.**

*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:** 2021.06.10. csütörtök

## VIZSGAKÉRDÉSEK

### ELMÉLETI TESZTEK (5×1p=5p)

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

A  $g$  nehézségi erőtérről  $U$  potenciáljának mértékegysége:

- A)  $\frac{m}{s}$
- B)  $\frac{m^2}{s}$
- C)  $\frac{m}{s^2}$
- D)  $\frac{m^2}{s^2}$
- E)  $\frac{m^3}{s}$

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

Karikázza be a jó válasz vagy válaszok betűjelét! Az Euler-egyenlet levezetésekor használt súrlódásmentes közeg feltétel, mint egyetlen feltétel következménye az, hogy az Euler-egyenletben nem szerepelhet az elemi folyadék rész...

- A) ... felületén nyomáseloszlásból ható, felülettel párhuzamos irányú erőhatást kifejező tag.
- B) ... felületén csúsztatófeszültségből ható, felülettel párhuzamos irányú erőhatást kifejező tag.
- C) ... felületén nyomáseloszlásból ható, felületre merőleges irányú erőhatást kifejező tag.
- D) ... felületén csúsztatófeszültségből ható, felületre merőleges irányú erőhatást kifejező tag.
- E) ... tömegére ható erőtérből származó erőt kifejező tag.

#### 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!

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

- A) Az impulzustétel fenti alakja instacioner áramlás esetén nem alkalmazható.
- B) Az impulzustétel fenti alakja nem tartalmazza a súrlódásból származó erőt kifejező tagot.
- C) Az impulzustétel fenti alakja tartalmazza a folyadék tömegére ható, erőtérből származó erő tagot.
- D) Az impulzustétel fenti alakja nem tartalmazza az impulzusáramvektort.
- E) Az impulzustétel fenti alakjában szereplő  $\underline{R}$  az ellenőrző felületen belüli testről a folyadékokra ható erő.

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

A turbulens csőáramlásra a csőszűrlődési tényező kiszámításához az alábbi összefüggés az ún. Blasius-formula:

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

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

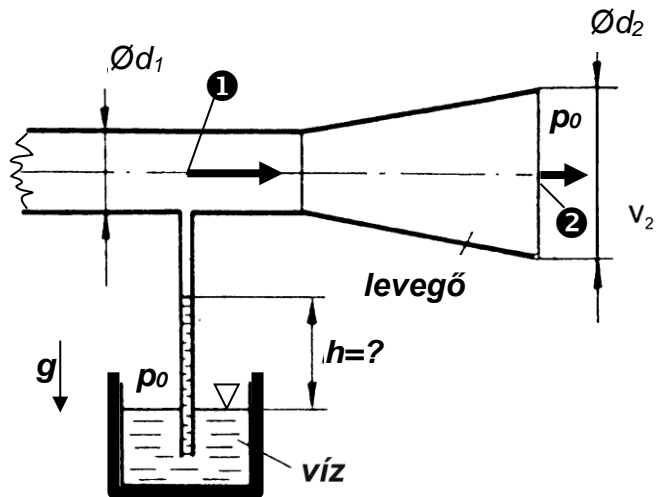
A valóságos folyadékokra,  $\rho = \text{áll.}$  és  $\mu = \text{áll.}$  esetén érvényes mozgásegyenlet az alábbi módon írható fel:

- A)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p - \nu \Delta \underline{v}$
- B)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \frac{\mu}{\rho} \Delta \underline{v}$
- C)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \nu \Delta \underline{v}$
- D)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \cdot \underline{\Phi} \cdot \underline{\nabla}$
- E)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \cdot \underline{\Phi} \cdot \underline{\nabla}$

**tárgykód:** BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11  
**tárgynév:** Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan  
**félév:** 2020-2021-II  
**dátum:** 2021.06.10. csütörtök

### 1. FELADAT (10p)

A mellékelt ábrán látható vízszintes tengelyű  $d_1=100\text{mm}$  csővezeték végén egy veszteségmentes diffúzor ( $d_2=150\text{mm}$ ) található. A csőben állandó mennyiségű levegő áramlik, amely a csővégen a szabadba ( $p_0$ ) áramlik ki  $v_2=20\text{m/s}$  átlagsebességgel. Az alsó, szabadfelszínű víztartályból ebben az áramlási állapotban a csatorna oldalfalához kapcsolódó csövön éppen  $h$  ismeretlen magasságba jut fel a víz.



**FELTÉTELEK:**  $\mu=0$ ;  $\rho=\text{állandó}$

**ADATOK:**  $p_0=10^5\text{Pa}$ ;  $g=10\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  
 $\rho_{\text{víz}}=10^3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ;  $\rho_{\text{lev}}=1,2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

**KÉRDÉSEK:** Számítással határozza meg

- a  $h$  magasságot,
- az „1” keresztmetszetbeli  $p_1$  statikus nyomást!
- az  $A_1$  és  $A_2$  keresztmetszetbeli térfogatáramokat,
- és a levegő tömegáramát!

**MEGOLDÁS**

**tárgykód:** BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11  
**tárgynév:** Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan  
**félév:** 2020-2021-II  
**dátum:** 2021.06.10. csütörtök

## 2. FELADAT (10p)

Mexico City repülőterének  $z=2250\text{m}$  tengerszint feletti magasságban fekvő kifutópályáján az indulásra váró repülőgép utasterében a nyomás a helyi környezeti nyomás, a hőmérséklet pedig  $15^\circ\text{C}$ . Felszállás után a repülőgép rövid idő alatt eléri a  $z=8500\text{m}$ -es utazómagasságot. Az utazómagasságon az utastér nyomását  $0,75 \cdot 10^5\text{Pa}$  értéken tartják, miközben az utastér hőmérséklete  $15^\circ\text{C}$  marad, mert nem működik tökéletesen a klímaberendezés.

**ADATOK:** I.S.A. adatok:  $z_0=0\text{m}$ ,  $p_0=101325\text{Pa}$ ,  $T_0=288\text{K}$   
Ebben a példában  $g=9,81\text{N/kg}$  értékkel számoljon!  
 $R=287\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

### KÉRDÉSEK:

- A)** Izoterm atmoszféra feltétellel határozza meg, hogy utazómagasságon mekkora és milyen irányú az utastér  $30\text{cm} \times 45\text{cm}$  téglalap alakú ablakára ható erő!
- B)** Rajzolja fel egy diagramba a  $p$  környezeti nyomás  $z$  tengerszintfeletti magasság szerinti változását izoterm atmoszféra feltétel esetén!
- C)** Jelölje a B) pontban felrajzolt diagramban az a) tengerszinten, b) repülőtéren és c) utazómagasságon repülőgépen kívül és d) utazómagasságon a repülőn belül a  $(p; z)$  pontokat! Mindegyik ponthoz adja meg a  $(p; z)$  koordinátákat!

### MEGOLDÁS

**tárgykód:** BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11  
**tárgynév:** Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan  
**félév:** 2020-2021-II  
**dátum:** 2021.06.10. csütörtök

### 3. FELADAT (10p)

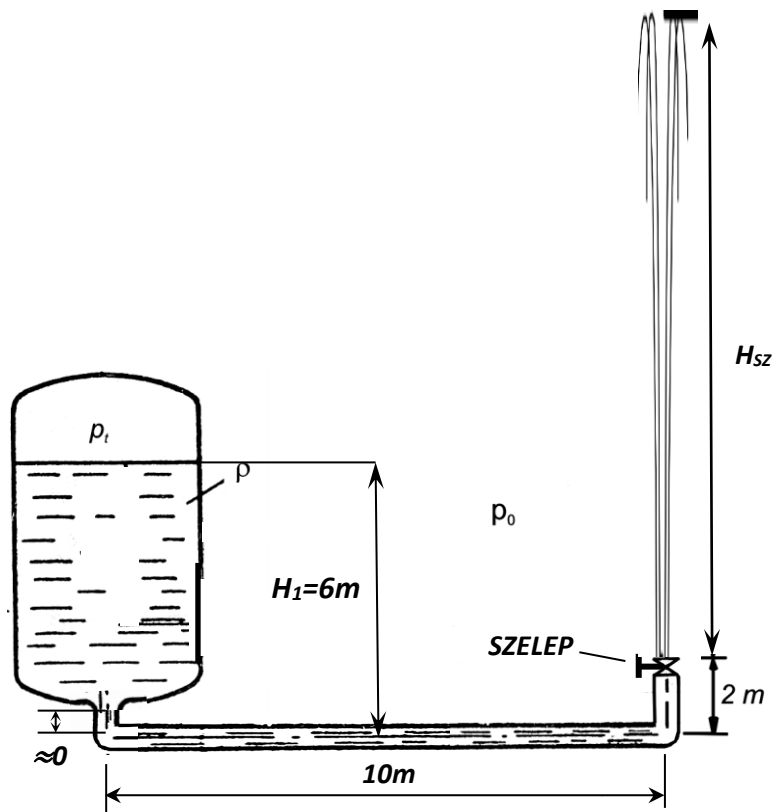
Az ábrán látható  $p_t=3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomású,  $H_1=6 \text{ m}$  szintig töltött zárt tartály aljára egy elhanyagolható hosszúságú függőleges csőszakasz után egy állandó keresztmetszetű ( $\varnothing_{\text{cső}}=50 \text{ mm}$ ), összesen  $12 \text{ m}$  hosszúságú cső csatlakozik. A cső  $10 \text{ m}$  vízszintes szakaszát követő  $2 \text{ m}$  hosszú függőleges szakaszának végén egy alapállapotban teljesen zárt szelep található.

**ADATOK:**

$p_t=3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$p_0=10^5 \text{ Pa}$
$\rho_{\text{víz}}=1000 \text{ kg/m}^3$	$g=10 \text{ N/kg}$
$\mu=0$	$\rho=\text{állandó}$
$A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}}$	$A_{\text{ki}}=A_{\text{cső}}$

**KÉRDÉSEK:**

- A)** Mekkora a víz gyorsulása a csővégi kiáramlási keresztmetszetben a szelep hirtelen nyitásának  $t_0=0 \text{ s}$  időpillanatában?  
**B)** Mekkora a szökőkút  $H_{\text{sz}}$  magassága stacioner áramlási állapotban?

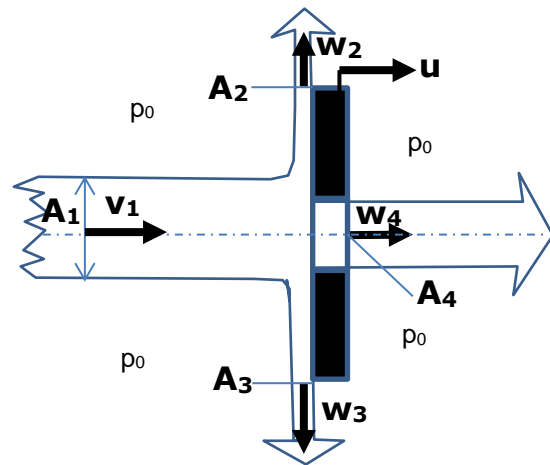


**MEGOLDÁS**

**tárgykód:** BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁBTB11  
**tárgynév:** Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan  
**félév:** 2020-2021-II  
**dátum:** 2021.06.10. csütörtök

#### 4. FELADAT (10p)

Az  $A_1$  keresztmetszetű, vízszintes tengelyű víz szabadcsugár állandó  $v_1=25\text{m/s}$  abszolút sebességgel áramlik  $A_1$  keresztmetszeten. A vízcsugár útjába egy lyukas (A<sub>4</sub>), mozgó tárcsát teszünk: a tárcsa síkja merőleges a rááramló vízcsugár tengelyére. A tárcsa szélein az eltérített vízcsugár leáramlik (A<sub>2</sub> ill. A<sub>3</sub> jelű keresztmetszeten), a tárcsa koncentrikus nyílásán (A<sub>4</sub>) pedig a víz keresztüláramlik. A tárcsa állandó  $u=-5\text{m/s}$  nagyságú sebességgel mozog, tehát a vízcsugárral ellentétesen, az ábrán balra, a berajzolt nyíl irányával ellentétesen. A tárcsához rögzített koordinátarendszerben értelmezett  $\underline{w}$  relatív sebességeket ( $\underline{w}=\underline{v}-\underline{u}$ ) is jelöltük az ábrán. (A nyilak hossza nem tükrözi a nagyságukat.)



**FELTÉTELEK:**  $\rho=\text{áll.}$ ,  $\mu=0$ , a nehézségi erőter hatása elhanyagolható, stacioner állapot.

**ADATOK:**  $p_0=10^5\text{Pa}$ ,  $g=10\text{N/kg}$ ;  $\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$ ;  $A_1=200\text{cm}^2$ ;  $A_4=50\text{cm}^2$

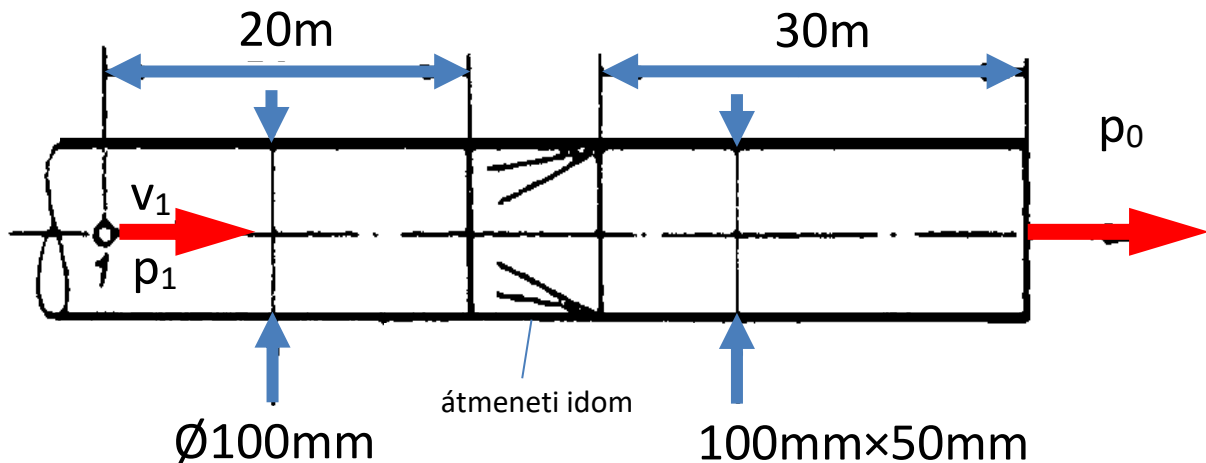
**KÉRDÉS:** Határozza meg a tárcsára ható erőt!  $\underline{R}=?$

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

#### MEGOLDÁS

tárgy kód: **BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11**  
 tárgy név: **Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan**  
 félév: **2020-2021-II**  
 dátum: **2021.06.10. csütörtök**

**5. FELADAT (10p)**



Az ábrán egy két szakaszból álló légcsatorna látható. A baloldali első egy kör keresztmetszetű ( $\varnothing D_1=100\text{mm}$ ),  $L_1=20\text{m}$  hosszú csőszakasz. A jobboldali második egy téglalap keresztmetszetű ( $A_{\square}=100\text{mm}\times 50\text{mm}$ ),  $L_2=30\text{m}$  hosszú légcsatorna-szakasz. A szakaszokat középen egy veszteségmentes átmeneti idom köti össze. A légcsatorna a  $p_0$  nyomású szabadba nyílik. A légcsatorna tengelye vízszintes, belső fala hidraulikailag simának tekinthető. A légcsatornában levegő áramlik a csatornát teljesen kitöltve. A levegő átlagsebessége az „1” keresztmetszetben ismert:  $v_1=10\text{m/s}$  értékű.

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

**ADATOK:**  $v_1=10\text{m/s}; g=10\text{ N/kg}; \rho_{\text{lev}}=1,2\text{ kg/m}^3; \nu_{\text{lev}}=15\cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}; p_0=10^5\text{ Pa}$

**KÉRDÉSEK:**

- A)** Határozza meg a szakaszokra jellemző Reynolds-számokat és csőszűrlődési tényezőket!  
**B)** Határozza meg az „1” pontbeli túlnyomást!  $(p_1-p_0)=?$

MEGOLDÁS

**tárgykód:** BMEGEÁTAKM1, BMEGEÁTBM11, BMEGEÁTBT11  
**tárgynév:** Az áramlástan alapjai, Áramlástan I., Áramlástan  
**félév:** 2020-2021-II  
**dátum:** 2021.06.10. csütörtök

## 6. FELADAT (10p)



Az amerikai űrsiklót hordozó BOEING-747 repülőgép („747 Shuttle Carrier Aircraft (SCA)”) a saját tömegén ( $m_1=145$ tonna) túl az űrsikló  $m_2=113$ tonna tömegét is hordozta. Szélcsendben, állandó magasságot és állandó  $v$  repülési sebességet tartva a gépegyüttesre jellemző ellenállástényezője éppen 0,06 értékű, a siklószám pedig  $S=c_f/c_e=10$  értékű. A gépegyüttes összes referencia felülete  $A_{ref}=511\text{m}^2+250\text{m}^2=761\text{m}^2$ .

**ADATOK:**  $\rho_{lev}=1,2\text{kg/m}^3$ ;  $g=10\text{N/kg}$ .

### KÉRDÉSEK:

- A) Számítsa ki ekkor a gépegyüttes  $v$  repülési sebességét!
- B) Számítsa ki ekkor a gépegyüttesre ható aerodinamikai ellenálláserőt és felhajtóerőt!
- C) Számítsa ki ekkor a gépegyüttes aerodinamikai veszteségteljesítményét!
- D) Mekkora viszont a BOEING-747 erőtényezői akkor, ha űrsikló nélkül háromszor akkora sebességgel repül, és a siklószáma 18 értékű, és az aerodinamikai veszteségteljesítménye pedig  $P_{ae}=23,495$  MW!

---

## MEGOLDÁS