

# ÍRÁSBELI VIZSGA FELADATSOR

# Az áramlástan alapjai BMEGEÁTAKM1

Környezetmérnök BSc képzés – VBK (ea.: Dr. Suda J.M.)

NINCS TESZT, PÉLDASOR (120 perc)

# VIZSGA ÍRÁSBELI FELADATSOR

EREDMÉNYHIRDETÉS és SZÓBELI hely/idő: 15:30h, D316A (Dr. Suda Jenő Miklós)

HELY:

NEPTUN kód:

NÉV:  
ALÁÍRÁS: .....

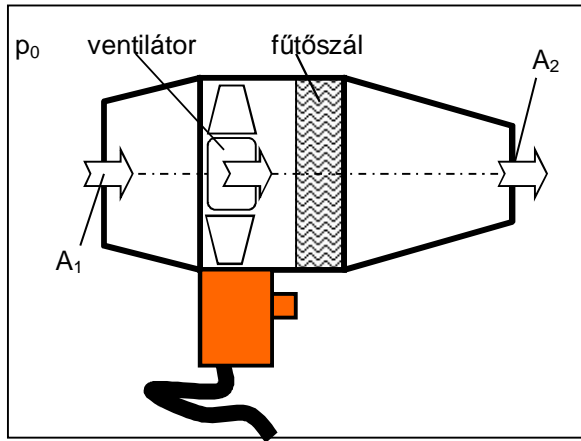
Személyazonosság ellenőrzés

Dátum: 2013/01/17 Csüt 8:15h-10:15h HELY: KF51 (AudMax)

Kérjük, kizárólag kék/fekete tollal dolgozzon!

## 1. PÉLDA (15 p)

Egy, csak a be- ill. kilépő keresztmetszeten nyitott hajszártó állandó  $q_{v,be}=40\text{m}^3/\text{h}$  térfogatáramú levegőt szív be az  $A_1=30\text{cm}^2$  keresztmetszeten. A fűtőszál a  $20^\circ\text{C}$ -os levegőt  $60^\circ\text{C}$ -ra melegíti fel, ami az  $A_2=15\text{cm}^2$  keresztmetszeten áramlik ki.



A levegő ( $R = 287 \text{ J/kgK}$ ) sűrűségének kiszámításához a nyomás mindenhol a külső nyomással  $p_0=10^5\text{Pa}$  azonos értékűnek vehető.

### Kérdés:

Számítással határozza meg

- az  $A_1$  és  $A_2$  keresztmetszetbeli átlagsebességeket,
- az  $A_2$  keresztmetszetbeli térfogatáramot!
- a levegő tömegáramát!

**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)

1. PÉLDA	15/
2. PÉLDA	15/
3. PÉLDA	15/
4. PÉLDA	15/
5. PÉLDA	15/
6. PÉLDA	15/
<b>Σ ÍRÁSBELI</b>	<b>90/</b>
<b>SZÓBELI</b>	<b>10/</b>
<b>Σ VIZSGA PONT</b>	<b>100/</b>
<b>ÉVKÖZI PONT</b> +fak. ZH pont	nincs +15/
<b>ÖSSZPONTSZÁM</b>	<b>100/</b>
<b>ÉRDEMJEJY:</b>	
<b>ALÁÍRÁS</b>	oktató
	A kapott érdemjegyet tudomásul veszem.
	hallgató

|

|

## 2. PÉLDA (15 p)

A mellékelt ábrán látható vízszintes tengelyű,  $\varnothing d_1=60\text{mm}$  átmérőjű, kör keresztmetszetű cső végén egy veszteségmentes diffúzor található. A  $\varnothing d_2=90\text{mm}$  átmérőjű  $A_2$  kör keresztmetszeten a levegő a szabadba ( $p_0$ ) áramlik ki ismeretlen  $v_2$  sebességgel. A cső alatt lévő szabadfelszínű víztartályba a cső oldalfalához „1” keresztmetszetben kapcsolódó szivornya nyúlik bele. Ebben az áramlási állapotban a szivornyában éppen  $h=80\text{mm}$  magasra jut fel a víz, fölötte a csőbeli levegőoszlop áll.

**FELTÉTELEK:** összenyomhatatlan közeg, stacioner állapot, a súrlódásmentes közeg,

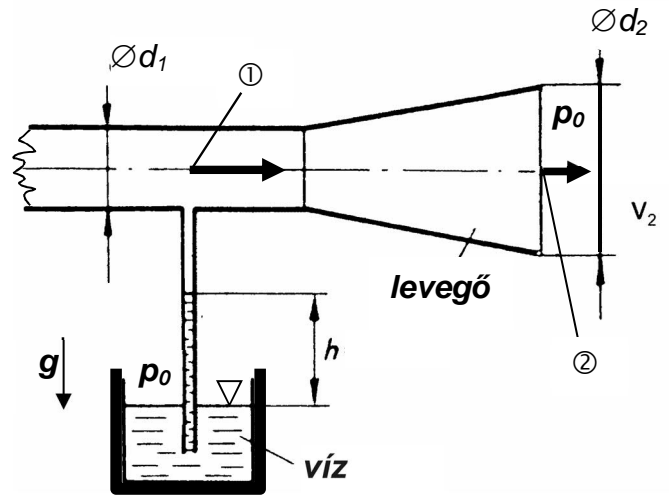
$$\rho_{\text{lev}} \ll \rho_{\text{víz}}$$

**ADATOK:**

$$\rho_{\text{lev}} = 1.2 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Pa} \quad g = 10 \text{ N/kg}$$

**KÉRDÉS:** Határozza meg, mekkora a levegő  $v_2$  csővégi kiáramlási keresztmetszetbeli átlagsebessége!



**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)



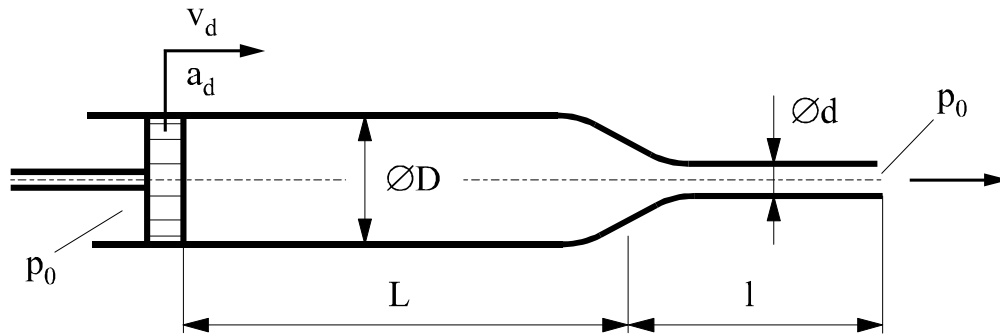
### 3. PÉLDA (15 p)

A vízzel teli, vízszintes tengelyű fecskendő dugattyúja a megfigyelt  $t$  időpillanatban  $v_d=1\text{m/s}$  sebességgel és  $a_d=1\text{m/s}^2$  gyorsulással mozog. A külső nyomás mindenütt  $p_0=10^5\text{Pa}$ .

**ADATOK:**  $\rho_{\text{víz}} = 1000\text{kg/m}^3$ ,  $L = 150\text{mm}$ ,  $\ell = 50\text{mm}$ ,  $D=20\text{mm}$ ;  $d=10\text{mm}$

**Feltételek:** A fecskendő  $D/d$  átmeneti szakasz veszteségmentes, hossza elhanyagolható, súrlódásmentes, összenyomhatatlan közeg.

**KÉRDÉS:** Mekkora  $F_d$  erővel kell ebben a pillanatban a dugattyút mozgatni?



**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)

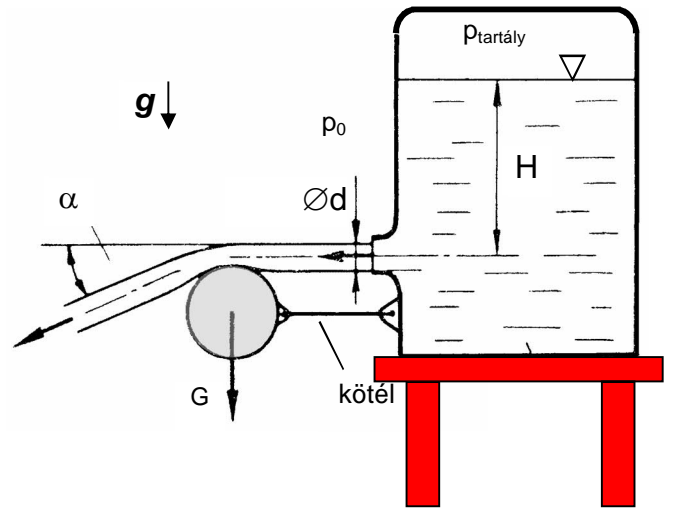
|

|

#### 4. PÉLDA (15 p)

Az ábrán látható zárt tartályon lekerekített,  $\varnothing d=50\text{mm}$  kiömlőnyílás található. A vízfelszín és a kiömlőnyílás tengelye közötti szintkülönbség  $H=1\text{m}$ . A tartály vízfelszíne fölött  $(p_t-p_0)=15500\text{Pa}$  túlnyomás uralkodik. A kiömlőnyíláson át víz szabadsugár áramlik ki a szabadba ( $p_0=10^5\text{Pa}$ ), vízszintesen, állandó  $v$  sebességgel.

A tartály aljához elhanyagolható súlyú kötéllal kötött  $m=5\text{kg}$  henger az ábrán látható helyzetében egyensúlyban van (ún. Coanda-effektus), a henger tartókötele éppen vízszintes. A hengerről leáramló vízszugár a vízszintessel  $\alpha=30^\circ$  szöget zár be.



**FELTÉTELEK:**  $\mu=0$ ;  $\rho=\text{áll.}$ ; stacioner állapot; a folyadék szabadsugárra ható térerősségből származó erő elhanyagolható.  $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{ki.}}$

**ADATOK:**  $g=10\text{N/kg}$ ;  $\rho_{\text{víz}}=10^3\text{ kg/m}^3$ ;  $p_0=10^5\text{ Pa}$

#### KÉRDÉSEK:

- Határozza meg a  $v[\text{m/s}]$  kiáramlási sebességet!
- Határozza meg a hengerre ható erőt!  $\underline{\mathbf{R}}=?$
- Mekkora és milyen irányú erő ébred a kötéllben?  $\underline{\mathbf{F}}_{\text{kötél}}=?$

**Megjegyzés:** Kérem, rajzolja be az ábrába a felvett  $(x,y)$  koordinátarendszert és az  $A_{\text{ef}}$  ellenőrző felületet! A példa megoldása e nélkül nem értelmezhető, így nem lehet maximális pontszámú, csupán max. 50%!

**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)

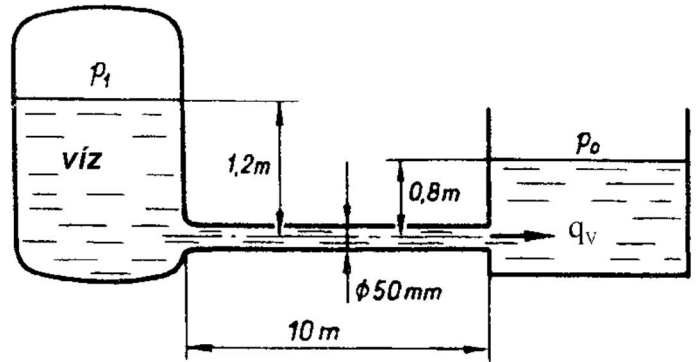
|

|



### 5. PÉLDA (15 p)

A baloldali zárt, a vízfelszín fölött  $p_1$  nyomású tartályból állandó 5 liter/sec térfogatárammal áramlik át víz a jobboldali  $p_0$  nyomásra nyitott tartályba egy vízszintes tengelyű,  $\varnothing 50\text{mm}$  átmérőjű,  $L=10\text{m}$  hosszú, hidraulikailag sima csövön keresztül. A baloldali tartályból a csőbe való belépés lekerekített, veszteségmentes, a jobboldali tartályba való belépés nem. A tartálybeli vízfelszínnek emelkedési/süllyedési sebessége elhanyagolható ( $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}}$ ). Összenyomhatatlan közeg. Stacioner állapot.

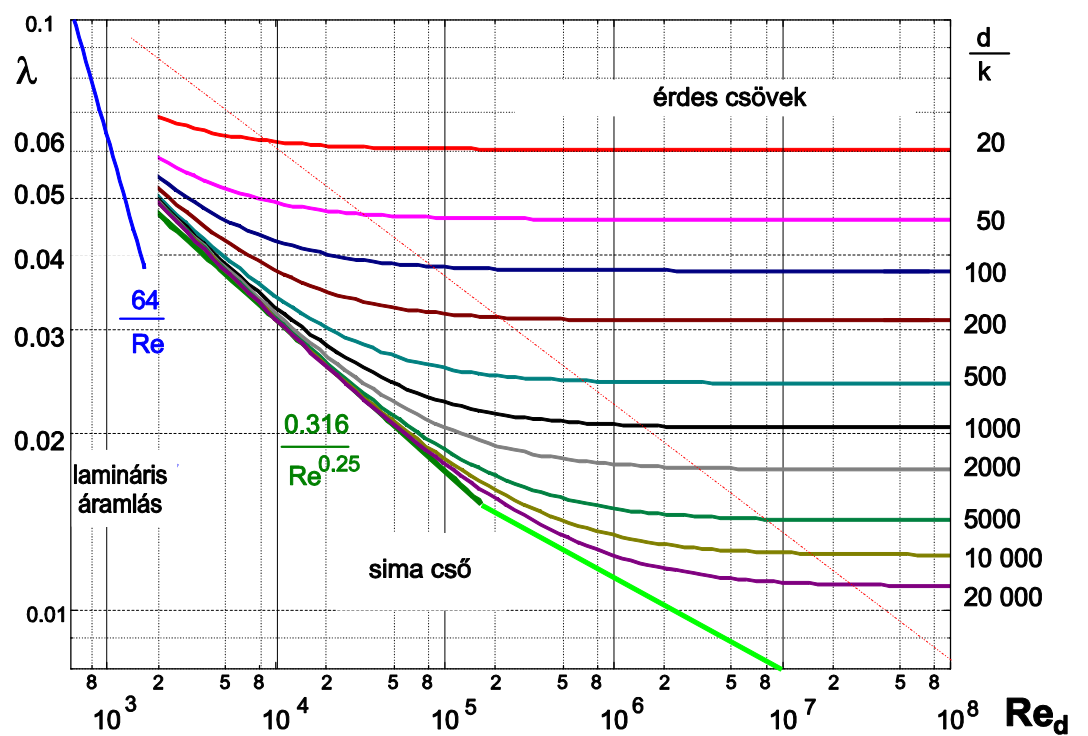


**ADATOK:**  $\rho_{\text{víz}} = 1000\text{kg/m}^3$ ,  $v = 1,5 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$   $g = 10\text{N/kg}$   $p_0 = 10^5\text{Pa}$

#### KÉRDÉSEK:

- Számítsa ki a csőbeli áramlásra jellemző Reynolds-számot és a csősúrlódási tényezőt!
- Határozza meg, mekkora  $(p_1 - p_0)$  túlnyomást szükséges biztosítani ehhez az áramlási állapothoz a baloldali tartályban!
- Mekkora lenne a csősúrlódási tényező és a  $(p_1 - p_0)$  túlnyomás, ha a cső belső falának átlagos érdesség magassága  $0,1\text{mm}$  lenne? Megjegyzés: A Moody diagramot lásd a lap hátoldalán! Kérem, jelölje a diagramba leolvasáshoz használt segédvonalakat!

**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)



**6. PÉLDA (15p)**

a) Vázlatrajz segítségével definiálja, mit jelent áramlástanban az ún. természetes koordináta rendszer!

**MEGOLDÁS** ( *a* ) rész

b) Kérem, **vezesse le és értelmezze** a fenti ábrája alapján a természetes koordináta-rendszerben felírt Euler-egyenlet **normális irányú komponens egyenletét** ! Kérem, adja meg a levezetett összefüggés érvényességének feltételeit, és a levezetés minden lépését indokolja!

**MEGOLDÁS** ( *b* ) rész)

- c) Az alábbi ábrán egy személyautó (Mercedes-Benz E-Class Cabriolet) látható az autó függőleges középsíkjában láthatóvá tett áramvonalakkal.
- Jelölje be „T” betűvel a **torlópontot**, és
  - Jelölje be a karosszérián körben végig, hogy hol tapasztalható helyi **túlnyomás (+)** ill. **depresszió (-)**! /pl. homlokfal, motorháztető, szélvédő, stb./
  - Jelölje a leglényegesebb pontokon nyilakkal a **nyomásgradiens vektort** is!



A személyautó ellenállástényezője 0.35 értékű  $v=200\text{km/h}$  sebesség esetén, ha a képen látható autó hossz tengelyre merőleges vetületi keresztmetszete  $A=2,11\text{m}^2$ . Az autó össztömege kb. 1800kg (vezetővel együtt). További adatok:  $g=10\text{N/kg}$ ,  $p_0=10^5\text{Pa}$ ,  $\rho_{\text{lev}}=1.2\text{ kg/m}^3$

- d) Számítsa ki a **torlóponti nyomást!**  $p_t=?$
- e) Számítsa ki az **áramlási ellenálláserőt!**  $F_e=?$
- f) **Hány %-kal változik (javul/romlik) az autóra ható áramlási ellenálláserő** ugyanilyen sebesség mellett abban az esetben, ha a nyitott utastér helyett keménytetőt tesznek fel, és ezzel az ellenállástényező 0.28-ra, a vetületi keresztmetszet  $A=2,25\text{m}^2$ -re változik!