

# 2.FAK. ZH

Név:..... NEPTUN kód:.....

Aláírás:..... ÜLŐHELY sorszám.....

PONTSZÁM:  $\Sigma 50p$  / p

Toll, fényképes igazolvány, számológépen kívül más segédeszköz nem használható!

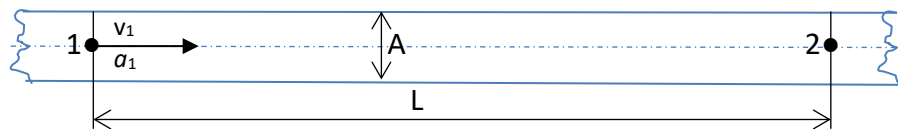
**1. FELADAT (elméleti kérdések) (10pont = 10×1pont, csak a tökéletesen jó válasz ér 1-1 pontot)**

1.1) Karikázza be a helyes válasz vagy válaszok betűjelét!

- A)  $p_{din} = p_{össz} - p_{stat}$                       B)  $p_{stat} = \frac{\rho}{2} v^2$   
 C)  $p_{din} = \frac{\rho}{2} v^2$                                       D)  $p_{össz} = p_{stat} - p_{din}$

1.2) Karikázza be a helyes válasz vagy válaszok betűjelét! Ideális közeg instacioner állapot: a vizsgált időpillanatban  $v_1=5m/s$  sebességgel és  $a_1=10m/s^2$  gyorsulással áramlik a vízszintes, állandó  $A=100cm^2$  csőben. Az „1” és „2” jelű vizsgált szakasz hossza  $L=8m$ .

- A)  $p_1 > p_2$   
 B)  $p_1 < p_2$   
 C)  $v_1 = v_2$   
 D)  $a_1 > a_2$



1.3) Karikázza be a helyes válasz(ok) betűjelét! Adott sűrűségű ( $\rho$ ) levegő közeg áramlásában egy adott áramvonal adott pontjában a  $\underline{v}$  sebességvektor és az érintő gömb sugara ( $0 < R < \infty$ ) ismert nem zérus értékű. Az ún. természetes koordinátarendszerben felírt Euler-egyenlet szerint, az erőter hatását elhanyagolva, a nyomásgradiens normális irányú komponensét ismerve kimondható, hogy...

- A) ... az érintő kör középpontja felé sugárirányban befelé haladva a nyomás nő.  
 B) ... az érintő kör középpontjából sugárirányban kifelé haladva a nyomás csökken.  
 C) ...  $\frac{\partial p}{\partial n} < 0$ .  
 D) ... az érintő kör középpontjából sugárirányban kifelé haladva a nyomás nő.

1.4) Karikázza be a helyes válasz(ok) betűjelét! A légkörben ismert a tengerszinten  $z_0=0m$  magasságon érvényes  $p_0=101325Pa$  nyomás,  $T_0=288K$  hőmérséklet,  $R=287J/(kgK)$  gázállandó és  $g=9,81N/kg$  nehézségi gyorsulás. Izoterm atmoszféra feltétel esetén egy adott  $z_2$  helyen érvényes  $p_2$  nyomás az alábbi összefüggés segítségével számítható ki:

- A)  $p_2 = p_0 \cdot e^{-\frac{R \cdot (z_2 - z_0)}{g \cdot T_0}}$                       B)  $p_2 = p_0 \cdot e^{-\frac{g \cdot (z_0 - z_2)}{R \cdot T_0}}$   
 C)  $p_2 = p_0 \cdot e^{-\frac{R \cdot (z_0 - z_2)}{g \cdot T_0}}$                       D)  $p_2 = p_0 \cdot e^{-\frac{g \cdot (z_2 - z_0)}{R \cdot T_0}}$

1.5) Karikázza be a jó válasz vagy válaszok(ok) betűjelét! A folytonosság tétel általános alakja:

- A)  $\int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV + \int_A \rho \underline{v} d\underline{A} = 0$                       B)  $\frac{\partial p}{\partial t} + div(p\underline{v}) = 0$   
 C)  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + div(\rho\underline{v}) = 0$                                       D)  $\int_V \frac{d\underline{v}}{dt} dV + \int_V div(\rho\underline{v}) dV = 0$

1.6) Az általános Bernoulli-egyenlet az Euler-egyenlet vonalintegrálja. Az alábbi alakban mindenhol hiányzik a vektor mennyiségek aláhúzással való jelölése. Pótolja ezeket, húzza alá a vektormennyiségeket!

$$\int_1^2 \frac{\partial \underline{v}}{\partial t} \cdot d\underline{s} + \int_1^2 \text{grad} \frac{v^2}{2} \cdot d\underline{s} - \int_1^2 (\underline{v} \times \text{rot} \underline{v}) \cdot d\underline{s} = \int_1^2 \underline{g} \cdot d\underline{s} - \int_1^2 \frac{1}{\rho} \text{grad} p \cdot d\underline{s}$$

1.7) Egészítse ki az impulzustétel alábbi hiányos integrál alakját és a benne szereplő tagokat helyesre, ha egy összenyomható, súrlódásmentes folyadékra körülvevő „A” zárt ellenőrző felülettel határolt „V” térfogat teljes mértékben tartalmaz egy szilárd testet. Ügyeljen a vektor mennyiségek aláhúzással való jelölésére is, ahol ez hiányzik!

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \underline{v} \cdot dV + \int_A \underline{v} \cdot \underline{n} \cdot \rho \cdot dA = \int_V \rho \cdot \underline{g} \cdot dV - \int_A p \cdot \underline{n} \cdot dA \quad R$$

1.8) Karikázza be a helyes válasz (ok) betűjelét! Az általános mozgásegyenlet helyes alakja az alábbi:

A)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \Phi \nabla$

B)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \Phi \nabla$

C)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \Phi \nabla$

D)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \Phi \nabla$

1.9) Karikázza be a helyes válasz (ok) betűjelét! A Navier-Stokes-egyenlet helyes alakja az alábbi:

A)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p - \underline{v} \cdot \Delta \underline{v}$

B)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \text{grad} p - \underline{v} \cdot \Delta \underline{v}$

C)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \underline{v} \cdot \Delta \underline{v}$

D)  $\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \underline{v} \cdot \Delta \underline{v}$

1.10) Karikázza be a jó válasz vagy válaszok betűjelét! A Borda-Carnot idom nyomásvesztését az alábbi kifejezés adja meg:

A)  $\Delta p'_{BC} = \frac{\rho}{2} (v_1 - v_2)^2$

B)  $\Delta p'_{BC} = \frac{\rho}{2} (v_2 - v_1)^2$

C)  $\Delta p'_{BC} = \frac{\rho}{2} (v_1^2 - v_2^2)$

D)  $\Delta p'_{BC} = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2)$

+1) Karikázza be a helyes válasz (ok) betűjelét! Egy áramlásba helyezett testre ható erő alapján definiálhatók az erőtenyezők. Az ellenállástényező helyes alakja az alábbi:

A)  $c_e = \frac{F_e}{\frac{\rho}{2} v_{ref}^2 \cdot A_{ref}}$

B)  $c_f = \frac{F_f}{\frac{\rho}{2} v_{ref}^2 \cdot A_{ref}}$

C)  $c_e = \frac{F_e}{\frac{\rho}{2} v_{ref} \cdot A_{ref}}$

D)  $c_f = \frac{F_f}{\frac{\rho}{2} v_{ref} \cdot A_{ref}}$

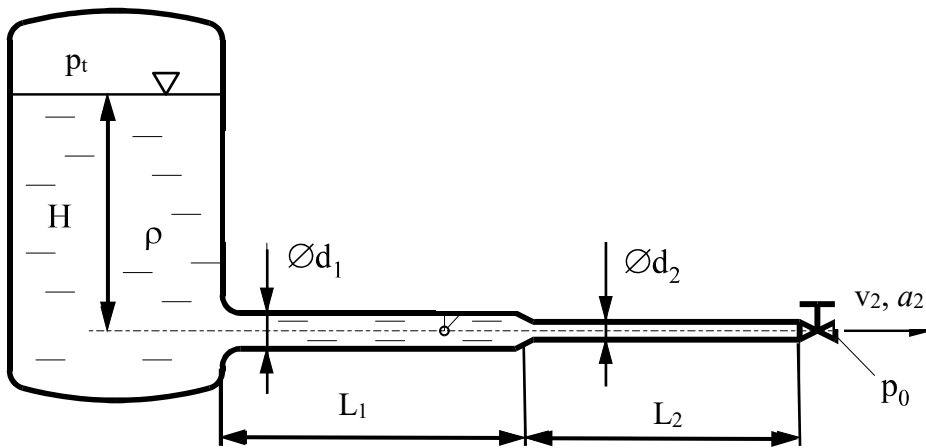
## 2. FELADAT (8pont)

A  $H=10\text{m}$  vízzel töltött, felül  $p_t=4\cdot 10^5\text{Pa}$  nyomású zárt tartályhoz két különböző átmérőjű és hosszúságú, vízszintes tengelyű szakaszok csatlakoznak. A csővégen egy alapállapotban teljesen zárt gömbcsap van.

**FELTÉTELEK:**  $\mu=0$ ,  $\rho=\text{áll.}$ ,  $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}}$ ; Az átmeneti idomok és a gömbcsap hossza elhanyagolható. A gömbcsap be- és kiáramlási keresztmetszete azonos.

**ADATOK:**  $p_0=10^5\text{Pa}$ ;  $\rho_{\text{víz}}=10^3\text{kg/m}^3$ ;  $L_1=40\text{m}$ ;  $L_2=10\text{m}$ ;  $d_1=100\text{mm}$ ;  $d_2=50\text{mm}$ ;  $g=10\text{N/kg}$ ;

**KÉRDÉS:** Határozza meg a víz  $a_2$  csővégi gyorsulását a tolózár hirtelen nyitásának  $t_0=0\text{s}$  időpillanatában!



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

### 3. FELADAT (8pont)

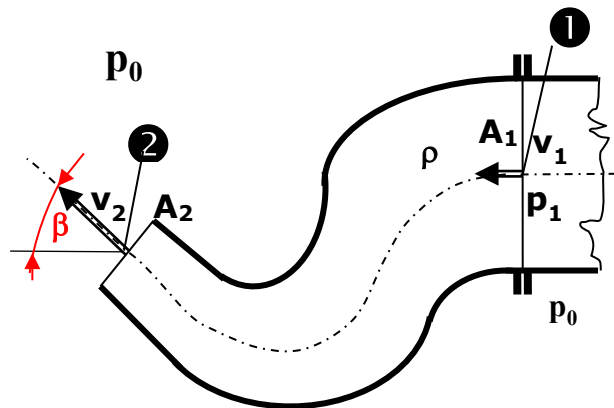
Egy áramlás irányban szűkülő, a  $p_0$  nyomású szabadba nyíló S-alakú csővégi idomot mutat az ábra. A csövek  $A_1$  és  $A_2$  keresztmetszetbeli tengelyei egymással  $\beta=45^\circ$  szöget zárnak be, és a vízszintes (x,y) síkban fekszenek. Ismert a víz „1” keresztmetszetbeli átlagsebessége:  $v_1=4\text{m/s}$ .

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

**ADATOK:**  $p_0=10^5\text{Pa}$ ;  $g=10\text{N/kg}$ ;  $\rho=1000\text{kg/m}^3$ ;  
 $A_1=0,01\text{m}^2$ ;  $A_2=0,005\text{m}^2$

**KÉRDÉS:** Határozza meg az idomra ható  $\underline{R}$  erőt!

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

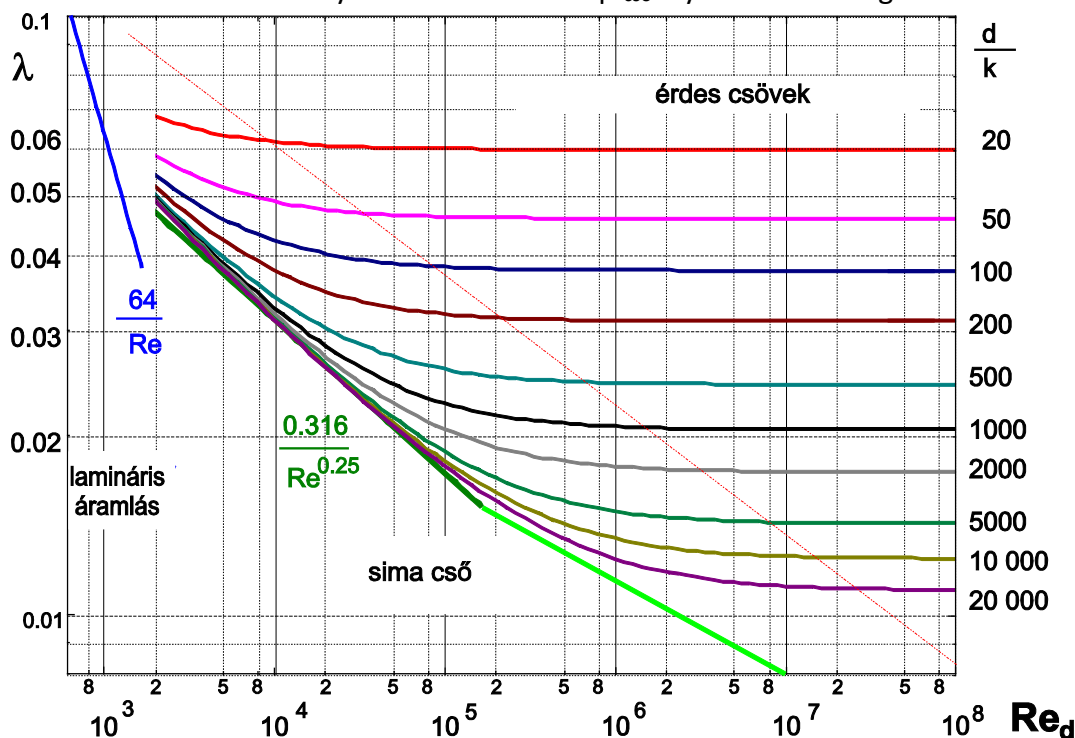


**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)

**4. FELADAT (8p)**

Egy szivattyúhoz egy  $L=300\text{m}$  hosszú,  $d=100\text{mm}$  átmérőjű csővezeték csatlakozik, amelyből a víz a cső nyitott végén a szabadba ( $p_0=10^5\text{Pa}$ ) áramlik ki. A cső teljes hosszában a vízszintes síkban fekszik. A csővezetéken szállított víz térfogatárama ismert: állandó  $170\text{m}^3/\text{óra}$ . A csőfal belső érdessége  $k=0.1\text{mm}$ . **ADATOK:**  $\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$ ,  $\mu=0,0012\text{ kg/(ms)}$ .

**KÉRDÉSEK:** Mekkora a  $\lambda$  cső súrlódási tényező értéke és cső  $\Delta p'_{\text{cső}}$  nyomásvesztése?



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

**5. FELADAT (8p)**

Az ábrán vázolt olajozó berendezés egy olajtartályból és egy  $\varnothing d=5\text{mm}$  csőből áll. Alul a nyitott csővégen  $v_{ki}=0,08\text{m/s}$  előírt állandó kiáramlási sebességet kell biztosítani egy gép megfelelő olajkenéséhez. Az olajtartály felső szabad folyadékfelszíne és az alsó csővég is  $p_0=10^5\text{Pa}$  nyomásra nyitott. A cső áramlási veszteség szempontjából  $L=10\text{m}$  hosszú egyenes csőnek tekinthető, a tartályból csőbe való belépés vesztesége elhanyagolható.

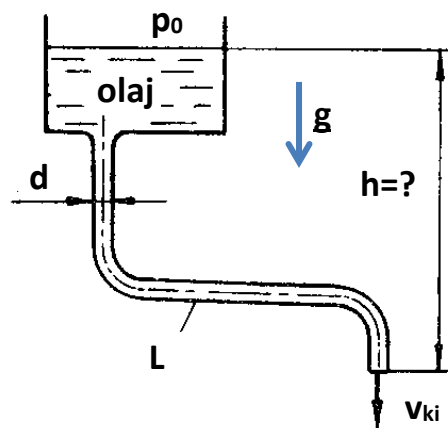
**FELTÉTELEK:** stacioner áramlás,  $\rho=\text{áll.}$ ,  $\mu=\text{áll.}$ ,  $A_t \gg A_{cső}$

**ADATOK:**  $\rho_{olaj}=800\text{kg/m}^3$ ;  $\mu_{olaj}=10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$ ;  $g=10\text{N/kg}$

**KÉRDÉSEK:**

**A)** Számítsa ki az előírt sebesség esetére a Reynolds-szám ( $Re$ ), a csőszűrlődési tényező ( $\lambda$ ) és a cső nyomásveszteségének értékét! ( $\Delta p'_{cső}$ )!

**B)** Számítsa ki, mekkora  $h$  magasságkülönbség szükséges az előírt sebesség biztosításához!  $h=?$



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

**6A. FELADAT (8p) áramlásba helyezett testre ható erő**

**KÉREM, VÁLASSZON!** Vagy ezt a 6A jelűt, vagy a következő lapon lévő 6B feladatot oldja meg! Ha mindkettőt megoldja, jelölje melyik érjen max.100%-ot, melyik max.50%-ot!

Az ábrán egy Mercedes-Benz E-Class Cabriolet személyautó látható, mely nyitott és zárt tetővel is használható.

TETŐ	NYITOTT	ZÁRT
ellenállástényező [-]	0,28	0,252 (-10%)
felhajtóerő-tényező [-]	0,30	0,330 (+10%)
ref. keresztmetszet [m <sup>2</sup> ]	2,1100	2,2155 (+5%)



A ( )-es értékek a nyitott tetőhöz képesti változást jelzik.

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

**KÉRDÉSEK:**

- Jelöljön az ábrán „T” betűvel egy torlópontot és számítsa ki a torlóponthoz tartozó nyomást!
- Az autó nyitott tetővel  $v=144\text{km/h}$  állandó sebességgel egyenes, vízszintes úton szélcsendben halad. Számítsa ki az autóra ható aerodinamikai ellenálláserőt és felhajtóerőt!
- Mekkora a változás az autó sebességében a zárt tetővel, ha az autóra ható ellenálláserő +10%-kal nő a nyitott tetős kivitelhez képest?

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

**6B. FELADAT (8p) áramlások hasonlósága**

**KÉREM, VÁLASSZON!** Vagy ezt a 6B jelűt, vagy előző lapon lévő 6A feladatot oldja meg! Ha mindkettőt megoldja, jelölje melyik pontszáma érjen max.100%-ot, melyik max.50%-ot!



Egy úszó kéz 1:1 méretarányú modelljén aerodinamikai paramétereiket (pl. ellenálláserő) kell meghatároznunk, viszont nincs vízcsatorna a laborunkban, csak szélcsatorna. Olyan, a kéz körüli áramláshoz hasonló áramlási körülményeket kell biztosítanunk a mérés során, mint amikor az úszó keze az úszómedencében nyugalomban lévő vízben éppen  $v=2\text{m/s}$  sebességgel mozog a vizsgált időpillanatban. Ez a  $v$  megfúvási sebesség vehető a  $v_0$  jellemző sebességnek, míg a kéz körüli áramlásra jellemző hosszlépték  $l_0=0,1\text{m}$ . **KÉRDÉSEK:**

**A)** Mely hasonlósági szám azonosságát kell biztosítani? Indokolja válaszát!

**B)** Mekkora megfúvási sebességet kell beállítani a szélcsatornában, hogy a valósághoz hasonló áramlást hozzunk létre a modell kéz körül? Válaszát számítással indokolja!

ADATOK		valós	modell
Megnevezés	mértékegység	víz	levegő
sűrűség	$\text{kg/m}^3$	1000	1,184
hőmérséklet	$^\circ\text{C}$	18	21
viszkozitás	$\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$10^{-3}$	$18,4\cdot 10^{-6}$
megfúvási sebesség	$\text{m/s}$	2	?
erőtér térerősségvektora	$\text{N/kg}$	9,81	9,81
légtörési nyomás	Pa	100500	99500

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