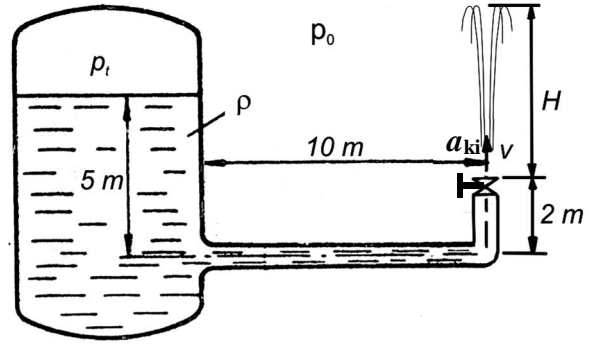


**2. FELADAT (6p) /**

A mellékelt ábrán látható módon egy zárt,  $p_t$  nyomású tartályra csatlakozó  $\varnothing D=50\text{mm}$  átmérőjű csővezeték 10m hosszú vízszintes szakasz után az utolsó 2 méteren függőlegesbe fordult. A cső végén egy gömbcsap található. A gömbcsap alaphelyzetben zárt állapotú. **Feltételek:** Az áramlásban a keletkező veszteségektől eltekinthetünk, súrlódásmentes ( $\mu=0$ ) és összenyomhatatlan a közeg ( $\rho=\text{áll.}$ ),  $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}} = A_{\text{csap, ki}}$

**Adatok:**  $p_t=4 \cdot 10^5\text{Pa}$ ,  $p_0=10^5\text{Pa}$ ,  $\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$   
 $g=10\text{N/kg}$ ,  $H_1=5\text{m}$ ,  $\varnothing D=50\text{mm}$



**Kérdések:**

- a) Határozza meg a gömbcsap hirtelen kinyitásának pillanatában /  $t_0=0\text{s}$ -ban/ a csap kilépő keresztmetszetében érvényes gyorsulást!  $a_{ki}=?$  [ $\text{m/s}^2$ ]  
 b) Mekkora lesz a „szökőkút”  $H$  magassága stacionárius ( $t=\infty$ ) kifolyási állapotban?  $H=?$  [ $\text{m}$ ]

**MEGOLDÁS**

a) **Bernoulli-egyenlet instacioner alakja:  $p_1 + \rho g z_1 = p_0 + \rho g z_2 + \rho a_{ki} L$**

ahol:

$L=12\text{m}$  !

$z_1=5\text{m}; z_2=2\text{m}$

Megoldva:  $a_{ki}=27,5 \text{ m/s}^2$

b) **Stacioner esetben:  $p_1 + \rho g z_1 = p_0 + \rho g z_3$**

ahol:  $z_1=5\text{m}; z_3=2\text{m} + H$

Megoldva:  $H=33 \text{ m}$

**2. FELADAT (6p) /**

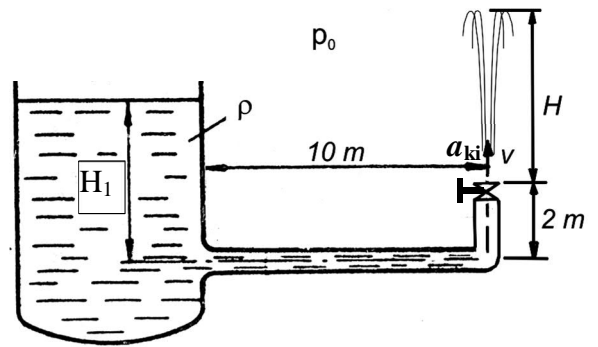
A mellékelt ábrán látható módon egy szabadfelszínű tartályra csatlakozó  $\varnothing D=35\text{mm}$  átmérőjű csővezeték 10m hosszú vízszintes szakasz után az utolsó 2 méteren függőlegesbe fordul. A cső végén egy gömbcsap található. A gömbcsap alaphelyzetben zárt állapotú.

**Feltételek:** Az áramlásban a keletkező veszteségektől eltekinthetünk, súrlódásmentes ( $\mu=0$ ) és összenyomhatatlan a közeg ( $\rho=\text{áll.}$ ),  $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}} = A_{\text{csap, ki}}$

**Adatok:**  $p_0=10^5\text{Pa}$ ,  $\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$   
 $g=10\text{N/kg}$   $\varnothing D=35\text{mm}$

**Kérdések:**

- Mekkora a tartálybeli vízfelszín ábrán jelölt  $H_1$  magassága a csőtengelyhez képest, ha a gömbcsap hirtelen kinyitásának pillanatában  $/t_0=0\text{s-ban}/$  a csap kilépő keresztmetszetében érvényes gyorsulás  $a_{\text{ki}}=10\text{m/s}^2$ ?  $[\text{m/s}^2]$  ismert?
- Mekkora lesz a stacioner kiáramlási sebesség és a „szökőkút”  $H$  magassága stacionárius ( $t=\infty$ ) kifolyási állapotban?  $v_{\text{stac,ki}}=?$   $[\text{m/s}]$ ,  $H=?$   $[\text{m}]$



**MEGOLDÁS**

**3. FELADAT (6p) /**

Az éjszakás nővérke egy műtéthez a mellékelt ábrán látható pohárból  $\rho=1100\text{kg/m}^3$  sűrűségű steril oldatot szív fel egy függőleges tengelyű hengeres fecskendőbe. A fecskendő dugattyúját óvatosan, kb.  $v_{\text{dug}}=5\text{mm/s}$  állandó sebességgel mozgatja, mert ha felforr az oldat, akkor használhatatlanná válik (az oldat telített gőz nyomása  $p_{\text{gőz}}=2800\text{Pa}$ ). Amikor már majdnem végzett (ld. a dugattyú ábrán vázolt helyzetében), a főorvos hirtelen rányit, és ezzel úgy megijeszti a nővérkét, hogy nagyot sikoltva hatalmasat ránt a dugattyún. Sajnos ezért az oldat egy helyen éppen felforr, így kezdheti majd előlről.

**Adatok:**  $p_0=10^5\text{Pa}$   $v_{\text{dug}}=5\text{mm/s}$   $g=10\text{N/kg}$   $h=15\text{mm}$   
 $L_1=50\text{mm}$   $L_2=50\text{mm}$   $D_1=1\text{mm}$   $D_2=12\text{mm}$

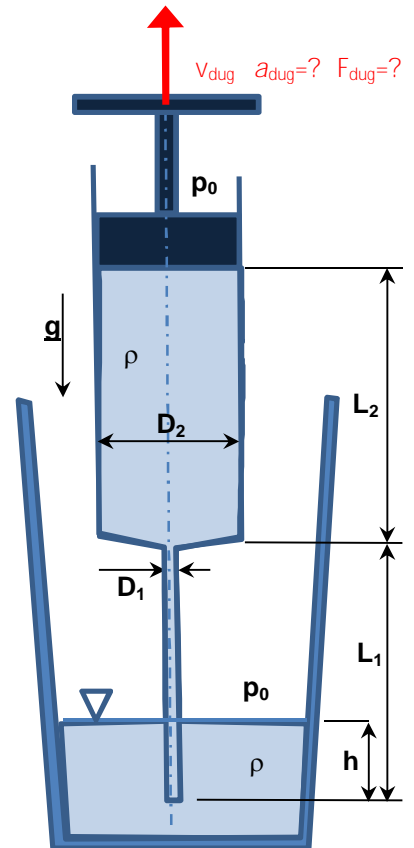
**Feltételek:**  $\rho=\text{áll.}$ ;  $\mu=0$ ; az áramlási veszteségek és az átmeneti ( $D_1/D_2$ ) szakasz hosszúsága elhanyagolható; az  $L_1$  ill.  $L_2$  szakaszok állandó keresztmetszetű egyenes csöveknek tekinthetők.

**Kérdések:** Mekkora rántott ijedtében a nővérke a dugattyún, azaz mekkora ebben a pillanatban a dugattyú gyorsulása és a dugattyúra ható erő?

$a_{\text{dug}} = ? \text{ [m/s}^2\text{]}$

$F_{\text{dug}} = ? \text{ [N]}$

**MEGOLDÁS**



a) **Bernoulli-egyenlet instacioner alakja:**

$p_1 + \rho g z_1 = p_2 + \rho/2 * v_2^2 + \rho g z_2 + \rho a_1 L_1 + \rho a_2 L_2$

ahol:

$p_1 = p_0$  ;  $p_2 = p_{\text{gőz}}$

$v_2 = v_{\text{dug}}$

$z_1 = 0\text{m}$ ;  $z_2 = L_1 + L_2 - h$

**Gyorsulásokra kontinuitás:**  $a_1 A_1 = a_2 A_2$

**Megoldva:**  $a_{\text{dug}} = a_2 = 12,071 \text{ m/s}^2$

b)  $F_{\text{dug}} = \Delta p A_{\text{dug}} = 10,993\text{N} \approx 11\text{N}$

ahol:  $\Delta p = p_0 - p_{\text{gőz}}$ ,  $A_{\text{dug}} = A_2$

**3. FELADAT (6p) /**

Az éjszakás nővérke gyorsan visszatölti a  $\rho=1100\text{kg/m}^3$  sűrűségű steril oldatot a pohárba ALULRÓL kicsit beleszúrt függőleges tengelyű hengeres fecskendőből. A fecskendő dugattyúját ebben a pillanatban  $F_{\text{dug}}=0,1\text{N}$ \* erővel és  $a_{\text{dug}}=0,05\text{m/s}^2$ \* gyorsulással mozgatja felfelé (ld. a dugattyú ábrán vázolt helyzete).

**Adatok:**

$p_0=10^5\text{Pa}$        $g=10\text{N/kg}$        $h=10\text{mm}$   
 $L_1=50\text{mm}$        $L_2=50\text{mm}$        $D_1=1\text{mm}$        $D_2=12\text{mm}$

**Feltételek:**  $\rho=\text{áll.}$ ;  $\mu=0$ ; az áramlási veszteségek és az átmeneti ( $D_1/D_2$ ) szakasz hosszúsága elhanyagolható; az  $L_1$  ill.  $L_2$  szakaszok állandó keresztmetszetű egyenes csöveknek tekinthetők;  $A_{\text{pohár}} \gg A_2$ ; dugattyú tömege  $m_{\text{dug}} \approx 0$ .

**Kérdések:** Mekkora ebben a pillanatban a dugattyú sebessége?  $v_{\text{dug}} = ?$  [ $\text{m/s}^2$ ]

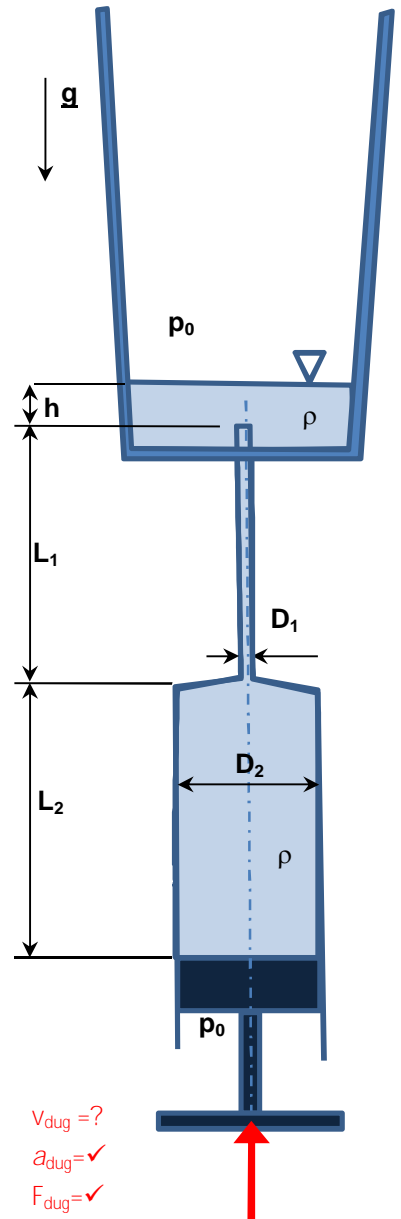
**MEGOLDÁS**

**\*FIGYELEM!**

A pótZH feladatlapon szereplő  $F_{\text{dug}}=5\text{N}$  és  $a_{\text{dug}}=0,1\text{m/s}^2$  helytelenül megválasztott adatokkal  $v_{\text{dug}}$  sebességre „értelmetlen” eredmény (gyökjel alatt negatív szám) adódott. Sajnos az éjszakás nővérke nem tudta, hogy ekkora erőhöz ilyen kis gyorsulás nem tartozhat.

A javításkor ezt figyelembe veszem, így el lehet érni ebben a példában is a max. pontot.

A jelen példasorba viszont „kiszámolható” adatokat írtam, hogy tudjanak gyakorolni.



**3. FELADAT (6p) /**

Az éjszakás nővérke egy műtéthez a mellékelt ábrán látható pohárból  $\rho=1100\text{kg/m}^3$  sűrűségű steril oldatot szív fel egy függőleges tengelyű hengeres fecskendőbe. A fecskendő dugattyúját óvatosan, kb. pont  $v_{\text{dug}}=3\text{mm/s}$  állandó sebességgel mozgatja, mert ha felforr az oldat, akkor használhatatlanná válik (az oldat telített gőz nyomása  $p_{\text{gőz}}=2800\text{Pa}$ ). Amikor már majdnem végzett (ld. a dugattyú ábrán vázolt helyzetében), a főorvos hirtelen rányit, és ezzel úgy megijeszti a nővérkét, hogy nagyot sikoltva hatalmasat ránt a dugattyún. Sajnos ezért az oldat egy helyen éppen felforr, így kezdheti majd előlről.

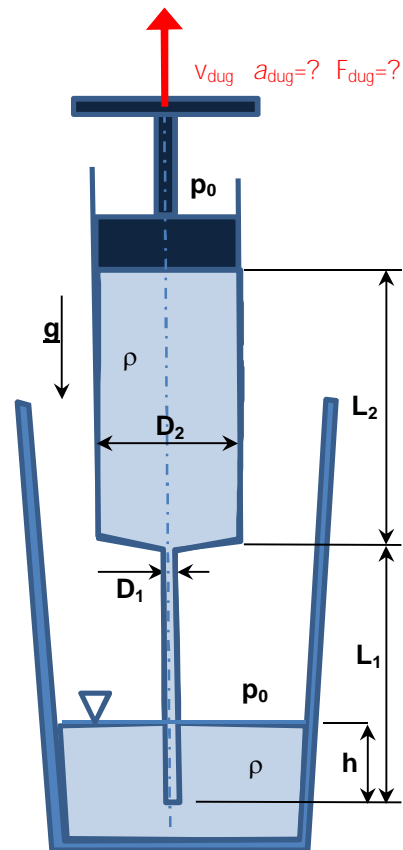
**Adatok:**  $p_0=10^5\text{Pa}$   $v_{\text{dug}}=3\text{mm/s}$   $g=10\text{N/kg}$   $h=15\text{mm}$   
 $L_1=50\text{mm}$   $L_2=50\text{mm}$   $D_1=1\text{mm}$   $D_2=12\text{mm}$

**Feltételek:**  $\rho=\text{áll.}$ ;  $\mu=0$ ; az áramlási veszteségek és az átmeneti ( $D_1/D_2$ ) szakasz hosszúsága elhanyagolható; az  $L_1$  ill.  $L_2$  szakaszok állandó keresztmetszetű egyenes csöveknek tekinthetők. Hanyagolja el dugattyú tömegét!  $m_{\text{dug}}\approx 0$

**Kérdések:** Mekkora rántott ijedtében a nővérke a dugattyún, azaz mekkora ebben a pillanatban a dugattyú gyorsulása és a dugattyúra ható erő?

$a_{\text{dug}} = ? \text{ [m/s}^2\text{]}$

$F_{\text{dug}} = ? \text{ [N]}$



**MEGOLDÁS**

**5. PÉLDA**

A mellékelt ábrán látható *zárt*, túlnyomásos tartály  $H$  magasságig van vízzel feltöltve. A tartályhoz egy  $d_1$  és egy  $d_2$  átmérőjű csőszakasz csatlakozik. A csővégen egy alapállapotban zárt tolózár van. (A közeg *súrlódásmentes és összenyomhatatlan.*)

**ADATOK**

$$p_1 = 1.3 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad p_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

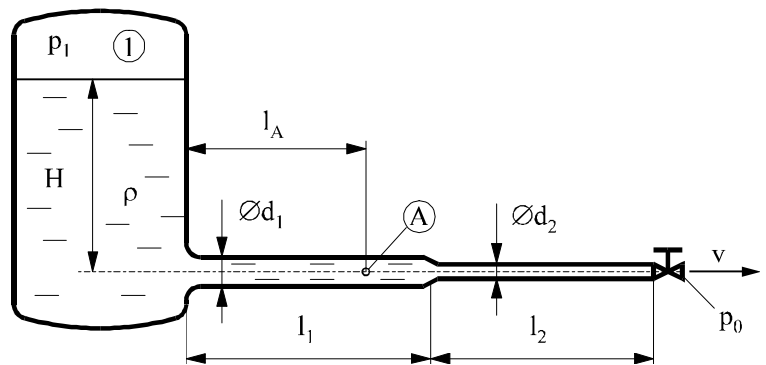
$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad g = 10 \text{ N/kg}$$

$$H = 5 \text{ m}; \ell_1 = 10 \text{ m}; \ell_2 = 4 \text{ m};$$

$$\ell_A = 8 \text{ m}; d_1 = 60 \text{ mm}; d_2 = 40 \text{ mm}$$

**KÉRDÉSEK**

- Határozza meg az ábrán jelölt „A” pontbeli gyorsulást a csővégi tolózár hirtelen nyitására tartozó  $t_0=0$ s időpillanatban!
- Határozza meg a csővégi folyadék gyorsulását abban az időpillanatban, amikor a kiáramlási sebesség éppen  $v_{ki}=4\text{m/s}$ !
- Mekkora stacioner esetben a tartályból kiáramló víz tömegárama?



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

**5. PÉLDA**

Egy szabadfelszínű,  $p_0$  nyomásra nyitott felszínű tartályba egy vízzel teli, függőleges tengelyű henger nyúlik bele. A hengerbeli dugattyú ebben az időpillanatban adott  $v_1$  sebességgel és  $a_1$  gyorsulással mozog felfelé. ( $\rho = \text{áll}$ ,  $\mu = 0$ ). **Adatok:**

$$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{vízgőz}} = 4000 \text{ Pa}$$

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

$$v_1 = 5 \text{ m/s}$$

$$a_1 = 5 \text{ m/s}^2$$

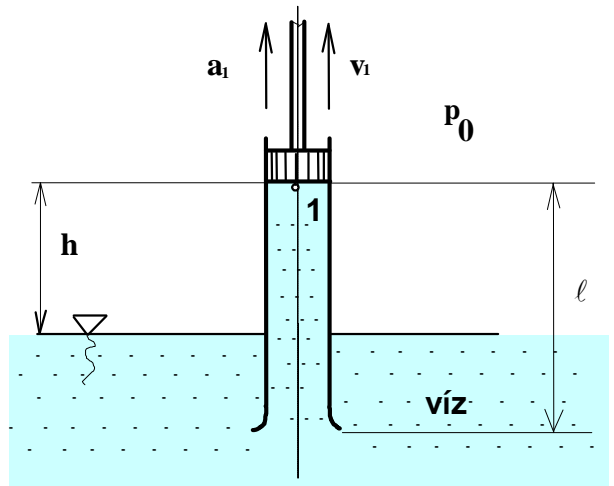
$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

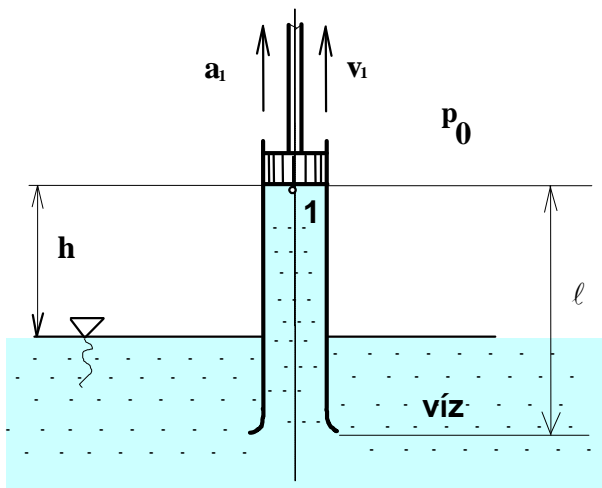
$$l = 3 \text{ m}$$

**Kérdés:** Elszakad-e a megadott  $v_1$  és  $a_1$  esetén a folyadékoszlop? Válaszát magyarázza számítással!

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



**5. PÉLDA**



A szabadfelszínű,  $p_0$  nyomásra nyitott tartályba egy vízzel teli, függőleges tengelyű henger nyúlik bele. A hengerben lévő dugattyú ebben az időpillanatban adott  $v_1$  sebességgel és ismeretlen  $a_1$  gyorsulással mozog felfelé. Az áramlást tekintjük súrlódásmentesnek. Ha a helyi nyomás bárhol eléri a vízgőz nyomását ( $p_{\text{vízgőz}}$ ), a folyadékoszlop elszakad.

**Adatok:**

$$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{vízgőz}} = 4000 \text{ Pa}$$

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

$$v_1 = 9.5 \text{ m/s}$$

$$a_1 = ? \text{ m/s}^2$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

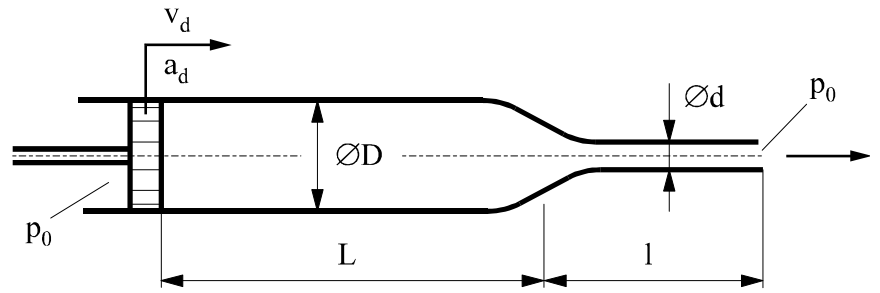
**Kérdés:** Mekkora gyorsulással mozgathatjuk legfeljebb a dugattyút ebben a pillanatban, hogy ne szakadjon el a folyadékoszlop? Válaszát magyarázza számítással!

**5. PÉLDA**

A vízzel teli, vízszintes tengelyű fecskendő dugattyúja a megfigyelt  $t$  időpillanatban éppen  $v_d=0,1\text{m/s}$  sebességgel mozog az ábrán bejelölt irányban. Ekkor pontosan  $F=2\text{N}$  erő szükséges a mozgatáshoz. A külső nyomás mindenütt  $p_0=10^5\text{Pa}$ .

**ADATOK:**  $\rho_{\text{víz}} = 1000\text{kg/m}^3$ ,  $L = 50\text{mm}$ ,  $\ell = 20\text{mm}$ ,  $D = 25\text{mm}$ ,  $d = 5\text{mm}$

**KÉRDÉS:** Mekkora a csővégen kiáramló víz gyorsulása?  $a_{\text{ki}}=?$  [ $\text{m/s}^2$ ]



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



**5. PÉLDA**

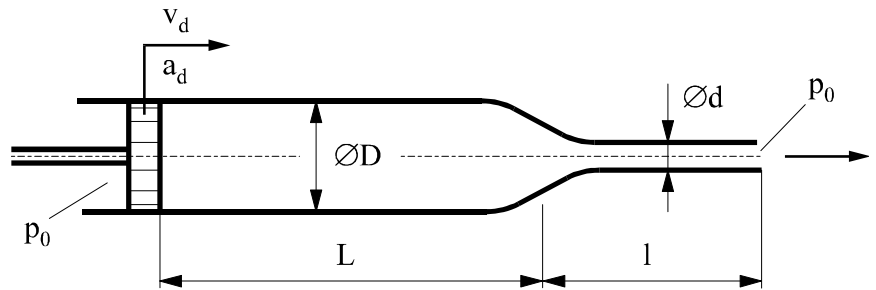
A mellékelt ábrán látható vízzel teli, vízszintes tengelyű fecskendő dugattyúja a megfigyelt  $t$  időpillanatban ( $t > t_0=0s$ ) adott  $v_d=2m/s$  sebességgel és  $a_d=2m/s^2$  gyorsulással mozog a berajzolt irányban. A külső tér nyomása mindenütt  $p_0$ .

**Adatok:**

$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}, \quad p_0 = 10^5 Pa$$

$$L = 0,1m, \quad \ell = 0,075m$$

$$D = 35mm, \quad d = 7mm$$



**Kérdés:**

Mekkora erővel kell ebben a pillanatban a dugattyút mozgatni?  $F_d = ?$

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

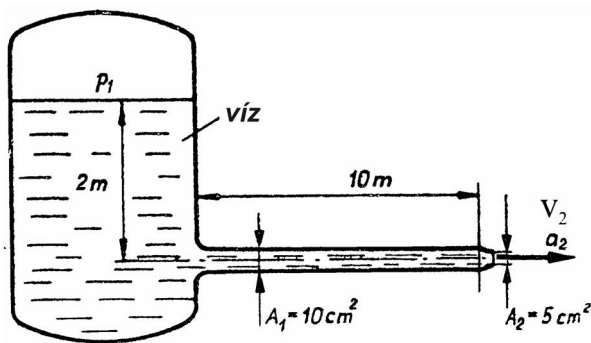
**5. PÉLDA**

A mellékelt ábrán látható tartályban a nyomás  $p_1=120000\text{Pa}$ .

A tartályra csatlakozó cső végén egy elhanyagolható hosszúságú szűkítőelem (konfúzor) van, amely a csövet  $10\text{cm}^2$ -ről  $5\text{cm}^2$ -keresztmetszetre szűkíti.

A cső végén lévő (ábrán nem látható) csap hirtelen kinyitásának  $t_0=0\text{s}$  időpillanatában a sebesség mindenütt zérus:  $v=0\text{m/s}$ .

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; p_0 = 10^5 \text{ Pa}; g = 10 \text{ N/kg}$$


**Kérdés:**

Mekkora a kezdeti ( $t_0=0\text{s}$ ) gyorsulás ekkor a cső végén?

$a_2=?$

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

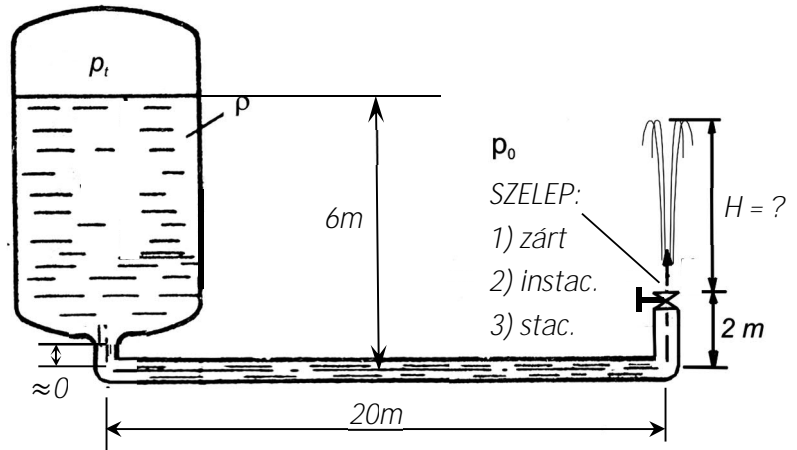
**3. PÉLDA (18 p)**

A mellékelt ábrán látható, függőleges tengelyű, zárt ( $p_t=2\text{bar}$ ) tartály aljára elhanyagolható hosszúságú függőleges csőszakasszal csatlakozó  $\varnothing D=100\text{mm}$  állandó átmérőjű cső egy 20m hosszú vízszintes szakasz után az utolsó 2 méteren függőlegesbe fordul. A csővégi szelep alapállapotban teljesen zárt.

**Adatok:**  $p_0=10^5\text{Pa}$ ,  $\rho_{\text{víz}} = 1000\text{kg/m}^3$ ,  $g=10\text{N/kg}$ ;  $\mu=0$ ;  $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}}$

**Kérdés:**

- 1) Számítsa ki az alapállapotú teljesen zárt szelep belső oldalán érvényes túlnyomást!  $p_{\text{SZ}}-p_0=?$
- 2) A szelepet hirtelen teljesen kinyitva, mekkora a nyitás  $t_0=0\text{s}$  időpillanatában a folyadék gyorsulása? ( $a_{\text{max}}=?$ )
- 3) A hirtelen nyitás után megvárjuk az állandósult (stacioner) kiáramlási állapotot. Határozza meg ekkor a kiáramló víz sebességét ( $v_{\text{ki}}=?$ ) és a „szökőkút” magasságát! ( $H=?$ )



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

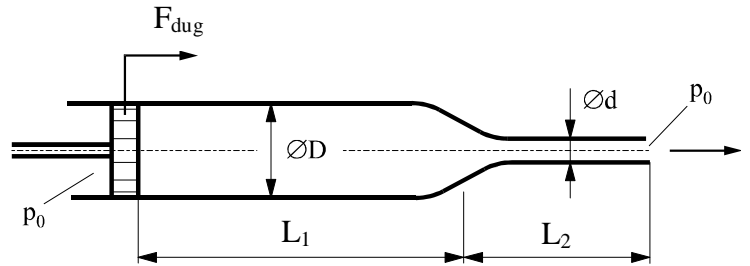
**5. PÉLDA**

A vízzel ( $\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$ ) teli, vízszintes tengelyű,  $p_0$  nyomásra nyitott fecskendő elhanyagolható tömegű dugattyúját  $F_{\text{dug}}=2\text{N}$  erővel mozgatjuk a megfigyelt  $t$  időpillanatban. Ekkor a dugattyú pontosan  $v_{\text{dug}}=1\text{m/s}$  sebességgel és ismeretlen  $a_{\text{dug}}$  gyorsulással mozog. A külső tér nyomása mindenütt  $p_0=10^5\text{Pa}$ . **ADATOK:**

$L_1=200\text{mm}$ ,  $L_2=100\text{mm}$ ;  $\varnothing D=10\text{mm}$ ;  $\varnothing d=5\text{mm}$

**KÉRDÉSEK:**

- a) Mekkora ebben a pillanatban a dugattyú gyorsulása?  $a_{\text{dug}}= ?$
- b) Mekkora a  $\varnothing D$  ill.  $\varnothing d$  átmérőjű csőszakaszokban a sebesség és a gyorsulás értéke?  $a_1=?$ ;  $a_2=?$ ;  $v_1=?$ ;  $v_2=?$



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

**5. PÉLDA**

A mellékelt ábrán látható tartályon ( $p_i=2.5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ ) két kifolyócső található. A tartály oldalára és az aljára csatlakozó  $\varnothing D=50 \text{mm}$  átmérőjű csövek ismert hosszúságú vízszintes szakaszaik után az utolsó 2 méteren függőlegesbe fordulnak. Mindkét szelep alapállapotban teljesen zárt.

**Adatok:**  $p_0=10^5 \text{Pa}$ ,  $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{kg/m}^3$ ,  $g=10 \text{N/kg}$ ;  $\partial/\partial t=0$ ;  $\mu=0$ ;  $\rho=\text{áll}$ ;  $A_{\text{tartály}} \gg A_{\text{cső}}$

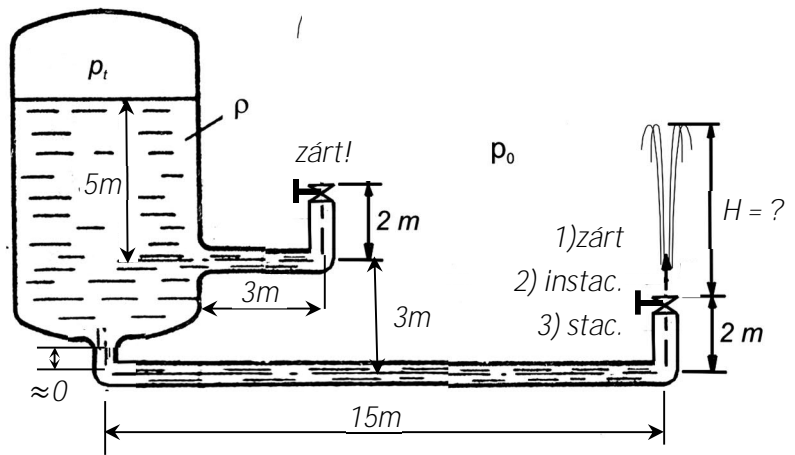
**Kérdés:**

4) Számítsa ki ekkor a szelepek belső oldalán a túlnyomásokat!  $p-p_0=?$

A tartály oldalához csatlakozó csőszakasz szelepét zárva hagyva, a tartály aljára csatlakozó hosszabb cső végén lévő szelepet...

5) ...hirtelen megnyitva, mekkora a nyitás  $t_0=0 \text{s}$  időpillanatában a folyadék gyorsulása? ( $a=?$ )

6) ...a hirtelen nyitás után teljesen nyitva hagyva megvárjuk az állandósult (stacioner) áramlási állapotot. Határozza meg ekkor a kiáramló víz sebességét ( $v_{ki}=?$ ), tömegáramát ( $q_m=?$ ) és a „szökőkút”  $H$  magasságát! ( $H=?$ )



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

**5. PÉLDA**

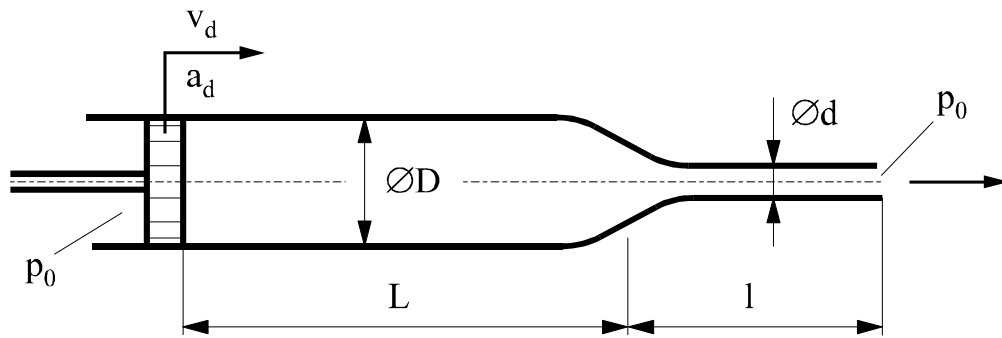
A vízzel teli, vízszintes tengelyű fecskendő dugattyúja a megfigyelt  $t$  időpillanatban  $v_d=1.5m/s$  sebességgel és  $a_d=1.5m/s^2$  gyorsulással mozog. A külső nyomás mindenütt  $p_0=10^5Pa$ .

**ADATOK:**

$\rho_{v\acute{e}z} = 1000kg / m^3$ ,  $L = 150mm$ ,  $\ell = 50mm$ ,  $D=30mm$ ;  $d=5mm$

**Feltételek:** A fecskendő  $D/d$  átmeneti szakasza veszteségmentes, annak hossza elhanyagolható, a közeg súrlódásmentes, összenyomhatatlannak tekinthető.

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

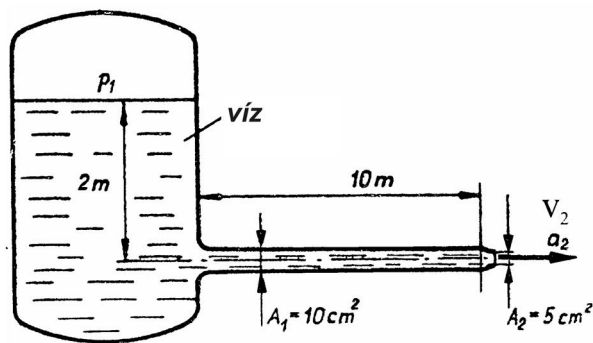


**MEGOLDÁS** (a lap túloldalán is folytathatja)

**4. példa (20pont)**

A tartály vízfelszíne felett a túlnyomás ismert:  $p_1 = p_0 + 40000 \text{ N/m}^2$ . A vízszintes tengelyű cső végén egy elhanyagolható hosszúságú konfúzor található, mely a kilépő keresztmetszetet  $A_2$ -re szűkíti. A cső végén egy hirtelen nyitást lehetővé tevő, alapállapotban teljesen zárt tolózár van. Súrlódásmentes és összenyomhatatlan közeg.

$g = 10 \text{ N/kg}$ ;  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ;  $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $A_1 \ll A_{\text{tartály}}$



**Kérdések:**

- a) Mekkora  $t_0 = 0$ s hirtelen nyitás pillanatában a folyadék csővégi gyorsulása?  $a_2 = ?$   **$12 \text{ m/s}^2$**
- b) Mekkora a stacioner ( $t = \infty$ ) kiáramlási sebesség a cső végén?  $v_2 = ?$   **$10,96 \text{ m/s}$**
- c) Stacioner esetben hány %-kal változna a kiáramló víz térfogatárama, ha eltávolítanánk a cső végéről a konfúzort és a kiáramlási keresztmetszet  $A_1$  lenne?  **$+100\%$ -kal = kétszeresére növekedne**

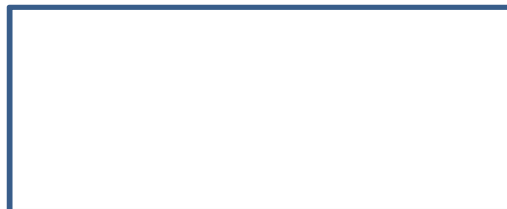
**MEGOLDÁS**

**5. PÉLDA**

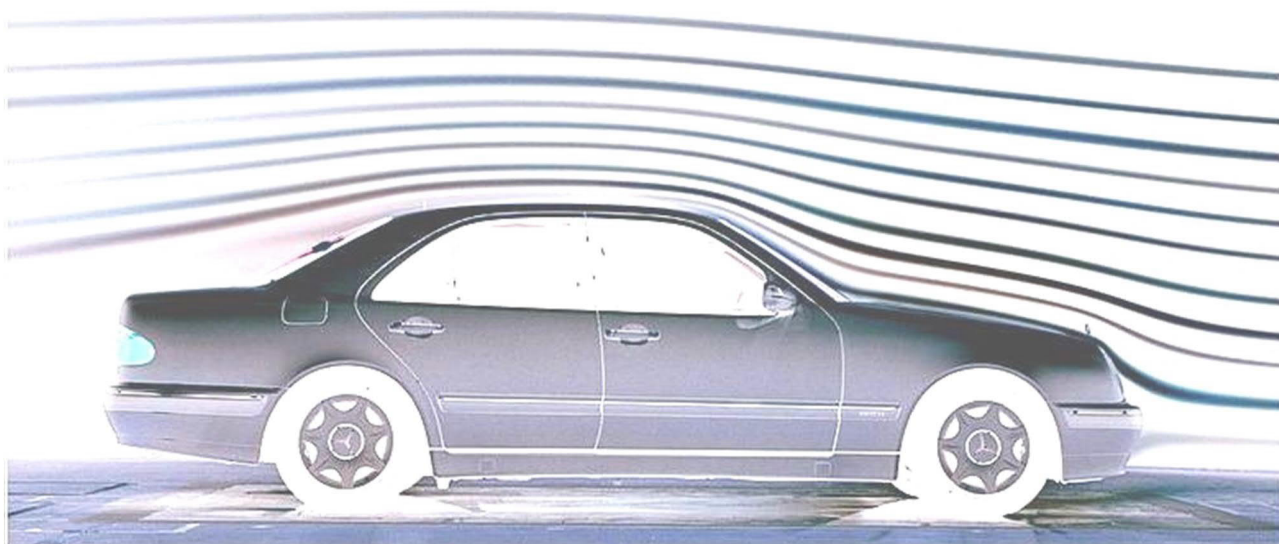
- a) Írja fel az Euler-egyenlet normális irányú komponensegyenletét!  
 b) Jelölje (+) ill.(-) jelekkel a mellékelt ábrán a gépjármű karosszérián a túlnyomásos ill. depressziós helyeket!  
 c) Jelölje be (**T**) jellel a karosszérián a torlópontot, és számítsa ki a torlóponti nyomást, ha az autó áll és távol az autótól a megfúvási sebesség  $v_{\infty}=180\text{km/h}$ , a levegő sűrűsége  $\rho_{\text{lev}}=1.2\text{kg/m}^3$ ,  $R=287\text{ J/(kgK)}$ , a környezeti nyomás  $p_0=100500\text{Pa}$ !

**MEGOLDÁS**

- a) Euler-egyenlet normális irányú komponensegyenlete:



- b)

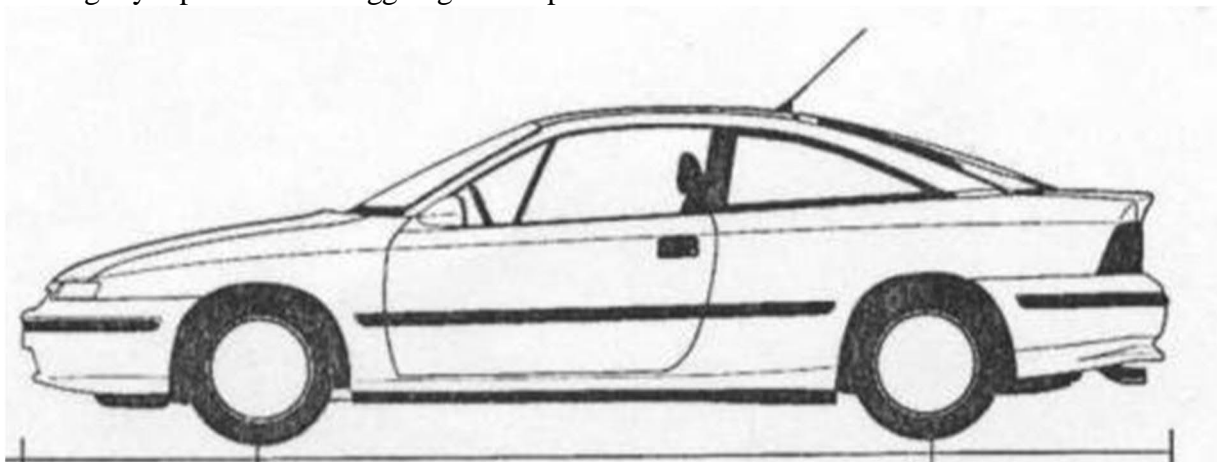


- c)



### 5. PÉLDA

- a) Vázlatrajz segítségével definiálja, mit jelent áramlástanban az ún. természetes koordináta rendszer! **Írja fel és értelmezze (melyik tag mit jelent, elhanyagolások, feltételek stb.)** a fenti ábrája alapján a természetes koordináta-rendszerben felírt Euler-egyenlet **normális irányú komponens egyenletét!** Milyen alapvető mérnöki következtetésekre ad lehetőséget az összefüggés?
- b) **Rajzoljon be** az alábbi ábrán látható Opel Calibra karosszéria köré **áramvonalakat** a hossz tengellyel párhuzamos függőleges közép-síkban!



- c) Jelölje a karosszérián végig a helyi **túlnyomásos (+)** ill. **depressziós (-)** helyeket és egyértelműen jelölje az előjelváltásokat!
- d) Jelöljön be a karosszérián (T) betűvel egy torlópontot, és számítsa ki a torlóponti nyomást, ha az autó áll a szélcsatornában és távol az autó előtt a mérőtérbeli megfúvási sebesség  $v_\infty=245\text{km/h}$ , a levegő hőmérséklete  $t_0=20^\circ\text{C}$ ,  $R=287\text{ J/(kgK)}$ , a környezeti nyomás pedig  $p_0=99700\text{Pa}$ !
- e) **Mekkora  $v_\infty=245\text{km/h}$  sebesség esetén a  $P_{\text{max}}=110\text{kW}$  teljesítményű autónak a légellenállás legyőzésére fordított teljesítménye ( $P[\text{W}]$ ), ha az ellenállástényezője  $c_e=0,26$  és a  $A_{\text{vet}}=1,9324\text{ m}^2$ ? EZT MÉG NEM TANULTUK.**

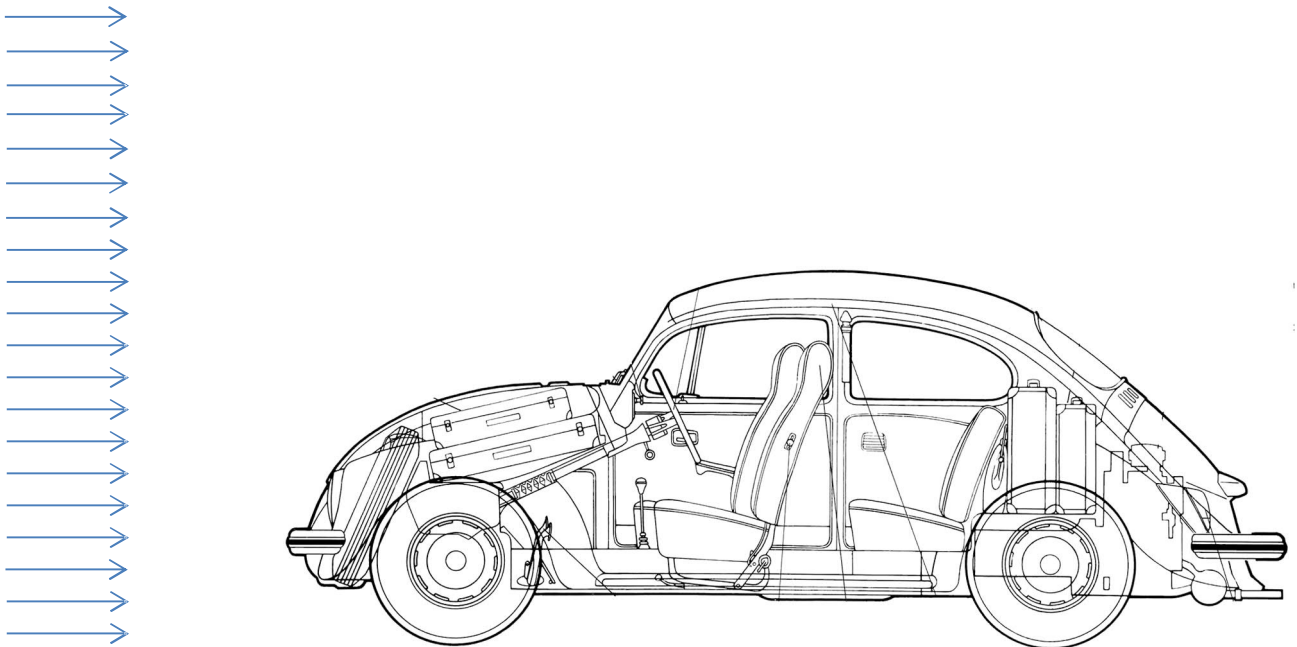
### MEGOLDÁS

<b>5. PÉLDA</b>	
a) Vázlatrajz segítségével definiálja, mit jelent áramlástanban az ún. természetes koordináta-rendszer!	<b>MEGOLDÁS ( a ) rész</b>

b) Kérem, **írja fel és értelmezze szövegesen** a természetes koordinátarendszerben felírt **Euler-egyenlet normális irányú komponens-egyenletét!** Kérem, adja meg az összefüggés érvényességének feltételeit!

**MEGOLDÁS ( b ) rész)**

- a) Rajzoljon be **áramvonalakat** az alábbi ábrán látható személyautó köré, ha az autó szélcsendben menetirányban előre halad! (a zavartalan relatív megfúvási sebesség az ábrán nyíllal jelölve)
- b) Jelölje be a karosszérián /az autó homlokfala, motorháztetője, szélvédője, teteje mentén végig haladva/, hogy hol tapasztalható **helyi túlnyomás (+)** ill. **depresszió (-)**! Az „**előjelváltás**” helyét is egyértelműen jelölje vonallal!
- c) Jelölje a leglényegesebb pontokon nyilakkal a **nyomásgradiens** vektort is!
- d) Jelölje be „T” betűvel a **torlópontot!**
- e) Számítsa ki a **torlóponti nyomást** ( $p_t=?$ ), ha az autó  $v_{max}=130\text{km/h}$  állandó sebességgel szélcsendben halad;  $g=10\text{N/kg}$ ;  $p_0=10^5\text{Pa}$ ;  $\rho_{lev}=1.2\text{ kg/m}^3$ ; **ellenállástényezője  $c_e=0.48$ ; a hossz tengelyre merőleges vetületi keresztmetszete  $A=1,75\text{m}^2$ ; össztömege  $900\text{kg}$  (vezetővel együtt)!** **PIROSSAL ÍRT RÉSZT MÉG NEM TANULTUK**



**5. PÉLDA**

Meleg levegő áramlik egy  $300\text{mm}\times 450\text{mm}$  téglalap keresztmetszetű légvezetékben, ahol PRANDTL-csővel mérést végzünk. A hat, egyenlő nagyságú  $A_i$  rész-keresztmetszetek súlypontjaiba egymás után behelyezett PRANDTL-csővel mért nyomások rendre:

$$\Delta p_i = 240, 300, 260, 280, 230, 250 \text{ [Pa]}$$

A légvezetékben áramló levegő sűrűségének kiszámításakor  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  nyomás vehető.

**Adatok:**  $t_{\text{lev}} = 37^\circ\text{C}$ ;  $R = 287 \text{ J/(kgK)}$

**Kérdések:**

- a) Határozza meg a légvezetékben áramló levegő átlagsebességét,
- b) térfogatáramát és
- c) tömegáramát!

**5. PÉLDA**

**(12 p)**

Egy  $150\text{mm}\times 150\text{mm}$  négyzet keresztmetszetű csőszakaszban Prandtl-csővel mérést végzünk. A téglalap keresztmetszetű cső 9, egyenlő nagyságú  $A_i$  keresztmetszetének súlypontjában elhelyezett Prandtl-csőhöz kapcsolt vízzel ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) töltött U-csöves manométer kitérése rendre

$$\Delta h_i = 125, 119, 127, 139, 134, 123, 115, 136, 129 \text{ mm}$$

A levegő hőmérséklete  $t_{\text{lev}} = 22^\circ\text{C}$ , gázállandója  $R = 287 \text{ J/kgK}$ , a sűrűségszámítás szempontjából nyomása állandónak tekinthető:  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ .

**Kérdések:**

Határozza meg az átlagsebességet, a térfogatáramot és a tömegáramot!

**5. PÉLDA**

**(10 p)**

Egy  $\varnothing D = 200\text{mm}$  átmérőjű csőben  $t_0$  hőmérsékletű levegő áramlik. A csőátmérő mentén a szabványos ún. 10-pont módszer szerint mérünk térfogatáramot egy Prandtl-cső segítségével. Az átmérő mentén a szabvány szerint felvett 10 pontban a Prandtl-csővel mért nyomásértékek rendre:

$i$	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
$p_{\text{din},i} [\text{Pa}]$	5	12	25	32	49	50	30	25	13	6

**Adatok:**  $p_0 = 100500 \text{ Pa}$ ,  $t_0 = 23^\circ\text{C}$ ,  $R = 287 \text{ J/(kgK)}$

**Kérdések:**

- a) Határozza meg a csőbeli átlagsebességet!
- b) Számítsa ki a  $q_v [\text{m}^3/\text{s}]$  térfogatáramot!