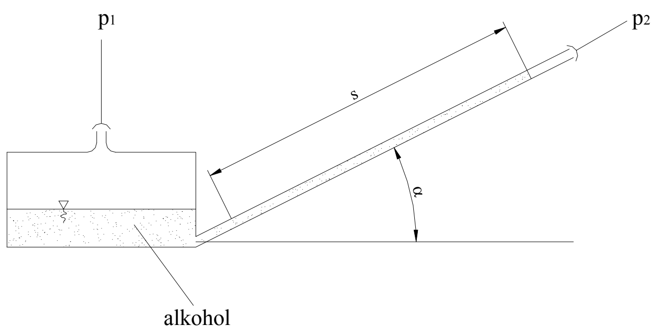
A csoport

Neptun-kód: ______________ Név: __ ***Mintamegoldás*** _________ Pontszám: **4,0**

1.F. Prandtl-csővel sebességmérést végzünk egy d átmérőjű, kör keresztmetszetű csőben. A sebességet a cső keresztmetszetének egy pontjában mérjük. A dinamikus nyomás mérésére ferdecsövű manométert használunk.



Adatok:
$d = 500$mm
$s = 116$ mm
$\rho_{alkohol} = 840$ kg/m^3
$p_0 = 1020$ hPa
$T_{levegő} = 15$ °C
$\alpha = 15°$
R=287 J/kg/K
$g = 10$ N/kg

a) Határozza meg a mért áramlási sebességet!
b) Mekkora a csőben áramló közeg térfogatáramának becsült értéke, ha a csőkeresztmetszetre vonatkozó átlagsebességet a mért sebességgel közelítjük? **1,5 p**

$\Delta p := \rho alk \cdot g \cdot s1 \cdot \sin(\alpha 1) \qquad \Delta p = 252.193\,\mathrm{Pa}$

$\rho lev := \dfrac{p0}{R \cdot Tlev} \qquad \rho lev = 1.234\,\dfrac{kg}{m^3}$

$v1 := \sqrt{2 \cdot \dfrac{\Delta p}{\rho lev}} \qquad v1 = 20.217\,\dfrac{m}{s}$

$A1 := \dfrac{d1^2 \cdot \pi}{4} \qquad A1 = 0.196\,m^2$

$qv1 := v1 \cdot A1 \qquad qv1 = 3.97\,\dfrac{m^3}{s}$

2.F. Ismertesse a folyadékszint-kitérés elvén működő nyomásmérőt (U-csöves manométer)! Milyen összefüggéssel határozza meg a folyadékszint kitéréséből a nyomáskülönbséget, ha a ρ_m sűrűségű mérőfolyadék két oldalán eltérő ρ_1 és ρ_2 sűrűségű nyomásközvetítő közeg van? Adja meg az összefüggésben szereplő mennyiségek jelentését és mértékegységét! **1,0 p**

3.F. Egy vízzel telt tartályból D = 4 cm átmérőjű, cellulózból készült ping-pong–labdával szorítunk ki folyadékot. A cellulóz duzzadásra hajlamos, a labda specifikációja szerint az átmérője nedvesség hatására maximálisan 0,5%-kal nőhet. Határozza meg a labda V térfogatának érzékenységét a D átmérő bizonytalanságára vonatkozóan! Adja meg V hibával terhelt értékét megfelelő számú értékes jegyre tetszőleges metrikus mértékegységben! **1,5 p**

<u>Megoldás</u> (cm-ben):

$V = \dfrac{\pi}{6} \cdot D^3 \Rightarrow \dfrac{dV}{dD} = \dfrac{\pi}{2} \cdot D^2 \approx 25\ \mathrm{cm}^2$ az érzékenységi együttható (legalább 2 érékes jegyre).

$\delta D = 4\ \mathrm{cm} \cdot 0{,}05\% \approx 0{,}02\ \mathrm{cm}$

$\delta V = \dfrac{dV}{dD} \cdot \delta D \approx 25\ \mathrm{cm}^2 \cdot 0{,}02\ \mathrm{cm} = 0{,}5\ \mathrm{cm}^3$ (Elfogadható legfeljebb 2 értékes jegyre.)

$V = \dfrac{\pi}{6} \cdot D^3 = (33{,}5 \pm 0{,}5)\ \mathrm{cm}^3$ vagy $(33{,}51 \pm 0{,}5)\ \mathrm{cm}^3$ (A végeredmény elfogadható 1 vagy 2 bizonytalan jegyre.)

B csoport

Neptun-kód: ______________ Név: __ ***Mintamegoldás*** _________ Pontszám: **4,0**

1.F. Egy 150 x 200 mm oldalhosszúságú téglalap keresztmetszetű csőben áramló levegő térfogatáramát 4 pontban történő sebességméréssel határoztuk meg. A megfelelő pontokból Prandtl-csővel kivezetett dinamikus nyomásokat víztöltésű U-csöves manométerrel mértük. A mérőfolyadék szintjének kitéréseit, Δh-t az alábbi táblázatban adjuk meg. A levegő hőmérséklete 25 °C, nyomása 975 mbar, a víz sűrűsége 1000 kg/m^3, g = 10 N/kg, R=287 J/kg/K.

Sorszám	1	2	3	4
Δh [mm]	19	25	22	23

Feladatok:
a) Határozza meg az egyes mérési pontokban mért áramlási sebességeket!
b) Határozza meg a mért térfogatáramot! **1,5 p**

$$\rho lev := \frac{p0}{R\cdot Tlev} \qquad \rho lev = 1.14\frac{kg}{m^3}$$

$$v1 := \sqrt{\frac{2\cdot\rho v\cdot g\cdot\Delta h1}{\rho lev}} \qquad v1 = 18.257\frac{m}{s}$$

$$v2 := \sqrt{\frac{2\cdot\rho v\cdot g\cdot\Delta h2}{\rho lev}} \qquad v2 = 20.943\frac{m}{s}$$

$$v3 := \sqrt{\frac{2\cdot\rho v\cdot g\cdot\Delta h3}{\rho lev}} \qquad v3 = 19.646\frac{m}{s}$$

$$v4 := \sqrt{\frac{2\cdot\rho v\cdot g\cdot\Delta h4}{\rho lev}} \qquad v4 = 20.087\frac{m}{s}$$

$$qv1 := \frac{v1 + v2 + v3 + v4}{4}\cdot A1 \qquad qv1 = 0.592\frac{m^3}{s}$$

2.F. Hasonlítsa össze előnyös és hátrányos tulajdonságaik alapján a sebességmérésen alapuló és a mérőperemes térfogatáram-mérési módszereket! **1,0 p**

3.F. Egy vízzel telt tartályból D = 4 cm átmérőjű ping-pong–labdával szorítunk ki folyadékot. Az átmérőt 0,05 mm pontosságú tolómércével mértük. Határozza meg a labda V térfogatának érzékenységét a D átmérő mérési hibájára vonatkozóan! Számítsa ki V abszolút és relatív hibáját, és adja meg V mérési hibával terhelt értékét megfelelő számú értékes jegyre tetszőleges metrikus mértékegységben! **1,5 p**

Megoldás (cm-ben):

$V = \frac{\pi}{6}\cdot D^3 \Rightarrow \frac{dV}{dD} = \frac{\pi}{2}\cdot D^2 \approx 25\ \mathrm{cm}^2$ az érzékenységi együttható (legalább 2 érékes jegyre).

$\delta V = \frac{dV}{dD}\cdot \delta D \approx 25\ \mathrm{cm}^2 \cdot 0{,}005\ \mathrm{cm} \approx 0{,}13\ \mathrm{cm}^3$ (Elfogadható legfeljebb 2 értékes jegyre.)

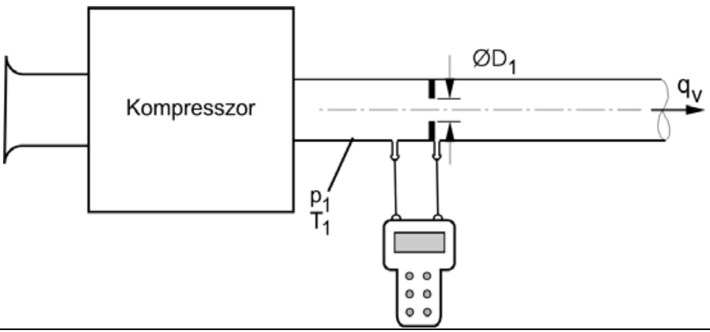
$V = \frac{\pi}{6}\cdot D^3 = (33{,}51 \pm 0{,}13)\ \mathrm{cm}^3$ (A végeredmény elfogadható 1 vagy 2 bizonytalan jegyre.)

$\frac{\delta V}{V} = 0{,}3\%$ vagy 0,37% (Elfogadható legfeljebb 2 értékes jegyre.)

C csoport

Neptun-kód: ______________ Név: __ ***Mintamegoldás*** _________ Pontszám: **4,0**

1.F. Az ábrán látható kísérleti berendezés csővezetékében $1{,}2\cdot 10^5$ Pa nyomású, 300 K hőmérsékletű levegő áramlik, kb. 0,5 m^3/s térfogatárammal. A csővezetékben egy D_1 = 50 mm belső átmérőjű átfolyó mérőperem található. Alkalmazhatjuk-e a pontos térfogatáram-meghatározáshoz a ± 1250 Pa méréshatárú EMB–001-es digitális nyomásmérőt? Megjegyzés: a mérőperemen az átfolyási szám 0,7-nek (Reynolds-szám-függetlennek) tekinthető, a kompresszibilitás hatása elhanyagolható, R = 287 J/kg/K. **1,5 p**



$$\rho = \frac{p}{R\cdot T} = 1{,}40\ \text{kg/m}^3$$

$$q_V = \alpha\varepsilon\frac{D_1^2\pi}{4}\cdot\sqrt{\frac{2\cdot\Delta p}{\rho}} \Rightarrow$$

$$\Delta p = \frac{\rho}{2}\cdot\frac{16 q_V^2}{\left(\alpha\varepsilon D_1^2\pi\right)^2} \approx 92\ \text{kPa} >> 1250\ \text{Pa}$$

A műszer tehát nem alkalmazható a méréshez.

2.F. Ismertesse a statikus, a dinamikus és az össznyomás fogalmát (ahol van ilyen, a leíró összefüggést, az abban szereplő mennyiségek jelentését és mértékegységét), valamint mérésük módját! **1,0 p**

3.F. Egy vízzel telt tartályból D = 4 cm átmérőjű, cellulózból készült ping-pong–labdával szorítunk ki folyadékot. Az átmérőt 0,05 mm pontosságú tolómércével mértük, szárazon. A cellulóz duzzadásra hajlamos, a labda specifikációja szerint az átmérője nedvesség hatására maximálisan 0,5%-kal nőhet. Határozza meg az elmerített labda D átmérője halmozott bizonytalanságának abszolút és relatív mértékét! A mérési hiba, vagy a duzzadás korlátozza döntően az eredmény bizonytalanságát? Írja fel D hibával terhelt értékét tetszőleges metrikus mértékegységben! (Az eredményeket megfelelő számú értékes jegyre közölje!) **1,5 p**

Megoldás (mm-ben):

$$\delta D = \sqrt{(0{,}05\ \text{mm})^2 + (40\,\text{mm}\cdot 0{,}5\%)^2} = \sqrt{(0{,}05)^2 + (0{,}2)^2}\ \text{mm} = 0{,}21\,\text{mm} \approx 0{,}2\,\text{mm}$$

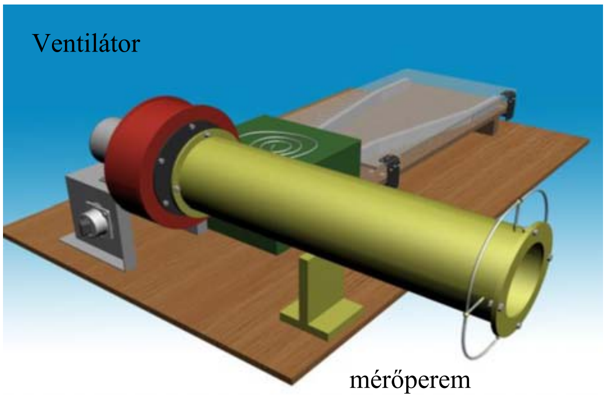
$$\delta D / D = 0{,}5\%$$

A mérési hiba járuléka tehát elhanyagolható, az eljárás pontosságát a duzzadás korlátozza.

$D = (40{,}0 \pm 0{,}2)$ mm , esetleg (40,00 ± 0,21) mm. (A végeredmény elfogadható 1 vagy 2 bizonytalan jegyre.)

D csoport

Neptun-kód: ______________ Név: __ ***Mintamegoldás*** _________ Pontszám: **4,0**



1.F. Határozza meg a képen látható mérőberendezés ventilátorának térfogatáramát! A légköri nyomás 1013 mbar, a hőmérséklet 22 °C, a ventilátor szívóágára szerelt beszívó mérőperem (amelynek segítségével a térfogatáramot meghatározni kívánjuk) átmérője 160 mm, a mérőperemre csatlakoztatott ferdecsöves manométeren pedig ferdeségnél 72 mm folyadékoszlop-kitérést olvashatunk le. A manométerben 790 kg/m^3 sűrűségű alkohol van, $R_{\text{lev}} = 287$ J/kg/K.

1,5 p

$$\rho_{\text{lev}} = \frac{p_0}{R \cdot T} = 1{,}196\ \text{kg}/\text{m}^3$$

$$q_V = \alpha \cdot \varepsilon \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_{\text{lev}}}} = 0{,}116\ \text{m}^3/\text{s} = 419\ \text{m}^3/\text{h}$$

2.F. Sorolja fel és indokolja azokat a módszereket, amelyekkel a folyadékoszlop-kitérésen alapuló manométerek leolvasásból adódó relatív hibája csökkenthető! **1,0 p**

3.F. Egy kör keresztmetszetű, függőleges tengelyű mérőhengerben figyeljük a folyadékszint alakulását, amely a mérés kezdete óta ΔH = 16,5 cm-rel emelkedett. A mérőhenger belső átmérője, D = 4 cm ± 0,5 mm. Határozza meg a beáramlott víz V térfogatát, ennek abszolút és relatív hibáját! Írja fel V hibával terhelt értékét tetszőleges metrikus mértékegységben! (Az eredményeket megfelelő számú értékes jegyre közölje!) **1,5 p**

<u>Megoldás</u> (cm-ben):

$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \Delta H \Rightarrow \frac{dV}{dD} = \frac{\pi}{2} \cdot D \cdot \Delta H \approx 100\ \text{cm}^2$ az érzékenységi együttható (legalább 2 érékes jegyre).

$\delta V = \frac{dV}{dD} \cdot \delta D \approx 100\ \text{cm}^2 \cdot 0{,}05\ \text{cm} \approx 5\ \text{cm}^3$ (Elfogadható legfeljebb 2 értékes jegyre.)

$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^3 \cdot \Delta H = (207{,}3 \pm 5{,}2)\ \text{cm}^3 = (207 \pm 5)\ \text{cm}^3$ (A végeredmény elfogadható 1 vagy 2 bizonytalan jegyre.)

$\frac{\delta V}{V} = 2{,}5\%$ vagy 3% (Elfogadható legfeljebb 2 értékes jegyre.)