



Szabó László

Hogyan kell U csöves manométerrel nyomást mérni?

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Fluidumszállítás

A követelménymodul száma: 2699-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-001-30

MUNKKANYAG

HOGYAN KELL U CSÖVES MANOMÉTERREL NYOMÁST MÉRNI?

MUNKAHELYI GYAKORLATÁBAN SOKSZOR KELL NYOMÁSMÉRŐ MŰSZEREKET HASZNÁLNI. NYOMÁSMÉRŐ MŰSZEREK SEGÍTSÉGÉVEL HATÁROZZUK MEG NÉHÁNY MENNYISÉGMÉRŐ MŰSZER ESETÉBEN CSŐVEZETÉKBEN ÁRAMLÓ FOLYADÉK MENNYISÉGÉT (PL. PITOT–CSÖVES MENNYISÉGMÉRŐK, MÉRŐPEREMES MENNYISÉGMÉRŐK STB.). A MÉRÉSEKHEZ SOKSZOR U–CSÖVES NYOMÁSMÉRŐKET HASZNÁLUNK.

HIDROSZTATIKUS NYOMÁS

1. A hidrosztatikus nyomás fogalma

A fölöttünk lévő levegő nyomást gyakorol a földfelszínre, ill. a földfelszínen és a levegőben lévő testekre. Ez a légnyomás.

A tengerekben, tavakban, folyókban különböző mélységben különböző mértékű nyomás hat a testekre. A nyomás mértéke a testek fölött lévő folyadékoszlop magasságától függ. Ezt a nyomást hidrosztatikai nyomásnak nevezzük.

Hidrosztatikai nyomásnak nevezzük a folyadék–(vagy gáz–) oszlop nyomását.

2. A sűrűség

A hidrosztatikai nyomás vizsgálatához idézzük fel a sűrűség fogalmát.

Az anyagok sűrűsége az egységnyi térfogatú anyag tömege.

Az anyagok sűrűségét úgy számítjuk ki, hogy a belőlük készült testek tömegét osztjuk a térfogatukkal:

A sűrűség:

NYOMÁSMÉRÉS U-CÖVES NYOMÁSMÉRŐVEL

$$\rho = \frac{m}{V},$$

ahol ρ a sűrűség, m a a test tömege, V a test térfogata.

A sűrűség mértékegysége: $\frac{kg}{m^3}$.

Néhány anyag sűrűsége:

A levegő sűrűsége: (normál sűrűség 0 °C-on és 101 325 Pa nyomáson)	1,2928 kg/m ³
A víz sűrűsége (4 °C-on):	1000 kg/m ³
A higany sűrűsége:	13600 kg/m ³
Az alumínium sűrűsége:	2700 kg/m ³
A vas sűrűsége:	7860 kg/m ³
A jég sűrűsége:	920 kg/m ³

Az anyagok sűrűsége függ a hőmérséklettől. A szilárd anyagok sűrűsége a hőmérsékletváltozás hatására csak kisebb mértékben változik, a folyadékok és a gázok sűrűsége hőmérsékletük növekedésével csökken. A gázok sűrűsége a hőmérsékleten kívül a nyomástól függően is változik, növekvő nyomáson sűrűségük nő.

A víz sűrűsége különlegesen a többi anyagtól eltérően változik.

<i>A víz sűrűsége a hőmérséklet függvényében</i>	<i>Sűrűség</i>
<i>0 °C-on:</i>	<i>999,868 kg/m³</i>
<i>4 °C-on:</i>	<i>1000 kg/m³</i>
<i>20 °C-on:</i>	<i>998,230 kg/m³</i>
<i>25 °C-on:</i>	<i>997,04 kg/m³</i>
<i>100 °C-on:</i>	<i>958,38 kg/m³</i>

A táblázatból látható, hogy a víz sűrűsége 4 °C-on a legnagyobb. 4 °C-nál kisebb hőmérsékleten a többi anyagtól eltérően nem nő, hanem csökken a hőmérséklete. A folyékony víz sűrűsége nagyobb, mint a jég sűrűsége, így a jég a víz tetején úszik. A víz 4 °C-os sűrűségmaximuma miatt hűl le télen a tengerek víze megközelítőleg csak 4 °C hőmérsékletre, mivel a nehezebb 4 °C-os víz lesüllyed és a mélyből a melegebb víz jut felszínre. További lehűléskor a hidegebb víz a felszínen marad és végül könnyebb sűrűségű jéggé alakul át. A jég a víz felszínén úszik és megvédi az alatta lévő vizet a lehűléstől, így a hideg nagyobb mélységig csak nehezen tud lehatolni és teljes terjedelmében csak nagyon nehezen fagy meg.

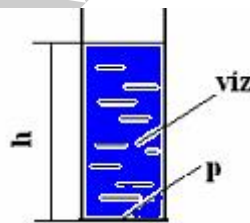
A víz másik tulajdonsága, hogy fagyáskor kb. 1/11-ed részével kiterjed. Ennek eredménye, hogy ha a víz megfagy egy csővezetékben vagy tartályban, térfogata megnő és szétrepeszti a csővezetéket, ill. a tartályt. Télen ezért a csővezetéseket, tartályokat és egyéb berendezéseket vízteleníteni kell, vagy ha ezt nem lehet, valamilyen módon meg kell védeni ezeket a lefagyástól.

3. A hidrosztatikai nyomás meghatározása

A hidrosztatikus nyomás nagyságának megállapításához oldjunk meg egy feladatot!

1.1. feladat

Az alábbi ábrán egy hengerben folyadék látható. A hidrosztatikai nyomás definíciója alapján vezesse le, hogyan lehet meghatározni a megadott adatok felhasználásával a henger aljára ható hidrosztatikai nyomás értékét!



1. ábra. A hidrosztatikai nyomás meghatározása

A definíció szerint: **a hidrosztatikai nyomás a folyadékoszlop nyomása.** Ez pedig a nyomás definíciója szerint: **a folyadékoszlop súlya (F) osztva az alapterülettel (A).**

Adatok:

A folyadék sűrűsége: ρ

Az alapterület: **A**

A folyadékoszlop magassága: **h**

NYOMÁSMÉRÉS U-CSÖVES NYOMÁSMÉRŐVEL

Segítség a feladat megoldásához:

A folyadék térfogata: $V = A \cdot h$

A folyadék súlya: $F = m \cdot g$

A folyadék tömege: $m = V \cdot \rho$

A fenti feladat megoldásaként megkapjuk a hidrosztatikai nyomás meghatározásához szükséges összefüggést.

A hidrosztatikai nyomás nagysága:

$$p = h \cdot \rho \cdot g, Pa,$$

ahol p a hidrosztatikai nyomás, Pa; h a folyadékoszlop magassága, m; ρ a folyadék sűrűsége, kg/m³; g a nehézségi gyorsulás, m/s².

Ha a folyadék felszínére p_0 külső nyomás is hat, a folyadékoszlop nyomásához hozzáadódik a külső nyomás (p_0) is:

$$p = p_0 + h \cdot \rho \cdot g$$

1.2. feladat

Számolja ki, mekkora nyomás ébred vízben, 10 m-es mélységben! Adja meg a nyomás értékét bar-ban is (a víz sűrűsége: 1000 kg/m³; a nehézségi gyorsulás értékét vegye $g=10$ m/s²-nek)!

1.3. feladat

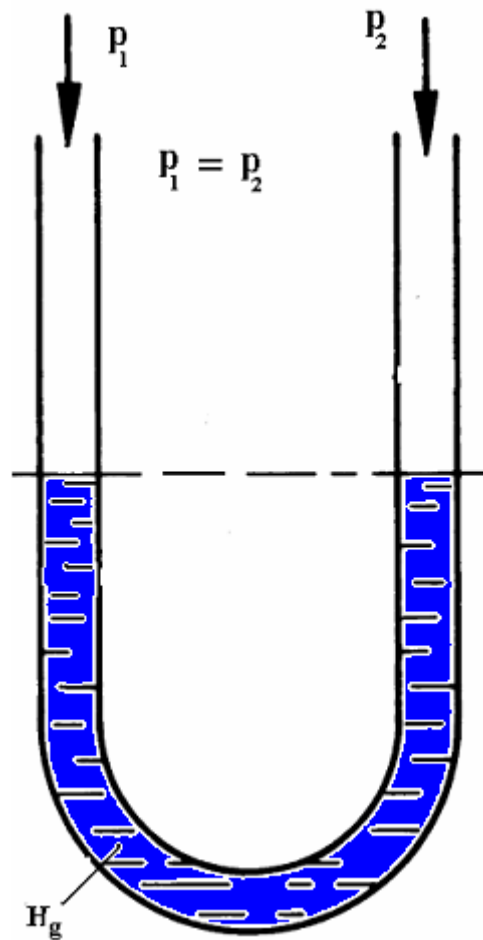
Egy tóban milyen mélységben van a bűvár, ha a rá ható nyomás nagysága 0,5 bar? (a víz sűrűsége: 1000 kg/m³; a nehézségi gyorsulás értékét vegye $g=10$ m/s²-nek)

HIDROSZTATIKAI ELVEN MŰKÖDŐ NYOMÁSMÉRŐK

Hidrosztatikai elven működik az U-csöves és a ferdecsöves nyomásmérő.

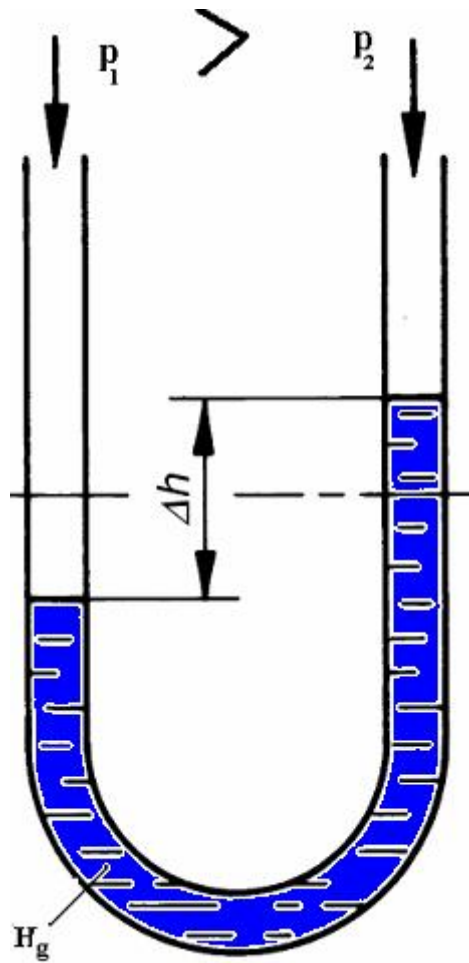
1. Az U-csöves nyomásmérő

A nyomásmérő műszer egy állandó keresztmetszetű U alakúra hajlított üvegcső, amelynek szárai között hossz mérésre alkalmas, általában mm beosztású skálát helyeznek el. Az U csőben mérőfolyadék van, amely lehet víz vagy higany (esetleg más folyadék).



2. ábra. Az U-csöves nyomásmérő

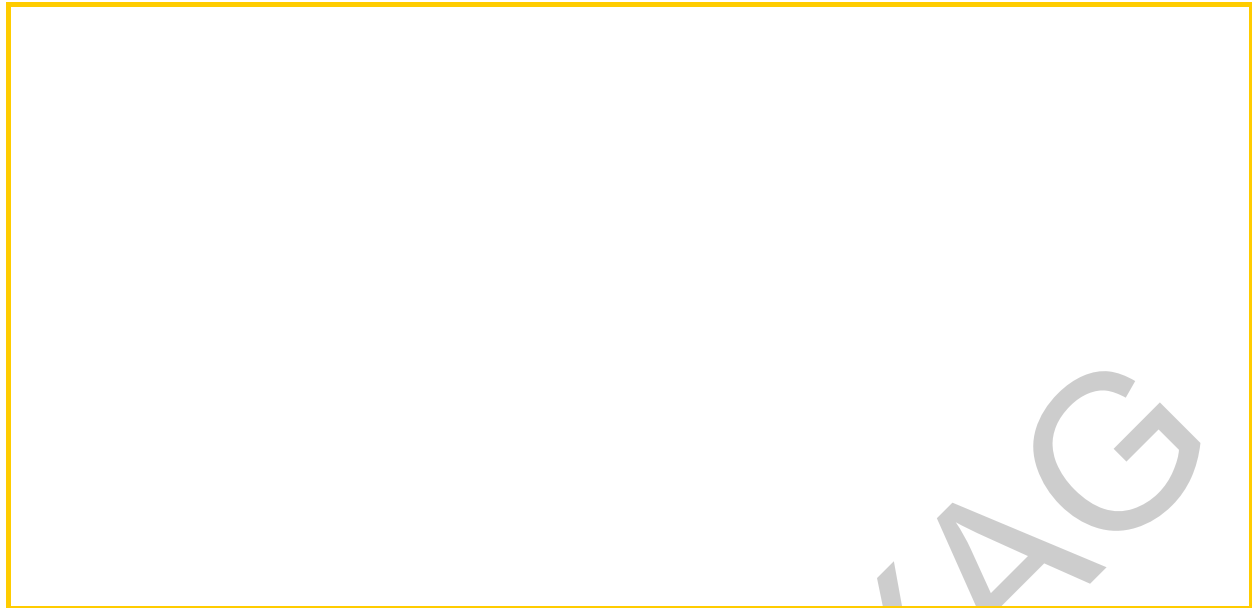
Ha a nyomás a két ágban azonos nagyságú ($p_1 = p_2$), az U cső mindkét ágában azonos szinten áll a folyadék. Abban az esetben viszont, ha a p_1 nyomás nagyobb, mint a p_2 nyomás, a folyadékszint kitér alaphelyzetéből. A nyomások különbségével az U csőben lévő mérőfolyadék hidrosztatikai nyomása tart egyensúlyt (3. ábra).



3. ábra. A mérőfolyadék kitérése

1.4. feladat

A 3. ábrán látható U-csöves nyomásmérőnél a nyomáskülönbséggel a Δh nagyságú folyadékoszlop tart egyensúlyt. A mérőfolyadék alsó szintjén (vagy bármelyik szinten) a két ágban a nyomások megegyeznek. Írja fel a két szintre a nyomásegyenlőséget, és ennek alapján vezesse le a nyomáskülönbség meghatározására alkalmas összefüggést!



A feladat megoldásaként megkapjuk a nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggést.

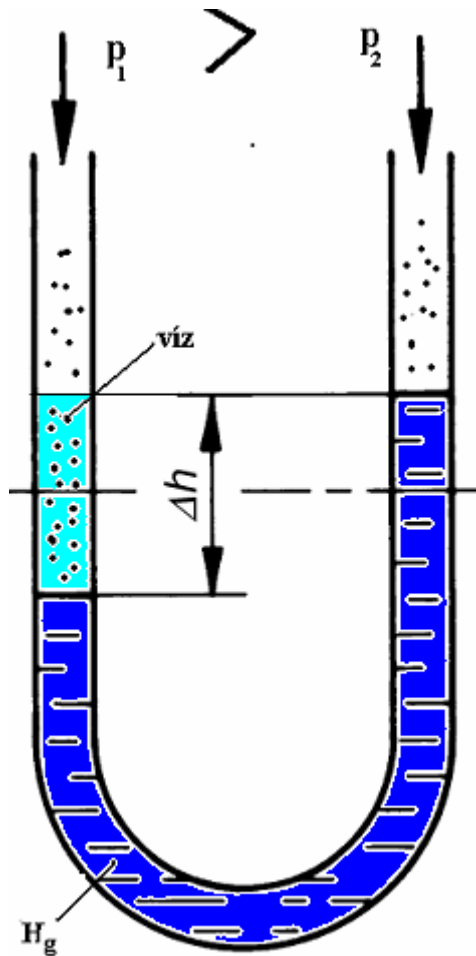
Az U-csöves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség nagysága:

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g, Pa,$$

ahol p_1 a cső egyik szárához kapcsolt tér nyomása (jelen esetben a nagyobb nyomás), a p_2 az üvegcső másik szárához kapcsolt tér nyomása (a kisebb nyomás), Δp a nyomáskülönbség, Δh a mérőfolyadék szintkülönbsége a két ágban, ρ a mérőfolyadék sűrűsége, g a nehézségi gyorsulás értéke. Ha az értékeket SI alapegységekben helyettesítjük be, a nyomás mértékegysége Pa.

A fenti összefüggés abban az esetben ad helyes eredményt, ha a mérőfolyadék felett lévő közeg hidrosztatikai nyomása elhanyagolható. A közeg hidrosztatikai nyomása elhanyagolható, ha a mért közeg és a mérőfolyadék sűrűségének különbsége nagy. Ilyen eset pl. ha a mért közeg levegő és a mérőfolyadék víz vagy higany.

Nem hanyagolható el a két közeg sűrűségkülönbsége abban az esetben, ha víz nyomáskülönbségét mérjük higany mérőfolyadékkal. Ebben az esetben a higany fölött lévő víz hidrosztatikai nyomását is figyelembe kell venni.



4. ábra. A sűrűségkülönbséget figyelembe kell venni

1.5. feladat

A 4. ábrán látható U-csöves nyomásmérőnél nem lehet elhanyagolni a mérőfolyadék felett lévő folyadék sűrűségét. Írja fel a mérőfolyadék alsó szintjére (vagy bármelyik szintre) a nyomásegyenlőséget, és ennek alapján vezesse le a nyomáskülönbség meghatározására alkalmas összefüggést!



A feladat megoldásaként megkapjuk a nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggést.

Az U-csöves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség nagysága abban az esetben, ha a mérőfolyadék feletti folyadék (vagy gáz) nyomását nem hanyagolhatjuk el:

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{víz}) \cdot g$$

ahol p_1 a cső egyik szárához kapcsolt tér nyomása (jelen esetben a nagyobb nyomás), a p_2 az üvegcső másik szárához kapcsolt tér nyomása (a kisebb nyomás), Δp a nyomáskülönbség, Δh a mérőfolyadék szintkülönbsége a két ágban, ρ_{Hg} a mérőfolyadék sűrűsége, $\rho_{víz}$ a mérőfolyadék felett lévő folyadék sűrűsége, g a nehézségi gyorsulás értéke. Ha az értékeket SI alapegységekben helyettesítjük be, a nyomás mértékegysége Pa.

1.6. feladat

Egy U-csöves nyomásmérő két ágában a mérőfolyadék szintkülönbsége 50 mm. A mérőfolyadék víz (sűrűsége 1000 kg/m^3). Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség, ha a mérőfolyadék fölött lévő anyag hidrosztatikai nyomása elhanyagolható? A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.



1.7. feladat

U csöves nyomásmérővel csővezetékben áramló levegő két pont közötti nyomáskülönbségét mérjük. Az U csőben a mérőfolyadék szintkülönbsége 100 mm. A mérőfolyadék víz, sűrűsége: 1000 kg/m³. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s² értéknek.

- Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a mérés során a műszerben a mért anyag (levegő) hidrosztatikai nyomását nem vesszük figyelembe!
- Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a levegő hidrosztatikai nyomását nem hanyagoljuk el!
- Állapítsa meg az elkövetett hiba nagyságát! A levegő sűrűsége: 1,29 kg/m³.

Az elkövetett hiba értékének számítása:

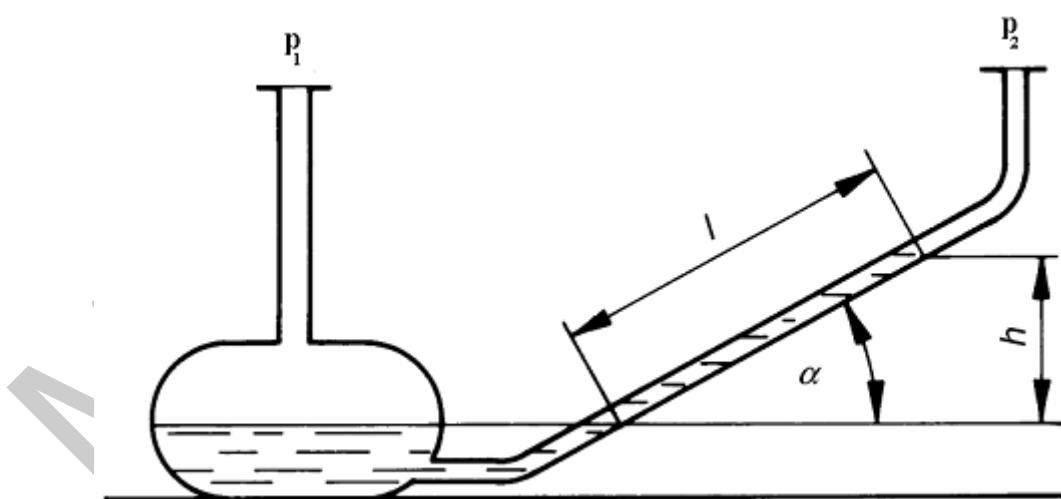
$$h\% = \frac{|\Delta p_{\text{pontos}} - \Delta p_{\text{elhanyagolt}}|}{\Delta p_{\text{pontos}}} \cdot 100 \%$$

Állapítsa meg, elhanyagolható-e a hiba nagysága!



2. Ferdecsöves nyomásmérő

Ha az U-csöves nyomásmérőnél pontosabb mérőműszerre van szükség, ferdecsöves nyomásmérőt alkalmazunk.



5. ábra. Ferdecsöves nyomásmérő

NYOMÁSMÉRÉS U-CSÖVES NYOMÁSMÉRŐVEL

A ferdecsöves nyomásmérő esetén a nyomáskülönbség mérése ugyanazon az elven történik, mint az U csöves nyomásmérőnél (hidrosztatikai nyomás), de a h (Δh) szintkülönbség helyett a ferde csövön mérhető l (Δl) hosszúságot mérjük. Így műszer ugyanolyan hidrosztatikus nyomásérték esetén nem a függőleges kitérésnek megfelelő skálaosztást adja, hanem a függőleges értéket "elfektetve" skálázza. Így az ugyanolyan nyomásértékhez tartozó osztásértékek nagyobbak lesznek, és a műszer pontosabban mér.

1.8. feladat

Az 5. ábrán látható ferdecsöves nyomásmérőnél a nyomáskülönbséggel a h (Δh) nagyságú folyadékoszlop hidrosztatikus nyomása tart egyensúlyt. A műszernél azonban nem függőleges a skála, hanem α szöggel dőlő skálát alakítanak ki. Az U-csöves nyomásmérőhöz hasonlóan a mérőfolyadék alsó szintjén (vagy bármelyik szinten) a tartályban és a ferde csőben a nyomások megegyeznek. Írja fel a két szintre a nyomásegyenlőséget, és ennek alapján az U-csöves nyomásmérőnél alkalmazott levezetéshez hasonlóan vezesse le a nyomáskülönbség meghatározására alkalmas összefüggést!

Segítség a feladat megoldásához:

$$\sin \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l}$$



A feladat megoldásaként megkapjuk a ferdecsöves nyomásmérőre vonatkozó összefüggést:

A ferdecsöves nyomásmérő alapösszefüggése:

$$\Delta p = (\Delta l \cdot \sin \alpha) \cdot \rho \cdot g$$

Megjegyzés: érvényes abban az esetben, ha a mérendő anyag hidrosztatikai nyomását a műszerben elhanyagoljuk.

A ferdecsöves nyomásmérő összefüggése, ha a mérendő anyag hidrosztatikus nyomása nem hanyagolható el:

$$\Delta p = (\Delta l \cdot \sin \alpha) \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{víz}) \cdot g$$

1.9. feladat

Ferdecsöves nyomásmérővel mérünk nyomáskülönbséget. A nyomásmérő skáláján leolvasott érték: $\Delta l = 50 \text{ mm}$, a cső hajlásszöge: $\alpha = 30^\circ$. A mérőfolyadék higany (sűrűsége: $\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$). Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség, ha a mérőfolyadék fölött lévő anyag hidrosztatikai nyomása elhanyagolható? A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.

1.10. feladat

Ferdecsöves nyomásmérővel mérünk nyomáskülönbséget. A nyomásmérő skáláján leolvasott érték: $\Delta l = 100 \text{ mm}$, a cső hajlásszöge: $\alpha = 30^\circ$.

A mérőfolyadék higany (sűrűsége: $\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$), a mérőfolyadék felett víz van (sűrűsége: 1000 kg/m^3).

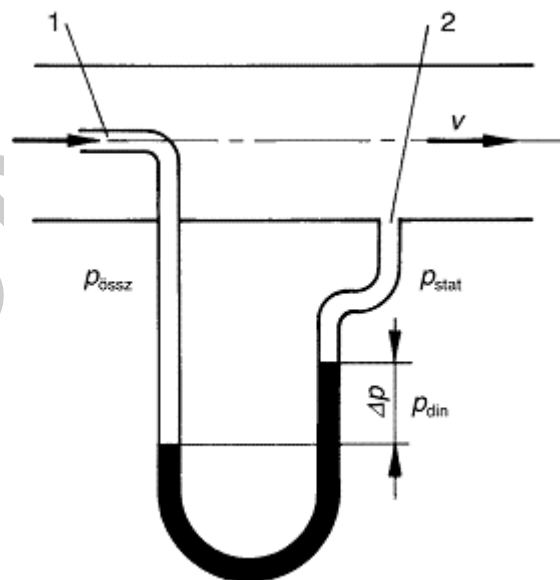
Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség, ha a mérőfolyadék fölött lévő anyag hidrosztatikai nyomása nem hanyagolható el? A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.



MÉRÉS PITOT CSŐVEL

Az U-csöves és a ferdecsöves nyomásmérőket gyakran használjuk csővezetékben áramló folyadékok vagy gázok mennyiségméréséhez. Legegyszerűbb alkalmazás a Pitot csöves mennyiségmérés.

A Pitot csöves mennyiségmérés elve a 6. ábrán látható.



6. ábra. A Pitot csöves mérés

A Pitot-cső egyik vége merőleges az áramlás irányára (1 pont). Ebben a keresztmetszetben a folyadék mozgási energiája nyomási energiává, ún. torlónyomássá alakul. Így az 1 pontra a folyadék nyomási energiája mellett a torlónyomás is hat. A két nyomás összegeként egy $p_{össz}$ nyomás ébred. A csővezetékéből kinyúló mérőcsatlakozóhoz kapcsolt U cső másik vége olyan szondához csatlakozik, amely párhuzamos az áramlással (2 pont). Így csak a folyadék nyomási energiája hat rá (ez az ún. statikus nyomás). Az U cső két vége közötti nyomáskülönbség alapján meghatározható a folyadék áramlási sebessége:

$$\Delta p = p_{össz} - p_{stat}$$

$$\frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{v^2}{2g}, \text{ ebből a sebesség kifejezhető.}$$

A csőben áramló, a Pitot csővel mért folyadéksebesség:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}, \text{ m/s,}$$

ahol: v a folyadék sebessége, m/s; Δp az U csővel mért nyomáskülönbség, Pa; ρ az áramló folyadék sűrűsége, kg/m³.

A Pitot cső a folyadékáram egy pontjában méri a folyadék áramlási sebességét. A csőben az áramlási sebesség a keresztmetszet függvényében változik, középen a legnagyobb, a cső falánál a legkisebb. Az ábrán látható kialakításban a Pitot cső a maximális sebességet méri.

Van olyan megoldás, amelynél a Pitot cső szembeállított furatait az átlagsebesség zónájában helyezik el (ez az ún. multi-Pitot cső). Ebben az esetben a nyomásmérő műszer az átlagsebességnek megfelelő nyomáskülönbséget méri. Az áramló folyadék mennyiségét ezzel az átlagsebességgel lehet kiszámolni.

A csőben áramló folyadék mennyisége:

$$\dot{V} = A \cdot v_{\text{át}} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}},$$

ahol \dot{V} a csőben áramló folyadék mennyisége, m³/s; A a cső keresztmetszete, m²; v a csőben áramló folyadék átlagsebessége, m/s; d a csőátmérő, m; Δp a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség, Pa; ρ az áramló folyadék sűrűsége, kg/m³.

Kis mennyiségek esetén nyomásmérő műszerként a pontos mérésre alkalmasabb ferdecsvéses nyomásmérőt alkalmazhatjuk.

1.11. feladat

Csővezetékben víz áramlási sebességét mérjük a 6. ábrának megfelelő kialakításban Pitot csővel. A Pitot csőben higany mérőfolyadék van, szintkülönbsége 155 mm.

a) Számítsa ki a mért nyomáskülönbséget ($\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.)! Az alábbi három összefüggés közül válassza ki azt, amelyikkel számolni kell!

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g$$

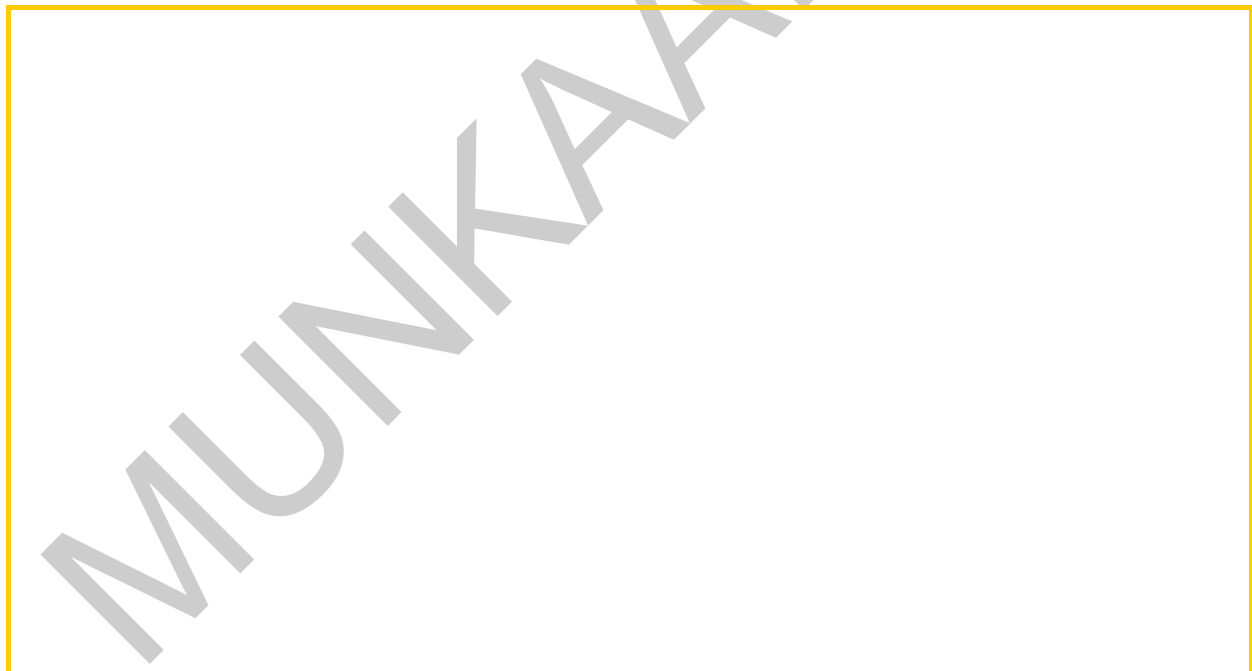
$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{víz}} \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$$

b) Számítsa ki a víz áramlási sebességét!

c) Milyen sebességet mér az így kialakított Pitot cső? Meghatározható-e ezzel a módszerrel a csővezetékben áramló folyadék mennyisége?

Írja le az adatok meghatározásához felhasznált összefüggéseket is!



1.12. feladat

Egy 200 mm átmérőjű csőben multi Pitot cső segítségével a csőben áramló víz mennyiségét mérjük. A higanyal töltött U-csöves nyomásmérőről leolvasott szintkülönbség 100 mm.

a) Határozza meg a nyomásmérővel mért nyomáskülönbséget! ($\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.)

b) Határozza meg a csőben áramló víz áramlási sebességét!

c) Határozza meg a csőben áramló víz mennyiségét!

Írja le az adatok meghatározásához felhasznált összefüggéseket is!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

2.1. feladat

Hidrosztatikai nyomás fogalma. Egészítse ki az alábbi mondatot!

Hidrosztatikai nyomásnak nevezzük.....

2.2. feladat

A sűrűség fogalma és számítása. Egészítse ki az alábbi mondatot és írja le a sűrűség számítására alkalmas összefüggést!

Sűrűségnek nevezzük.....

A számításra alkalmas összefüggés: $\rho =$

2.3. feladat

Az alábbi táblázatban néhány anyag sűrűségi adata szerepel. Írja be az adat melletti oszlopba az anyag megnevezését!

1000 kg/m ³	
1,29 kg/m ³	
13600 kg/m ³	

2.4. feladat

Számítsa ki, mekkora nyomása van 20 m-es vízoszlopnak! Következtessen, mekkora vízoszlopnak van 1 bar nyomása!

**2.5. feladat**

Egy 200 mm átmérőjű hengeres tartályban vizet tárolunk. A tartályban lévő víz súlya (súlyerő) 3140 N.

- a) Számítsuk ki, mekkora nyomás hat a tartály aljára!
- b) Milyen magas a tartályban a vízszint?
- c) Mekkora a hidrosztatikai nyomás?



2.6. feladat

Rajzoljon le egy U-csöves nyomásmérőt, amely Δp nyomáskülönbséget mér. A mérőfolyadék higany, a mérőfolyadék felett víz van. Jelölje be a higany helyzetét! Írja be az alábbi táblázatba nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggést, ha a víz hidrosztatikai nyomását elhanyagoljuk, és ha a hidrosztatikai nyomás nem hanyagolható el. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

Az U csöves nyomásmérő rajza

A nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggés, ha a víz hidrosztatikai nyomását elhanyagoljuk:		$\Delta p =$
A nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggést, ha a víz hidrosztatikai nyomása nem hanyagolható el:		$\Delta p =$
A táblázatban szereplő betűk, a betűk megnevezése és mértékegysége:		
A betű jele	A betű megnevezése	Mértékegység
Δp	A mért nyomáskülönbség	Pa
	Szintkülönbség	
		kg/m^3
g		

2.7. feladat

Egy U-csöves nyomásmérő két ágában a mérőfolyadék szintkülönbsége 100 mm. A mérőfolyadék víz (sűrűsége 1000 kg/m^3). Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség? Írja föl a számításához szükséges összefüggést és számítsa ki a mért nyomáskülönbséget! A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.



2.8. feladat

U csöves nyomásmérőben a mérőfolyadék szintkülönbsége 40 mm. (A mérőfolyadék higany, sűrűsége: 13600 kg/m^3 . A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.)

- a) Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a közvetítő közeg levegő, és a mérés során a műszerben a mért anyag (levegő) hidrosztatikai nyomását nem vesszük figyelembe!
- b) Állapítsa meg az elkövetett hiba nagyságát, ha a levegő hatását nem hanyagoljuk el! A levegő sűrűsége: $1,29 \text{ kg/m}^3$.
- c) Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a közvetítő közeg víz, és a mérés során a műszerben a mért anyag (víz) hidrosztatikai nyomását nem vesszük figyelembe!
- d) Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a víz hidrosztatikai nyomását a mérésnél figyelembe vesszük! Határozza meg az elkövetett hiba nagyságát!
- e) Melyik esetben hanyagolható el a mért közeg hidrosztatikai nyomása?



2.9. feladat

Az alábbi táblázatban a hidrosztatikus nyomás különböző meghatározásait, értelmezését találjuk. Írja be a meghatározások melletti oszlopba, hogy melyik meghatározás igaz (írjon I betűt), illetve hibás (írjon H betűt)!

A hidrosztatikai nyomás a folyadék (vagy gáz-)oszlop súlya	
A hidrosztatikai nyomás a folyadék (vagy gáz-) oszlop nyomása	
Egy tartály aljára ható hidrosztatikus nyomást úgy kapjuk meg, hogy a tartályban lévő folyadék súlyát elosztjuk a tartály átmérőjével	
A hidrosztatikus nyomás egyenesen arányos a folyadékoszlop magasságával	
A hidrosztatikus nyomás SI alap-mértékegysége a Pa	I
A hidrosztatikus nyomás nagysága függ a folyadék sűrűségétől	

2.10. feladat

Írja be az alábbi táblázatba a meghatározáshoz tartozó összefüggés betűjelét!

a) $\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$

b) $\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{víz}) \cdot g$

c) $p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot \rho_{Hg} \cdot g$

d) $p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{víz}) \cdot g$

A ferdecsőves nyomásmérő összefüggése, ha a mérendő anyag hidrosztatikus nyomása nem hanyagolható el:	
Az U-csőves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség nagysága abban az esetben, ha a mérőfolyadék felett lévő anyag hidrosztatikai nyomását nem hanyagolhatjuk el:	
A ferdecsőves nyomásmérő alapösszefüggése:	
Az U-csőves nyomásmérő alapösszefüggése:	

2.11. feladat

Egy ferdecsőves nyomásmérő ferde ágában a mérőfolyadék felső szintje 200 mm-es értéken áll. A nyomásmérő hajlásszöge: 30°. A mérőfolyadék víz (sűrűsége 1000 kg/m³).

Számítsa ki a mért nyomáskülönbséget! (Írja föl a számításához szükséges összefüggést is!) A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s² értéknek.

MEGOLDÁSOK

1.1. feladat

A tartály aljára ható nyomást a folyadék súlyának és a felület nagyságának hányadosaként kapjuk meg:

$$p = \frac{F}{A}$$

A folyadék súlya (a megadott paraméterek felhasználásával):

$$F = m \cdot g$$

$$m = V \cdot \rho = A \cdot h \cdot \rho$$

Így a hidrosztatikai nyomás:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{A \cdot h \cdot \rho \cdot g}{A} = h \cdot \rho \cdot g$$

1.2. feladat

Számolja ki, mekkora nyomás ébred vízben, 10 m-es mélységben! Adja meg a nyomás értékét bar-ban is (a víz sűrűsége: 1000 kg/m³; a nehézségi gyorsulás értékét vegye g=10 m/s²-nek)!

Megoldás

Adatok:

$$h = 10 \text{ m,}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3,$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

A hidrosztatikai nyomás nagysága:

$$p = h \cdot \rho \cdot g = 10 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 100000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

1.3. feladat

Egy tóban milyen mélységben van a bűvár, ha a rá ható nyomás nagysága 0,5 bar? (a víz sűrűsége: 1000 kg/m³; a nehézségi gyorsulás értékét vegye g=10 m/s²-nek)

Megoldás

Adatok:

$$p = 0,5 \text{ bar} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa},$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3,$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5 \text{ m}$$

1.4. feladat

A 3. ábrán látható U-csöves nyomásmérőnél a nyomáskülönbséggel a Δh nagyságú folyadékoszlop tart egyensúlyt. A mérőfolyadék alsó szintjén (vagy bármelyik szinten) a két ágban a nyomások megegyeznek. Írja fel a két szintre a nyomásegyenlőséget, és ennek alapján vezesse le a nyomáskülönbség meghatározására alkalmas összefüggést!

Megoldás

$$p_1 = p_2 + \Delta h \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

$$p_1 - p_2 = \Delta h \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta h \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

1.5. feladat

A 4. ábrán látható U-csöves nyomásmérőnél nem lehet elhanyagolni a mérőfolyadék felett lévő folyadék sűrűségét. Írja fel a mérőfolyadék alsó szintjére (vagy bármelyik szintre) a nyomásegyenlőséget, és ennek alapján vezesse le a nyomáskülönbség meghatározására alkalmas összefüggést!

Megoldás

$$p_1 + \Delta h \cdot \rho_{v\acute{e}z} \cdot g = p_2 + \Delta h \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

$$p_1 - p_2 = \Delta h \cdot \rho_{Hg} \cdot g - \Delta h \cdot \rho_{v\acute{z}} \cdot g$$

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{v\acute{z}}) \cdot g$$

1.7. feladat

U csöves nyomásmérővel csővezetékben áramló levegő két pont közötti nyomáskülönbségét mérjük. Az U csőben a mérőfolyadék szintkülönbsége 100 mm. A mérőfolyadék víz, sűrűsége: 1000 kg/m³. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s² értéknek.

- Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a mérés során a műszerben a mért anyag (levegő) hidrosztatikai nyomását nem vesszük figyelembe!
- Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a levegő hidrosztatikai nyomását nem hanyagoljuk el! A levegő sűrűsége: 1,29 kg/m³.
- Állapítsa meg az elkövetett hiba nagyságát!

Megoldás

Adatok:

$$\Delta h = 100 \text{ mm} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho_{v\acute{z}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{lev} = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

- a) A mért nyomáskülönbség értéke, ha a levegő hidrosztatikai nyomását elhanyagoljuk:

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{v\acute{z}} \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{v\acute{z}} \cdot g = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ Pa}$$

- b) A mért nyomáskülönbség értéke, ha a levegő hidrosztatikai nyomását nem hanyagoljuk el:

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{v\acute{z}} - \rho_{lev}) \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{v\acute{z}} - \rho_{lev}) \cdot g = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot (1000 \text{ kg/m}^3 - 1,29 \text{ kg/m}^3) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 987,1 \text{ Pa}$$

- c) Az elkövetett hiba értéke:

$$h\% = \frac{|\Delta p_{pontos} - \Delta p_{elhanyagolt}|}{\Delta p_{pontos}} \cdot 100\% = \frac{|987,1 \text{ Pa} - 1000 \text{ Pa}|}{987,1 \text{ Pa}} \cdot 100 = 1,3\%$$

A hiba elhanyagolható

1.8. feladat

Az 5. ábrán látható ferdecsöves nyomásmérőnél a nyomáskülönbséggel a h (Δh) nagyságú folyadékoszlop hidrosztatikus nyomása tart egyensúlyt. A műszernél azonban nem függőleges a skála, hanem α szöggel dőlő skálát alakítanak ki. Az U-csöves nyomásmérőhöz hasonlóan a mérőfolyadék alsó szintjén (vagy bármelyik szinten) a tartályban és a ferde csőben a nyomások megegyeznek. Írja fel a két szintre a nyomásegyenlőséget, és ennek alapján az U-csöves nyomásmérőnél alkalmazott levezetéshez hasonlóan vezesse le a nyomáskülönbség meghatározására alkalmas összefüggést!

Segítség a feladat megoldásához:

$$\sin \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

Megoldás

$$p_1 = p_2 + \Delta h \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

$$\text{De: } \sin \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l}, \Delta h = \Delta l \cdot \sin \alpha .$$

$$p_1 = p_2 + \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot \rho_{Hg} \cdot g$$

1.9. feladat

Ferdecsöves nyomásmérővel mérünk nyomáskülönbséget. A nyomásmérő skáláján leolvasott érték: $\Delta l = 50$ mm, a cső hajlásszöge: $\alpha = 30^\circ$. A mérőfolyadék higany (sűrűsége: $\rho = 13600$ kg/m³). Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség, ha a mérőfolyadék fölött lévő anyag hidrosztatikai nyomása elhanyagolható? A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s² értéknek.

Megoldás

Adatok:

$$\Delta l = 50 \text{ mm} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$$

A mért nyomás:

$$\Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot \rho \cdot g = 50 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 3400 \text{ Pa}$$

1.10. feladat

Ferdecsöves nyomásmérővel mérünk nyomáskülönbséget. A nyomásmérő skáláján leolvasott érték: $\Delta l = 100 \text{ mm}$, a cső hajlásszöge: $\alpha = 30^\circ$.

A mérőfolyadék higany (sűrűsége: $\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$), a mérőfolyadék felett víz van (sűrűsége: 1000 kg/m^3).

Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség, ha a mérőfolyadék fölött lévő anyag hidrosztatikai nyomása nem hanyagolható el? A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.

Megoldás

Adatok:

$$\Delta h = 100 \text{ mm} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

$$\Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g = 0,1 \text{ m} \cdot 0,5 \cdot (13600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 630 \text{ Pa}$$

1.11. feladat

Csővezetékben víz áramlási sebességét mérjük a 6. ábrának megfelelő kialakításban Pitot csővel. A Pitot csőben higany mérőfolyadék van, szintkülönbsége 155 mm .

a) Számítsa ki a mért nyomáskülönbséget ($\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.)! Az alábbi három összefüggés közül válassza ki azt, amelyikkel számolni kell!

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{víz}} \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$$

b) Számítsa ki a víz áramlási sebességét!

c) Milyen sebességet mér az így kialakított Pitot cső? Meghatározható-e ezzel a módszerrel a csővezetékben áramló folyadék mennyisége?

Írja le az adatok meghatározásához felhasznált összefüggéseket is!

Megoldás

Adatok:

$$\Delta h = 155 \text{ mm} = 155 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

a) a kiválasztott összefüggés: $\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$,

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g = 155 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot (13600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 19530 \text{ Pa}$$

$$b) v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_{\text{víz}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 19530 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3}} = 6,25 \text{ m/s}$$

c) Ezzel a módszerrel csak a helyi sebesség (jelen esetben a maximális sebesség) határozható meg, így a csővezetékben áramló folyadék mennyisége ezzel a sebességgel nem számolható.

1.12. feladat

Egy 200 mm átmérőjű csőben multi Pitot cső segítségével a csőben áramló víz mennyiségét mérjük. A higannyal töltött U-csöves nyomásmérőről leolvasott szintkülönbség 100 mm.

a) Határozza meg a nyomásmérővel mért nyomáskülönbséget! ($\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.)

b) Határozza meg a csőben áramló víz áramlási sebességét!

c) Határozza meg a csőben áramló víz mennyiségét!

Írja le az adatok meghatározásához felhasznált összefüggéseket is!

Megoldás

Adatok:

$$\Delta h = 100 \text{ mm} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

a)

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{lev}}) \cdot g = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot (13600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 12600 \text{ Pa}$$

$$b) v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_{\text{víz}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12600 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3}} = 5 \text{ m/s}$$

$$c) \dot{V} = v \cdot A,$$

A cső keresztmetszete:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,2^2 \cdot \pi}{4} = 0,0314 \text{ m}^2,$$

A csőben áramló víz mennyisége:

$$\dot{V} = v \cdot A = 5 \text{ m/s} \cdot 0,0314 \text{ m}^2 = 0,157 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.1. feladat

Hidrosztatikai nyomás fogalma. Egészítse ki az alábbi mondatot!

Hidrosztatikai nyomásnak nevezzük a folyadék- (gáz-)oszlop nyomását

2.2. feladat

A sűrűség fogalma és számítása. Egészítse ki az alábbi mondatot és írja le a sűrűség számítására alkalmas összefüggést!

Sűrűség az egységnyi térfogatú anyag tömege

A számításra alkalmas összefüggés: $\rho = \frac{m}{V}$

2.3. feladat

Az alábbi táblázatban néhány anyag sűrűségi adata szerepel. Írja be az adat melletti oszlopba az anyag megnevezését!

1000 kg/m ³	víz
1,29 kg/m ³	levegő
13600 kg/m ³	higany

2.4. feladat

Számítsa ki, mekkora nyomása van 20 m-es vízoszlopnak! Következtessen, mekkora vízoszlopnak van 1 bar nyomása?

Megoldás

$$p = h \cdot \rho \cdot g = 20 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 200\,000 \text{ Pa}$$

200 000 Pa = $2 \cdot 10^5$ Pa = 2 bar, ez megfelel 20 m-es vízoszlop nyomásának

1 bar = 10^5 Pa, megfelel 10 m-es vízoszlop nyomásának

2.5. feladat

Egy 200 mm átmérőjű hengeres tartályban vizet tárolunk. A tartályban lévő víz súlya (súlyerő) 3140 N.

a) Számítsuk ki, mekkora nyomás hat a tartály aljára!

b) Milyen magas a tartályban a vízszint?

c) Mekkora a hidrosztatikai nyomás?

Megoldás

Adatok:

Tartályátmérő: $d = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$

A víz súlya: $F = 3140 \text{ N}$

a) A tartály aljára ható nyomás:

$$p = \frac{F}{A},$$

A tartály keresztmetszete, aljának felülete:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(0,2 \text{ m})^2 \cdot \pi}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

A tartály aljára ható nyomás:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{3140 \text{ N}}{0,0314 \text{ m}^2} = 100\,000 \text{ Pa}$$

NYOMÁSMÉRÉS U-CSÖVES NYOMÁSMÉRŐVEL

$$b) h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{100000 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ m}$$

c) A hidrosztatikus nyomás természetesen megegyezik az a) pontban számított nyomásértékkel, hiszen a számított nyomás épen a folyadékoszlop nyomása.

2.6. feladat

Rajzoljon le egy U-csöves nyomásmérőt, amely Δp nyomáskülönbséget mér. A mérőfolyadék higany, a mérőfolyadék felett víz van. Jelölje be a higany helyzetét! Írja be az alábbi táblázatba nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggést, ha a víz hidrosztatikai nyomását elhanyagoljuk, és ha a hidrosztatikai nyomás nem hanyagolható el. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

Megoldás

A nyomásmérő rajza a jegyzet 3. ábrája

A nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggés, ha a víz hidrosztatikai nyomását elhanyagoljuk:		$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g$
A nyomáskülönbség meghatározására szolgáló összefüggést, ha a víz hidrosztatikai nyomása nem hanyagolható el:		$p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$
A táblázatban szereplő betűk, a betűk megnevezése és mértékegysége:		
A betű jele	A betű megnevezése	Mértékegység
Δp	A mért nyomáskülönbség	Pa
Δh	Szintkülönbség	mm vagy 10^{-3} m
ρ_{Hg}	A higany sűrűsége	kg/m^3
g	A nehézségi gyorsulás	m/s^2
$\rho_{\text{víz}}$	A víz sűrűsége	kg/m^3

2.7. feladat

Egy U-csöves nyomásmérő két ágában a mérőfolyadék szintkülönbsége 100 mm. A mérőfolyadék víz (sűrűsége 1000 kg/m^3). Mekkora a nyomásmérővel mért nyomáskülönbség? Írja föl a számításához szükséges összefüggést és számítsa ki a mért nyomáskülönbséget! A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s^2 értéknek.

Megoldás

Adatok:

$$\Delta h = 100 \text{ mm} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

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

A mért nyomáskülönbség:

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ Pa}$$

2.8. feladat

U csöves nyomásmérőben a mérőfolyadék szintkülönbsége 40 mm. (A mérőfolyadék higany, sűrűsége: 13600 kg/m³. A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s² értéknek.)

a) Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a közvetítő közeg levegő, és a mérés során a műszerben a mért anyag (levegő) hidrosztatikai nyomását nem vesszük figyelembe!

b) Állapítsa meg az elkövetett hiba nagyságát, ha a levegő hatását nem hanyagoljuk el! A levegő sűrűsége: 1,29 kg/m³.

c) Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a közvetítő közeg víz, és a mérés során a műszerben a mért anyag (víz) hidrosztatikai nyomását nem vesszük figyelembe!

d) Határozza meg a nyomáskülönbséget, ha a víz hidrosztatikai nyomását a mérésnél figyelembe vesszük! Határozza meg az elkövetett hiba nagyságát!

e) Melyik esetben hanyagolható el a mért közeg hidrosztatikai nyomása?

Megoldás

Adatok:

$$\Delta h = 40 \text{ mm} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

$$\rho_{\text{lev}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$$a) \Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5440 \text{ Pa}$$

$$b) p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$$

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{lev}}) \cdot g = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot (13600 \text{ kg/m}^3 - 1,29 \text{ kg/m}^3) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5439,48 \text{ Pa}$$

NYOMÁSMÉRÉS U-CSÖVES NYOMÁSMÉRŐVEL

$$h\% = \frac{|\Delta p_{\text{pontos}} - \Delta p_{\text{elhanyagolt}}|}{\Delta p_{\text{pontos}}} \cdot 100\% = \frac{|5439,48 \text{ Pa} - 5440 \text{ Pa}|}{5439,48 \text{ Pa}} \cdot 100 \approx 0,1\%$$

$$c) \Delta p = \Delta h \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5440 \text{ Pa}$$

$$d) \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot (13600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5040 \text{ Pa}$$

$$h\% = \frac{|\Delta p_{\text{pontos}} - \Delta p_{\text{elhanyagolt}}|}{\Delta p_{\text{pontos}}} \cdot 100\% = \frac{|5040 \text{ Pa} - 5440 \text{ Pa}|}{5040 \text{ Pa}} \cdot 100 = 7,35\%$$

e) A mérőfolyadék felett lévő közeg hidrosztatikai nyomása higany–levegő rendszer esetén elhanyagolható, a higany–víz rendszer esetén a közel 10%-os hiba már nem hanyagolható el.

2.9. feladat

Az alábbi táblázatban a hidrosztatikus nyomás különböző meghatározásait, értelmezését találjuk. Írja be a meghatározások melletti oszlopba, hogy melyik meghatározás igaz (írjon I betűt), illetve hibás (írjon H betűt)!

A hidrosztatikai nyomás a folyadék (vagy gáz-)oszlop súlya	H
A hidrosztatikai nyomás a folyadék (vagy gáz-) oszlop nyomása	I
Egy tartály aljára ható hidrosztatikus nyomást úgy kapjuk meg, hogy a tartályban lévő folyadék súlyát elosztjuk a tartály átmérőjével	H
A hidrosztatikus nyomás egyenesen arányos a folyadékoszlop magasságával	I
A hidrosztatikus nyomás SI alap-mértékegysége a Pa	I
A hidrosztatikus nyomás nagysága függ a folyadék sűrűségétől	I

2.10. feladat

Írja be az alábbi táblázatba a meghatározáshoz tartozó összefüggés betűjelét!

$$a) \Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$$

$$b) \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$$

$$c) p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g$$

$$d) p_1 - p_2 = \Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$$

A ferdecsőves nyomásmérő összefüggése, ha a mérendő anyag hidrosztatikus nyomása nem hanyagolható el:	d)
Az U-csőves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség nagysága abban az esetben, ha a mérőfolyadék felett lévő anyag hidrosztatikai nyomását nem hanyagolhatjuk el:	b)
A ferdecsőves nyomásmérő alapösszefüggése:	c)
Az U-csőves nyomásmérő alapösszefüggése:	a)

2.11. feladat

Egy ferdecsőves nyomásmérő ferde ágában a mérőfolyadék felső szintje 200 mm-es értéken áll. A nyomásmérő hajlásszöge: 30°. A mérőfolyadék víz (sűrűsége 1000 kg/m³).

Számítsa ki a mért nyomáskülönbséget! (Írja föl a számításához szükséges összefüggést is!) A nehézségi gyorsulás értékét vegye 10 m/s² értéknek.

Megoldás

Adatok:

$$\Delta l = 200 \text{ mm} = 200 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

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

A mért nyomáskülönbség:

$$\Delta p = \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot \rho \cdot g = 200 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ Pa}$$

IRODALOMJEGYZÉK

AJÁNLOTT IRODALOM

D. Major Klára (szerk.): Képes diáklexikon, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1989.

Bertalan Zsolt-Csirmaz Antal-Szabó László-Uhlár Zoltán: Műszaki ismeretek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.

Bertalan Zsolt-Szabó László: Műveleti laboratóriumi gyakorlatok. B+V Lap- és Könyvkiadó Kft., 2002.

Természettudományi kis-enciklopédia, Gondolat Könyvkiadó, 1975.

Dr. Balogh Lászlóné: Fizika I. Mechanika, hőtan, Szakközépiskolásoknak, Műszaki Kiadó, Budapest

A(z) 2699–06 modul 001–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 544 02 0010 54 01	Fluidumkitermelő technikus
54 544 02 0010 54 02	Gázipari technikus
54 544 02 0010 54 03	Megújulóenergia-gazdálkodási technikus
54 544 02 0010 54 04	Mélyfúró technikus
54 544 02 0100 31 01	Cső-távvezeték üzemeltető (olaj, gáz)
54 544 02 0100 31 02	Fluidumkitermelő
54 544 02 0100 31 03	Mélyfúró

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

10 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.
Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató