

# Gépészmérnöki Alapismeretek BMEGEVGAG01

## Ellenőrző kérdések

### HIDRODINAMIKAI RENDSZEREK TANSZÉK

WWW.HDS.BME.HU

## 1. Fordulatszám, tehetetlenségi nyomaték és súrlódási nyomaték mérése

### Elméleti kérdések

1. Fordulatszám-mérő eszközök (tachoszkóp, Jacquet indikátor, stroboszkóp tachométer).
2. A tehetetlenségi nyomaték definíciója; tömegpont, gyűrű és henger tehetetlenségi nyomatéka.
3. Mérőberendezés vázlata menetábra méréshez. (Mit, milyen eszközökkel és hogyan kell mérni?)
4. Hogyan lehet tehetetlenségi nyomatékot fizikai inga segítségével meghatározni?
5. Hogyan lehet a súrlódási nyomatékot menetábra segítségével meghatározni?
6. Redukált hossz fogalma, számítása.
7. Matematikai és fizikai inga fogalma, lengésidőképlet.
8. Mondjon 3 különböző elven működő fordulatszám-mérő eszközt! Az elvet hangsúlyozza!

### Mintapéldák

#### 1. Példa

Mekkora nyomatékkal kell forgatni egy motor forgórészét, ha a tehetetlenségi nyomatéka  $\Theta=4 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  és  $\varepsilon=5 \text{ rad/s}^2$  szöggyorsulást szeretnénk elérni? A választ Nm-ben adja meg! ( $2 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$ )

#### 2. Példa

Egy fizikai ingára 1,2 kg tömegű, 80 mm átmérőjű, homogén, henger alakú póttömeget rakunk, a forgásponttól 100 mm távolságra. Számolja ki a póttömeg tehetetlenségi nyomatékát! ( $1,296 \cdot 10^{-2} \text{ kgm}^2$ )

#### 3. Példa

Mekkora annak a matematikai ingának a lengésideje, aminek hossza  $L=150 \text{ cm}$ . A választ s-ban adja meg! ( $2,46 \text{ s}$ )

#### 4. Példa

Mekkora annak a fizikai ingának a redukált hossza, melynek tehetetlenségi nyomatéka  $0,5 \text{ kgm}^2$ , a póttömeg  $0,5 \text{ kg}$ , az inga  $0,1 \text{ kg}$  tömegű, és az inga súlypontja a póttömeg miatt az eredeti súlyponttól  $100 \text{ mm}$ -rel tolódott el? ( $8,3 \text{ m}$ )

#### 5. Példa

Egy villanymotor szögsebessége  $\Delta t=5 \text{ s}$  alatt  $\omega_1=100 \text{ rad/s}$  – ról  $\omega_2=150 \text{ rad/s}$  –ra növekszik egyenletesen. Mekkora a motor szöggyorsulása? A választ  $\text{rad/s}^2$ -ben, előjelhelyesen adja meg! (gyorsulás pozitív, lassulás negatív) ( $10 \text{ rad/s}^2$ )

## 2. Forgatónyomaték és hatásfok mérése (mérleggépek)

### Elméleti kérdések

1. Mérleggenerátor egyensúlya terheléskor.
2. Mérleggenerátor egyensúlya üresjárásban, az üresjárási mérés célja.
3. Hogyan mérjük a hasznos és a bevezetett teljesítményt mérlegmotor esetén? Hogyan számoljuk a hatásfokot?
4. Hogyan mérjük a hasznos és a bevezetett teljesítményt mérleggenerátor esetén? Hogyan számoljuk a hatásfokot?
5. Készítsen vázlatot a mérőberendezésről és magyarázza el, mit és hogyan kell mérni.
6. Terhelési fok és névleges teljesítmény fogalma.

### Mintapéldák

#### 1. Példa

Mérlegmotor mérés adatai a következők. A tengely fordulatszáma  $n = 2320 \text{ f/min}$ , a kiegyensúlyozásához szükséges tömeg  $m = 1165 \text{ g}$ , a mérlegkar hossza  $k = 50 \text{ cm}$ . Az adott fordulatszám mellett az üresjárási kiegyensúlyozási tömeg  $m_0 = 0,02 \text{ kg}$ . A villamos feszültség  $U = 230 \text{ V}$ , az áramerősség  $I = 8,7 \text{ A}$ . Mekkora a mérlegmotor hasznos és bevezetett teljesítménye az adott üzemállapotban? ( $P_h = 1364 \text{ W}$ ;  $P_b = 2001 \text{ W}$ )

#### 2. Példa

Mérleggenerátor mérés adatai a következők. A tengely fordulatszáma  $n = 2320 \text{ f/min}$ , a kiegyensúlyozásához szükséges tömeg  $m = 565 \text{ g}$ , a mérlegkar hossza  $k = 80 \text{ cm}$ . Az adott fordulatszám mellett az üresjárási kiegyensúlyozási tömeg  $m_0 = 0,023 \text{ kg}$ . A villamos feszültség  $U = 230 \text{ V}$ , az áramerősség  $I = 4,5 \text{ A}$ . Mekkora a mérleggenerátor hasznos és bevezetett teljesítménye? ( $P_h = 1035 \text{ W}$ ;  $P_b = 1121 \text{ W}$ )

#### 3. Példa

Egy  $P_N = 1500 \text{ W}$  névleges teljesítményű mérlegmotor mechanikai teljesítménye  $P_{mech} = 1200 \text{ W}$ , villamos teljesítménye  $P_{vill} = 1410 \text{ W}$ . Mekkora a mérlegmotor hatásfoka és terhelési foka? ( $\eta = 85,1 \%$ ;  $x = 80 \%$ )

#### 4. Példa

Egy  $P_N = 1500 \text{ W}$  névleges teljesítményű mérleggenerátor mechanikai teljesítménye  $P_{mech} = 805 \text{ W}$ , villamos teljesítménye  $P_{vill} = 600 \text{ W}$ . Mekkora a mérleggenerátor hatásfoka és terhelési foka az adott üzemállapotban? ( $\eta = 74,5 \%$ ;  $x = 40 \%$ )

### 3. Otto-motor és villamos generátor gépcsoport (mobil aggregát) mérése

#### Elméleti kérdések

1. Rajzolja fel a négyütemű Otto-motor indikátor diagramját, és röviden magyarázza a működés fő lépéseit!
2. Rajzolja fel a porlasztó (karburátor) vázlatát és ismertesse működését!
3. Ismertesse a terhelés, az aggregát hasznos teljesítményének, bevezetett teljesítményének, a hatásfokának és a fajlagos üzemanyag fogyasztás számítási összefüggéseit és mértékegységeit!
4. Ismertesse a közepes terhelés számítási összefüggését!
5. Ismertesse az átlagos hatásfok számítási összefüggését!

#### Mintapéldák

##### 1. Példa

Egy  $P_N=1500$  W névleges teljesítményű mobil aggregát  $x=0,8$  terhelési fok mellett egy  $t=40$  perces üzem során  $V=0,4$  liter  $H_b=43,6$  MJ/kg fűtőértékű,  $\rho_b=740$  kg/m<sup>3</sup> sűrűségű benzint fogyasztott el. Mekkora az aggregát hatásfoka? (0,223)

##### 2. Példa

Egy  $P_N=1500$  W névleges teljesítményű mobil aggregát  $(P_h)_1 = 750$  W hasznos teljesítményt ad le  $t_1=20$  percen keresztül, majd  $t_2=40$  percen át  $(P_h)_2 = 1200$  W hasznos teljesítménnyel üzemel. Az első időszakban érvényes hatásfok értéke  $\eta_1=15\%$ , míg második időszakra  $\eta_2=25\%$ . Mekkora a teljes időszakra vonatkozó közepes terhelési fok és átlagos hatásfok? ( $x_{köz} = 0,7$ ;  $\eta_{át} = 0,216$ )

##### 3. Példa

Egy  $P_N=1500$  W névleges teljesítményű mobil aggregát  $x=0,5$  terhelés mellett üzemel 20 percen keresztül. Ezalatt  $m=0,2$  kg benzint éget el, melynek fűtőértéke  $H_b=43,6$  MJ/kg. Mekkora a fajlagos üzemanyag fogyasztás? (0,8 kg/kWh)

##### 4. Példa

Egy  $P_N=1500$  W névleges teljesítményű mobil aggregát  $x=0,7$  terhelési fok és  $\eta=25\%$  hatásfok mellett  $t=45$  percig üzemel. Hány kg  $H_b=43,6$  MJ/kg fűtőértékű benzint fogyaszt el ekközben? (0,26 kg)

#### 4. Hőmérséklet mérése (vízmelegítő)

##### Elméleti kérdések

1. Bernoulli egyenlet (a tagok fizikai jelentése), Bernoulli-entalpia fogalma, jelentősége.
2. Mérőberendezés vázlata és a mérés leírása (hőmérséklet-idő kapcsolat mérése).
3. Az összentalpia négy tagja közül melyek hanyagolhatók el milyen feltételezések mellett?
4. Csörugós higanytöltésű, kettősfém (bimetál) hőmérők és hőelemek működése.
5. Mérőberendezés vázlata és a mérés leírása (hőmérséklet-tömegáram kapcsolat mérése).

##### Mintapéldák

###### 1. Példa

Egy vízmelegítőn 0,1 l/s térfogatárammal folyik át víz (sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ , fajhője  $4187 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ ). A vízmelegítő redukált tömege: 0,5 kg  
Várhatóan mennyi idő alatt éri el a berendezés az állandósult állapotot? (15 s)

###### 2. Példa

Egy vízmelegítőn 0,5 l/s térfogatárammal folyik át víz (sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ , fajhője  $4187 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ ). A vízmelegítő redukált tömege 0,5 kg, a hőmérséklet növekmény állandósult állapotban  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 $t = 5 \text{ s}$  után mekkora a belépő és a kilépő víz hőmérsékletének különbsége? ( $49,7 \text{ }^\circ\text{C}$ )

###### 3. Példa

Egy 1 kW villamos teljesítményű vízmelegítőből 20 s alatt 0,5 l víz folyik ki (sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ , fajhője  $4187 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ ). A belépő víz hőmérséklete  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
Az állandósult állapotban mekkora a kilépő víz hőmérséklete? ( $24,6 \text{ }^\circ\text{C}$ )

###### 4. Példa

Mekkora villamos teljesítményű vízmelegítőre van szükség ahhoz, hogy 0,05 l/s térfogatáramú víz (sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ , fajhője  $4187 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ ) hőmérséklete  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -al növekedjen.  
(2,1 kW)

## 5. Nyomásmérés

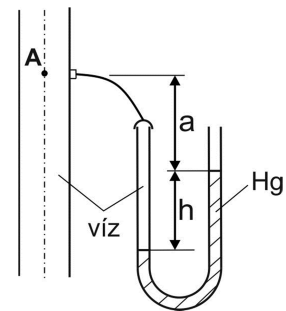
### Elméleti kérdések

1. U-csöves manométer egyensúlya túlnyomás mérésekor.
2. U-csöves manométer egyensúlya vákuum mérésekor.
3. Bourdon-csöves manométer működési elve (működőképes vázlat).
4. Bourdon-csöves manométer kalibrálása, a kalibrálóberendezés vázlata.
5. Folyadékáram meghatározása köbözéssel.
6. Folyadékáram meghatározása mérőperemmel (vázlat, működési elv).

### Mintapéldák

#### 1. Példa

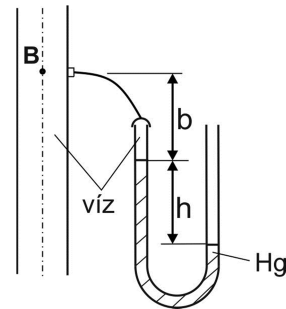
Az 1. ábrán látható vízvezeték „A” pontjában határozza meg az abszolút nyomást a higanyos töltésű U-csöves manométer segítségével!  $a = 150 \text{ mm}$ ;  $h = 100 \text{ mm}$ ;  $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ . A légköri nyomás értéke  $10^5 \text{ Pa}$ . ( $110889 \text{ Pa}$ )



1. Ábra

#### 2. Példa

A 2. ábrán látható vízvezeték „B” pontjában határozza meg az abszolút nyomást a higanyos töltésű U-csöves manométer segítségével!  $b = 120 \text{ mm}$ ;  $h = 50 \text{ mm}$ ;  $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ . A légköri nyomás értéke  $10^5 \text{ Pa}$ . ( $92152 \text{ Pa}$ )



2. Ábra

#### 3. Példa

Bourdon csöves manométert kalibrálunk. Az olajtöltésű hengerbe nyúló dugattyú tömege  $1 \text{ kg}$ , a dugattyú keresztmetszete  $2 \text{ cm}^2$ . Számítsa ki, hogy egy  $2 \text{ kg}$ -os súlytárcsa felhelyezésével mekkora túlnyomás alakul ki a hengerben! ( $147150 \text{ Pa}$ )

#### 4. Példa

Egy vezetékben köbözéssel szeretnénk meghatározni a térfogatáramot. A köbözőtartályban  $41,21$  másodperc alatt  $100 \text{ mm}$  szintnövekedést mérünk. A tartályállandó  $\alpha = 0,1086 \text{ dm}^3/\text{mm}$ . Számítsa ki a térfogatáramot  $\text{dm}^3/\text{min}$  mértékegységben! ( $15,81 \text{ dm}^3/\text{min}$ )

## 6. Csőívek áramlási ellenállásának mérése

### Elméleti kérdések

1. Írja fel a veszteségmentes Bernoulli-egyenletet és magyarázza el az egyenlet tagjainak fizikai jelentését!
2. Írja fel a veszteségmentes Bernoulli-egyenletet és írja fel, hogy milyen feltételek mellett érvényes (3 feltétel)!
3. Definiálja egy csőelem veszteségtényezőjét (általában)! Milyen paraméterektől függ? (Legalább hármat írjon!)
4. Vázolja fel a mérőberendezést!
5. Írja le a mérés menetét!
6. Hogyan választható szét egy csőív csősúrlódásból és az ív alakjából származó vesztesége?

### Mintapéldák

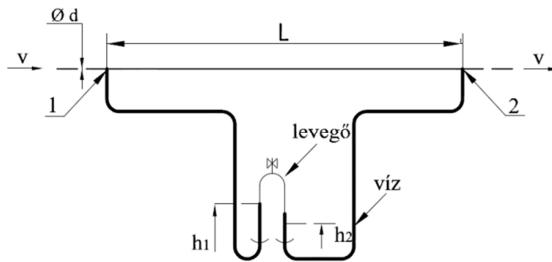
#### 1. Példa

Egy egyenes csőszakaszban víz áramlik  $v$  sebességgel. Az ábrán látható módon az 1-es és a 2-es helyen nyomásmegcsapoló furatok lettek kialakítva, a létrejövő nyomáskülönbséget,  $\Delta p$ -t egy fordított „U csöves” manométerre vezetjük. (A levegő sűrűsége elhanyagolható.) A leolvasott manométerállások  $h_1$  és  $h_2$ . A vizsgált szakasz hossza  $L$ , a cső belső átmérője  $d$ .

- a. Mekkora a nyomásesés ( $\Delta p_{12}$ ) az  $L$  hosszúságú szakaszon? (343 Pa)
- b. Mekkora a csősúrlódási tényező, a  $\lambda$ ? (0,0229)

#### Adatok:

$\rho_{\text{víz}}=1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $h_1=1,345 \text{ m}$ ,  $h_2=1,310 \text{ m}$ ,  $v=1 \text{ m/s}$ ,  $L=0,6 \text{ m}$ ,  $d=0,02 \text{ m}$ ,  $g=9,81 \text{ m/s}^2$

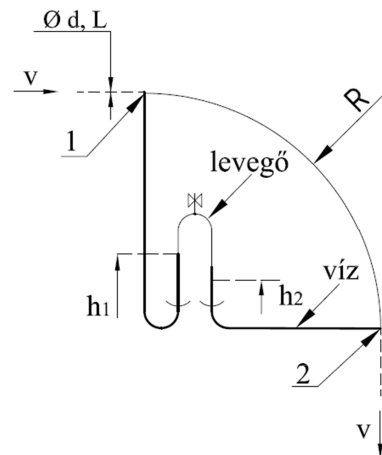


A berendezés vázlatja.

#### 2. Példa

Egy csőívben víz áramlik  $v$  sebességgel. Az ábrán látható módon az, az ív elején és végén, 1-es és a 2-es helyen nyomásmegcsapoló furatok lettek kialakítva, a létrejövő nyomáskülönbséget,  $\Delta p$ -t egy fordított „U csöves” manométerre vezetjük. (A levegő sűrűsége elhanyagolható.) A leolvasott manométerállások  $h_1$  és  $h_2$ . A vizsgált, görbült szakasz hossza  $L$ , a cső belső átmérője  $d$ , a csősúrlódási tényező  $\lambda$ .

- a. Mekkora a nyomásesés ( $\Delta p_{12}$ ) a nyomásmegcsapolási pontok között? (343 Pa)
- b. Mekkora az ív alakjából adódó veszteségtényező, a  $\zeta_a$ ? (0,1167)



A berendezés vázlatja.

#### Adatok:

$\rho_{\text{víz}}=1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $h_1=1,345 \text{ m}$ ,  $h_2=1,310 \text{ m}$ ,  $v=1 \text{ m/s}$ ,  
 $L=0,6 \text{ m}$ ,  $d=0,02 \text{ m}$ ,  $\lambda=0,019$ ,  $g=9,81 \text{ m/s}^2$

### 3. Példa

Egy 0,5"-os (azaz 0.5 colos) belső átmérőjű locsolócsőben víz áramlik  $v$  sebességgel. (1 col = 25,4 mm.) A csővel egy 10 literes kannát 45 másodperc alatt töltünk meg.

- a) Mekkora belső  $A$  felülete a csőnek? ( $0,0001267 \text{ m}^2$ )
- b) Mekkora a  $v$  átlagsebesség a csőben? ( $1,754 \text{ m/s}$ )