

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KAR

ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN

LABORATÓRIUMI MÉRÉSI
GYAKORLATOK
SEGÉDLET

Kézirat

Szabó András
egyetemi docens

VASÚTI JÁRMŰVEK TANSZÉK
BUDAPEST
2006

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. A MÉRÉSEK SORÁN LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT FIZIKAI MENNYISÉGEK JELÖLÉSE ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEI	2
3. MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV.....	3
4. TERÜLETMÉRÉS	4
4.1. Polárplaniméter.....	6
<i>A polárplaniméter működési elve</i>	<i>6</i>
<i>A polárplaniméterrel való mérés</i>	<i>7</i>
5. NYUGVÓ SÚRLÓDÁSI TÉNYEZŐ MEGHATÁROZÁSA MÉRÉSSEL.....	7
5.1. A mérés elve	7
5.2. A mérőberendezés leírása	8
5.3. A mérés menete	8
5.4. A mérés vázlata, a nyugvó súrlódási tényező meghatározása.....	9
6. NYOMATÉK ÉS TELJESÍTMÉNY MÉRÉSEK	9
6.1. Mechanikus fékek.....	10
6.2. Vízfékek (hidraulikus fékek)	10
6.3. Elektromos fékek.....	10
6.4. Prony-fékes mérőberendezés	11
6.5. A fordulatszám mérése	11
7. GÁZOK FOLYADÉKOK NYOMÁSÁNAK ÉS TÉRFOGATÁRAMÁNAK MEGHATÁROZÁSA	12
7.1. Nyomásmérés.....	12
<i>Folyadékkal működő nyomásmérők.....</i>	<i>12</i>
<i>Rugós nyomásmérők</i>	<i>13</i>
7.2. Térfogatóram (áramló közegmennyiség) mérése.....	14
<i>Venturi cső</i>	<i>14</i>
<i>Mérőperem.....</i>	<i>14</i>
8. HŐMÉRSÉKLET MÉRÉS	15
8.1. Folyadékos hőmérők.....	15
8.2. Termoelemes hőmérők	15
8.3. Ellenálláshőmérők	16
9. JEGYZŐKÖNYV MINTÁK	16

1. BEVEZETÉS

Ez a segédlet segítséget kíván adni az Általános járműgéptan c. tantárgy laboratóriumi foglalkozásainak elvégzéséhez, méréseinek lebonyolításához. Az ezekhez szükséges elvi és gyakorlati tudnivalókat, ismereteket kívánja összefoglalni, s nem kíván elméleti metrológiai ismereteket nyújtani - ez a tárgy előadásain kerül sorra

Így az előadásokon és a szeminárium foglalkozásain tanultakat a laboratóriumi mérések szemszögéből foglalja egységbe és a labor eligazítást is figyelembe véve hozzájárul a hallgatói mérések sikeres lebonyolításához.

A segédletben a félév során elvégzendő mérések legfontosabb berendezéseinek és mérési módszereinek ismertetését tartottuk fontosnak, mellékelve mintákat is a mérésekről készítendő és beadandó jegyzőkönyvek elkészítéséhez. Nem kívánunk kitérni, az egyébként ide kívánczó tudnivalók részletes ismertetésére, ezek az előadásokon ill. szemináriumi foglalkozásokon kerülnek sorra.

2. A MÉRÉSEK SORÁN LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT FIZIKAI MENNYISÉGEK JELÖLÉSE ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEI

Ezen mennyiségek táblázatos összefoglalása azért jelentős, mert az előadásokon, szemináriumi foglalkozásokon, labor-foglalkozásokon az SI mértékrendszerben dolgozunk, azonban a meglévő mérőműszerek kalibrálása (pl. nyomás-, nyomaték-mérők stb.) még a régi, műszaki mértékrendszer szerinti. Ezért az ezeken leolvasott értékeket a törvényes SI mértékrendszer mértékegységeinek megfelelően át kell számítani és jegyzőkönyvben ezeket az értékeket kell szerepeltetni.

Fizikai mennyiség	Jele	Mértékegysége a műszaki mértékrendszerben	Mértékegysége az SI mértékrendszerben	Átszámítás
Hosszúság	t, d	m	m	
Idő	t	s	s	
Tömeg	m	kps ² /m	kg	1 kps ² /m = 9,80665 kg
Erő	F	kp	N	1 kp = 9,80665 N
Sebesség	v	m/s	m/s	(1 m/s = 3,6 km/h)
Szögsebesség	w	rad/s	rad/s	
Fordulatszám	n	1/min	1/s	1 1/min = 0,01667 1/s
Munka	W	mkp kcal kWh LEh	J	1 mkp = 9,80665 J 1 kcal = 4,187 kJ 1 kWh = 3,6 MJ 1 LEh = 2,66 MJ
Teljesítmény	P	mkp/s LE kcal/h	W	1 mkp/s = 9,80665 W 1 LE = 735,5 W 1 kcal/h = 1,163 W
Nyomás	p	kp/m ² at = kp/cm ² vomm = Hgmm = torr	N/m ² = Pa	1 kp/m ² = 9,80665 Pa 1 at = 98,0665 kPa 1 vomm = 9,80665 Pa 1 Hgmm = 133,37 Pa
Hőmérséklet	t, T	°C, °K	K	(1 K hőmérséklet különbség 1 °C hőmérséklet különbségnek felel meg Az abszolút 0 K = -273°C)

Az átszámítás rovatban az egyenlőség jobb oldalán szereplő számok egyben a műszaki mértékegységben adott fizikai mennyiség törvényes (SI) mértékrendszerbeli mérőszámának megállapítását is lehetővé teszik, amennyiben azokat szorzótényezőként alkalmazzuk a műszaki mértékrendszerben adott mérőszámokhoz.

3. MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

A mérnöki gyakorlatban adódó méréseket a lehetőség határain belül a lehető legpontosabb mérőműszerekkel végezzük el. A mérőműszerek kezelési utasításait, hitelesítési görbéit a mérés előtt szükséges áttanulmányozni, hogy eldönthető legyen a műszer vagy műszerek alkalmasak-e a feladat elvégzésére. Előfordul, hogy gazdasági és műszaki okokból kevésbé pontos műszerekkel kell méréseket végezni.

A mérések során a műszerek hibáit igen fontos figyelembe venni.

Több paraméter egyidejű mérésénél (pl.: erő-fordulatszám, több helyről történő nyomáskivezetés stb.) a lehető legnagyobb mértékig törekedni kell az egyidőben történő leolvasásra, mert az egyes értékek ingadozása leolvasási hibákat okozhat. Ebben az esetben a leolvasást megadott jelre kell elvégezni, vagy ha lehetséges a mérőműszerek jeleit fényképezni kell.

A kapott jellemzőket célszerű felrajzolni, hogy a kiugró mérési hibák felismerhetők legyenek. Minden mérést többször kell megismételni, a mérnöki gyakorlatban szokásos kifejezés: "egy mérés nem mérés".

A mérési eredményeket jegyzőkönyvbe kell foglalni, melyeknek a következő adatokat kell tartalmaznia:

- a mérés célját;
- a mérendő gép, berendezés műszaki adatait;
- a méréshez használt műszerek leírását, azonosítási adatait, kapcsolásukat, hitelesítési diagramjukat;
- a mérés lefolyásának leírását, vázlatát, a méréssel kapcsolatos adminisztratív körülményeket;
- a mért adatokból számított jellemzőket, azok számítási összefüggéseit, módját;
- a mérési hibaszámítást, azok eredményeivel;
- az eredményként kapott jellemző görbéket;
- a mérés eredményét, értékelését;
- a jegyzőkönyv hitelesítését.

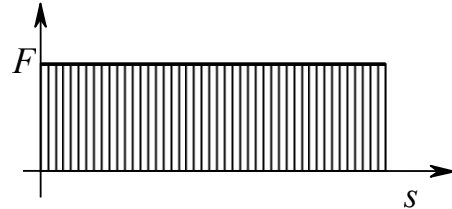
Üzemellenőrzési méréseknél a mérési adatokat üzemi naplóban kell rögzíteni és hitelesíteni.

4. TERÜLETMÉRÉS

A mérnöki gyakorlatban többször találkozunk olyan feladatokkal, melyek során közvetve, területméréssel kell meghatározni a vizsgált fizikai jellemző mérőszámát.

Példaként a legegyszerűbbek közül ismertetünk néhányat.

Állandó vonóerő melletti elmozdulás közben végzett munka meghatározása (teheremelés, sűrűlódás stb.) A végzett munka diagramban ábrázolható (1. ábra)



1. ábra

A munka értéke: $W = F s$ (J)

Amennyiben a vázolt munkadiagramban lépték-helyesen tüntetjük fel az erő és az elmozdulás értékeit, képezhetjük ezek *léptékeit*.

- az erő lépték: λ_F (N/cm), (N/mm); ez az érték megkapható, ha az arányhelyesen ábrázolt erőt az ábrán lemérhető távolsággal osztjuk,
- az elmozdulás lépték: λ_s (m/cm), (m/mm); ez az érték úgy adódik, hogy az arányhelyesen felrajzolt elmozdulást (befutott utat) osztjuk az ábrán lemérhető hosszúság értékkel.

A két lépték $\lambda_F \lambda_s = \lambda_w$ szorzata a *munka lépték*et adja, mivel $\frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{cm}} = \frac{\text{Nm}}{\text{cm}^2} = \frac{\text{J}}{\text{cm}^2}$.

A munka lépték és a munkaterület szorzatából a végzett munka meghatározható:

$$W = \lambda_w A \text{ (J), mivel } J = \frac{\text{J}}{\text{cm}^2} \cdot \text{cm}^2 .$$

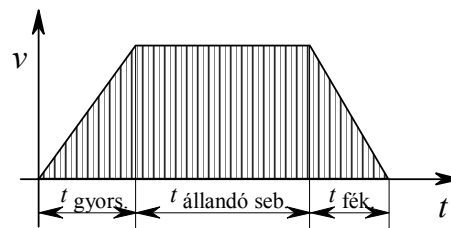
A **menetdiagramnál** $v = v(t)$ összefüggés grafikus ábrázolásában a jármű által megtett utat a görbe alatti terület adja meg. Ideális, állandó gyorsító-, vonó- és fékező erő esetén ez a 2. ábra szerint ábrázolható.

A jármű egész menettartamán, vagy egyes szakaszai alatt (indítás, állandó sebességű üzem, fékezés) a megtett út területméréssel szintén meghatározható, mivel

$$s = \lambda_s \cdot A \text{ (m), ahol}$$

λ_s : az út lépték és $\lambda_s = \lambda_v \lambda_t$

λ_t : az idő lépték λ_t : (s/cm)

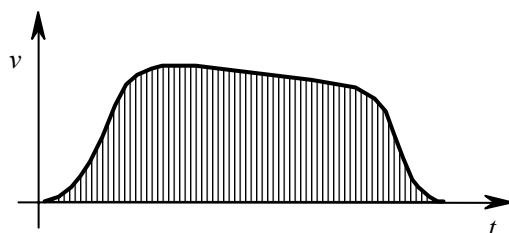


2. ábra

λ_v : a sebesség lépték λ_v : (m/s)/cm

A : a diagram alatti terület.

Ilyen, ideális esetben egyszerű trigonometriai módszerekkel is könnyen meghatározható a megtett út, azonban a valóságban ezek a $v=v(t)$ diagramok a 3. ábrához hasonlóak, amikor egyszerű számítással a terület meghatározása már nehézségekbe ütközik.



3. ábra

A belsőégésű motorok egy ciklus alatt végzett munkáját az indikátor diagram által határolt terület adja meg. Ilyen elméleti diagramot mutat be a 4. ábra.

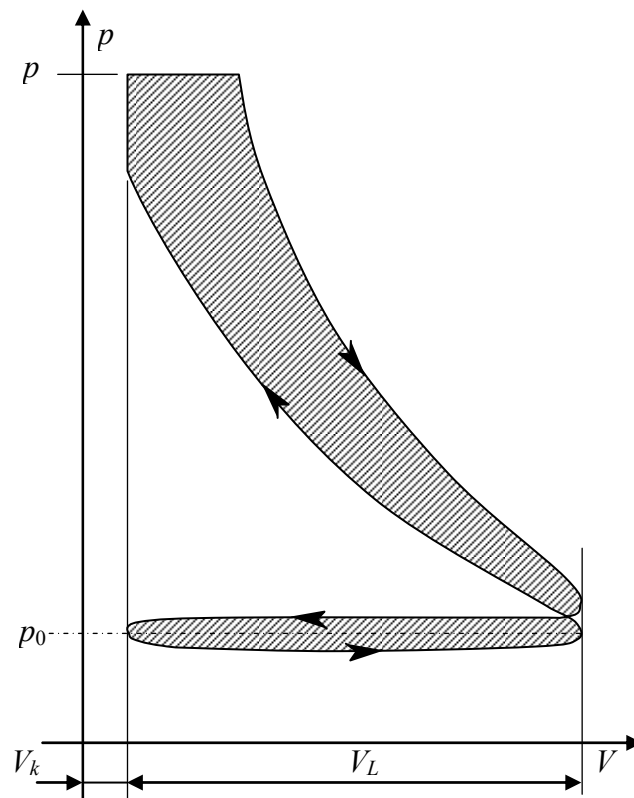
Az indikátor diagram területe a $dW = p dv$ összefüggés miatt *arányos* a munkával, mivel

$$\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 = \text{Nm} = \text{J} .$$

A diagramból azonban látható, hogy a nyomás a térfogat (ill. löket) változása alatt nem állandó.

Ezért vezették be az u.n. indikált középnyomás fogalmát (p_i), amely alatt azt a nyomást kell érteni, amellyel mint állandó nyomással a motor egy hengere ugyanakkora munkát végez, mint változó nyomás mellett egy ciklus alatt.

Az indikált középnyomás segítségével a motorok indikált teljesítménye egyszerűbb összefüggésből számítható, és ugyanakkor a motorra jellemző értéket is szolgáltat.



4. ábra

A 4. ábra jelöléseivel

V_k : kompresszió térfogat (m^3);

V_L : lökettérfogat (m^3) $V_L = D^2\pi/4 \cdot s$, ahol s : löket (m).

D : henger átmérő (m);

Az indikált középnyomás meghatározásánál az a feladatunk, hogy az indikátor diagramot egy olyan téglalapra alakítsuk, melynek alapja a V_L lökettérfogat, magassága az indikált középnyomás (p_i) és területe megegyezze az indikátor diagram területével. Ebben az esetben az indikált középnyomás a

$$p_i = \frac{W}{V_L} \text{ összefüggésből számítható.}$$

Az indikátor diagram területével arányos munka (W) meghatározásához fel kell venni a diagram *nyomás- és térfogat léptékeit*.

λ_p : nyomáslépték ($(\text{N}/\text{m}^2)/\text{cm}$);

λ_v : térfogatlépték (m^3/cm);

λ_w : munkalépték $\lambda_w = \lambda_p \lambda_v$ (J/cm^2).

A motor egy ciklusa alatt végzett w munka

$$w = \lambda_w A \text{ (J) ahol,}$$

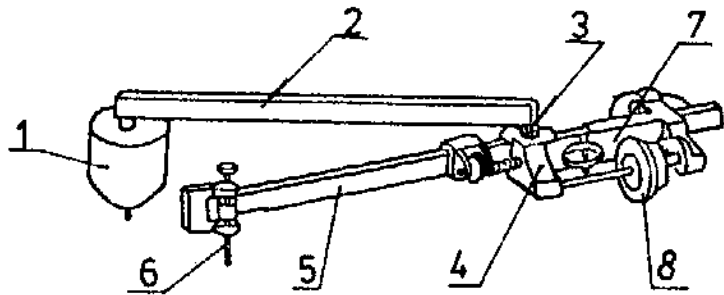
A : az indikátor diagram területe (cm^2)

A bemutatott példák során a területmérést minden esetben polárplaniméterrel végezzük el.

4.1. Polárplaniméter

A polárplanimétert az 5. ábra mutatja.

Szerkezeti részei: egy henger alakú nagyobb tömegű test a pólus (1), amely mérés közben mozdulatlan (a mérendő felületen egy tű segítségével rögzíthető). Ebből nyúlik ki a vele kapcsolatban lévő póluskar (2), amely egy függőleges tengelyű gömbbel (3) kapcsolódik a kocsiszerkezetet (4) alkotó rúd megfelelő fészkébe. A kocsiszerkezet a függőleges tengely körül teljesen elfordulhat. A kart az álló tengely két részre osztja: az állítható mérőkarra (5) és a végén lévő mérőcsúcsra (6), valamint a kerékkarra (7), melynek végén van a megfelelő osztásokkal ellátott mérőkerék (8).

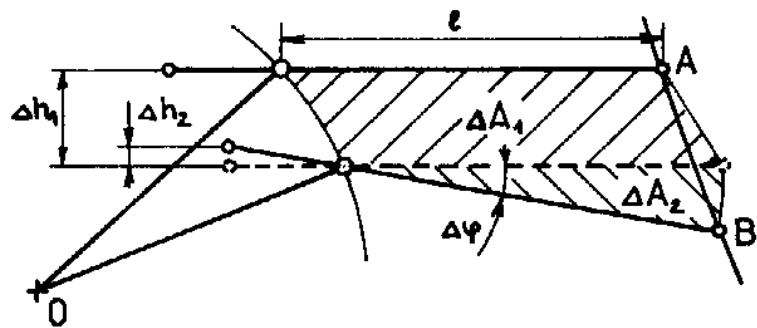


5. ábra

A polárplaniméter működési elve

Tételezzük fel, hogy a polárplaniméter pólusa az ismeretlen területű mérendő síkidom területén kívül helyezkedik el. Legyen a 6. ábra szerinti A és B pont a mérendő síkidom egymáshoz közeli két kerületi pontja.

A mérőcsúcsnak az A pontból a B pontba való elmozdulását az ábra szerint bontjuk két részre: 1.) - az l hosszúságú mérőkar Δh_1 párhuzamos eltolódására; 2.) - a mérőkar $\Delta\varphi$ szögelfordulására. Az elmozdulás felbontásának megfelelően a mérőkar által súrolt terület is két részre bontható. A 6. ábra jelöléseivel:

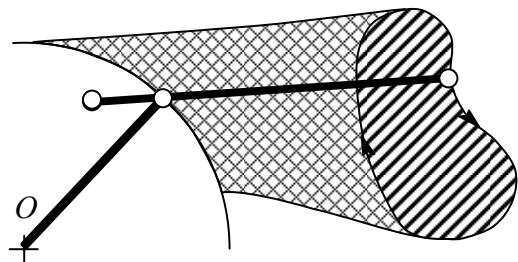


6. ábra

$$\Delta A_1 = \Delta h_1 l \quad \text{és} \quad \Delta A_2 = \Delta\varphi l^2 / 2 .$$

Ahogy azt a 7. ábra is szemlélteti, valamely síkidom körbejárása folyamán a mérőkar a síkidomon kívül eső súrolt területeken kétszer (egyszer pozitív és egyszer negatív) irányban halad keresztül, míg a síkidom területét csak egyszer súrolja. Így a mérőkar által súrolt területek előjeles összege a síkidom területével azonos.

Mivel a körüljárási folyamat során a kiindulási pontba érkezünk vissza, így $\Delta\varphi$ eredő értéke 0 lesz, tehát a mérőkar szögelfordulásából adódó ΔA_2 területek eredője is 0 lesz. A síkidom területe tehát a mérőkar párhuzamos eltolódásából adódó ΔA_1 területek eredője lesz.



7. ábra

A polárplaniméter kocsiszerkezetén csapágyazott, a mérőkarral párhuzamos tengelyű mérőkerék a mérőkar hossz tengelyére merőleges elmozdulásokat méri, azaz a 6. ábra szerinti Δh_1 és Δh_2 elmozdulások előjeles összegét. r sugarú mérőkerék esetén Δh elmozduláshoz

$$\Delta \alpha = \Delta h / r = 2\pi n$$

mérőkerék szögelfordulás tartozik, ha n jelöli a mérőkerék fordulatának számát. Az eredő $\Delta \varphi$ zérus volta miatt az eredő Δh_2 is zérus értékű, így az eddigiek összegzése képp a körüljárt síkidom területe

$$A = 2\pi l r n = c n,$$

ahol a $c = 2\pi l r$ mennyiséget - ami csak a planiméter geometriai jellemzőitől függ - a planiméter *állandójának* nevezzük.

A polárplaniméterrel való mérés

Kiindulási pontnak az a mérendő terület kerületén ceruzával megjelölt pontot választunk, majd a planimétert úgy helyezzük el, hogy a póluskar által kijelölt alapkör nagyjából áthaladjon a mérendő idom súlypontján és a mérőkar ne legyen párhuzamos egy hosszú oldallal sem. A mérőcsúcsot egyenes sebességgel vezetjük végig a mérendő idom határvonalán úgy, hogy a mérőkerék ne emelkedjék fel a mérendő terület felületéről és a mérőcsúcsot az *egyenes vonalak esetében is szabadkézzel vezessük* (vonalzót használni tilos).

Minden területet legalább kétszer járunk körbe egyszer pozitív (a számláló berendezésen a számok növekednek), és egyszer negatív (a számláló berendezésen a számok csökkennek) értelemben, és a kapott értékek számtani közepét vesszük.

Amennyiben a terület olyan nagy, hogy egy pólus fekvésben nem tudjuk körbejárni, akkor azt részekre osztjuk és ezeket külön-külön planimetráljuk.

A területmérésnél a mérőcsúcsot a mérendő síkidom kerületén végigvezetjük és az elforgó mérőkerék elmozdulását leolvassuk (n a megtett fordulatok száma). Ezt szorozva a polárplaniméter állandójával (c) kapjuk a terület nagyságát.

$$A = C \cdot n \text{ (cm}^2\text{)} ; \quad \text{cm}^2 = \frac{\text{cm}^2}{\text{fordulat}} \cdot \text{fordulat} .$$

A planiméter állandó a planiméter geometriai méreteinek ismeretében az előzőek szerint kiszámítható, vagy ismert terület mérésének útján határozható meg (hitelesítés).

5. NYUGVÓ SÚRLÓDÁSI TÉNYEZŐ MEGHATÁROZÁSA MÉRÉSEL

5.1. A mérés elve

A nyugvó súrlódási tényező egy test adott pályán való megindításához szükséges F_p pályairányú határerő, valamint a test és a pálya közötti, pályára merőleges F_n normál-erő hányadosa, azaz

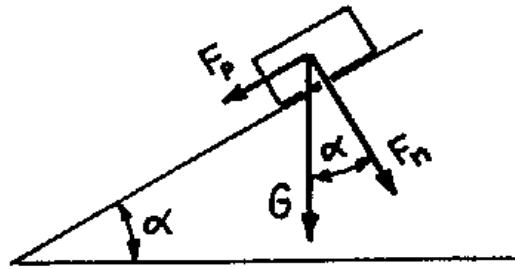
$$\mu = \frac{F_p}{F_n} .$$

Ha egy testet α hajlásszögű lejtőre helyezünk, akkor a 8. ábra jelöléseivel

$$F_p = G \sin \alpha, F_n = G \cos \alpha,$$

ezekből pedig

$$\mu = \frac{F_p}{F_n} = \frac{G \sin \alpha}{G \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$



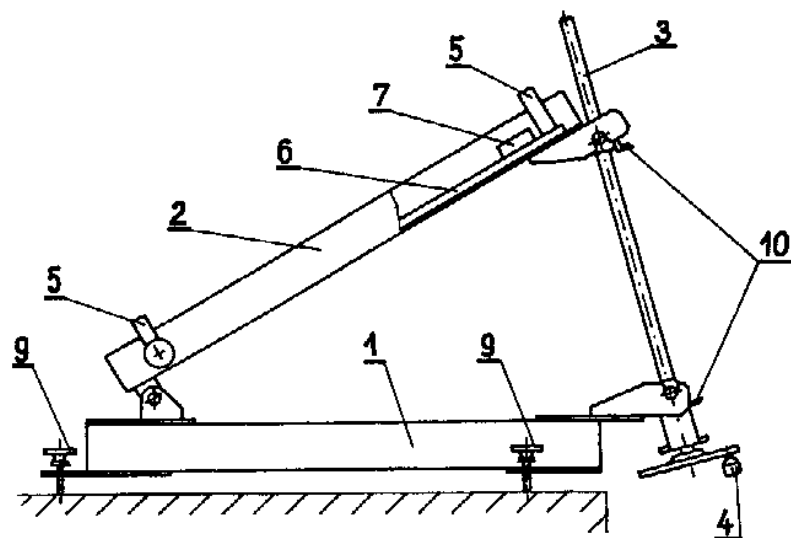
8.ábra

Ezek alapján tehát a nyugvó súrlódási tényező $\mu = \operatorname{tg} \alpha_h$, ahol α_h az a *határszög*, melynél a lejtőre helyezett test mozgásba kezd (éppen megindul). A nyugvó súrlódási tényező számos jellemzőtől függ, pl: az alaplap (pálya) és a test anyagától, az érintkező testek felületi érdességétől, a kezdeti egymáshoz szorítás mértékétől stb. Ezek közül jelen mérésünkben az *anyagtól és a felületi érdességtől való függést* fogjuk figyelembe venni.

5.2. A mérőberendezés leírása

A nyugvó súrlódási tényező mérésére szolgáló berendezést a 9. ábra mutatja.

A berendezés az alapkezethez (1) csuklósan kapcsolódó, állítható ferdeségű lemeztálból (2), a lemeztál ferdeségének beállítására szolgáló csapágyazott csavarorsóból (3) és kézikerekből (4), valamint a lemeztálban a rögzítőcsavarok (5) segítségével rögzíthető súrlódó alaplemezről (6) és az azon elcsúszó csúszókorongból (7) áll. A lejtő hajlásszöge a mérőélek (10) távolságából számítható ki.



9. ábra.

5.3. A mérés menete

A mérés előtt kiválasztjuk a vizsgálandó súrlódó alaplapot (pályát) és a súrlódó korongot (testet). A súrlódó alaplapot a, rögzítőcsavarokkal (5) (9.ábra) a lemeztálhoz rögzítjük, és a kézikerekkel (4) a csavarorsót addig forgatjuk, míg a mérőélek (10) egymáshoz érnek. Ebben az állásban a súrlódó alaplapra helyezett szintező, és az állítócsavarok (9) segítségével az alaplapot vízszintbe állítjuk.

Ezután a súrlódó korongot elhelyezzük az alaplapon, és a kézikerek, egyenletes és folyamatos forgatásával egyre nagyobb lejtő-hajlásszögeket állítunk be. Abban a pillanatban, amikor a korong a lejtőn elindul, abahagyjuk a súrlódó lap emelését, és megmérjük a mérőélek (10) távolságát, melyből az adott a szög meghatározható.

A mérés megismétléséhez a kézikerék visszafelé forgatásával a lejtőt annyira visszaengedjük, míg a korong saját súlyától meg nem áll rajta. A korongot ismét elhelyezzük a lejtő felső részén és a továbbiakban az előzőekben leírtak szerint járunk el, és ismét lemérjük a mérőélek távolságát. *A nyugvó súrlódási tényező bizonytalan volta miatt a mérést többször megismételjük.*

5.4. A mérés vázlatja, a nyugvó súrlódási tényező meghatározása

A mérés vázlatát a 10. ábra mutatja. Az ábra alapján

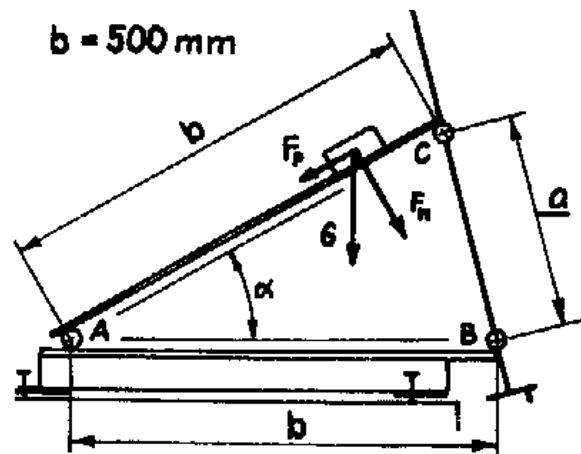
$$\mu = \frac{F_p}{F_n} = \operatorname{tg} \alpha$$

Az A-B-C egyenlőszárú háromszögre felírható Cosinus tétel:

$$a^2 = 2b^2 - 2b^2 \cos \alpha$$

Ebből, a szögfüggvények közötti összefüggések felhasználásával, átalakítások után

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{(2b/a)^2 - 1}}{\frac{1}{2}(2b/a)^2 - 1}$$



10. ábra

6. NYOMATÉK ÉS TELJESÍTMÉNY MÉRÉSEK

A motorok teljesítményét a forgatónyomaték és a hozzá tartozó szögsebesség határozza meg:

$$P = M \omega, \text{ ahol}$$

M : a forgatónyomaték (Nm),

ω : a szögsebesség (rad/s).

A forgatónyomaték és a hozzá tartozó szögsebesség egyidejű mérésével meghatározható, a motor-fordulatszám függvényében a teljesítmény.

A forgatónyomatékot többféle fékberendezéssel lehet mérni, melynek alapján a különböző fékberendezések is osztályozhatók, mint (a leglényegesebbeket említve):

- mechanikus fékek;
- vízfékek;
- elektromos fékek.

A nyomaték a terhelő erő és a Prony-fék karhosszának szorzatából határozható meg:

$$M = F l \text{ (Nm) .}$$

A szögsebességet a percnkénti fordulatszámból (1/min) tudjuk meghatározni, mivel általában a használatban lévő fordulatszám mérők ezt mutatják. Ebből a szögsebesség:

$$\omega = n 2\pi / 60 \text{ (rad/s) , ahol}$$

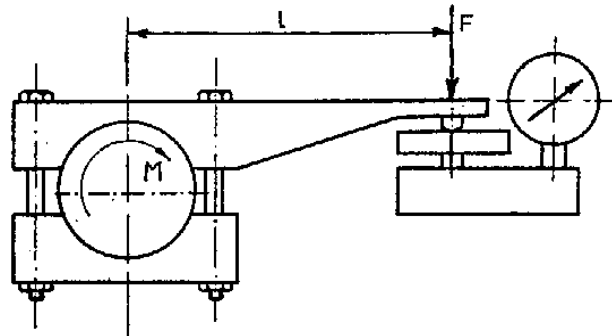
n : a percnkénti fordulatszám (1/min).

6.1. Mechanikus fékek

Jelen laboratóriumi foglalkozásunk során ezen berendezések közül a Prony fékkel találkozunk (11. ábra).

Felépítése: a motor tengelyére egy tárcsa van erősítve, melynek palástjára féktuskók illeszkednek. A féktuskókat csavarok segítségével lehet a tárcsához szorítani, és ezáltal a motort terhelni.

Fontos megjegyezni, hogy ebben az esetben a mérendő motor teljesítménye a fékező tuskó és a tárcsa palástjának felületén hővé alakul, ezért szükséges a berendezés intenzív hűtése (emiat csak kis teljesítményű motor fékezhető ilyen berendezéssel), és a teljesítmény elvész.



11. ábra

A mérés elve: a tárcsa felületén fellépő súrlódó erő a tárcsát elforgatni igyekszik, ezt a hozzáerősített karral, függesztett súlyokkal, vagy mérlegen történő alátámasztással akadályozzuk meg. A forgásponttól (motor tengely-közép) l (m) karhossznyira mérjük a mérlegnél fellépő F (N) erőt, melyből a nyomaték ($M = F l$ (Nm)) kiszámítható.

A mérés elve: a tárcsa felületén fellépő súrlódó erő a tárcsát elforgatni igyekszik, ezt a hozzáerősített karral, függesztett súlyokkal, vagy mérlegen történő alátámasztással akadályozzuk meg. A forgásponttól (motor tengely-közép) l (m) karhossznyira mérjük a mérlegnél fellépő F (N) erőt, melyből a nyomaték ($M = F l$ (Nm)) kiszámítható.

6.2. Vízfékek (hidraulikus fékek)

Elve a folyadéksúrlódási ellenállás hasznosításán alapszik. A berendezés egy forgó-, és egy állórészből épül fel, és a csapágyazott felfüggesztésű állórész a forgástengely körül elfordulhat. Mindkét részen sugárirányú pálcák, vagy lapátok vannak. A forgó-, és az állórész közötti térben víz helyezkedik el, amely üzem közben a hol a forgórész, hol az állórész pálcáival ill. lapátjaival kerül kapcsolatba. Így s a vízfék hajtásához szükséges M nyomatékot a forgó rész a víz közvetítésével adja át az állórésznek, és azt igyekszik elfordítani. Az állórészre erősített karon lévő súlyokhoz kapcsolódó dinamó méterrel a fékezőnyomaték meghatározható. A fék teljesítmény az állórészben lévő víz mennyiségével szabályozható, és teljes egészében a víz melegítésére fordítódik. Ennek megfelelően a víz hűtéséről gondoskodni kell.

6.3. Elektromos fékek

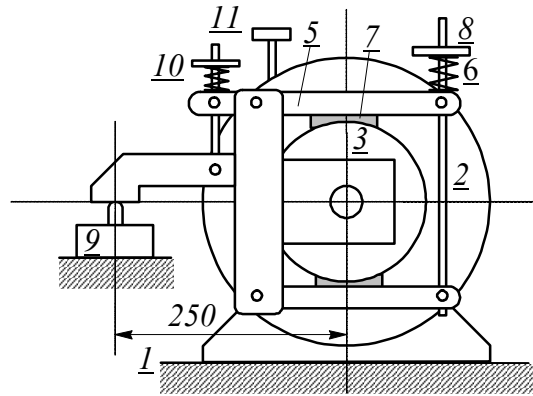
A generátoros, vagy az örvényáramok elvén működő villamos fékeket előnyös tulajdonságaik miatt használják:

- a motor-fékezés pontosan és egyszerűen hajtható végre;
- nagy teljesítményű motorok fékezhetők vele; (A teljesítményt felemésztő mechanikus fékeknél (Prony fék, szalagfék) a felemésztett energia hűtéssel való elvezetése nehézségekbe ütközik.)
- *generátoros fékek* esetén a fékezett motorok energiája villamos energia formájában a hálózatba visszatáplálható, vagy más berendezések hajtásra, táplálására is felhasználható.

Az elektromos fékek villamos folyamatait az Elektrotechnika c. tárgyban kerülnek részletesebb ismertetésre.

6.4. Prony-fékes mérőberendezés

A Prony-fékes mérőberendezést a 12. ábra mutatja. Az alaplaphoz (1) rögzített fékezendő villamos motor (2) forgórészének tengelyére került rögzítésre a féktárcsa (3), és csapágyazáson keresztül ugyan ezen tengelyre támaszkodik a Prony-fék mérőkerete (4). A fékezőnyomaték kifejtése érdekében a mérőkerethez kapcsolt karáttételeken (5) keresztül, terhelő rugók (6) segítségével féktuskók (7) szoríthatók a féktárcsához. A nekiszorítás mértéke, és ezzel a fékezőnyomaték nagysága a terhelő rugók kézikerekkel (8) megvalósított előfeszítésének mértékével szabályozható. A fékezőnyomaték hatására elfordulni igyekvő mérőkeretet az erőmérő cellán (9) létrejövő megtámasztás tartja egyensúlyban. A terheletlen állapot megvalósíthatósága érdekében a féktuskók súlya rugó (10) segítségével egyenlíthető ki. A villamos motor fordulatszáma kézikerekkel (11) fokozatmentesen beállítható.



12. ábra

6.5. A fordulatszám mérése

A fordulatszámot (szögsebességet) fordulatszám-mérővel határozhatjuk meg. A teljesítmény meghatározásához mégpedig egyidőben kell mérni a terhelő erővel.

Mechanikus fordulatszám-mérőkben az elhelyezett súly (röpsúly) centrifugális ereje adja a kitérítő erőt, melyet egy rugó egyensúlyoz ki (12. ábra). Gyakran a mérőműszerben több, szimmetrikusan elhelyezett súly van, melyek a tengellyel és a csúszóvezetékekkel csuklósan kapcsolódnak. A műszer tengelyének forgatásakor a centrifugális erő hatására a súlyok eltávolodni igyekeznek a spirálrugó ellenében, és a csúszóvezetékhez kapcsolódó fogasív útján a mutatót elmozdítják.

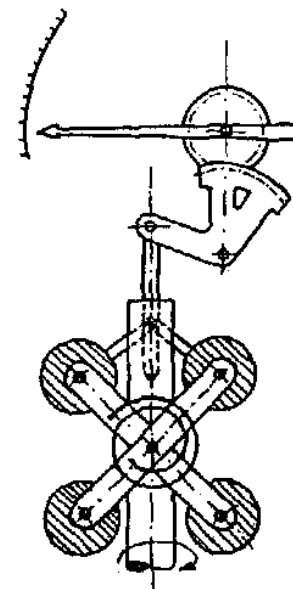
Fontos, hogy az ismeretlen fordulatszámot a mérőműszerrel mérhető maximális fordulatszámától közelítsük meg (mivel elvi működésükből adódóan a legkisebb fordulatszám tartomány rendelkezik a leggyengébb rugókkal).

A mechanikus tachométereken kívül használatosak még:

- indukciós fordulatszám-mérők;
- generátoros fordulatszám-mérők.

A fenti pillanatnyi fordulatszám-mérőkön kívül használatosak olyanok is, melyek a fordulatok számlálása útján, meghatározott időközökre vonatkozó átlagfordulatszámot határoznak meg. Ezekkel a motor egyenlőtlen járásából adódó ingadozások elkerülhetők. Ezek közé tartoznak a

- mechanikus fordulatszám-lálók,
- áramlökéses fordulatszám-láló berendezések.



13. ábra

7. GÁZOK, FOLYADÉKOK NYOMÁSÁNAK ÉS TÉRFOGATÁRAMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

7.1. Nyomásmérés

Nyomásmérés során általában nyomáskülönbséget mérünk, ami azt jelenti, hogy nem az abszolút vákuumtól, hanem a nyomás egy véges értéktől való eltérését határozzuk meg.

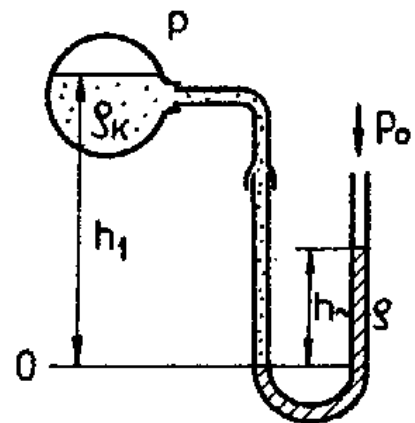
A nyomáskülönbség mindig valamilyen felületre hat, ahol erő keletkezik. Ezt az erőt a vele egyensúlyt tartó folyadékoszlop magasságával, vagy megfelelő rugó deformációjával mérhetjük meg.

A legfontosabb nyomásmérők:

- a folyadékkal működő nyomásmérők;
- rugós nyomásmérők.

Folyadékkal működő nyomásmérők

A mérőfolyadék leggyakrabban U alakú csőben helyezkedik el, melynek egyik szárát a légköri nyomással (p_0), vagy valamely p_2 ismert nyomású térrel, másik szárát a mérendő p_1 nyomású térrel (mely lehet zárt, vagy valamely más szabad légtér is) kötjük össze. Amennyiben a közvetítő közeg sűrűsége elhanyagolható, a nyomáskülönbség (14. ábra):



14. ábra

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \rho g h \text{ (Pa), ahol}$$

ρ : a mérőfolyadék sűrűsége (kg/m^3);

g : a nehézségi gyorsulás: $9,80665 \text{ m/s}^2$;

h : a mérőfolyadék szintkülönbsége (m).

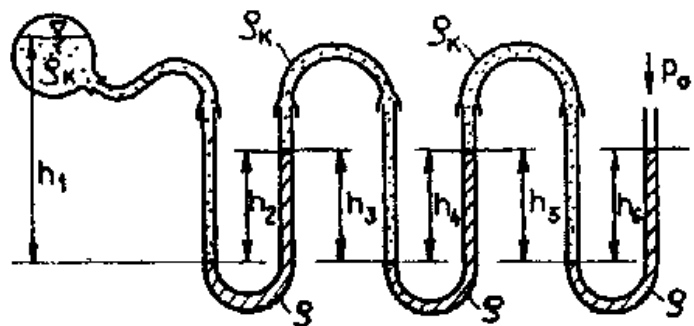
Akkor, ha a közvetítőközeg sűrűsége a mérőfolyadék sűrűségéhez képest nem hanyagolható el, a mérhető nyomáskülönbség:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = (\rho - \rho_k) g h \text{ (Pa), ahol}$$

ρ_k : a közvetítőközeg sűrűsége (kg/m^3).

Amennyiben p_2 a légköri nyomással (p_0) egyenlő, a Δp nyomáskülönbség a légköri nyomástól való eltérést adja meg.

Nagy nyomáskülönbségek mérésénél több U csöves manométert kell sorbakötni (15. ábra). Ebben az esetben a nyomáskülönbség:



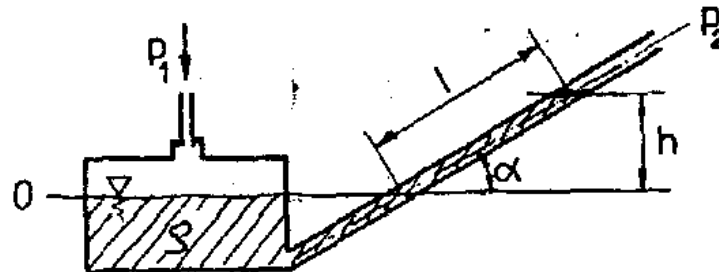
15. ábra

$$\Delta p = p - p_0 = \rho g (h_2 + h_4 + h_6) - \rho_k g (h_1 + h_3 + h_5).$$

Kis nyomáskülönbségek mérésénél *ferdecsövű manométereket* használunk (16. ábra), ahol

$$\Delta p = p - p_0 = \rho g h = \rho g l \sin \alpha .$$

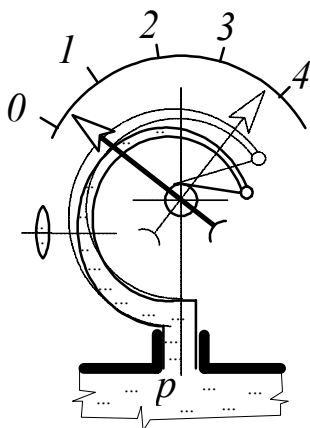
Ilyen mikromanométereknél az α hajlásszög általában állítható.



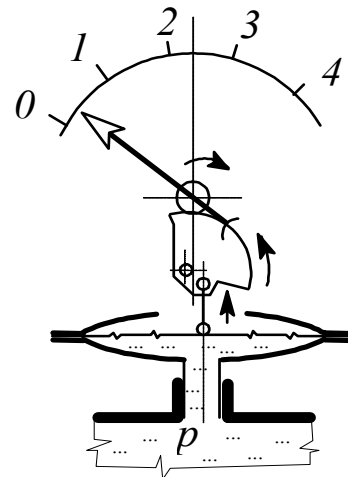
16. ábra

Rugós nyomásmérők

A legelterjedtebb üzemi nyomásmérő műszerek, melyek a fémek rugalmas deformációja alapján működnek. Az alakváltozás mértéke valamilyen tapasztalati összefüggésben van a bevezetett túlnyomás nagyságával. Ezek a műszerek mindig az őket körülvevő nyomáshoz képest mérik a meghatározandó nyomás-különbségét. Ezeket mérés előtt hitelesíteni kell. Felépítésük alapján csőrugósak (17. ábra), vagy lemeZRugósak (18. ábra) lehetnek, melyeknél egy csőrugóba vagy szelencébe jutó nyomás által okozott deformációt egy mutatóra vezetve olvasható le a környezettől mért nyomáskülönbség. Ilyen elven működik a legtöbb *légnnyomásmérő* (barométer) is.



17. ábra



18. ábra

7.2. Térfogatáram (áramló közegmennyiség) mérése

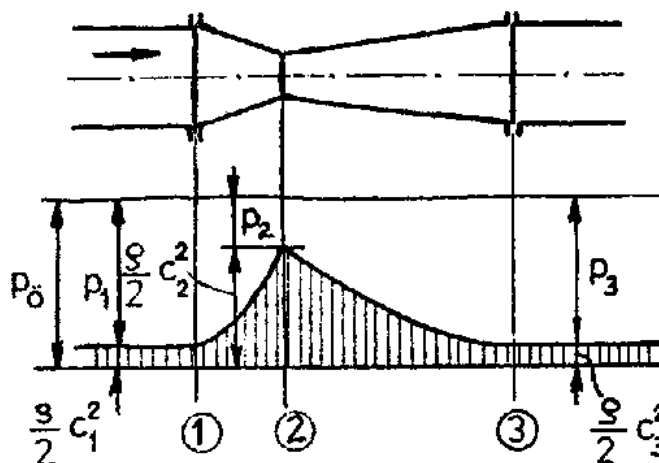
Az időegység alatt valamely keresztmetszetben átáramló közeg térfogat-, vagy tömegmennyiségének meghatározását visszavezethetjük nyomáskülönbség mérésére az áramló közeg útjában elhelyezett szűkítéssel. Ennek alapján többek között mérhetünk:

- Venturi csővel;
- mérőperemmel.

Venturi cső

Kialakítását tekintve egy rövid konfúzorból és egy hosszú diffúzorból áll, a valóságos folyadék áramlásánál fellépő veszteségek csökkentése miatt (19. ábra).

Amennyiben ismerjük a d_1 és d_2 (1. és 2. keresztmetszethez tartozó) átmérőket, és mérjük az 1. és 2. keresztmetszetekben fellépő p_1 és p_2 nyomásokat ill. közvetlenül azok különbségét, akkor a Bernoulli egyenlet és a folytonosság tétele alapján kiszámolható valamely keresztmetszetben az ismert sűrűségű áramló folyadék sebessége ill. térfogatárama.



19. ábra

Az 1. keresztmetszetben számítható sebesség:

$$c_1 = \sqrt{\frac{2}{\rho} \frac{p_1 - p_2}{(A_1 / A_2)^2 - 1}} \text{ (m/s), ahol}$$

$p_1 - p_2 = \Delta p$: a jelölt 1. és 2. keresztmetszet közötti nyomáskülönbség (Pa);

ρ : az átáramló közeg sűrűsége (kg/m^3);

A_1 : az 1. keresztmetszet felülete (m^2); A_2 : a 2. keresztmetszet felülete (m^2).

A számítható térfogatáram (figyelembe véve a fenti jelöléseket):

$$\dot{Q} = c_1 A_1 \text{ (m}^3\text{/s)} .$$

Figyelembe véve a valóságos (veszteséges) folyadék áramlását a Venturi cső ζ ellenállás-tényezőjével a térfogatáram a következő módon számolható:

$$\dot{Q} = A_1 \sqrt{\frac{2}{\rho} \frac{p_1 - p_2}{(A_1 / A_2)^2 - 1 + \zeta}} \text{ (m}^3\text{/s)} .$$

A ζ szokásos értéke konfúzor oldalon 0,03-0,05.

Mérőperem

Segédletünkben nem ismertetjük, leírását és a vele való mérés módszerét az MSZ 1709 sz. szabvány írja elő.

8. HŐMÉRSÉKLET MÉRÉS

Az alábbi hőmérséklet mérők kerülnek alkalmazásra a leggyakrabban:

- folyadékos hőmérők;
- nyomásváltozáson alapuló hőmérők;
- termoelemes hőmérők;
- ellenállás hőmérők;
- termisztoros hőmérők.

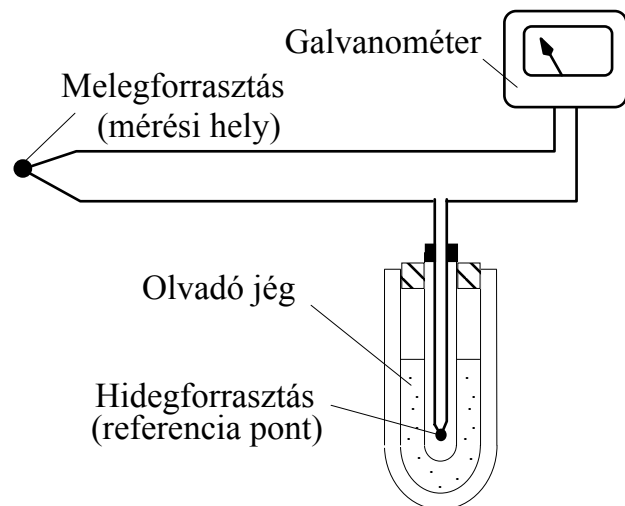
A felsoroltak közül csak azokkal foglalkozunk, melyek a tárgy labormérései során alkalmazásra kerülnek.

8.1. Folyadékos hőmérők

Leggyakoribb a higannyal töltött, mivel az nem nedvesíti az üveget. Mérési tartománya -39°C és 357°C (234 K és 630 K) között van. Pontos mérésnél a hőmérőt annyira kell a közegbe (ami lehet áramló közeg is) meríteni, hogy a mérendő hőmérsékletre való felmelegedéséhez szükséges hőt teljes egészében át tudja venni a közegtől.

8.2. Termoelemes hőmérők

Működési elve azon alapul, hogy különböző fémek összeforrasztási helyei között a hőmérséklet különbséggel arányos elektromos feszültség-különbség keletkezik. Ezt az elektromotoros erőt galvanométerrel tudjuk mérni, amely hőfokra van skálázva. Mivel gyakorlatilag feszültség-különbséget mérünk, ügyelni kell arra, hogy a meleg és a hideg forrasztási pont hőmérséklet különbségét mutatja a műszer, ezért pontos mérésnél a hideg forrasztási pontot állandó hőmérsékleten (pl. termoszban olvadó jégben 0°C -on ill. 273 K -en) kell tartani (20.ábra). Ha a hőelem-párnak hosszabb kivezetésre van szüksége, úgy azokat azonos anyagból kell készíteni. A leggyakrabban használt hőelem-párok:



20. ábra

réz - konstantán

vas - konstantán

krómnikkel - konstantán

platina - platinaródium

8.3. Ellenálláshőmérők

Működési elve azon alapul, hogy a fémek villamos ellenállása a hőmérséklet függvényében változik, Az ellenálláshőmérők fémjének a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie:

- hőmérséklettényezője minél nagyobb legyen;
- ellenállása a hőmérséklet egyértelmű függvénye legyen;
- a mérőközeggel való érintkezés során azzal semmilyen kölcsönhatásba ne lépjen, mivel ez ellenállás változással jár.

Ellenálláshőmérő alkalmazásakor a hőmérséklet-mérést villamos ellenállás-mérésre vezetjük vissza.

A leggyakrabban alkalmazott ellenálláshőmérők

- platina ellenálláshőmérő;
- nikkel ellenálláshőmérő;
- réz ellenálláshőmérő.

9. JEGYZŐKÖNYV MINTÁK

A következőkben a félév során elvégzendő laboratóriumi mérésekről beadandó jegyzőkönyvek elkészítéséhez segítségként mintákat adunk. Az elkészítendő jegyzőkönyvek *tartalmi* vonatkozásban (pl. mérés vázlata, alkalmazott eszközök, kiértékelés, diagramok stb.) **a megadott mintáktól általában eltérnek**, a mindenkori laboratóriumi gyakorlaton elvégzett méréseknek megfelelően. A mintajegyzőkönyvek az alábbi mérési gyakorlatokhoz tartoznak:

- Területmérés polárplaniméterrel;
- Súrlódási tényező mérése;
- Prony-fékes mérés;
- Venturi csöves mérés;
- Hőmérséklet mérés
- Lengésidő mérés.

A jegyzőkönyvek A/4 méretű dipára, vagy vastagabb fehér lapra készíthetők, *formájukat* tekintve a mintajegyzőkönyveknek megfelelően. Az ábrák szerkesztve (körzővel, vonalzóval), ceruzával, vagy fekete tollal kihúzva, a feliratok szabványbetűkkel (*kézírással*), tollal, a diagramok milliméter papírra, *ceruzával* ill. fekete tollal készíthetők.

ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	TERÜLETMÉRÉS POLÁRPLANIMÉTERREL	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

A mérés célja: Indikált középnyomás meghatározása a diagram alapján

Mérőeszköz: Polárplaniméter gy.sz.: 787 269; Mérőkar hossza: 180 mm

1.) A planiméter állandójának meghatározása ismert kör területének mérésével:

A kör sugara: 3 cm; Területe: $3^2\pi = 28,2743 \text{ cm}^2$

Mért fordulatok (N=6): fordulat					
0,290	0,290	0,292	0,297	0,288	0,288

a mért adatok átlaga: $\bar{n} = 0,291$ ford.

$s^* = 0,00337$ ford.

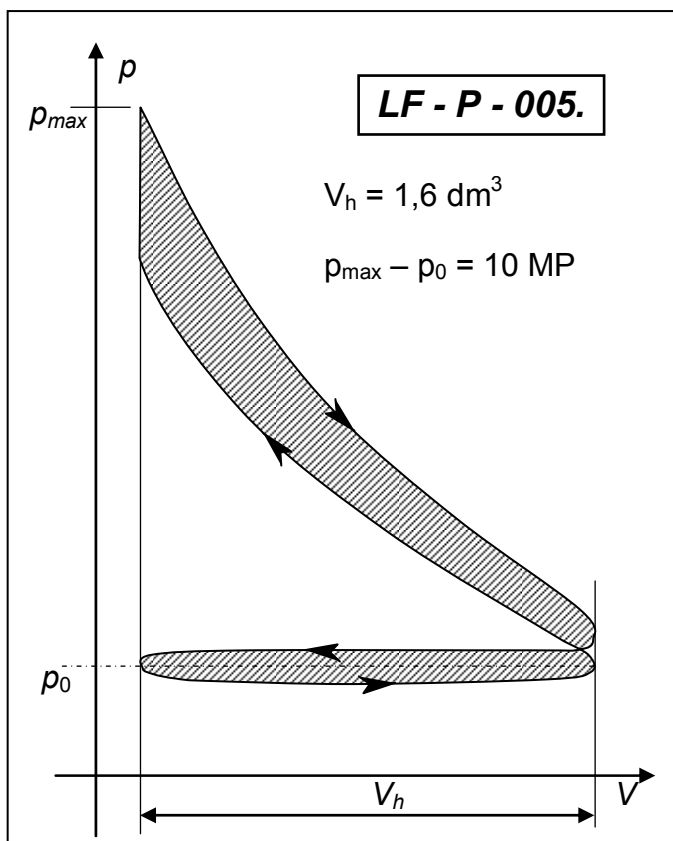
A planiméter-állandó: $c = \frac{T_0}{\bar{n}} = \frac{28,2743}{0,291} = 97,219 \frac{\text{cm}^2}{\text{ford.}}$

2.) Indikált középnyomás meghatározása:

A területmérés adatai (N=6): ford.					
0,077	0,080	0,081	0,078	0,079	0,078

a mért adatok átlaga: $\bar{n} = 0,079$ ford.

$s^* = 0,00147$ ford.



A diagram területe:

$A = c \bar{n} = 97,219 \cdot 0,079 = 7,661 \text{ cm}^2$

Nyomáslépték:

$$\lambda_p = \frac{10 \text{ MPa}}{8,2 \text{ cm}} = 1,2195 \frac{\text{MPa}}{\text{cm}}$$

Térfogatlépték:

$$\lambda_v = \frac{1,6 \text{ dm}^3}{5,5 \text{ cm}} = 0,2909 \frac{\text{dm}^3}{\text{cm}}$$

A munka: $W = \lambda_p \lambda_v A =$

$$= 1,2195 \cdot 0,2909 \cdot 7,661 = 2,718 \text{ J}$$

Az indikált középnyomás:

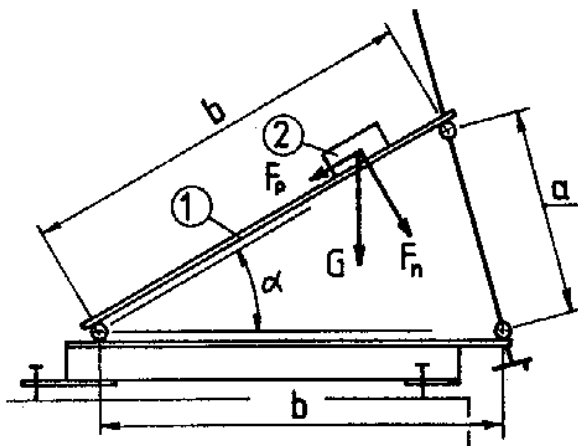
$$p_i = \frac{W}{V_h} = \frac{2,718}{1,6} = 1,699 \text{ MPa}$$

ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	SÚRLÓDÁSI TÉNYEZŐ MÉRÉSE	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

A mérés célja: Nyugvó súrlódási tényező meghatározása

Mérőeszköz: Súrlódásmérő berendezés: N^o 1

A mérés vázlatja:



$$\mu = \frac{F_p}{F_n} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{\left(\frac{2b}{a}\right)^2 - 1}}{\frac{1}{2}\left(\frac{2b}{a}\right)^2 - 1}$$

$$B = 500 \text{ mm}$$

Mért mennyiségek: (1) - alaplap; anyaga: ALUMÍNIUM

(2) - korong; anyaga: RÉZ

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_i mm	182	185	168	181	170	186	180	166	171	184
μ_i	0,383	0,390	0,351	0,381	0,356	0,393	0,377	0,346	0,358	0,388

$$\bar{\mu} = 0,372$$

$$s_{\mu}^* = 0,0178$$

$$r_{\mu}^* = \frac{s_{\mu}^*}{\bar{\mu}} = \frac{0,0178}{0,372} = 0,0476$$

Normális- (Gauss-) eloszlást feltételezve, μ értéke 95 %-os valószínűséggel a

$$[\bar{\mu} - 2 s_{\mu}^*, \bar{\mu} + 2 s_{\mu}^*] = [0,337, 0,408]$$

intervallumban van.

A mérés célja: Villamos motor leadott nyomatékának és teljesítményének meghatározása

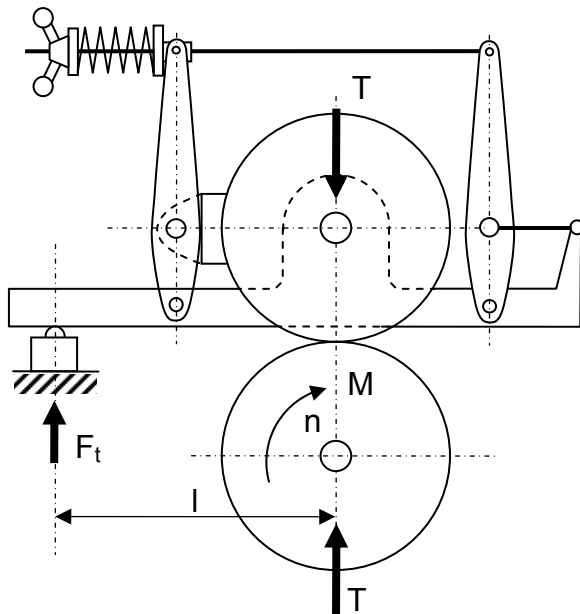
Felhasznált eszközök: Prony-fékes mérőberendezés

Villamos motor: MIRKÖZ MD1 gy.sz.: 707

Fordulatszám kijelző: RFT ZÄHLER sz.: 123-1218

Erőmérő kijelző: MOM DAFO 03 sz.: 123-477

A mérés vázlatja:



$$M = F_t \cdot l \text{ (Nm)}$$

$$P = M \cdot \omega = M \cdot \frac{2\pi n}{60} \text{ (W)}$$

$$l = 0,25 \text{ m}$$

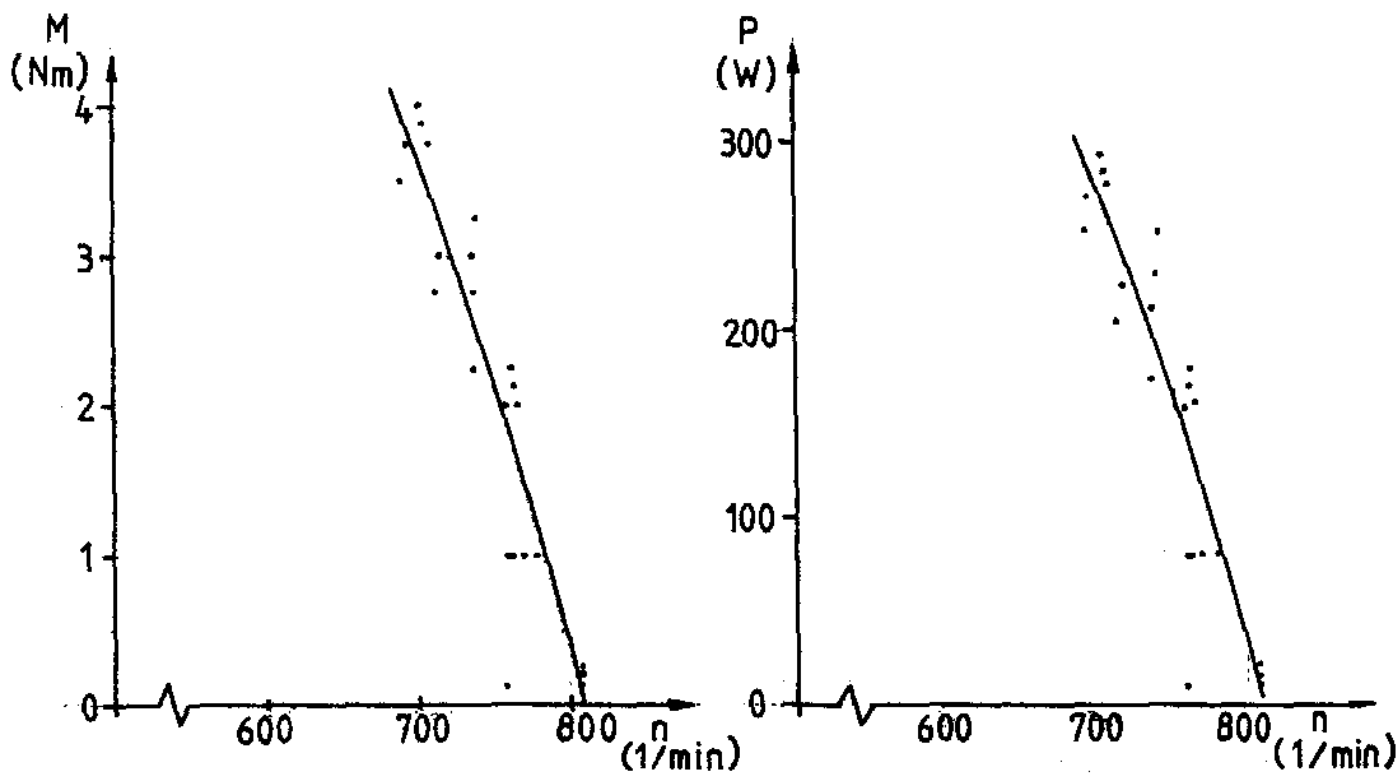
T – összeszorító erő

Mért mennyiségek: Támaszerő: F_t (N)

Fordulatszám: n (1/min)

l.	F_t	0,5	0,8	1	0,8	0,5
	n	757,8	807,5	807,4	807,2	808,3
	M	0,125	0,2	0,25	0,2	0,125
	P	9,92	16,91	21,14	16,91	10,58

II.	F_t	4	4	4	4	4
	n	778,6	768,7	760,4	759,4	761,5
	M	1	1	1	1	1
	P	81,53	80,5	79,63	79,52	79,74
III.	F_t	8	9	9	8	8,5
	n	757,8	736,7	761,7	765,9	764,2
	M	2	2,25	2,25	2	2,125
	P	158,7	173,6	179,5	160,4	170,1
IV.	F_t	12	13	12	11	11
	n	737,2	739,4	715,3	711,8	736,5
	M	3	3,25	3	2,75	2,75
	P	231,6	251,7	224,7	205,0	212,1
V.	F_t	15	15	14	15,5	16
	n	706,8	692,2	689,5	703,3	701,4
	M	3,75	3,75	3,5	3,875	4
	P	277,6	271,8	252,7	285,4	293,8



ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	PRONY-FÉKES MÉRÉS	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

A mérés célja: Villamos motor leadott nyomatékának és teljesítményének meghatározása

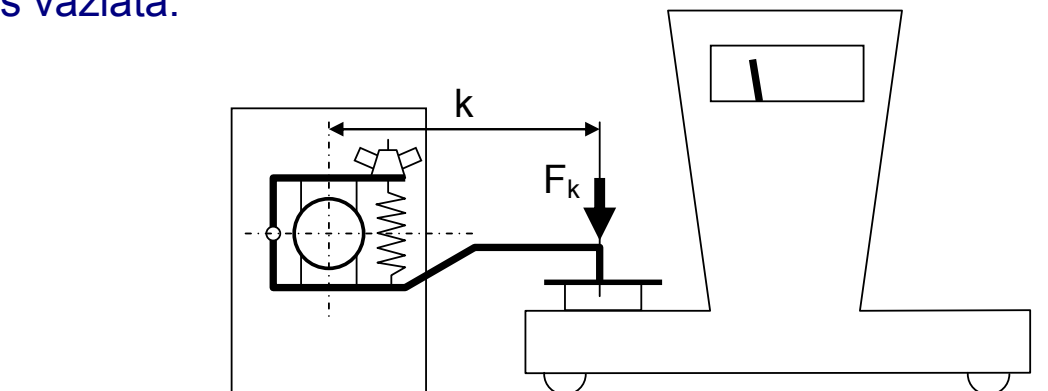
Felhasznált eszközök: Fordulatszám mérő óra: gy.sz.: H6 Nr. 3146

Mérleg: gy.sz.: 631 139

Villamos motor: gy.sz.: J 9188/36

Prony-fék

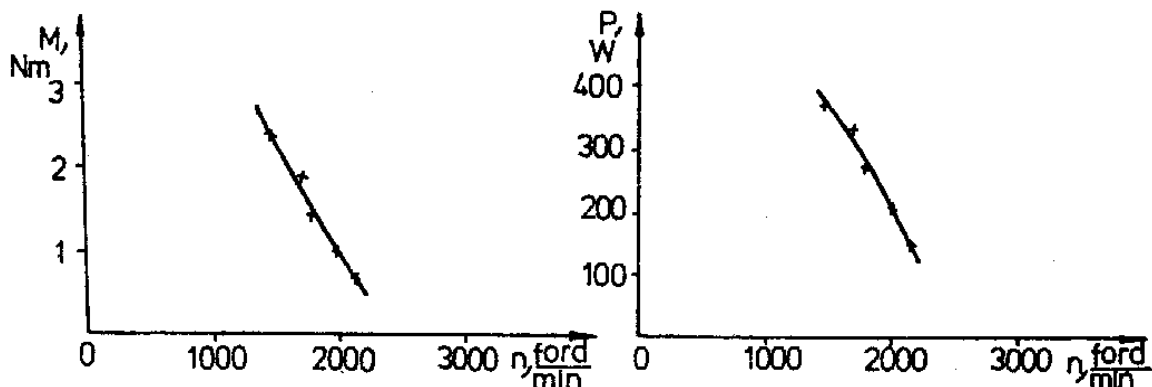
A mérés vázlatja:



Mért mennyiségek: karhossz: $k = 352 \text{ mm} = 0,352 \text{ m}$
kartámaszerő: $F_t = 0,263 \text{ kp} \approx 2,580 \text{ N}$
fordulatszám: $n \text{ ford/min}$
kerületi erő: $F_k \text{ kp}$

$n \text{ (ford/min)}$	$F_k \text{ (kp)}$	$F_k \text{ (N)}$	$F = F_k - F_t \text{ (N)}$	$M = kF \text{ (Nm)}$	$\omega \text{ (rad/s)}$	$P \text{ (kW)}$
1480	0,95	9,35	6,78	2,39	154,97	370,1
1720	0,80	7,89	5,31	1,87	180,10	337,0
1800	0,68	6,67	4,09	1,44	188,48	271,2
2000	0,55	5,39	2,81	0,99	209,42	207,5
2150	0,45	4,41	1,83	0,64	225,13	145,2

Az eredmények diagramjai:



ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	VENTURI-CSÖVES MÉRÉS	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

A mérés célja: A nyomáseloszlás és az áramló levegőtérfogat meghatározása

Felhasznált eszközök: barométer, gy.sz.: B 685

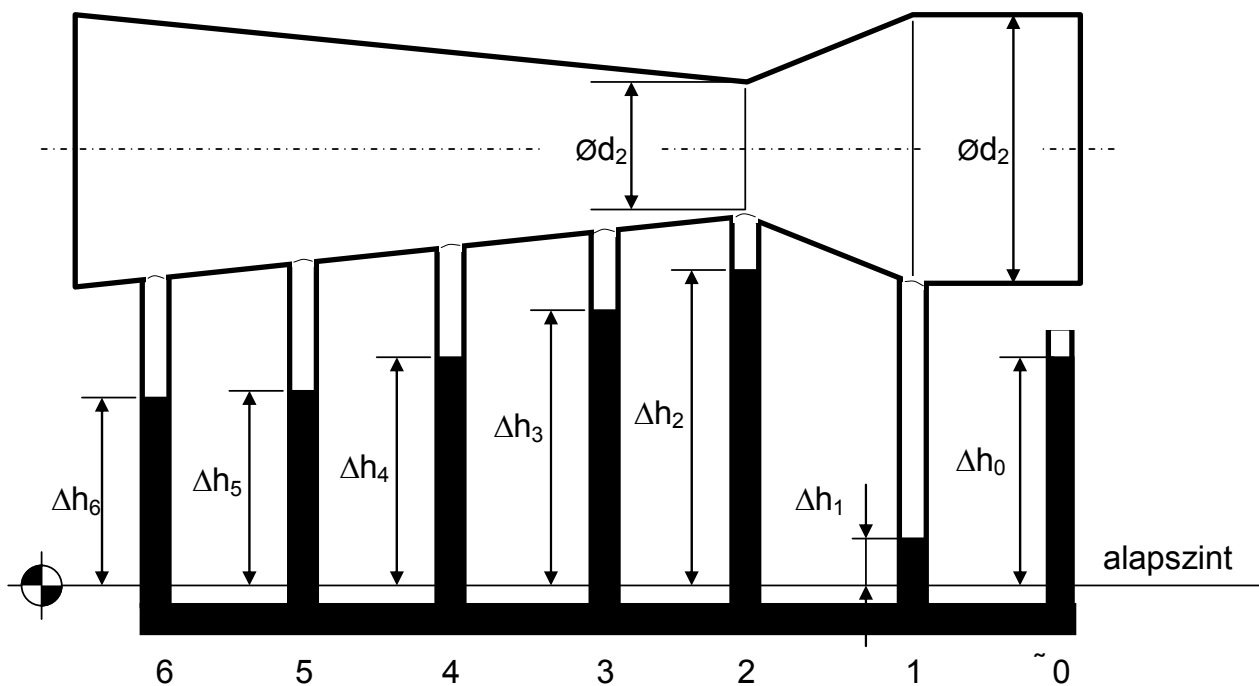
toroid transzformátor: 4890

Venturi cső: ellenállástényező: $\zeta = 0,05$

mérőfolyadék: víz, $\rho_v = 10^3 \text{ kg/m}^3$

áramló közeg: levegő, $\rho_l = 1,23 \text{ kg/m}^3$

A mérés vázlatja:



Mért mennyiségek: $d_1 = 100 \text{ mm}$, $d_2 = 25 \text{ mm}$

légtörnyomás: $p_0 = 756,1 \text{ Hgmm} = 100767,24 \text{ Pa}$

magasságtérítések az alapszinttől: $\Delta h_i \text{ mm}$

l	0	1	2	3	4	5	6
$\Delta h_i \text{ (mm)}$	50	11	67	54	45	42	41
$\Delta h_i - \Delta h_0 \text{ (mm)}$	0	-39	17	4	-5	-8	-9
$\Delta p_i \text{ (vo.mm)}$	0	-39	17	4	-5	-8	-9
$\Delta p_i \text{ (Pa)}$	0	-382,46	166,71	39,29	-49,03	-78,45	-88,26
$p = p_0 - \Delta p_i \text{ (Pa)}$	100767	101150	100601	100728	100816	100846	100856

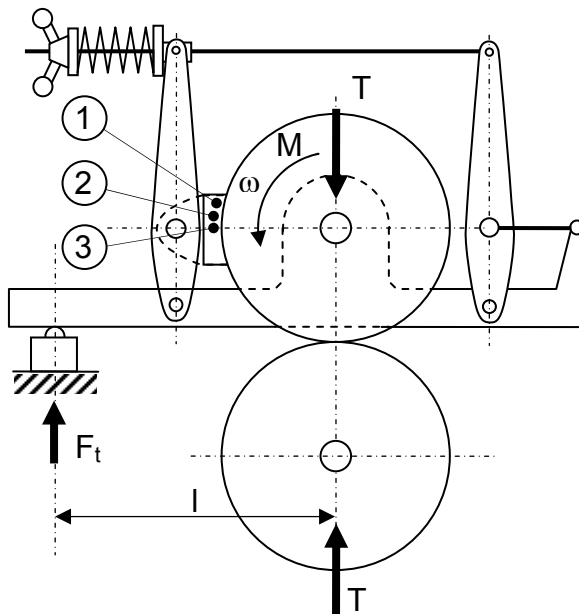
$$\text{Térfogatáram: } \dot{Q} = A_2 v_2 = A_2 \sqrt{\frac{2}{1 - (A_2/A_1)^2 + \zeta} \frac{|p_2 - p_1|}{\rho_t}} = 1,473 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	HŐMÉRSÉKLET MÉRÉS	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

A mérés célja: Féktuskó felmelegedési és lehülési viszonyok vizsgálata

Felhasznált eszközök: Prony-fékes mérőberendezés
Tapintóhőmérő: TM-25 gy.sz.: 174

A mérés vázlatja:



$$l = 0,25 \text{ m}$$

A hővé alakuló teljesítmény:

$$P = \frac{2\pi}{60} F_t l n$$

Mért mennyiségek: ① – ② – ③ - hőmérsékletmérési pontok

Leolvasási időköz: $\Delta t = 10 \text{ s}$

Hővé alakuló átlagos teljesítmény:

$$F = 36 \text{ N} \quad n = 616,1 \text{ 1/min}$$

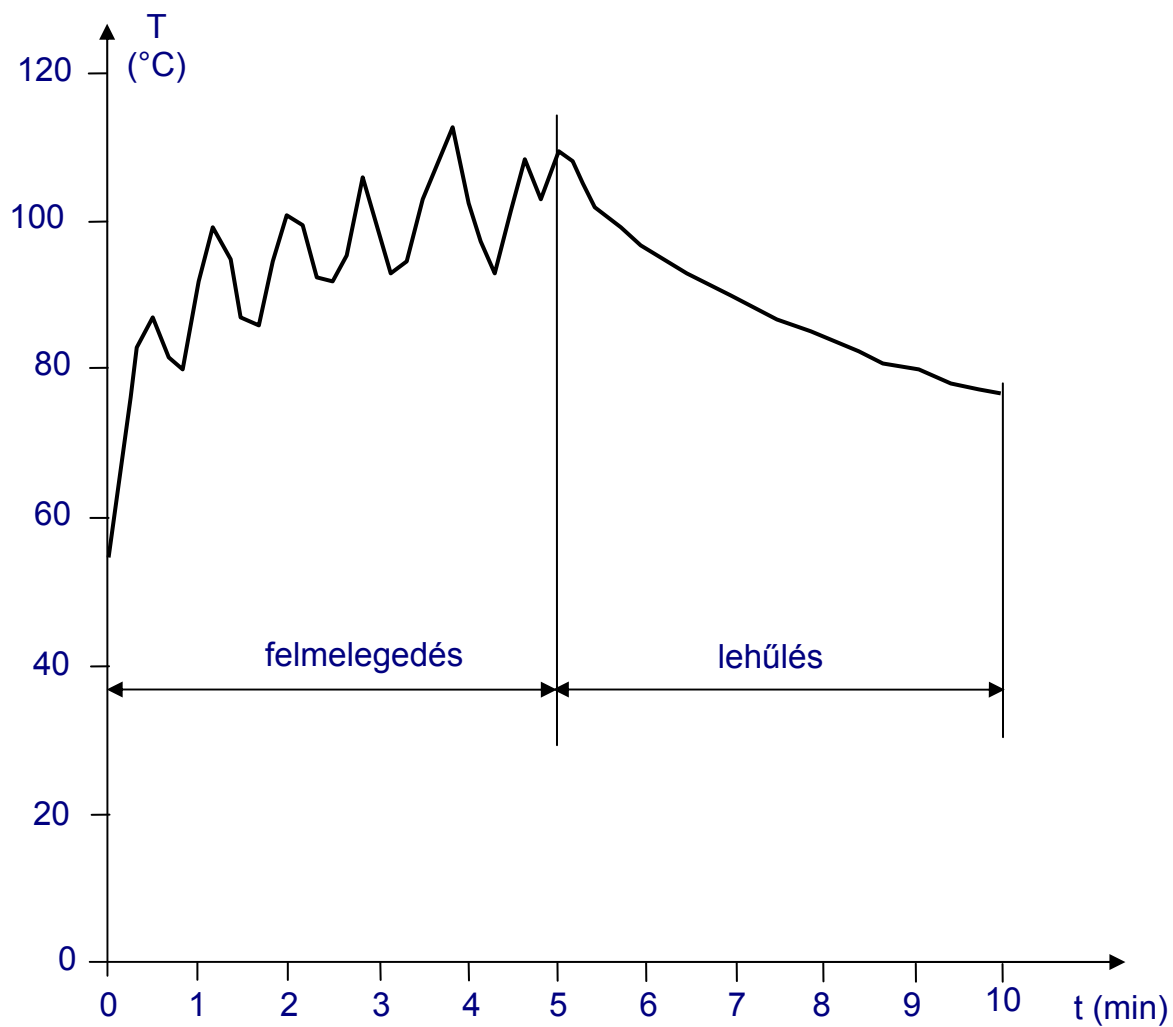
$$P = \frac{2\pi}{60} \cdot 36 \cdot 0,25 \cdot 616,1 = 580,4 \text{ W}$$

Környezeti hőmérséklet: $T_k = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Kezdeti hőmérséklet: $T_0 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Hőmérséklet a ② mérési pontban:

	Idő (min)	T_2 (°C)					
MELEGEDÉS	0 – 1	69	82	87	82	80	90
	1 – 2	99	95	87	85	95	101
	2 – 3	100	93	92	96	106	100
	3 – 4	93	95	106	108	113	104
	4 – 5	97	93	100	109	103	110
LEHŰLÉS	5 – 6	108	105	102	100	99	97
	6 – 7	96	95	94	92,5	91,5	90
	7 – 8	89	88,5	87,5	87	86	85
	8 – 9	84,5	83,7	83	82,2	81,5	81
	9 – 10	80,2	79,7	79	78,2	77,7	77

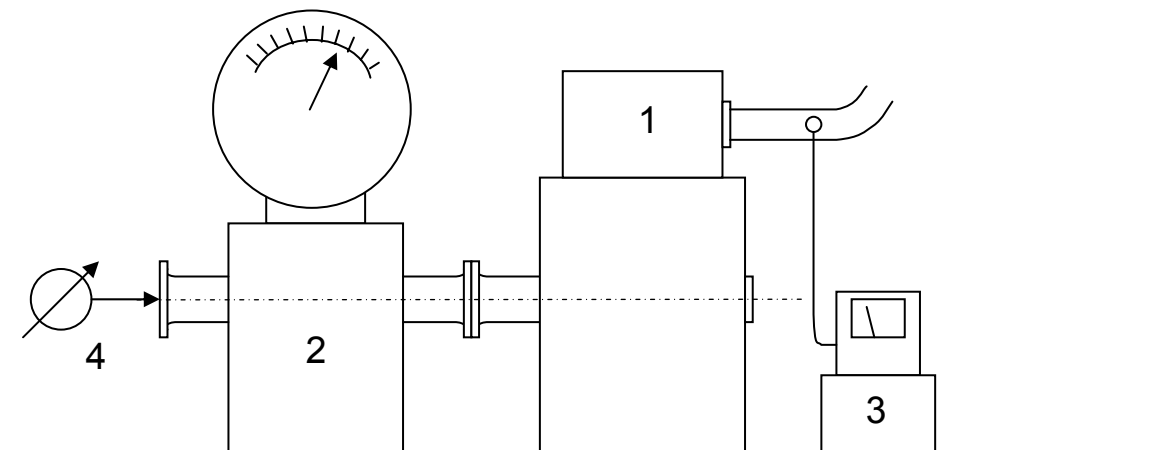


ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	HŐMÉRSEKLET MÉRÉS	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

A mérés célja: Dízelmotor kipufogógáz hőmérsékletének meghatározása a leadott teljesítmény függvényében

Felhasznált eszközök: 1. SF-1 tip. léghűtéses dízelmotor
 2. ATUKI tip. vízörvényfék
 3. Fe – Ko hőelempár
 4. fordulatszám mérő óra: gz.sy.: J 9188/36

A mérés vázlatja:

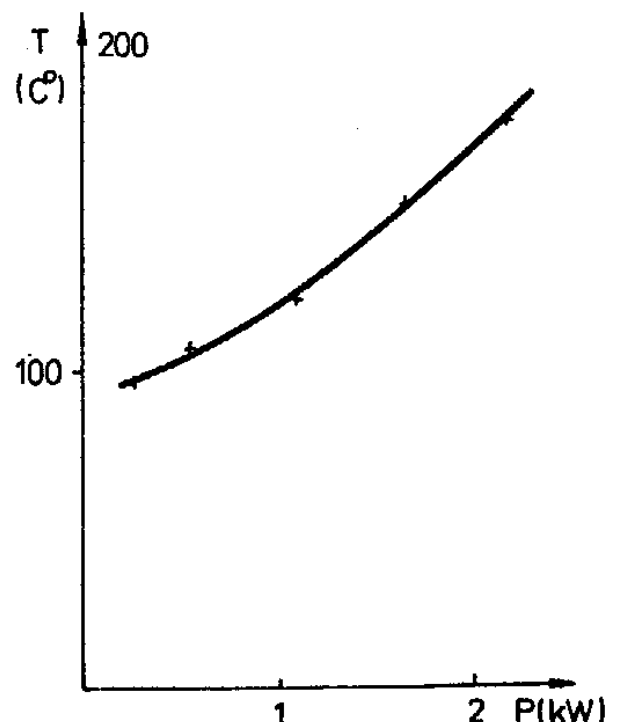


Mért mennyiségek:

Féksúly: G (kp)
 Fordulatszám: n (1/min)
 Hőmérséklet: T (°C)

$$P^{(kW)} \approx 0,736 \frac{G^{(kp)} n^{(1/min)}}{1000}$$

G (kp)	n (1/min)	T (°C)	P (kW)
0,25	1500	95	0,276
0,5	1480	105	0,545
1	1480	121	1,089
1,5	1480	150	1,634
2	1470	175	2,164



ÁLTALÁNOS JÁRMŰGÉPTAN	LENGÉSIDŐ MÉRÉS	Név
Mérés dátuma		Házi feladat kód

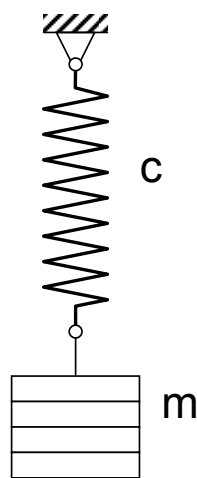
A mérés célja: Lengő tömeg meghatározása lengésidő mérésével

Felhasznált eszközök: JAQUET stopperóra: gy.sz.: 175412

Mérőállvány

Mérőrugó: rugóállandója: $c = 2,281 \text{ mm/N}$

A mérés vázlatja:



A mérés elve:

A mérendő tömeget ismert rugóállandójú rugóra függesztjük, és meghatározzuk a lengésidőt, amiből:

$$m = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$$

A mért eredmények: 10 lengés ideje: T_{10}

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_{10} (s)	5,9	6,0	6,0	5,9	6,0	5,9	5,9	5,9	5,95	5,95

Az átlag: $\bar{T}_{10} = 5,94 \text{ s}$; $s_{T_{10}}^* = 0,0459 \text{ s}$; $\frac{s_{T_{10}}^*}{\bar{T}_{10}} = \frac{0,0459}{5,94} = 0,00773$

A lengésidő: $\bar{T} = \frac{\bar{T}_{10}}{10} = \frac{5,94}{10} = 0,594 \text{ s}$

A lengő tömeg közelítő tömege: $\bar{m} = \frac{0,594^2}{4\pi^2 \cdot 2,281} \cdot 10^3 = 3,918 \text{ kg}$

$$\frac{s_m^*}{\bar{m}} = 2 \frac{s_T^*}{\bar{T}} = 2 \frac{s_{T_{10}}^*}{\bar{T}_{10}} = 2 \cdot 0,00773 = 0,01545$$

$$s_m^* = \bar{m} \frac{s_m^*}{\bar{m}} = 3,918 \cdot 0,01545 = 0,06055 \text{ kg}; \quad 2 s_m^* = 0,121 \text{ kg}$$

A lengő tömeg (95 %-os valószínűséggel): $m = 3,918 \pm 0,121 \text{ kg}$