Ütemterv

az **Autóipariáramlás- és hőtechnikai berendezések**c. tárgyhoz (GEAHT 531-B)

Járműmérnöki alapképzési szakos hallgatók részére

őszi félév (2 óra előadás+2 óra gyakorlat)

1.hét: Alapdefiníciók. Az erő- és munkagépek osztályozása különböző szempontok szerint.
2.hét: Csővezeték jelleggörbe. Az erő- és munkagépek alapvető üzemi jellemzői.
3.hét: Szivattyú csővezetékben. Turbógépek fő üzemi jellemzői.
4.hét: Áramlás a járókerékben, sebességi háromszögek, az Euler turbinaegyenlet. A sebességi- és nyomási energia változása a járókeréken, reakciófok, járókerék- és lapátcirkuláció. A perdületapadás jelensége.
5.hét: Hasonlósági törvények, fajlagos üzemi jellemzők. Szivattyúk jelleggörbéinek meghatározása méréssel.
6.hét: Szivattyúk szívóképessége. Szivattyútípusok és alkalmazási területeik. Szivattyúk indítása és szabályozása.
7.hét: Ventilátorok üzemi jellemzői, jelleggörbéi és szabályozásuk. Radiális és axiális ventilátorok.
8.hét: Turbófúvók és kompresszorok.
9.hét: Hidrodinamikus nyomatékváltó és tengelykapcsoló.
10.hét: Gázturbinák. A térfogatkiszorítás elvén működő munkagépek osztályozása. Dugattyús szivattyúk üzemi jellemzői.
11.hét: Dugattyús szivattyúk folyadékszállításának időbeli lefolyása, a légüst.
12.hét: Radiál- és axiáldugattyús szivattyúk és motorok. A hidrosztatikus hajtómű.
13.hét: A forgódugattyús szivattyúk típusai, a fogaskerékszivattyú, a lamellás gép és a tömlőszivattyú folyadékszállítása. Dugattyús kompresszorok.
14.hét: Hűtőkörfolyamaton alapuló berendezések. Hűtőgépek, hőszivattyúk, klímaberendezések. Hőcserélők.

Tantárgyi követelmények

Az előadások 60%-án kötelező a részvétel, valamint a gyakorlatok maximum 30%-ról lehet hiányozni!
Az aláírás feltétele a félév során írandó egy zárthelyi dolgozat legalább 40%-os teljesítése. Az utolsó oktatási héten pótzárthelyit biztosítunk.
Vizsga: 10db minimumteszt kérdésből minimum 8 helyes megválaszolása, ezt követően tételsorból vizsgakérdések húzása, szóbeli vizsga. Értékelés az ötfokozatú skála szerint.

Ajánlott irodalom

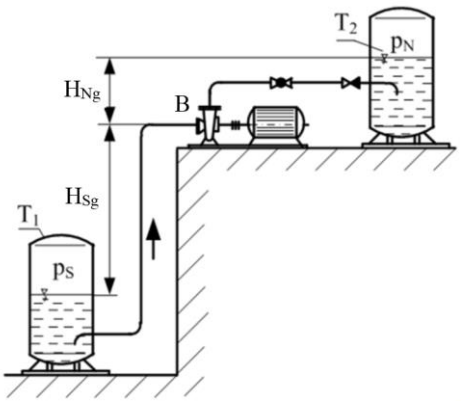
- Dr. Szabó Szilárd: Áramlás- és hőtechnikai gépek. Elektronikus előadásvázlat. (Letölthető az E-learning portálról)
- Szabó Szilárd: Áramlástechnikai gépek példatár, Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991, J14-1729
- Fülöp, Z.: Kalorikus gépek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991. [2] Fülöp, Z.: Gázturbinák, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen. Zweiter Band. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982.
- Bejan, A.: Heat Transfer. John Wiley and Sons, New York, 1993.;
- Mike Stubblefield, John H Haynes: Automotive Heating & Air Conditioning Manual Haynes Publishing, 1993, ISBN 1563920719
- Steve Rendle: Air Connditioning Systems Techbook, 1999, ISBN 1859605567
- Dr. Kováts Miklós: Turbófeltöltés alkalmazása járműmotoroknál, Maróti Könyvkiadó, 2006 ISBN 963900572x
- Robert Bosch GmbH szerzői kollektíva: Common Rail befecskendező rendszerek, Maróti Könyvkiadó, ISBN 9639005797

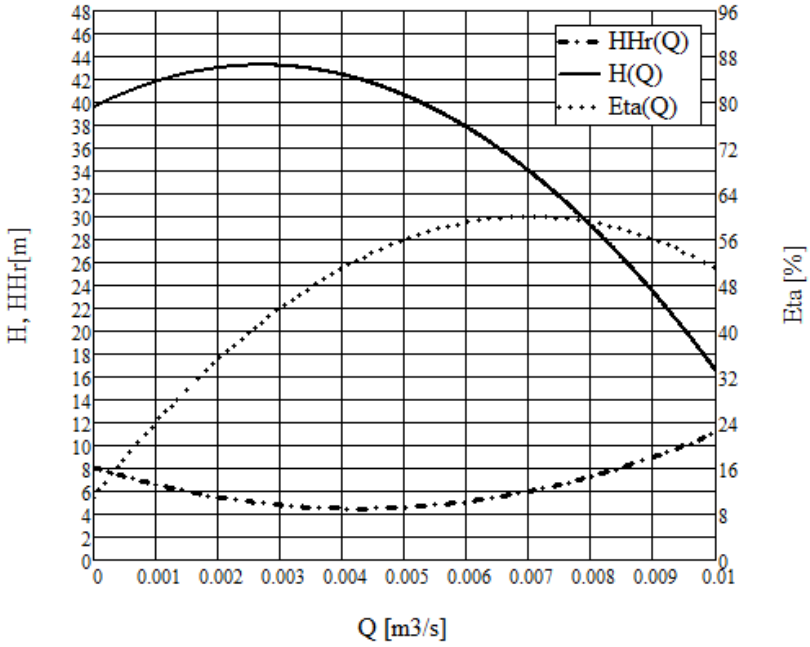
Név:	
Neptun:	

Jegy	Feladat	**1.**	**2.**	**3.**	
	Elérhető	12	8	11	Σ31
	Elért				

A zárthelyi időtartama: 85perc. A megfelelt minősítéshez 50% szükséges. Jó munkát!
A mellékelt oldalak számozása kötelező!

1. feladat (14p)





Egy szivattyú az ábrán vázolt elrendezésben a T_1 jelű nyitott p_S=p_0=1bar nyomású, nagyméretű szívótartályból a T_2 jelű p_N=1,2bar nyomású, nagyméretű nyomótartályba ρ=10^3kg/m^3 sűrűségű vizet szállít. A szivattyú jelleggörbéit a diagram tartalmazza. A szivattyú a telepítést követően a névleges üzemállapotban dolgozik. g≈10m/s^2.
A rendszer geometriai adatai: H_{Sg}=2m H_{Ng}=10m

a. Határozza meg a munkaponthoz tartozó H, Q, η, és H_{Hr} értékeket!
b. Határozza meg a munkapontban a csővezeték statikus és dinamikus szállítómagasságát! Mekkora a dinamikus szállítómagasságot leíró veszteségparabola konstansa, ha Q [m^3/s]). A dinamikus szállítómagasság a kiömlési veszteséget is tartalmazza.
c. Vizsgálja meg, hogy a kialakult munkapontban a szivattyú kavitációmentesen dolgozik-e, ha a szállított folyadék hőmérsékletéhez tartozó telített gőznyomás értéke p_g=0,035bar! A szívóvezeték veszteségmagassága tizedrésze a nyomóvezetékének.
d. Mekkora a B szívócsonkon mérhető p_B nyomás, ha a szívócsonk átmérője 80mm?

2. feladat (15p)

a) Rajzolja fel egy kettős működésű egyhengeres dugattyús szivattyú vázlatát, ha az a két oldalon különböző átmérőjű, de átmenő tengellyel rendelkezik! A vázlatot a műszaki gyakorlatban használatos módon készítse és a legfontosabb geometriai jellemzőket jelölje!
b) Mekkorára kell választani a gép lökethosszát, ha a hengerátmérő D_H=100 mm, a tengelyek átmérői a két oldalon D_b=30 mm, D_j=35 mm, a szállítandó közepes vízmennyiség Q_k=42 m^3/h, a volumetrikus hatásfok η_v=94%, a löketszám pedig n=250min^{-1}?
c) Mekkora tengelyteljesítmény szükséges ekkor a gép hajtásához, ha a szivattyú a szállított víz nyomását p_1=3,5bar nyomásról p_2=10bar nyomásra növeli meg és a szivattyú összhatásfoka η=78%, a víz sűrűsége ρ=10^3 kg/m^3?
d) Határozza meg a szivattyú manometrikus szállítómagasságát! g≅10m/s^2
e) Hányszorosára változik meg a szükséges tengelyteljesítmény változatlan térfogatáram és nyomásnövekedés esetén, ha a szállított közeg sűrűsége kétszeresére nő a vízének? (hatásfokok nem változnak)

3. feladat (13p)

Egy légtechnikai rendszer állapotfelmérése és korábbi mérésének adatai alapján az alábbi geometriai és üzemi adatait rögzítettük. A ventilátor járókerekének átmérője D_2=380*mm*; kilépő szélessége b_2=100*mm*; szívócsonkja kör keresztmetszetű melynek átmérője D_S=165*mm*-es; nyomócsonkjának keresztmetszete A_N=180x180*mm*. A ventilátor névleges üzemi pontjának adatai ρ=1,2kg/m^3 sűrűségű közeg szállításakor: n=960min^{-1}; Q=0,65m^3/s; $\Delta pö$=570Pa; $\eta_ö$=75%; η_h=88%; η_V=100%; a levegő feltételezhetően perdületmentesen érkezik a járókerékre. (g≅10m/s^2)

a) Határozza meg a ventilátor statikus nyomásemelkedését, manometrikus szállítómagasságát, hasznos- és tengelyteljesítményét, valamint a ventilátor típusszámát!
b) Határozza meg a ventilátor járókerekén a kilépő áramlási irányoknak megfelelő sebességi háromszöget (u_2, c_{2m}, c_{2u})! Mekkora a kilépő áramlási szög (β_2)?

ZH 1. feladat megoldása

$pS := 1bar$ $\quad pN := 1.2 \cdot bar$ $\quad d := 80 \cdot mm$ $\quad KS := 0.3711 \cdot 10^5 \cdot \frac{s^2}{m^5}$ $\quad KN := 3.711 \cdot 10^5 \cdot \frac{s^2}{m^5}$ $\quad ro := 1000 \cdot \frac{kg}{m^3}$ $\quad g := 10 \cdot \frac{m}{s^2}$

$HSg := 2m$ $\quad HNg := 10 \cdot m$ $\quad pg := 0.038 \cdot bar$

$Hcs := \frac{pN - pS}{ro \cdot g} + Hg + hv$

$dpNS := \frac{pN - pS}{ro \cdot g} = 2m$

$Hg := HSg + HNg = 12m$

$Hstat := dpNS + Hg = 14m$

$Hcs(Q) := Hstat + K \cdot Q^2$

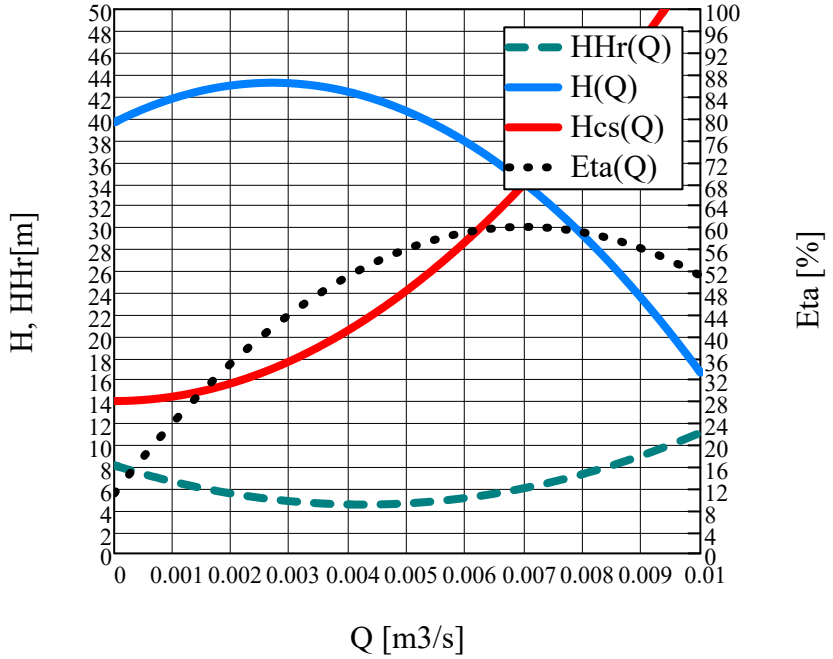


DIAGRAM !!!

$H\left(0.007 \cdot \frac{m^3}{s}\right) = 34m$

$HHr\left(0.007 \frac{m^3}{s}\right) = 6m$

$\eta\left(0.007 \frac{m^3}{s}\right) = 60$

Leolvasott: $Q := 0.007 \cdot \frac{m^3}{s}$ $\quad Hcs(Q) = 34.002m$ $\quad \eta(Q) = 60$ $\quad HHr(Q) = 6m$ $\quad$ leolvasas $\quad$ 2 p

$hSv := KS \cdot Q^2 = 1.818m$ $\quad hNv := KN \cdot Q^2 = 18.184m$ $\quad hv := hSv + hNv = 20.002m$

$Hstat := dpNS + Hg = 14m$ $\quad Hdin := H(Q) - Hstat = 20m$ $\quad Khv := \frac{Hdin}{Q^2} = 4.082 \times 10^5 \frac{s^2}{m^5}$ $\quad$ 1+1+2 p

---

$hSv := \frac{Hdin}{11} = 1.818\,m$

$HHa := \frac{pS - pg}{ro \cdot g} - hSv - HSg = 5.802\,m$

< rossz
=
> jó

Kavitációs üzemben dolgozik, vigyázat!

$HHr(Q) = 6\,m$

Pont: 2+1

$$Ak := \frac{d^2\pi}{4} = 5.027 \times 10^{-3}\,m^2$$

bernoulli a SB-re

$$\frac{pS}{ro \cdot g} + zS + \frac{vS^2}{2 \cdot g} \equiv \frac{pB}{ro \cdot g} + zB + \frac{vB^2}{2 \cdot g} + hSv$$

$$vB := \frac{Q}{Ak} = 1.393\,\frac{m}{s} \qquad \frac{vB^2}{2} = 0.97\,\frac{m^2}{s^2}$$

$$pB := pS + ro \cdot \left(-g \cdot HSg - g \cdot hSv - \frac{vB^2}{2}\right) = 0.608 \cdot bar$$

$$\frac{pB}{ro \cdot g} = 6.085\,m \qquad hv = 20.002\,m$$

Pont: 3

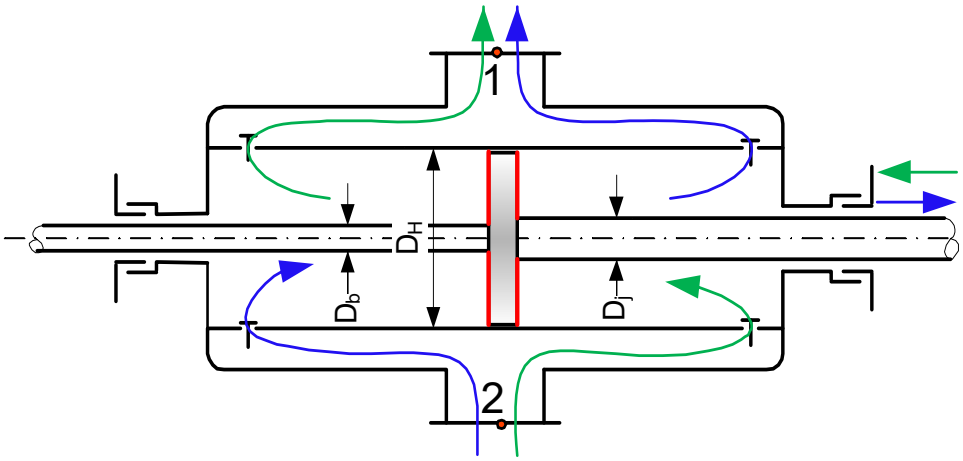
ZH 2. feladat megoldása

$z := 1 \quad i := 2$

$D_H := 100mm \quad D_b := 20mm \quad D_j := 25mm \quad Q_k := 42\frac{m^3}{hr} \quad \eta_v := 94\% \quad n := 250\cdot\frac{1}{min}$

$p_1 := 3bar \quad p_2 := 10bar \quad \eta := 78\% \quad \rho := 1000\frac{kg}{m^3} \quad g := 10\frac{m}{s^2}$

a kérdés



3 pont

b kérdés

$$Q_{ek} := \frac{Q_k}{\eta_v} = 44.681\cdot\frac{m^3}{hr}$$

$$s := \frac{Q_{ek}}{\frac{1}{2}\cdot\left(D_H^2\cdot 2 - D_b^2 - D_j^2\right)\cdot\frac{\pi}{4}\cdot n\cdot i\cdot z} = 0.2m$$

2 pont

c kérdés

$$P := Q_k\cdot\left(p_2 - p_1\right) = 8.167\cdot kW$$

$$P_t := \frac{P}{\eta} = 10.47\cdot kW$$

1 pont

d kérdés

$$H := \frac{p_2 - p_1}{\rho\cdot g} = 70m$$

1 pont

e kérdés

P_t nem változik mert nem függ a sűrűségtől

1 pont

ZH 3. feladat megoldása

$D2 := 380mm$ $b2 := 100mm$ $DS := 165mm$ $AN1 := 180mm$ $AN2 := 180mm$ $\rho := 1.2 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$n := 960 \cdot \frac{1}{min}$ $Q := 0.65 \cdot \frac{m^3}{s}$ $dpö := 570Pa$ $\eta ö := 75\%$ $c1u := 0 \cdot \frac{m}{s}$

$\eta h := 88\%$ $\eta v := 100\%$ $g := 10 \frac{m}{s^2}$ $\pi = 3.142$

---

kiegészítő számítások:

$AN := AN1 \cdot AN2 = 0.032m^2$ $cN := \frac{Q}{AN} = 20.062 \frac{m}{s}$ $\frac{cN^2}{2} = 201.236 \frac{m^2}{s^2}$

$AS := \frac{DS^2 \cdot \pi}{4} = 0.021m^2$ $cS := \frac{Q}{AS} = 30.399 \frac{m}{s}$ $\frac{cS^2}{2} = 462.042 \frac{m^2}{s^2}$

$\omega := 2 \cdot \pi \cdot n = 100.531 \frac{1}{s}$ $r2 := \frac{D2}{2} = 0.19m$

$Qe := \frac{Q}{\eta v} = 0.65 \frac{m^3}{s}$ $A2 := 2 \cdot r2 \cdot \pi \cdot b2 = 0.119m^2$

$dpst := dpö - \frac{\rho}{2} \cdot cN^2 = 328.516Pa$ 2 pont

$Hman := \frac{dpö}{\rho \cdot g} = 47.5m$ $Y := Hman \cdot g = 475 \frac{m^2}{s^2}$ 1 pont

$Ph := \rho \cdot g \cdot Q \cdot Hman = 370.5W$ $Ye := \frac{Y}{\eta h} = 539.773 \frac{m^2}{s^2}$ 1 pont

$Pt := \frac{Ph}{\eta ö} = 494W$ 1 pont

$K := \omega \cdot \frac{\sqrt{Q}}{Y^{\frac{3}{4}}} = 0.797$

Ha <1 akkor Radiális
Ha >3 akkor Axiális
máskülönban Félaxiális
! Ha határon van elfogadható bármelyik

1 pont

$u2 := r2 \cdot \omega = 19.101 \frac{m}{s}$ 1 pont

$c2m := \frac{Qe}{A2} = 5.445 \frac{m}{s}$ 1 pont

$c2u := \frac{Ye}{u2} = 28.259 \frac{m}{s}$ 1 pont

$tg\beta 2 := \frac{c2m}{c2u - u2} = 0.595$ $\beta 2 := \pi - atan(tg\beta 2) = 149.267deg$ 2 pont

Név:		
Neptun:		**Pontsz.:**

Teszt időtartama: **20 perc**. A megfelelt minősítéshez **8** tökéletes válasz szükséges. Szóbeli a tesztet követően!

Jó munkát!

1. Definiálja képletben egy dugattyús kompresszor alábbi jellemzőit:

   - nyomásviszony:

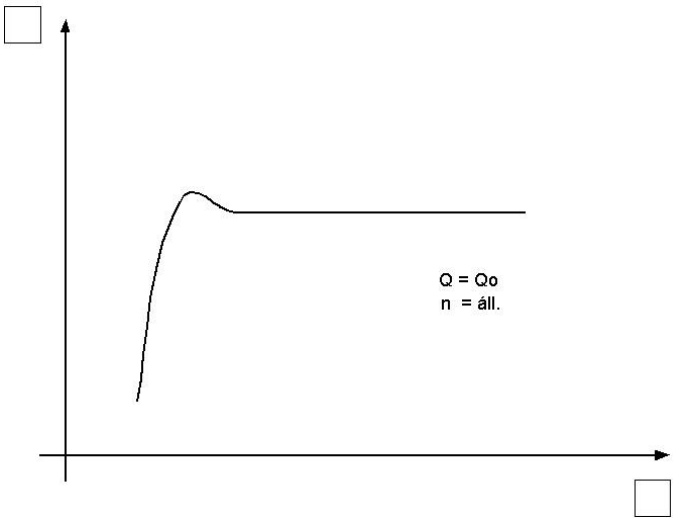
   - káros tér viszony:

   - kompresszióviszony:

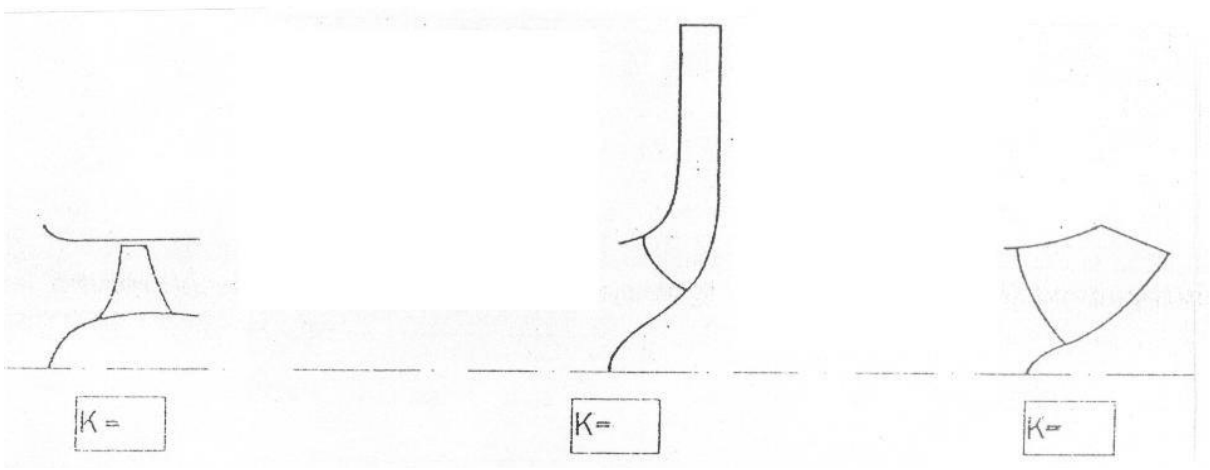
2. Milyen típusú gépek csoportjába tartozik a retarder? (A válasz aláhúzandó!)

   turbógépek volumetrikus gépek

3. A szivattyúk szívóképességének meghatározásakor felvett görbét mutatja az ábra. Nevezze meg a görbét, és írja be a tengelyeken érvényes változókat. Jelölje be H_{Hr} értékét is!

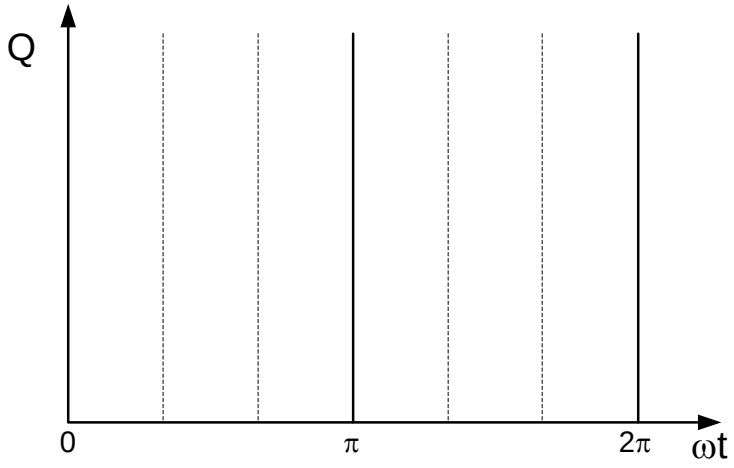


4. A négyzetekbe írja be a *K=0,33; 2; 5* típusszámok közül a vázolt meridián-metszetekhez tartozókat:



5. Írja fel a dugattyús szivattyúk elméleti közepes folyadékszállításának meghatározására szolgáló képletet és nevezze meg a benne szereplő mennyiségeket!

6. Rajzolja be egy triplex szivattyú folyadékszállítási görbéjét az alábbi ábrába!



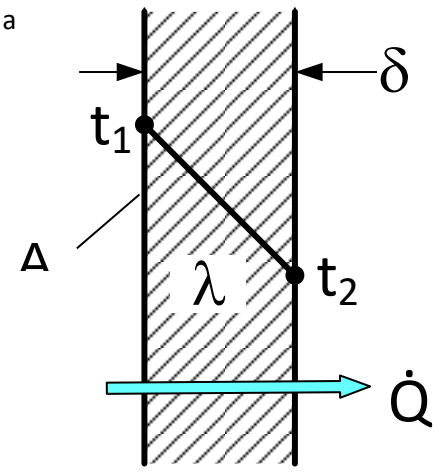
7. Írja fel a szállítómagasságra és a térfogatáramra vonatkozó hasonlósági törvényeket!

8. Adja meg az alábbi gépek nyomásviszony tartományát:

Megnevezés	Tartomány
ventilátor	π
fúvó	π
kompresszor	π

9. Írja fel a hidrodinamikus nyomatékváltók alapegyenletét!

10. Adja meg az ábrán szereplő mennyiségek mértékegységeit és írja fel a köztük lévő összefüggést sík falban lezajló hővezetés esetén!



MINIMUMTESZT megoldás

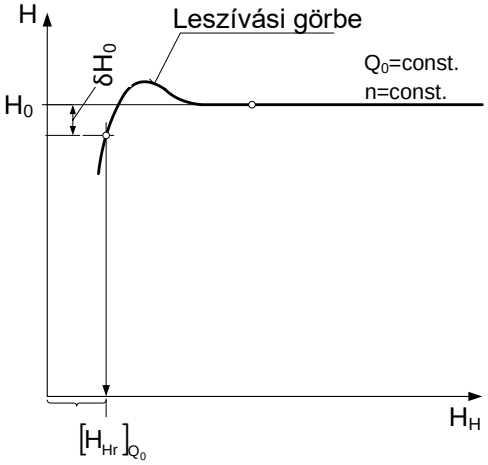
1. Definiálja képletben egy dugattyús kompresszor alábbi jellemzőit:

   - nyomásviszony: $\pi = \frac{p_N}{p_S}$
   - káros tér viszony: $\varepsilon_0 = \frac{V_k}{V_L}$
   - kompresszióviszony: $\varepsilon = \frac{V_k + V_L}{V_k} =$

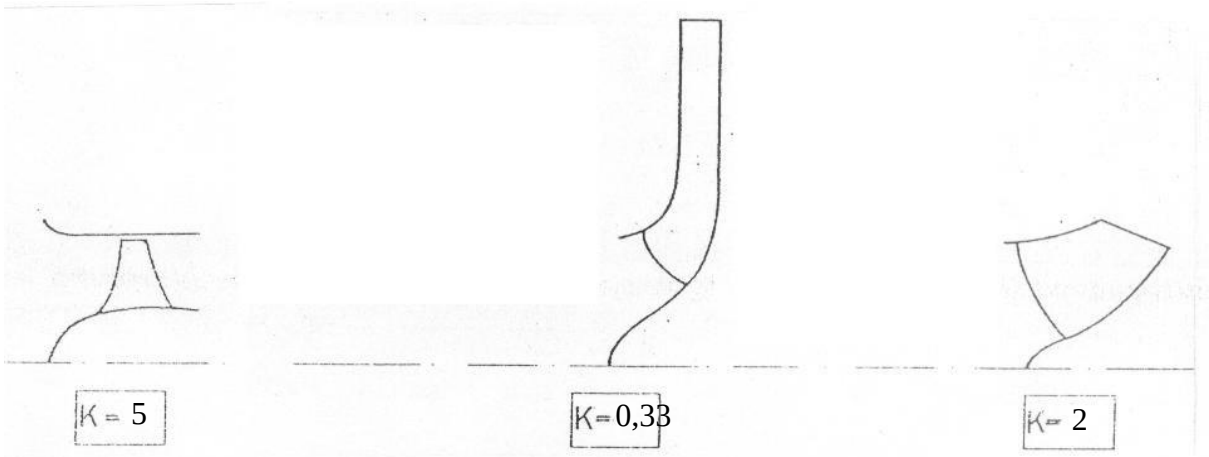
2. Milyen típusú gépek csoportjába tartozik a retarder? (A válasz aláhúzandó!)

   <u>turbógépek</u> volumetrikus gépek

3. A szivattyúk szívóképességének meghatározásakor felvett görbét mutatja az ábra. Nevezze meg a görbét, és írja be a tengelyeken érvényes változókat. Jelölje be H_{Hr} értékét is!



4. A négyzetekbe írja be a *K=0,33; 2; 5* típusszámok közül a vázolt meridián-metszetekhez tartozókat:



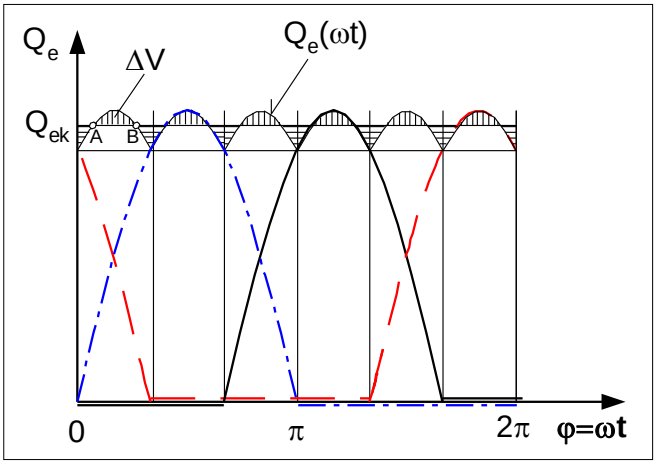
5. Írja fel a dugattyús szivattyúk elméleti közepes folyadékszállításának meghatározására szolgáló képletet és nevezze meg a benne szereplő mennyiségeket!

$$Q_{ek}[m^3/s] = V \cdot n \cdot i \cdot z$$

ahol:

- $V[m^3] = A_D \cdot s$: <u>lökettérfogat</u>
- $s[m]$ <u>lökethossz</u>
- $n[1/s]$: <u>löketszám</u> (fordulatszám)
- $i = 1 vagy 2$: <u>működési szám</u>
- z: <u>hengerszám</u> (párhuzamosan kapcsolt hengerek száma)

6. Rajzolja be egy triplex szivattyú folyadékszállítási görbéjét az alábbi ábrába!



7. Írja fel a szállítómagasságra és a térfogatáramra vonatkozó hasonlósági törvényeket!

$$\frac{H_M}{H} = \left(\frac{D_M}{D}\right)^2 \cdot \left(\frac{n_M}{n}\right)^2$$

$$\frac{Q_M}{Q} = \left(\frac{D_M}{D}\right)^3 \cdot \frac{n_M}{n}$$

8. Adja meg az alábbi gépek nyomásviszony tartományát:

Megnevezés	Tartomány
ventilátor	0< π <1,1
fúvó	1,1< π <2÷3
kompresszor	2÷3< π

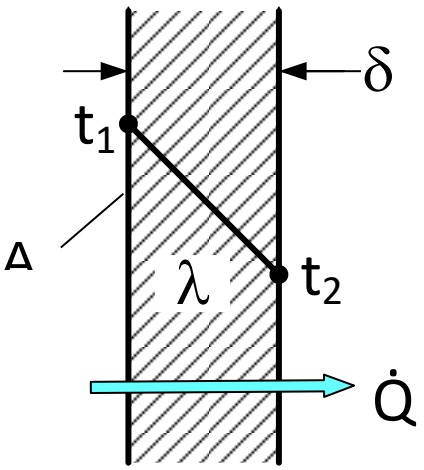
9. Írja fel a hidrodinamikus nyomatékváltók alapegyenletét!

$$M_S + M_T + M_V = 0$$

10. Adja meg az ábrán szereplő mennyiségek mértékegységeit és írja fel a köztük lévő összefüggést sík falban lezajló hővezetés esetén!

$$\dot{Q} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot A \cdot (t_1 - t_2)$$

λ $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$ hővezetési tényező
δ $[m]$ falvastagság
t $[°C]$ falhőmérséklet
A $[m^2]$ felület
$\dot{Q}$ $\left[\frac{J}{s} = W\right]$ hőáram



Járműipari Áramlás- és Hőtechnikai Berendezések

VIZSGATÉTELEK

Előadó: Prof. Szabó Szilárd

1. Csővezeték jelleggörbe, statikus, dinamikus szállítómagasság. Szivattyú csővezetékben.
2. Az erő- és munkagépek osztályozása különböző szempontok szerint. A térfogatkiszorítás elvén működő munkagépek osztályozása.
3. Az erő- és munkagépek alapvető üzemi jellemzői (szállított mennyiségek, fajlagos energiaváltozások, teljesítmények, hatásfokok).
4. Turbógépek fő üzemi jellemzői.
5. Szivattyú belső energiadiagramja, tömegáram (térfogatáram) szalagja, teljesítményszalagja és a bennük szereplő mennyiségek közti összefüggések.
6. Áramlás a járókerékben, sebességi háromszögek, az Euler turbinaegyenlet levezetése. A sebességi- és nyomási energia változása a járókeréken, reakciófok.
7. Radiális járókerék esetén a perdületapadás jelensége, a perdületapadási tényező definíciója.
8. Hasonlósági törvények, fajlagos üzemi jellemzők.
9. Szivattyúk jelleggörbéinek meghatározása méréssel, kagylódiagram, a szivattyútípusok és a jelleggörbe összefüggése.
10. Szivattyúk szívóképessége, NPSH definíciója, H_{Ha} és H_{Hr} értelmezése és meghatározása, kavitációmentes üzem feltétele, maximális beépítési magasság.
11. Szivattyúk alkalmazási tartományának kiszélesítése.
12. Szivattyúk indítása és szabályozása. Az indítás feltételei. Szabályzások, beszabályozás.
13. Ventilátorok üzemi jellemzői. ”Csupasz” ventilátor energiadiagramja.
14. Ventilátorok jelleggörbéi, és azok hőmérsékletfüggése. A ventilátorok szabályozása.
15. Ventilátorok dimenzió nélküli jellemzői.
16. Radiális ventilátorok. Dobventilátor, keresztáramú ventilátor.
17. Axiális ventilátorok síkrácsa, sebességi háromszögei. A hengermetszetek és az egész gép üzemi jellemzői.
18. Axiális és radiális sűrítők felépítése, sebességi háromszögei, jelleggörbéik, kagylódiagramjuk.
19. Hidrodinamikus nyomatékváltó. Alapelv, felépítés, alapegyenlet, jelleggörbék.
20. A hidrodinamikus tengelykapcsoló. Felépítés, alapegyenlet, jelleggörbe.
21. Retarderek felépítése, beépítési változatok, típusai.
22. Gázturbinák blokkvázlata, körfolyamata és termikus hatásfoka regeneratív hőcsere nélkül és annak alkalmazásával. Dugattyús szivattyúk közepes folyadékszállításai, szállítómagassága, teljesítményei, hatásfokai, jelleggörbéi és indikátordiagramja.
23. Dugattyús szivattyúk folyadékszállításának időbeli lefolyása, a légüst feladata és működése.
24. Radiál- és axiáldugattyús szivattyúk és motorok. A hidrosztatikus hajtómű hatásfoka, fordulatszám- és nyomatékmódosítása.
25. A forgódugattyús szivattyúk osztályozása, előnyei, hátrányai. A fogaskerékszivattyú elméleti közepes folyadékszállítása.
26. A lamellás gép folyadékszállítása.
27. Dugattyús kompresszorok körfolyamata és azok jellemző viszonyszámai. A körfolyamat technikai munkájának és a töltési foknak a számítása.
28. Kompresszió több fokozatra bontása. Indokok és megvalósítás. Optimális fokozat nyomásviszony meghatározása.
29. Kompresszorok szabályozási módszerei.
30. Természetes és mesterséges hűtés. A gőzturbina körfolyamat és összehasonlítása az elméleti és a valós hűtő körfolyamattal.
31. Hűtő körfolyamat logp,h diagramban. A fajlagos fűtő és hűtőteljesítmény fogalma és képlete. Légkondícionálók hűtő és hőszivattyús kapcsolása.
32. Hőátvitel többrétegű sík falban.
33. Hőátvitel többrétegű vastagfalú csőben.

34. Hőcserélők típusai. A rekuperatív hőcserélők egyenáramú és ellenáramú kapcsolása. A hőcserefolyamat leírása egyenáramú hőcserélőben. A logaritmikus hőfokkülönbség.