



NYÍREGYHÁZI
EGYETEM

HŐ- ÉS ÁRAMLÁSTAN I.

OKTATÁSI SEGÉDLET

PÉLDATÁR

NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET

Gépészmérnöki, közlekedésmérnöki, hivatásos repülőgép-vezetői,
mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnöki alapképzési szak
nappali és levelező tagozatos
hallgatói számára

Készítette:

Lajtos István
mérnökstanár

Nyíregyháza
2018.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



Jegyezzük meg az alábbi alapfogalmakat:

- **Fizikai normálállapot:** 0°C és 760 Hgmm –nél érvényes paraméterek
- **Normálköbméter:** tetszőleges ideális gáz 1 köbméterében lévő anyag tömegét normál állapotban normálköbméternek nevezzük. Ez tehát nem térfogat, hanem a gázok térfogategységben kifejezett mennyisége.
- **A test súlya nem azonos a tömegével!** 1 kg tömegű test súlya ($m \cdot a$ miatt) $= 9,81\text{ N}$ (azon a helyen, ahol a nehézségi gyorsulás értéke $9,80665\text{ m/s}^2 = 9,81\text{ m/s}^2$)
- **A barometrikus nyomásmérő az össznyomást vagy abszolút nyomást, manometrikus nyomásmérő csak a túlnyomást méri, azaz egy nyomáskülönbséget. A környezet nyomását barometrikusnak vagy légkörinek is szokás nevezni.** Vákuum-mérésnél a mérő a barometrikus nyomásnál 0 -t, 100% -os vákuumnál -760 Hgmm -e alnyomást (depressziót) mutat.
- **A termodinamika egyenleteiben csak az össznyomással számolunk. Sokszor lesz rá szükség, jegyezzük meg:** a légköri nyomás $101325\text{ N/m}^2 = 760\text{ Hgmm}$ értékű, amely egyenlő 760 mm magas 0°C hőmérsékletű higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával azon a helyen, ahol a nehézségi gyorsulás értéke $9,80665\text{ m/s}^2 = 9,81\text{ m/s}^2$
- **Az univerzális gázállandó értékét - melyről még sok szó lesz - vegyük 8314 J/kgkmol értékűnek. A feladatoknál ez az érték nem lesz megadva – értékét fejből kell tudni! Ugyanígy fejből kell tudni a legfontosabb elemek (C , H_2 , O_2 , N_2 , S) atom- illetve móltömegeit !**

1. TÉMAKÖR: Termodinamikai rendszerek – alapfogalmak

1. Töltse ki a megfelelő pontozott részeket:

720 Hgmm.....Pa.....bar.....kPa.....MPa
150kPa.....Hgmm.....bar.....MPa.....v.o.mm
500Pa.....bar.....kPa.....Hgmm.....v.o.mm

26°C... ..K.....°F	32°CK°F
-50°CK°F	100°F°CK
50°CK°F	50°K.....°F.....°C

Hány v.o.mm-nek felel meg? 10 Pa 1 Hgmm.....

Milyen magas Hg és vízoszlop-magasságnak felel meg

0,5 bar :Hgmm.....v.o.mm

1,2 bar:Hgmm.....v.o.mm nyomás ?

2. Egy gőzkazánra szerelt manométer 9,4 bar nyomást mutat. Mekkora a kazánban uralkodó abszolút nyomás, ha a barométerállás 774 Hgmm ?
3. Egy gőzgép kondenzátorára felszerelt vákuummérő $p=0,8$ bar nyomást mutat. Mekkora a kondenzátorban uralkodó abszolút nyomás és mekkora a vákuum, ha a barométer 690 Hgmm nyomást jelez?
4. Barométerünk 755 Hgmm nyomást mutat 77°F-on. Mennyit mutatna 0°C-on ?
($\beta=1,8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$)

2. TÉMAKÖR: Gáztörvények

1. 60 cm^3 gázt állandó nyomáson hevítünk 140°F -ről 250°F -re. Mekkora lesz a térfogata?
2. Hogyan változik a gáz sűrűsége, ha állandó nyomáson 30°C -ről 112°C -ra változtatjuk a hőmérsékletét ?
3. A gőzkazán gőzterében a füstgázok hőmérséklete 1100°C , a kéményből való kilépésnél 350°C . Hányad részére csökken a térfogat, ha a nyomás állandó?
4. Egy hengerben a depresszió $0,31 \text{ bar}$ 770 Hgmm -es barometrikus nyomáson. Milyen nyomást mutat a hengerre felszerelt manométer, ha a gáz térfogata az eredetinek 12% -ára csökken (T közben állandó)?
5. Mekkora lesz a metán sűrűsége adott hőmérsékleten és 720 Hgmm nyomáson, ha ugyanezen a hőmérsékleten és 760 Hgmm nyomáson a sűrűsége $0,717 \text{ kg/m}^3$?
6. Egy hengerben $0,5 \text{ m}^3$ oxigén van, melynek tömege 15°C hőmérsékleten $0,665 \text{ kg}$. Mekkora lesz a sűrűsége, ha változatlan nyomáson 150°C -ra melegítjük?
7. Határozza meg fizikai normálállapotban a levegő és az oxigén gázállandóit, ha $\rho_1 = 1,293 \text{ kg/m}^3$ és $\rho_{\text{O}_2} = 1,43 \text{ kg/m}^3$!
8. Hány kg sűrített levegő van abban a tartályban, melynek térfogata $0,6 \text{ m}^3$, a levegő hőmérséklete $82,4^\circ\text{F}$ és nyomása 25 bar ?
9. Mennyi 32 gr SO_2 térfogata 27°C -on és 132 kPa nyomáson?

10. Valamely $0,578 \text{ gr}$ gáz 18°C -on és 748 Hgmm -en pontosan 500 ml térfogatú. Mekkora a gáz tömege?
11. Mekkora a levegő sűrűsége 5 bar nyomáson és 200°C hőmérsékleten?
12. Milyen nyomás uralkodik egy $0,5 \text{ m}^3$ térfogatú tartályban, ha az 25°C hőmérsékleten $10,5 \text{ Nm}^3$ hidrogént ($10,5 \text{ m}^3$ normál állapotú hidrogént!) tartalmaz?
13. 0°C hőmérsékletű, 760 Hgmm nyomású levegő sűrűsége $1,29 \text{ kg/m}^3$. Mennyi a tömege 38°C hőmérsékletű és 740 Hgmm nyomású 3 dm^3 térfogatú levegőnek (R nem ismert)?
14. Milyen térfogatot foglal el egy $0,8 \text{ kmol}$ ammóniák és $0,4 \text{ kmol}$ N_2 -ből álló keverék 3 bar nyomáson és 45°C hőmérsékleten?
15. Milyen tömegű és térfogatú $0,3 \text{ kmol}$ 100°C és $0,7 \text{ bar}$ állapotú O_2 illetve SO_2 ?
16. Egy tartályban 1 kmol tömegű 4 bar nyomású 17°C hőmérsékletű gáz van. Számítsa ki a tartály térfogatát!
17. Határozza meg valamelyik gáz fizikai normál állapotára vonatkozó egyensúlyi paramétereivel az univerzális gázállandó (R_M) értékét!
18. $V=8\text{m}^3$ térfogatú tartályban 225 bar nyomáson oxigént tárolnak. Hány $v=10 \text{ l}$ térfogatú és 150 bar nyomású palackot lehet megtölteni a fenti oxigénmennyiségből, ha T állandó?
19. 100 l térfogatú palackban az oxigén nyomása 9 bar 20°C -on. Hozzáöltés után a nyomás 70°C -on 104 bar -ra növekszik. Hány kg oxigént töltöttek a palackba, ha a külső nyomás 1 bar ?

20. Mekkora a térfogata 10 kmol gáznak 15 bar nyomáson és 127°C-on?
21. 15 l gázpalackban 20°C hőmérsékletű és 100 bar nyomású oxigén van. Mennyivel növekszik meg a palackban a nyomás, ha a palack oxigéntartalmát 2,5 kg-al növeljük? Mennyi oxigén lesz ekkor a palackban?
22. Számítsa ki a CO₂ fajtérfogatát fiz. normálállapotra a mól-térfogat segítségével!
23. Számítsa ki az oxigén állandó nyomáson és állandó térfogaton értelmezett fajhőjét, ha ismert az állandó nyomáson vett mólhő értéke, ami $C_{pO_2}=29,3 \text{ kJ/kmolK}$!

3. TÉMAKÖR: Gázelegyek

1. Számítsa ki a benzol (C_6H_6) tömegrész szerinti összetételét a mól tömegek és az atomtömegek alapján!
2. Egy gázkeverék 2 kmol CO_2 , 2 kmol O_2 és 4 kmol N_2 -t tartalmaz. Határozza meg a komponensek tömegrészeit, a keverék mól tömegét és a gázállandóját!
3. Az alábbi térfogat%-os gázt csővezetéken egy tartályba juttatják $CO_2 = 0,02$; $CH_4 = 0,93$; $N_2 = 0,05$. A tartály térfogata 250 m^3 , a gáz nyomása 12 bar, a hőmérséklete $25^\circ C$. Hány kg gázkeverék található a tartályban?
4. A generátorgáz tömeg%-os összetétele a következő: $N_2 = 0,62$; $CO = 0,3$; $CO_2 = 0,055$; $H_2 = 0,025$. Határozzuk meg a keverék komponenseinek parciális nyomását, valamint a keverék sűrűségét, ha a generátorgáz össznyomása 3 bar és a hőmérséklete pedig $50^\circ C$!
5. Egy gázkeverék 10 kg oxigénből, és 15 kg nitrogénből áll. Nyomása 3 bar, hőmérséklete $27^\circ C$. Határozzuk meg a keverék gázállandóját, molekulatömegét, az alkotók parciális nyomásait és térfogatait!
6. Egy gázkeverék egyik gázának (C_2H_2) tömege 2,4 kg, nyomása 16 bar, hőmérséklete $56^\circ C$. A másik gáz (CO_2) térfogata $2,1\text{ m}^3$, nyomása 3,1 bar, hőmérséklete $86^\circ C$. Határozza meg a térfogat és tömegrészeket, ha a keverés utáni nyomás 3,6 bar és a hőmérséklet $15^\circ C$!
7. Egy gázkeverék hidrogénből és szénmonoxidból áll. A hidrogén tömegaránya 6,7 %. Számítsuk ki a keverék gázállandóját és a fajtérfogatát fizikai normál állapotban!

8. Egy gázkeverék áll 12,3 térfogat% széndioxidból, 7,2% oxigénből és 80,5% nitrogénből. Határozzuk meg a keverék móltömegét, gázállandóját, fajtérfogatát és sűrűségét, ha a nyomása 10 kPa és hőmérséklete 800°C!
9. A generátorgáz a következő térfogat%-os összetételű gázokat tartalmazza:
 $H_2 = 7\%$, $CH_4 = 2,0\%$, $CO = 27,6\%$, $CO_2 = 4,8\%$, $N_2 = 58,6\%$. Milyen az egyes komponensek tömeg %-os aránya a keverékben? Számítsuk ki még a gázállandót, a sűrűséget, valamint a hidrogén parciális nyomását! A keverék hőmérséklete 15°C, nyomása 0,1 MPa.
10. Egy 3 m³ térfogatú tartályban 60°C hőmérsékletű és 2 bar nyomású nitrogén és széndioxidból álló keverék van. A nitrogén tömege a tartályban 1,5 kg. Határozzuk meg a keverék tömeg és térfogat%-os összetételét, valamint a széndioxid tömegét!
11. Milyen nyomásúnak kell lenni annak a 25 kg oxigénből, 15 kg széndioxidból álló ideális keveréknek ahhoz, hogy a keverékben az oxigén parciális nyomása 1,5 bar legyen?
12. A légköri levegő összetétele: oxigén 23,2 tömeg%, nitrogén 76,8 tömeg%. Határozzuk meg a légköri levegő gázállandóját, molekulatömegét és komponenseinek parciális nyomását!
13. Határozzuk meg annak a földgáznak a gázállandóját, mely tartalmaz 2 tömeg% CO_2 -ot, 93 tömeg% CH_4 -et és 5 tömeg% N_2 -t!
14. Egy tüzelőberendezés füstgázelemzése a következő összetételt adta: 12 térfogat% CO_2 , 5 térfogat% O_2 , 1 térfogat% CO és 82 térfogat% N_2 . Mekkora a füstgáz gázállandója, móltömege, sűrűsége, fajtérfogata ?
15. Határozzuk meg az ideális gázkeverék gázállandóját, valamint fizikai normálállapot esetén a sűrűségét, ha a közepes molekulásúlya 20 kg/kmol!

16. 1 m^3 levegő kereken $0,21 \text{ m}^3$ oxigént és $0,79 \text{ m}^3$ nitrogént tartalmaz. Határozzuk meg a komponensek tömegrészét, a levegő gázállandóját és fajtérfogatát 27°C hőmérsékleten és 650 Hgmm nyomás esetén!
17. Milyen térfogatot foglal el 10 kmol tömegű gázkeverék, 3 bar nyomáson és 90°C hőmérsékleten, ha a tömeg%-os összetétele a következő:
 $\text{H}_2 = 0,4$; $\text{CH}_4 = 0,35$; $\text{CO} = 0,15$; $\text{N}_2 = 0,1$. Határozzuk meg a térfogat%-os összetételt, valamint a közepes gázállandót és a moltömeget is!
18. Egy 3 m^3 térfogatú tartályban 60°C hőmérsékletű és 2 bar nyomású nitrogén és széndioxidból álló gázkeverék van. A nitrogén tömege a tartályban $1,5 \text{ kg}$. Határozzuk meg a keverék tömeg és térfogat%-os összetételét, valamint a széndioxid tömegét!
19. Egy gázkeverékben 5 bar nyomású 4 m^3 térfogatú 27°C -os levegőt ($M = 29 \text{ kg/kmol}$) és 3 bar nyomású, 2 m^3 térfogatú és 32°C hőmérsékletű CO_2 -vel. Mennyi lesz a keverék térfogata, a térfogat tömegrészei, ha a keveredés utáni hőmérséklet 42°C és a nyomás $3,6 \text{ bar}$ lesz?
20. Legyenek adottak a levegő térfogat% szerinti összetevői: $r_{\text{O}_2}=0,21$, $r_{\text{N}_2}=0,79$.
 Határozzunk meg minden fontos jellemzőt, amelyet a gázkeverékre meglegelet:
 $g_{\text{O}_2}=?$, $g_{\text{N}_2}=?$, $R_{\text{O}_2}=?$, $R_{\text{N}_2}=?$, $R_k=?$, $M_k=?$, $p_{\text{O}_2}=?$, $p_{\text{N}_2}=?$, $c_{p\text{O}_2}=?$, $c_{p\text{N}_2}=?$,
 $c_{v\text{O}_2}=?$, $c_{v\text{N}_2}=?$, $c_{v_k}=?$, $c_{p_k}=?$,
21. Számítsa ki a N_2 izobar és izochor fajhőjét többféleképpen! $C_{p\text{N}_2}=29300 \text{ J/kmolK}$,
 $C_{v\text{N}_2}=20900 \text{ J/kmolK}$.
22. Mennyi hőt kell elvonni 8 kg tartályba zárt oxigéntől, hogy palack hőmérséklete 10°C -al csökkenjen?

23. Határozza meg azt a hőmennyiséget, amely 50 kg $g_{N_2}=0,62$; $g_{CO_2}=0,22$; $g_{H_2O}=0,04$; $g_{O_2}=0,12$ összetételű keverék állandó nyomáson történő 20°C -ról 90°C -ra történő felhevítéséhez szükséges.

24. Mekkora a 350°C hőmérsékletre előmelegített levegő cpm-je, ha ezt a levegőt egy gőzkazán tüzelőberendezésében állandó nyomáson 1700°C -ra hevítjük. Mekkora hőmennyiségre van szükség 1000 kg/h levegő felmelegítéséhez?

4. TÉMAKÖR: Állapotváltozások számítása

1. Egy motor hengerében mennyi hőt kell közölni 1 kg gázkeverékkel $V=\text{áll.}$ esetén, ha a $p_1 = 12$ bar nyomású és $t_1 = 390^\circ\text{C}$ hőmérsékletű keverék nyomása 40 bar-ra növekszik? A keverék fajhője $c_v=0,756$ kJ/kgK.
2. 100 l-es tartályban lévő $p_1 = 3$ bar nyomású és $t_1 = 15^\circ\text{C}$ hőmérsékletű levegőt 150 kJ hő bevezetésével felhevítünk. Számítsa ki a tartályban lévő levegő hőmérsékletét és nyomását a felhevítés után, ha a $c_v = 0,714$ kJ/kgK!
3. Mennyi hőt kell közölni 1 kg tömegű 12 bar nyomású és 300°C hőmérsékletű levegővel $V=\text{állandó}$ mellett, hogy a nyomás 40 bar-ra változzék?
4. 1,25 kg és 30 bar nyomású nitrogén gázból állandó térfogaton 240 kJ hőmennyiséget vonunk el, melynek következtében a nyomása 15 bar értékre csökken. Határozza meg a gáz hőfokát az állapotváltozás végén!
5. 2,5 kg hidrogén hőmérsékletét állandó nyomáson 50°C -ról 10°C -ra kell csökkenteni. Számítsa ki, mekkora hőmennyiséget kell ekkor a gáztól elvonni! A fajhőt tekintse állandónak.
6. Egy 200 l űrtartalmú zárt edényben 5 bar nyomású és 27°C hőmérsékletű levegő van. Mennyi hőt kell a levegővel közölni, hogy hőmérséklete 200°C -ra emelkedjék?
7. 15 l térfogatú palackban 2 bar nyomású és 30°C hőmérsékletű levegő van. Mekkora lesz a levegő hőmérséklete és nyomása 20 kJ hő bevezetése után?

8. Egy $0,8 \text{ m}^3$ űrtartalmú zárt edényben 5 bar nyomású és 127°C hőmérsékletű levegő van. Mekkora a nyomás és milyen hőmérséklet keletkezik az edényben, ha benne a levegő 200 kJ hőt veszít?
9. 1 kg 135°C hőmérsékletű nitrogén 2 bar nyomáson történő izobar kompressziója folyamán 80 kJ hőmennyiséget vonunk el. Határozza meg a gáz állapotjelzőit és a végzett munkát!
10. 3 m^3 térfogatú és 10°C hőmérsékletű levegő állandó nyomáson 630 kJ hő bevezetésének következtében térfogatának $1,5$ -szorosára terjeszkedik. Számítsuk ki azt a nyomást, melyen a terjeszkedési folyamat végbemegy és a végzett munkát, ha $c_p = 1004 \text{ J/kgK}$!
11. $V_1 = 0,05 \text{ m}^3$; $T_1 = 850 \text{ K}$ és $p = 30 \text{ bar}$ kezdeti állapotú levegő állandó nyomáson $V_2 = 0,1 \text{ m}^3$ térfogatra terjeszkedik. Számítsa ki a véghőmérsékletet, a bevezetett hőmennyiséget, a belső energia változását és a külső munkát, ha a $c_p = 1004 \text{ J/kgK}$!
12. Mennyi hő szükséges ahhoz, hogy $0,5 \text{ kg}$ levegő 3 bar állandó nyomáson és 35°C hőmérsékleten 30 kJ munkát végezzen? Mekkora lesz ezek után a hőmérséklet és a térfogat?
13. 8 m^3 $0,9 \text{ bar}$ nyomású és 20°C hőmérsékletű levegőt izotermikusan összesűrítünk 8 bar -ig. Számítsa ki a végtérfogatot, a munkát és a külső hőt!
14. $0,1 \text{ m}^3$ levegőből 10 bar -on és 200°C állandó hőmérsékleten 130 kJ hőt vonunk el. Számítsa ki a végnyomást, a térfogatot és a munkát!
15. $0,1 \text{ m}^3$ levegőtől 10 bar nyomáson és 127°C állandó hőmérsékleten 100 kJ hőt vonunk el. Határozza meg a végnyomását!

16. 0,9 bar nyomású 20°C hőmérsékletű 8 m^3 levegőt izotermikusan 8,1 bar-ig sűrítünk. Számítsa ki a végtérfogatot és a munkát!
17. Mennyi hőt kell közölni egy 50 m^3 űrtartalmú edényben lévő levegővel, hogy hőmérséklete 27°C -ről 227°C -ra emelkedjék, és mekkora lesz ennek következtében a levegő nyomása, ha a kezdő nyomás 740 Hgmm volt? ($c_p=1004\text{ J/kgK}$)
18. 1 kg levegőt 1 bar-ról és 30°C -ról adiabatikusan összesűrítünk 10 bar-ra. Számítsuk ki a végső térfogatot, hőmérsékletet, a sűrítési munkát és a belső energia változását!
19. 2 kg oxigén 10 bar nyomásról és 300°C hőmérsékletről adiabatikusan terjeszkedik ötszörös térfogatra. Számítsuk ki a végső térfogatot, a nyomást, a hőmérsékletet, a munkát és a belső energia változását!
20. Adiabatikusan sűrítünk össze $m = 5\text{ kg}$ tömegű 35°C hőmérsékletű 2 bar nyomású levegőt az eredeti térfogatának 15-öd részére. Számítsa ki az állapotjelzőket, a munkát és a belső energiaváltozást!
21. Számítsa ki 100°C hőmérsékletű 1 kg tömegű metángáz ($\kappa=1,32$) 10 bar nyomásról 1,5 bar nyomásra történő adiabatikus expanziójánál kinyerhető munkát!
22. 1 kg levegőt politropikusan expandáltatunk. A levegő nyomása 6 bar és hőmérséklete 100°C . Az expanzió végén a nyomás 1 bar. Állapítsa meg az állapotjelzőket a kezdeti és végpontokban, a nyert munkát és a közölt hőmennyiséget, ha $n = 1,35$!
23. 1 kg sűrített levegő 5,12 bar-ról és 140°C -ről politropikusan terjeszkedik ($n=1,2$) 1,12 bar-ra. Határozza meg a folyamathoz szükséges hőt és a végzett munkát!
24. 8 m^3 levegőt politropikusan sűrítünk ($n = 1,2$) 0,9 bar-ról és 20°C -ról 8 bar-ig. Határozza meg a véghőmérsékletet és a munkát!

25. Valamely gáz térfogata politropikus terjeszkedés közben a 15-szörösére növekszik. A kezdeti nyomás 30 bar, a végnyomás 1 bar. Határozza meg a politrop kitevőt!
26. 6 m^3 gázt 10 bar-ról politropikusan összesűrítünk 40 bar-ra és 2 m^3 -es térfogatra. Számítsuk ki a politrop kitevőt!
27. Határozza meg 200 m^3 levegő belső energiájának a változását, ha a levegőt 6 bar nyomás és 40°C által jellemzett állapotáról 4,8 bar végnyomásra állandó térfogaton lehűtjük. Mekkora a közben elvont hőmennyiség?
28. 10 kg levegő állandó nyomáson való terjeszkedése közben 500 kJ munkát végez. Mekkora a belső energia változása?
29. Mennyi hő szükséges 2 m^3 levegőnek 127°C -ről 427°C ra való felmelegítéséhez, ha közben a levegőnek 5 bar nyomása változatlan marad? Mennyi munkát végez eközben a levegő?
30. Egy súlyos dugattyúval elzárt hengerben lévő 1 m^3 15°C hőmérsékletű levegővel állandó nyomáson 334,4 kJ-t közlünk, miközben térfogata $1,5 \text{ m}^3$ -re növekszik meg. Mekkora a levegő hőmérséklete és mennyi az expansziós munka?
31. 5 kg 5 bar nyomású és 27°C hőmérsékletű levegőt 20 bar nyomásra izotermikusan összenyomunk. Határozzuk meg a végtérfogatot, az összesűrítésre fordított munkát és az elvezetendő hőt!
32. 2 kg 1 bar nyomású és 27°C hőmérsékletű levegőnek izotermikus összesűrítésére 180 kJ munkát fordítottunk. Mekkora végnyomás keletkezik az összesűrítés végén és mennyi hőt kell elvonni a hőmérséklet állandó értéken tartása érdekében?

33. 6 kg 35°C és 2 bar nyomású levegőt adiabatikusan összesűrítünk eredeti térfogatának $1/15$ -öd részére. Állapítsuk meg a sűrítés végén a térfogatot, a hőmérsékletet, a befektetett munkát és a belső energia változását!
34. 1 kg 1 bar nyomású és 15°C hőmérsékletű nitrogént adiabatikusan sűrítünk 8 bar-ra. Számítsuk ki a munkát, a végtérfogatot, és a hőmérsékletet, ha $\kappa=1,4$!
35. A sűrített levegő a hengerben 10 bar nyomásról és 50°C hőmérsékletről adiabatikusan terjeszkedik 0,5 bar-ig. Hányszorosára növekszik a térfogat, mekkora lesz a véghőmérséklet és a munka, ha $V_1 = 1\text{ m}^3$!
36. Egy Diesel-motor hengerében 0,03 kg levegő adiabatikusan sűrítődik, miközben a sűrítés kezdetén a henger térfogata $0,03\text{ m}^3$, a nyomás pedig 0,95 bar. Mekkora lesz a levegő hőmérséklete a sűrítés végén, ha közben térfogata 13,5-szer kisebb lesz?
37. 5 kg fizikai normálállapotú levegő adiabatikus sűrítésére 800 kJ munkát fordítottunk. Határozza meg a véghőmérsékletet és a belső energia változását!
38. 3 m^3 45°C -os levegő terjeszkedik 5,4 bar-ról 1,5 bar-ig és az azután elfoglalt térfogat 10 m^3 . Számítsuk ki a politrop kitevőt, a véghőmérsékletet és a munkát!
39. Számítsuk ki a térfogatváltozás munkáját, a belső energia változását és a külső hőt politropikus terjeszkedésben ($n = 1,5$), ha a 0,5 kg levegőt 150°C -ról 50°C -ra hűt le!
A fajhő $c_v = 710,6\text{ J/kgK}$.
40. Számítsuk ki a külső munkát, a belső energia változását és a hőfogyasztást 5 kg levegő politropikus terjeszkedése esetén! A levegő kezdeti hőmérséklete 150°C , véghőmérséklete 50°C , a politrop kitevő 1,3.

5.TÉMAKÖR: Körfolyamatok

1. Határozza meg a Carnot körfolyamat termikus hatásfokát és egy ciklusának munkáját, ha a körfolyamatot 1 kg levegő végzi és az 1-es pont állapotjelzői: $p_1 = 10$ bar $T_1 = 227^\circ\text{C}$! Ismert adatok még: $p_3 = 1,0$ bar, $v_2 = 0,178$ m³/kg.
2. Vizsgáljon meg egy Carnot körfolyamatot: az 1-es pont állapotjelzői $p_1 = 20$ bar, $t_1 = 327^\circ\text{C}$, a 3-as jelű pont állapotjelzői $p_3 = 1,2$ bar és $t_3 = 27^\circ\text{C}$! Határozza meg minden sarokpont minden állapotjelzőjének adatait, a hasznos munkát és termikus hatásfokot!
3. 1 kg levegő Carnot körfolyamatot végez. $t_1 = 250^\circ\text{C}$ és $t_3 = 30^\circ\text{C}$ hőmérséklet határok között. A legnagyobb nyomás $p_1 = 10$ bar, a legkisebb $p_3 = 1,2$ bar. Határozza meg minden sarokpont minden állapotjelzőjének adatait, a hasznos munkát és termikus hatásfokot!
4. 1 kg levegő Carnot körfolyamatot végez, melynek ismert állapotjelzői a következők: $p_1 = 50$ bar, $p_2 = 25$ bar, $t_1 = 1000^\circ\text{C}$, és a $w_o = 85$ kJ. Számítsa ki a q_1 , q_2 és a T_3 értékét!
5. Egy Carnot körfolyamat munkaközege 1 kg levegő. Az 1-es pontban a nyomás 6 bar és $v_2 = 2 \cdot v_1$. Az alsó hőmérséklet szint 300 K, a felső 700 K hőmérsékletű. Határozza meg minden sarokpont minden állapotjelzőjének adatait, a hasznos munkát és termikus hatásfokot!
6. A Carnot körfolyamat munkaközege 1 kg levegő. Az 1-es pontban a nyomás 3 MPa, a 3-asban 0,55 MPa. Az alsó hőmérséklet szint 1200 K, a felső 1800 K hőmérsékletű. Határozza meg minden sarokpont minden állapotjelzőjének adatait, a hasznos munkát és a termikus hatásfokot!

7. 1 kg levegő Otto körfolyamatot végez a következő ismert paraméterekkel: $v_1 = 0,95 \text{ m}^3/\text{kg}$, $t_1 = 50^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 7$, $\lambda = 2$. A sűrítés és expanzió is adiabatikus állapotváltozás. Határozza meg minden sarokpont minden állapotjelzőjének adatait, a hasznos munkát és termikus hatásfokot!
8. 1 kg levegő által végzett izochor hőbevezetésű (Otto) körfolyamat állapotjelzői az alábbiak: $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $\varepsilon = 5,5$, $\lambda = 4$. Számítsa ki q_1 , w_o és η_t értékeit!
9. Számítsa ki az Otto körfolyamat sűrítési viszonyát és a termikus hatásfokot a következő adatok alapján $T_1 = 333 \text{ K}$, $T_2 = 543 \text{ K}$, $\kappa = 1,4$!
10. Otto körfolyamatban a sűrítési viszony $\varepsilon = 5$, a nyomásviszony 1,5. Számítsa ki a termikus hatásfokot!
11. Határozza meg az Otto motor termikus hatásfokát és egy ciklus munkáját, ha a körfolyamatot 1 kg levegő végzi és a $p_1 = 1 \text{ bar}$, a $T_1 = 290 \text{ K}$, valamint a közölt hő $q_1 = 260 \text{ kJ}$, ha a $\lambda = 1,8$!
12. Határozza meg a klasszikus diesel körfolyamat termikus hatásfokát, ha a munkaközeg levegő $p_1 = 1 \text{ bar}$, $t_1 = 15^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 18$ és a folyamattal közölt hő 450 kJ.
13. Vizsgálja meg a klasszikus diesel körfolyamatot, ha $T_1 = 300 \text{ K}$, a bevezetett hőmennyiség 1128 kJ és a sűrítési viszony $\varepsilon = 12$!
14. Számítsa ki a w_o munkát és a leadott hőt a Carnot körfolyamatban, mely 200°C és 10°C hőmérséklet között játszódik le és a munkaközeg levegő! A körfolyamattal közölt hő 1680 kJ.
15. Egy 37°C és 327°C hőfokhatárok között lejátszódó Carnot-féle körfolyamatba 20 kJ hőmennyiséget tápláltunk be. Határozza meg a körfolyamat munkáját!

16. 1 kg levegő által végzett Otto körfolyamat állapotjelzői: $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $\varepsilon = 7$ és a $\lambda = 2$. Határozza meg a közölt hőt, a termikus hatásfokát és a munkát!
17. Határozza meg egy Otto körfolyamatnak a hatásfokát és munkáját, melyet 1 kg levegő végez, ha adott $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $\varepsilon = 5,5$ és a közölt hő $q_1 = 1128 \text{ kJ}$!
18. Klasszikus Diesel körfolyamatban, melyet 1 kg levegő végez, a $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $\varepsilon = 12$, és $\rho = 2,3$. Számítsa ki a q_1 bevezetett hőt, a körfolyamat munkáját és a η_t hatásfokot!
19. Számítsa ki a diesel körfolyamat hatásfokát, ha a munkaközeg levegő. A $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 288 \text{ K}$, $\varepsilon = 18$, $q_1 = 610 \text{ kJ}$!
20. Milyennek kell lennie annak a klasszikus diesel körfolyamat sűrítési viszonyának, amelynél $T_1 = 350 \text{ K}$, a $T_2 = 1073 \text{ K}$?
21. Határozza meg a gyorsjárású diesel motor termikus hatásfokát és egy ciklusának munkáját, ha a körfolyamatot 1 kg levegő végzi! A beszívott levegő nyomása 1 bar, hőmérséklete 27°C , a közölt hő $q_1' + q_2'' = 1338 \text{ kJ}$ és a p_3 nyomás 55 bar.
22. Vegyes diesel körfolyamat munkaközege 1 kg levegő. Határozzuk meg a folyamattal közölt hőt, a körfolyamat termikus hatásfokát és egy ciklusának munkáját, ha $p_1 = 1 \text{ bar}$, $t_1 = 27^\circ\text{C}$, $\lambda = 1,5$, $\rho = 1,7$, $\varepsilon = 14$!

6. TÉMAKÖR: Az entrópia számítása

1. 21 m^3 1 bar nyomású és 27°C hőmérsékletű nitrogén izotermikus kompressziója folyamán 350 kJ hőmennyiséget vonunk el. Határozza meg az állapotváltozás során bekövetkező entrópia-változást!
2. 3 kg levegő entrópiája 200°C állandó hőmérsékleten $1,5 \text{ kJ/K}$ értékkel csökkent. Határozza meg az állapotváltozás végén a nyomás és a fajtérfogat értékét, ha a kezdeti nyomás 2 bar!
3. Határozza meg 2 kg 1 bar nyomású és 27°C hőmérsékletű nitrogén izochor állapotváltozásával kapcsolatos entrópiaváltozást, ha az állapotváltozás végén a nyomás 4 bar!
4. Számítsa ki a nitrogén fajlagos entrópiáját 3 bar nyomás és 200°C hőmérséklet esetén, ha állandó fajhővel számolunk! Az entrópia zéruspontját a fizikai normálállapotnál vegye fel!
5. 1 kg levegőt először adiabatikusan sűrítünk térfogatának 6x-osára, majd állandó térfogaton megnöveljük a nyomást másfél-szeresére. Számítsa ki a teljes entrópia-változást!
6. 3 kg 127°C hőmérsékletű levegő $n = 1,2$ politropikus kitevővel expandál. Határozza meg a levegő entrópiaváltozását, ha az expanzió során végzett munka $4,3 \cdot 10^4 \text{ Nm}$!
7. 10 Nm^3 oxigén 1300°C hőmérsékletéről állandó nyomáson 300°C hőmérsékletre hűl le. Határozza meg az oxigén entrópiaváltozását!

7. TÉMAKÖR: A kompresszorok

1. Valamely egyfokozatú kompresszor beömlő szelepén óránként 200 m^3 levegő áramlik be $t_1 = 27^\circ\text{C}$ -on és $p_1 = 1 \text{ bar}$ nyomáson. A sűrített levegő nyomása 8 bar . Határozza meg a kompresszor energiaszükségletét és a hajtómotor teljesítményét, ha a sűrítés politropikus ($n=1,2$)!
2. Valamely egyfokozatú kompresszor $100 \text{ m}^3/\text{h}$ levegőt szállít 5 bar nyomáson a kezdeti hőmérsékletig lehűtve. A környezeti nyomás $p_1 = 1 \text{ bar}$ és a hőmérséklet $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Határozza meg a kompresszor-motor teljesítményét, ha a sűrítés:
 - a) izotermikus
 - b) politropikus ($n = 1,21$)
 - c) adiabatikus
3. Egy egyfokozatú kompresszor 250 m^3 levegőt szív óránként $0,9 \text{ bar}$ nyomáson és 25°C hőmérsékleten. A sűrítés után a levegő nyomása 5 bar és a levegőt 25°C hőmérsékleten szállítjuk a tartályba utóhűtőn keresztül. A sűrítés adiabatikus. Határozza meg a hajtómotor teljesítményét!
4. Óránként 100 m^3 levegőt szállító háromfokozatú kompresszor 28°C hőmérsékletű és 1 bar nyomású levegőt 55 bar -ra sűrít össze politropikusan ($n = 1,2$). Határozza meg a kompresszor teljesítményszükségletét!

Gyakorló feladatok:

1. Egy légkompresszor 500 kg levegőt szállít 8 bar nyomáson a kezdeti hőmérsékletig lehűtve. A beömlő levegő nyomása 1 bar, hőmérséklete 17°C . Határozza meg a kompresszor hengerének térfogatát és a hajtó motor teljesítmény-szükségletét, ha a kompresszor fordulata $n = 1000$ 1/perc és a sűrítés politropikus ($n = 1,3$)!
2. $100 \text{ m}^3/\text{h}$ szállítóképességű ideális háromfokozatú kompresszor 27°C hőmérsékletű és 1 bar nyomású levegőt 64 bar-ra sűrít össze politropikusan ($n = 1,2$). Határozza meg a hajtómotor teljesítményigényét!
3. Háromfokozatú kompresszorba $60 \text{ m}^3/\text{h}$ levegő ömlik be 0,8 bar nyomáson és 27°C hőmérsékleten, melyet az 100 bar-ra sűrít. Határozza meg a kompresszor szállítóképességét és a kompresszor energiaszükségletét!
4. Egy egyfokozatú dugattyús kompresszor adatai: $V_1 = 0,0098 \text{ m}^3$, $p_1 = 1 \text{ bar}$, $t_1 = 30^{\circ}\text{C}$, $n = 300$ 1/perc, $P_2 = 5 \text{ bar}$, $n = 1,35$ (pol. kitevő). Határozza meg a kompresszor adatait:
 - a) a káros tér figyelembe vétele nélkül!
 - b) a káros tér figyelembe vételével!
5. Számítsa ki a sűrítési nyomás legnagyobb megengedhető értékét az ideális egyfokozatú kompresszorban, ha a felső hőmérsékleti hatást a kenőolaj lobbanáspontja, 260°C határozza meg! A környezeti levegő hőmérséklete 25°C . A sűrítés adiabatikus. 1 kg levegő esetén mennyi (technikai) munka szükséges a sűrítéshez és mennyi hő szabadul fel?

6. Az ideális kétfokozatú sűrítő óránként 18°C hőmérsékletű 5000 m^3 levegőt sűrít 1 bar nyomásról 10 bar nyomásra. Határozza meg, milyenek a hengerekben a nyomásviszonyok, mekkora a sűrítés végén a levegő térfogata és hőmérséklete, mekkora technikai munka szükséges a teljesítményhez, mennyi hőt kell elvezetni, ha a sűrítés izotermikus, adiabatikus vagy politropikus ($n = 1,3$)!
7. Kétfokozatú ideális kompresszorban a levegőt 19 bar-ra sűrítik össze. Számítsa ki az első fokozat végnyomását, valamint a 19 bar nyomású levegő hőmérsékletét, ha a környező levegő $t_1 = 14^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű és 1 bar nyomású ($n=1,2$)!
8. Óránként 100 m^3 levegőt szállító ideális háromfokozatú kompresszorban a 28°C hőmérsékleten beszívott levegő 1 bar-ról 55 bar-ra sűrítődik össze politropikusan $n=1,2$. Határozza meg a kompresszor teljesítményét!

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A termodinamikában mit nevezünk rendszernek?
2. Milyen lehet a rendszert a tértől elválasztó határ-felület?
3. Mit nevezünk közegnek?
4. Mit nevezünk állapotnak?
5. Mit nevezünk állapotjelzőnek?
6. Mit nevezünk ideális gáznak?
7. Az ideális gázok molekulái közötti vonzóerőt miért tekinthetjük zérusnak?
8. Mit nevezünk sűrűségnek?
9. Mit jelent a fajtérfogat?
10. Mit nevezünk nyomásnak?
11. Mit jelent az abszolút nyomás fogalma?
12. Mit jelent a túlnyomás fogalma?
13. Mit értünk alnyomáson?
14. Mit értünk vákuumon?
15. Mi a nyomás mértékegysége?
16. Milyen más nyomás-mértékegységeket ismerünk?
17. Mit jelent a hőmérséklet?
18. Milyen hőmérséklet mértékegységeket ismerünk?
19. Az abszolút nulla fok miért nem érhető el?
20. Gay-Lussac I. törvénye milyen állapotjelzők közötti kapcsolatot írja le?
21. Gay-Lussac I. törvényét milyen diagramban lehet ábrázolni?
22. Boyle-Mariotte törvény melyik termikus állapotjelző állandósága mellett határozza meg a másik kettő közötti kapcsolatot?
23. A Boyle-Mariotte törvény ábrázolása p - v diagramban.
24. Gay-Lussac II. törvénye és ábrázolása diagramban!
25. Mi az egyesített gáztörvény alapja?
26. Mit nevezünk gázállandónak?
27. Mit nevezünk univerzális gázállandónak?
28. Mi a gázállandó fizikai jelentése?
29. Mit mond ki Avogadro törvénye?
30. Mit értünk molekulatömeg alatt?

31. Mit jelent a fizikai normálállapot?
32. A fázis szabály mely állapotjelzőkre vonatkozik?
33. Hány szabadságfoka van az ideális gáznak?
34. Hány szabadságfoka van a folyadékával érintkező gőznek?
35. Hány szabadságfoka van egy olyan rendszernek, ahol a szilárd-, a folyékony- és a gőzfázis termikus egyensúlyban van?
36. A termodinamikai egyenletekbe milyen mértékegységeket helyettesíthetünk be?
37. Fogalmazza meg a gázkeverékek alaptörvényét!
38. Milyen körülmények között érvényes Dalton törvénye?
39. Mit jelent a gázkeverékek alkotóinak tömegrésze?
40. Mit jelent a gázkeverékek alkotóinak térfogatrésze?
41. Milyen kapcsolat van a gázkeverékek alkotóinak tömeg- és térfogatrésze között?
42. Mit jelent a gázkeverékek látszólagos molekulatömege?
43. Mit jelent a gázkeverékek gázállandója?
44. Hogyan fogalmazható meg a gázok fajhője?
45. Mi a különbség az állandó térfogaton és az állandó nyomáson mért fajhő között?
46. Mit jelent a gázkeverékek fajhője, molhője?
47. Mit jelent a belső energia?
48. Fogalmazza meg a termodinamika I. főtétele!
49. Milyen kalorikus állapotjelzőket ismer?
50. Miért definiálható a belső energia a hőmérséklet függvényeként?
51. A belsőenergia abszolút értékét miért nem ismerjük?
52. Mit jelent az entalpia?
53. Miért definiálható az entalpia a hőmérséklet függvényeként?
54. Mi a különbség a térfogatváltozási- és a fizikai munka között?
55. Az izochor állapotváltozás milyen körülmények között játszódik le?
56. A p-v diagramból hogyan látszik a gáz által végzett munka?
57. A termodinamika I. főtétele hogyan egyszerűsödik izochor állapotváltozáskor?
58. Az izobár állapotváltozás milyen körülmények között játszódik le?
59. A közölt hő hány százaléka alakul át ő mechanikai munkává?
60. A végzett munka hogyan szemléltethető p-v diagramban?
61. Az izotermikus állapotváltozás milyen feltétel mellett játszódik le?
62. A termodinamika I. főtétele hogyan egyszerűsödik izotermikus állapotváltozáskor?

63. A közölt hő mire fordítódik az izotermikus állapotváltozáskor?
64. Az adiabatikus állapotváltozás milyen feltétel mellett játszódik le?
65. Milyen összefüggések írhatók fel az állapotjelzőkre adiabatikus állapotváltozás esetén?
66. Milyen összefüggés van a fizikai- és a technikai munka között adiabatikus állapotváltozás esetén?
67. A politrópikus állapotváltozás milyen körülmények között játszódik le?
68. Milyen összefüggések írhatók fel az állapotjelzőkre politróp. állapotváltozás esetén?
69. Mit jelent a politróp fajhő és hogyan lehet meghatározni?
70. Hogyan általánosítható a politrópikus állapotváltozás?
71. Hogyan definiálható a termikus hatásfok és a hasznos munka?
72. Hogyan számítható a termikus hatásfok a Carnot, az Otto, a Diesel és a vegyes körfolyamatnál?
73. Ábrázolja p-v diagramban a fentebbi körfolyamatokat, feltüntetve a legfontosabb jelöléseket!
74. Definiálja a kompressziós tényezőt, a nyomásemelkedési tényezőt és az előzetes expanziós tényezőt!
75. Definiálja az entrópiát és adja meg a legfontosabb jellemzőit!
76. Hogyan számíthatók az állapotváltozások entrópiaváltozásai?
77. Hogyan ábrázolhatók az állapotváltozások T-s diagramokban?
78. Hogyan ábrázolhatók az egyes körfolyamatok T – s diagramokban?
79. Milyen műveleteket végez a kompresszor működése közben?
80. Mi a különbség az ideális és a valóságos kompresszor között?
81. A sűrítésnek milyen lehetőségei vannak és melyik milyen gazdaságos?
82. Hogyan számítható a hajtómotor teljesítményigénye az egyes esetekben?
83. Miért volt szükség többfokozatú kompresszorokra?
84. Hogyan működnek a többfokozatú kompresszorok?
85. Definiálja a volumetrikus hatásfokot és a teljesítőképességet?
86. Hogyan számítható a szükséges fokozatszám?