

Műszaki Hőtan (Nappali és levelező)

Tantárgy Neptun kódja: Nappali: GEAHT211-B és GEAHT211-BL

Tárgyfelelős intézet:EVG - Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

Tárgyfelelős: Dr. Bencs Péter - egyetemi

docens **Óraszám/hét:** 2 óra előadás+1 óra

gyakorlat **Számonkérés módja:** kollokvium

Kreditpont: 3

Tárgy tematikus leírása:

1. hét Termodinamikai alapok - Termodinamikai rendszer, állapotjelzők, egyensúlyi állapot, termikus egyensúlyi állapot, a termodinamika nulladik főtétele, a termikus állapotegyenlet, termodinamikai folyamatok.
2. hét A Termodinamika I. főtétele - energiaformák, az I. főtétel különböző formái.
3. hét A Termodinamika I. főtétele - kalorikus állapotegyenletek, egyszerű állapotváltozások, körfolyamatok.
4. hét A Termodinamika II. főtétele - Reverzibilis és irreverzibilis folyamatok, II. főtétel mennyiségi megfogalmazása.
5. hét A Termodinamika II. főtétele - Entrópiadiagramok, Különböző energiaformák értékelése a II. főtétel segítségével, Exergia és anergia, III. főtétel.
6. hét Tiszta anyagok termodinamikai tulajdonságai - Állapotegyenletek, A gőzfejlesztés folyamata állandó nyomáson, Heterogén állapottartományok.
7. hét Tiszta anyagok termodinamikai tulajdonságai - Állapotjelzők, táblázatok, diagramok, Reális közegek egyszerű állapotváltozásai, A szilárd halmazállapot, Fajhő.
8. hét Zárthelyi
9. hét Termodinamika alkalmazása - Áramló közeg termodinamikája, Áramlásos folyamatok.
10. hét Termodinamika alkalmazása - Munkafolyamatok, A hőerőgépek folyamatainak termodinamikája.
11. hét Termodinamika alkalmazása - Munkafolyamatok, A hőerőgépek folyamatainak termodinamikája.
12. hét Termodinamika alkalmazása - Keverékek termodinamikája, A nedves levegő.
13. hét Hőközlés - Hővezetés
14. hét Elővizsga és Pótzárthelyi

Műszaki hőtan – Zárthelyi dolgozat
GEAHT211-B/L/GEAHT101B/L

NÉV (nyomtatott betűvel)	Neptun-kód:	1.	2.	3.	4.		
	Elérhető pontszám	10	20	15	15		
	Elért pontszám						
Kurzuskód (00/CV)		Összesen elérhető pontszám: 60 pont					

A zárthelyi időtartama **90 perc**. Jó munkát kívánok!

A. csoport

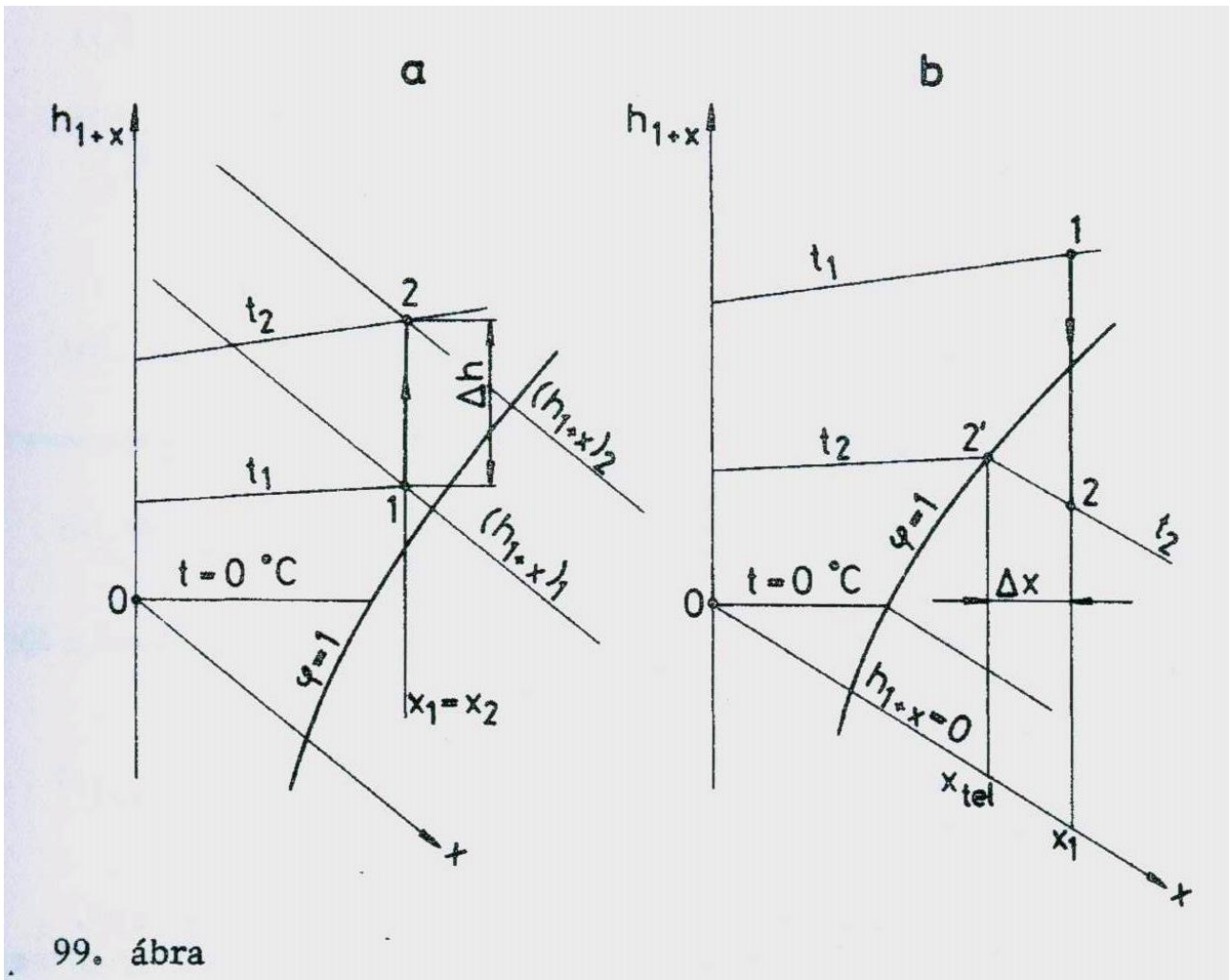
1. FELADAT: Teszt – X-el jelölje a megfelelő megoldást (szám alatt):

Ha a rendszer határán anyag átlép, a rendszer.							
1. nyitott	2. zárt	3. diatermikus	4. adiabatikus	1	2	3	4
				X			
Intenzív állapotjelzők pld. a p nyomás.....							
1. V térfogat	2. T hőmérséklet	3. S entrópia	4. H entalpia	1	2	3	4
					X		
A nedves gőz fajtérfogata: $v = v' + x \cdot (? - v')$							
1. v''	2. v'	3. v	4. $1 - v''$	1	2	3	4
				X			
Expanzió és kompresszió T-s ábrán történő ábrázolása során látható, hogy.....							
1. a súrlódási munka nagyobb, mint a technikai munka	2. a munkavesztés nagyobb, mint a technikai munka	3. a munkavesztés nagyobb, mint a súrlódási munka	4. a munkavesztés kisebb, mint a súrlódási munka	1	2	3	4
							X
A Clapeyron-Clausius egyenlet: $r = T \cdot (...) \cdot dp/dT$							
1. $s' - s''$	2. $v'' - v'$	3. $h' - h''$	4. $s'' - s'$	1	2	3	4
					X		

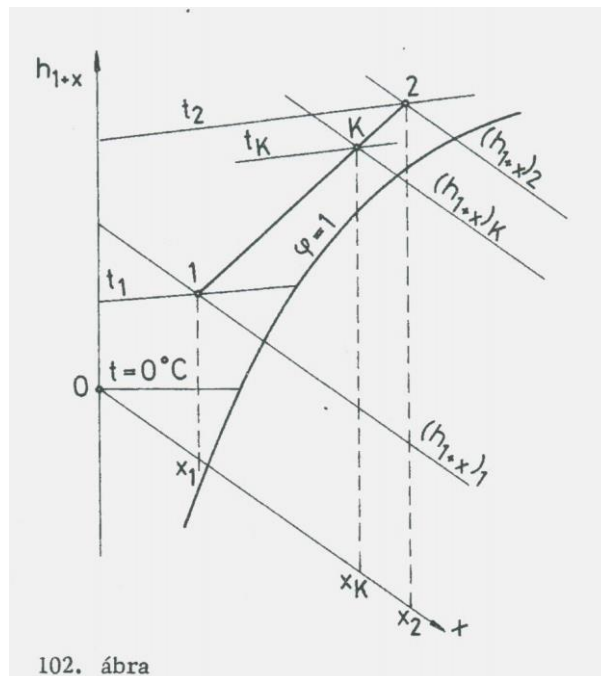
2. FELADAT: Ismertesse a nedves levegő x nedvességtartalmát (φ relatív nedvességgel kifejezve), illetve a φ relatív nedvességet x nedvességtartalommal kifejezve! Rajzolja meg h_{I+x} , x diagramban az alábbiakat – **melegítés** (állandó nedvességtartalom mellett); **hűtés** (nedvesség kiválás mellett), **keverés**.

$$x = 0,622 \cdot \frac{p_{tel}}{\frac{p}{\varphi} - p_{tel}};$$

$$\varphi = \frac{x}{0,622 + x} \cdot \frac{p}{p_{tel}}.$$

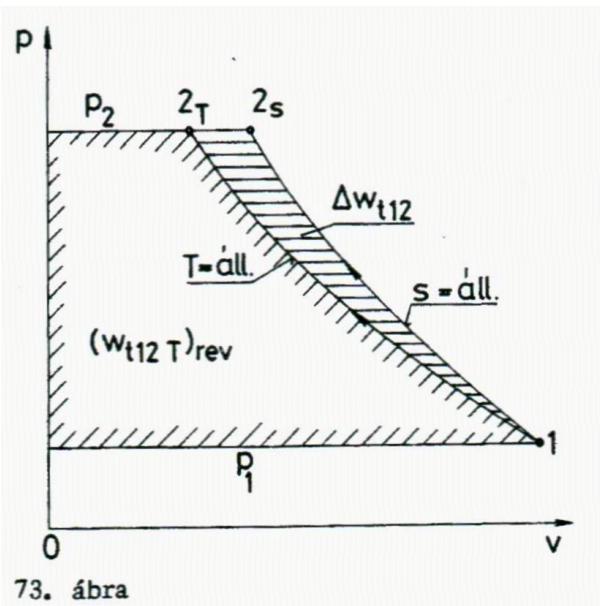


99. ábra

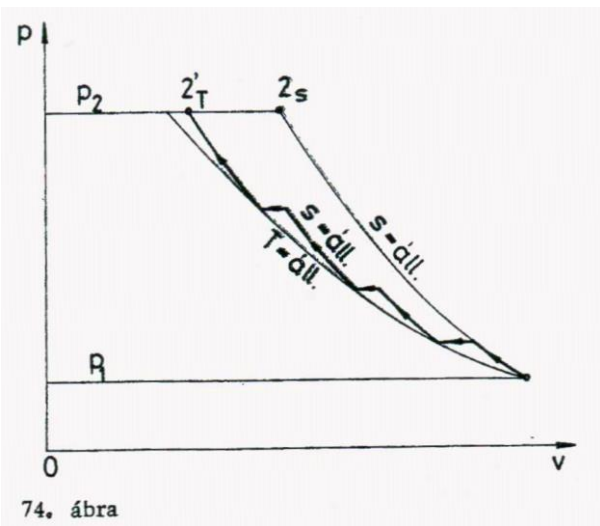


102. ábra

3. FELADAT: Rajzolja meg p - V diagramban (nem adiabatikus munkafolyamatok) az izotermikus kompresszió elméleti folyamatát. Ismertesse az izotermikus kompresszorhatásfok meghatározására szolgáló képletet! Rajzolja meg p - V diagramban a valóságban megvalósított „izotermikus” – közbenső hűtéssel ellátott – kompresszió folyamatát!



$$\eta_{T,k} = \frac{(w_{t_{12},T})_{rev}}{w_{t_{12},T}}$$



4. FELADAT: Nyitott $V=2 \text{ [m}^3\text{]}$ térfogatú tartályban a $p_1=0,1 \text{ [MPa]}$ és $t_1=17 \text{ [}^\circ\text{C]}$ állapotú ideális gáznak tekintett levegőt $t_2=400 \text{ [}^\circ\text{C]}$ -ra melegítik, majd az edényt lezárva a kezdeti hőmérsékletre hűtik vissza.

Meghatározandók:

- a) A melegítés során az edényből távozó meleg levegő tömege,
- b) A lehűlés után az edényben uralkodó nyomás!

További adatok: $R = 287 \text{ J/(kgK)}$

- **Megoldás:**
- (a) edényből távozó levegő **tömege:**

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

$$m_1 = \frac{p_1 \cdot V}{R \cdot T_1} = \frac{0,1 \cdot 10^6 \left[Pa = \frac{J}{m^3} \right] \cdot 2 \text{ [m}^3\text{]}}{0,2871 \cdot 10^3 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] \cdot 290,15 \text{ [K]}} = 2,401 \text{ [kg]}$$

$$m_2 = \frac{p_2 \cdot V}{R \cdot T_2} = \frac{p_1 \cdot V}{R \cdot T_2} = \frac{0,1 \cdot 10^6 \left[Pa = \frac{J}{m^3} \right] \cdot 2 \text{ [m}^3\text{]}}{0,2871 \cdot 10^3 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] \cdot 673,15 \text{ [K]}} = 1,035 \text{ [kg]}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 2,401 \text{ [kg]} - 1,035 \text{ [kg]} = 1,366 \text{ [kg]}.$$

- (b) A lehűlés után az edényben uralkodó **nyomás:**

$$m_2 = \frac{p_2' \cdot V}{R \cdot T_1} \rightarrow$$

$$p_2' = \frac{m_2 \cdot R \cdot T_1}{V} =$$

$$= \frac{1,035 \text{ [kg]} \cdot 0,2871 \cdot 10^3 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] \cdot 290,15 \text{ [K]}}{2 \text{ [m}^3\text{]}} = 43103 \text{ [Pa]} \approx$$

$$\approx 0,043 \text{ [MPa]}.$$

Műszaki Hőtan tételsor (I. rész), nappali és levelező

1.	Termodinamikai rendszer, állapotjelzők, egyensúlyi állapot, termikus egyensúlyi állapot.
2.	Energiaformák (mechanikai munka, térfogat-változási munka, súrlódási munka, belső energia, hő).
3.	A termodinamika nulladik főtétele, a termikus állapotegyenlet, termodinamikai folyamatok.
4.	Az I. főtétel különböző formái (zárt nyugvó rendszerekre, mozgó zárt rendszerekre, nyitott rendszerekre).
5.	Kalorikus állapotegyenletek (ideális gázok kalorikus állapotegyenletei), egyszerű állapotváltozások (izochor, izobár, izotermikus, adiabatikus).
6.	Egyszerű állapotváltozások (politropikus), körfolyamatok (hőerőgép).
7.	Reverzibilis és irreverzibilis folyamatok, a II. főtétel mennyiségi megfogalmazása, a II. főtétel alkalmazása adiabatikus rendszerekre, az entrópia definíciója.
8.	A termodinamikai hőmérséklet, az entrópia és a II. főtétel (ideális gáz entrópiája, az entrópia, a hő és a disszipációs energia).
9.	Entrópia diagramok, a különböző energiaformák értékelése a II. főtétel segítségével (a hő értékelése).
10.	A különböző energiaformák értékelése a II. főtétel segítségével (a belső energia értékelése), exergia és anergia (a termodinamikai folyamatok értékelése az exergia segítségével), termodinamika III. főtétele.
11.	A tiszta anyagok termodinamikai tulajdonságai, állapotegyenletek (a valóságos (reális) gázok termikus állapotegyenletei, a gőzfejlesztés folyamata állandó nyomáson).

Műszaki Hőtan tételsor (II. rész), nappali és levelező

12.	Heterogén állapottartományok (a nedves gőz állapot, Clapeyron-Clasius egyenlet), állapotegyenletek, táblázatok, diagramok (összefüggések a termikus és kalorikus állapotjelzők között).
13.	Állapotegyenletek, táblázatok, diagramok (állapotjelző táblázatok, állapot diagramok), reális közegek egyszerű állapotváltozásai (izentrópikus állapotváltozás, fojtásos állapotváltozás).
14.	A szilárd halmazállapot (szilárd anyagok termikus tulajdonságai), fajhő (szilárd testek fajhője, gázok fajhője, ideális gázok fajhője, közepes fajhő, valóságos gázok (és gőzök) fajhője).
15.	Áramló közeg termodinamikája, áramlásos folyamatok (hőközléses áramlás, adiabatikus áramlásos folyamatok).
16.	Áramlásos folyamatok (áramlási keresztmetszetek izentrópikus áramlásban, Laval-fúvóka, Laval-fúvóka sebesség, nyomásviszony).
17.	Munkafolyamatok (adiabatikus és nem adiabatikus), A hőerőgépek folyamatainak termodinamikája: Carnot-körfolyamat.
18.	A hőerőgépek folyamatainak termodinamikája: Gőznemű közvetítő közeggel dolgozó hőerőgépek összehasonlító körfolyamata.
19.	A hőerőgépek folyamatainak termodinamikája: Gázturbinás rendszer körfolyamata, hűtőgépek, hőszivattyúk körfolyamatai.
20.	Keverékek termodinamikája, általános összefüggések, ideális gázok keveréke.
21.	A nedves levegő jellemzői, a nedves levegő h,x diagramja.
22.	A nedves levegő h,x diagramja különböző nyomásokra, A h,x diagram használata.