

A CSOPORT

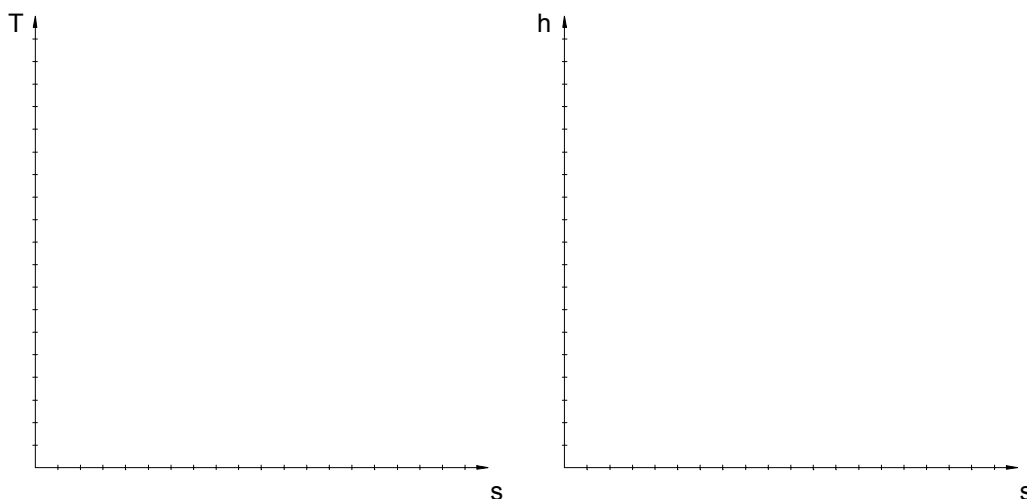
Név:.....

Tankör:.....

Dátum:...2004.04.27.....

**Alkalmazott műszaki hőtan,
Gőzök termodinamikája**

1. 1,8 kg tömegű, 10 bar nyomású, 0,8 fajlagos gőztartalmú gőz izoterm módon terjeszkedik 2 m³/kg fajtérfogatig. Ezt követően telített gőz állapotig adiabatikusan expandál. Ábrázolja az állapotváltozásokat és a közölt vagy elvont hőket T-s és h-s diagramokon! Jelölje a három állapotpontot és az állapotváltozásokat a mellékelt fázisváltási diagramon: **25**



Töltse ki a táblázatot!

	T []	h []	p []	v []	s []
1					
2					
3					

Határozza meg a következő mennyiségeket:

q₁₂ =

u₁ =

$\Delta s =$

$u_2 =$

$\Delta h =$

$\Delta u =$

$w_{12} =$

$q_{23} =$

$u_2 =$

$\Delta h =$

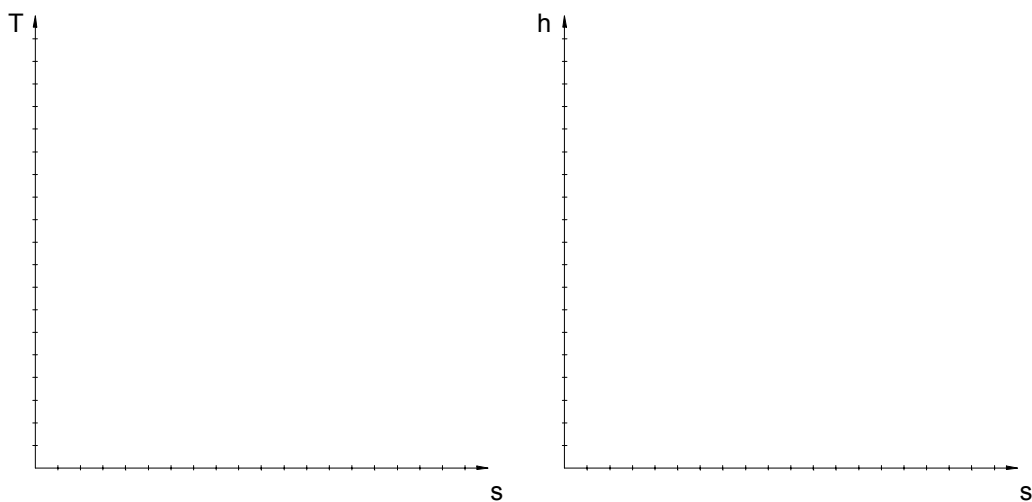
$u_3 =$

$\Delta s =$

$\Delta u =$

$w_{23} =$

2. 150 °C-os forróvizet 1,4 bar nyomásig fojtószelepen keresztül kiterjesztünk. Ábrázolja T-s és h-s diagramon az állapotváltozást:



Töltse ki a táblázatot:

	T []	h []	p []	v []	s []
1					
2					

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$q_{12} =$

$u_1 =$

$\Delta s =$

$u_2 =$

$\Delta h =$

$\Delta u =$

3. Egy Rankine-Clausius körfolyamat túlhevítési hőmérséklete 300 °C, kazányomása 10 bar, kondenzátornyomása 0,5 bar. A víz fajhőjét tekintse állandó, 4,152 kJ/(kgK) értékűnek. A tápvízszivattyúban lezajló állapotváltozás elhanyagolható. Határozza meg a tápvíz-előmelegítőben, a kazánban és a gőztúlhevítőben közölt, és a kondenzátorban elvont fajlagos hőmennyiséget, a gőzturbina fajlagos munkáját, és a körfolyamat termodinamikai hatásfokát! Ábrázolja a körfolyamatot a mellékelt h-s diagramon! **20**

$q_{te} =$

$q_{ko} =$

$q_{ka} =$

$w_{12} =$

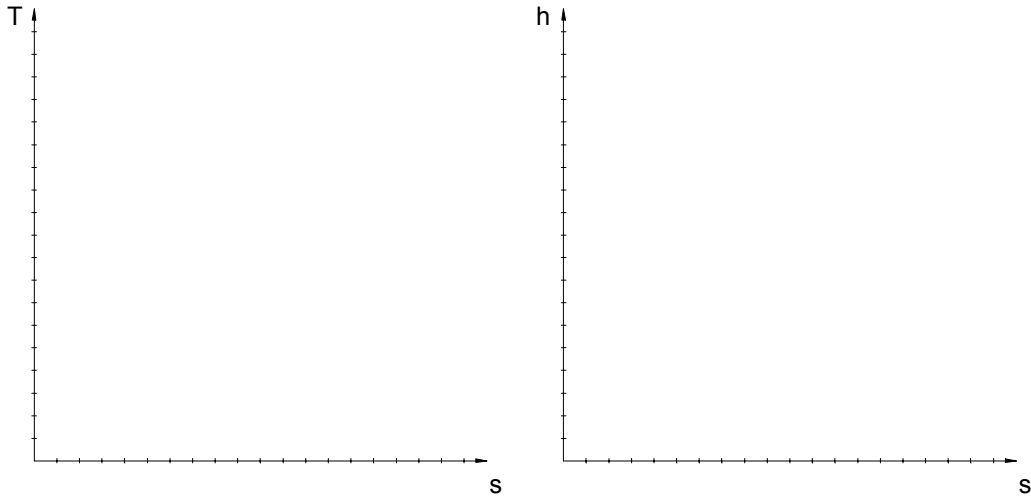
$q_{gt} =$

$\eta_t =$

4. Egy 25 bar nyomású forróvíztartály felrobban. A tartály térfogata 20 m³. A környezeti nyomás 1 bar. Gőztáblázatból a következő értékek adottak: **30**

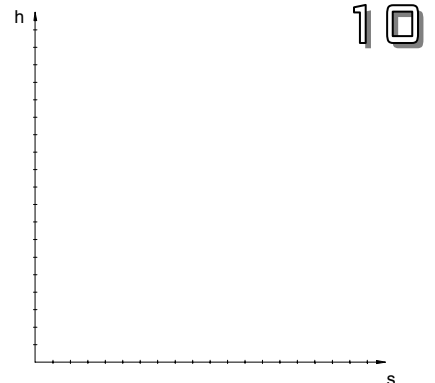
p [bar]	v' [m ³ /kg]	v'' [m ³ /kg]	t _s [°C]	s' [kJ/(kgK)]	s'' [kJ/(kgK)]	h' [kJ/kg]	h'' [kJ/kg]
25	0,001197	0,079898	223,936	2,554	6,254	961,85	2800,818
1	0,001043	1,6949	99,632	1,303	7,361	417,47	2675,749

Ábrázolja az állapotváltozást T-s és h-s diagramon:



Mennyi az állapotváltozás után a rendszer fajlagos gőztartalma? Mekkora az állapotváltozás során fejlődött gőz tömege?

5. Hogyan változik a Rankine-Clausius körfolyamat termikus hatásfoka és a fajlagos gőzfelhasználás, ha a kondenzátornyomást növeljük? Állítását a $h - s$ diagramon igazolja!



10

6. Hány állapotjelző határozza meg egyértelműen a telített állapotú közeg állapotát?

2

7. Mi a párolgáshő definíciója és hogyan függ a párolgáshő a nyomástól?

3

B CSOPORT

Név:.....

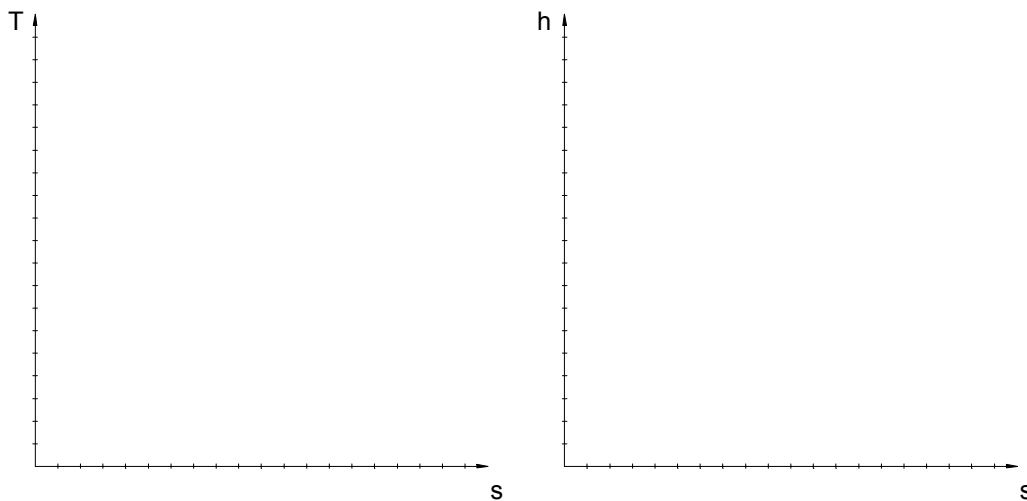
Tankör:.....

Dátum:...2004.04.27.....

**Alkalmazott műszaki hőtan,
Gőzök termodinamikája**

1. 2 kg tömegű, 120 °C-os telített gőzzel izochor módon hőt közlünk. Az állapotváltozás során a gőz hőmérséklete 290 °C-ra nő. Ezt követően izobár módon 1500 kJ hőt vonunk el. Ábrázolja az állapotváltozásokat és a közölt vagy elvont hőket T-s és h-s diagramokon! Jelölje a három állapotpontot és az állapotváltozásokat a mellékelt fázisváltási diagramon:

25



Töltse ki a táblázatot!

	T []	h []	p []	v []	s []
1					
2					
3					

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$q_{12} =$

$u_1 =$

$\Delta s =$

$u_2 =$

$\Delta h =$

$\Delta u =$

$w_{12} =$

$q_{23} =$

$u_2 =$

$\Delta h =$

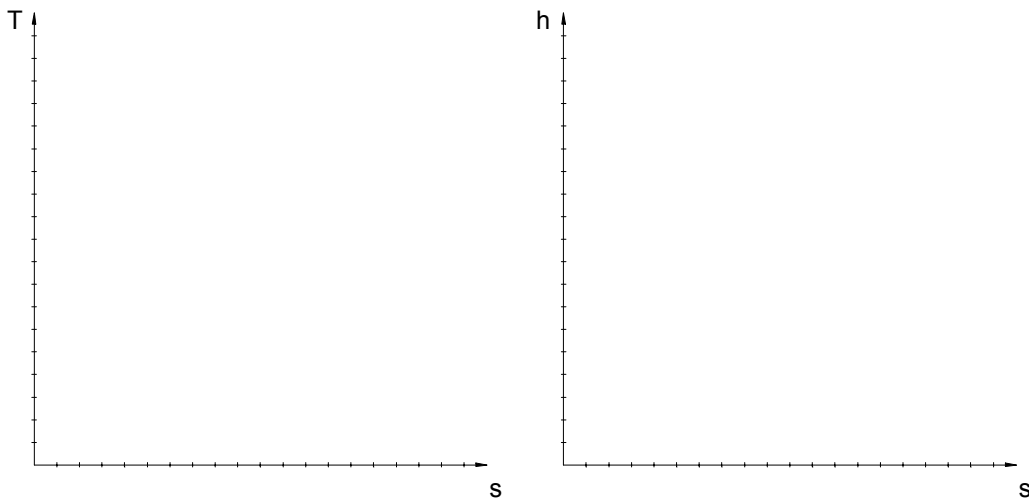
$u_3 =$

$\Delta s =$

$\Delta u =$

$w_{23} =$

2. 5,2 bar nyomású, 200 °C-os gőzt 5 m³/kg fajtérfogatig fojtószelepen keresztül kiterjesztünk. Ábrázolja T-s és h-s diagramon az állapotváltozást:



Töltse ki a táblázatot:

	T []	h []	p []	v []	s []
1					
2					

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$q_{12} =$

$u_1 =$

$\Delta s =$

$u_2 =$

$\Delta h =$

$\Delta u =$

3. Egy Rankine-Clausius körfolyamat túlhevítési hőmérséklete 400 °C, kazánnomása 20 bar, kondenzátornomása 1 bar. A víz fajhőjét tekintse állandó, 4,152 kJ/(kgK) értékűnek. A tápvízszivattyúban lezajló állapotváltozás elhanyagolható. Határozza meg a tápvíz-előmelegítőben, a kazánban és a gőztúlhevítőben közölt, és a kondenzátorban elvont fajlagos hőmennyiséget, a gőzturbina fajlagos munkáját, és a körfolyamat termodinamikai hatásfokát! Ábrázolja a körfolyamatot a mellékelt h-s diagramon! **20**

$q_{te} =$

$q_{ko} =$

$q_{ka} =$

$w_{12} =$

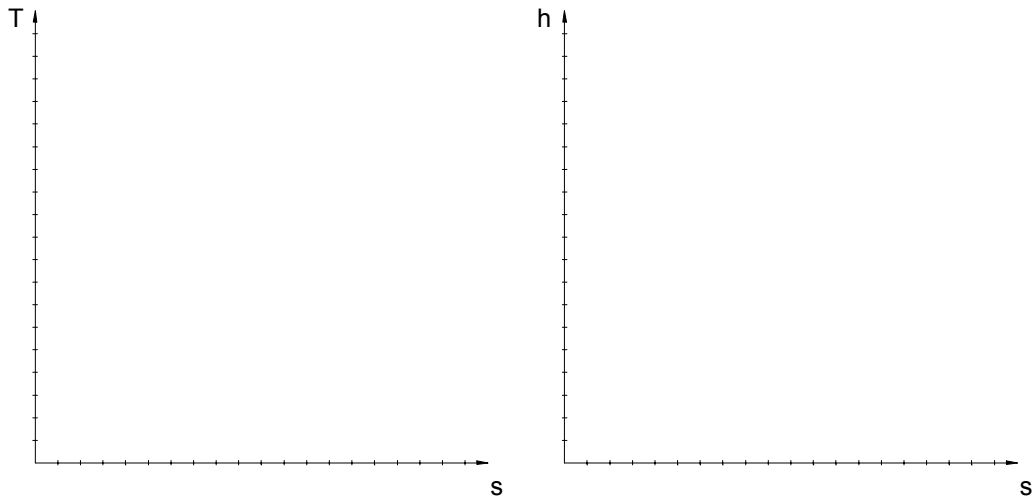
$q_{gt} =$

$\eta_t =$

4. Egy 30 bar nyomású forróvíztartály felrobban. A tartály térfogata 20 m³. A környezeti nyomás 1 bar. Gőztáblázatból a következő értékek adottak: **30**

p [bar]	v' [m ³ /kg]	v'' [m ³ /kg]	t _s [°C]	s' [kJ/(kgK)]	s'' [kJ/(kgK)]	h' [kJ/kg]	h'' [kJ/kg]
30	0,001216	0,066618	233,836	2,645	6,183	1008,253	2801,892
1	0,001043	1,6949	99,632	1,303	7,361	417,47	2675,749

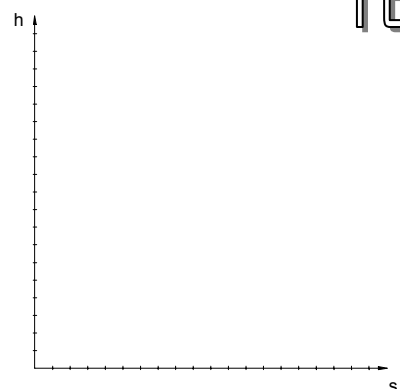
Ábrázolja az állapotváltozást T-s és h-s diagramon:



Mennyi az állapotváltozás után a rendszer fajlagos gőztartalma? Mekkora az állapotváltozás során fejlődött gőz tömege?

5. Hogyan változik a Rankine-Clausius körfolyamat termikus hatásfoka és a fajlagos gőzfelhasználás, ha a túlhevítési hőmérsékletet csökkentjük? Állítását a $h - s$ diagramon igazolja!

10



6. Hány állapotjelző határozza meg egyértelműen a telített állapotú közeg állapotát?

2

7. Mi a párolgáshő definíciója és hogyan függ a párolgáshő a nyomástól?

3

JAVÍTÓKULCS

A CSOPORT

Név:.....

Tankör:.....

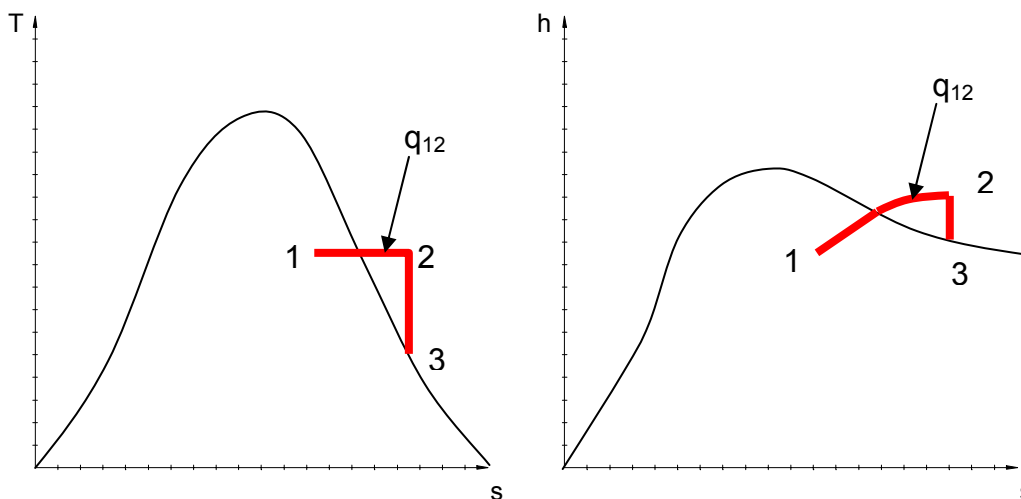
Dátum:....2004.04.27.....

**Alkalmazott műszaki hőtan,
Gőzök termodinamikája**

1. 1,8 kg tömegű, 10 bar nyomású, 0,8 fajlagos gőztartalmú gőz izoterm módon terjeszkedik 2 m³/kg fajtérfogatig. Ezt követően telített gőz állapotig adiabatikusan expandál. Ábrázolja az állapotváltozásokat és a közölt vagy elvont hőket T-s és h-s diagramokon! Jelölje a három állapotpontot és az állapotváltozásokat a mellékelt fázisváltási diagramon:

A mellékelt h-s diagramon piros számokkal és piros vonalakkal jelölt.

25



Töltse ki a táblázatot!

	T [K]	h [kJ/kg]	p [bar]	v [m ³ /kg]	s [kJ/(kgK)]
1	455 (182 °C)	2371	10	0,17	5,7
2	455 (182 °C)	2837	1,08	2	7,72
3	348 (75 °C)	2628	0,35	4,7	7,72

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$$q_{12} = T_1 \Delta s_{12} = 455 \cdot (7,72 - 5,7) = 919,1 \text{ kJ/kg} \quad u_1 = h_1 - p_1 v_1 = 2371 \cdot 10^3 - 10^6 \cdot 0,17 = 2201 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta s = s_2 - s_1 = 7,72 - 5,7 = 2,02 \text{ kJ/(kgK)}$$

$$u_2 = h_2 - p_2 v_2 = 2837 \cdot 10^3 - 1,08 \cdot 10^5 \cdot 2 = 2621 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 2837 - 2371 = 466 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = 2621 - 2201 = 420 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{12} = q_{12} - \Delta u = 919,1 - 420 = 499,1 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{23} = 0$$

$$u_2 = h_2 - p_2 v_2$$

$$\Delta h = h_3 - h_2 = 2628 - 2837 = -209 \text{ kJ/kg}$$

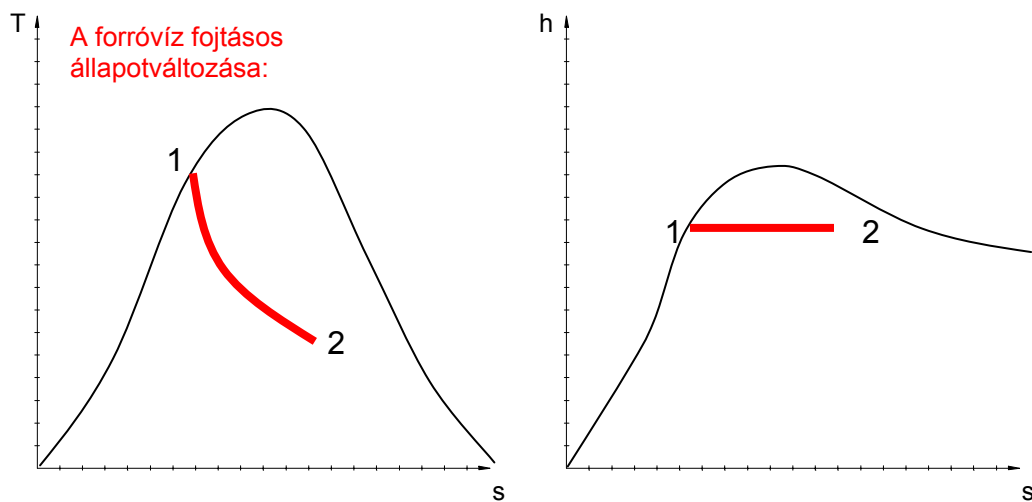
$$u_3 = h_3 - p_3 v_3 = 2628 \cdot 10^3 - 0,35 \cdot 10^5 \cdot 4,7 = 2463,5 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta s = 0$$

$$\Delta u = u_3 - u_2 = 2463,5 - 2621 = -157,5 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{23} = q_{23} - \Delta u = - \Delta u = 157,5 \text{ kJ/kg}$$

2. 150 °C-os forróvizet 1,4 bar nyomásig fojtószelepen keresztül kiterjesztünk. Ábrázolja T-s és h-s diagramon az állapotváltozást:



Töltse ki a táblázatot:

	T []	h []	p []	v []	s []
1					
2					

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$$q_{12} = 0$$


$$u_1 = h_1 - p_1 v_1$$

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

$$u_2 = h_2 - p_2 v_2$$

$$\Delta h = 0$$

$$\Delta u = u_2 - u_1$$

3. Egy Rankine-Clausius körfolyamat túlhevítési hőmérséklete 300 °C, kazánnomása 10 bar, kondenzátornomása 0,5 bar. A víz fajhőjét tekintse állandó, 4,152 kJ/(kgK) értékűnek. A tápvízszivattyúban lezajló állapotváltozás elhanyagolható. Határozza meg a tápvíz-előmelegítőben, a kazánban és a gőztúlhevítőben közölt, és a kondenzátorban elvont fajlagos hőmennyiséget, a gőzturbina fajlagos munkáját, és a körfolyamat termodinamikai hatásfokát! Ábrázolja a körfolyamatot a mellékelt h-s diagramon! 

A mellékelt h-s diagramon zöld számokkal és zöld vonalakkal jelölt.

$$q_{te} = h_4 - h_{2'} = c_{v\text{íz}}(t_4 - t_{2'}) =$$

$$= 4,152 \cdot (183 - 82) = 419,35 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{ko} = h_{2'} - h_2 = c_{v\text{íz}} \cdot t_{2'} - h_2 = 4,152 \cdot 82 - 2477 =$$

$$= -2136,5 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{ka} = h_6 - h_4 = h_6 - c_{v\text{íz}} t_4 =$$

$$2777 - 4,152 \cdot 183 = 2017,2 \text{ kJ/kg}$$


$$w_{12} = q_{12} - \Delta h_{12} = -\Delta h_{12} = h_1 - h_2 =$$

$$= 3040 - 2477 = 563 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{gt} = h_1 - h_6 = 3040 - 2777 = 263 \text{ kJ/kg}$$

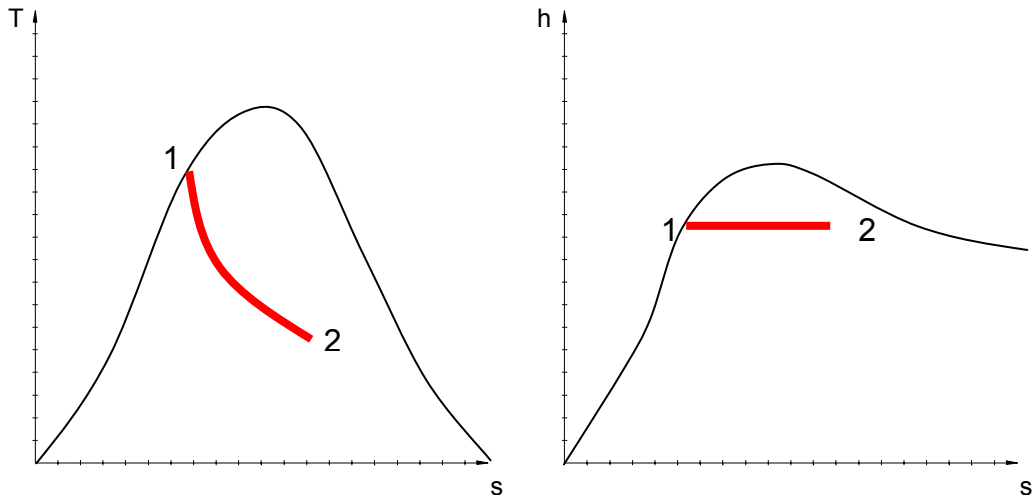
$$\eta_t = w_h / \Sigma q_{BE} = w_{12} / (q_{te} + q_{ka} + q_{gt}) =$$

$$= 563 / (419,35 + 2017,2 + 263) = 20,86 \%$$

4. Egy 25 bar nyomású forróvíztartály felrobban. A tartály térfogata 20 m³. A környezeti nyomás 1 bar. Gőztáblázatból a következő értékek adottak: 

p [bar]	v' [m ³ /kg]	v'' [m ³ /kg]	t _s [°C]	s' [kJ/(kgK)]	s'' [kJ/(kgK)]	h' [kJ/kg]	h'' [kJ/kg]
25	0,001197	0,079898	223,936	2,554	6,254	961,85	2800,818
1	0,001043	1,6949	99,632	1,303	7,361	417,47	2675,749

Ábrázolja az állapotváltozást T-s és h-s diagramon:



Mennyi az állapotváltozás után a rendszer fajlagos gőztartalma? Mekkora az állapotváltozás során fejlődött gőz tömege?

Az állapotváltozás során az entalpia állandó, ez az entalpia a 25 bar nyomású telített folyadék entalpiája: $h_1 = h'_{25 \text{ bar}} = 961,85 \text{ kJ/kg}$. A végállapot entalpiája:

$h_2 = 961,85 \text{ kJ/kg} = h'_{1 \text{ bar}} + x_2(h''_{1 \text{ bar}} - h'_{1 \text{ bar}})$. Innen a fajlagos gőztartalmat kifejezve:

$$x_2 = (h_2 - h'_{1 \text{ bar}}) / (h''_{1 \text{ bar}} - h'_{1 \text{ bar}}) = (961,85 - 417,47) / (2675,749 - 417,47) = 0,24106$$

A kiindulási állapotban a tartályban lévő víz tömege:

$$m = V / v = V / v'_{25 \text{ bar}} = 20 / 0,001197 = 16708,44 \text{ kg}$$

A fajlagos gőztartalomról kifejezve a keletkezett gőz tömege:

$$m_{\text{göz}} = x \cdot m = 0,24106 \cdot 16708,44 = 4027,731 \text{ kg}$$

5. Hogyan változik a Rankine-Clausius körfolyamat termikus hatásfoka és a fajlagos gőzfelhasználás, ha a kondenzátornyomást növeljük? Állítását a $h - s$ diagramon igazolja!

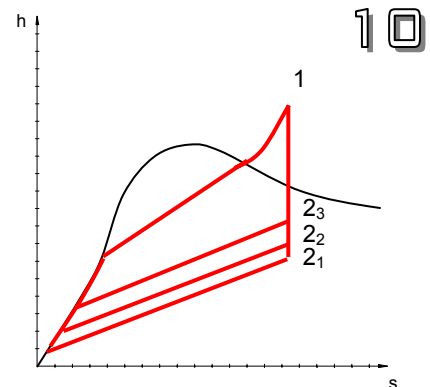
A hatásfok csökken, a fajlagos gőzfelhasználás nő.

$$w_1 > w_2 > w_3$$

$$\rightarrow \eta_1 > \eta_2 > \eta_3$$

$$q_{ko1} > q_{ko2} > q_{ko3}$$

$$d_1 < d_2 < d_3$$



6. Hány állapotjelző határozza meg egyértelműen a telített állapotú közeg állapotát?

2, mivel nem ismert, hogy telített folyadékról vagy telített gőzről van szó.

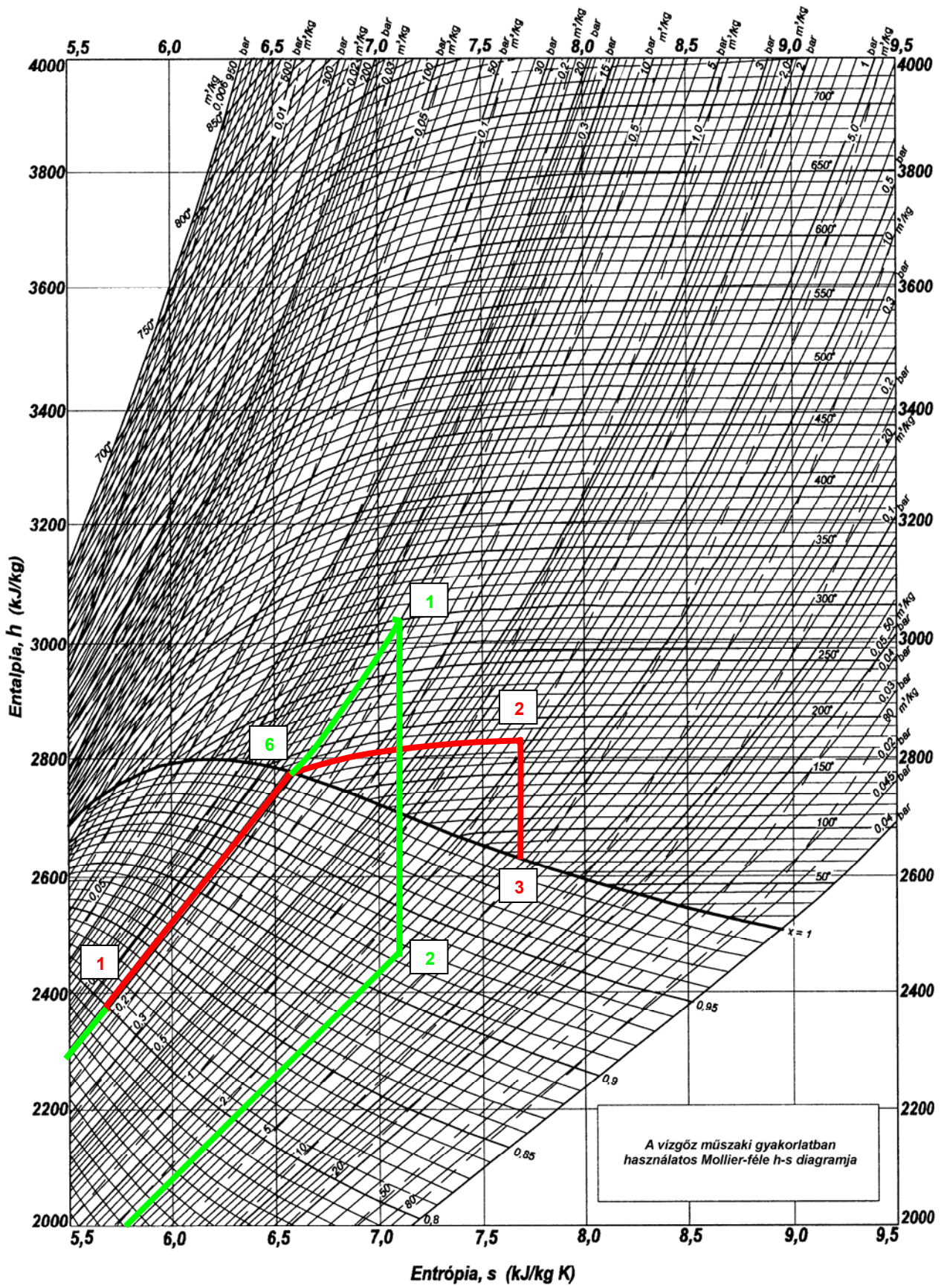
7. Mi a párolgáshő definíciója és hogyan függ a párolgáshő a nyomástól?

A párolgáshő az a hőmennyiség, amely 1 kg telített folyadékból 1 kg telített gőz előállításához szükséges, izobár körülmények közt. Nagyobb nyomáson a párolgáshő kisebb.

10

2

3



B CSOPORT

Név:.....

Tankör:.....

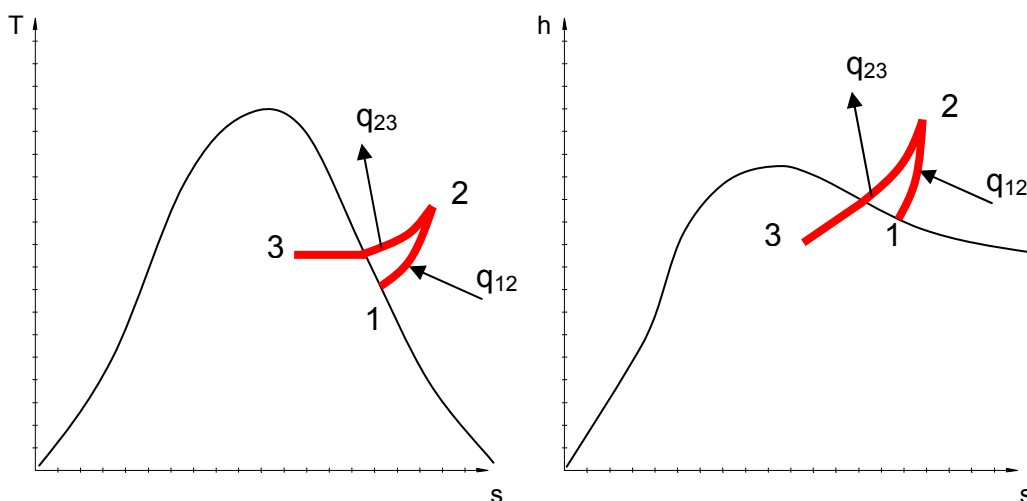
Dátum:...2004.04.27.....

**Alkalmazott műszaki hőtan,
Gőzök termodinamikája**

1. 2 kg tömegű, 120 °C-os telített gőzzel izochor módon hőt közlünk. Az állapotváltozás során a gőz hőmérséklete 290 °C-ra nő. Ezt követően izobár módon 1500 kJ hőt vonunk el. Ábrázolja az állapotváltozásokat és a közölt vagy elvont hőket T-s és h-s diagramokon! Jelölje a három állapotpontot és az állapotváltozásokat a mellékelt fázisváltási diagramon:

A mellékelt h-s diagramon piros számokkal és piros vonalakkal jelölt.

25



Töltse ki a táblázatot!

	T [K]	h [kJ/kg]	p [bar]	v [m ³ /kg]	s [kJ/(kgK)]
1	393 (120 °C)	2703	2	0,94	7,13
2	563 (290 °C)	3043	2,8	0,94	7,67
3	406 (133 °C)	3043-1500/2 = = 2293	2,8	0,625	5,92

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$q_{12} = \Delta u_{12} = 264,8 \text{ kJ/kg}$

$u_1 = h_1 - p_1 v_1 = 2703 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^5 \cdot 0,94 =$

$$= 2515 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta s = s_2 - s_1 = 7,67 - 7,13 = 0,54 \text{ kJ/(kgK)}$$

$$u_2 = h_2 - p_2 v_2 = 3043 \cdot 10^3 - 2,8 \cdot 10^5 \cdot 0,94 = 2779,8 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 3043 - 2703 = 340 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = 2779,8 - 2515 = 264,8 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{12} = p \Delta v_{12} = 0$$

$$q_{23} = Q/m = -1500/2 = -750 \text{ kJ/kg}$$

$$u_2 = h_2 - p_2 v_2$$

$$\Delta h = q_{23} = -750 \text{ kJ/kg}$$

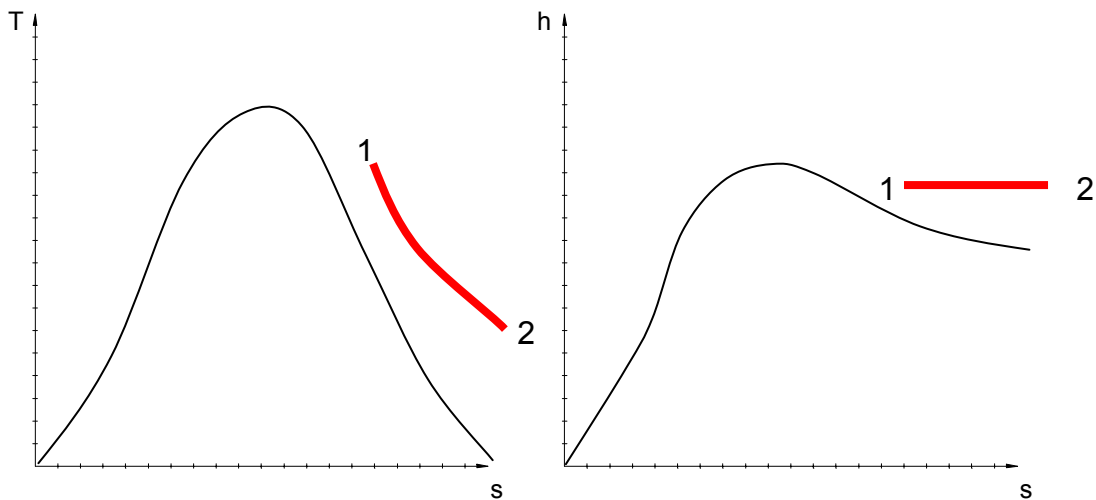
$$u_3 = h_3 - p_3 v_3 = 2293 \cdot 10^3 - 2,8 \cdot 10^5 \cdot 0,625 = 2118 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta s = s_3 - s_2 = 5,92 - 7,67 = -1,75 \text{ kJ/(kgK)}$$

$$\Delta u = u_3 - u_2 = 2118 - 2779,8 = -661,8 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{23} = p_2 \Delta v_{23} = 2,8 \cdot 10^5 \cdot (0,625 - 0,94) = -88,2 \text{ kJ/kg}$$

2. 5,2 bar nyomású, 200 °C-os gőzt 5 m³/kg fajtérfogatig fojtószelepen keresztül kiterjesztünk. Ábrázolja T-s és h-s diagramon az állapotváltozást:



Töltse ki a táblázatot:

	T [K]	h [kJ/kg]	p [bar]	v [m ³ /kg]	s [kJ/(kgK)]
1	473 (200 °C)	2847	5,2	0,425	7,04
2	461 (188 °C)	2847	0,43	5	8,16

Határozza meg a következő mennyiségeket:

$$q_{12} = 0$$

$$u_1 = h_1 - p_1 v_1 = 2847 \cdot 10^3 - 5,2 \cdot 10^5 \cdot 0,425 = 2626 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta s = s_2 - s_1 = 8,16 - 7,04 = 1,12 \text{ kJ/(kgK)}$$

$$u_2 = h_2 - p_2 v_2 = 2847 \cdot 10^3 - 0,43 \cdot 10^5 \cdot 5 = 2632 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta h = 0$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = 2632 - 2626 = 6 \approx 0 \text{ kJ/kg}$$

3. Egy Rankine-Clausius körfolyamat túlhevítési hőmérséklete 400 °C, kazánnomása 20 bar, kondenzátornomása 1 bar. A víz fajhőjét tekintse állandó, 4,152 kJ/(kgK) értékűnek. A tápvízszivattyúban lezajló állapotváltozás elhanyagolható. Határozza meg a tápvíz-előmelegítőben, a kazánban és a gőztúlhevítőben közölt, és a kondenzátorban elvont fajlagos hőmennyiséget, a gőzturbina fajlagos munkáját, és a körfolyamat termodinamikai hatásfokát! Ábrázolja a körfolyamatot a mellékelt h-s diagramon!

20

A mellékelt h-s diagramon zöld számokkal és zöld vonalakkal jelölt.

$$q_{te} = h_4 - h_{2'} = c_{v\text{íz}}(t_4 - t_{2'}) = 4,152 \cdot (210 - 102) = 448,42 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{ko} = h_{2'} - h_2 = c_{v\text{íz}} t_{2'} - h_2 = 4,152 \cdot 102 - 2585 = -2161,5 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{ka} = h_6 - h_4 = h_6 - c_{v\text{íz}} t_4 = 2791 - 4,152 \cdot 210 = 1919,1 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{12} = q_{12} - \Delta h_{12} = -\Delta h_{12} = h_1 - h_2 = 3236 - 2585 = 651 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{gt} = h_1 - h_6 = 3236 - 2791 = 445 \text{ kJ/kg}$$

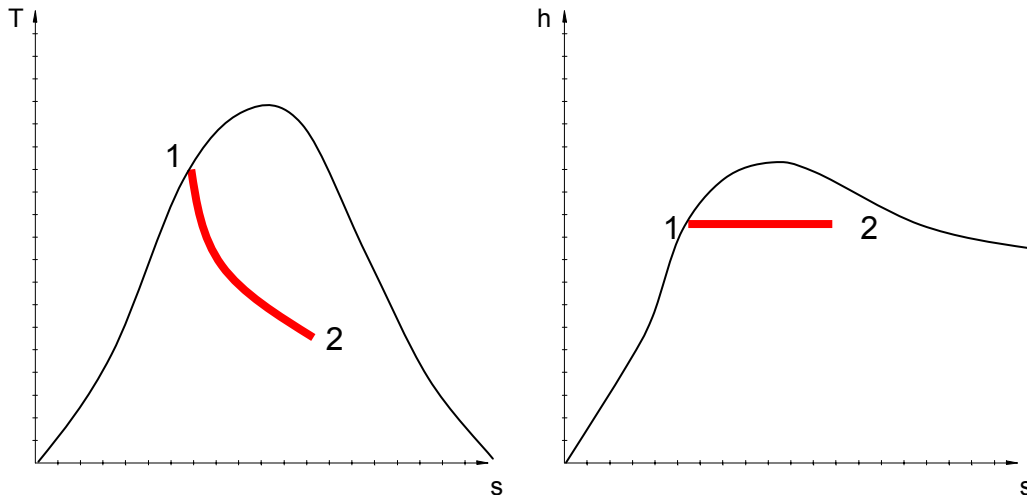
$$\eta_t = w_h / \Sigma q_{BE} = w_{12} / (q_{te} + q_{ka} + q_{gt}) = 651 / (448,42 + 1919,1 + 445) = 23,25 \%$$

4. Egy 30 bar nyomású forróvíztartály felrobban. A tartály térfogata 20 m³. A környezeti nyomás 1 bar. Gőztáblázatból a következő értékek adottak:

30

p [bar]	v' [m ³ /kg]	v'' [m ³ /kg]	t _s [°C]	s' [kJ/(kgK)]	s'' [kJ/(kgK)]	h' [kJ/kg]	h'' [kJ/kg]
30	0,001216	0,066618	233,836	2,645	6,183	1008,253	2801,892
1	0,001043	1,6949	99,632	1,303	7,361	417,47	2675,749

Ábrázolja az állapotváltozást T-s és h-s diagramon:



Mennyi az állapotváltozás után a rendszer fajlagos gőztartalma? Mekkora az állapotváltozás során fejlődött gőz tömege?

Az állapotváltozás során az entalpia állandó, ez az entalpia a 25 bar nyomású telített folyadék entalpiája: $h_1 = h'_{30 \text{ bar}} = 1008,253 \text{ kJ/kg}$. A végállapot entalpiája:

$h_2 = 1008,253 \text{ kJ/kg} = h'_{1 \text{ bar}} + x_2(h''_{1 \text{ bar}} - h'_{1 \text{ bar}})$. Innen a fajlagos gőztartalmat kifejezve:

$$x_2 = (h_2 - h'_{1 \text{ bar}}) / (h''_{1 \text{ bar}} - h'_{1 \text{ bar}}) = (1008,253 - 417,47) / (2675,749 - 417,47) = 0,2616$$

A kiindulási állapotban a tartályban lévő víz tömege:

$$m = V / v = V / v'_{30 \text{ bar}} = 20 / 0,001216 = 16447,37 \text{ kg}$$

A fajlagos gőztartalomról kifejezve a keletkezett gőz tömege:

$$m_{\text{gőz}} = x \cdot m = 0,2616 \cdot 16447,37 = 4302,76 \text{ kg}$$

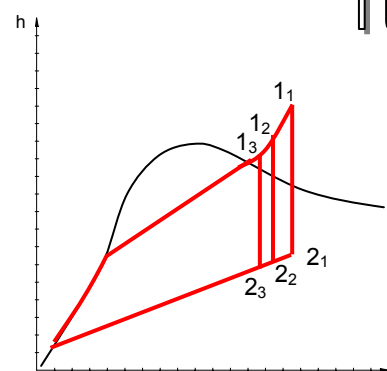
5. Hogyan változik a Rankine-Clausius körfolyamat termikus hatásfoka és a fajlagos gőzfelhasználás, ha a túlhevítési hőmérsékletet csökkentjük? Állítását a $h - s$ diagramon igazolja!

A hatásfok csökken, a fajlagos gőzfelhasználás nő.

$$w_1 > w_2 > w_3$$

$$\eta_1 > \eta_2 > \eta_3$$

$$d_1 < d_2 < d_3$$



6. Hány állapotjelző határozza meg egyértelműen a telített állapotú közeg állapotát?

2, mivel nem ismert, hogy telített folyadékról vagy telített gőzről van szó.

7. Mi a párolgáshő definíciója és hogyan függ a párolgáshő a nyomástól?

A párolgáshő az a hőmennyiség, amely 1 kg telített folyadékból 1 kg telített gőz előállításához szükséges, izobár körülmények közt. Nagyobb nyomáson a párolgáshő kisebb.

10

2

3

