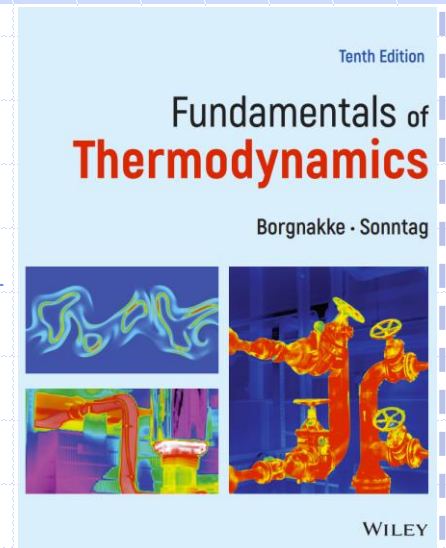


**Fundamentals of Thermodynamics**  
**Borgnakke – Sonntag**  
**10<sup>η</sup> έκδοση**  
**Εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ, 2023**

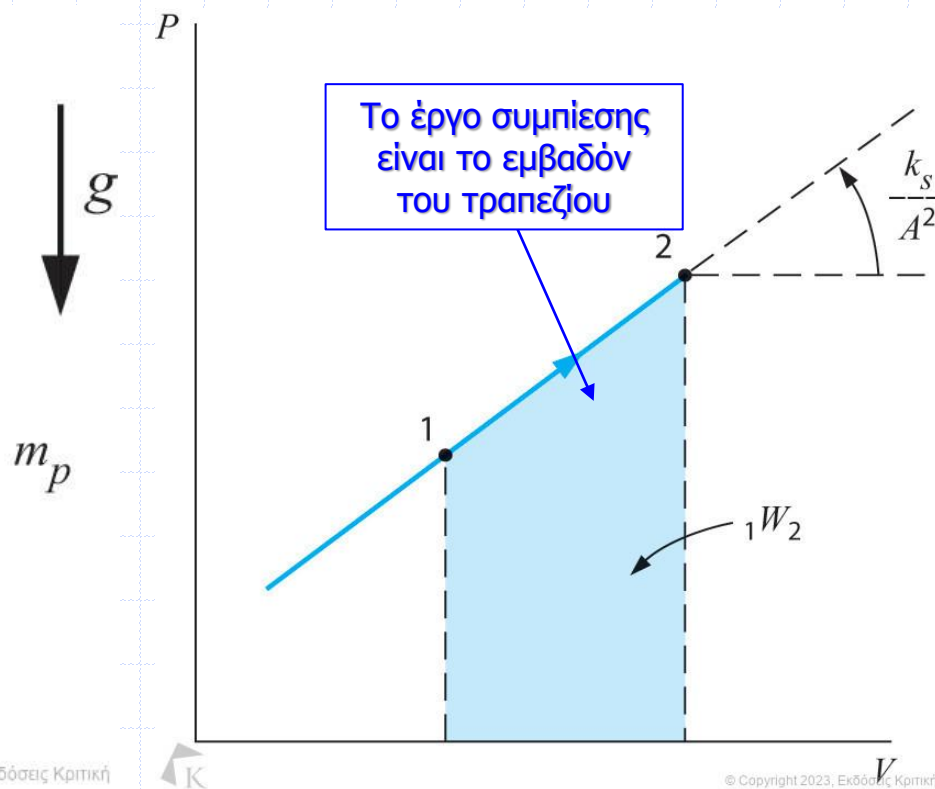
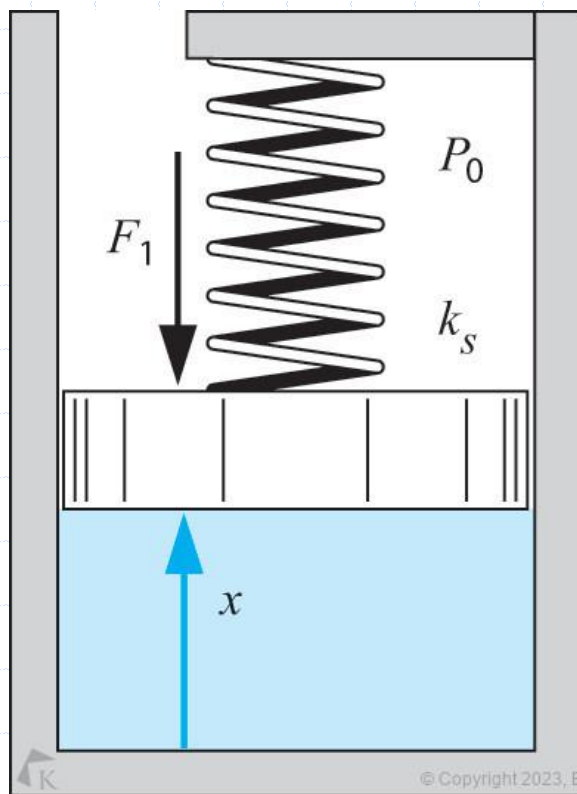


**Κεφάλαιο 3ο**  
**Παραδείγματα**

*Επιμέλεια παρουσίασης*  
*καθηγήτης Γ. Σκόδρας*

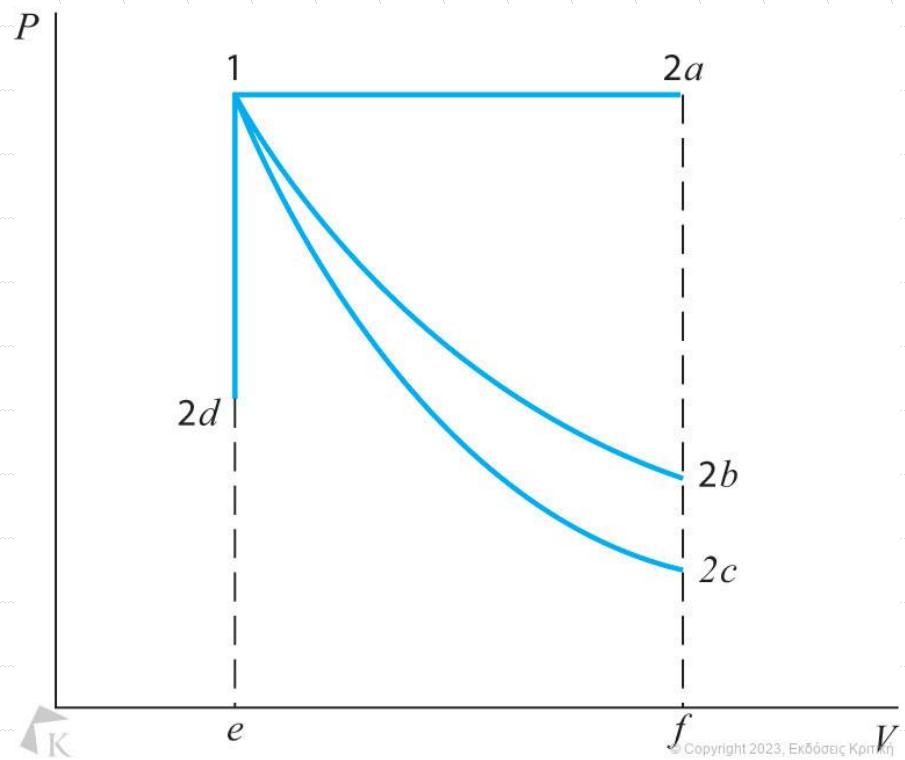
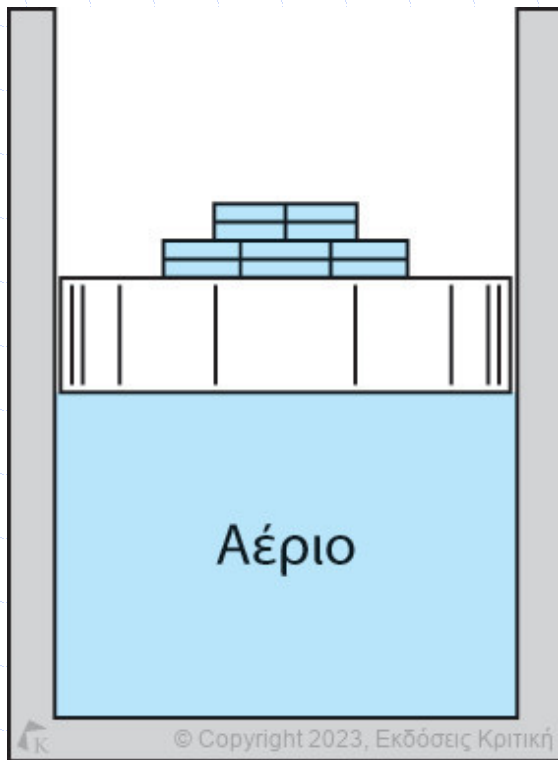
# Έργο που παράγεται ή καταναλώνεται στα κινούμενα όρια ενός απλού συμπίεστου συστήματος...

## Παράδειγμα 3.4



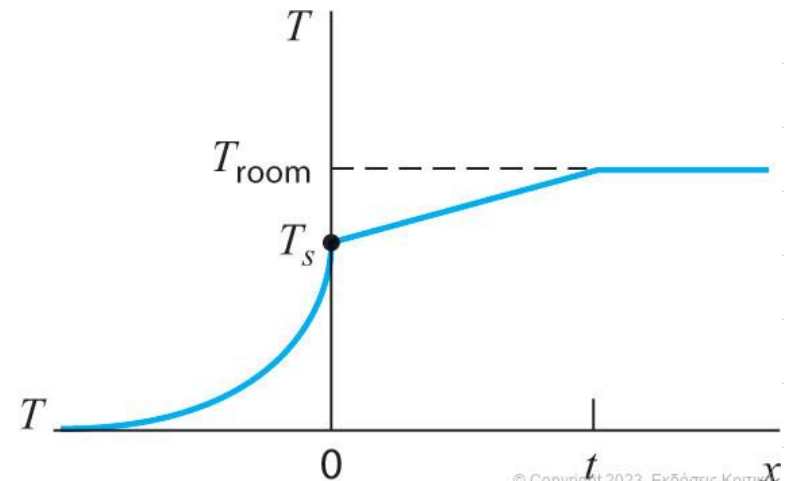
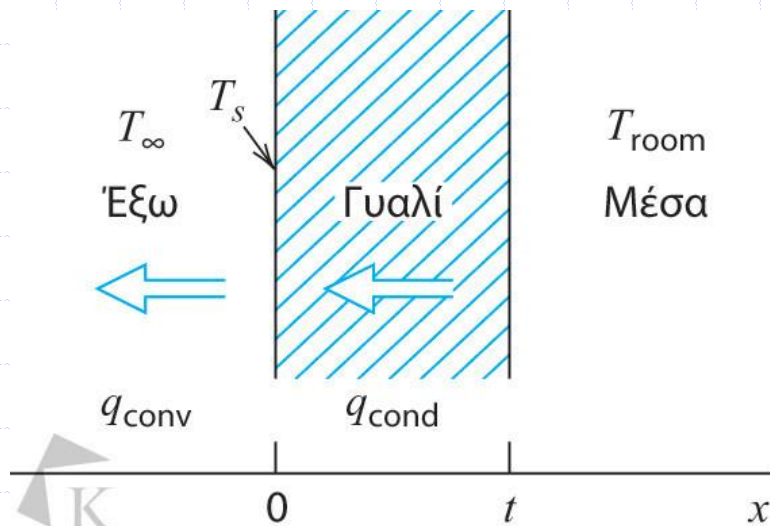
# Έργο που παράγεται ή καταναλώνεται στα κινούμενα όρια ενός απλού συμπιεστού συστήματος...

## Παράδειγμα 3.6



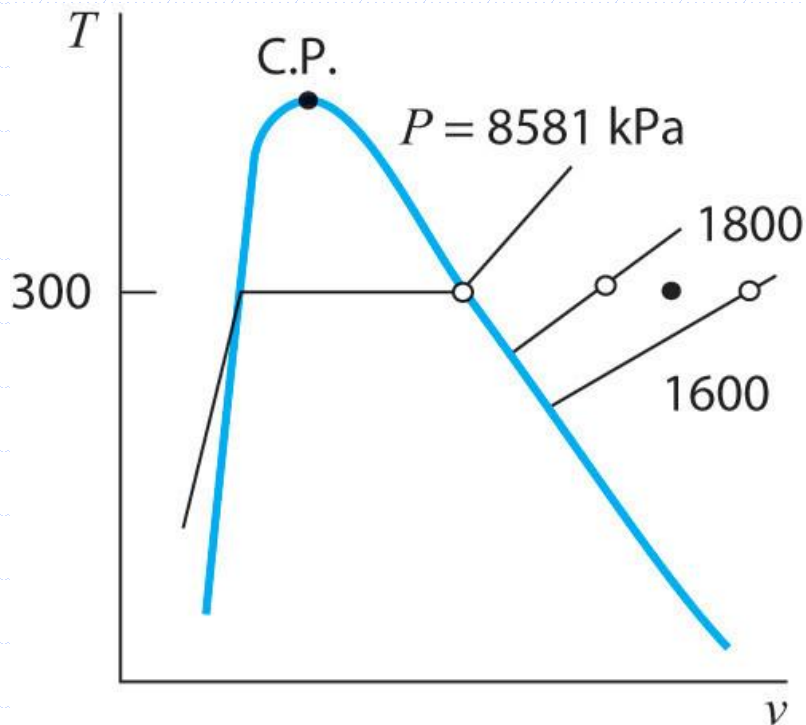
# Τρόποι μεταφοράς θερμότητας...

## Παράδειγμα 3.7

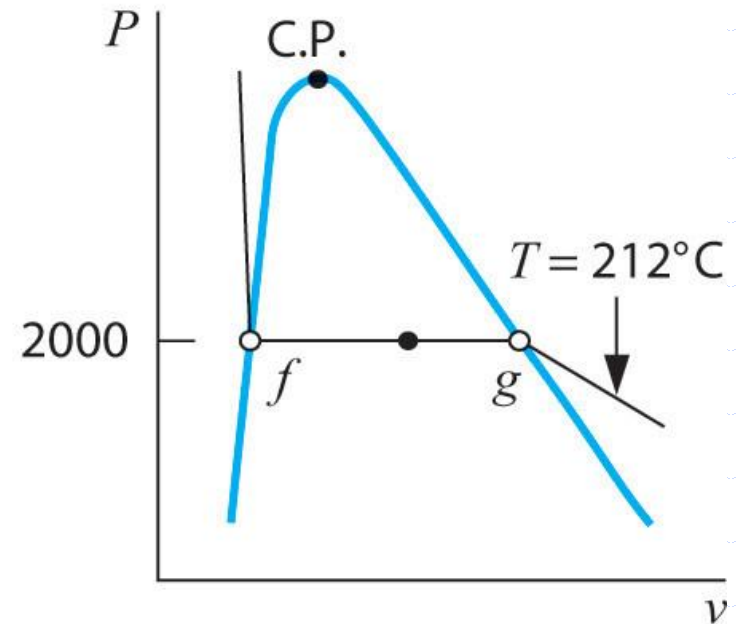


# Εσωτερική ενέργεια – Μια θερμοδυναμική ιδιότητα...

## Παράδειγμα 3.8



(α)



(β)



Θερμ. (°C)	Πίεση (kPa)	Ειδικός όγκος, m <sup>3</sup> /kg			Εσωτερική ενέργεια, kJ/kg		
		Κορ. υγρό $v_f$	Εξάτμ. $v_{fg}$	Κορ. ατμός $v_g$	Κορ. υγρό $u_f$	Εξάτμ. $u_{fg}$	Κορ. ατμός $u_g$
195	1397,8	0,001149	0,13990	0,14105	828,36	1764,43	2592,79
200	1553,8	0,001156	0,12620	0,12736	850,64	1744,66	2595,29
205	1723,0	0,001164	0,11405	0,11521	873,02	1724,49	2597,52
210	1906,3	0,001173	0,10324	0,10441	895,51	1703,93	2599,44
215	2104,2	0,001181	0,09361	0,09479	918,12	1682,94	2601,06
220	2317,8	0,00119	0,08500	0,08619	940,85	1661,49	2602,35
225	2547,7	0,001199	0,07729	0,07849	963,72	1639,58	2603,30
230	2794,9	0,001209	0,07037	0,07158	986,72	1617,17	2603,89
235	3060,1	0,001219	0,06415	0,06536	1009,88	1594,24	2604,11
240	3344,2	0,001229	0,05853	0,05976	1033,19	1570,75	2603,95
245	3648,2	0,001240	0,05346	0,05470	1056,69	1546,68	2603,37
250	3973,0	0,001251	0,04887	0,05013	1080,37	1522,00	2602,37
255	4319,5	0,001263	0,04471	0,04598	1104,26	1496,66	2600,93
260	4688,6	0,001276	0,04093	0,04220	1128,37	1470,64	2599,01
265	5081,3	0,001289	0,03748	0,03877	1152,72	1443,87	2596,60
270	5498,7	0,001302	0,03434	0,03564	1177,33	1416,33	2593,66
275	5941,8	0,001317	0,03147	0,03279	1202,23	1387,94	2590,17
280	6411,7	0,001332	0,02884	0,03017	1227,43	1358,66	2586,09
285	6909,4	0,001348	0,02642	0,02777	1252,98	1328,41	2581,38
290	7436,0	0,001366	0,02420	0,02557	1278,89	1297,11	2575,99
295	7992,8	0,001384	0,02216	0,02354	1305,21	1264,67	2569,87
300	8581,0	0,001404	0,02027	0,02167	1331,97	1230,99	2562,96
305	9201,8	0,001425	0,01852	0,01995	1359,22	1195,94	2555,16

# Εσωτερική ενέργεια – Μια θερμοδυναμική ιδιότητα...

Θερμ. (°C)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)
1600 kPa (201,40°C)				1800 kPa (207,15°C)				
Κορ.	0,12380	2595,95	2794,02	6,4217	0,11042	2598,38	2797,13	6,3793
250	0,14184	2692,26	2919,2	6,6732	0,12497	2686,02	2910,96	6,6066
300	0,15862	2781,03	3034,83	6,8844	0,14021	2776,83	3029,21	6,8226
350	0,17456	2866,05	3145,35	7,0693	0,15457	2862,95	3141,18	7,0099
400	0,19005	2950,09	3254,17	7,2373	0,16847	2947,66	3250,9	7,1793
500	0,22029	3119,47	3471,93	7,5389	0,1955	3117,84	3469,75	7,4824
600	0,24998	3293,27	3693,23	7,8080	0,22199	3292,10	3691,69	7,7523
700	0,27937	3472,74	3919,73	8,0535	0,24818	3471,87	3918,59	7,9983
800	0,30859	3658,40	4152,15	8,2808	0,27420	3657,71	4151,27	8,2258
900	0,33772	3850,47	4390,82	8,4934	0,30012	3849,90	4390,11	8,4386
1000	0,36678	4048,96	4635,81	8,6938	0,32598	4048,45	4635,21	8,6390
1100	0,39581	4253,66	4886,95	8,8837	0,35180	4253,18	4886,42	8,8290
1200	0,42482	4464,18	5143,89	9,0642	0,37761	4463,71	5143,4	9,0096
1300	0,45382	4679,92	5406,02	9,2364	0,40340	4679,44	5405,56	9,1817

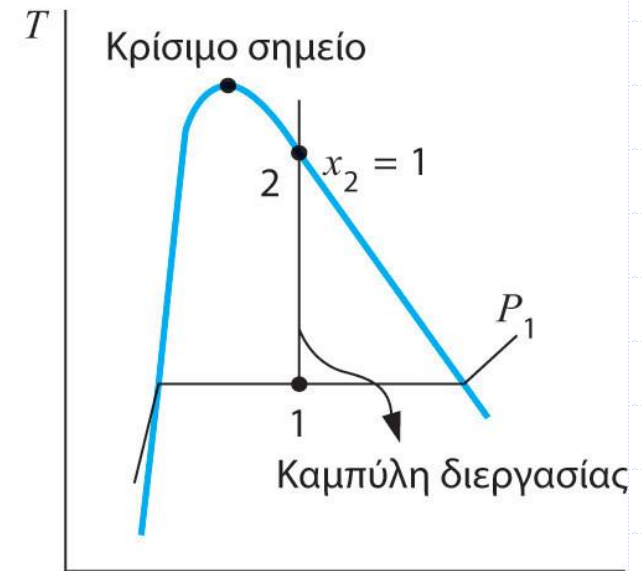
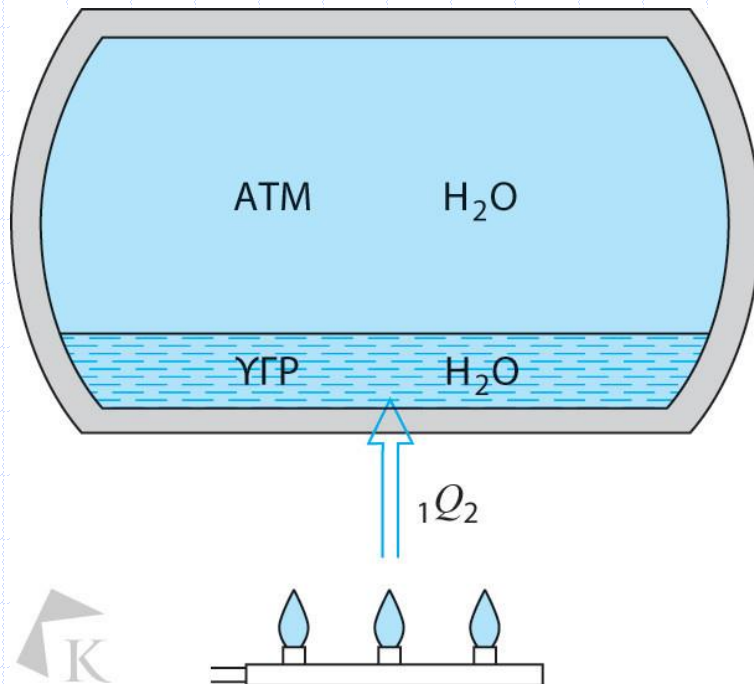
## Εσωτερική ενέργεια – Μια θερμοδυναμική ιδιότητα...

Πίεση (kPa)	Θερμ. (°C)	Ειδικός όγκος, m <sup>3</sup> /kg			Εσωτερική ενέργεια, kJ/kg		
		Κορ. υγρό $v_f$	Εξάτμ. $v_{fg}$	Κορ. ατμός $v_g$	Κορ. υγρό $u_f$	Εξάτμ. $u_{fg}$	Κορ. ατμός $u_g$
850	172,96	0,001118	0,22586	0,22698	731,25	1847,45	2578,69
900	175,38	0,001121	0,21385	0,21497	741,81	1838,65	2580,46
950	177,69	0,001124	0,20306	0,20419	751,94	1830,17	2582,11
1000	179,91	0,001127	0,19332	0,19444	761,67	1821,97	2583,64
1100	184,09	0,001133	0,17639	0,17753	780,08	1806,32	2586,40
1200	187,99	0,001139	0,16220	0,16333	797,27	1791,55	2588,82
1300	191,64	0,001144	0,15011	0,15125	813,42	1777,53	2590,95
1400	195,07	0,001149	0,13969	0,14084	828,68	1764,15	2592,83
1500	198,32	0,001154	0,13062	0,13177	843,14	1751,30	2594,50
1750	205,76	0,001166	0,11232	0,11349	876,44	1721,39	2597,83
2000	212,42	0,001177	0,09845	0,09963	906,42	1693,84	2600,26
2250	218,45	0,001187	0,08756	0,08875	933,81	1668,18	2601,98
2500	223,99	0,001197	0,07878	0,07998	959,09	1644,04	2603,13



# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

## Παράδειγμα 3.9



© Copyright 2023, Εκδόσεις Κριτική

Πίεση (kPa)	Θερμ. (°C)	Ειδικός όγκος, m <sup>3</sup> /kg			Εσωτερική ενέργεια, kJ/kg		
		Κορ. υγρό $v_f$	Εξάτμ. $v_{fg}$	Κορ. ατμός $v_g$	Κορ. υγρό $u_f$	Εξάτμ. $u_{fg}$	Κορ. ατμός $u_g$
0,6113	0,01	0,001000	206,13100	206,13200	0	2375,30	2375,30
1	6,98	0,001000	129,20700	129,20800	29,29	2355,69	2384,98
1,5	13,03	0,001001	87,97913	87,98013	54,70	2338,63	2393,32
2	17,50	0,001001	67,00285	67,00385	73,47	2326,02	2399,48
2,5	21,08	0,001002	54,25285	54,25385	88,47	2315,93	2404,40
3	24,08	0,001003	45,66402	45,66502	101,03	2307,48	2408,51
4	28,96	0,001004	34,79915	34,80015	121,44	2293,73	2415,17
5	32,88	0,001005	28,1915	28,19251	137,79	2282,70	2420,49
7,5	40,29	0,001008	19,23674	19,23775	168,76	2261,74	2430,50
10	45,81	0,001010	14,67254	14,67355	191,79	2246,10	2437,89
15	53,97	0,001014	10,02117	10,02218	225,90	2222,83	2448,73
20	60,06	0,001017	7,64835	7,64937	251,35	2205,36	2456,71
25	64,97	0,001020	6,20322	6,20424	271,88	2191,21	2463,08
30	69,10	0,001022	5,22816	5,22918	289,18	2179,22	2468,40
40	75,87	0,001026	3,99243	3,99345	317,51	2159,49	2477,00
50	81,33	0,001030	3,23931	3,24034	340,42	2143,43	2483,85
75	91,77	0,001037	2,21607	2,21711	394,29	2112,39	2496,67
100	99,62	0,001043	1,69296	1,69400	417,33	2088,72	2506,06
125	105,99	0,001048	1,37385	1,37490	444,16	2069,32	2513,48
150	111,37	0,001053	1,15828	1,15933	466,92	2052,72	2519,64

# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

Πίεση (kPa)	Θερμ. (°C)	Ειδικός όγκος, m <sup>3</sup> /kg			Εσωτερική ενέργεια, kJ/kg		
		Κορ. υγρό $v_f$	Εξάτμ. $v_{fg}$	Κορ. ατμός $v_g$	Κορ. υγρό $u_f$	Εξάτμ. $u_{fg}$	Κορ. ατμός $u_g$
850	172,96	0,001118	0,22586	0,22698	731,25	1847,45	2578,69
900	175,38	0,001121	0,21385	0,21497	741,81	1838,65	2580,46
950	177,69	0,001124	0,20306	0,20419	751,94	1830,17	2582,11
1000	179,91	0,001127	0,19332	0,19444	761,67	1821,97	2583,64
1100	184,09	0,001133	0,17639	0,17753	780,08	1806,32	2586,40
1200	187,99	0,001139	0,16220	0,16333	797,27	1791,55	2588,82
1300	191,64	0,001144	0,15011	0,15125	813,42	1777,53	2590,95
1400	195,07	0,001149	0,13969	0,14084	828,68	1764,15	2592,83
1500	198,32	0,001154	0,13062	0,13177	843,14	1751,30	2594,50
1750	205,76	0,001166	0,11232	0,11349	876,44	1721,39	2597,83
2000	212,42	0,001177	0,09845	0,09963	906,42	1693,84	2600,26
2250	218,45	0,001187	0,08756	0,08875	933,81	1668,18	2601,98
2500	223,99	0,001197	0,07878	0,07998	959,09	1644,04	2603,13

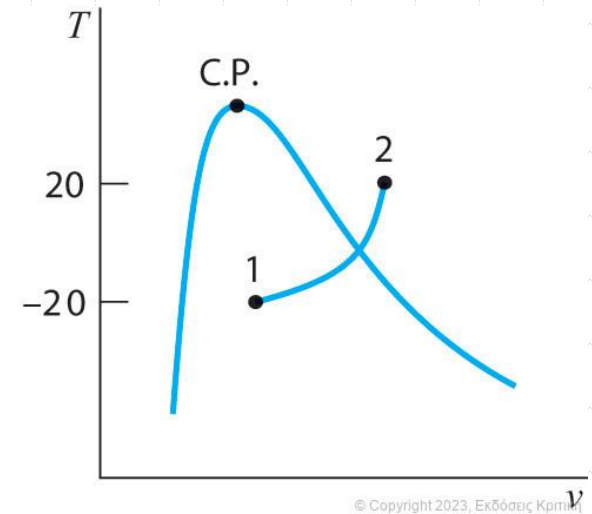
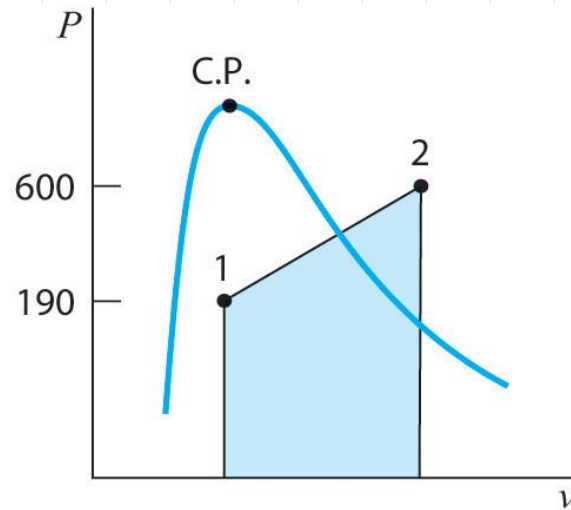
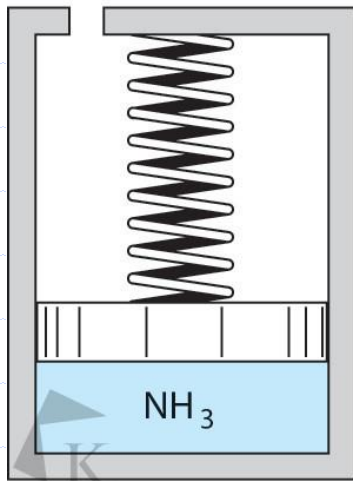
# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...



## Παράδειγμα 3.9M

# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

## Παράδειγμα 3.10



# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

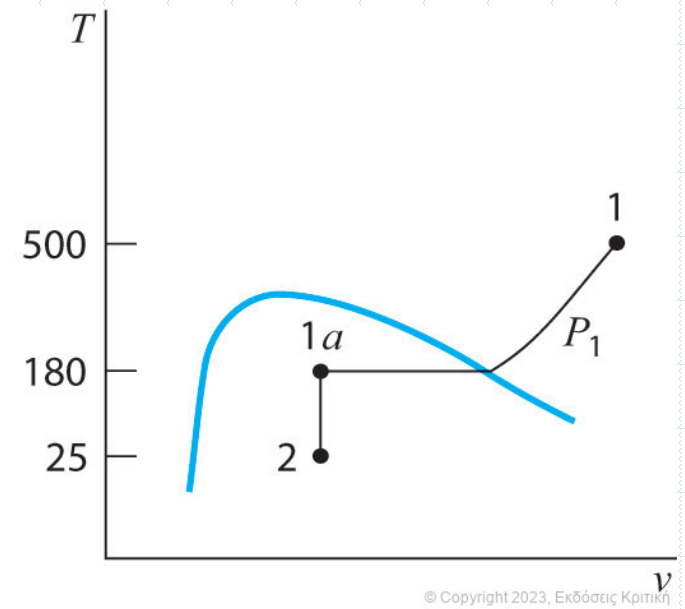
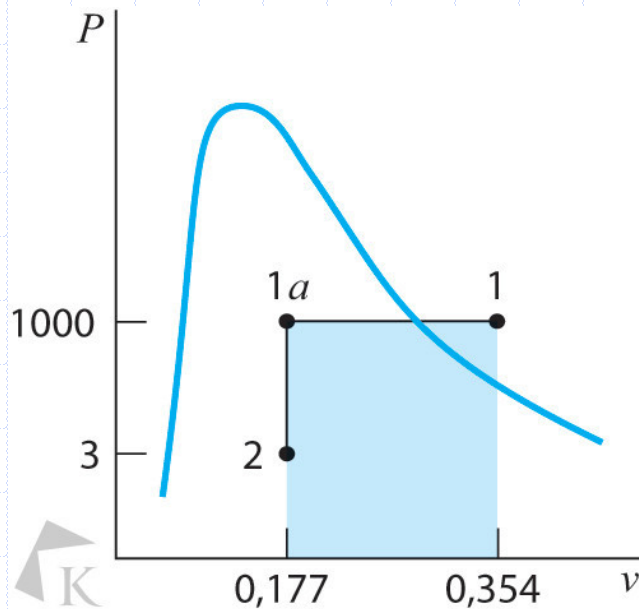
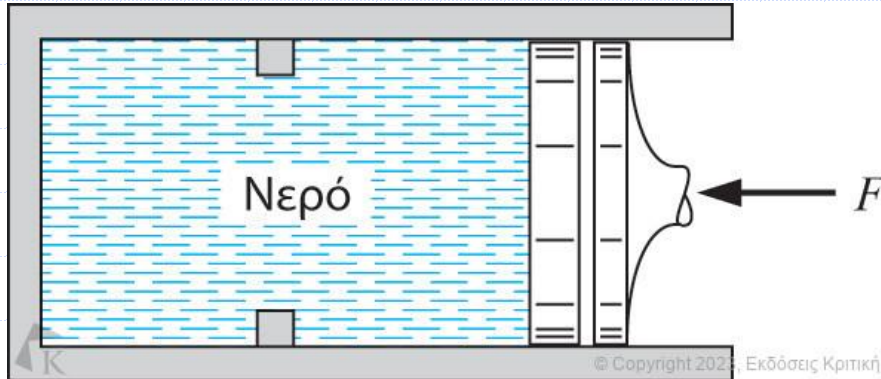
Θερμ. (°C)	Πίεση (kPa)	Ειδικός όγκος, m <sup>3</sup> /kg			Εσωτερική ενέργεια, kJ/kg		
		Κορ. υγρό $v_f$	Εξάτμ. $v_{fg}$	Κορ. ατμός $v_g$	Κορ. υγρό $u_f$	Εξάτμ. $u_{fg}$	Κορ. ατμός $u_g$
-50	40,9	0,001424	2,62557	2,62700	-43,82	1309,1	1265,2
-45	54,5	0,001437	2,00489	2,00632	-22,01	1293,5	1271,4
-40	71,7	0,001450	1,55111	1,55256	-0,10	1277,6	1277,4
-35	93,2	0,001463	1,21466	1,21613	21,93	1261,3	1283,3
-30	119,5	0,001476	0,96192	0,96339	44,08	1244,8	1288,9
-25	151,6	0,001490	0,76970	0,77119	66,36	1227,9	1294,3
-20	190,2	0,001504	0,62184	0,62334	88,76	1210,7	1299,5
-15	236,3	0,001519	0,50686	0,50838	111,30	1193,2	1304,5
-10	290,9	0,001534	0,41655	0,41808	133,96	1175,2	1309,2
-5	354,9	0,001550	0,34493	0,34648	156,76	1157,0	1313,7
0	429,6	0,001566	0,28763	0,28920	179,69	1138,3	1318,0
5	515,9	0,001583	0,24140	0,24299	202,77	1119,2	1322,0

# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

Θερμ. (°C)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)
	500 kPa (4,13°C)				600 kPa (9,28°C)			
Κορ.	0,25035	1321,3	1446,5	5,2776	0,21038	1325,2	1451,4	5,2133
10	0,25757	1333,5	1462,3	5,3340	0,21115	1326,7	1453,4	5,2205
20	0,26949	1353,6	1488,3	5,4244	0,22154	1347,9	1480,8	5,3156
30	0,28103	1373,0	1513,5	5,5090	0,23152	1368,2	1507,1	5,4037
40	0,29227	1392,0	1538,1	5,5889	0,24118	1387,8	1532,5	5,4862
50	0,30328	1410,6	1562,2	5,6647	0,25059	1406,9	1557,3	5,5641
60	0,31410	1429,0	1586,1	5,7373	0,25981	1425,7	1581,6	5,6383
70	0,32478	1447,3	1609,6	5,8070	0,26888	1444,3	1605,7	5,7094
80	0,33535	1465,4	1633,1	5,8744	0,27783	1462,8	1629,5	5,7778
100	0,35621	1501,7	1679,8	6,0031	0,29545	1499,5	1676,8	5,9081

# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

## Παράδειγμα 3.11



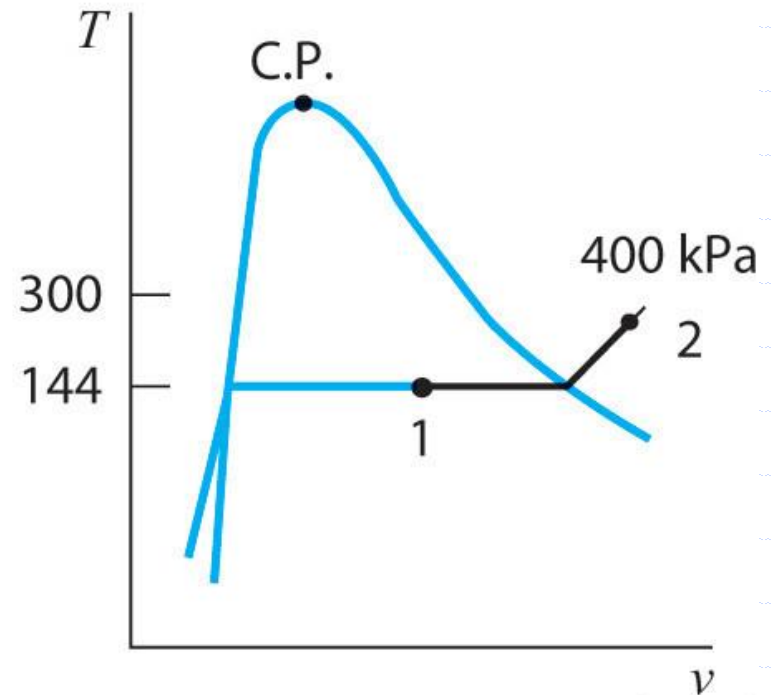
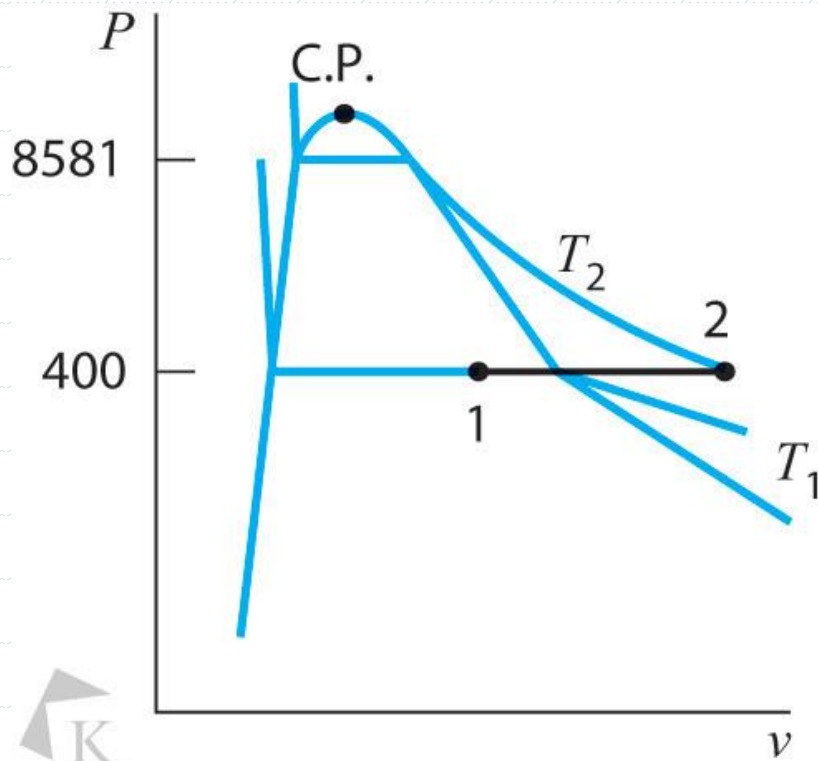


# Ανάλυση προβλημάτων και τεχνική επίλυσης...

Θερμ. (°C)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)
	800 kPa (170,43°C)				1000 kPa (179,91°C)			
Κορ.	0,24043	2576,79	2769,13	6,6627	0,19444	2583,64	2778,08	6,5864
200	0,26080	2630,61	2839,25	6,8158	0,20596	2621,90	2827,86	6,6939
250	0,29314	2715,46	2949,97	7,0384	0,23268	2709,91	2942,59	6,9246
300	0,32411	2797,14	3056,43	7,2327	0,25794	2793,21	3051,15	7,1228
350	0,35439	2878,16	3161,68	7,4088	0,28247	2875,18	3157,65	7,3010
400	0,38426	2959,66	3267,07	7,5715	0,30659	2957,29	3263,88	7,4650
500	0,44331	3125,95	3480,60	7,8672	0,35411	3124,34	3478,44	7,7621
600	0,50184	3297,91	3699,38	8,1332	0,40109	3296,76	3697,85	8,0289

# Η θερμοδυναμική ιδιότητα της ενθαλπίας...

## Παράδειγμα 3.12



© Copyright 2023, Εκδόσεις Κριτική

Πίεση (kPa)	Θερμ. (°C)	Ειδικός όγκος, m <sup>3</sup> /kg			Εσωτερική ενέργεια, kJ/kg		
		Κορ. υγρό $v_f$	Εξάτμ. $v_{fg}$	Κορ. ατμός $v_g$	Κορ. υγρό $u_f$	Εξάτμ. $u_{fg}$	Κορ. ατμός $u_g$
300	133,55	0,001073	0,60475	0,60582	561,13	1982,43	2543,55
325	136,30	0,001076	0,56093	0,56201	572,88	1973,46	2546,34
350	138,88	0,001079	0,52317	0,52425	583,93	1964,98	2548,92
375	141,32	0,001081	0,49029	0,49137	594,38	1956,93	2551,31
400	143,63	0,001084	0,46138	0,46246	604,29	1949,26	2553,55
450	147,93	0,001088	0,41289	0,41398	622,75	1934,87	2557,62
500	151,86	0,001093	0,37380	0,37489	639,66	1921,57	2561,23

Πίεση (kPa)	Θερμ. (°C)	Ενθαλπία, kJ/kg			Εντροπία, kJ/kg-K		
		Κορ. υγρό $h_f$	Εξάτμ. $h_{fg}$	Κορ. ατμός $h_g$	Κορ. υγρό $s_f$	Εξάτμ. $s_{fg}$	Κορ. ατμός $s_g$
300	133,55	561,45	2163,85	2725,30	1,6717	5,3201	6,9918
325	136,30	573,23	2155,76	2728,99	1,7005	5,2646	6,9651
350	138,88	584,31	2148,1	2732,40	1,7274	5,2130	6,9404
375	141,32	594,79	2140,79	2735,58	1,7527	5,1647	6,9174
400	143,63	604,73	2133,81	2738,53	1,7766	5,1193	6,8958
450	147,93	623,24	2120,67	2743,91	1,8206	5,0359	6,8565
500	151,86	640,21	2108,47	2748,67	1,8606	4,9606	6,8212

# Η θερμοδυναμική ιδιότητα της ενθαλπίας...

Θερμ. (°C)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg-K)
300 kPa (133,55°C)					400 kPa (143,63°C)			
250	0,79636	2728,69	2967,59	7,5165	0,59512	2726,11	2964,16	7,3788
300	0,87529	2806,69	3069,28	7,7022	0,65484	2804,81	3066,75	7,5661
400	1,03151	2965,53	3274,98	8,0329	0,77262	2964,36	3273,41	7,8984
500	1,18669	3129,95	3485,96	8,3250	0,88934	3129,15	3484,89	8,1912
600	1,34136	3300,79	3703,20	8,5892	1,00555	3300,22	3702,44	8,4557
700	1,49573	3478,38	3927,10	8,8319	1,12147	3477,95	3926,53	8,6987

Αζωτο, διατομικό ( $N_2$ )

$R = 0,2968 \text{ kJ/kg-K}$

$M = 28,013 \text{ kg/kmol}$

Οξυγόνο, διατομικό ( $O_2$ )

$R = 0,2598 \text{ kJ/kg-K}$

$M = 31,999 \text{ kg/kmol}$

$T$ (K)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s_T^0$ (kJ/kg-K)	$u$ (kJ/kg)	$h$ (kJ/kg)	$s_T^0$ (kJ/kg-K)
200	148,39	207,75	6,425	129,84	181,81	6,0466
250	185,50	259,70	6,6568	162,41	227,37	6,2499
300	222,63	311,67	6,8463	195,20	273,15	6,4168
350	259,80	363,68	7,0067	228,37	319,31	6,5590
400	297,09	415,81	7,1459	262,10	366,03	6,6838
450	334,57	468,13	7,2692	296,52	413,45	6,7954
500	372,35	520,75	7,3800	331,72	461,63	6,8969
550	410,52	573,76	7,4811	367,70	510,61	6,9903
600	449,16	627,24	7,5741	404,46	560,36	7,0768
650	488,34	681,26	7,6606	441,97	610,86	7,1577
700	528,09	735,86	7,7415	480,18	662,06	7,2336
750	568,45	791,05	7,8176	519,02	713,90	7,3051
800	609,41	846,85	7,8897	558,46	766,33	7,3728
850	650,98	903,26	7,9581	598,44	819,30	7,4370
900	693,13	960,25	8,0232	638,90	872,75	7,4981
950	735,85	1017,81	8,0855	679,80	926,65	7,5564
1000	779,11	1075,91	8,1451	721,11	980,95	7,6121
1100	867,14	1193,62	8,2572	804,80	1090,62	7,7166
1200	957,00	1313,16	8,3612	889,72	1201,53	7,8131
1300	1048,46	1434,31	8,4582	975,72	1313,51	7,9027
1400	1141,35	1556,87	8,5490	1062,67	1426,44	7,9864
1500	1235,50	1680,70	8,6345	1150,48	1540,23	8,0649
1600	1330,72	1805,60	8,7151	1239,10	1654,83	8,1389
1700	1426,89	1931,45	8,7914	1328,49	1770,21	8,2088

Αέριο	Χημικός τύπος	Μοριακό βάρος (kg/kmol)	$R$ (kJ/kg-K)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_{p0}$ (kJ/kg-K)	$C_{v0}$ (kJ/kg-K)	$k = \frac{C_p}{C_v}$
Υδρατμός	H <sub>2</sub> O	18,015	0,4615	0,0231	1,872	1,41	1,327
Ακετυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26,038	0,3193	1,05	1,699	1,38	1,231
Αέρας	Μείγμα	28,97	0,287	1,169	1,004	0,717	1,4
Αμμωνία	NH <sub>3</sub>	17,031	0,4882	0,694	2,13	1,642	1,297
Αργό	Ar	39,948	0,2081	1,613	0,52	0,312	1,667
Βουτάνιο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,124	0,143	2,407	1,716	1,573	1,091
Διοξείδιο του άνθρακα	CO <sub>2</sub>	44,01	0,1889	1,775	0,842	0,653	1,289
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	28,01	0,2968	1,13	1,041	0,744	1,399
Αιθάνιο	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,07	0,2765	1,222	1,766	1,49	1,186
Αιθανόλη	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46,069	0,1805	1,883	1,427	1,246	1,145
Αιθυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,054	0,2964	1,138	1,548	1,252	1,237
Ήλιο	He	4,003	2,0771	0,1615	5,193	3,116	1,667
Υδρογόνο	H <sub>2</sub>	2,016	4,1243	0,0813	14,209	10,085	1,409
Μεθάνιο	CH <sub>4</sub>	16,043	0,5183	0,648	2,254	1,736	1,299
Μεθανόλη	CH <sub>3</sub> OH	32,042	0,2595	1,31	1,405	1,146	1,227
Νέον	Ne	20,183	0,412	0,814	1,03	0,618	1,667
Μονοξείδιο του αζώτου	NO	30,006	0,2771	1,21	0,993	0,716	1,387
Άζωτο	N <sub>2</sub>	28,013	0,2968	1,13	1,042	0,745	1,4
Υποξείδιο του αζώτου	N <sub>2</sub> O	44,013	0,1889	1,775	0,879	0,69	1,274
<i>n</i> -οκτάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114,23	0,07279	0,092	1,711	1,638	1,044
Οξυγόνο	O <sub>2</sub>	31,999	0,2598	1,292	0,922	0,662	1,393
Προπάνιο	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,094	0,1886	1,808	1,679	1,49	1,126

Αέριο	Χημικός τύπος	$C_{\rho 0} = C_0 + C_1\theta + C_2\theta^2 + C_3\theta^3$			
		$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
Υδρατμός	H <sub>2</sub> O	1,79	0,107	0,586	-0,20
Ακετυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,03	2,91	-1,92	0,54
Αέρας	-	-1,05	-0,365	0,85	-0,39
Αμμωνία	NH <sub>3</sub>	1,60	1,4	1,0	-0,7
Αργό	Ar	0,52	0	0	0
Βουτάνιο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,163	5,70	-1,906	-0,049
Διοξείδιο του άνθρακα	CO <sub>2</sub>	0,45	1,67	-1,27	0,39
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	1,10	-0,46	1,0	-0,454
Αιθάνιο	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,18	5,92	-2,31	0,29
Αιθανόλη	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	0,2	4,65	-1,82	0,03
Αιθυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,136	5,58	-3,0	0,63
Ήλιο	He	5,193	0	0	0
Υδρογόνο	H <sub>2</sub>	13,46	4,6	-6,85	3,79
Μεθάνιο	CH <sub>4</sub>	1,2	3,25	0,75	-0,71
Μεθανόλη	CH <sub>3</sub> OH	0,66	2,21	0,81	-0,89
Νέον	Ne	1,03	0	0	0
Μονοξείδιο του αζώτου	NO	0,98	-0,031	0,325	-0,14
Άζωτο	N <sub>2</sub>	1,11	-0,48	0,96	-0,42
Υποξείδιο του αζώτου	N <sub>2</sub> O	0,49	1,65	-1,31	0,42
n-οκτάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-0,053	6,75	-3,67	0,775
Οξυγόνο	O <sub>2</sub>	0,88	-0,0001	0,54	-0,33
Προπάνιο	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-0,096	6,95	6,25	0,73

Αέριο	Χημικός τύπος	Μοριακό βάρος (kg/kmol)	$R$ (kJ/kg-K)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_{p0}$ (kJ/kg-K)	$C_{v0}$ (kJ/kg-K)	$k = \frac{C_p}{C_v}$
Υδρατμός	H <sub>2</sub> O	18,015	0,4615	0,0231	1,872	1,41	1,327
Ακετυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26,038	0,3193	1,05	1,699	1,38	1,231
Αέρας	Μείγμα	28,97	0,287	1,169	1,004	0,717	1,4
Αμμωνία	NH <sub>3</sub>	17,031	0,4882	0,694	2,13	1,642	1,297
Αργό	Ar	39,948	0,2081	1,613	0,52	0,312	1,667
Βουτάνιο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,124	0,143	2,407	1,716	1,573	1,091
Διοξείδιο του άνθρακα	CO <sub>2</sub>	44,01	0,1889	1,775	0,842	0,653	1,289
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	28,01	0,2968	1,13	1,041	0,744	1,399
Αιθάνιο	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,07	0,2765	1,222	1,766	1,49	1,186
Αιθανόλη	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46,069	0,1805	1,883	1,427	1,246	1,145
Αιθυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,054	0,2964	1,138	1,548	1,252	1,237
Ήλιο	He	4,003	2,0771	0,1615	5,193	3,116	1,667
Υδρογόνο	H <sub>2</sub>	2,016	4,1243	0,0813	14,209	10,085	1,409
Μεθάνιο	CH <sub>4</sub>	16,043	0,5183	0,648	2,254	1,736	1,299
Μεθανόλη	CH <sub>3</sub> OH	32,042	0,2595	1,31	1,405	1,146	1,227
Νέον	Ne	20,183	0,412	0,814	1,03	0,618	1,667
Μονοξείδιο του αζώτου	NO	30,006	0,2771	1,21	0,993	0,716	1,387
Άζωτο	N <sub>2</sub>	28,013	0,2968	1,13	1,042	0,745	1,4
Υποξείδιο του αζώτου	N <sub>2</sub> O	44,013	0,1889	1,775	0,879	0,69	1,274
<i>n</i> -οκτάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114,23	0,07279	0,092	1,711	1,638	1,044
Οξυγόνο	O <sub>2</sub>	31,999	0,2598	1,292	0,922	0,662	1,393
Προπάνιο	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,094	0,1886	1,808	1,679	1,49	1,126



# Η εσωτερική ενέργεια, η ενθαλπία και η ειδική θερμότητα των ιδανικών αερίων...

## Παράδειγμα 3.15

# Μη σταθεροποιημένη διεργασία...

Παράδειγμα 3.16



© Copyright 2023, Εκδόσεις Κριτική

# Μη σταθεροποιημένη διεργασία...

## Παράδειγμα 3.16

Ουσία	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_p$ (kJ/kg-K)
Εύλο, σκληρό (δρυς)	720	1,26
Εύλο, μαλακό (πεύκο)	510	1,38
Χυτοσίδηρος	7272	0,42
Ανοξείδωτος χάλυβας, 304St	7820	0,46

Αέριο	Χημικός τύπος	Μοριακό βάρος (kg/kmol)	$R$ (kJ/kg-K)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_{p0}$ (kJ/kg-K)	$C_{v0}$ (kJ/kg-K)	$k = \frac{C_p}{C_v}$
Υδρατμός	H <sub>2</sub> O	18,015	0,4615	0,0231	1,872	1,41	1,327
Ακετυλένιο	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26,038	0,3193	1,05	1,699	1,38	1,231
Αέρας	Μείγμα	28,97	0,287	1,169	1,004	0,717	1,4
Αμμωνία	NH <sub>3</sub>	17,031	0,4882	0,694	2,13	1,642	1,297

# Γενικά συστήματα που περιλαμβάνουν έργο...

Παράδειγμα 3.17

# Θερμοδυναμική

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!