

Tablice

Tabl. 1. Własności fizyczne wybranych gazów traktowanych jako gazy doskonałe

Gaz	Znak chemiczny	Masa drobinowa M	Stała gazowa R J/(kg K)	Liczba stopni swobody cząsteczki f	Ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu c_p kJ/(kg K)	Stosunek κ
Acetylen	C ₂ H ₂	26,04	319,29	6	1,277	1,333
Amoniak	NH ₃	17,03	488,21	6	1,953	1,333
Argon	Ar	39,948	208,13	3	0,520	1,667
Azot	N ₂	28,013	296,8	5	1,039	1,4
Chlorek metylu	CH ₃ Cl	50,49	164,67	6	0,659	1,333
Dwutlenek siarki	SO ₂	64,06	129,79	6	0,519	1,333
Dwutlenek węgla	CO ₂	44,01	188,92	6	0,756	1,333
Etan	C ₂ H ₆	30,07	276,5	6	1,106	1,333
Etylen	C ₂ H ₄	28,05	296,41	6	1,186	1,333
Hel	He	4,003	2077,0	3	5,193	1,667
Metan	CH ₄	16,04	518,35	6	2,073	1,333
Para wodna	H ₂ O	18,015	461,52	6	1,846	1,333
Powietrze	-	28,96	287,1	5	1,005	1,4
Siarkowodór	H ₂ S	34,08	243,96	6	0,976	1,333
Tlen	O ₂	31,999	259,83	5	0,909	1,4
Tlenek węgla	CO	28,01	296,83	5	1,039	1,4
Wodór	H ₂	2,016	4124,2	5	14,435	1,4

Uwaga: stała gazowa $R = (MR)/M$, ciepło właściwe $c_p = 0,5fR$ oraz stosunek $\kappa = c_p/c_v$ zostały wyznaczone dla wartości uniwersalnej stałej gazowej (MR) = 8314,29 J/(kmol K).

Tabl. 2. Własności fizyczne suchego powietrza przy ciśnieniu $p = 0,1013 \text{ MPa}$

Tempera- tura	Gęstość	Ciepło właściwe	Współczyn- nik prze- wodzenia ciepła	Współczyn- nik wyrów- nywania temperatury	Współczyn- nik lepkości dynamicz- nej	Współczyn- nik lepkości kinematycz- nej	Liczba Prandtla
t	ρ	c_p	$\lambda \cdot 10^2$	$a \cdot 10^6$	$\eta \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
°C	kg/m ³	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s	N s/m ²	m ² /s	
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	9,23	0,728
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	15,7	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	12,79	0,716
-10	1,342	1,009	2,36	17,4	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	17,6	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,9	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,7	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,005	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	28,6	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	31,9	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	61,0	27,4	40,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	81,9	31,4	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,687
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
700	0,362	1,135	6,71	163,4	41,8	115,4	0,706
800	0,329	1,156	7,18	188,8	44,3	134,8	0,713
900	0,301	1,172	7,63	216,2	46,7	155,1	0,717
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	177,1	0,719
1100	0,257	1,197	8,50	276,2	51,2	199,3	0,722
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,7	0,724

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [19].

Tabl. 3. Własności powietrza nasyconego parą wodną przy ciśnieniu $p = 0,1$ MPa

t	p_s	ρ''_p	ρ''	X''	i''_{t+X}	t	p_s	ρ''_p	ρ''	X''	i''_{t+X}
°C	mbar	g/m ³	kg/m ³	g/kg	kJ/kg	°C	mbar	g/m ³	kg/m ³	g/kg	g/kg
-40	0,124	0,115	1,494	0,077	-40,03	15	17,041	12,815	1,201	10,783	42,35
-39	0,140	0,130	1,487	0,087	-39,00	16	18,17	13,62	1,196	11,51	45,22
-38	0,159	0,147	1,481	0,099	-37,97	17	19,36	14,46	1,192	12,28	48,20
-37	0,179	0,166	1,475	0,111	-36,93	18	20,63	15,35	1,187	13,10	51,30
-36	0,200	0,183	1,469	0,124	-35,90	19	21,96	16,29	1,182	13,97	54,52
-35	0,223	0,203	1,462	0,139	-34,85	20	23,37	17,27	1,178	14,88	57,88
-34	0,247	0,224	1,456	0,154	-33,81	21	24,86	18,31	1,173	15,85	61,38
-33	0,273	0,246	1,450	0,170	-32,77	22	26,42	19,40	1,168	16,88	65,03
-32	0,303	0,272	1,444	0,189	-31,72	23	28,08	20,55	1,164	17,97	68,84
-31	0,336	0,301	1,438	0,209	-30,66	24	29,82	21,75	1,159	19,12	72,81
-30	0,373	0,332	1,432	0,232	-29,60	25	31,66	23,01	1,154	20,34	79,95
-29	0,415	0,368	1,426	0,258	-28,53	26	33,60	24,34	1,150	21,63	81,28
-28	0,460	0,407	1,421	0,286	-27,45	27	35,63	25,73	1,145	22,99	85,80
-27	0,511	0,450	1,415	0,318	-26,37	28	37,79	27,19	1,140	24,42	90,52
-26	0,567	0,497	1,409	0,353	-25,28	29	40,04	28,72	1,135	25,94	94,45
-25	0,628	0,548	1,403	0,391	-24,18	30	42,42	30,32	1,131	27,55	100,62
-24	0,695	0,604	1,398	0,432	-23,07	31	44,91	32,00	1,126	29,25	106,02
-23	0,768	0,665	1,392	0,478	-21,95	32	47,54	33,76	1,121	31,04	111,67
-22	0,848	0,732	1,386	0,527	-20,82	33	50,29	35,60	1,116	32,94	117,59
-21	0,935	0,804	1,381	0,582	-19,68	34	53,18	37,52	1,111	34,94	123,79
-20	1,029	0,881	1,375	0,641	-18,53	35	56,22	39,53	1,106	37,05	130,3
-19	1,133	0,966	1,370	0,705	-17,37	36	59,40	41,64	1,101	39,28	137,1
-18	1,247	1,059	1,364	0,777	-16,18	37	62,74	43,84	1,096	41,64	144,2
-17	1,369	1,158	1,359	0,853	-14,99	38	66,24	46,13	1,091	44,12	151,7
-16	1,504	1,267	1,354	0,937	-13,77	39	69,91	48,53	1,086	46,75	159,6
-15	1,651	1,386	1,348	1,029	-12,54	40	73,75	51,04	1,081	49,52	167,8
-14	1,809	1,513	1,343	1,127	-11,28	41	77,77	53,65	1,076	52,45	176,4
-13	1,981	1,650	1,338	1,235	-10,01	42	81,98	56,37	1,071	55,55	185,4
-12	2,169	1,800	1,333	1,352	-8,72	43	86,39	59,22	1,066	58,81	195,1
-11	2,373	1,962	1,327	1,479	-7,39	44	91,00	62,18	1,060	62,27	205,1
-10	2,594	2,136	1,322	1,618	-6,04	45	95,82	65,26	1,055	65,91	215,6
-9	2,833	2,324	1,317	1,767	-4,66	46	100,86	68,48	1,050	69,77	226,7
-8	3,094	2,529	1,312	1,930	-3,25	47	106,12	71,83	1,044	73,84	238,4
-7	3,376	2,749	1,307	2,107	-1,80	48	111,62	75,31	1,039	78,14	250,7
-6	3,681	2,986	1,302	2,298	-0,31	49	117,36	78,94	1,033	82,70	263,7
-5	4,010	3,241	1,297	2,504	+1,21	50	123,35	82,72	1,028	87,52	277,3
-4	4,368	3,517	1,292	2,729	+2,78	51	129,60	86,64	1,022	92,61	291,7
-3	4,754	3,813	1,287	2,971	4,40	52	136,12	90,72	1,016	98,00	306,9
-2	5,172	4,133	1,282	3,234	6,06	53	142,92	94,96	1,010	103,71	322,9
-1	5,621	4,476	1,277	3,516	7,78	54	150,01	99,36	1,004	109,77	339,9
0	6,107	4,845	1,272	3,822	9,56	55	157,40	103,94	0,998	116,19	357,8
1	6,566	5,190	1,267	4,111	11,29	56	165,10	108,70	0,992	122,99	376,8
2	7,054	5,556	1,262	4,419	13,08	57	173,11	113,62	0,986	130,21	396,8
3	7,575	5,944	1,258	4,747	14,91	58	181,46	118,74	0,980	137,88	418,1
4	8,129	6,356	1,253	5,097	16,81	59	190,15	124,06	0,973	146,04	440,6

cd. tabl. 3

t	p_s	ρ''_p	ρ''	X''	i''_{1+X}	t	p_s	ρ''_p	ρ''	X''	i''_{1+X}
°C	mbar	g/m ³	kg/m ³	g/kg	kJ/kg	°C	mbar	g/m ³	kg/m ³	g/kg	g/kg
5	8,719	6,793	1,248	5,471	18,76	60	199,1	129,56	0,976	154,71	464,6
6	9,346	7,255	1,243	5,868	20,77	61	208,6	135,3	0,960	163,9	490,0
7	10,012	7,744	1,239	6,290	22,85	62	218,4	141,2	0,953	173,8	517,0
8	10,721	8,263	1,234	6,740	25,00	63	228,5	147,3	0,947	184,3	545,8
9	11,473	8,812	1,229	7,219	27,22	64	239,1	153,7	0,940	195,4	576,5
10	12,271	9,391	1,224	7,727	29,52	65	250,1	160,3	0,933	207,4	609,3
11	13,118	10,004	1,220	8,267	31,90	66	261,5	167,1	0,926	220,2	644,2
12	14,015	10,651	1,215	8,841	34,37	67	273,3	174,1	0,918	233,9	681,7
13	14,967	11,334	1,210	9,450	36,93	68	285,6	181,4	0,911	248,7	721,8
14	15,974	12,055	1,206	10,097	39,59	69	298,4	189,0	0,903	264,5	764,9
						70	311,6	196,8	0,896	281,5	811,3

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [9].

Tabl. 4. Rzeczywiste kilomolowe ciepła właściwe gazów przy stałym ciśnieniu $p = 0,1$ MPa, w zakresie temperatur $T = 273 \div 1800$ K

Gaz	Równanie aproksymacyjne ($M c_p$)(T) kJ/(kmol K)	Maksymalny błąd %
H ₂	$29,107 - 1,916 \cdot 10^{-3} T + 4,004 \cdot 10^{-6} T^2 - 0,870 \cdot 10^{-9} T^3$	1,01
O ₂	$25,474 + 15,202 \cdot 10^{-3} T - 7,155 \cdot 10^{-6} T^2 + 1,312 \cdot 10^{-9} T^3$	1,19
N ₂	$28,901 - 1,571 \cdot 10^{-3} T + 8,081 \cdot 10^{-6} T^2 - 2,873 \cdot 10^{-9} T^3$	0,59
Powietrze	$28,106 + 1,967 \cdot 10^{-3} T + 4,802 \cdot 10^{-6} T^2 - 1,966 \cdot 10^{-9} T^3$	0,72
CO	$28,160 + 1,679 \cdot 10^{-3} T + 5,372 \cdot 10^{-6} T^2 - 2,222 \cdot 10^{-9} T^3$	0,89
H ₂ O	$32,238 + 1,923 \cdot 10^{-3} T + 10,555 \cdot 10^{-6} T^2 - 3,595 \cdot 10^{-9} T^3$	0,53
CO ₂	$22,257 + 59,808 \cdot 10^{-3} T - 35,010 \cdot 10^{-6} T^2 + 7,469 \cdot 10^{-9} T^3$	0,67
CH ₄	$19,887 + 50,242 \cdot 10^{-3} T + 12,686 \cdot 10^{-6} T^2 - 11,011 \cdot 10^{-9} T^3$	1,33

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [4].

Tabl. 5. Rzeczywiste kilomolowe ciepła właściwe gazów przy stałym ciśnieniu $p = 0,1$ MPa - równania aproksymacyjne uproszczone

Gaz	$c_p(t)$	$(M c_p)(t)$
	kJ/(kg K)	kJ/(kmol K)
H ₂	$14,236 + 0,001382 t$	$28,495 + 0,002766 t$
O ₂	$0,913 + 0,000187 t$	$29,215 + 0,005984 t$
N ₂	$1,038 + 0,000152 t$	$29,078 + 0,004286 t$
Powietrze	$1,009 + 0,000157 t$	$29,221 + 0,004547 t$
CO	$1,042 + 0,000163 t$	$29,187 + 0,004566 t$
H ₂ O	$1,855 + 0,000565 t$	$33,418 + 0,010179 t$
CO ₂	$0,913 + 0,000324 t$	$40,181 + 0,014259 t$
CH ₄	$2,135 + 0,003140 t$	$34,252 + 0,050375 t$

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [4].

Tabl. 6. Wartości opalowe gazów

Gaz	Wzór chemiczny	Wartość opałowa W_d kJ/um ³	Gaz	Wzór chemiczny	Wartość opałowa W_d kJ/um ³
Acetylen	C ₂ H ₂	55721	Metan	CH ₄	35266
Amoniak	NH ₃	13856	Metylu chlorek	CH ₃ CL	28367
Benzen	C ₆ H ₆	138404	Propan	C ₃ H ₈	89890
i - Butan	C ₄ H ₁₀	116611	Propylen	C ₃ H ₆	85309
n - Butan	C ₄ H ₁₀	116906	Siarkowodór	H ₂ S → SO ₂	23089
Butylen	C ₄ H ₈	112271	Siarkowodór	H ₂ S → SO ₃	27422
Etan	C ₂ H ₆	62780	Węgla tlenek	CO	12481
Etylen	C ₂ H ₄	58717	Wodór	H ₂	10617

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [12]

Tabl. 7. Własności fizyczne ciekłej wody przy ciśnieniu $p = 0,101$ MPa

Tempera- tura	Gęstość	Ciepło właściwe	Współczyn- nik przewo- dzenia ciepła	Współczyn- nik wyrów- nywania temperatury	Współczyn- nik rozsze- rzalności objętościo- wej	Liczba Prandtla
t	ρ	c_p	λ	$a \cdot 10^6$	$\beta \cdot 10^3$	Pr
°C	kg/m ³	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s	1/K	
0	999,9	4,23	0,558	0,131	0,07	13,7
10	999,7	4,19	0,557	0,137	0,09	9,5
20	998,2	4,18	0,597	0,143	0,21	7,0
27	996,4	4,18	0,609	0,147	0,27	5,9
30	995,7	4,18	0,615	0,149	0,30	5,4
40	992,2	4,17	0,638	0,151	0,39	4,3
50	988,1	4,18	0,647	0,157	0,46	3,55
60	983,2	4,18	0,658	0,159	0,53	3,00
70	977,8	4,19	0,668	0,163	0,58	2,55
77	973,6	4,19	0,671	0,164	0,61	2,34
80	971,8	4,20	0,673	0,165	0,63	2,25
90	965,3	4,20	0,678	0,167	0,70	1,95
100	958,4	4,21	0,682	0,169	0,75	1,75

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [4].

Tabl. 8. Własności cieplne wody przy ciśnieniu nasycenia

Tempera- tura	Gęstość	Współ- czynnik rozsze- rzalności objętoś- ciowej	Ciepło właściwe	Współ- czynnik przewo- dzenia ciepła	Współ- czynnik wyrów- nywania tempera- tury	Lepkość dyna- miczna	Lepkość kinema- tyczna	Liczba Prandtla
t	ρ	$\beta \cdot 10^4$	c	λ	$a \cdot 10^6$	$\eta \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
°C	kg/m ³	1/K	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s	N s/m ²	m ² /s	
0	999,9	-0,7	4,226	0,558	0,131	1793,636	1,789	13,7
5	1000,0	—	4,206	0,568	0,135	1534,741	1,535	11,4
10	999,7	0,95	4,195	0,577	0,137	1296,439	1,300	9,5
15	999,1	—	4,187	0,587	0,141	1135,610	1,146	8,1
20	998,2	2,1	4,182	0,597	0,143	993,414	1,006	7,0
25	997,1	—	4,178	0,606	0,146	880,637	0,884	6,1
30	995,7	3,0	4,176	0,615	0,149	792,377	0,805	5,4
35	994,1	—	4,175	0,624	0,150	719,808	0,725	4,8
40	992,2	3,9	4,175	0,633	0,151	658,026	0,658	4,3
45	990,2	—	4,176	0,640	0,155	605,070	0,611	3,9
50	988,1	4,6	4,178	0,647	0,157	555,056	0,556	3,55
55	985,7	—	4,179	0,652	0,158	509,946	0,517	3,27
60	983,2	5,3	4,181	0,658	0,159	471,670	0,478	3,00
65	980,6	—	4,184	0,663	0,161	435,415	0,444	2,76
70	977,8	5,8	4,187	0,668	0,163	404,034	0,415	2,55
75	974,9	—	4,190	0,671	0,164	376,575	0,366	2,23
80	971,8	6,3	4,194	0,673	0,165	352,059	0,364	2,25
85	968,7	—	4,198	0,676	0,166	328,523	0,339	2,04
90	965,3	7,0	4,202	0,678	0,167	308,909	0,326	1,95
95	961,9	—	4,206	0,680	0,168	292,238	0,310	1,84
100	958,4	7,5	4,211	0,682	0,169	277,528	0,294	1,75
110	951,0	8,0	4,224	0,684	0,170	254,973	0,268	1,57
120	943,5	8,5	4,232	0,685	0,171	235,360	0,244	1,43
130	934,5	9,1	4,250	0,686	0,172	211,824	0,226	1,32
140	926,3	9,7	4,257	0,684	0,172	201,036	0,212	1,23
150	916,9	10,3	4,270	0,684	0,173	185,346	0,201	1,17
160	907,6	10,8	4,285	0,680	0,173	171,616	0,191	1,10
170	897,3	11,5	4,396	0,679	0,172	162,290	0,181	1,05
180	886,6	12,1	4,396	0,673	0,172	152,003	0,173	1,01
190	876,0	12,8	4,480	0,670	0,171	145,138	0,166	0,97
200	862,8	13,5	4,501	0,665	0,170	139,254	0,160	0,95
210	852,8	14,3	4,560	0,655	0,168	131,409	0,154	0,92
220	837,0	15,2	4,605	0,652	0,167	124,544	0,149	0,90
230	827,3	16,2	4,690	0,637	0,164	119,641	0,145	0,88
240	809,0	17,2	4,731	0,634	0,162	113,757	0,141	0,86
250	799,2	18,6	4,857	0,618	0,160	109,834	0,137	0,86
260	779,0	20,0	4,982	0,613	0,156	104,931	0,135	0,86
270	767,9	21,7	5,030	0,590	0,152	101,989	0,133	0,87
280	750,0	23,8	5,234	0,588	0,147	98,067	0,131	0,89
290	732,3	26,5	5,445	0,558	0,140	94,144	0,129	0,92

cd. tabl. 8

Tempera- tura	Gęstość	Współ- czynnik rozsze- rzalności objętoś- ciowej	Ciepło właściwe	Współ- czynnik przewo- dzenia ciepła	Współ- czynnik wyrów- nywania tempera- tury	Lepkość dyna- miczna	Lepkość kinema- tyczna	Liczba Prandtla
t	ρ	$\beta \cdot 10^4$	c	λ	$a \cdot 10^6$	$\eta \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
°C	kg/m ³	1/K	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s	N s/m ²	m ² /s	
300	712,5	29,5	5,694	0,564	0,132	92,182	0,128	0,98
310	690,6	33,5	6,155	0,519	0,122	88,260	0,128	1,05
320	667,1	38,0	6,610	0,494	0,112	85,318	0,128	1,13
325	650,0	—	6,699	0,471	0,108	83,357	0,127	1,18
330	640,2	42,5	7,245	0,468	0,101	81,395	0,127	1,25
340	609,4	47,5	8,160	0,437	0,088	77,473	0,127	1,45
350	572,0	—	9,295	0,400	0,076	72,569	0,127	1,67
360	524,0	—	9,850	0,356	0,067	66,685	0,127	1,91
370	448,0	—	11,690	0,293	0,058	56,879	0,127	2,18

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [12].

Tabl. 9. Parametry określające stan wody na linii granicznej $x = 0$ i $x = 1$ uszeregowane według ciśnienia

Ciśnienie p MPa	Temperatura T K	Objętość właściwa v' v'' m^3/kg		Entalpia właściwa i' i'' kJ/kg		Ciepło parowania r	Entropia właściwa s' s'' kJ/(kg K)	
0,0010	280,132	0,0010001	129,208	29,33	2513,8	2484,5	0,1060	8,9756
0,0015	286,134	0,0010006	87,982	54,71	2525,0	2470,3	0,1956	8,8278
0,002	290,661	0,0010012	67,006	73,45	2533,2	2459,8	0,2606	8,7236
0,003	297,248	0,0010027	45,668	101,00	2545,2	2444,2	0,3543	8,5776
0,004	302,131	0,0010040	34,803	121,41	2554,1	2432,7	0,4224	8,4747
0,005	306,05	0,0010052	28,196	137,77	2561,2	2423,4	0,4762	8,3952
0,006	309,33	0,0010064	23,742	151,50	2567,1	2415,6	0,5209	8,3305
0,008	314,68	0,0010084	18,106	173,87	2576,7	2402,8	0,5926	8,2289
0,010	318,98	0,0010102	14,676	191,84	2584,4	2392,6	0,6493	8,1505
0,012	322,60	0,0010119	12,364	206,94	2590,9	2384,0	0,6963	8,0867
0,015	327,15	0,0010140	10,025	225,98	2598,9	2372,9	0,7549	8,0089
0,020	333,24	0,0010172	7,6515	251,46	2609,6	2358,1	0,8321	7,9092
0,025	338,14	0,0010199	6,2060	271,99	2618,1	2346,1	0,8932	7,8321
0,030	342,27	0,0010223	5,2308	289,31	2625,3	2336,0	0,9441	7,7695
0,040	349,04	0,0010265	3,9949	317,65	2636,8	2319,2	1,0261	7,6711
0,05	354,5	0,0010301	3,2415	340,57	2646,0	2305,4	1,0912	7,5951
0,06	359,1	0,0010333	2,7329	359,93	2653,6	2293,7	1,1454	7,5332
0,07	363,11	0,0010361	2,3658	376,77	2660,2	2283,4	1,1921	7,4811
0,08	366,66	0,0010387	2,0879	391,72	2666,0	2274,3	1,2330	7,4360
0,09	369,86	0,0010412	1,8701	405,21	2671,1	2265,9	1,2696	7,3963
0,10	372,78	0,0010434	1,6946	417,51	2675,7	2258,2	1,3027	7,3608
0,11	375,47	0,0010455	1,5501	428,84	2680,0	2251,2	1,3330	7,3288
0,12	377,96	0,0010476	1,4289	439,36	2683,8	2244,4	1,3609	7,2996
0,13	380,28	0,0010495	1,3258	449,19	2687,4	2238,2	1,3868	7,2728
0,14	382,47	0,0010513	1,2370	458,42	2690,8	2232,4	1,4109	7,2480
0,15	384,52	0,0010530	1,1597	467,13	2693,9	2226,8	1,4336	7,2248
0,16	386,47	0,0010547	1,0917	475,38	2696,8	2221,4	1,4550	7,2032
0,18	390,08	0,0010579	0,97775	490,70	2702,1	2211,4	1,4944	7,1638
0,20	393,38	0,0010608	0,88592	504,7	2706,9	2202,2	1,5301	7,1286
0,22	396,42	0,0010636	0,81027	517,6	2711,3	2193,7	1,5628	7,0967
0,24	399,24	0,0010663	0,74684	529,6	2715,3	2185,7	1,5929	7,0676
0,26	401,88	0,0010688	0,69288	540,9	2719,0	2178,1	1,6209	7,0409
0,28	404,35	0,0010712	0,64636	551,4	2722,3	2170,9	1,6471	7,0161
0,30	406,69	0,0010735	0,60586	561,4	2725,5	2164,1	1,6717	6,9930
0,32	408,91	0,0010757	0,57027	570,9	2728,4	2157,5	1,6948	6,9714
0,34	411,01	0,0010779	0,53871	579,9	2731,2	2151,3	1,7168	6,9511
0,36	413,02	0,0010799	0,51056	588,5	2733,8	2145,3	1,7376	6,9320
0,38	414,94	0,0010819	0,48527	596,8	2736,2	2139,4	1,7575	6,9138
0,40	416,77	0,0010839	0,46242	604,7	2738,5	2133,8	1,7764	6,8966
0,45	421,07	0,0010885	0,41392	623,2	2743,8	2120,6	1,8204	6,8570
0,50	425,00	0,0010928	0,37481	640,1	2748,5	2108,4	1,8604	6,8215
0,60	431,99	0,0011009	0,31556	670,4	2756,4	2086,0	1,9308	6,7598
0,70	438,11	0,0011082	0,27274	697,1	2762,9	2065,8	1,9918	6,7074

cd. tabl. 9

Ciśnienie p	Temperatura T	Objętość właściwa		Entalpia właściwa		Ciepło parowania r	Entropia właściwa	
		cieczy v'	pary v''	cieczy i'	pary i''		cieczy s'	pary s''
MPa	K	m ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		
0,80	443,57	0,0011150	0,24030	720,9	2768,4	2047,5	2,0457	6,6618
0,90	448,51	0,0011213	0,21484	742,6	2773,0	2030,4	2,0941	6,6212
1,0	453,03	0,0011274	0,19430	762,6	2777,0	2014,4	2,1382	6,5847
1,1	457,21	0,0011331	0,17739	781,1	2780,4	1999,3	2,1786	6,5515
1,2	461,11	0,0011386	0,16320	798,4	2783,4	1985,0	2,2160	6,5210
1,3	464,75	0,0011438	0,15112	814,7	2786,0	1971,3	2,2509	6,4927
1,4	468,19	0,0011489	0,14072	830,1	2788,4	1958,3	2,2836	6,4665
1,5	471,43	0,0011538	0,13165	844,7	2790,4	1945,7	2,3144	6,4418
1,6	474,52	0,0011586	0,12368	858,6	2792,2	1933,6	2,3436	6,4187
1,7	477,45	0,0011633	0,11661	871,8	2793,8	1922,0	2,3712	6,3967
1,8	480,25	0,0011678	0,11031	884,6	2795,1	1910,5	2,3976	6,3759
1,9	482,94	0,0011722	0,10464	896,8	2796,4	1899,6	2,4227	6,3561
2,0	485,52	0,0011766	0,09953	908,6	2797,4	1888,8	2,4468	6,3373
2,2	490,39	0,0011850	0,09064	930,9	2799,1	1868,2	2,4922	6,3018
2,4	494,93	0,0011932	0,08319	951,9	2800,4	1848,5	2,5343	6,2691
2,6	499,18	0,0012011	0,07685	971,7	2801,2	1829,5	2,5736	6,2386
2,8	503,19	0,0012088	0,07138	990,5	2801,7	1811,2	2,6106	6,2101
3,0	506,99	0,0012163	0,06662	1008,4	2801,9	1793,5	2,6455	6,1832
3,2	510,59	0,0012237	0,06243	1025,5	2801,8	1776,3	2,6786	6,1577
3,4	514,03	0,0012310	0,05872	1041,8	2801,5	1759,7	2,7101	6,1335
3,6	517,31	0,0012381	0,05540	1057,6	2801,0	1743,4	2,7402	6,1103
3,8	520,46	0,0012451	0,05243	1072,8	2800,3	1727,5	2,7690	6,0883
4,0	523,48	0,0012521	0,04974	1087,5	2799,4	1711,9	2,7967	6,0670
4,2	526,39	0,0012589	0,04729	1101,7	2798,4	1696,7	2,8233	6,0465
4,4	529,20	0,0012657	0,04506	1115,5	2797,2	1681,7	2,8489	6,0268
4,6	531,91	0,0012725	0,04302	1128,9	2795,9	1667,0	2,8737	6,0077
4,8	534,53	0,0012792	0,04114	1141,9	2794,4	1652,5	2,8976	5,9891
5,0	537,07	0,0012858	0,03941	1154,6	2792,8	1638,2	2,9209	5,9712
6,0	548,71	0,0013187	0,03241	1213,9	2783,3	1569,4	3,0277	5,8878
7,0	558,95	0,0013514	0,02734	1267,7	2771,4	1503,7	3,1255	5,8126
8,0	568,13	0,0013843	0,02349	1317,5	2757,5	1440,0	3,2083	5,7430
9,0	576,46	0,0014179	0,02046	1364,2	2741,8	1377,6	3,2875	5,6773
10,0	584,11	0,0014526	0,01800	1408,6	2724,4	1315,8	3,3616	5,6143
11,0	591,19	0,0014887	0,01597	1451,2	2705,4	1254,2	3,4316	5,5331
12,0	597,79	0,0015267	0,01425	1492,6	2684,8	1192,2	3,4986	5,4930
13,0	603,96	0,0015670	0,01277	1533,0	2662,4	1129,4	3,5633	5,4333
14,0	609,78	0,0016104	0,01149	1572,8	2638,3	1065,5	3,6262	5,3737
15,0	615,27	0,0016580	0,01035	1612,2	2611,6	999,4	3,6877	5,3122
16,0	620,47	0,0017101	0,009330	1651,5	2582,7	931,2	3,7486	5,2496
17,0	625,41	0,0017690	0,008401	1691,6	2550,8	859,2	3,8101	5,1841
18,0	630,11	0,0018380	0,007534	1733,4	2514,4	781,0	3,8739	5,1135
19,0	634,59	0,0019231	0,006700	1778,2	2470,1	691,9	3,9417	5,0321
20,0	638,86	0,002038	0,005873	1828,8	2413,8	585,0	4,0181	4,9338
21,0	642,94	0,002218	0,005006	1892,2	2340,2	448,0	4,1137	4,8106
22,0	646,83	0,002675	0,003757	2007,7	2192,5	184,8	4,2891	4,5748
22,115	647,27	0,003147		2095,2		0	4,4237	

uszeregowane według temperatury

cd. tabl. 9

Temperatura T	Ciśnienie p	Objętość właściwa		Entalpia właściwa		Ciepło parowania r	Entropia właściwa	
		cieczy v'	pary v''	cieczy i'	pary i''		s'	s''
K	MPa	m^3/kg		kJ/kg			kJ/(kg K)	
273,16	0,0006112	0,00100022	206,175	0,000614	2501,0	2501,0	0	9,1562
275	0,0006979	0,00100012	181,775	7,76	2504,4	2496,7	0,0283	9,1074
280	0,0009909	0,0010001	130,327	28,78	2513,6	2484,8	0,1041	8,9789
285	0,0013877	0,0010004	94,711	49,75	2522,7	2473,0	0,1783	8,8561
290	0,0019181	0,0010012	69,712	70,68	2531,9	2461,2	0,2511	8,7387
295	0,0026183	0,0010022	51,935	91,59	2541,1	2449,5	0,3226	8,6265
300	0,003533	0,0010034	39,135	112,50	2550,1	2437,6	0,3928	8,5191
305	0,004713	0,0010049	29,810	133,39	2559,2	2425,8	0,4619	8,4162
310	0,006223	0,0010066	22,940	154,29	2568,3	2414,0	0,5299	8,3176
315	0,008134	0,0010085	17,826	175,18	2577,3	2402,1	0,5967	8,2231
320	0,010532	0,0010106	13,979	196,08	2586,2	2390,1	0,6625	8,1324
325	0,013512	0,0010130	11,058	216,99	2595,1	2378,1	0,7274	8,0453
330	0,01719	0,0010155	8,8203	237,91	2603,9	2366,0	0,7912	7,9616
335	0,02169	0,0010181	7,0913	258,83	2612,7	2353,9	0,8541	7,8812
340	0,02715	0,0010210	5,7438	279,77	2621,3	2341,6	0,9162	7,8038
345	0,03374	0,0010240	4,6854	300,73	2629,9	2329,2	0,9774	7,7292
350	0,04163	0,0010271	3,8480	321,70	2638,4	2316,7	1,0377	7,6574
355	0,05102	0,0010304	3,1797	342,68	2646,8	2304,2	1,0972	7,5882
360	0,06213	0,0010339	2,6453	363,69	2655,1	2291,5	1,1559	7,5215
365	0,07518	0,0010375	2,2128	384,73	2663,3	2278,5	1,2139	7,4569
370	0,09045	0,0010413	1,8615	405,79	2671,4	2265,6	1,2712	7,3946
375	0,10820	0,0010452	1,5742	426,87	2679,3	2252,4	1,3277	7,3344
380	0,12875	0,0010493	1,3379	448,00	2687,0	2239,0	1,3836	7,2760
385	0,15240	0,0010535	1,1426	496,15	2694,6	2225,4	1,4389	7,2196
390	0,17951	0,0010578	0,98026	490,34	2702,0	2211,6	1,4935	7,1647
395	0,21046	0,0010624	0,84463	511,6	2709,3	2197,7	1,5475	7,1116
400	0,24562	0,0010670	0,73083	532,9	2716,4	2183,5	1,6010	7,0599
405	0,28541	0,0010719	0,63487	554,2	2723,2	2169,0	1,6539	7,0097
410	0,3303	0,0010769	0,55358	575,6	2729,9	2154,3	1,7062	6,9608
415	0,3807	0,0010820	0,48446	597,1	2736,3	2139,2	1,7581	6,9132
420	0,4371	0,0010873	0,42539	618,6	2742,5	2123,9	1,8095	6,8668
425	0,5001	0,0010928	0,37477	640,2	2748,5	2108,3	1,8604	6,8214
430	0,5701	0,0010985	0,33119	661,8	2754,2	2092,4	1,9109	6,7772
435	0,6477	0,0011044	0,29355	683,5	2759,6	2076,1	1,9609	6,7339
440	0,7335	0,0011105	0,26092	705,3	2764,8	2059,5	2,0105	6,6915
445	0,8281	0,0011168	0,23255	727,2	2769,8	2042,6	2,0598	6,6498
450	0,9321	0,0011233	0,20779	749,2	2774,4	2025,2	2,1086	6,6091
455	1,0461	0,0011300	0,18612	771,3	2778,6	2007,3	2,1572	6,5690
460	1,1709	0,0011370	0,16710	793,5	2782,6	1989,1	2,2054	6,5297
465	1,3069	0,0011442	0,15035	815,8	2786,2	1970,4	2,2533	6,4909
470	1,4552	0,0011517	0,13557	838,2	2789,5	1951,3	2,3009	6,4527
475	1,6162	0,0011594	0,12248	860,7	2792,4	1931,7	2,3482	6,4150
480	1,7907	0,0011674	0,11087	883,4	2795,0	1911,6	2,3952	6,3778
485	1,9796	0,0011757	0,10053	906,2	2797,2	1891,0	2,4420	6,3410

cd. tabl. 9

Temperatura T	Ciśnienie p	Objętość właściwa		Entalpia właściwa		Ciepło parowania r	Entropia właściwa	
		cieczy v'	pary v''	cieczy i'	pary i''		s'	s''
K	MPa	m^3/kg		kJ/kg		$\text{kJ}/(\text{kg K})$		
490	2,1835	0,0011843	0,09131	929,1	2799,0	1869,9	2,4886	6,3047
495	2,4033	0,0011933	0,08307	952,3	2800,4	1848,1	2,5350	6,2686
500	2,6399	0,0012026	0,07569	975,5	2801,3	1825,8	2,5812	6,2328
505	2,8940	0,0012124	0,06906	999,0	2801,8	1802,8	2,6272	6,1973
510	3,1665	0,0012225	0,06310	1022,7	2108,9	1779,2	2,6732	6,1619
515	3,4583	0,0012331	0,05771	1046,5	2801,4	1754,9	2,7190	6,1267
520	3,7703	0,0012441	0,05285	1070,6	2800,4	1729,8	2,7648	6,0914
525	4,103	0,0012556	0,04845	1094,9	2798,9	1704,0	2,8105	6,0563
530	4,458	0,0012677	0,04445	1119,5	2796,9	1677,4	2,8562	6,0212
535	4,837	0,0012804	0,04081	1144,3	2794,1	1649,8	2,9019	5,9858
540	5,239	0,0012938	0,03750	1169,4	2790,8	1621,4	2,9477	5,9503
545	5,666	0,0013078	0,03449	1194,8	2786,7	1591,9	2,9936	5,9146
550	6,120	0,0013226	0,03172	1220,6	2782,0	1561,4	3,0396	5,8784
555	6,600	0,0013383	0,02919	1246,8	2776,4	1529,6	3,0858	5,8419
560	7,109	0,0013549	0,02688	1273,3	2770,0	1496,7	3,1322	5,8047
565	7,648	0,0013726	0,02473	1300,4	2762,5	1462,1	3,1789	5,7670
570	8,217	0,0013915	0,02278	1327,9	2754,3	1426,4	3,2260	5,7285
575	8,818	0,0014117	0,02096	1355,9	2744,8	1388,9	3,2736	5,6891
580	9,452	0,0014334	0,01929	1384,5	2734,1	1349,6	3,3216	5,6485
585	10,121	0,0014569	0,01773	1413,9	2722,2	1308,3	3,3702	5,6068
590	10,826	0,0014823	0,01629	1444,0	2708,8	1264,8	3,4197	5,5636
595	11,569	0,0015100	0,01496	1475,0	2693,0	1218,9	3,4701	5,5188
600	12,351	0,0015405	0,01371	1506,9	2677,1	1170,2	3,5215	5,4720
605	13,174	0,0015743	0,01254	1539,9	2658,4	1118,5	3,5743	5,4230
610	14,039	0,0016122	0,01144	1574,4	2637,3	1062,9	3,6287	5,3713
615	14,950	0,0016556	0,01041	1610,2	2613,0	1002,8	3,6847	5,3153
620	15,908	0,0017051	0,00942	1647,8	2585,5	937,7	3,7430	5,2555
625	16,916	0,0017637	0,00848	1688,2	2553,7	865,5	3,8051	5,1898
630	17,976	0,0018363	0,00755	1732,4	2515,4	783,0	3,8723	5,1152
635	19,094	0,0019323	0,00662	1782,7	2465,3	682,6	3,9484	5,0235
640	20,275	0,0020782	0,00564	1844,4	2395,9	551,5	4,0416	4,9034
645	21,523	0,0023757	0,00448	1937,8	2285,3	347,5	4,1827	4,7213
647	22,045	0,0025578	0,00379	1989,3	2201,5	212,2	4,2289	4,5882
647,27	22,115	0,003147		2095,2		0	4,4237	

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [16].

Tabl. 10. Własności cieplne freonu (solkane) 134a

Nazwa chemiczna	1,1,1,2 - tetrafluoroetan	
Wzór chemiczny	CF ₃ - CH ₂ F	
Masa cząsteczkowa		102,0
Temperatura wrzenia przy ciśnieniu 1,013 bar	°C	- 26,3
Temperatura krzepnięcia przy ciśnieniu 1,013 bar	°C	- 101
Temperatura krytyczna	°C	101,1
Ciśnienie krytyczne	bar	40,6
Gęstość cieczy w - 15°C	g/cm ³	1,343
Gęstość cieczy w 30°C	g/cm ³	1,188
Ciepło parowania w - 15°C	kJ/kg	206,8
Ciepło właściwe cieczy nasyconej w 30°C	kJ/(kg K)	1,440
Ciepło właściwe pary nasyconej w 30°C	kJ/(kg K)	1,104
Stosunek ciepła właściwego przy 1,013 bar i 30°C, c_p/c_v		1,115
Palność	niepalny	

Tablicę opracowano na podstawie danych Solvay Fluor Und Derivate GMBH.

Tabl. 11. Ciśnienia nasycenia freonu (solkane) 134a

Temperatura	Ciśnienie nasycenia	Temperatura	Ciśnienie nasycenia
t	p	t	p
°C	bar	°C	bar
- 50	0,30	30	7,71
- 45	0,40	35	8,87
- 40	0,52	40	10,17
- 35	0,67	45	11,60
- 30	0,85	50	13,18
- 25	1,07	55	14,91
- 20	1,34	60	16,81
- 15	1,65	65	18,89
- 10	2,01	70	21,16
- 5	2,44	75	23,62
0	2,93	80	26,31
5	3,50	85	29,24
10	4,15	90	32,42
15	4,89	95	35,89
20	5,72	100	39,70
25	6,66	101,05	40,56

Tablicę opracowano według Solvay Fluor Und Derivate GMBH.

Tabl. 12. Własności cieplne metali

Metal	Temperatura	Gęstość	Ciepło właściwe	Przewodność cieplna
	t	ρ	c	λ
	°C	kg/m ³	kJ/(kg K)	W/(m K)
Brąz (75% Cu, 25% Sn)	20	8660	0,343	25,94
Cyna	20	7310	0,23	59,9
Cynk	20	7140	0,385	112,1
Duraluminium (94 ÷ 96% Al, 3 ÷ 5% Cu, 0,5% Mg)	20	2800	0,883	164,5
Glin (aluminium)	20	2696	0,879	206
Miedź (czysta 99,999%)	20	8930	0,381	395,5
Miedź (czysta 99,999%)	600	8700	0,456	344,2
Miedź (99,8%)	0	8950	0,385	386
Mosiądz (70% Cu, 30% Zn)	20	8520	0,385	110,6
Nikiel	20	8900	0,457	92,4
Ołów	20	11340	0,125	34,9
Rtęć	20	13546	0,139	7,92
Srebro	20	10520	0,251	419
Stal (0,35% C, hart.)	0	7803	0,444	40,0
Stal (0,35% C, hart.)	900	7549	0,573	28,0
Stal chromowa (10% Cr)	20	7780	0,461	31,2
Stal chromoniklowa (15% Cr, 10% Ni)	20	7860	0,461	19,08
Stop Wooda	20	9700	0,146	12,8
Złoto	20	19290	0,129	310,7
Żelazo	20	7870	0,452	78,6
Żeliwo (~ 4% C)	20	7270	0,419	51,9

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [15]

Tabl. 13. Współczynnik przewodności cieplnej wybranych materiałów niemetalicznych

Materiał	Temperatura	Gęstość	Współczynnik przewodności cieplnej	
	t °C	ρ kg/m ³	λ W/(m K)	
Asfalt	0	2120	0,605	
	20	2120	0,698	
	30	2120	0,744	
Azbest	0	383	0,112	
	50	383	0,115	
	100	383	0,119	
Bakelit	20	1273	0,232	
Bawełna	-100	81	0,044	
	0	81	0,056	
	20	81	0,058	
	100	81	0,067	
Beton -zupełnie suchy	20	500	0,128	
	20	1000	0,233	
	20	1500	0,407	
	20	2000	0,663	
	20	2250	0,837	
	-ze żwirem kamiennym	20	2000	1,279
		- żużłowy	0	1200
	Cegła		20	1000
20		1200	0,384	
20		1400	0,442	
20		1600	0,523	
20		1800	0,733	
20		2000	1,233	
Celuloid	30	1400	0,303	
Cement związany	20	-	0,147	
Drewno	-dąb (\perp do włókien)	0 ÷ 15	825	0,198 ÷ 0,209
		12 ÷ 50	819	0,349 ÷ 0,431
	-sosna (\perp do włókien)	0 ÷ 50	546	0,139 ÷ 0,163
		20 ÷ 25	-	0,349 ÷ 0,722
Ebonit	20	1200	0,163	
File	20	330	0,052	
Gips	20	800	0,395	
	20	1000	0,512	
	20	1200	0,663	
Gлина (kaolin 5% wilgotności)	45	1790	0,733	
Guma	0	1200	0,163	
Guma porowata	20	160	0,050	
Igelit	20	1390	0,151	
Jedwab	20	57,6	0,036	
Kauczuk	20	920 ÷ 960	0,128 ÷ 0,163	
Korek, bloki	20	150	0,042	
	20	200	0,048	
	20	300	0,059	
Korek, płyty	80	147 ÷ 198	0,042 ÷ 0,054	
Linoleum	220	1180	0,186	

cd. tabl. 13

Lód	0	917	2,210
	-20	920	2,442
	-50	924	2,780
Marmur	0 ÷ 90	2700 ÷ 2800	1,3 ÷ 3,49
Mur ceglany	0	1700	0,814
Mur z kamienia	-	2680	3,2
Papier twardy	20	700	0,140
	20	790	0,151
	20	1000	0,151
	20	1300	0,208
Piasek, przeciętnie	20	1500÷1800	0,930
Pierze	20	109	0,076
Płytki i kafelki okładzinowe	20	-	1,047
Płyta pilśniowa	20	400	0,055
	20	600	0,074
Polichlorek winylu	20	1200 ÷ 1500	0,163 ÷ 0,175
Polistyren	20	1050 ÷ 1200	0,128 ÷ 0,163
Porcelana	95	2400	1,035
Sklejka	0	588	0,109
	20	588	0,114
Skóra sucha	20	900 ÷ 1000	0,139 ÷ 0,163
Słoma	0	140	0,045
	20	140	0,050
Styropian	20	~18	0,042
Szkło kwarcowe	20	2200	1,338
Szkło zwykłe	20	2500	0,744
Śnieg świeży	-	200	0,105
Śnieg ubity	-	350	0,349
Śnieg topniejący	-	500	0,640
Tekstolit	20	1300 ÷ 1400	0,233 ÷ 0,337
Tkanina wełniana	20	240	0,0524
Trociny	-	250	0,093
Tynk (zaprawa wapienna)	-	1600	0,698 ÷ 0,872
Wata bawełniana	20	50	0,0431
Wata szklana	25	100	0,0326
Wełna	20	50	0,038
	20	100	0,036
	20	150	0,036
	20	200	0,038
	20	250	0,041
	20	300	0,043
	20	350	0,047
	20	400	0,050
Wełna szklana	20	50	0,037
	20	100	0,036
	20	200	0,040
	100	200	0,052
	300	200	0,105
Ziemia gliniasta (42% wilg.)	20	1960	1,49
Ziemia sucha (grunt nieurodzaj.)	25	1310	0,279
Żelazobeton	60	2200	1,548

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [3] i [12].

Tabl. 14. Orientacyjne wartości współczynnika przenikania ciepła k W/(m² K) dla różnych przypadków przenikania ciepła

Rodzaj wymiany ciepła	Główny opór cieplny		Typowy czynnik	Typowy aparat
	konwekcja naturalna	konwekcja wymuszona		
Ciecz - ciecz	140 ÷ 340	850 ÷ 1700	woda	wymienniki ciepła ciecz - ciecz
Ciecz - ciecz	30 ÷ 60	110 ÷ 280	olej	
Ciecz - gaz (ciśnienie atm.)	6 ÷ 17	12 ÷ 60		radiatory grzane ciepłą wodą
Ciecz wrząca - ciecz	110 ÷ 340	80 ÷ 850	woda	chłodnice solanki
Ciecz wrząca - ciecz	28 ÷ 110	140 ÷ 340	olej	
Gaz (ciśn. atm.) - ciecz	6 ÷ 17	12 ÷ 57		chłodnice powietrza, ekonomizery
Gaz (ciśn. atm.) - gaz	3 ÷ 12	12 ÷ 34		przegrzewacze pary
Gaz (ciśn. atm.) - wrząca ciecz	6 ÷ 17	12 ÷ 57		kotły parowe
Kondensująca para - ciecz	280 ÷ 1100	850 ÷ 4500	para wodna	podgrzewacze cieczy i kondensatory
Kondensująca para - ciecz	57 ÷ 170	110 ÷ 340	para organiczna	
Kondensująca para - ciecz	230 ÷ 450	340 ÷ 1700	olej para - woda	
Kondensująca para - ciecz		85 ÷ 1700	mieszanina parowo-gazowa	
Kondensująca para - gaz	6 ÷ 17	33 ÷ 90		rury parowe na powietrzu, podgrzewacze powietrza
Kondensująca para - wrząca ciecz	220 ÷ 570			wyparki dające osad
Kondensująca para - wrząca ciecz	1700 ÷ 4500		para - woda	
Kondensująca para - wrząca ciecz	280 ÷ 850		para - olej	
Kondensująca para - wrząca ciecz		280 ÷ 2200	para organiczna - woda	rury parowe z koszulką

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [5].

Tabl. 15. Własności fizyczne niektórych ciekłych produktów spożywczych

Nazwa produktu	Temperatura	Gęstość	Ciepło właściwe	Współczynnik przewodzenia ciepła	Współczynnik wyrównywania temperatury	Lepkość kinematyczna	Liczba Prandtla
	t	ρ	c	λ	$a \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
	°C	kg/m ³	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s	m ² /s	
Miód	20	1354	2,428	0,344	0,1056	-	-
Mleko	15	1031	3,936	0,495	0,1222	1,754	14,4
Mleko odtłuszczone	15	1036	3,957	0,547	0,1139	1,680	14,75
Syrop skrobiowy	20	1430	2,700	0,394	0,1019	-	-
Masło śmietankowe	15	930	2,21	0,201	0,098	-	-
Maślanka	15	1032	3,936	0,454	0,1139	1,615	14,2
Mleko skondensowane z cukrem	-	1280	2,261	0,267	0,0925	973	10500
Mleko skondensowane odtłuszczone	-	1100	2,889	0,316	0,0972	446	4590
Śmietanka (słodka) 25% tłuszczu	15	1010	4,639	0,361	0,0772	8,01	103
Śmietanka (słodka) 35% tłuszczu	15	997	3,726	0,349	0,0939	-	-
Śmietana kwaśna	20	1070	3,182	0,349	0,1022	-	-
Serwatka	15	1027	4,082	0,541	0,1278	1,611	12,6

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [1]

Tabl. 16. Własności fizyczne produktów cukierniczych i piekarniczych

Nazwa produktu	Temperatura	Gęstość	Ciepło właściwe	Współczynnik przewodzenia ciepła	Współczynnik wyrównywania temperatury
	t	ρ	c	λ	$a \cdot 10^6$
	°C	kg/m ³	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s
Mąka	- 5 ÷ 40	762	0,408 ÷ 0,469	0,444 ÷ 0,535	8,833 ÷ 0,0956
Ciasto pszenne wilgotność = 41%	65	629	1,181	0,779	0,1917
Ciasto żytnie wilgotność = 55%	55	718	1,465	0,840	0,1875
Ciasto na herbatniki	15 ÷ 40	1280	1,227	0,701	0,1050
Ciasto na andruty	15 ÷ 60	1100	1,717	0,989	0,1228
Sucharki	15 ÷ 35	553	0,444	0,665 – 0,0008 t	0,0931 + 0,0001 t
Herbatniki	25 ÷ 85	705	0,461	0,698 – 0,0034 t	0,0625 + 0,0007 t
Andrut	15 ÷ 35	164	0,193 + 0,0063 t	0,407 + 0,0004 t	0,2139 – 0,0008 t
Cukier	5 ÷ 35	1590	0,553 – 0,0013 t	0,372 + 0,0035 t	0,1375 – 0,0003 t
Miód	5 ÷ 35	1442 – 0,4 t	1,214 + 0,0031 t	0,628 + 0,0041 t	0,1194 – 0,0009 t
Masło kakaowe	10	927	1,047	0,698	0,1944
Kakao w proszku	-	857	0,649	0,526	0,1115
Czekolada	10	1270	0,879	0,465	0,1139
Czekolada	70	1240	0,963	0,442	0,1361

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [1]

Tabl. 17. Własności fizyczne niektórych produktów spożywczych

Nazwa produktu	Temperatura	Gęstość	Ciepło właściwe	Współczynnik przewodzenia ciepła	Współczynnik wyrównywania temperatury
	t	ρ	c	λ	$a \cdot 10^6$
	°C	kg/m ³	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s
Masło śmietankowe	15	930	2,206	0,278	0,0981
Tłuszcz z mleka	15	920	1,968	0,233	0,0933
Mąka	15	762	1,708	0,169	0,0939
Cukier	15	878	1,407	0,218	0,1281
Mleko w proszku odtłuszczone	-	570	1,717	0,169	0,1253
Serwatka w proszku	-	500	1,800	0,180	0,1444
Ser tłusty	-	1080	2,428	0,481	0,1331
Twaróg tłusty	-	1060	3,266	0,594	0,1242

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [1]

Tabl. 18. Ciepło właściwe surowców spożywczych, półproduktów i chleba

Nazwy produktów i półproduktów	Wilgoć	Ciepło właściwe suchej substancji	Ciepło właściwe substancji w stanie nie zamrożonym	Ciepło właściwe substancji w stanie zamrożonym
	w	c	c	c
	%	kJ/(kg K)	kJ/(kg K)	kJ/(kg K)
Drożdże prasowane	75	1,549	3,517	1,968
Margaryna	15 ÷ 16,5	1,717	2,093 ÷ 2,135	1,758 ÷ 1,800
Łój topiony	14 ÷ 14,5	1,884	2,219 ÷ 2,261	1,633 ÷ 1,675
Olej roślinny	0	1,968	1,968	1,968
Mąka żytnia	14,5	1,424	1,842	1,507
Mąka pszenna	14,5	1,507	1,884	1,591
Słód	8 ÷ 10	1,214	1,465 ÷ 1,507	1,298
Sól kamienna	0 ÷ 0,15	0,879	0,879	0,879
Cukier krystaliczny	0,15	1,172	1,172	1,172
Syrop skrobiowy	22,1	2,010	2,470	2,052
Mleko pełne (4,3% tłuszczu)	86	2,093	3,396	2,093
Jajka	1,5	3,098	3,140	3,098
Suchary żytnie	8 ÷ 12	1,507	1,717 ÷ 1,842	1,507 ÷ 1,591
Suchary pszenne	5 ÷ 8	1,549	1,675 ÷ 1,758	1,591 ÷ 1,633
Ciasto z mąki żytniej	51	1,424	2,847	1,800
Ciasto z mąki pszennej	45	1,507	2,721	1,758
Chleb żytni	49 ÷ 51	1,424	2,763 ÷ 2,847	4,187
Chleb pszenny	40 ÷ 43	1,507	1,090 ÷ 2,680	1,717 ÷ 1,758

Tablicę opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z [1]

Wartości wybranych stałych

Przyspieszenie ziemskie - wartość standardowa

$$g_u = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

Molowa objętość właściwa gazów doskonałych i półdoskonałych

$$(Mv_u) = 22,71 \text{ um}^3/\text{kmol}$$

Parametry warunków umownych SI

$$p_u = 0,1 \text{ MPa}, T_u = 273,15 \text{ K}$$

Uniwersalna stała gazowa

$$(MR) = 8314,29 \text{ J}/(\text{kmol K})$$

Przeliczanie jednostek miar różnych wielkości

Temperatura

$$T [\text{K}] = t [^{\circ}\text{C}] + 273,15$$

Siła

$$1 \text{ kG} = 9,807 \text{ N}$$

Ciśnienie

$$1 \text{ at} = 98070 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ atm} = 101300 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Tr} = 133,3 \text{ N/m}^2$$

Energia

$$1 \text{ kcal}_{\text{IT}} = 4186,8 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Gęstość strumienia energii

$$1 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \text{ h}) = 1,163 \text{ W/m}^2$$

Współczynnik przewodzenia ciepła

$$1 \text{ kcal}/(\text{m h } ^{\circ}\text{C}) = 1,163 \text{ W}/(\text{m K})$$

Współczynnik wnikania ciepła, współczynnik przenikania ciepła

$$1 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}) = 1,163 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

SKŁAD I ŁAMANIE

Leszek Malinowski

KOREKTOR

Małgorzata Augustynowicz

WYDAWNICTWO AKADEMII ROLNICZEJ W SZCZECINIE

Wydanie I. Nakład 300 egz. Ark. wyd. 6,5. Papier drukowy kl. III, format B5.
Oddano do druku w czerwcu 1997 r. Druk ukończono w lipcu 1997 r.
Zamówienie AR-4249/62/97

Wykonano w Dziale Poligrafii Akademii Rolniczej w Szczecinie