

加熱電力早見表

水・空気・金属に分けて計算し、安全率 $\alpha=1.25$ とした。

1. 流れない水

計算式 $P [W] = (0.2778 \times c \times \rho \times V \times \Delta T / t) \times \alpha \dots (1)$
 パラメータ: $c=4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1 \text{ kg}/\text{L}$ $t=1\text{h}(\text{時間})$
 $\alpha=1.25$ 大気圧における計算値とする

表1 流れない水(タンク・水槽内)を1時間で温度差 $\Delta T^\circ\text{C}$ 加熱するのに必要なヒーター電力 $P[\text{kW}]$

ΔT $^\circ\text{C}$	水の加熱量(体積) $V[\text{L}]$												
	1	5	10	18	20	30	40	50	100	150	200	500	1000
5	0.007	0.036	0.073	0.131	0.145	0.218	0.290	0.363	0.726	1.09	1.45	3.63	7.26
10	0.015	0.073	0.145	0.261	0.290	0.435	0.581	0.726	1.45	2.18	2.90	7.26	14.5
15	0.022	0.109	0.218	0.392	0.435	0.653	0.871	1.09	2.18	3.27	4.36	10.9	21.8
20	0.029	0.145	0.290	0.523	0.581	0.871	1.16	1.45	2.90	4.36	5.81	14.5	29.0
25	0.036	0.181	0.363	0.653	0.726	1.09	1.45	1.81	3.63	5.44	7.26	18.1	36.3
30	0.044	0.218	0.435	0.784	0.871	1.31	1.74	2.18	4.36	6.53	8.71	21.8	43.5
35	0.051	0.254	0.508	0.914	1.016	1.524	2.03	2.54	5.08	7.62	10.2	25.4	50.8
40	0.058	0.290	0.581	1.05	1.16	1.74	2.32	2.90	5.81	8.71	11.6	29.0	58.1
45	0.065	0.327	0.653	1.18	1.31	1.96	2.61	3.27	6.53	9.80	13.1	32.7	65.3
50	0.073	0.363	0.726	1.31	1.45	2.18	2.90	3.63	7.26	10.9	14.5	36.3	72.6
55	0.080	0.399	0.798	1.44	1.60	2.40	3.19	3.99	7.98	12.0	16.0	39.9	79.8
60	0.087	0.435	0.871	1.57	1.74	2.61	3.48	4.36	8.71	13.1	17.4	43.5	87.1
65	0.094	0.472	0.943	1.70	1.89	2.83	3.77	4.72	9.44	14.2	18.9	47.2	94.3
70	0.102	0.508	1.02	1.83	2.03	3.05	4.06	5.08	10.2	15.2	20.3	50.8	102
75	0.109	0.544	1.09	1.96	2.18	3.27	4.36	5.44	10.9	16.3	21.8	54.4	109
80	0.116	0.581	1.16	2.09	2.32	3.48	4.65	5.81	11.6	17.4	23.2	58.1	116
85	0.123	0.617	1.23	2.22	2.47	3.70	4.94	6.17	12.3	18.5	24.7	61.7	123
90	0.131	0.653	1.31	2.35	2.61	3.92	5.23	6.53	13.1	19.6	26.1	65.3	131
95	0.138	0.689	1.38	2.48	2.76	4.14	5.52	6.90	13.8	20.7	27.6	68.9	138
100	0.145	0.726	1.45	2.61	2.90	4.36	5.81	7.26	14.5	21.8	29.0	72.6	145

単位は [kW]

2. 流れる水

計算式 $P [W] = (0.2778 \times 60 \times c \times \rho \times q \times \Delta T) \times \alpha \dots (2)$
 パラメータ: $c=4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1 \text{ kg}/\text{L}$ $\alpha=1.25$
 大気圧における計算値とする

表2 流れる水を温度差 $\Delta T^\circ\text{C}$ まで加熱するのに必要なヒーター電力 $P[\text{kW}]$

ΔT $^\circ\text{C}$	加熱する水の流量 $q[\text{L}/\text{min}]$														
	1	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
5	0.44	1.31	2.18	4.35	6.53	8.71	10.9	13.1	17.4	21.8	26.1	30.5	34.8	39.2	43.6
10	0.87	2.61	4.35	8.71	13.1	17.4	21.8	26.1	34.8	43.6	52.3	61.0	69.7	78.4	87.1
15	1.31	3.92	6.53	13.1	19.6	26.1	32.7	39.2	52.3	65.3	78.4	91.4	105	118	131
20	1.74	5.23	8.71	17.4	26.1	37.8	43.6	52.3	69.7	87.1	105	122	139	157	174
25	2.18	6.53	10.9	21.8	32.7	43.6	54.4	65.3	87.1	109	131	152	174	196	218
30	2.61	7.84	13.1	26.1	39.2	52.3	65.3	78.4	105	131	157	183	209	235	261
35	3.05	9.14	15.2	30.5	45.7	61.0	76.2	91.4	122	152	183	213	244	274	305
40	3.48	10.5	17.4	34.8	52.3	69.7	87.1	105	139	174	209	244	279	314	348
45	3.92	11.8	19.6	39.2	58.8	78.4	98.0	118	157	196	235	274	314	353	392
50	4.35	13.1	21.8	43.6	65.3	87.1	109	131	174	218	261	305	348	392	435
55	4.79	14.4	24.0	47.9	71.9	95.8	120	144	192	240	287	335	383	431	479
60	5.23	15.7	26.1	52.3	78.4	105	131	157	209	261	314	366	418	470	523
65	5.66	17.0	28.3	56.6	84.9	113	142	170	226	283	340	396	453	509	566
70	6.1	18.3	30.5	61.0	91.4	122	152	183	244	305	366	427	488	549	610
75	6.53	19.6	32.7	65.3	98.0	131	163	196	261	327	392	457	523	588	653
80	6.97	20.9	34.8	69.7	105	139	174	209	279	348	418	488	557	627	697
85	7.40	22.2	37.0	74.0	111	148	185	222	296	370	444	518	592	666	740
90	7.84	23.5	39.2	78.4	118	157	196	235	314	392	470	549	627	705	784
95	8.27	24.8	41.4	82.7	124	165	207	248	331	414	496	579	662	745	827
100	8.71	26.1	43.6	87.1	131	174	218	261	348	435	523	610	697	784	871

単位は [kW]

電力早見表(表1、表2)を使って解く例題

例題 1

水槽(ドラム缶)の水200Lを2時間で 40°C に加熱したい。
初期水温を 5°C とする。ただし放熱は考慮しない。

解答: 表1の太枠セル参照

体積200Lの水を温度差 $\Delta t=(40-5)=35^\circ\text{C}$ まで、1時間で加熱するには表1に示した太枠セルの「10.2kW」が必要となる。
2時間で暖める場合、仕事率としては半分の電力が必要となる。
ヒーター電力 $10.2/2=5.1$ 約5kW

例題 2

毎分20Lで流れる水を、 50°C に加熱したい。
初期水温を 10°C とする。ただし放熱は考慮しない。

解答: 表2の太枠セル参照

流量20L/minの水を温度差 $\Delta t=(50-10)=40^\circ\text{C}$ まで、加熱するには表2に示した太枠セルの「69.7kW」が必要となる。
ヒーター電力: 69.7=約70kW

加熱電力早見表

水・空気・金属に分けて計算し、安全率 $\alpha=1.25$ とした。

3. 流れない空気

計算式 $P [W] = (0.2778 \times c \times \rho \times V \times \Delta T / t) \times \alpha \dots (3)$
 パラメータ: $c=1.007 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1.251 \text{ kg}/\text{m}^3$ $t=1\text{h}(\text{時間})$
 $\alpha=1.25$ 大気圧における計算値とする

表3 流れない空気を1時間で温度差 ΔT °Cまで加熱する場合の必要ヒーター電力P [kW]

ΔT °C	空気の加熱量(体積) $V [\text{m}^3 (\text{標準状態})]$												
	10	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	1000
5	0.02	0.05	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.87	0.98	1.09	2.19
10	0.04	0.11	0.22	0.44	0.66	0.87	1.09	1.31	1.53	1.75	1.97	2.19	4.37
25	0.11	0.27	0.55	1.09	1.64	2.19	2.73	3.28	3.83	4.37	4.92	5.47	10.9
50	0.22	0.55	1.09	2.19	3.28	4.37	5.47	6.56	7.66	8.75	9.84	10.9	21.9
100	0.44	1.09	2.19	4.37	6.56	8.75	10.9	13.1	15.3	17.5	19.7	21.9	43.8
150	0.66	1.64	3.28	6.56	9.84	13.1	16.4	19.7	23.0	26.3	29.5	32.8	65.6
200	0.87	2.19	4.37	8.75	13.1	17.5	21.9	26.3	30.6	35.0	39.4	43.8	87.5
250	1.09	2.73	5.47	10.9	16.4	21.9	27.3	32.8	38.3	43.8	49.2	54.7	109
300	1.31	3.28	6.56	13.1	19.7	26.3	32.8	39.4	45.9	52.5	59.1	65.6	131
350	1.53	3.83	7.66	15.3	23.0	30.6	38.3	45.9	53.6	61.2	68.9	76.6	153
400	1.75	4.37	8.75	17.5	26.3	35.0	43.8	52.5	61.2	70.0	78.7	87.5	175
450	1.97	4.92	9.84	19.7	29.5	39.4	49.2	59.1	68.9	78.7	88.6	98.4	197
500	2.19	5.47	10.9	21.9	32.8	43.8	54.7	65.6	76.6	87.5	98.4	109	219
550	2.41	6.01	12.0	24.1	36.1	48.1	60.2	72.2	84.2	96.2	108	120	241
600	2.62	6.56	13.1	26.3	39.4	52.5	65.6	78.7	91.9	105	118	131	262

単位は [kW]

4. 流れる空気

計算式 $P [W] = (0.2778 \times 60 \times c \times \rho \times q \times \Delta T) \times \alpha \dots (4)$
 パラメータ: $c=1.007 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=1.251 \text{ kg}/\text{m}^3$ $\alpha=1.25$
 大気圧における計算値とする

表4 流れる空気を温度差 ΔT °Cまで加熱するのに必要なヒーター電力P [kW]

Δt °C	加熱する空気の流量 $q [\text{m}^3/\text{min} (\text{標準状態})]$												
	1	2	3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	0.131	0.262	0.394	0.656	1.31	1.97	2.63	3.28	3.94	4.59	5.25	5.91	6.56
10	0.262	0.525	0.787	1.31	2.63	3.94	5.25	6.56	7.87	9.19	10.5	11.8	13.1
25	0.656	1.31	1.97	3.28	6.56	9.84	13.1	16.4	19.7	23.0	26.2	29.5	32.8
30	0.787	1.58	2.36	3.94	7.87	11.8	15.7	19.7	23.6	27.6	31.5	35.4	39.4
50	1.31	2.63	3.94	6.56	13.1	19.7	26.2	32.8	39.4	45.9	52.5	59.1	65.6
70	1.84	3.68	5.51	9.19	18.4	27.6	36.7	45.9	55.1	64.3	73.5	82.7	91.9
80	2.10	4.20	6.30	10.5	21.0	31.5	42.0	52.5	63.0	73.5	84.0	94.5	105
90	2.36	4.72	7.09	11.8	23.6	35.4	47.2	59.1	70.9	82.7	94.5	106	118
100	2.63	5.25	7.87	13.1	26.2	39.4	52.5	65.6	78.8	91.9	105	118	131
150	3.94	7.87	11.8	19.7	39.4	59.1	78.7	98.4	118	138	157	177	197
200	5.25	10.5	15.7	26.2	52.5	78.7	105	131	157	184	210	236	262
250	6.56	13.1	19.7	32.8	65.6	98.4	131	164	197	230	262	295	328
300	7.87	15.7	23.6	39.4	78.7	118	157	197	236	276	315	354	394
350	9.19	18.4	27.6	45.9	91.9	138	184	230	276	322	367	413	459
400	10.5	21.0	31.5	52.5	105	157	210	262	315	367	420	472	525
450	11.8	23.6	35.4	59.1	118	177	236	295	354	413	472	532	591
500	13.1	26.2	39.3	65.6	131	197	262	328	394	459	525	591	656
550	14.4	28.9	43.3	72.2	144	217	289	361	433	505	577	650	722

単位は [kW]

電力早見表(表3、表4)を使って解く例題

例題 3

機械(ポンプ)室を加熱したい。(たとえば除湿のため)
 機械室は縦4m×横5m×高さ2.5mで、温度差 $\Delta t=10^\circ\text{C}$ とする。
 ただし、室内は密閉とし、室内装置・壁の加熱、壁からの放熱などは考慮しない。

解答: 表3の太枠セル参照
 体積 $V=4 \times 5 \times 2.5=50\text{m}^3$ と $\Delta t=10^\circ\text{C}$ より、表3に示した太枠セル「0.22kW」が必要となる。

注意: あくまでも密閉空間の空気のみ加熱する電力を計算したもので、使用状況に合わせてその他の加熱要素を加算する必要がある。実際には数kW以上の電力が必要になると思われる。

例題 4

ダクト途中にヒーターを設置し、流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ の空気を加熱したい。
 初期温度 0°C で目的温度 200°C ($\Delta t=200^\circ\text{C}$)とする。
 ダクト・構造の加熱や放熱は考慮しない。

解答: 表4の太枠セル参照
 流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ と $\Delta t=200^\circ\text{C}$ より、表4に示した太枠セル「52.5kW」が必要となる。

注意: あくまでも空気加熱のみを考えた電力である。ダクトヒーターの計算は、「熱計算」例題2 p. 229を参照のこと。

加熱電力早見表

水・空気・金属に分けて計算し、安全率 $\alpha=1.25$ とした。

5. 金属：ステンレス

計算式 $P[W]=(0.2778 \times c \times \rho \times V \times \Delta T/t) \times \alpha \dots (5)$
 パラメータ： $c=0.5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=7.82 \text{ kg/L}$ $t=1\text{h}$ (時間)
 $\alpha=1.25$ 大気圧における計算値とする

表5 ステンレス（体積：リットル）を1時間で温度差 Δt °Cまで加熱するのに必要なヒーター電力P[kW]

ΔT °C	加熱するステンレスの体積 V [ℓ] 注意：単位はℓ [ℓ] にて計算																			
	1	3	5	10	15	20	25	30	50	100	150	175	200	250	275	300	350	400	500	
5	0.007	0.020	0.034	0.068	0.102	0.136	0.170	0.204	0.339	0.679	1.02	1.19	1.36	1.70	1.87	2.04	2.38	2.72	3.39	
10	0.014	0.041	0.068	0.136	0.204	0.272	0.339	0.407	0.679	1.36	2.04	2.38	2.72	3.39	3.73	4.07	4.75	5.43	6.79	
15	0.020	0.061	0.102	0.204	0.305	0.407	0.509	0.611	1.02	2.04	3.06	3.56	4.07	5.09	5.60	6.11	7.13	8.15	10.2	
20	0.027	0.081	0.136	0.272	0.407	0.543	0.679	0.815	1.36	2.72	4.07	4.75	5.43	6.79	7.47	8.15	9.50	10.9	13.6	
25	0.034	0.102	0.170	0.339	0.509	0.679	0.849	1.02	1.70	3.39	5.09	5.94	6.79	8.49	9.34	10.2	11.9	13.6	17.0	
30	0.041	0.122	0.204	0.407	0.611	0.815	1.02	1.22	2.04	4.07	6.11	7.13	8.15	10.2	11.2	12.2	14.3	16.3	20.4	
35	0.048	0.143	0.238	0.475	0.713	0.950	1.19	1.43	2.38	4.75	7.13	8.32	9.50	11.9	13.1	14.3	16.6	19.0	23.8	
40	0.054	0.163	0.272	0.543	0.815	1.09	1.36	1.63	2.72	5.43	8.15	9.50	10.9	13.6	14.9	16.3	19.0	21.7	27.2	
45	0.061	0.183	0.305	0.611	0.916	1.22	1.53	1.83	3.06	6.11	9.17	10.7	12.2	15.3	16.8	18.3	21.4	24.4	30.5	
50	0.068	0.204	0.339	0.679	1.02	1.36	1.70	2.04	3.39	6.79	10.2	11.9	13.6	17.0	18.7	20.4	23.8	27.2	33.9	
100	0.136	0.407	0.679	1.36	2.04	2.72	3.39	4.07	6.79	13.6	20.4	23.8	27.2	33.9	37.3	40.7	47.5	54.3	67.9	
150	0.204	0.611	1.02	2.04	3.06	4.07	5.09	6.11	10.2	20.4	30.5	35.6	40.7	50.9	56.0	61.1	71.3	66.5	102	
200	0.272	0.815	1.36	2.72	4.07	5.43	6.79	8.15	13.6	27.2	40.7	47.5	54.3	67.9	74.7	81.5	95.0	81.5	136	
250	0.339	1.02	1.70	3.40	5.09	6.79	8.49	10.2	17.0	33.9	50.9	59.4	67.9	84.9	93.3	102	119	109	170	
300	0.407	1.22	2.04	4.07	6.11	8.15	10.2	12.2	20.4	40.7	61.1	71.3	81.5	102	112	122	143	136	204	
350	0.475	1.43	2.38	4.75	7.13	9.50	11.9	14.3	23.8	47.5	71.3	83.2	95.0	119	131	143	166	163	238	
400	0.543	1.63	2.72	5.43	8.15	10.9	13.6	16.3	27.2	54.3	81.5	95.0	109	136	149	163	190	190	272	
450	0.611	1.83	3.06	6.11	9.17	12.2	15.3	18.3	30.5	61.1	91.6	107	122	153	168	183	214	217	305	
500	0.679	2.04	3.39	6.79	10.2	13.6	17.0	20.4	33.9	67.9	102	119	136	170	187	204	238	244	339	
550	0.747	2.24	3.73	7.47	11.2	14.9	18.7	22.4	37.3	74.7	112	131	149	187	205	224	261	299	373	

単位は [kW]

6. 金属：アルミニウム

計算式 $P[W]=(0.2778 \times c \times \rho \times V \times \Delta T/t) \times \alpha \dots (6)$
 パラメータ： $c=0.9 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ $\rho=2.71 \text{ kg/L}$ $t=1\text{h}$ (時間)
 $\alpha=1.25$ 大気圧における計算値とする

表6 アルミニウム（体積：リットル）を1時間で温度差 Δt °Cまで加熱するのに必要なヒーター電力P[kW]

ΔT °C	加熱するアルミニウムの体積 V [ℓ] 注意：単位はℓ [ℓ] にて計算																			
	1	3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	150	200	
5	0.004	0.013	0.021	0.042	0.064	0.085	0.106	0.127	0.148	0.169	0.190	0.212	0.254	0.296	0.339	0.381	0.423	0.635	0.847	
10	0.008	0.025	0.042	0.085	0.127	0.169	0.212	0.254	0.296	0.339	0.379	0.423	0.508	0.593	0.678	0.762	0.847	1.27	1.69	
15	0.013	0.038	0.064	0.127	0.191	0.254	0.318	0.381	0.445	0.508	0.569	0.635	0.762	0.889	1.02	1.14	1.27	1.91	2.54	
20	0.017	0.051	0.085	0.169	0.254	0.339	0.423	0.508	0.593	0.678	0.759	0.847	1.02	1.19	1.36	1.52	1.69	2.54	3.39	
25	0.021	0.064	0.106	0.212	0.318	0.423	0.529	0.635	0.741	0.847	0.949	1.06	1.27	1.48	1.69	1.91	2.12	3.18	4.24	
30	0.025	0.076	0.127	0.254	0.381	0.508	0.635	0.762	0.889	1.02	1.14	1.27	1.52	1.78	2.03	2.29	2.54	3.81	5.08	
35	0.030	0.089	0.148	0.296	0.445	0.593	0.741	0.889	1.04	1.19	1.33	1.48	1.78	2.08	2.37	2.67	2.96	4.45	5.93	
40	0.034	0.102	0.169	0.339	0.508	0.678	0.847	1.02	1.19	1.36	1.52	1.69	2.03	2.37	2.71	3.05	3.39	5.08	6.78	
45	0.038	0.114	0.191	0.381	0.572	0.762	0.953	1.14	1.33	1.52	1.71	1.91	2.29	2.67	3.05	3.43	3.81	5.72	7.62	
50	0.042	0.127	0.212	0.423	0.635	0.847	1.06	1.27	1.48	1.69	1.90	2.12	2.54	2.96	3.39	3.81	4.24	6.35	8.47	
60	0.051	0.152	0.254	0.508	0.762	1.02	1.27	1.52	1.78	2.03	2.28	2.54	3.05	3.56	4.07	4.57	5.08	7.62	10.2	
70	0.059	0.178	0.296	0.593	0.889	1.19	1.48	1.78	2.08	2.37	2.66	2.96	3.56	4.15	4.74	5.34	5.93	8.89	11.9	
80	0.068	0.203	0.339	0.678	1.02	1.36	1.69	2.03	2.37	2.71	3.04	3.39	4.07	4.74	5.42	6.10	6.78	10.2	13.6	
90	0.076	0.229	0.381	0.762	1.14	1.52	1.90	2.29	2.67	3.05	3.42	3.81	4.57	5.34	6.10	6.86	7.62	11.4	15.2	
100	0.085	0.254	0.423	0.847	1.27	1.69	2.12	2.54	2.96	3.38	3.79	4.24	5.08	5.93	6.78	7.62	8.47	12.7	16.9	
150	0.127	0.381	0.635	1.27	1.91	2.54	3.18	3.81	4.44	5.08	5.69	6.35	7.62	8.89	10.2	11.4	12.7	19.1	25.4	
200	0.169	0.508	0.847	1.69	2.54	3.39	4.24	5.08	5.93	6.77	7.59	8.47	10.2	11.9	13.6	15.2	16.9	25.4	33.9	
250	0.212	0.635	1.06	2.12	3.18	4.24	5.29	6.35	7.41	8.47	9.49	10.6	12.7	14.8	16.9	19.1	21.2	31.8	42.3	
300	0.254	0.762	1.27	2.54	3.81	5.08	6.35	7.62	8.89	10.2	11.4	12.7	15.2	17.8	20.3	22.9	25.4	38.1	50.8	
350	0.296	0.889	1.48	2.96	4.44	5.93	7.41	8.89	10.4	11.9	13.3	14.8	17.8	20.8	23.7	26.7	29.6	44.5	59.3	
400	0.339	1.02	1.69	3.39	5.08	6.78	8.47	10.2	11.9	13.6	15.2	16.9	20.3	23.7	27.1	30.5	33.9	50.8	67.8	

単位は [kW]

電力早見表（表5、表6）を使って解く例題

例題 1

ステンレス製の配管を加熱したい。配管の総体積は50L、加熱温度は初期温度20°Cから目的温度50°C、加熱温度差 $\Delta t=50-20=30^\circ\text{C}$ 。ただし放熱は考慮しない。

解答：表5の太枠セル参照

体積50Lのステンレスを温度差 $\Delta t=30^\circ\text{C}$ まで、1時間で加熱するには表5に示した太枠セルの「2.04kW」が必要となる。ただし、配管からの放熱は考慮していない。

ヒーター電力Wは、設置場所や保温材との兼ね合いから検討し、ヒーターの種類・材質等も十分に考慮する必要がある。

例題 2

アルミプレートを加熱し、熱板として使用したい。アルミの総体積は3L、初期温度20°C、目的温度170°C、加熱温度差 $\Delta t=150^\circ\text{C}$ 。ただし放熱は考慮しない。

解答：表6の太枠セル参照

体積3Lのアルミニウムを温度差 $\Delta t=150^\circ\text{C}$ まで、1時間で加熱するには表6に示した太枠セルの「0.381kW」が必要となる。ただし、放熱は考慮していない。

鑄込み・埋め込みヒーターなどを使う場合、被加熱物の形状によりワット密度を変化させるなどの工夫も必要となる。

加熱温度早見表

体積・流量とヒーター電力WからΔTを逆算しました。
 加熱温度差ΔT=目的温度(T)-初期(加熱前)温度(T0)、α=1.25

7. 流れない水

$$\Delta T = P \times T / (0.2778 \times c \times \rho \times V \times \alpha) \dots (7)$$

c=4.18 kJ/(kg・°C) ρ=1kg/L t=1h(時間) 体積V=L(リットル)

8. 流れる水

$$\Delta T = P / (0.2778 \times 60 \times c \times \rho \times V \times \alpha) \dots (8)$$

c=4.18 kJ/(kg・°C) ρ=1kg/L 流量q=L/min

表7 ヒーター電力と任意の体積による上昇温度℃

電力 kW	加熱する水の体積 V [L]									
	10	25	75	100	140	180	200	500	1000	1500
1	69	28	9	7	5	4	3	1	1	—
2	☆	55	18	14	10	8	7	3	1	1
3	—	83	28	21	15	11	10	4	2	1
5	—	☆	46	34	25	19	17	7	3	2
7	—	—	64	48	34	27	24	10	5	3
8	—	—	73	55	39	31	28	11	6	4
10	—	—	92	69	49	38	34	14	7	5
20	—	—	☆	☆	98	77	69	28	14	9
30	—	—	—	—	☆	☆	☆	41	21	14
35	—	—	—	—	—	—	—	48	24	16
50	—	—	—	—	—	—	—	69	34	23
60	—	—	—	—	—	—	—	83	41	28
70	—	—	—	—	—	—	—	96	48	32
85	—	—	—	—	—	—	—	☆	59	39
120	—	—	—	—	—	—	—	83	55	—
150	—	—	—	—	—	—	—	☆	69	—
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92

表8 ヒーター電力と任意の流量による上昇温度℃

電力 kW	加熱する水の流量 q [L/min]									
	1	2	3	5	10	15	20	40	50	100
1	11	6	4	2	1	1	1	—	—	—
2	23	11	8	5	2	2	1	1	—	—
3	34	17	11	7	3	2	2	1	1	—
5	57	29	19	11	6	4	3	1	1	1
7	80	40	27	16	8	5	4	2	2	1
8	92	46	31	18	9	6	5	2	2	1
10	☆	57	38	23	11	8	6	3	2	1
20	—	☆	77	46	23	15	11	6	5	2
30	—	—	☆	69	34	23	17	9	7	3
35	—	—	—	80	40	27	20	10	8	4
50	—	—	—	☆	57	38	29	14	11	6
60	—	—	—	—	69	46	34	17	14	7
70	—	—	—	—	80	53	40	20	16	8
120	—	—	—	—	☆	92	69	34	27	14
150	—	—	—	—	—	☆	86	43	34	17
180	—	—	—	—	—	—	☆	52	41	21
200	—	—	—	—	—	—	—	57	46	23

表7・表8：単位は [°C] ☆印は100°C以上

9. 流れない空気

$$\Delta T = P \times T / (0.2778 \times c \times \rho \times V \times \alpha) \dots (9)$$

c=1.007 kJ/(kg・°C) ρ=1.251kg/m³ t=1h(時間) 流量V=m³(標準状態)

10. 流れる空気

$$\Delta T = P / (0.2778 \times 60 \times c \times \rho \times q \times \alpha) \dots (10)$$

c=1.007 kJ/(kg・K) ρ=1.251 kg/m³ 流量q =m³/min(標準状態)

表9 ヒーター電力と体積による上昇温度℃

電力 kW	加熱する空気の体積 V [m³ (標準状態)]									
	10	25	100	150	200	250	300	400	500	1000
1	229	91	23	15	11	9	8	6	5	2
2	457	183	46	30	23	18	15	11	9	5
3	—	274	69	46	34	27	23	17	14	7
4	—	366	91	61	46	37	30	23	18	9
5	—	457	114	76	57	46	38	29	23	11
7	—	—	160	107	80	64	53	40	32	16
8	—	—	183	122	91	73	61	46	37	18
10	—	—	229	152	114	91	76	57	46	23
18	—	—	411	274	206	165	137	103	82	41
20	—	—	457	305	229	183	152	114	91	46
30	—	—	—	457	343	274	229	171	137	69
35	—	—	—	—	400	320	267	200	160	80
50	—	—	—	—	—	457	381	286	229	114
60	—	—	—	—	—	—	457	343	274	137
70	—	—	—	—	—	—	—	400	320	160
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	274
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	343
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	411

単位は [°C]

表10 ヒーター電力と流量による上昇温度℃

電力 kW	加熱する空気の流量 q [m³/min (標準状態)]									
	1	2	3	5	10	20	30	40	50	100
1	38	19	13	8	4	2	1	1	1	—
2	76	38	25	15	8	4	3	2	2	—
3	114	57	38	23	11	6	4	3	2	—
4	152	76	51	30	15	8	5	4	3	1
5	190	95	63	38	19	10	6	5	4	1
7	267	133	89	53	27	13	9	7	5	1
8	305	152	102	61	30	15	10	8	6	1
10	381	190	127	76	38	19	13	10	8	1
18	—	343	229	137	69	34	23	17	14	2
20	—	381	254	152	76	38	25	19	15	3
30	—	—	381	229	114	57	38	29	23	4
35	—	—	444	267	133	67	44	33	27	4
50	—	—	—	381	190	95	63	48	38	6
60	—	—	—	457	229	114	76	57	46	8
70	—	—	—	—	267	133	89	67	53	9
120	—	—	—	—	457	229	152	114	91	15
150	—	—	—	—	—	286	190	143	114	19
180	—	—	—	—	—	343	229	171	137	23

単位は [°C]

加熱温度早見表 (表7~10) を使って解く例題

例題 1 (流れない水の加熱)

水槽に200Lの水を入れ、10kWのヒーターで1時間加熱した場合の上昇温度(ΔT℃)は、表7の太枠セル「ΔT=34℃」となる。初期温度t=10℃なら、加熱後は44℃となる。

ただし、放熱は考慮していない。

例題 2 (流れる水の加熱)

流量2L/minの水を、5kWのヒーターで加熱する場合。たとえば液体加熱ネジ込みシェル型ヒーター(p. 40)の出口温度は、表8の太枠セル「ΔT=29℃」。入り口温度が20℃なら、出口温度は49℃となる。

ただし、放熱は考慮していない。

例題 3 (流れない空気の加熱)

体積100m³の乾燥室を2kWのヒーターで加熱する場合、1時間で上昇する温度は、表9の太枠セル「ΔT=46℃」。初期温度が10℃であれば、加熱後は56℃。

ただし、放熱等は考慮していない。

例題 4 (流れる空気の加熱)

流量10m³/minの流れる空気を50kWのヒーターで加熱する場合。たとえばダクトヒーター(p. 100、図1グラフ参照)で加熱する場合の上昇温度は表10の太枠セル「ΔT=190℃」。

ただし、放熱等は考慮していない。