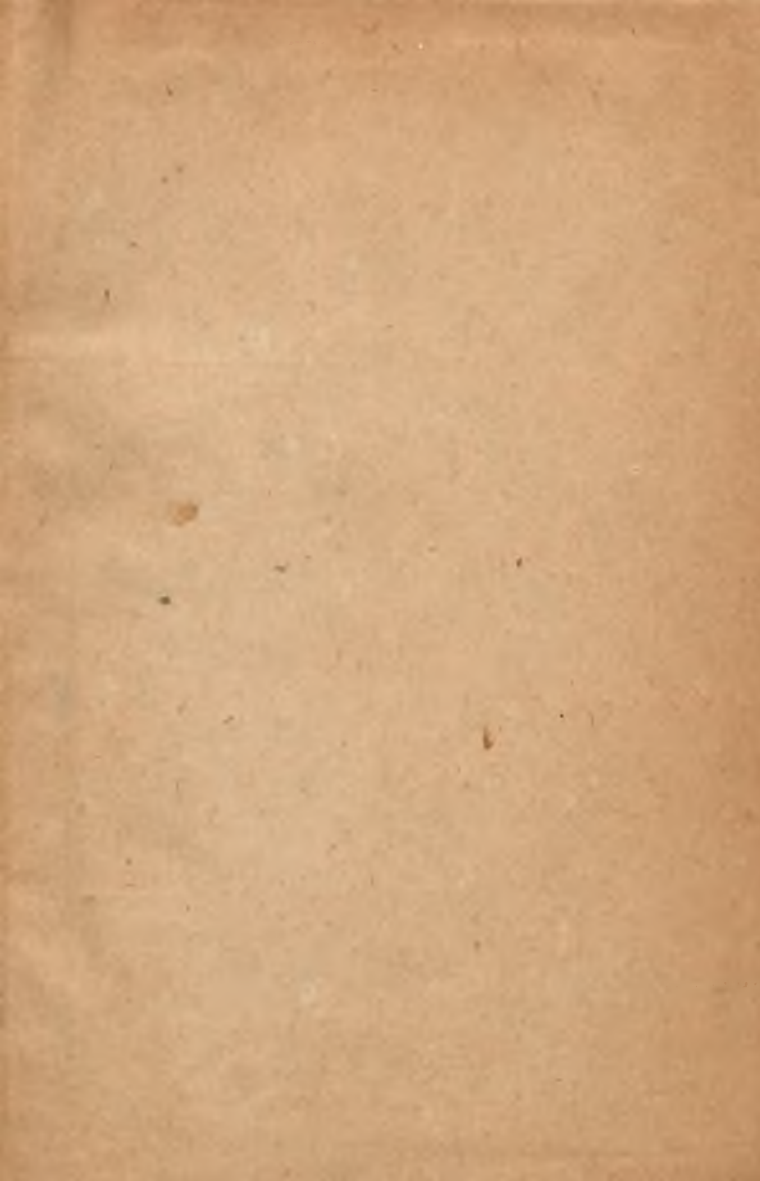


Biblioteka im. Hieronima
Łopacińskiego w Lublinie

18141

1000072738







18141

B. P im. Ł.

PODREĆZNIK TECHNICZNY.

638



145741
2/816573

PODREĆCZNIK TECHNICZNY

DLA UŻYTKU

Inżynierów, Budowniczych, Geometrów, Techników
i Przemysłowców.

638
UZOŹYŁE *ppp 28141*

Aleksander Huczynski

INŻYNIER *Prusa*

b. student Uniwersytetu Gandawskiego.

Sublet 010369
z 44 drzeworytami w tekście.



WARSZAWA,
w Drukarni J. Noskowskiego, Mazowiecka № 11.

1879.

Дозволено Цензурою.

Варшава, 29 Сентября 1879 года.



62:51:389

SŁÓWKO WSTĘPNE.

Dający się czuć brak podręcznika technicznego w języku naszym, skłonił mnie do zajęcia się ułożeniem i wydaniem takowego, uwzględniając o ile się dało ogólne potrzeby techniczne. Niektóre dane i tablice czerpałem z dzieł polskich i podręczników w językach obcych, systematyzując i uzupełniając takowe, — w wypadkach różniących się zdań kilku autorów, wybierałem dane więcej doświadczeniem stwierdzone, — większość jednak obliczeń jedynie na podstawach ścisłych i doświadczeniach oprzeć się starałem.

Przewidując że rozpowszechniony w całej Europie system metryczny i u nas z czasem zastosowanym będzie, użyłem go za podstawę obliczeń w *Podręczniku technicznym*, podając przytem dokładne tablice zamiany na wszystkie miary i wagi obecnie w użyciu u nas będące, obliczone na podstawach dotychczasowych rozporządzeń Władz krajowych i postanowień komisyyi w tym celu przez niektóre Państwa wyznaczonych.

Podając tę pracę moją do użytku publicznego, nadmienić muszę, że prędsze niż mogłem liczyć zjawienie się jej w druku, zawdzięczam przeważnie pomocy W^o Aleksandra Scholtze, za którą czuję się w obowiązku wyrazić szczerze podziękowanie.



OMYŁKI DRUKU.

Strona	2, wiersz 15 od dołu	zamiast <i>ciężła</i>	czytaj <i>ciężła</i>
9,	6 od góry	237872	238872
55,	17	Królestwo	Królestwo
59,	4	szesnastki	szesnastki
99,	25	Celciusza	Celsiusza
105,	4	milimetrah	milimetrah
118,	6	$= \frac{a}{A} =$	$t = \frac{a}{A} =$
155,	26	Skura	Skóra
157,	7 od dołu	(na przecięcie)	(na wyciągnięcie)
159,	15 od góry	maszyn	naszym
163.	3	$1430 \sqrt[3]{\frac{1}{E} \cdot \frac{N}{n}}$	$1430 \sqrt[3]{\frac{1}{E} \cdot \frac{N}{n}}$
183,	23 1 24 od góry	Mariotte'a	Mariotte'a
192,	3, 5, 7	włukien	włókien
200,	7	średnio	średnic
210,	5	biętość	objętości
213,	6	84	84 $\frac{1}{2}$
222,	2	Darcy	Darcy
222,	11	$\left(1 - \frac{0,07}{R}\right)$	$\left(1 + \frac{0,07}{R}\right)$
232,	11	$t_2 = \frac{R_2}{s}$	$t_2 = \frac{R_2}{s}$
246,	6 od góry	0,03806 A	0,03806 A ²



I. TABLICE MATEMATYCZNE.

1. Wartości używane w matematyce.

$$\pi = 3,1415926536.$$

$$\log \pi = 0,4971498727.$$

$$\pi^2 = 9,8696044$$

$$\pi^3 = 31,0062767$$

$$\sqrt{\pi} = 1,7724539$$

$$\sqrt[3]{\pi} = 1,4654919$$

$$\frac{1}{\pi} = 0,3183099$$

$$\frac{1}{\pi^2} = 0,1013210$$

$$\frac{1}{\pi^3} = 0,0322515$$

$$\sqrt{\frac{1}{\pi}} = 0,5641896$$

$$\sqrt[3]{\frac{1}{\pi}} = 0,6827841$$

$$g = \overset{m}{9,81196}$$

$$2g = \overset{m}{19,62392}$$

$$\frac{g}{2} = \overset{m}{4,90598}$$

$$\sqrt{2g} = 4,42989$$

$$\frac{1}{g} = 0,10192$$

$$\frac{1}{2g} = 0,05096$$

$$e = 2,7182818$$

$$\log \pi^2 = 0,9942997$$

$$\log \pi^3 = 1,4914496$$

$$\log \sqrt{\pi} = 0,2485749$$

$$\log \sqrt[3]{\pi} = 0,1657166$$

$$\log \frac{1}{\pi} = \overline{1,5028501}$$

$$\log \frac{1}{\pi^2} = \overline{1,0057003}$$

$$\log \frac{1}{\pi^3} = \overline{2,5085504}$$

$$\log \sqrt{\frac{1}{\pi}} = \overline{1,7514251}$$

$$\log \sqrt[3]{\frac{1}{\pi}} = \overline{1,8342834}$$

$$\log g = 0,9917556$$

$$\log 2g = 1,2927856$$

$$\log \frac{g}{2} = 0,6907256$$

$$\log \sqrt{2g} = 0,6463928$$

$$\log \frac{1}{g} = \overline{1,0082444}$$

$$\log \frac{1}{2g} = \overline{2,7071748}$$

$$\log e = 0,4342945$$

$$\frac{1}{\log e} = 2,3025851$$

2. Szerokość i długość geograficzna niektórych miejsc. *)

NAZWA MIEJSCOWOŚCI. (cyfry umieszczone oznaczają w metrach wzniesienie nad po- ziomem morza).	Szerokość geograficzna północna.	Długość wschodnia od południka paryżkiego.	Różnica czasu z Warszawą.
Warszawa, obserwatoryum.....	52° 13' 5" N.	18° 41' 42" W.	0.
Paryż, 59m, obserwatoryum.....	48° 50' 11" "	0.	— 1 g. 14 m. 47 s.
St. Petersburg, obserwatoryum ..	59° 56' 30" "	27° 58' 13" "	+ 0 g. 37 m. 6 s.
Wiedeń, 167m, S-ty Stefan.....	48° 12' 33" "	11° 2' 27" "	— 0 g. 18 m. 37 s.
Berlin, nowe obserwatoryum....	52° 30' 17" "	11° 3' 30" "	— 0 g. 30 m. 33 s.
Kraków, obserwatoryum	50° 3' 50" "	17° 37' 26" "	— 0 g. 4 m. 16 s.
Wilno, 122m, byłe obserwatoryum	54° 41' 0" "	22° 57' 49" "	+ 0 g. 17 m. 4 s.
Kijów, obserwatoryum.....	50° 27' 12" "	28° 10' 9" "	+ 0 g. 37 m. 54 s.
Kamieniec Podolski, Dominikanie	48° 40' 24" "	24° 14' 18" "	+ 0 g. 22 m. 1 s.
Żytomierz, Bernadyni.....	50° 15' 22" "	26° 19' 31" W.	+ 0 g. 30 m. 31 s.
Wyspa Ferro, szczyt (wyspy ka- naryjskie).....	27° 45' 0" N.	20° 30' 0" Z.	— 2 g. 36 m. 47 s.

Długość wahadła bijącego *sekundy* w próżni na powierzchni morza:

w Warszawie $l = 0,994159$ m.

w Paryżu $l = 0,993846$ m.

Formuła Laplace, z doświadczeń Bordy i Mathieu, na długość wahadła se-
kundowego (Connaissance des temps pour l'an 1820):

$l = 0,990787 + 0,0053982 \sin^2$ (szerokość geograficzna).

Przyspieszenie g. ciała spadającego w próżni równe: $g = \pi^2 l$.

w Warszawie $g = 9,81196$ metrów.

w Paryżu $g = 9,80887$ metrów.

Paralaksa słońca 8'',86 (z dyskusyi 1864 roku).

Długość roku tropicznego — 365,2422166 dni.

Długość roku sideralnego — 365,2563744 dni średnich.

Nachylenie ekliptyki 1 Stycznia 1878 r. = 23° 27' 25'',48.

1879 r. = 23° 27' 22'',88.

Splaszczanie ziemi przy biegunach według Bessl'a równe

Pół osi równika = 6377398 metrom.

Pół osi biegunów = 6356080 metrom.

Czwierć południka = 10000857 metrom.

$\frac{1}{290,1528}$

Powierzchnia Królestwa Polskiego = 127312 kilometrów kwadratowych.

Ludność 6021000 mieszkańców (1870 roku).

(*) Connaissance des temps pour l'an 1877.

3. TABLICA.

Obejmująca liczby od 1 do 1000, ich kwadraty i pierwiastki kwadratowe, sześciany i pierwiastki sześciennie, oraz wartości okręgów i powierzchni kół, których średnicami są te liczby.

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
1	1	1,000	1	1,000	3,14	0,7854
2	4	1,414	8	1,260	6,28	3,1416
3	9	1,732	27	1,442	9,42	7,0686
4	16	2,000	64	1,587	12,57	12,566
5	25	2,236	125	1,710	15,71	19,635
6	36	2,449	216	1,817	16,85	28,274
7	49	2,646	343	1,913	21,99	38,485
8	64	2,828	512	2,000	25,13	50,265
9	81	3,000	729	2,080	28,27	63,617
10	100	3,162	1000	2,154	31,41	78,540
11	121	3,316	1331	2,224	31,55	95,033
12	144	3,464	1728	2,289	37,70	113,10
13	169	3,605	2197	2,351	40,84	132,73
14	196	3,741	2744	2,410	43,98	153,94
15	225	3,873	3375	2,466	47,12	176,71
16	256	4,000	4096	2,520	50,26	201,06
17	289	4,123	4913	2,571	53,40	226,98
18	324	4,242	5832	2,621	56,55	254,47
19	361	4,359	6859	2,668	59,69	283,53
20	400	4,472	8000	2,714	62,83	314,16
21	441	4,583	9261	2,759	65,97	346,36
22	484	4,690	10648	2,802	69,11	380,13
23	529	4,796	12167	2,844	72,25	415,48
24	576	4,899	13824	2,884	75,40	452,39
25	625	5,000	15625	2,924	78,54	490,87
26	676	5,099	17576	2,962	81,68	530,93
27	729	5,196	19683	3,000	84,82	572,56
28	784	5,292	21952	3,037	87,96	615,75
29	841	5,385	24389	3,072	91,10	661,52
30	900	5,477	27000	3,107	94,25	706,86
31	961	5,568	29791	3,141	97,39	754,77
32	1024	5,657	32768	3,175	100,53	804,25
33	1089	5,745	35937	3,208	103,67	855,30
34	1156	5,831	39304	3,240	106,81	907,92
35	1225	5,916	42875	3,2 1	109,95	962,11
36	1296	6,000	46656	3,302	113,09	1017,88
37	1369	6,083	50653	3,332	116,24	1075,21
38	1444	6,164	54872	3,362	119,38	1134,11
39	1521	6,244	59319	3,351	122,52	1194,59
40	1600	6,325	64000	3,420	125,66	1256,64
41	1681	6,403	68921	3,448	128,80	1320,25
42	1764	6,481	74088	3,476	131,94	1385,44

Liczby albo średnice,	Kwadraty,	Pierwiastki kwadratowe,	Sześciany,	Pierwiastki sześciennie	Określi kół,	Powierzchnie kół,
43	1849	6,557	79507	3,503	135,09	1452,20
44	1936	6,633	85184	3,530	138,23	1520,53
45	2025	6,708	91125	5,557	141,37	1590,43
46	2116	6,782	97336	3,583	144,51	1661,90
47	2209	6,856	103823	3,609	147,65	1734,94
48	2304	6,928	110592	3,634	150,79	1809,56
49	2401	7,000	117649	3,659	153,93	1885,74
50	2500	7,071	125000	3,684	157,08	1963,50
51	2601	7,141	132651	3,708	160,22	2042,82
52	2704	7,211	140608	3,733	163,36	2123,72
53	2809	7,280	148877	3,756	166,50	2206,18
54	2916	7,348	157464	3,780	169,64	2290,22
55	3025	7,416	166375	3,803	172,78	2375,83
56	3136	7,483	175616	3,826	175,93	2463,01
57	3249	7,550	185193	3,848	179,07	2551,76
58	3364	7,616	195112	3,871	182,21	2642,08
59	3481	7,681	205379	3,893	185,35	2733,97
60	3600	7,746	216000	3,915	188,49	2827,43
61	3721	7,810	226981	3,936	191,63	2922,47
62	3844	7,874	238328	3,957	194,77	3019,07
63	3969	7,937	250047	3,979	197,92	3117,25
64	4096	8,000	262144	4,000	201,06	3216,99
65	4225	8,062	274625	4,020	204,20	3318,31
66	4356	8,124	287496	4,041	207,34	3421,19
67	4489	8,185	300763	4,061	210,48	3525,65
68	4624	8,246	314432	4,081	213,63	3631,68
69	4761	8,306	328509	4,101	216,77	3739,28
70	4900	8,366	343000	4,121	219,91	3848,45
71	5041	8,426	357911	4,141	223,05	3959,19
72	5184	8,485	373248	4,160	226,19	4071,50
73	5329	8,544	389017	4,179	229,33	4185,39
74	5476	8,602	405224	4,198	232,47	4300,84
75	5625	8,660	421875	4,217	235,62	4417,86
76	5776	8,718	438976	4,236	238,76	4536,46
77	5929	8,775	456533	4,254	241,90	4656,63
78	6084	8,832	474552	4,272	245,04	4778,36
79	6241	8,888	493039	4,291	248,18	4901,67
80	6400	8,944	512000	4,309	251,32	5026,55
81	6561	9,000	531441	4,326	254,47	5153,00
82	6724	9,055	551368	4,344	257,61	5281,02
83	6889	9,110	571787	4,362	260,75	5410,61
84	7066	9,165	592704	4,379	263,89	5541,77
85	7225	9,220	614125	4,397	267,03	5674,50
86	7396	9,274	636056	4,414	270,17	5808,80
87	7569	9,327	658503	4,431	273,32	5944,68
88	7744	9,381	681472	4,448	276,46	6082,12
89	7921	9,434	704969	4,464	279,60	6221,14
90	8100	9,487	729000	4,481	282,74	6361,73

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciiany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
91	8281	9,539	753571	4,498	285,88	6503,88
92	8464	9,592	778688	4,514	289,02	6647,61
93	8649	9,644	804357	4,530	292,17	6792,91
94	8836	9,695	830584	4,546	295,31	6939,78
95	9025	9,747	857375	4,562	298,45	7088,22
96	9216	9,798	884736	4,578	301,59	7238,23
97	9409	9,849	912673	4,594	304,73	7389,81
98	9604	9,899	941192	4,610	307,87	7542,96
99	9801	9,950	970299	4,626	311,02	7697,69
100	10000	10,000	1000000	4,641	314,16	7854,00
101	10201	10,049	1030301	4,657	317,30	8011,86
102	10404	10,099	1061208	4,672	320,44	8171,30
103	10609	10,148	1092727	4,687	323,58	8332,30
104	10816	10,198	1124864	4,702	326,72	8494,88
105	11025	10,246	1157625	4,717	329,86	8659,03
106	11236	10,295	1191016	4,732	333,00	8824,75
107	11449	10,344	1225043	4,747	336,15	8992,04
108	11664	10,392	1259712	4,762	339,29	9160,90
109	11881	10,440	1295029	4,776	342,43	9331,33
110	12100	10,488	1331000	4,791	345,57	9503,34
111	12321	10,535	1367631	4,805	348,71	9676,91
112	12544	10,583	1404928	4,820	351,85	9852,05
113	12769	10,630	1442897	4,834	355,01	10028,77
114	12996	10,677	1481544	4,848	358,14	10207,05
115	13225	10,723	1520875	4,862	361,28	10386,91
116	13456	10,770	1560896	4,876	364,42	10568,34
117	13689	10,816	1601613	4,890	367,56	10751,34
118	13924	10,862	1643032	4,904	370,70	10935,90
119	14161	10,908	1685159	4,918	373,85	11122,04
120	14400	10,954	1728000	4,932	376,99	11309,76
121	14641	11,000	1771561	4,946	380,13	11499,04
122	14884	11,045	1815848	4,959	383,27	11689,89
123	15129	11,090	1860867	4,973	386,41	11882,31
124	15376	11,135	1906624	4,986	389,55	12076,31
125	15625	11,180	1953125	5,000	392,70	12271,87
126	15876	11,224	2000376	5,013	395,84	12469,01
127	16129	11,269	2048383	5,026	398,98	12667,71
128	16384	11,313	2097152	5,039	402,12	12867,99
129	16641	11,357	2146689	5,052	405,26	13069,84
130	16900	11,401	2197000	5,065	408,41	13273,26
131	17161	11,445	2248091	5,078	411,54	13478,24
132	17424	11,489	2299968	5,091	414,69	13684,80
133	17689	11,532	2352637	5,104	417,83	13892,94
134	17956	11,575	2406104	5,117	420,97	14102,64
135	18225	11,618	2460375	5,129	424,11	14313,91
136	18496	11,661	2515456	5,142	427,25	14526,75
137	18769	11,704	2571353	5,155	430,39	14741,17
138	19044	11,747	2628072	5,167	433,54	14957,15

Liczby albo rodzince.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
139	19321	11,789	2685619	5,180	436,68	15174,71
140	19600	11,832	2744000	5,192	439,82	15393,84
141	19881	11,874	2803221	5,204	442,96	15614,53
142	20164	11,916	2863288	5,217	446,10	15836,80
143	20449	11,958	2924207	5,229	449,24	16060,64
144	20736	12,000	2985984	5,241	452,39	16286,05
145	21025	12,041	3048625	5,253	455,53	16513,03
146	21316	12,083	3112136	5,265	458,67	16741,48
147	21609	12,124	3176523	5,277	461,81	16971,70
148	21904	12,165	3241792	5,289	464,95	17203,40
149	22201	12,206	3307949	5,301	468,09	17436,13
150	22500	12,247	3375000	5,313	471,24	17671,50
151	22801	12,288	3442951	5,325	474,38	17907,90
152	23104	12,328	3511808	5,336	477,52	18145,88
153	23409	12,369	3581577	5,348	480,66	18385,42
154	23716	12,409	3652264	5,360	483,80	18626,54
155	24025	12,449	3723875	5,371	486,94	18869,23
156	24336	12,489	3796416	5,383	490,08	19113,49
157	24649	12,529	3869893	5,394	493,23	19359,32
158	24964	12,569	3944312	5,406	496,37	19606,72
159	25281	12,609	4019679	5,417	499,51	19855,69
160	25600	12,649	4096000	5,428	502,65	20106,24
161	25921	12,688	4173281	5,440	505,79	20358,35
162	26244	12,727	4251528	5,451	508,93	20612,03
163	26569	12,767	4330747	5,462	512,08	20867,20
164	26896	12,806	4410944	5,473	515,22	21124,11
165	27225	12,845	4492125	5,484	518,36	21382,51
166	27556	12,884	4574296	5,495	521,50	21642,48
167	27889	12,922	4657463	5,506	524,64	21904,02
168	28224	12,961	4741632	5,517	527,78	22167,12
169	28561	13,000	4826809	5,528	530,93	22431,80
170	28900	13,038	4913000	5,539	534,07	22698,06
171	29241	13,076	5000211	5,550	537,31	22965,88
172	29584	13,114	5088448	5,561	540,35	23235,27
173	29929	13,152	5177717	5,572	543,49	23506,23
174	30276	13,190	5268024	5,582	546,64	23778,77
175	30625	13,228	5359375	5,593	549,78	24052,87
176	30976	13,266	5451776	5,604	552,92	24328,55
177	31329	13,304	5545233	5,614	556,06	24605,79
178	31684	13,341	5639752	5,625	559,20	24884,61
179	32041	13,379	5735339	5,635	562,34	25165,00
180	32400	13,416	5832000	5,646	565,48	25446,96
181	32761	13,453	5929741	5,656	568,62	25730,48
182	33124	13,490	6028568	5,667	571,77	26015,58
183	33489	13,527	6128487	5,677	574,91	26302,26
184	33856	13,564	6229504	5,687	578,05	26590,50
185	34225	13,601	6331625	5,698	581,19	26880,31
186	34596	13,638	6434856	5,708	584,33	27171,69

Liczy albo średnie.	Kwadrat.	Pierw iastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierw iastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
187	34969	13,674	6539203	5,718	587,47	27464,65
188	35344	13,711	6644672	5,728	590,62	27759,17
189	35721	13,747	6751269	5,738	593,76	28055,27
190	36100	13,784	6859000	5,748	596,90	28352,94
191	36481	13,820	6967871	5,758	600,04	28652,17
192	36864	13,856	7077888	5,768	603,18	28952,98
193	37249	13,892	7189057	5,778	606,32	29255,36
194	37636	13,928	7301384	5,788	609,47	29559,31
195	38025	13,964	7414875	5,798	612,61	29864,83
196	38416	14,000	7529536	5,808	615,75	30171,92
197	38809	14,035	7645373	5,818	618,89	30480,60
198	39204	14,071	7762392	5,828	622,03	30790,82
199	39601	14,106	7880599	5,838	625,17	31102,52
200	40000	14,142	8000000	5,848	628,32	31416,00
201	40401	14,177	8120601	5,857	631,46	31730,94
202	40804	14,212	8242408	5,867	634,60	32047,46
203	41209	14,247	8365427	5,877	637,74	32365,54
204	41616	14,282	8489664	5,886	640,88	32685,20
205	42025	14,317	8615125	5,896	644,02	33006,43
206	42436	14,352	8741816	5,905	647,16	33329,23
207	42849	14,387	8869743	5,915	650,31	33653,60
208	43264	14,422	8998912	5,924	653,45	33979,54
209	43681	14,456	9129329	5,934	656,59	34307,05
210	44100	14,491	9261000	5,943	659,73	34636,14
211	44521	14,525	9393931	5,953	662,87	34966,79
212	44944	14,560	9528128	5,962	666,01	35299,01
213	45369	14,594	9663597	5,972	669,16	35632,81
214	45796	14,628	9800344	5,981	672,30	35968,17
215	46225	14,662	9938375	5,990	675,44	36305,11
216	46656	14,696	10077696	6,000	678,58	36643,62
217	47089	14,730	10218313	6,009	681,72	36983,70
218	47524	14,764	10360332	6,018	684,86	37325,34
219	47961	14,798	10503459	6,027	688,01	37668,56
220	48400	14,832	10648000	6,036	691,15	38013,36
221	48841	14,866	10793861	6,045	694,29	38359,72
222	49284	14,899	10941048	6,055	697,43	38707,65
223	49729	14,933	11089567	6,064	700,57	39057,51
224	50176	14,966	11239424	6,073	703,71	39408,23
225	50625	15,000	11390625	6,082	706,86	39760,87
226	51076	15,033	11543176	6,091	710,00	40115,09
227	51529	15,066	11697083	6,100	713,14	40470,87
228	51984	15,099	11852352	6,109	716,28	40828,23
229	52441	15,132	12008989	6,118	719,42	41187,16
230	52900	15,165	12167000	6,126	722,56	41547,66
231	53361	15,198	12326391	6,135	725,70	41909,72
232	53824	15,231	12487168	6,144	728,85	42273,36
233	54289	15,264	12649337	6,153	731,99	42638,58
234	54756	15,297	12812904	6,162	735,13	43005,36

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciolany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
235	55225	15,329	12977875	6,171	738,27	43373,71
236	55696	15,362	13144256	6,179	741,41	43743,63
237	56169	15,394	13312053	6,188	744,55	44115,11
238	56644	15,427	13481272	6,197	747,68	44488,19
239	57121	15,459	13651919	6,205	750,84	44862,83
240	57600	15,491	13824000	6,214	753,98	45239,04
241	58081	15,524	13997521	6,223	757 12	45616,81
242	58564	15,556	14172488	6 231	760,26	45996,16
243	59049	15,588	14348907	6,240	763,40	46377,08
244	59536	15,620	14526784	6,248	766,55	46759,57
245	60025	15,652	14706125	6,257	769,69	47143,63
246	60516	15,684	14886936	6,265	772,83	47529,26
247	61009	15,716	15069223	6,274	775,97	47916,46
248	61504	15,748	15252992	6,282	779,11	48305 24
249	62001	15,779	15438249	6,291	782,25	48695,58
250	62500	15,811	15625000	6,299	785,40	49087,50
251	63001	15,842	15813251	6,307	788,54	49480,98
252	63504	15 874	16003008	6,316	791,68	49876,04
253	64009	15,905	16194277	6,324	794,82	50272,66
254	64516	15,937	16387064	6,333	797,96	50670,86
255	65025	15,968	16581375	6,341	801,10	51070,63
256	65536	16,000	16777216	6,349	804,24	51471,96
257	66049	16,031	16974593	6,357	807,39	51874,88
258	66564	16,062	17173512	6,366	810,53	52279,36
259	67081	16,093	17373979	6,374	813,67	52685,41
260	67600	16,124	17576000	6,382	816,81	53093,04
261	68121	16,155	17779581	6,390	819,97	53502,23
262	68644	16,186	17984728	6,398	823,09	53912,99
263	69169	16,217	18191447	6,406	826,24	54325,33
264	69696	16,248	18399744	6,415	829,38	54739,23
265	70225	16,278	18609625	6,423	832,52	55154,71
266	70756	16,309	18821096	6,431	835,66	55571,76
267	71289	16,340	19034163	6,439	838,80	55990,38
268	71824	16,370	19248832	6,447	841,94	56410,56
269	72361	16,401	19465109	6,455	845,09	56832,32
270	72900	16,431	19683000	6,463	848,23	57255,66
271	73441	16,462	19902511	6,471	851,37	57680,56
272	73984	16,492	20123648	6,479	854,51	58107,03
273	74529	16,522	20346417	6,487	857,65	58535,07
274	75076	16,552	20570824	6,495	860,79	58964,69
275	75625	16 583	20796875	6,502	863,94	59395,87
276	76176	16,613	21024576	6,510	867,08	59828,63
277	76729	16,643	21253933	6,518	870,22	60262,95
278	77284	16,673	21484952	6,526	873,36	60698,85
279	77841	16,703	21717639	6,534	876,50	61136,32
280	78400	16,733	21952000	6,542	879,64	61575,36
281	78961	16,763	22188041	6,549	882,78	62015,96
282	79524	16,792	22425768	6,557	885,93	62458,14

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Ckregi kół.	Powierzchnie kół.
283	80089	16,822	22665187	6,565	889,07	62901,90
284	80656	16,852	22906304	6,573	892,21	63347,22
285	81225	16,881	23149125	6,580	895,35	63794,11
286	81796	16,911	23393656	6,588	898,49	64242,57
287	82369	16,941	23639903	6,596	901,63	64692,61
288	82944	16,970	23787872	6,603	904,78	65144,21
289	83521	17,000	24137569	6,611	907,92	65597,39
290	84100	17,029	24389000	6,619	911,06	66052,14
291	84681	17,059	24642171	6,627	914,24	66508,45
292	85264	17,088	24897088	6,634	917,34	66966,34
293	85849	17,117	25153757	6,642	920,48	67425,80
294	86436	17,146	25412184	6,649	923,63	67886,83
295	87025	17,176	25672375	6,657	926,77	68349,43
296	87616	17,205	25934336	6,664	929,91	68813,60
297	88209	17,234	26198073	6,672	933,05	69279,34
298	88804	17,263	26463592	6,679	936,19	69746,66
299	89401	17,292	26730899	6,687	939,33	70215,54
300	90000	17,320	27000000	6,694	942,48	70686,00
301	90601	17,349	27270901	6,702	945,62	71158,02
302	91204	17,378	27543608	6,709	948,76	71631,62
303	91809	17,407	27818127	6,717	951,90	72106,78
304	92416	17,436	28094464	6,724	955,04	72583,52
305	93025	17,464	28372625	6,731	958,18	73061,83
306	93636	17,493	28652616	6,739	961,32	73541,71
307	94249	17,521	28934443	6,746	964,47	74023,16
308	94864	17,549	29218112	6,753	967,61	74506,18
309	95481	17,578	29503629	6,761	970,75	74990,77
310	96100	17,607	29791000	6,768	973,89	75476,94
311	96721	17,635	30080231	6,775	977,03	75964,67
312	97344	17,663	30371328	6,782	980,17	76453,93
313	97969	17,692	30664297	6,789	983,32	76944,85
314	98596	17,720	30959144	6,797	986,45	77437,29
315	99225	17,748	31255875	6,804	989,60	77931,31
316	99856	17,776	31554496	6,811	992,74	78426,89
317	100489	17,804	31855013	6,818	995,88	78924,06
318	101124	17,832	32157432	6,826	999,02	79422,78
319	101761	17,860	32461759	6,833	1002,17	79923,08
320	102400	17,888	32768000	6,839	1005,31	80424,96
321	103041	17,916	33076161	6,847	1008,45	80928,40
322	103684	17,944	33386248	6,854	1011,59	81433,41
323	104329	17,972	33698267	6,861	1014,73	81939,99
324	104976	18,000	34012224	6,868	1017,88	82448,15
325	105625	18,028	34328125	6,875	1021,16	82956,87
326	106276	18,055	34645976	6,882	1024,30	83426,66
327	106929	18,083	34965783	6,889	1027,44	83932,60
328	107584	18,111	35287552	6,896	1030,58	84496,47
329	108241	18,138	35611289	6,903	1033,72	85012,48
330	108900	18,166	35937000	6,910	1036,86	85530,06

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Wzrosty.	Pierwiastki sześcienn.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
331	109561	18,193	36264691	6,917	1039,88	86049,20
332	110224	18,221	36594368	6,924	1043,01	86569,92
333	110889	18,248	36926037	6,931	1046,15	87092,22
334	111556	18,276	37259704	6,938	1049,29	87616,08
335	112225	18,303	37595375	6,945	1052,43	88141,51
336	112896	18,330	37933056	6,952	1055,57	88668,51
337	113569	18,357	38272753	6,959	1058,71	89197,09
338	114244	18,385	38614472	6,966	1061,86	89727,23
339	114921	18,412	38958219	6,973	1065,02	90258,95
340	115600	18,439	39304000	6,979	1068,14	90792,24
341	116281	18,466	39651821	6,986	1071,28	91327,09
342	116924	18,493	40001688	6,993	1074,27	91863,52
343	117649	18,520	40353607	7,000	1077,56	92401,15
344	118336	18,547	40707584	7,007	1080,71	92941,09
345	119025	18,574	41063625	7,014	1083,85	93482,23
346	119716	18,601	41421736	7,020	1086,99	94024,94
347	120409	18,628	41781923	7,027	1090,13	94569,92
348	121104	18,655	42144192	7,034	1093,27	95115,08
349	121801	18,681	42508549	7,040	1096,41	95662,50
350	122500	18,708	42875000	7,047	1099,56	96211,50
351	123201	18,735	43243551	7,054	1102,70	96762,06
352	123904	18,762	43614208	7,061	1105,84	97314,20
353	124609	18,788	43986977	7,067	1108,98	97867,90
354	125316	18,815	44361864	7,074	1112,62	98423,18
355	126025	18,842	44738875	7,081	1115,26	98980,03
356	126736	18,868	45118016	7,087	1118,40	99538,45
357	127449	18,894	45499293	7,094	1121,55	100088,43
358	128164	18,921	45882712	7,101	1124,69	100660,00
359	128881	18,947	46268279	7,107	1127,83	101223,13
360	129600	18,973	46656000	7,114	1130,97	101787,84
361	130321	19,000	47045881	7,120	1134,11	102354,11
362	131044	19,026	47437928	7,127	1137,25	102921,95
363	131769	19,052	47832147	7,133	1140,40	103491,31
364	132496	19,079	48228544	7,140	1143,54	104062,35
365	133225	19,105	48627125	7,146	1146,68	104634,91
366	133956	19,131	49027896	7,153	1149,82	105209,04
367	134689	19,157	49430863	7,159	1152,96	105784,74
368	135424	19,183	49836032	7,166	1156,10	106362,00
369	136161	19,209	50243409	7,172	1159,25	106940,84
370	136900	19,235	50653000	7,179	1162,39	107521,26
371	137641	19,261	51064811	7,185	1165,53	108103,22
372	138384	19,287	51478848	7,192	1168,67	108686,79
373	139129	19,313	51895117	7,198	1171,81	109271,91
374	139876	19,339	52313624	7,205	1174,95	109858,62
375	140625	19,365	52734375	7,211	1178,10	110446,87
376	141376	19,391	53157376	7,218	1181,24	111036,71
377	142129	19,416	53582633	7,224	1184,38	111628,11
378	142884	19,442	54010152	7,230	1187,52	112221,09

Ulicy albo drużnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
379	143641	19,468	54439939	7,237	1190,66	112815,64
380	144400	19,493	54872000	7,243	1193,80	113411,76
381	145161	19,519	55306341	7,249	1196,94	114009,46
382	145924	19,545	55742968	7,256	1200,09	114608,70
383	146689	19,570	56181887	7,262	1203,23	115209,54
384	147456	19,596	56623104	7,268	1206,37	115811,94
385	148225	19,621	57066325	7,275	1209,51	116415,91
386	148996	19,647	57512456	7,281	1212,65	117021,45
387	149769	19,672	57960603	7,287	1215,79	117628,57
388	150544	19,698	58411072	7,294	1218,94	118237,25
389	151321	19,723	58863869	7,299	1222,08	118846,51
390	152100	19,748	59319000	7,306	1225,22	119459,62
391	152881	19,774	59776471	7,312	1228,36	120072,73
392	153664	19,799	60236288	7,319	1231,50	120687,70
393	154449	19,824	60698457	7,325	1234,64	121304,24
394	155236	19,849	61162984	7,331	1237,79	121922,43
395	156025	19,875	61629875	7,337	1240,93	122542,03
396	156816	19,899	62099136	7,343	1244,07	123163,28
397	157609	19,925	62370773	7,349	1247,21	123786,10
398	158404	19,949	63044792	7,356	1250,35	124411,28
399	159201	19,974	63521199	7,362	1253,49	125036,46
400	160000	20,000	64000000	7,368	1256,64	125664,00
401	160801	20,025	64481201	7,374	1259,78	126293,10
402	161604	20,049	64964808	7,380	1262,92	126923,88
403	162409	20,075	65450827	7,386	1266,06	127556,02
404	163216	20,099	65939264	7,392	1269,20	128189,84
405	164025	20,125	66430125	7,399	1272,34	128825,23
406	164836	20,149	66923416	7,405	1275,48	129462,19
407	165649	20,174	67419143	7,411	1278,63	130100,71
408	166464	20,199	67917312	7,417	1281,77	130740,82
409	167281	20,224	68417929	7,422	1284,91	131382,49
410	168100	20,248	68921000	7,429	1288,05	132025,74
411	168921	20,273	69426531	7,434	1291,19	132670,55
412	169744	20,298	69934528	7,441	1294,34	133316,93
413	170569	20,322	70444997	7,447	1297,48	133964,89
414	171396	20,347	70957944	7,453	1300,62	134614,41
415	172225	20,371	71473375	7,459	1303,76	135265,51
416	173056	20,396	71991296	7,465	1306,90	135918,18
417	173889	20,421	72511713	7,471	1310,04	136572,42
418	174724	20,445	73034632	7,477	1313,18	137228,22
419	175561	20,469	73560059	7,483	1316,32	137885,69
420	176400	20,494	74088000	7,489	1319,47	138544,56
421	177241	20,518	74618461	7,495	1322,61	139205,08
422	178084	20,543	75151448	7,501	1325,75	139867,17
423	178929	20,567	75686967	7,507	1328,89	140530,83
424	179776	20,591	76225024	7,513	1332,03	141196,07
425	180625	20,615	76765625	7,518	1335,18	141862,87
426	181476	20,639	77308776	7,524	1338,32	142531,25

Jacowy albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe	Sześciiany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
427	182329	20,664	77854483	7,530	1341,46	143201,19
428	183184	20,688	78402752	7,536	1344,60	143872,71
429	184041	20,712	78953589	7,542	1347,74	144545,80
430	184900	20,736	79507000	7,548	1350,88	145220,46
431	185761	20,760	80062991	7,554	1354,02	145896,68
432	186624	20,785	80621568	7,559	1357,17	146574,48
433	187489	20,809	81182737	7,565	1360,33	147253,85
434	188356	20,833	81746504	7,571	1363,45	147934,80
435	189225	20,857	82312875	7,577	1366,59	148617,31
436	190096	20,881	82881856	7,583	1369,73	149301,39
437	190969	20,904	83453453	7,588	1372,87	149987,05
438	191844	20,928	84027672	7,594	1376,02	150674,27
439	192721	20,952	84604519	7,600	1379,16	151362,87
440	193600	20,976	85184000	7,606	1382,30	152053,44
441	194481	21,000	85766121	7,612	1385,44	152745,37
442	195364	21,024	86350888	7,617	1388,58	153438,88
443	196249	21,047	86938307	7,623	1391,72	154133,96
444	197136	21,071	87528384	7,629	1394,87	154830,61
445	198025	21,095	88121125	7,635	1398,01	155528,83
446	198916	21,119	88716536	7,640	1401,15	156228,62
447	199809	21,142	89314623	7,646	1404,29	156929,98
448	200704	21,166	89915392	7,652	1407,43	157632,92
449	201601	21,189	90518849	7,657	1410,57	158337,42
450	202500	21,213	91125000	7,663	1413,72	159043,50
451	203401	21,237	91733851	7,669	1416,86	159751,14
452	204304	21,260	92345408	7,674	1420,00	160460,36
453	205209	21,284	92959677	7,680	1423,14	161171,14
454	206106	21,307	93576664	7,686	1426,28	161883,50
455	207025	21,331	94196375	7,691	1429,42	162597,43
456	207936	21,354	94818816	7,697	1432,56	163312,93
457	208849	21,377	95443993	7,703	1435,71	164030,20
458	209764	21,401	96071912	7,708	1438,85	164748,64
459	210681	21,424	96702579	7,714	1441,99	165468,55
460	211600	21,447	97336000	7,719	1445,13	166190,64
461	212521	21,471	97972181	7,725	1448,27	166913,99
462	213444	21,494	98611128	7,731	1451,41	167638,91
463	214369	21,517	99252847	7,736	1454,56	168365,41
464	215296	21,541	99897345	7,742	1457,70	169093,47
465	216225	21,564	100544625	7,747	1460,84	169823,11
466	217156	21,587	101194696	7,753	1463,98	170554,32
467	218089	21,610	101847563	7,758	1467,12	171287,10
468	219024	21,633	102503232	7,764	1470,26	172021,44
469	219961	21,656	103161709	7,769	1473,41	172757,26
470	220900	21,679	103823000	7,775	1476,55	173494,86
471	221841	21,702	104487111	7,780	1479,69	174233,92
472	222784	21,725	105154048	7,786	1482,83	174974,55
473	223729	21,749	105823817	7,791	1485,97	175716,75
474	224676	21,771	106496424	7,797	1489,11	176460,45

Liczby albo are linie.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześcielany.	Pierwiastki sześcielne.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
475	225625	21,794	107171875	7,802	1492,26	177205,87
476	226576	21,817	107850176	7,808	1495,36	177952,79
477	227529	21,840	108531333	7,813	1498,54	178701,27
478	228484	21,863	109215352	7,819	1501,68	179451,33
479	229441	21,886	109902239	7,824	1504,82	180202,96
480	230400	21,909	110592000	7,830	1507,96	180956,16
481	231361	21,932	111284641	7,835	1511,10	181710,92
482	232324	21,954	111980168	7,840	1514,25	182467,26
483	233289	21,977	112678587	7,846	1517,39	183225,18
484	234256	22,000	113379904	7,851	1520,53	183984,66
485	235225	22,023	114084125	7,857	1523,67	184745,71
486	236196	22,045	114791256	7,862	1526,81	185508,33
487	237169	22,069	115501303	7,868	1529,95	186272,53
488	238144	22,091	116214272	7,873	1533,10	187038,29
489	239121	22,113	116930169	7,878	1536,24	187805,63
490	240100	22,136	117649000	7,884	1539,38	188574,54
491	241081	22,158	118370771	7,889	1542,52	189345,01
492	242064	22,181	119095488	7,894	1545,66	190117,06
493	243049	22,204	119823157	7,899	1548,80	190890,68
494	244036	22,226	120553784	7,905	1551,95	191665,87
495	245025	22,248	121287375	7,910	1555,09	192442,63
496	246016	22,271	122023936	7,915	1558,23	193220,96
497	247009	22,293	122763473	7,921	1561,37	194000,86
498	248004	22,316	123505992	7,926	1564,51	194782,34
499	249001	22,338	124251489	7,932	1567,55	195565,38
500	250000	22,361	125000000	7,937	1570,80	196350,00
501	251001	22,383	125751501	7,942	1573,94	197136,18
502	252004	22,405	126506008	7,947	1577,08	197923,94
503	253009	22,428	127263527	7,953	1580,22	198713,26
504	254016	22,449	128024864	7,958	1583,36	199504,16
505	255025	22,472	128787625	7,963	1586,50	200296,63
506	256036	22,494	129554216	7,969	1589,64	201090,67
507	257049	22,517	130323843	7,974	1592,79	201886,28
508	258064	22,539	131096512	7,979	1595,93	202683,46
509	259081	22,561	131872229	7,984	1599,07	203481,70
510	260100	22,583	132651000	7,989	1602,21	204282,54
511	261121	22,605	133432831	7,995	1605,35	205084,43
512	262144	22,627	134217728	8,000	1608,49	205887,84
513	263169	22,649	135005697	8,005	1611,64	206692,93
514	264196	22,671	135796744	8,010	1614,78	207499,53
515	265225	22,694	136590875	8,016	1617,92	208307,71
516	266256	22,716	137388096	8,021	1621,06	209117,46
517	267289	22,738	138188413	8,026	1624,20	209928,78
518	268324	22,759	138991832	8,031	1627,34	210741,66
519	269361	22,782	139798359	8,036	1630,49	211556,12
520	270400	22,803	140608000	8,041	1633,63	212372,16
521	271441	22,825	141420761	8,047	1636,77	213189,76
522	272484	22,847	142236648	8,052	1639,93	214008,92



Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześcienn.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
523	273529	22,869	143055667	8,057	1643,05	214829,67
524	274576	22,891	143877824	8,062	1646,19	215651,99
525	275625	22,913	144703125	8,067	1649,34	216475,87
526	276676	22,935	145531576	8,072	1652,48	217301,33
527	277729	22,956	146363183	8,077	1655,62	218128,35
528	278784	22,978	147197952	8,082	1658,76	218956,95
529	279841	23,000	148035889	8,087	1661,90	219787,12
530	280900	23,022	148877060	8,093	1665,04	220618,86
531	281961	23,043	149721291	8,098	1668,18	221452,16
532	283024	23,065	150568768	8,103	1671,33	222287,04
533	284089	23,087	151419437	8,108	1674,47	223123,50
534	285156	23,108	152273304	8,113	1677,61	223961,52
535	286225	23,130	153130375	8,118	1680,75	224801,11
536	287296	23,152	153990656	8,123	1683,89	225642,27
537	288369	23,173	154854153	8,128	1687,04	226484,01
538	289444	23,195	155720872	8,133	1690,18	227329,31
539	290521	23,216	156590819	8,138	1693,32	228175,19
540	291600	23,238	157464000	8,143	1696,46	229022,64
541	292681	23,259	158340421	8,148	1699,60	229871,65
542	293764	23,281	159220088	8,153	1702,74	230722,24
543	294849	23,302	160103007	8,158	1705,88	231574,40
544	295936	23,324	160989184	8,163	1709,03	232428,13
545	297025	23,345	161878625	8,168	1712,17	233283,43
546	298116	23,367	162771336	8,173	1715,31	234140,30
547	299209	23,388	163667323	8,178	1718,45	234998,74
548	300304	23,409	164566592	8,183	1721,59	235858,76
549	301401	23,431	165469149	8,188	1724,73	236720,34
550	302500	23,452	166375000	8,193	1727,88	237583,50
551	303601	23,473	167284151	8,198	1731,02	238448,22
552	304704	23,495	168196608	8,203	1734,16	239314,52
553	305809	23,516	169112377	8,208	1737,30	240182,38
554	306916	23,537	170031464	8,213	1740,44	241051,82
555	308025	23,558	170953875	8,218	1743,58	241922,83
556	309136	23,579	171879616	8,223	1746,72	242795,41
557	310249	23,601	172808693	8,228	1749,87	243669,56
558	311364	23,622	173741112	8,233	1753,01	244545,28
559	312481	23,643	174676879	8,238	1756,15	245422,57
560	313600	23,664	175616000	8,242	1759,29	246301,44
561	314721	23,685	176558481	8,247	1762,43	247181,87
562	315844	23,706	177504328	8,252	1765,57	248063,87
563	316969	23,728	178453547	8,257	1768,72	248947,45
564	318096	23,749	179406144	8,262	1771,86	249832,59
565	319225	23,769	180362125	8,267	1775,00	250719,31
566	320356	23,791	181321496	8,272	1778,14	251607,60
567	321489	23,812	182284263	8,277	1781,28	252497,36
568	322624	23,833	183250432	8,282	1784,42	253388,88
569	323761	23,854	184220009	8,286	1787,57	254281,88
570	324900	23,875	185193008	8,291	1790,71	255176,64

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześcienne.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
571	326041	23,896	186169411	8,296	1793,85	256072,60
572	327184	23,916	187149248	8,301	1796,99	256970,31
573	328329	23,937	188132517	8,306	1800,13	257869,59
574	329476	23,958	189119224	8,311	1803,27	258770,45
575	330625	23,979	190109375	8,315	1806,42	259672,87
576	331776	24,000	191102976	8,320	1809,56	260576,87
577	332929	24,021	192100033	8,325	1812,80	261482,43
578	334084	24,042	193100552	8,330	1815,84	262388,57
579	335241	24,062	194104539	8,335	1818,98	263298,28
580	336400	24,083	195112000	8,339	1822,12	264208,56
581	337561	24,104	196122941	8,344	1825,26	265120,46
582	338724	24,125	197137368	8,349	1828,41	266033,82
583	339889	24,145	198155287	8,354	1831,55	266948,82
584	341056	24,166	199176704	8,359	1834,69	267865,38
585	342225	24,187	200201625	8,363	1837,83	268783,57
586	343396	24,207	201230056	8,368	1840,97	269703,21
587	344569	24,228	202262003	8,373	1844,11	270624,49
588	345744	24,249	203297472	8,378	1847,26	271547,33
589	346921	24,269	204336469	8,382	1850,40	272471,75
590	348100	24,289	205379000	8,387	1853,54	273397,74
591	349281	24,310	206425071	8,392	1856,68	274325,29
592	350464	24,331	207474688	8,397	1859,82	275254,42
593	351649	24,351	208527857	8,401	1862,96	276185,12
594	352836	24,372	209584584	8,406	1866,11	277117,39
595	354025	24,393	210644875	8,411	1869,25	278051,23
596	355216	24,413	211708736	8,415	1872,39	278986,64
597	356409	24,433	212776173	8,420	1875,53	279923,62
598	357604	24,454	213847192	8,425	1878,67	280862,18
599	358801	24,474	214921799	8,429	1881,81	281802,30
600	360000	24,495	216000000	8,434	1884,96	282744,00
601	361201	24,515	217081801	8,439	1888,10	283687,26
602	362404	24,536	218167208	8,444	1891,24	284632,10
603	363609	24,556	219256227	8,448	1894,38	285578,50
604	364816	24,576	220348864	8,453	1897,52	286526,48
605	366025	24,597	221445125	8,458	1900,66	287476,03
606	367236	24,617	222545016	8,462	1903,80	288426,15
607	368449	24,637	223648543	8,467	1906,95	289379,84
608	369664	24,658	224755712	8,472	1910,09	290334,10
609	370881	24,678	225866529	8,476	1913,23	291289,93
610	372100	24,698	226981000	8,481	1916,37	292247,34
611	373321	24,718	228099131	8,485	1919,51	293206,31
612	374544	24,739	229220928	8,490	1922,65	294166,85
613	375769	24,758	230346397	8,495	1925,80	295128,97
614	376996	24,779	231475544	8,499	1928,94	296092,65
615	378225	24,799	232608375	8,504	1932,08	297057,91
616	379456	24,819	233744896	8,509	1935,22	298024,74
617	380689	24,839	234885113	8,513	1938,36	298993,14
618	381924	24,859	236029032	8,518	1941,50	299963,00

Liczby albo Średnice	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześcielany.	Pierwiastki sześcielne.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
619	383161	24,879	237176659	8,522	1944,65	300934,64
620	384400	24,899	238328000	8,527	1947,79	301907,76
621	385641	24,919	239483061	8,532	1950,93	302882,44
622	386884	24,939	240641848	8,536	1954,07	303858,09
623	388129	24,959	241804367	8,541	1957,21	304836,51
624	389376	24,980	242970624	8,545	1960,35	305815,91
625	390625	25,000	244140625	8,549	1963,50	306796,87
626	391876	25,019	245314376	8,554	1966,64	307779,41
627	393129	25,040	246491883	8,559	1969,78	308763,41
628	394384	25,059	247673152	8,563	1972,92	309749,19
629	395641	25,079	248858189	8,568	1976,06	310736,44
630	396900	25,099	250047000	8,573	1979,20	311725,26
631	398161	25,119	251239591	8,577	1982,34	312715,64
632	399424	25,139	252435968	8,582	1985,49	313707,58
633	400689	25,159	253636137	8,586	1988,63	314701,14
634	401956	25,179	254840104	8,591	1991,77	315696,64
635	403225	25,199	256047875	8,595	1994,91	316692,91
636	404496	25,219	257259456	8,599	1998,05	317691,15
637	405769	25,239	258474853	8,604	2001,19	318690,97
638	407044	25,259	259694072	8,609	2004,34	319692,35
639	408321	25,278	260917119	8,613	2007,48	320695,37
640	409600	25,298	262144000	8,618	2010,62	321699,84
641	410881	25,318	263374721	8,622	2013,76	322705,93
642	412164	25,338	264609288	8,627	2016,90	323713,60
643	413449	25,357	265847707	8,631	2020,04	324722,84
644	414736	25,377	267089984	8,636	2023,19	325733,65
645	416025	25,397	268336125	8,640	2026,33	326746,03
646	417316	25,416	269586136	8,644	2029,47	327759,98
647	418609	25,436	270840023	8,649	2032,61	328775,50
648	419904	25,456	272097792	8,653	2035,76	329792,60
649	421201	25,475	273359449	8,658	2038,89	330811,26
650	422500	25,495	274625000	8,662	2042,04	331831,50
651	423801	25,515	275894451	8,667	2045,18	332853,40
652	425104	25,534	277167808	8,671	2048,32	333876,68
653	426409	25,554	278445077	8,676	2051,46	334901,62
654	427716	25,573	279726264	8,680	2054,60	335928,14
655	429025	25,593	281011375	8,684	2057,74	336956,23
656	430336	25,612	282300416	8,689	2060,88	337985,89
657	431649	25,632	283593393	8,693	2064,03	339017,12
658	432964	25,651	284890312	8,698	2067,17	340049,92
659	434281	25,671	286191179	8,702	2070,31	341084,29
660	435600	25,690	287496000	8,706	2073,45	342120,24
661	436921	25,710	288804781	8,711	2076,59	343157,75
662	438244	25,729	290117528	8,715	2079,73	344196,83
663	439569	25,749	291434247	8,719	2082,88	345237,49
664	440896	25,768	292754944	8,724	2086,02	346279,71
665	442225	25,787	294079625	8,728	2089,16	347323,51
666	443556	25,807	295408296	8,733	2092,30	348368,88

Liczby albo freelote.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe	Sześciawy.	Pierwiastki sześcienne.	Określ kół.	Powierzchnie kół.
667	444889	25,826	296740963	8,737	2095,44	349416,40
668	446224	25,846	298077632	8,742	2098,58	350464,32
669	447561	25,865	299418309	8,746	2101,73	351514,30
670	448900	25,884	300763000	8,750	2104,87	352566,06
671	450241	25,904	302111711	8,753	2108,01	353619,28
672	451584	25,923	303464448	8,759	2111,15	354674,07
673	452929	25,942	304821217	8,763	2114,29	355730,43
674	454276	25,961	306182024	8,769	2117,43	356788,37
675	455625	25,981	307546875	8,772	2120,58	357847,87
676	456976	26,000	308915776	8,776	2123,72	358908,93
677	458329	26,019	310288733	8,781	2126,86	359971,59
678	459684	26,038	311665752	8,785	2130,00	361035,81
679	461041	26,058	313046839	8,789	2133,14	362101,60
680	462400	26,077	314432000	8,794	2136,28	363168,96
681	463761	26,096	315821241	8,798	2139,42	364237,88
682	465124	26,115	317214568	8,802	2142,57	365308,38
683	466489	26,134	318611987	8,807	2145,71	366380,40
684	467856	26,153	320013504	8,811	2148,85	367454,10
685	469225	26,172	321419125	8,815	2151,99	368529,31
686	470596	26,192	322828856	8,819	2155,13	369605,60
687	471969	26,211	324242703	8,824	2158,27	370684,45
688	473344	26,229	325660672	8,828	2161,42	371764,37
689	474721	26,249	327082769	8,832	2164,56	372844,87
690	476100	26,268	328509000	8,836	2167,70	373928,94
691	477481	26,287	329939371	8,841	2170,84	375018,57
692	478864	26,306	331373888	8,845	2173,98	376099,78
693	480249	26,325	332812557	8,849	2177,12	377187,56
694	481636	26,344	334253384	8,853	2180,27	378276,91
695	483025	26,363	335702375	8,858	2183,41	379367,83
696	484416	26,382	337153536	8,862	2186,55	380460,32
697	485809	26,401	338608873	8,866	2189,69	381554,38
698	487204	26,419	340068392	8,870	2192,83	382650,02
699	488601	26,439	341532099	8,875	2195,97	383747,22
700	490000	26,457	343000000	8,879	2199,12	384846,00
701	491401	26,476	344472101	8,883	2202,26	385945,92
702	492804	26,495	345948408	8,887	2205,40	387048,26
703	494209	26,514	347428927	8,892	2208,54	388151,74
704	495616	26,533	348913664	8,896	2211,68	389256,80
705	497025	26,552	350402625	8,900	2214,82	390363,43
706	498436	26,571	351895816	8,904	2217,96	391471,63
707	499849	26,589	353393243	8,908	2221,11	392581,40
708	501264	26,608	354894912	8,913	2224,25	393692,74
709	502681	26,627	356400829	8,917	2227,39	394805,65
710	504100	26,645	357911000	8,921	2230,53	395920,14
711	505521	26,664	359425431	8,925	2233,67	397036,19
712	506944	26,683	360944128	8,929	2236,81	398151,81
713	508369	26,702	362467097	8,934	2239,96	399273,01
714	509796	26,721	363994344	8,938	2243,10	400393,73

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Ókregi kół.	Powierzchnie kół.
715	511225	26,739	365525875	8,942	2246,24	401516,11
716	512656	26,758	367061696	8,946	2249,38	402640,02
717	514089	26,777	368601813	8,950	2252,52	403765,50
718	515524	26,795	370146232	8,954	2255,66	404892,54
719	516961	26,814	371694959	8,959	2258,81	406021,16
720	518400	26,833	373248000	8,963	2261,95	407151,36
721	519841	26,851	374805361	8,967	2265,09	408283,32
722	521284	26,870	376367048	8,971	2268,23	409416,45
723	522729	26,889	377933067	8,975	2271,37	410551,25
724	524176	26,907	379503424	8,979	2274,51	411687,93
725	525625	26,926	381078125	8,983	2277,66	412825,87
726	527076	26,944	382657176	8,988	2280,80	413965,24
727	528529	26,963	384240583	8,992	2283,94	415106,06
728	529984	26,981	385828352	8,996	2287,08	416249,43
729	531441	27,000	387420489	9,000	2290,22	417393,76
730	532900	27,018	389017000	9,004	2293,36	418539,66
731	534361	27,037	390617891	9,008	2296,50	419687,12
732	535824	27,055	392223168	9,012	2299,65	420836,14
733	537289	27,074	393832837	9,016	2302,79	421986,78
734	538756	27,092	395446904	9,020	2305,93	423138,96
735	540225	27,111	397065375	9,023	2309,07	424292,71
736	541696	27,129	398688256	9,029	2312,21	425442,03
737	543169	27,148	400315553	9,033	2315,35	426604,93
738	544644	27,166	401947272	9,037	2318,50	427763,39
739	546121	27,184	403583419	9,041	2321,64	428923,43
740	547600	27,203	405224000	9,045	2324,78	430085,04
741	549081	27,221	406869021	9,049	2327,92	431248,21
742	550564	27,239	408518488	9,053	2331,06	432412,96
743	552049	27,258	410172407	9,057	2334,20	433579,28
744	553536	27,276	411830784	9,061	2337,35	434747,17
745	555025	27,295	413493625	9,065	2340,49	435916,63
746	556516	27,313	415160936	9,069	2343,63	437087,66
747	558009	27,331	416832723	9,073	2346,77	438260,26
748	559504	27,349	418508992	9,077	2349,91	439434,48
749	561001	27,368	420189749	9,081	2353,05	440610,18
750	562500	27,386	421875000	9,086	2356,20	441787,50
751	564001	27,404	423564751	9,089	2359,34	442966,38
752	565504	27,423	425259008	9,094	2362,48	444146,84
753	567009	27,441	426957777	9,098	2365,62	445328,86
754	568516	27,459	428661064	9,102	2368,76	446512,46
755	570025	27,477	430368875	9,106	2371,90	447697,63
756	571536	27,495	432081216	9,109	2375,04	448884,37
757	573049	27,514	433798093	9,114	2378,19	450072,68
758	574564	27,532	435519512	9,118	2381,33	451262,56
759	576081	27,549	437245479	9,122	2384,47	452454,01
760	577600	27,568	438976000	9,126	2387,61	453647,04
761	579121	27,586	440711081	9,129	2390,75	454841,63
762	580644	27,604	442450728	9,134	2393,89	456037,87

Wieś albo średnica.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnia kół.
763	582169	27,622	444194947	9,138	2397,04	457235,53
764	583696	27,640	445943744	9,142	2400,18	458435,83
765	585225	27,659	447697125	9,146	2403,32	459637,71
766	586756	27,677	449455096	9,149	2406,46	460838,16
767	588289	27,695	451217663	9,154	2409,60	462042,18
768	589824	27,713	452984832	9,158	2412,74	463247,76
769	591361	27,731	454756609	9,162	2415,98	464454,92
770	592900	27,749	456533000	9,166	2419,03	465663,66
771	594441	27,767	458314011	9,170	2422,17	466873,96
772	595984	27,785	460099648	9,174	2425,31	468085,83
773	597529	27,803	461889917	9,178	2428,45	469299,27
774	599076	27,821	463684824	9,182	2431,59	470514,29
775	600625	27,839	465484375	9,185	2434,74	471730,87
776	602176	27,857	467288576	9,189	2437,88	472949,03
777	603729	27,875	469097433	9,193	2441,02	474168,75
778	605284	27,893	470910952	9,197	2444,16	475390,05
779	606841	27,911	472729139	9,201	2447,30	476612,92
780	608400	27,928	474552000	9,205	2450,44	477837,36
781	609961	27,946	476379541	9,209	2453,58	479063,36
782	611524	27,964	478211768	9,213	2456,73	480290,94
783	613089	27,982	480048687	9,217	2459,87	481520,10
784	614656	28,000	481890304	9,221	2463,01	482750,82
785	616225	28,018	483736625	9,225	2466,15	483983,11
786	617796	28,036	485587656	9,229	2469,29	485216,97
787	619369	28,054	487443403	9,233	2472,43	486452,41
788	620944	28,071	489303872	9,237	2475,58	487689,73
789	622521	28,089	491169069	9,240	2478,72	488927,99
790	624100	28,107	493039000	9,244	2481,86	490168,14
791	625681	28,125	494913671	9,248	2485,00	491409,85
792	627264	28,142	496793088	9,252	2488,14	492653,14
793	628849	28,160	498677257	9,256	2491,28	493898,20
794	630436	28,178	500566184	9,260	2494,43	495144,43
795	632025	28,196	502459875	9,264	2497,57	496392,43
796	633616	28,213	504358336	9,268	2500,71	497642,40
797	635209	28,231	506261573	9,272	2503,85	498893,14
798	636804	28,249	508169592	9,275	2506,99	500145,86
799	638401	28,267	510082399	9,279	2510,13	501400,14
800	640000	28,284	512000000	9,283	2513,28	502656,00
801	641601	28,302	513922401	9,287	2516,42	503913,42
802	643204	28,320	515849608	9,291	2519,56	505162,43
803	644809	28,337	517781627	9,295	2522,70	506432,98
804	646416	28,355	519718464	9,299	2525,84	507695,52
805	648025	28,373	521660125	9,302	2528,98	508958,83
806	649636	28,390	523606616	9,306	2532,12	510224,11
807	651249	28,408	525557943	9,310	2535,27	511490,96
808	652864	28,425	527514112	9,314	2538,41	512759,38
809	654481	28,443	529475129	9,318	2541,55	514029,37
810	656100	28,460	531441000	9,322	2544,69	515300,94

Liczby albo średnice	Kwadranty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennne.	Ókręgi kół.	Powierzchnia kół.
811	657721	28,478	533411731	0,326	2547,83	516574,07
812	659344	28,496	535387328	0,329	2550,97	517848,77
813	660969	28,513	537367797	0,333	2554,12	519125,05
814	662596	28,531	539353144	0,337	2557,26	520402,85
815	664225	28,548	541343375	0,341	2560,40	521682,31
816	665856	28,566	543333496	0,345	2563,54	522963,90
817	667489	28,583	545333519	0,348	2566,68	524245,86
818	669124	28,601	547333432	0,352	2569,82	525529,98
819	670761	28,618	549333259	0,356	2572,97	526815,68
820	672400	28,636	551368000	0,360	2576,11	528102,96
821	674041	28,653	553387661	0,364	2579,25	529391,80
822	675684	28,671	555412248	0,368	2582,39	530682,21
823	677329	28,688	557441767	0,371	2585,53	531974,39
824	678976	28,705	559476224	0,375	2588,67	533267,75
825	680625	28,723	561515625	0,379	2591,82	534562,87
826	682276	28,740	563559976	0,383	2594,96	535859,57
827	683929	28,758	565609283	0,386	2598,10	537158,83
828	685584	28,775	567663552	0,390	2601,24	538457,62
829	687241	28,792	569722789	0,394	2604,38	539759,08
830	688900	28,810	571787000	0,398	2607,52	541062,06
831	690561	28,827	573856191	0,402	2610,66	542366,60
832	692224	28,844	575930368	0,405	2613,81	543672,72
833	693889	28,862	578009537	0,409	2616,95	544980,52
834	695556	28,879	580093704	0,413	2620,09	546289,68
835	697225	28,896	582182875	0,417	2623,23	547600,51
836	698896	28,914	584277056	0,420	2626,37	548912,91
837	700569	28,931	586376253	0,424	2629,51	550226,89
838	702244	28,948	588480472	0,428	2632,64	551542,43
839	703921	28,965	590589719	0,432	2635,80	552859,58
840	705600	28,983	592704000	0,435	2638,94	554178,24
841	707281	29,000	594823321	0,439	2642,08	555498,49
842	708964	29,017	596947688	0,443	2645,22	556820,32
843	710649	29,034	599077107	0,447	2648,36	558143,72
844	712336	29,052	601211584	0,450	2651,51	559468,69
845	714025	29,069	603351125	0,454	2654,65	560795,23
846	715716	29,086	605495736	0,458	2657,79	562123,34
847	717409	29,103	607645423	0,462	2660,93	563452,82
848	719104	29,120	609800192	0,465	2664,07	564784,28
849	720801	29,138	611960049	0,469	2667,21	566117,10
850	722500	29,155	614125000	0,473	2670,36	567451,59
851	724201	29,172	616295051	0,476	2673,50	568787,46
852	725904	29,189	618470208	0,480	2676,64	570125,00
853	727609	29,206	620650477	0,484	2679,78	571464,10
854	729316	29,223	622835864	0,488	2682,92	572804,78
855	731025	29,240	625026375	0,491	2686,06	574147,03
856	732736	29,257	627222016	0,495	2689,20	575490,85
857	734449	29,275	629422793	0,499	2692,35	576836,24
858	736164	29,292	631628712	0,502	2695,49	578183,20

Alcany albo drużyny,	Kwadraty,	Pow. laski kwadratowe,	Sześcianny,	Pow. laski sześciennie,	Określ. kół.	Powierzchnie kół.
859	737881	29,309	633839779	9,506	2698,63	579531,73
860	739600	29,326	636056000	9,510	2701,77	580881,84
861	741321	29,343	638277381	9,513	2704,91	582233,51
862	743044	29,360	640503928	9,517	2708,05	583586,75
863	744769	29,377	642735647	9,521	2711,20	584941,57
864	746496	29,394	644972544	9,524	2714,34	586297,95
865	748225	29,411	647214625	9,528	2717,48	587655,91
866	749956	29,428	649461896	9,532	2720,62	589015,41
867	751689	29,445	651714368	9,535	2723,76	590376,54
868	753424	29,462	653972032	9,539	2726,90	591739,20
869	755161	29,479	656234909	9,543	2730,05	593103,44
870	756900	29,496	658503000	9,546	2733,19	594469,26
871	758641	29,513	660776311	9,550	2736,33	595836,44
872	760384	29,530	663054848	9,554	2739,47	597205,59
873	762129	29,547	665338617	9,557	2742,61	598576,91
874	763876	29,563	667627624	9,561	2745,75	599948,21
875	765625	29,580	669921875	9,565	2748,90	601321,87
876	767376	29,597	672221376	9,568	2752,04	602697,11
877	769129	29,614	674526133	9,572	2755,18	604073,91
878	770884	29,631	676836152	9,576	2758,32	605451,49
879	772641	29,648	679151439	9,579	2761,46	606832,24
880	774400	29,665	681472000	9,583	2764,60	608213,76
881	776161	29,682	683797841	9,586	2767,74	609596,84
882	777924	29,698	686128968	9,590	2770,89	610981,50
883	779689	29,715	688465387	9,594	2774,03	612367,74
884	781456	29,732	690807104	9,597	2777,17	613755,54
885	783225	29,749	693154125	9,601	2780,31	615144,91
886	784996	29,766	695506456	9,605	2783,45	616535,85
887	786769	29,783	697864103	9,608	2786,59	617928,37
888	788544	29,799	700227072	9,612	2789,75	619322,45
889	790321	29,816	702595369	9,615	2792,88	620718,11
890	792100	29,833	704969000	9,619	2796,02	622115,34
891	793881	29,850	707347971	9,623	2799,16	623514,13
892	795664	29,866	709732288	9,626	2802,30	624914,50
893	797449	29,883	712121957	9,630	2805,44	626316,44
894	799236	29,900	714516984	9,633	2808,59	627719,95
895	801025	29,917	716917375	9,637	2811,73	629124,35
896	802816	29,933	719323136	9,641	2814,87	630531,68
897	804609	29,950	721734273	9,644	2818,01	631939,90
898	806404	29,967	724150792	9,648	2821,15	633349,70
899	808201	29,983	726572699	9,651	2824,29	634760,13
900	810000	30,000	729000000	9,655	2827,44	636174,00
901	811801	30,017	731432701	9,658	2830,58	637588,50
902	813604	30,033	733870808	9,662	2833,72	639004,58
903	815409	30,050	736314327	9,666	2836,86	640422,22
904	817216	30,067	738763264	9,669	2840,00	641841,44
905	819025	30,083	741217625	9,673	2843,14	643262,23
906	820836	30,100	743677416	9,676	2846,28	644684,74

Liczby albo frekwencje.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciiany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
907	822649	30,116	746142643	9,680	2849,43	646108,52
908	824464	30,133	748613312	9,683	2852,57	647534,02
909	826281	30,150	751089429	9,687	2855,71	648961,09
910	828100	30,166	753571000	9,691	2858,85	650389,74
911	829921	30,183	756058031	9,694	2861,99	651819,95
912	831744	30,199	758550528	9,698	2865,13	653251,73
913	833569	30,216	761048497	9,701	2868,27	654684,09
914	835396	30,232	763551944	9,705	2871,42	656120,81
915	837225	30,249	766060875	9,708	2874,56	657556,51
916	839056	30,265	768575296	9,712	2877,70	658994,58
917	840889	30,282	771095213	9,715	2880,84	660432,22
918	842724	30,299	773620632	9,719	2883,98	661875,42
919	844561	30,315	776151559	9,722	2887,13	663318,20
920	846400	30,332	778688000	9,726	2890,27	664762,56
921	848241	30,348	781229961	9,729	2893,41	666208,48
922	850084	30,364	783777448	9,733	2896,55	667655,97
923	851929	30,381	786330467	9,736	2899,69	669104,61
924	853776	30,397	788889024	9,740	2902,83	670555,67
925	855625	30,414	791453125	9,743	2905,98	672007,87
926	857476	30,430	794022776	9,747	2909,12	673461,65
927	859329	30,447	796597083	9,750	2912,26	674916,99
928	861184	30,463	799178752	9,754	2915,40	676373,91
929	863041	30,480	801765089	9,758	2918,54	677832,40
930	864900	30,496	804357000	9,761	2921,68	679292,46
931	866761	30,512	806954491	9,764	2924,82	680754,08
932	868624	30,529	809557568	9,768	2927,97	682217,30
933	870489	30,545	812166237	9,771	2931,11	683682,06
934	872356	30,561	814780504	9,775	2934,25	685148,40
935	874225	30,578	817400375	9,778	2937,39	686616,31
936	876096	30,594	820025856	9,783	2940,53	688085,79
937	877969	30,610	822656953	9,785	2943,67	689556,85
938	879844	30,627	825293672	9,789	2946,82	691029,47
939	881721	30,643	827936019	9,792	2949,96	692503,67
940	883600	30,659	830584000	9,796	2953,10	693979,44
941	885481	30,676	833237621	9,799	2956,24	695456,77
942	887364	30,692	835896888	9,803	2959,38	696935,68
943	889249	30,708	838561807	9,806	2962,52	698416,14
944	891136	30,725	841232384	9,810	2965,67	699898,21
945	893025	30,741	843908625	9,813	2968,81	701381,83
946	894916	30,757	846590536	9,817	2971,95	702867,02
947	896809	30,773	849278123	9,820	2975,09	704352,25
948	898704	30,790	851971392	9,824	2978,23	705841,80
949	900601	30,806	854670349	9,827	2981,37	707332,02
950	902500	30,822	857375000	9,830	2984,52	708823,50
951	904401	30,838	860085351	9,834	2987,66	710316,54
952	906304	30,854	862801408	9,837	2990,80	711811,16
953	908209	30,871	865523177	9,841	2993,94	713307,34
954	910116	30,887	868250664	9,844	2997,08	714805,10

Liczby albo średnice.	Kwadraty.	Pierwiastki kwadratowe.	Sześciany.	Pierwiastki sześciennie.	Okręgi kół.	Powierzchnie kół.
955	912025	30,903	870983875	9,848	3000,22	716304,43
956	913936	30,919	873722816	9,851	3003,36	717805,33
957	915849	30,935	876467493	9,855	3006,51	719307,80
958	917764	30,952	879217912	9,858	3009,65	720811,84
959	919681	30,968	881974079	9,861	3012,79	722317,45
960	921600	30,984	884736000	9,865	3015,93	723824,64
961	923521	31,000	887503681	9,868	3019,07	725333,39
962	925444	31,016	890277128	9,872	3022,21	726843,71
963	927369	31,032	893056347	9,875	3025,36	728355,61
964	929296	31,048	895841344	9,879	3028,50	729869,07
965	931225	31,064	898632125	9,882	3031,64	731384,11
966	933156	31,081	901428696	9,885	3034,78	732900,72
967	935089	31,097	904231063	9,889	3037,92	734418,90
968	937024	31,113	907039232	9,892	3041,06	735938,64
969	938961	31,129	909853209	9,896	3044,21	737459,96
970	940900	31,145	912673000	9,899	3047,35	738982,86
971	942841	31,161	915498611	9,902	3050,49	740507,32
972	944784	31,177	918330048	9,906	3053,63	742033,35
973	946729	31,193	921167317	9,909	3056,77	743560,95
974	948676	31,209	924010424	9,913	3059,91	745090,13
975	950625	31,225	926859375	9,916	3063,06	746620,87
976	952576	31,241	929714176	9,919	3066,20	748153,19
977	954529	31,257	932574833	9,923	3069,34	749687,07
978	956484	31,273	935441352	9,926	3072,48	751222,53
979	958441	31,289	938313739	9,930	3075,62	752759,56
980	960400	31,305	941192000	9,933	3078,76	754298,16
981	962361	31,321	944076141	9,936	3081,90	755838,32
982	964324	31,337	946966168	9,940	3085,05	757380,06
983	966289	31,353	949862087	9,943	3088,19	758923,38
984	968256	31,369	952763904	9,946	3091,33	760468,26
985	970225	31,385	955671625	9,950	3094,47	762014,71
986	972196	31,401	958585256	9,953	3097,61	763562,73
987	974169	31,417	961504803	9,956	3100,75	765119,93
988	976144	31,432	964430272	9,960	3103,89	766683,49
989	978121	31,448	967361669	9,963	3107,04	768252,23
990	980100	31,464	970299000	9,967	3110,18	769827,54
991	982081	31,480	973242271	9,970	3113,32	771328,41
992	984064	31,496	976191488	9,973	3116,46	772833,86
993	986049	31,512	979146657	9,977	3119,60	774342,83
994	988036	31,528	982107784	9,980	3122,75	775853,47
995	990025	31,544	985074875	9,983	3125,89	777365,63
996	992016	31,559	988047936	9,987	3129,03	778879,36
997	994009	31,575	991026973	9,990	3132,17	780393,66
998	996004	31,591	994011992	9,993	3135,31	781909,54
999	998001	31,607	997002999	9,997	3138,45	783427,98
1000	1000000	31,623	1000000000	10,000	3141,59	784948,00

4. *Tablice trygonometryczne.*

Stopnia.	Sinus—Wstawa.						
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01454	89
1	0,01745	0,02036	0,02327	0,02618	0,02908	0,03199	88
2	0,03490	0,03781	0,04071	0,04362	0,04653	0,04943	87
3	0,05234	0,05524	0,05814	0,06105	0,06395	0,06685	86
4	0,06976	0,07266	0,07556	0,07846	0,08136	0,08426	85
5	0,08716	0,09005	0,09295	0,09585	0,09874	0,10164	84
6	0,10453	0,10742	0,11031	0,11320	0,11609	0,11898	83
7	0,12187	0,12476	0,12764	0,13053	0,13341	0,13629	82
8	0,13917	0,14205	0,14493	0,14781	0,15069	0,15356	81
9	0,15643	0,15931	0,16218	0,16505	0,16792	0,17078	80
10	0,17365	0,17651	0,17937	0,18224	0,18509	0,18795	79
11	0,19081	0,19366	0,19652	0,19937	0,20222	0,20507	78
12	0,20791	0,21076	0,21362	0,21644	0,21928	0,22212	77
13	0,22495	0,22778	0,23062	0,23345	0,23627	0,23910	76
14	0,24192	0,24474	0,24756	0,25038	0,25320	0,25601	75
15	0,25882	0,26163	0,26443	0,26724	0,27004	0,27284	74
16	0,27564	0,27843	0,28123	0,28402	0,28680	0,28959	73
17	0,29237	0,29515	0,29793	0,30071	0,30348	0,30625	72
18	0,30902	0,31178	0,31454	0,31730	0,32006	0,32282	71
19	0,32557	0,32832	0,33106	0,33381	0,33655	0,33929	70
20	0,34202	0,34475	0,34748	0,35021	0,35293	0,35565	69
21	0,35837	0,36108	0,36379	0,36650	0,36921	0,37191	68
22	0,37461	0,37730	0,37999	0,38268	0,38537	0,38805	67
23	0,39073	0,39341	0,39608	0,39875	0,40141	0,40408	66
24	0,40674	0,40939	0,41204	0,41469	0,41734	0,41998	65
25	0,42262	0,42525	0,42788	0,43051	0,43313	0,43575	64
26	0,43837	0,44098	0,44359	0,44620	0,44880	0,45140	63
27	0,45399	0,45658	0,45917	0,46175	0,46433	0,46690	62
28	0,46947	0,47204	0,47460	0,47716	0,47971	0,48226	61
29	0,48481	0,48735	0,48989	0,49242	0,49495	0,49748	60
30	0,50000	0,50252	0,50503	0,50754	0,51004	0,51254	59
31	0,51504	0,51753	0,52002	0,52250	0,52498	0,52745	58
32	0,52992	0,53238	0,53484	0,53730	0,53975	0,54220	57
33	0,54464	0,54708	0,54951	0,55194	0,55436	0,55678	56
34	0,55919	0,56160	0,56401	0,56641	0,56880	0,57119	55
35	0,57358	0,57596	0,57833	0,58070	0,58307	0,58543	54
36	0,58779	0,59014	0,59248	0,59482	0,59716	0,59949	53
37	0,60182	0,60414	0,60645	0,60876	0,61107	0,61337	52
38	0,61566	0,61795	0,62024	0,62251	0,62479	0,62706	51
39	0,62932	0,63158	0,63383	0,63608	0,63832	0,64056	50
40	0,64279	0,64501	0,64723	0,64945	0,65166	0,65386	49
41	0,65606	0,65825	0,66044	0,66262	0,66480	0,66697	48
42	0,66913	0,67129	0,67344	0,67559	0,67773	0,67987	47
43	0,68200	0,68412	0,68624	0,68835	0,69046	0,69256	46
44	0,69466	0,69675	0,69883	0,70091	0,70298	0,70505	45
45	0,70711						44

Cosinus—Dostawa.

Stopnie.	Cosinus — Dostawa.						
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0	1,00000	1,00000	0,99998	0,99996	0,99993	0,99989	89
1	0,99985	0,99979	0,99973	0,99966	0,99958	0,99949	88
2	0,99939	0,99929	0,99917	0,99905	0,99892	0,99878	87
3	0,99863	0,99847	0,99831	0,99813	0,99795	0,99776	86
4	0,99756	0,99736	0,99714	0,99692	0,99668	0,99644	85
5	0,99619	0,99594	0,99567	0,99540	0,99511	0,99482	84
6	0,99452	0,99421	0,99390	0,99357	0,99324	0,99290	83
7	0,99255	0,99219	0,99182	0,99141	0,99106	0,99067	82
8	0,99027	0,98986	0,98944	0,98902	0,98858	0,98814	81
9	0,98769	0,98723	0,98676	0,98629	0,98580	0,98531	80
10	0,98481	0,98430	0,98378	0,98325	0,98272	0,98218	79
11	0,98163	0,98107	0,98050	0,97992	0,97934	0,97875	78
12	0,97815	0,97754	0,97692	0,97630	0,97566	0,97502	77
13	0,97437	0,97371	0,97304	0,97237	0,97169	0,97100	76
14	0,97030	0,96959	0,96887	0,96815	0,96742	0,96667	75
15	0,96593	0,96517	0,96440	0,96363	0,96285	0,96206	74
16	0,96126	0,96046	0,95964	0,95882	0,95799	0,95715	73
17	0,95630	0,95545	0,95459	0,95372	0,95284	0,95195	72
18	0,95106	0,95015	0,94924	0,94832	0,94740	0,94646	71
19	0,94552	0,94457	0,94361	0,94264	0,94167	0,94068	70
20	0,93969	0,93869	0,93769	0,93667	0,93565	0,93462	69
21	0,93358	0,93254	0,93148	0,93042	0,92935	0,92827	68
22	0,92718	0,92609	0,92499	0,92388	0,92276	0,92164	67
23	0,92050	0,91936	0,91822	0,91706	0,91590	0,91472	66
24	0,91355	0,91236	0,91116	0,90996	0,90875	0,90753	65
25	0,90631	0,90507	0,90383	0,90259	0,90133	0,90007	64
26	0,89879	0,89752	0,89623	0,89493	0,89363	0,89232	63
27	0,89101	0,88968	0,88835	0,88701	0,88566	0,88431	62
28	0,88295	0,88158	0,88020	0,87882	0,87743	0,87603	61
29	0,87462	0,87321	0,87178	0,87036	0,86892	0,86748	60
30	0,86603	0,86457	0,86310	0,86163	0,86015	0,85866	59
31	0,85717	0,85567	0,85416	0,85264	0,85112	0,84959	58
32	0,84805	0,84650	0,84495	0,84339	0,84182	0,84025	57
33	0,83867	0,83708	0,83549	0,83389	0,83228	0,83066	56
34	0,82904	0,82741	0,82577	0,82413	0,82248	0,82082	55
35	0,81915	0,81748	0,81580	0,81412	0,81242	0,81072	54
36	0,80902	0,80730	0,80558	0,80386	0,80212	0,80038	53
37	0,79864	0,79688	0,79513	0,79335	0,79158	0,78980	52
38	0,78801	0,78622	0,78442	0,78261	0,78079	0,77897	51
39	0,77715	0,77531	0,77347	0,77162	0,76977	0,76791	50
40	0,76604	0,76417	0,76229	0,76041	0,75851	0,75661	49
41	0,75471	0,75280	0,75088	0,74896	0,74703	0,74509	48
42	0,74314	0,74120	0,73924	0,73728	0,73531	0,73333	47
43	0,73135	0,72937	0,72737	0,72537	0,72337	0,72136	46
44	0,71934	0,71732	0,71529	0,71325	0,71121	0,70916	45
45	0,70711						44

Sinus — Wstawa.

Stopnie.	Tangens — Styczna.						
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455	89
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201	88
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949	87
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0,06408	0,06700	86
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456	85
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216	84
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983	83
7	0,12278	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758	82
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540	81
9	0,15838	0,16137	0,16435	0,16734	0,17033	0,17333	80
10	0,17633	0,17933	0,18234	0,18534	0,18835	0,19136	79
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952	78
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781	77
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624	76
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483	75
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360	74
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255	73
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171	72
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108	71
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068	70
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053	69
21	0,38386	0,38721	0,39055	0,39391	0,39727	0,40065	68
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105	67
23	0,42447	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175	66
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46277	65
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414	64
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587	63
27	0,50953	0,51319	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798	62
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051	61
29	0,55431	0,55812	0,56194	0,56577	0,56962	0,57348	60
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59691	59
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083	58
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528	57
33	0,64941	0,65355	0,65771	0,66189	0,66608	0,67028	56
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69588	55
35	0,70021	0,70455	0,70831	0,71329	0,71769	0,72211	54
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900	53
37	0,75355	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661	52
38	0,78129	0,78598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498	51
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83415	50
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419	49
41	0,86929	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515	48
42	0,90440	0,90569	0,91099	0,91633	0,92170	0,92709	47
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008	46
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420	45
45	1,00000						44

Cotangens — Dotyczna.

Stopnie.	Cotangens — Dotyczna.						Stopnie.
	0'	10'	20'	30'	40'	5'	
0		343,77371	171,88540	114,58865	85,93979	68,75009	89
1	57,28996	49,10388	42,96408	38,18446	34,36777	31,24158	88
2	28,63625	26,43160	24,54176	22,90377	21,47040	20,20555	87
3	19,08114	18,07498	17,16934	16,34986	15,60478	14,92442	86
4	14,30067	13,72674	13,19688	12,70621	12,25051	11,82617	85
5	11,43005	11,05943	10,71191	10,38540	10,07803	9,78817	84
6	9,51436	9,25530	9,00983	8,77689	8,55555	8,34496	83
7	8,14435	7,95302	7,77035	7,59575	7,42871	7,26873	82
8	7,11537	6,96823	6,82694	6,69116	6,56055	6,43484	81
9	6,31375	6,19703	6,08444	5,97576	5,87080	5,76937	80
10	5,67128	5,57638	5,48451	5,39552	5,30928	5,22566	79
11	5,14455	5,06584	4,98940	4,91516	4,84300	4,77286	78
12	4,70463	4,63825	4,57363	4,51071	4,44942	4,38969	77
13	4,33148	4,27471	4,21933	4,16530	4,11256	4,06107	76
14	4,01078	3,96165	3,91364	3,86671	3,82083	3,77595	75
15	3,73205	3,68909	3,64705	3,60588	3,56557	3,52609	74
16	3,48741	3,44951	3,41236	3,37594	3,34023	3,30521	73
17	3,27085	3,23714	3,20406	3,17159	3,13972	3,10942	72
18	3,07768	3,04749	3,01783	2,98868	2,96004	2,93189	71
19	2,90421	2,87700	2,85023	2,82391	2,79802	2,77254	70
20	2,74749	2,72281	2,69853	2,67462	2,65109	2,62791	69
21	2,60509	2,58261	2,56046	2,53865	2,51715	2,49597	68
22	2,47509	2,45451	2,43422	2,41421	2,39449	2,37504	67
23	2,35585	2,33693	2,31826	2,29984	2,28167	2,26374	66
24	2,24604	2,22857	2,21132	2,19430	2,17749	2,16090	65
25	2,14451	2,12832	2,11233	2,09654	2,08094	2,06553	64
26	2,05030	2,03528	2,02039	2,00569	1,99116	1,97680	63
27	1,96261	1,94858	1,93470	1,92098	1,90741	1,89400	62
28	1,88073	1,86760	1,85462	1,84177	1,82906	1,81649	61
29	1,80405	1,79174	1,77955	1,76749	1,75556	1,74375	60
30	1,73205	1,72047	1,70901	1,69766	1,68643	1,67530	59
31	1,66428	1,65337	1,64256	1,63185	1,62125	1,61074	58
32	1,60033	1,59002	1,57981	1,56969	1,55966	1,54972	57
33	1,53987	1,53010	1,52043	1,51084	1,50133	1,49190	56
34	1,48256	1,47330	1,46411	1,45501	1,44598	1,43703	55
35	1,42815	1,41934	1,41061	1,40195	1,39336	1,38484	54
36	1,37638	1,36800	1,35968	1,35142	1,34323	1,33511	53
37	1,32704	1,31904	1,31110	1,30323	1,29541	1,28764	52
38	1,27994	1,27230	1,26471	1,25717	1,24969	1,24227	51
39	1,23490	1,22758	1,22031	1,21310	1,20593	1,19882	50
40	1,19175	1,18474	1,17777	1,17085	1,16398	1,15715	49
41	1,15037	1,14363	1,13694	1,13029	1,12369	1,11713	48
42	1,11061	1,10414	1,09770	1,09131	1,08496	1,07864	47
43	1,07237	1,06613	1,05994	1,05378	1,04766	1,04158	46
44	1,03553	1,02952	1,02355	1,01761	1,01170	1,00583	45
45	1,00000						44

Tangens — Syczna.

5. Długość łuku koła o promieniu 1.

S t o p n i e.				M i n u t y.		S e k u n d y.	
1	0,017 4533	31	0,541 0521	1	0,000 2909	1	0,000 0048
2	0,034 9066	32	0,558 5054	2	0,000 5818	2	0,000 0097
3	0,052 3599	33	0,575 9587	3	0,000 8727	3	0,000 0145
4	0,069 8132	34	0,593 4119	4	0,001 1636	4	0,000 0194
5	0,087 2665	35	0,610 8652	5	0,001 4544	5	0,000 0242
6	0,104 7198	36	0,628 3185	6	0,001 7453	6	0,000 0291
7	0,122 1730	37	0,645 7718	7	0,002 0362	7	0,000 0339
8	0,139 6263	38	0,663 2251	8	0,002 3271	8	0,000 0388
9	0,157 0796	39	0,680 6784	9	0,002 6180	9	0,000 0436
10	0,174 5329	40	0,698 1317	10	0,002 9089	10	0,000 0485
11	0,191 9862	41	0,715 5850	11	0,003 1998	11	0,000 0533
12	0,209 4395	42	0,733 0383	12	0,003 4907	12	0,000 0582
13	0,226 8928	43	0,750 4916	13	0,003 7815	13	0,000 0630
14	0,244 3461	44	0,767 9449	14	0,004 0724	14	0,000 0679
15	0,261 7994	45	0,785 3982	15	0,004 3633	15	0,000 0727
16	0,279 2527	46	0,802 8515	16	0,004 6542	16	0,000 0776
17	0,296 7060	47	0,820 3047	17	0,004 9451	17	0,000 0824
18	0,314 1593	48	0,837 7580	18	0,005 2360	18	0,000 0871
19	0,331 6126	49	0,855 2113	19	0,005 5269	19	0,000 0923
20	0,349 0659	50	0,872 6646	20	0,005 8178	20	0,000 0970
21	0,366 5191	51	0,890 1179	21	0,006 1087	21	0,000 1018
22	0,383 9724	52	0,907 5712	22	0,006 3995	22	0,000 1067
23	0,401 4257	53	0,925 0245	23	0,006 6904	23	0,000 1115
24	0,418 8790	54	0,942 4778	24	0,006 9813	24	0,000 1164
25	0,436 3323	55	0,959 9311	25	0,007 2722	25	0,000 1212
26	0,453 7856	56	0,977 3844	26	0,007 5631	26	0,000 1261
27	0,471 2389	57	0,994 8377	27	0,007 8540	27	0,000 1309
28	0,488 6922	58	1,012 2910	28	0,008 1449	28	0,000 1357
29	0,506 1455	59	1,029 7443	29	0,008 4358	29	0,000 1406
30	0,523 5988	60	1,047 1976	30	0,008 7266	30	0,000 1454

Stopnie.			Minuty.			Sekundy.		
61	1,064	6508	91	1,588	2496	31	0,009	0175
62	1,082	1041	92	1,605	7029	32	0,009	3084
63	1,089	5574	93	1,623	1562	33	0,009	5993
64	1,117	0107	94	1,640	6095	34	0,009	8902
65	1,134	4640	95	1,658	0628	35	0,010	1811
66	1,151	9173	96	1,675	5161	36	0,010	4720
67	1,169	3706	97	1,692	9694	37	0,010	7629
68	1,186	8239	98	1,710	4227	38	0,011	0538
69	1,204	2772	99	1,727	8760	39	0,011	3446
70	1,221	7305	100	1,745	3293	40	0,011	6355
71	1,239	1838	101	1,762	7825	41	0,011	9264
72	1,256	6371	102	1,780	2358	42	0,012	2173
73	1,274	0904	103	1,797	6891	43	0,012	5082
74	1,291	5436	104	1,815	1424	44	0,012	7991
75	1,308	9969	105	1,832	5957	45	0,013	0900
76	1,326	4502	106	1,850	0490	46	0,013	3809
77	1,343	9035	107	1,867	5023	47	0,013	6717
78	1,361	3568	108	1,884	9556	48	0,013	9626
79	1,378	8101	109	1,902	4089	49	0,014	2535
80	1,396	2634	110	1,919	8622	50	0,014	5444
81	1,413	7167	111	1,937	3155	51	0,014	8353
82	1,431	1700	112	1,954	7688	52	0,015	1262
83	1,448	6233	113	1,972	2221	53	0,015	4171
84	1,466	0766	114	1,989	6753	54	0,015	7080
85	1,483	5299	115	2,007	1286	55	0,015	9989
86	1,500	9832	116	2,024	5819	56	0,016	2897
87	1,518	4364	117	2,042	0352	57	0,016	5806
88	1,535	8897	118	2,059	4885	58	0,016	8715
89	1,553	3430	119	2,076	9418	59	0,017	1624
90	1,570	7963	120	2,094	3951	60	0,017	4533

6. Tablica cięciw, łuków, strzał, powierzchni odcinków i stosunków cięciw do strzał w kołach o promieniu równym 1.

Cięciwa = l; Strzała f; Łuk = s.						
Kąt łuku α	Cięciwa $\frac{l}{r}$	Łuk $\frac{s}{r}$	Strzała $\frac{f}{r}$	Stosunek		Powierz- chnia odcinka $\frac{A}{r^2}$
				Cięciwy do Strzały $\frac{l}{f}$	Strzały do Cięciwy $\frac{f}{l}$	
1	0,01745	0,01745	0,00004	458,3633	0,002182	0,00000
2	0,03490	0,03491	0,00015	229,1773	0,004363	0,00000
3	0,05235	0,05236	0,00034	152,7800	0,006545	0,00001
4	0,06980	0,06981	0,00061	114,5799	0,008728	0,00003
5	0,08724	0,08727	0,00095	91,65870	0,010910	0,00006
6	0,10467	0,10472	0,00137	76,37692	0,013093	0,00010
7	0,12210	0,12217	0,00187	65,46053	0,015276	0,00015
8	0,13951	0,13963	0,00244	57,27251	0,017460	0,00023
9	0,15692	0,15708	0,00308	50,90340	0,019645	0,00032
10	0,17431	0,17453	0,00381	45,80753	0,021830	0,00044
11	0,19169	0,19199	0,00460	41,63766	0,024017	0,00059
12	0,20906	0,20944	0,00548	38,16227	0,026204	0,00076
13	0,22641	0,22689	0,00642	35,22112	0,028392	0,00097
14	0,24374	0,24435	0,00745	32,69971	0,030581	0,00121
15	0,26105	0,26180	0,00856	30,51410	0,032772	0,00149
16	0,27835	0,27925	0,00973	28,60133	0,034964	0,00181
17	0,29562	0,29671	0,01098	26,90325	0,037156	0,00217
18	0,31287	0,31416	0,01231	25,41241	0,039351	0,00257
19	0,33010	0,33161	0,01371	24,06924	0,041547	0,00302
20	0,34730	0,34907	0,01519	22,86010	0,043744	0,00352
21	0,36447	0,36652	0,01675	21,76584	0,045914	0,00408
22	0,38162	0,38397	0,01837	20,77079	0,048145	0,00468
23	0,39874	0,40143	0,02008	19,86202	0,050347	0,00535
24	0,41582	0,41888	0,02185	19,02873	0,052552	0,00607
25	0,43288	0,43633	0,02370	18,26187	0,054759	0,00686
26	0,44990	0,45379	0,02563	17,55377	0,056968	0,00771
27	0,46689	0,47124	0,02763	16,89791	0,059179	0,00862
28	0,48384	0,48869	0,02970	16,28869	0,061392	0,00961
29	0,50076	0,50615	0,03185	15,72128	0,063608	0,01067
30	0,51764	0,52360	0,03407	15,19151	0,065826	0,01180
31	0,53448	0,54105	0,03637	14,69572	0,068047	0,01301
32	0,55127	0,55851	0,03874	14,23074	0,070270	0,01429
33	0,56803	0,57596	0,04118	13,79376	0,072497	0,01566
34	0,58474	0,59341	0,04370	13,38231	0,074726	0,01711
35	0,60141	0,61087	0,04628	12,99421	0,076957	0,01864
36	0,61803	0,62832	0,04894	12,62750	0,079192	0,02027
37	0,63461	0,64577	0,05168	12,28046	0,081430	0,02198

Cięciwa = l; Strzala f; Łuk = s.

Kąt łuku α	Cięciwa $\frac{l}{r}$	Łuk $\frac{s}{r}$	Strzala $\frac{f}{r}$	Stosunek		Powier- cznia odcinka $\frac{A}{r^2}$
				Cięciwy do Strzały $\frac{l}{f}$	Strzały do Cięciwy $\frac{f}{l}$	
38	0,65114	0,66323	0,05448	11,95153	0,083671	0,02378
39	0,66761	0,68068	0,05736	11,62931	0,085916	0,02568
40	0,68404	0,69813	0,06031	11,34256	0,088164	0,02767
41	0,70041	0,71558	0,06333	11,06014	0,090415	0,02976
42	0,71674	0,73304	0,06642	10,79102	0,092670	0,03195
43	0,73300	0,75049	0,06958	10,53430	0,094928	0,03425
44	0,74921	0,76794	0,07282	10,28911	0,097190	0,03664
45	0,76537	0,78540	0,07612	10,05468	0,099456	0,03915
46	0,78146	0,80285	0,07950	9,83031	0,10173	0,04176
47	0,79750	0,82030	0,08294	9,61537	0,10400	0,04448
48	0,81347	0,83776	0,08645	9,40926	0,10628	0,04731
49	0,82939	0,85521	0,09004	9,21144	0,10856	0,05025
50	0,84524	0,87266	0,09369	9,02142	0,11085	0,05331
51	0,86102	0,89012	0,09741	8,83873	0,11314	0,05649
52	0,87674	0,90757	0,10121	8,66295	0,11543	0,05978
53	0,89240	0,92502	0,10507	8,49370	0,11773	0,06319
54	0,90798	0,94248	0,10899	8,33060	0,12004	0,06673
55	0,92350	0,95993	0,11299	8,17333	0,12235	0,07039
56	0,93894	0,97738	0,11705	8,02156	0,12466	0,07417
57	0,95432	0,99484	0,12118	7,87502	0,12698	0,07808
58	0,96962	1,01229	0,12538	7,73343	0,12931	0,08212
59	0,98485	1,02974	0,12964	7,59653	0,13164	0,08629
60	1,00000	1,04720	0,13397	7,46410	0,13397	0,09059
61	1,01508	1,06466	0,13837	7,33592	0,13632	0,09502
62	1,03008	1,08210	0,14283	7,21177	0,13866	0,09958
63	1,04500	1,09956	0,14736	7,09147	0,14101	0,10428
64	1,05984	1,11701	0,15195	6,97483	0,14337	0,10911
65	1,07460	1,13446	0,15661	6,86169	0,14574	0,11408
66	1,08928	1,15192	0,16133	6,75189	0,14811	0,11919
67	1,10387	1,16937	0,16611	6,64527	0,15048	0,12443
68	1,11839	1,18682	0,17096	6,54171	0,15287	0,12982
69	1,13281	1,20428	0,17587	6,44105	0,15525	0,13535
70	1,14715	1,22173	0,18085	6,34319	0,15765	0,14102
71	1,16141	1,23918	0,18588	6,24800	0,16005	0,14683
72	1,17557	1,25664	0,19098	6,15537	0,16246	0,15279
73	1,18965	1,27409	0,19614	6,06519	0,16488	0,15889
74	1,20363	1,29154	0,20136	5,97737	0,16730	0,16514
75	1,21752	1,30900	0,20665	5,89181	0,16973	0,17154
76	1,23132	1,32645	0,21199	5,80842	0,17216	0,17808
77	1,24503	1,34390	0,21739	5,72712	0,17461	0,18477

Cięciwa = l; Strzala f; Łuk = s.

Kąt łuku α	Cięciwa $\frac{l}{r}$	Łuk $\frac{s}{r}$	Strzala $\frac{f}{r}$	Stosunek		Powierz- chnia odcinka $\frac{A}{r^2}$
				Cięciwy do Strzaly $\frac{l}{f}$	Strzaly do Cięciwy $\frac{f}{l}$	
78	1,25864	1,36136	0,22285	5,64783	0,17706	0,19160
79	1,27216	1,37881	0,22838	5,57046	0,17952	0,19859
80	1,28558	1,39626	0,23396	5,49495	0,18199	0,20573
81	1,29890	1,41372	0,23959	5,42124	0,18446	0,21301
82	1,31212	1,43117	0,24529	5,34924	0,18694	0,22045
83	1,32524	1,44862	0,25104	5,27891	0,18942	0,22804
84	1,33826	1,46608	0,25686	5,21018	0,19193	0,23578
85	1,35118	1,48353	0,26272	5,14299	0,19444	0,24367
86	1,36400	1,50098	0,26865	5,07730	0,19696	0,25171
87	1,37671	1,51844	0,27463	5,01304	0,19948	0,25990
88	1,38931	1,53589	0,28066	4,95017	0,20201	0,26825
89	1,40182	1,55334	0,28675	4,88865	0,20456	0,27675
90	1,41421	1,57080	0,29289	4,82843	0,20711	0,28540
91	1,42650	1,58825	0,29909	4,76946	0,20967	0,29420
92	1,43868	1,60570	0,30534	4,71170	0,21224	0,30316
93	1,45075	1,62316	0,31165	4,65513	0,21482	0,31226
94	1,46271	1,64061	0,31800	4,59969	0,21741	0,32152
95	1,47455	1,65806	0,32441	4,54535	0,22001	0,33093
96	1,48629	1,67552	0,33087	4,49207	0,22261	0,34050
97	1,49791	1,69297	0,33738	4,43984	0,22523	0,35021
98	1,50942	1,71042	0,34394	4,38860	0,22786	0,36008
99	1,52081	1,72788	0,35055	4,33834	0,23050	0,37009
100	1,53209	1,74533	0,35721	4,28901	0,23315	0,38026
101	1,54335	1,76278	0,36392	4,24061	0,23582	0,39058
102	1,55429	1,78024	0,37068	4,19309	0,23849	0,40104
103	1,56522	1,79769	0,37749	4,14643	0,24117	0,41166
104	1,57603	1,81514	0,38434	4,10061	0,24387	0,42242
105	1,58671	1,83260	0,39124	4,05560	0,24657	0,43334
106	1,59727	1,85005	0,39818	4,01139	0,24929	0,44439
107	1,60771	1,86750	0,40518	3,96793	0,25202	0,45560
108	1,61803	1,88496	0,41221	3,92522	0,25476	0,46695
109	1,62823	1,90241	0,41930	3,88324	0,25752	0,47844
110	1,63830	1,91986	0,42642	3,84196	0,26028	0,49008
111	1,64825	1,93732	0,43359	3,80137	0,26306	0,50187
112	1,65808	1,95477	0,44081	3,76145	0,26585	0,51379
113	1,66777	1,97222	0,44806	3,72218	0,26866	0,52586
114	1,67734	1,98968	0,45536	3,68354	0,27148	0,53807
115	1,68678	2,00713	0,46270	3,64552	0,27431	0,55041
116	1,69610	2,02458	0,47008	3,60810	0,27715	0,56289
117	1,70528	2,04204	0,47750	3,57126	0,28001	0,57551

Ciężka = l; Strzala f; Łuk = s.

Kąt żaku α	Ciężka $\frac{l}{r}$	Łuk $\frac{s}{r}$	Strzala $\frac{f}{r}$	Stosunek		Powierz- chnia odcinka $\frac{A}{r^2}$
				Ciężki do Strzaly $\frac{l}{f}$	Strzaly do Ciężki $\frac{f}{l}$	
118	1,71438	2,05949	0,48496	3,53499	0,28289	0,58827
119	1,72326	2,07694	0,49246	3,49927	0,28577	0,60116
120	1,73205	2,09440	0,50000	3,46410	0,28868	0,61418
121	1,74071	2,11185	0,50758	3,42946	0,29159	0,62734
122	1,74924	2,12930	0,51519	3,39533	0,29452	0,64063
123	1,75763	2,14675	0,52284	3,36170	0,29747	0,65404
124	1,76590	2,16421	0,53053	3,32856	0,30043	0,66759
125	1,77402	2,18166	0,53825	3,29590	0,30341	0,68125
126	1,78201	2,19911	0,54601	3,26370	0,30640	0,69505
127	1,78987	2,21657	0,55380	3,23196	0,30941	0,70897
128	1,79759	2,23402	0,56163	3,20067	0,31243	0,72301
129	1,80517	2,25147	0,56949	3,16981	0,31548	0,73716
130	1,81262	2,26893	0,57738	3,13937	0,31854	0,75144
131	1,81992	2,28638	0,58531	3,10935	0,32161	0,76584
132	1,82709	2,30383	0,59326	3,07973	0,32470	0,78034
133	1,83412	2,32129	0,60125	3,05051	0,32781	0,79497
134	1,84101	2,33874	0,60927	3,02167	0,33094	0,80970
135	1,84776	2,35619	0,61732	2,99321	0,33409	0,82454
136	1,85437	2,37365	0,62539	2,96512	0,33725	0,83949
137	1,86084	2,39110	0,63350	2,93738	0,34044	0,85455
138	1,86716	2,40855	0,64163	2,91002	0,34364	0,86917
139	1,87334	2,42601	0,64979	2,88299	0,34686	0,88497
140	1,87939	2,44346	0,65798	2,85630	0,35010	0,90034
141	1,88528	2,46091	0,66619	2,82993	0,35337	0,91580
142	1,89104	2,47837	0,67443	2,80390	0,35665	0,93135
143	1,89665	2,49582	0,68270	2,77818	0,35995	0,94700
144	1,90211	2,51327	0,69098	2,75276	0,36327	0,96274
145	1,90743	2,53073	0,69929	2,72766	0,366615	0,97858
146	1,91261	2,54818	0,70763	2,70284	0,36998	0,99449
147	1,91764	2,56563	0,71598	2,67832	0,37337	1,01050
148	1,92252	2,58309	0,72436	2,65409	0,37678	1,02658
149	1,92726	2,60054	0,73276	2,63013	0,38021	1,04275
150	1,93185	2,61799	0,74118	2,60645	0,38366	1,05900
151	1,93630	2,63545	0,74962	2,58304	0,38714	1,07532
152	1,94039	2,65290	0,75808	2,55988	0,39064	1,09171
153	1,94474	2,67035	0,76655	2,53699	0,39417	1,10818
154	1,94874	2,68781	0,77505	2,51434	0,39772	1,12472
155	1,95259	2,70526	0,78356	2,49195	0,40129	1,14132
156	1,95630	2,72271	0,79209	2,46979	0,40489	1,15799

Cięciwa = l; Strzala f; Łuk = s.

Kąt łuku α	Cięciwa $\frac{l}{r}$	Łuk $\frac{s}{r}$	Strzala $\frac{f}{r}$	Stosunek		Powierzchnia odcinka $\frac{A}{r^2}$
				Cięciwy do Strzaly $\frac{l}{f}$	Strzaly do Cięciwy $\frac{f}{l}$	
				157	1,95985		2,74017	0,80063	2,44788	0,40852	1,17472
158	1,96325	2,75762	0,80919	2,42619	0,41217	1,19151
159	1,96651	2,77507	0,81776	2,40472	0,41585	1,20835
160	1,96962	2,79253	0,82635	2,38351	0,41955	1,22525
161	1,97257	2,80998	0,83495	2,36250	0,42328	1,24221
162	1,97538	2,82743	0,84357	2,34170	0,42704	1,25921
163	1,97803	2,84489	0,85219	2,32111	0,43083	1,27626
164	1,98054	2,86234	0,86083	2,30074	0,43464	1,29335
165	1,98289	2,87979	0,86947	2,28056	0,43849	1,31049
166	1,98509	2,89725	0,87813	2,26059	0,44236	1,32766
167	1,98714	2,91470	0,88680	2,24081	0,44627	1,34487
168	1,98904	2,93215	0,89547	2,22123	0,45020	1,36212
169	1,99079	2,94961	0,90415	2,20183	0,45417	1,37940
170	1,99239	2,96706	0,91284	2,18262	0,45817	1,39671
171	1,99383	2,98451	0,92154	2,16359	0,46220	1,41404
172	1,99513	3,00197	0,93024	2,14474	0,46626	1,43140
173	1,99627	3,01942	0,93895	2,12606	0,47035	1,44878
174	1,99726	3,03687	0,94766	2,10756	0,47448	1,46617
175	1,99810	3,05433	0,95638	2,08923	0,47865	1,48359
176	1,99878	3,07178	0,96510	2,07106	0,48284	1,50101
177	1,99931	3,08923	0,97382	2,05306	0,48708	1,51845
178	1,99970	3,10669	0,98255	2,03521	0,49135	1,53589
179	1,99992	3,12414	0,99127	2,01753	0,49566	1,55334
180	2,00000	3,14159	1,00000	2,00000	0,50000	1,57080

Tablica promieni, łuków, kątów środkowych i powierzchni odcinków koła. — Powierzchni i objętości odcinków kuli przy ciężkości = 1.

Strzała	Promień	Łuk koła	Kąt środkowy.	Powierz- chnia odcinka koła A $\frac{1}{1^2}$	Powierz- chnia odcinka kuli S $\frac{1}{1^2}$	Objętość odcinka kuli V $\frac{1}{1^3}$
$\frac{f}{l}$	$\frac{r}{l}$	$\frac{s}{l}$				
0,100	1,30000	1,02645	45° 14' 23"	0,06719	0,81681	0,03979
0,105	1,24298	1,02915	47 26 21	0,07061	0,82003	0,04184
0,110	1,19138	1,03196	49 37 47	0,07404	0,82341	0,04389
0,115	1,14446	1,03490	51 48 40	0,07747	0,82694	0,04595
0,120	1,10167	1,03797	53 58 58	0,08091	0,83063	0,04803
0,125	1,06250	1,04116	56 8 42	0,08436	0,83447	0,05011
0,130	1,02654	1,04447	58 17 49	0,08783	0,83849	0,05220
0,135	0,99342	1,04792	60 26 18	0,09130	0,84265	0,05430
0,140	0,96286	1,05147	62 34 8	0,09478	0,84697	0,05641
0,145	0,93457	1,05516	64 41 19	0,09827	0,85145	0,05854
0,150	0,90833	1,05896	66 47 49	0,10178	0,85608	0,06067
0,155	0,88395	1,06288	68 53 37	0,10529	0,86087	0,06282
0,160	0,86125	1,06693	70 58 43	0,10882	0,86582	0,06497
0,165	0,84008	1,07109	73 3 6	0,11236	0,87092	0,06715
0,170	0,82029	1,07537	75 6 44	0,11591	0,87619	0,06933
0,175	0,80179	1,07977	77 9 37	0,11948	0,88161	0,07153
0,180	0,78444	1,08428	79 11 41	0,12306	0,88718	0,07374
0,185	0,76818	1,08890	81 13 4	0,12665	0,89292	0,07596
0,190	0,75289	1,09365	83 13 38	0,13025	0,89880	0,07820
0,195	0,73853	1,09850	85 13 23	0,13387	0,90485	0,08046
0,200	0,72500	1,10347	87 12 20	0,13751	0,91105	0,08273
0,205	0,71226	1,10855	89 10 28	0,14116	0,91742	0,08501
0,210	0,70024	1,11374	91 7 47	0,14482	0,92394	0,08731
0,215	0,68889	1,11904	93 4 15	0,14849	0,93062	0,08963
0,220	0,67818	1,12444	94 59 52	0,15220	0,93745	0,09197
0,225	0,66806	1,12996	96 54 39	0,15591	0,94444	0,09432
0,230	0,65848	1,13558	98 48 35	0,15964	0,95159	0,09669
0,235	0,64941	1,14131	100 41 39	0,16338	0,95888	0,09908
0,240	0,64083	1,14714	102 33 50	0,16715	0,96635	0,10148
0,245	0,63270	1,15308	104 25 10	0,17093	0,97397	0,10391
0,250	0,62500	1,15912	106 15 37	0,17472	0,98174	0,10635
0,255	0,61770	1,16526	108 5 11	0,17855	0,98967	0,10882
0,260	0,61077	1,17150	109 53 52	0,18237	0,99777	0,11130
0,265	0,60420	1,17784	111 41 40	0,18623	1,00602	0,11381
0,270	0,59796	1,18428	113 28 34	0,19010	1,01442	0,11633
0,275	0,59204	1,19082	115 14 35	0,19399	1,02298	0,11888
0,280	0,58643	1,19746	116 59 43	0,19790	1,03170	0,12145
0,285	0,58110	1,20419	118 43 57	0,20183	1,04058	0,12405

Strzała	Promień	Łuk koła	Kąt	Powierz- chnia odeinka koła	Powierz- chnia odeinka kuli	Objętość Odeinka kuli
$\frac{f}{l}$	$\frac{r}{l}$	$\frac{s}{l}$	środkowy.	$\frac{A}{l^2}$	$\frac{S}{l^2}$	$\frac{V}{l^3}$
0,290	0,57603	1,21102	120° 27' 18"	0,20578	1,04961	0,12665
0,295	0,57123	1,21794	122 9 44	0,20975	1,05879	0,12929
0,300	0,56667	1,22495	123 51 18	0,21374	1,06814	0,13195
0,305	0,56234	1,23205	125 31 58	0,21775	1,07764	0,13463
0,310	0,55823	1,23925	127 11 44	0,22178	1,08730	0,13733
0,315	0,55432	1,24654	128 50 37	0,22583	1,09712	0,14006
0,320	0,55062	1,25391	130 28 37	0,22990	1,10709	0,14282
0,325	0,54711	1,26137	132 5 44	0,23400	1,11723	0,14560
0,330	0,54379	1,26892	133 41 57	0,23811	1,12751	0,14841
0,335	0,54063	1,27656	135 17 18	0,24226	1,13796	0,15124
0,340	0,53765	1,28428	136 51 56	0,24643	1,14856	0,15410
0,345	0,53482	1,29209	138 25 22	0,25061	1,15932	0,15698
0,350	0,53214	1,29997	139 58 5	0,25481	1,17024	0,15989
0,355	0,52961	1,30794	141 29 56	0,25904	1,18131	0,16284
0,360	0,52722	1,31599	143 0 56	0,26330	1,19255	0,16580
0,365	0,52497	1,32413	144 31 4	0,26758	1,20393	0,16879
0,370	0,52284	1,33234	146 0 21	0,27188	1,21547	0,17182
0,375	0,52083	1,34063	147 28 46	0,27620	1,22717	0,17487
0,380	0,51895	1,34899	148 56 22	0,28055	1,23904	0,17796
0,385	0,51717	1,35744	150 23 6	0,28493	1,25106	0,18108
0,390	0,51551	1,36596	151 49 1	0,28933	1,26324	0,18421
0,395	0,51396	1,37455	153 14 6	0,29375	1,27557	0,18739
0,400	0,51250	1,38322	154 38 21	0,29820	1,28805	0,19059
0,405	0,51114	1,39196	156 1 47	0,30267	1,30069	0,19383
0,410	0,50988	1,40077	157 24 25	0,30717	1,31349	0,19710
0,415	0,50870	1,40966	158 46 14	0,31170	1,32646	0,20040
0,420	0,50762	1,41861	160 7 16	0,31625	1,33957	0,20373
0,425	0,50662	1,42764	161 27 29	0,32082	1,35284	0,20710
0,430	0,50570	1,43673	162 46 56	0,32543	1,36627	0,21050
0,435	0,50486	1,44589	164 5 34	0,33005	1,37986	0,21392
0,440	0,50409	1,45512	165 23 28	0,33471	1,39361	0,21739
0,445	0,50340	1,46441	166 40 34	0,33939	1,40751	0,22089
0,450	0,50278	1,47377	167 56 55	0,34410	1,42158	0,22442
0,455	0,50222	1,48320	169 12 31	0,34884	1,43581	0,22799
0,460	0,50174	1,49269	170 27 22	0,35360	1,45022	0,23160
0,465	0,50132	1,50224	171 41 27	0,35839	1,46475	0,23525
0,470	0,50096	1,51185	172 54 49	0,36321	1,47942	0,23893
0,475	0,50066	1,52152	174 7 29	0,36805	1,49425	0,24265
0,480	0,50042	1,53126	175 19 24	0,37293	1,50922	0,24640
0,485	0,50023	1,54106	176 30 34	0,37783	1,52438	0,25020
0,490	0,50010	1,55090	177 41 8	0,38276	1,53970	0,25403
0,495	0,50003	1,56083	178 50 54	0,38772	1,55518	0,25789
0,500	0,50000	1,57080	180 0 0	0,39270	1,57079	0,26180

7. Logarytmy zwykłe do 1000.

N ^o	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	— ∞	00000	30103	47712	60206	69897	77815	84510	90309	95424
1	00000	04139	07918	11394	14613	17609	20412	23045	25527	27875
2	30103	32222	34242	36173	38021	39794	41497	43136	44716	46240
3	47712	49136	50615	51851	53148	54407	55630	56820	57978	59106
4	60206	61278	62325	63347	64345	65321	66276	67210	68124	69020
5	69897	70757	71600	72428	73239	74036	74819	75587	76343	77085
6	77815	78533	79239	79934	80618	81291	81954	82607	83251	83885
7	84510	85126	85733	86332	86923	87506	88081	88649	89209	89763
8	90309	90848	91381	91908	92428	92942	93450	93952	94448	94939
9	95424	95904	96379	96848	97313	97772	98227	98677	99123	99564
10	00000	00432	00860	01284	01703	02119	02531	02938	03342	03743
11	04139	04532	04922	05308	05690	06070	06446	06819	07188	07555
12	07918	08279	08636	08991	09342	09691	10037	10380	10721	11059
13	11394	11727	12057	12385	12710	13033	13354	13672	13988	14301
14	14613	14922	15229	15534	15836	16137	16435	16732	17026	17319
15	17609	17898	18184	18469	18752	19033	19312	19590	19866	20140
16	20412	20683	20952	21219	21484	21748	22011	22272	22531	22789
17	23045	23300	23553	23805	24055	24304	24551	24797	25042	25285
18	25527	25768	26007	26245	26482	26717	26951	27184	27416	27646
19	27875	28103	28330	28556	28780	29003	29226	29447	29667	29885
20	30103	30320	30535	30750	30963	31175	31387	31597	31806	32015
21	32222	32428	32634	32838	33041	33244	33445	33646	33846	34044
22	34242	34439	34635	34830	35025	35218	35411	35603	35793	35984
23	36173	36361	36549	36736	36922	37107	37291	37475	37658	37840
24	38021	38202	38382	38561	38739	38917	39094	39270	39445	39620
25	39794	39967	40140	40312	40483	40654	40824	40993	41162	41330
26	41497	41664	41830	41996	42160	42325	42488	42651	42813	42975
27	43136	43297	43457	43616	43775	43933	44091	44248	44404	44560
28	44716	44871	45025	45179	45332	45484	45637	45788	45939	46090
29	46240	46389	46538	46687	46835	46982	47129	47276	47422	47567
30	47712	47857	48001	48144	48287	48430	48572	48714	48855	48996
31	49136	49276	49415	49554	49693	49831	49969	50106	50243	50379
32	50515	50651	50786	50920	51055	51188	51322	51455	51587	51720
33	51851	51983	52114	52244	52375	52504	52634	52764	52892	53020
34	53148	53275	53403	53529	53656	53782	53908	54033	54158	54283
35	54407	54531	54654	54777	54900	55023	55145	55267	55388	55509
36	55630	55751	55871	55991	56110	56229	56348	56467	56585	56703
37	56820	56937	57054	57171	57287	57403	57519	57634	57749	57864
38	57978	58092	58206	58320	58433	58546	58659	58771	58883	58995
39	59106	59218	59329	59439	59550	59660	59770	59879	59988	60097

Logarytmy zwykłe do 1000.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	60206	60314	60423	60531	60638	60746	60853	60959	61066	61172
41	61278	61384	61490	61595	61700	61805	61909	62014	62118	62221
42	62325	62428	62531	62634	62737	62839	62941	63043	63144	63246
43	63347	63448	63548	63649	63749	63849	63949	64048	64147	64246
44	64345	64444	64542	64640	64738	64836	64933	65031	65128	65225
45	65321	65418	65514	65610	65706	65801	65896	65992	66087	66181
46	66276	66370	66464	66558	66652	66745	66839	66932	67025	67117
47	67210	67302	67394	67486	67578	67669	67761	67852	67943	68034
48	68124	68215	68205	68395	68485	68574	68664	68753	68842	68931
49	69020	69108	69197	69285	69373	69461	69548	69636	69723	69810
50	69897	69984	70070	70157	70243	70329	70415	70501	70586	70672
51	70757	70842	70927	71012	71096	71181	71265	71349	71433	71517
52	71600	71684	71767	71850	71933	72016	72099	72181	72263	72346
53	72428	72509	72591	72673	72754	72835	72916	72997	73078	73159
54	73239	73320	73400	73480	73560	73640	73719	73799	73878	73957
55	74036	74115	74194	74273	74351	74429	74507	74586	74663	74741
56	74819	74896	74974	75051	75128	75205	75282	75358	75435	75511
57	75587	75664	75740	75815	75891	75967	76042	76118	76193	76268
58	76343	76418	76492	76567	76641	76716	76790	76864	76938	77012
59	77085	77159	77232	77305	77379	77452	77525	77597	77670	77743
60	77815	77887	77960	78032	78104	78176	78247	78319	78390	78462
61	78533	78604	78675	78746	78817	78888	78958	79029	79099	79169
62	79289	79309	79379	79449	79518	79588	79657	79727	79796	79865
63	79934	80003	80072	80140	80209	80277	80346	80414	80482	80550
64	80618	80686	80754	80821	80889	80956	81023	81090	81158	81224
65	81291	81358	81425	81491	81558	81624	81690	81757	81823	81889
66	81954	82020	82086	82151	82217	82282	82347	82413	82478	82543
67	82607	82672	82737	82802	82866	82930	82995	83059	83123	83187
68	83251	83315	83378	83442	83506	83569	83632	83696	83759	83822
69	83885	83948	84011	84073	84136	84198	84261	84323	84386	84448
70	84510	84572	84634	84696	84757	84819	84880	84942	85003	85065
71	85126	85187	85248	85309	85370	85431	85491	85552	85612	85673
72	85733	85794	85854	85914	85974	86034	86094	86153	86213	86273
73	86332	86392	86451	86510	86570	86629	86688	86747	86806	86864
74	86923	86982	87040	87099	87157	87216	87274	87332	87390	87448
75	87506	87564	87622	87679	87737	87795	87852	87910	87967	88024
76	88081	88138	88195	88252	88309	88366	88423	88480	88536	88593
77	88649	88705	88762	88818	88874	88930	88986	89042	89098	89154
78	89209	89265	89321	89376	89432	89487	89542	89597	89653	89708
79	89763	89818	89873	89927	89982	90037	90091	90146	90200	90255

Logarytmy zwykłe do 1000.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	90309	90363	90417	90472	90526	90580	90634	90687	90741	90795
81	90849	90902	90956	91009	91062	91116	91169	91222	91275	91328
82	91381	91434	91487	91540	91593	91645	91698	91751	91803	91855
83	91908	91960	92012	92065	92117	92169	92221	92273	92324	92376
84	92428	92480	92531	92583	92634	92686	92737	92788	92840	92891
85	92942	92993	93044	93095	93146	93197	93247	93298	93349	93399
86	93450	93500	93551	93601	93651	93702	93752	93802	93852	93902
87	93952	94002	94052	94101	94151	94201	94250	94300	94349	94399
88	94448	94498	94547	94596	94645	94694	94743	94792	94841	94890
89	94939	94988	95036	95085	95134	95182	95231	95279	95328	95376
90	95424	95472	95521	95569	95617	95665	95713	95761	95809	95856
91	95904	95952	95999	96047	96095	96142	96190	96237	96284	96332
92	96379	96426	96473	96520	96567	96614	96661	96708	96755	96802
93	96848	96895	96942	96988	97035	97081	97128	97174	97220	97267
94	97313	97359	97405	97451	97497	97543	97589	97635	97681	97727
95	97772	97818	97864	97909	97955	98000	98046	98091	98137	98182
96	98227	98272	98318	98363	98408	98453	98498	98543	98588	98632
97	98677	98722	98767	98811	98856	98900	98945	98989	99034	99078
98	99123	99167	99211	99255	99300	99344	99388	99432	99476	99520
99	99564	99607	99651	99695	99739	99782	99826	99870	99913	99957

8. *Logarytmy hyperboliczne (naturalne) do 469.*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	— ∞	0,0000	0,6931	1,0986	1,3863	1,6094	1,7918	1,9459	2,0794	2,1972
1	2,3026	2,3979	2,4849	2,5649	2,6391	2,7081	2,7726	2,8332	2,8904	2,9444
2	2,9957	3,0445	3,0910	3,1355	3,1781	3,2189	3,2581	3,2958	3,3322	3,3673
3	3,4012	3,4340	3,4657	3,4965	3,5264	3,5553	3,5835	3,6109	3,6376	3,6636
4	3,6889	3,7136	3,7377	3,7612	3,7842	3,8067	3,8286	3,8501	3,8712	3,8918
5	3,9120	3,9318	3,9512	3,9703	3,9890	4,0073	4,0254	4,0431	4,0604	4,0775
6	4,0943	4,1109	4,1271	4,1431	4,1589	4,1744	4,1897	4,2047	4,2195	4,2341
7	2485	2627	2767	2905	3051	3175	3307	3438	3567	3694
8	3820	3944	4067	4188	4308	4427	4543	4659	4773	4886
9	4998	5109	5218	5326	5433	5539	5643	5747	5850	5951
10	6052	6151	6250	6347	6444	6540	6634	6728	6821	6913
11	7005	7095	7185	7274	7362	7449	7536	7622	7707	7791
12	7875	7958	8040	8122	8203	8283	8363	8442	8520	8598
13	8675	8752	8828	8903	8978	9053	9127	9200	9273	4,9345
14	4,9416	4,9488	4,9558	4,9628	4,9698	4,9767	4,9836	4,9904	4,9972	5,0039
15	5,0106	5,0173	5,0239	5,0304	5,0370	5,0434	5,0499	5,0562	5,0626	0,689
16	0752	0814	0876	0938	0999	1059	1120	1180	1240	1299
17	1358	1417	1475	1533	1591	1648	1705	1761	1818	1874
18	1930	1985	2040	2095	2149	2204	2257	2311	2364	2417
19	2470	2523	2575	2627	2679	2730	2781	2832	2883	2933
20	2983	3033	3083	3132	3181	3230	3279	3327	3375	3423
21	3471	3519	3566	3613	3660	3706	3753	3799	3845	3891
22	3936	3982	4027	4072	4116	4161	4205	4250	4293	4337
23	4381	4424	4467	4510	4553	4596	4638	4681	4723	4765
24	4806	4848	4889	4931	4972	5013	5053	5094	5134	5175
25	5215	5255	5294	5334	5373	5413	5452	5491	5530	5568
26	5607	5645	5683	5722	5759	5797	5835	5872	5910	5947
27	5984	6021	6058	6095	6131	6168	6204	6240	6276	6312
28	6348	6384	6419	6454	6490	6525	6560	6595	6630	6664
29	6699	6733	6768	6802	6836	6870	6904	6937	6971	7004
30	7038	7071	7104	7137	7170	7203	7236	7268	7301	7333
31	7366	7398	7430	7462	7494	7526	7557	7589	7621	7652
32	7683	7714	7746	7777	7807	7838	7869	7900	7930	7961
33	7991	8021	8051	8081	8111	8141	8171	8201	8230	8260
34	8289	8319	8348	8377	8406	8435	8464	8493	8522	8551

Logarytmy hyperboliczne (naturalne) do 469.

N ^o	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	8579	8608	8636	8665	8693	8721	8749	8777	8805	8833
36	8861	8889	8916	8944	8972	8999	9026	9054	9081	9108
37	9135	9162	9189	9216	9243	9269	9296	9322	9349	9375
38	9402	9428	9454	9480	9506	9532	9558	9584	9610	9636
39	9661	9687	9713	9738	5,9764	5,9789	5,9814	5,9839	5,9865	5,9890
40	5,9915	5,9940	5,9965	5,9989	6,0014	6,0039	6,0064	6,0088	6,0113	6,0137
41	6,0162	6,0186	6,0210	6,0234	0259	0283	0307	0331	0355	0379
41	0403	0426	0450	0474	0497	0521	0544	0568	0591	0615
43	0638	0661	0684	0707	0730	0753	0776	0799	0822	0845
44	0868	0890	0913	0936	0958	0981	1003	1026	1048	1070
45	1092	1115	1137	1159	1181	1203	1225	1247	1269	1291
46	1312	1334	1356	1377	1399	1420	1442	1463	1485	1506

9. Wartości $\frac{1}{n}$; — n od 1 do 1000

n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$
1	1	40	0,02500	80	0,01250	120	0,00833
2	0,50000	41	02439	81	01235	121	00826
3	33333	42	02381	82	01220	122	00820
4	25000	43	02326	83	01205	123	00813
		44	02273	84	01190	124	00806
5	20000						
6	16667	45	02222	85	01176	125	00800
7	14286	46	02174	86	01163	126	00794
8	12500	47	02128	87	01149	127	00787
9	11111	48	02083	88	01136	128	00781
		49	02041	89	01124	129	00775
10	10000						
11	09091	50	02000	90	01111	130	00769
12	08333	51	01961	91	01099	131	00763
13	07692	52	01923	92	01087	132	00758
14	07143	53	01887	93	01075	133	00752
		54	01852	94	01064	134	00746
15	06667						
16	06250	55	01818	95	01053	135	00741
17	05882	56	01786	96	01042	136	00735
18	05556	57	01754	97	01031	137	00730
19	05263	58	01724	98	01020	138	00725
		59	01695	99	01010	139	00719
20	05000						
21	04762	60	01667	100	01000	140	00714
22	04545	61	01639	101	00990	141	00709
23	04348	62	01613	102	00980	142	00704
24	04167	63	01587	103	00971	143	00699
		64	01563	104	00962	144	00694
25	04000						
26	03846	65	01538	105	00952	145	00690
27	03704	66	01515	106	00943	146	00685
28	03571	67	01493	107	00935	147	00680
29	03448	68	01471	108	00926	148	00676
		69	01449	109	00917	149	00671
30	03333						
31	03226	70	01429	110	00909	150	00667
32	03125	71	01408	111	00901	151	00662
33	03030	72	01389	112	00893	152	00658
34	02941	73	01370	113	00885	153	00654
		74	01351	114	00877	154	00649
35	02857						
36	02778	75	01333	115	00870	155	00645
37	02703	76	01316	116	00862	156	00641
38	02632	77	01299	117	00855	157	00637
39	02564	78	01282	118	00847	158	00633
		79	01266	119	00840	159	00629

72	1 — 72	72	1 — 72	72	1 — 72	72	1 — 72
160	0,00625	200	0,00500	240	0,00417	280	0,00357
161	00621	201	00498	241	00415	281	00356
162	00617	202	00495	242	00413	282	00355
163	00613	203	00493	243	00412	283	00353
164	00610	204	00490	244	00410	284	00352
165	00606	205	00488	245	00408	285	00351
166	00602	206	00485	246	00407	286	00350
167	00599	207	00483	247	00405	287	00348
168	00595	208	00481	248	00403	288	00347
169	00592	209	00478	249	00402	289	00346
170	00588	210	00476	250	00400	290	00345
171	00585	211	00474	251	00398	291	00344
172	00581	212	00472	252	00397	292	00342
173	00578	213	00469	253	00395	293	00341
174	00575	214	00467	254	00394	294	00340
175	00571	215	00465	255	00392	295	00339
176	00568	216	00463	256	00391	296	00338
177	00565	217	00461	257	00389	297	00337
178	00562	218	00459	258	00388	298	00336
179	00559	219	00457	259	00386	299	00334
180	00556	220	00455	260	00385	300	00333
181	00552	221	00452	261	00383	301	00332
182	00549	222	00450	262	00382	302	00331
183	00546	223	00448	263	00380	303	00330
184	00543	224	00446	264	00379	304	00329
185	00541	225	00444	265	00377	305	00328
186	00538	226	00442	266	00376	306	00327
187	00535	227	00441	267	00375	307	00326
188	00532	228	00439	268	00373	308	00325
189	00529	229	00437	269	00372	309	00324
190	00526	230	00435	270	00370	310	00323
191	00524	231	00433	271	00369	311	00322
192	00521	232	00431	272	00368	312	00321
193	00518	233	00429	273	00366	313	00319
194	00515	234	00427	274	00365	314	00318
195	00513	235	00426	275	00364	315	00317
196	00510	236	00424	276	00362	316	00316
197	00508	237	00422	277	00361	317	00315
198	00505	238	00420	278	00360	318	00314
199	00503	239	00418	279	00358	319	00313

n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$
320	0,00313	360	0,00278	400	0,00250	440	0,00227
321	00312	361	00277	401	00249	441	00227
322	00311	362	00276	402	00249	442	00226
323	00310	363	00275	403	00248	443	00226
324	00309	364	00275	404	00248	444	00225
325	00308	365	00274	405	00247	445	00225
326	00307	366	00273	406	00246	446	00224
327	00306	367	00272	407	00246	447	00224
328	00305	368	00272	408	00245	448	00223
329	00304	369	00271	409	00244	449	00223
330	00303	370	00270	410	00244	450	00222
331	00302	371	00270	411	00243	451	00222
332	00301	372	00269	412	00243	452	00221
333	00300	373	00268	413	00242	453	00221
334	00299	374	00267	414	00242	454	00220
335	00299	375	00267	415	00241	455	00220
336	00298	376	00266	416	00240	456	00219
337	00297	377	00265	417	00240	457	00219
338	00296	378	00265	418	00239	458	00218
339	00295	379	00264	419	00239	459	00218
340	00294	380	00263	420	00238	460	00217
341	00293	381	00262	421	00238	461	00217
342	00292	382	00262	422	00237	462	00216
343	00292	383	00261	423	00236	463	00216
344	00291	384	00260	424	00236	464	00216
345	00290	385	00260	425	00235	465	00215
346	00289	386	00259	426	00235	466	00215
347	00288	387	00258	427	00234	467	00214
348	00287	388	00258	428	00234	468	00214
349	00287	389	00257	429	00233	469	00213
350	00286	390	00256	430	00233	470	00213
351	00285	391	00256	431	00232	471	00212
352	00284	392	00255	432	00231	472	00212
353	00283	393	00254	433	00231	473	00211
354	00282	394	00254	434	00230	474	00211
355	00282	395	00253	435	00230	475	00211
356	00281	396	00253	436	00229	476	00210
357	00280	397	00252	437	00229	477	00210
358	00279	398	00251	438	00228	478	00209
359	00279	399	00251	439	00228	479	00209

<u>71</u>	<u>1</u> — <u>72</u>	<u>73</u>	<u>1</u> — <u>72</u>	<u>72</u>	<u>1</u> — <u>72</u>	<u>72</u>	<u>1</u> — <u>72</u>
480	0,00208	520	0,00192	560	0,00179	600	0,00167
481	00208	521	00192	561	00178	601	00166
482	00207	522	00192	562	00178	602	00166
483	00207	523	00191	563	00178	603	00166
484	00207	524	00191	564	00177	604	00166
485	00206	525	00190	565	00177	605	00165
486	00206	526	00190	566	00177	606	00165
487	00205	527	00190	567	00176	607	00165
488	00205	528	00189	568	00176	608	00164
489	00204	529	00189	569	00176	609	00164
490	00204	530	00189	570	00175	610	00164
491	00204	531	00188	571	00175	611	00164
492	00203	532	00188	572	00175	612	00163
493	00203	533	00188	573	00175	613	00163
494	00202	534	00187	574	00174	614	00163
495	00202	535	00187	575	00174	615	00163
496	00202	536	00187	576	00174	616	00162
497	00201	537	00186	577	00173	617	00162
498	00201	538	00186	578	00173	618	00162
499	00200	539	00186	579	00173	619	00162
500	00200	540	00185	580	00172	620	00161
501	00200	541	00185	581	00172	621	00161
502	00199	542	00185	582	00172	622	00161
503	00199	543	00184	583	00172	623	00161
504	00198	544	00184	584	00171	624	00160
505	00198	545	00183	585	00171	625	00160
506	00198	546	00183	586	00171	626	00160
507	00197	547	00183	587	00170	627	00159
508	00197	548	00182	588	00170	628	00159
509	00196	549	00182	589	00170	629	00159
510	00196	550	00182	590	00169	630	00159
511	00196	551	00181	591	00169	631	00158
512	00195	552	00181	592	00169	632	00158
513	00195	553	00181	593	00169	633	00158
514	00195	554	00181	594	00169	634	00158
515	00194	555	00180	595	00168	635	00157
516	00194	556	00180	596	00168	636	00157
517	00193	557	00180	597	00168	637	00157
518	00193	558	00179	598	00167	638	00157
519	00193	559	00179	599	00167	639	00156

n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$
640	0,00156	680	0,00147	720	0,00139	760	0,00132
641	00156	681	00147	721	00139	761	00131
642	00156	682	00147	722	00139	762	00131
643	00156	683	00146	723	00138	763	00131
644	00155	684	00146	724	00138	764	00131
645	00155	685	00146	725	00138	765	00131
646	00155	686	00146	726	00138	766	00131
647	00155	687	00146	727	00138	767	00130
648	00154	688	00145	728	00137	768	00130
649	00154	689	00145	729	00137	769	00130
650	00154	690	00145	730	00137	770	00130
651	00154	691	00145	731	00137	771	00130
652	00153	692	00145	732	00137	772	00130
653	00153	693	00144	733	00136	773	00129
654	00153	694	00144	734	00136	774	00129
655	00153	695	00144	735	00136	775	00129
656	00152	696	00144	736	00136	776	00129
657	00152	697	00143	737	00136	777	00129
658	00152	698	00143	738	00136	778	00129
659	00152	699	00143	739	00135	779	00128
660	00152	700	00143	740	00135	780	00128
661	00151	701	00143	741	00135	781	00128
662	00151	702	00142	742	00135	782	00128
663	00151	703	00142	743	00135	783	00128
664	00151	704	00142	744	00134	784	00128
665	00150	705	00142	745	00134	785	00127
666	00150	706	00142	746	00134	786	00127
667	00150	707	00141	747	00134	787	00127
668	00150	708	00141	748	00134	788	00127
669	00149	709	00141	749	00134	789	00127
670	00149	710	00141	750	00133	790	00127
671	00149	711	00141	751	00133	791	00126
672	00149	712	00140	752	00133	792	00126
673	00149	713	00140	753	00133	793	00126
674	00148	714	00140	754	00133	794	00126
675	00148	715	00140	755	00132	795	00126
676	00148	716	00140	756	00132	796	00126
677	00148	717	00139	757	00132	797	00125
678	00147	718	00139	758	00132	798	00125
679	00147	719	00139	759	00132	799	00125

n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$
800	0,00125	840	0,00119	880	0,00114	920	0,00109
801	00125	841	00119	881	00114	921	00109
802	00125	842	00119	882	00113	922	00108
803	00125	843	00119	883	00113	923	00108
804	00124	844	00118	884	00113	924	00108
805	00124	845	00118	885	00113	925	00108
806	00124	846	00118	886	00113	926	00108
807	00124	847	00118	887	00113	927	00109
808	00124	848	00118	888	00113	928	00108
809	00124	849	00118	889	00112	929	00108
810	00123	850	00118	890	00112	930	00108
811	00123	851	00118	891	00112	931	00107
812	00123	852	00117	892	00112	932	00107
813	00123	853	00117	893	00112	933	00107
814	00123	854	00117	894	00112	934	00107
815	00123	855	00117	895	00112	935	00107
816	00123	856	00117	896	00112	936	00107
817	00122	857	00117	897	00111	937	00107
818	00122	858	00117	898	00111	938	00107
819	00122	859	00116	899	00111	939	00106
820	00122	860	00116	900	00111	940	00106
821	00122	861	00116	901	00111	941	00106
822	00122	862	00116	902	00111	942	00106
823	00122	863	00116	903	00111	943	00106
824	00121	864	00116	904	00111	944	00106
825	00121	865	00116	905	00110	945	00106
826	00121	866	00115	906	00110	946	00106
827	00121	867	00115	907	00110	947	00106
828	00121	868	00115	908	00110	948	00105
829	00121	869	00115	909	00110	949	00105
830	00120	870	00115	910	00110	950	00105
831	00120	871	00115	911	00110	951	00105
832	00120	872	00115	912	00110	952	00105
833	00120	873	00115	913	00110	953	00105
834	00120	874	00114	914	00109	954	00105
835	00120	875	00114	915	00109	955	00105
836	00120	876	00114	916	00109	956	00105
837	00119	877	00114	917	00109	957	00104
838	00119	878	00114	918	00109	958	00104
839	00119	879	00114	919	00109	959	00104

n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n}$
960	0,00104	970	0,00103	980	0,00102	990	0,00101
961	00104	971	00103	981	00102	991	00101
962	00104	972	00103	982	00102	992	00101
963	00104	973	00103	983	00102	993	00101
964	00104	974	00103	984	00102	994	00101
965	00104	975	00103	985	00102	995	00101
966	00104	976	00102	986	00101	996	00100
967	00103	977	00102	987	00101	997	00100
968	00103	978	00102	988	00101	998	00100
969	00103	979	00102	989	00101	999	00100

10. Prędkość kątowna ω z ilości obrotów n na minutę.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0,1047	0,2094	0,3142	0,4189	0,5236	0,6283	0,7330	0,8378	0,9425
1	1,0472	1,1519	1,2566	1,3614	1,4661	1,5708	1,6755	1,7802	1,8850	1,9897
2	2,0944	2,1991	2,3038	2,4086	2,5133	2,6180	2,7227	2,8274	2,9322	3,0369
3	3,1416	3,2463	3,3510	3,4558	3,5605	3,6652	3,7699	3,8746	3,9794	4,0841
4	4,1888	4,2935	4,3982	4,5029	4,6077	4,7124	4,8171	4,9218	5,0265	5,1313
5	5,2360	5,3407	5,4454	5,5501	5,6549	5,7596	5,8643	5,9690	6,0737	6,1785
6	6,2832	6,3879	6,4926	6,5973	6,7021	6,8068	6,9115	7,0162	7,1209	7,2257
7	7,3304	7,4351	7,5398	7,6445	7,7493	7,8540	7,9587	8,0634	8,1681	8,2729
8	8,3776	8,4823	8,5870	8,6917	8,7965	8,9012	9,0059	9,1106	9,2153	9,3201
9	9,4248	9,5295	9,6342	9,7389	9,8437	9,9484	10,053	10,158	10,263	10,367
10	10,472	10,577	10,681	10,786	10,891	10,996	11,100	11,205	11,310	11,414*
11	11,519	11,624	11,729	11,833	11,938	12,043	12,147	12,252	12,357	12,462
12	12,566	12,671	12,776	12,881	12,985	13,090	13,195	13,299	13,404	13,509
13	13,614	13,718	13,823	13,928	14,032	14,137	14,242	14,347	14,451	14,556
14	14,661	14,765	14,870	14,975	15,080	15,184	15,289	15,394	15,499	15,603
15	15,708	15,813	15,917	16,022	16,127	16,232	16,336	16,441	16,546	16,650
16	16,755	16,860	16,965	17,069	17,174	17,279	17,383	17,488	17,593	17,698
17	17,802	17,907	18,012	18,117	18,221	18,326	18,431	18,535	18,640	18,745
18	18,850	18,954	19,059	19,164	19,268	19,373	19,478	19,583	19,687	19,792
19	19,897	20,001	20,106	20,211	20,316	20,420	20,525	20,630	20,735	20,839
20	20,944	21,049	21,153	21,258	21,363	21,468	21,572	21,677	21,782	21,886
21	21,991	22,096	22,201	22,305	22,410	22,515	22,619	22,724	22,829	22,934
22	23,038	23,143	23,248	23,353	23,457	23,562	23,667	23,771	23,876	23,981
23	24,086	24,190	24,295	24,400	24,504	24,609	24,714	24,819	24,923	25,028
24	25,133	25,237	25,342	25,447	25,552	25,656	25,761	25,866	25,970	26,075
25	26,180	26,285	26,389	26,494	26,599	26,704	26,808	26,913	27,018	27,123
26	27,227	27,332	27,437	27,541	27,646	27,751	27,855	27,960	28,065	28,170
27	28,274	28,379	28,484	28,588	28,693	28,798	28,903	29,007	29,112	29,217
28	29,322	29,426	29,531	29,636	29,740	29,845	29,950	30,055	30,159	30,264
29	30,369	30,473	30,578	30,683	30,788	30,892	30,997	31,102	31,206	31,311

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	31,416	31,521	31,625	31,730	31,835	31,940	32,044	32,149	32,254	32,358
31	32,463	32,568	32,673	32,777	32,882	32,987	33,091	33,196	33,301	33,406
32	33,510	33,615	33,720	33,824	33,929	34,034	34,139	34,243	34,348	34,453
33	34,558	34,662	34,767	34,872	34,976	35,081	35,186	35,291	35,395	35,500
34	35,605	35,709	35,814	35,919	36,024	36,128	36,233	36,338	36,442	36,547
35	36,652	36,757	36,861	36,966	37,071	37,176	37,280	37,385	37,490	37,594
36	37,699	37,804	37,909	38,013	38,118	38,223	38,327	38,432	38,537	38,642
37	38,746	38,851	38,956	39,060	39,165	39,270	39,375	39,479	39,584	39,689
38	39,794	39,898	40,003	40,108	40,212	40,317	40,422	40,527	40,631	40,736
39	40,841	40,945	41,050	41,155	41,260	41,364	41,469	41,574	41,678	41,783
40	41,888	41,993	42,097	42,202	42,307	42,412	42,516	42,621	42,726	42,830
41	42,935	43,040	43,145	43,249	43,354	43,459	43,563	43,668	43,773	43,878
42	43,982	44,087	44,192	44,296	44,401	44,506	44,611	44,715	44,820	44,925
43	45,029	45,134	45,239	45,344	45,448	45,553	45,658	45,763	45,867	45,972
44	46,077	46,181	46,286	46,391	46,496	46,600	46,705	46,810	46,914	47,019

II. TABLICE MIAR I WAG.

II. Układ metryczny.

Miary długości.

Myriametr równy 10000 metrom.

Kilometr " 1000 "

Hektometr " 100 "

Dekametr " 10 "

Metr — *Jednostka zasadnicza systemu metrycznego, wartość przybliżona dziesięciomilionowej części, ćwierci południka ziemskiego. (*)*

Decymetr — równy 0,1 metra.

Centymetr — równy 0,01 metra.

Milimetr — równy 0,001 metra.

Miary powierzchni (gruntów).

Hektar = 100 arom.

Ar = 100 metrom kwadratowym (kwadrat mający bok równy 10 metrom).

Centiar = 0,01 ara = 1 metrowi kwadratowemu.

Miary objętości dla ciał płynnych i sypkich.

Kilolitr — równy 1000 litrom.

Hektolitr — równy 100 litrom.

Dekalitr — równy 10 litrom.

Litr — równy decymetrowi sześciennemu.

Decylitr — równy 0,1 litra.

Miary objętości (do drzewa).

Dekaster = 10 sterom.

Ster = Metrowi sześciennemu.

Decyster = 0,1 stera.

(*) *Metr* — prototyp platynowy złożony w Archiwum paryskim dnia 4 Messidor VII roku, daje wartość leganą przy temperaturze topalejącego lodu.

Waga.

Millier (Tonna) = 1000 kilogramom.

Kilogram = 1000 gramom, waga w próżni decymetra sześciennego wody dystylowanej przy 4° Celciusza. (*)

Hektogram = 100 gramom.

Dekagram = 10 gramom.

Gram. Waga wody dystylowanej 1 centymetra sześciennego w próżni przy 4° Celciusza.

Decygram równy 0,1 grama.

Centygram równy 0,01 „

Milligram równy 0,001 grama.

Metr prototyp = 0,513074 toise.

Kilogram prototyp = 18927,15 granom dawnym francuskim.

Znaki używane do znaczenia miar i wag metrycznych.

m = metr, dm = decy metr, cm = centy metr, mm = milimetr.

kg = kilogram, gm = gram, dg = decygram, cg = centygram, mg = miligram.

kgm = kilogrametr, l = litr, hl = hektolitr, a = ar, ha = hektar.

Nazwa miar metrycznych uformowana jest w ten sposób że do wartości większych od *jedności* dodawane są wyrazy greckie: *myria*, *kilo*, *hekto*, *deka*, oznaczających 10000, 1000, 100 i 10; do wartości zaś mniejszych, wyrazy łacińskie: *deci*, *centi*, *milli*, oznaczających:

$\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ i $\frac{1}{1000}$.

(*) Kilogram — prototyp platynowy, złożony w Archiwum paryskim dnia 4 messidor VII roku, daje w *próżni* wartość legalną kilograma.

12. Miary i wagi różnych krajów.

Anglia.

Aktem parlamentu 1864 roku dozwolone używanie w Anglii systemu metrycznego. (Annuaire pour 1865 de bureau des longitudes, strona 493).

Jard = 3 stopy = 36 cali	=	0,91438348 metra.
Fathom = 2 Jardy]	=	1,82876696 metrów.
Foot (Stopa) = 12 Cali	=	0,30479449 metra.
Inch (Cal)	=	2,539954 centymetrów.
Pole (Pręt) = 5 1/2 Jardów	=	5,02911 metrów.
Furlong = 220 Jardów	=	201,16437 metrów.
Mila = 1760 Jardów	=	1609,3149 metrów.
Jard kwadratowy	=	0,8360971185 metra kwadratowego
Jard sześcienny	=	0,7645134203 metra sześciennego.
Rod (pręt kwadratowy)	=	95,291939 metrów kwadratowych.
Rood = 1210 Jardów kwadratow.	=	10,116775 arów.
Acre = 4840 Jardów kwadratow.	=	0,404671 hektara.
Gallon = 4 kwarty	=	4,543458 litrów.
Kwarta = 2 Pint.	=	1,135864 litrów.
Pint	=	0,567932 litra.
Bushel = 8 Galonów	=	36,34766 litrów.
Sack = 3 Bushel	=	1,09043 hektolitra.
Chalderon = 12 Sack.	=	13,08516 hektolitrow.
Funt Avoirdupois	=	453,59265255 gramów.
Uncya = 1/16 Funta a. d. p.	=	28,349540 gramów.
Drachma = 1/16 Uncyi	=	1,771846 gramów.
Centnar = 112 Funtów	=	50,802 kilogramów.
Tonna = 20 Centnarów	=	1016,048 kilogramów.

Do rzeczy kosztownych używa się:

Funt Troy = 12 Uncyom	=	373,2419541 gramów.
Uncya = 20 pennyweight	=	31,103496 gramów.
Pennyweight = 24 Granom	=	1,555175 gramów.

Gran Troy	=	6,479895 centygramów.
(¹⁰) <i>Metr paryski</i>	=	39,37079 cali imp. standardyard'a.
(¹¹) <i>Kilogram des Archives</i>	=	15432,349 granów troy.
(¹²) <i>Funt acoirdupoids</i>	=	7000 granów troy.
Siła konia parowego	=	550 Stopo funtów.

Austro-Węgry.

System metryczny, ogłoszony 1 Stycznia 1873 roku, w ścisłem zastosowaniu od 1 Stycznia 1876 roku, z wzbronieniem używania dawnych miar i wag ⁴ wyjątkiem tonny okrętowej i węzłów merskich. (**)

Dawne miary i wagi:

Stopa wiedeńska	=	0,31610238 metra.
Ruthe (pręt) = 10 stóp	=	3,16103 metrow.
Mila = 24000 stóp	=	7586,455 metrów.
Joch	=	5755,43 metrów kwadratowych.
Eimer = 40 Maas	=	56,6 litrów.
Maas = 4 Seidel	=	1,4150 litrów.
Metze	=	61,4995 litrów.
Centnar 100 funtów	=	56,0912 kilogramów.
Funt	=	560,012 gramów.
Siła konia parowego.	=	430 stopo funtów.

Francya.

Dawne miary i wagi używane do 1812 roku.

Toise = 6 Stopom = 1,9490365912 metrów.
Stopa = 12 Calom = 0,324839432 metra.
Cal = 12 linom . = 2,706995 centymetrów.
<i>Metr</i> = 0,513074 <i>toise</i> (zasada systemu metrycznego).
Funt = 9216 granom = 0,499505847 kilograma.
Waga jubilerska: Karat = 0,2058719 grama.

(¹⁰) Transactions philosophiques z 1818—1821—1856 roku.

(¹¹) Metr w posiadaniu rządu Austro-Węgierskiego = 0,99999764 *Metre des Archives*.

Kilogram w posiadaniu rządu Austro-Węgierskiego = 0,9999978 *Kilogramme prototype*.

Niemcy (Cesarstwo).

Rozkazem 17 Sierpnia 1868 roku system metryczny wprowadzony, a w ścisłym zastosowaniu od dnia 1 Stycznia 1870 roku, z nazwami następujemi:

(*) Metr albo *Stab*.

Centymetr albo *Neuzoll*.

Milimetr albo *Strich*.

Dekametr albo *Kette*.

Litr albo *Kanne*.

Hektolitr albo *Fass*.

50 litrów = *Scheffel*.

Mila = 7500 metrom.

(**) Kilogram = 10 Dekagramom.

Dekagram = 10 Gramom albo *Neu-Loth*.

50 Kilogramów nazywa się *Centnar*.

Inne nazwy metryczne pozostały bez dodania nazw niemieckich. (nazwy niemieckie w praktyce uciążują się).

Polska (Królestwo):

Miary dawne do 13 Czerwca 1818 roku.

Pręt koronny = 1980 liniom paryskim = 4,46654219 metrom.

Pręt koronny kwadratowy = 19,95000 metrom kwadratowym.

Morg koronny = 59,85000 arom.

Pręt litewski = 2160 liniom par. = 4,87259148 metrom.

Pręt litewski kwadratowy = 23,74215 metrom kwadratowym.

Morg litewski = 71,22644 arom.

Pręt Staro-Chełmiński = 1915,82 liniom paryskim = 4,321762 metrom.

Pręt Staro-Chełmiński kwadratowy = 18,67763 metrom kwadratowym.

Morg Staro-Chełmiński = 56,03289 arom.

Pręt Nowo-Chełmiński = 1945,73 liniom paryskim = 4,389234 metrom.

Pręt Nowo-Chełmiński kwadratowy = 19,26538 metrom kwadratowym.

Morg Nowo-Chełmiński = 57,79614 arom.

(*) Metr w posiadaniu rządu pruskiego = 1,00000301 metra prototypu paryskiego.

(**) Kilogram Nr. 1 w posiadaniu rządu pruskiego = 0,999999842 Kilogram prototypu paryskiego.

Miary i wagi od 1818 roku nowo-polskiemi zwane.

Sażen = 3 łokclom	=	1,728 metrom.
Łokieć = 2 stopom	=	0,576 metra.
Stopa = 12 calom	=	0,288 metra.
Cal = 12 linom	=	24 milimetrom.
Linia	=	2 milimetrom.
Sznur mierniczy = 10 prętom	=	43,200 metrom.
Pręt = 15 stopom = 10 pręcikom	=	4,320 metrom.
Pręt kwadratowy	=	18,6624 metrom kwadr.
Morg 300 prętów kwadratowych	=	53,9872 arom.
Włóka = 30 morgom	=	16,79616 hektarom.
Korzec = 32 garncom	=	1,28 hektolitrom.
Garniec = 4 kwartom	=	4 litrom.
Kwarta = 4 kwaterkom	=	1 litrowi.
Kwaterka	=	0,25 litra.
Funt = 32 łutom	=	405,504 gramom.
Łut = 288 granom	=	12,672 gramom.
Gran	=	0,044 grana.
Kamień = 25 funtom	=	10,1376 kilogramom.
Centnar = 100 funtom	=	40,5604 kilogramom.
Sażen szcścienny (do drzewa)	=	5,159780352 metrom sz.

Z dniem 19 Kwietnia (1 Maja) 1849 roku, miary i wagi powyższe zostały uchylone i zastąpione miarami i wagami w Rossyi obowiązującemi.

Prussy.

Miara dawna do 1 Stycznia 1870 roku.

1 Stopa reńska = 12 calom	=	0,313853 metra
1 Cal = 12 linom	=	26,154 milimetrom.
1 Łokieć (Elle) = 25 ¹ / ₂ calom	=	0,66694 metra.
1 Lachter = 80 Calom	=	2,0924. metrom.
1 Ruthe (pręt) = 12 stóp	=	3,7662. metrom.
1 Mila = 2400 stopom	=	7532,5 metrom.
1 Morg = 180 prętom kwadratowym	=	0,2553 hektara.
1 Kwarta = 64 calom sześciennym	=	1,14503 litrom.
1 Oxhoft=1,5 Ohm=3 Eimer=6 Anker=180 kwart.=	=	2,06105 hektolir.
1 Scheffel = 16 metzen = 48 kwartom	=	0,54961 hektolira.
1 Schachtruthe = 144 stóp sześciennych	=	4,4519 metrom sz.

Rossya.

Wybrana Komisya na zebraniu ogólnem Cesarzskiego Rossyjskiego Towarzystwa Technicznego dnia 29 Stycznia 1876 roku, uznała za właściwe wyjednanie u rządu wprowadzenie obowiązkowego systemu metrycznego, z pozostawieniem bez zmian obecnie istniejącego systemu monetarnego. (Przegląd techniczny 1876 roku stronica 65).

Miary i Wagi zatwierdzone Ukazem 6 Lipca 1844 roku, w zastosowaniu od 1 Stycznia 1845 roku są następujące:

Sażen = 7 stopom = 3 arszynom	=	2,133561455 metrom.
Stopa (Stopa angielska) = 12 calom = 120 liniom	=	0,30479449 metra.
Arszyn = 16 werszkom = 28 calom	=	0,71118715 metra.
Werszek = 1,75 cala	=	4,44491969 centymetrom.
Włorota = 500 sażeni	=	1066,781 metrom.
Sażen kwadratowy	=	4,5520861 metrom kwadr.
Diesiatyna = 2400 sażeniom kwadr.	=	109,2500274 arom.
(Diesiatyna ekonomiczna 3200 sażen. kw.)	=	145,6667 arom).
Sażen sześcienny	=	9,7121519685 metrom sz.
Wiadro = 750,568 calom sześciennym.	=	12,298939 litrom.
Beczka = 40 wiadrom.	=	4,9195756 hektolitrom.
Wiadro = 8 sztofów = 10 krużkom = 100 czarkom.		
W wleźrze mleści się 30 funtów wody dystylowanej ważonej w próżni przy 13 ¹ / ₂ ° Reaum. (62° Fahrenheita = 16 ² / ₃ Celciusza).		
Czetweryk = 1601,212 cali sześciennych	=	26,237737 litrom.
Czetwert' = 8 czetwerykom = 64 garncom.	=	2,0990189867 hektolitrom.
64 wiader = 30 czetwerykom.		
(*) 1 Funt = 32 łutom = 96 zołtnikom.	=	409,52363 gramom.
1 Zołtnik = 96 dolom	=	4,265871 gramom.
1 Dola	=	0,044436 grama.
1 Pud = 40 funtom	=	16,380945 kilogramom.

(*) Objętość jednego funta wody dystylowanej ważonej w próżni = 409,964641073 centymetrom sześciennym przy 13¹/₂° Reaum. = 16²/₃ Celc.

Objętość wody przy + 4° Celc, uważane za *jedność* będzie równą: 1,00107689464 przy 16²/₃° Celc, obliczona wzorem Kopp'a na rozszerzalność wody pomiędzy 0 i 25° Celc:

$$V = (1 - 0,000061045 T. + 0,0000077183 T^2 - 0,00000093734 T^3) V^0$$

T = stopnie Celc.

$$V^0 = 1,00012309215 = \text{Objętość przy } 0^{\circ} \text{ Celc.}$$

(Woda najgęstsza przy 4,08° Celc. Pog. Annalen BdLXXID).

1 Berkowiec = 10 pudom	= 163,80945 kilogramom.
1 Funt aptekarski = $\frac{7}{8}$ handlowego = 12 uncyl =	358,33318 gramom.
1 Uncja = 8 drachmom	= 29,86110 gramom.
1 Drachma = 3 skrupułow	= 3,73264 gramom.
1 Skrupuł = 20 granom	= 1,24421 gramom.
1 Gran	= 0,06221 grama.
1 Metr = 0,46869988 sażenia.	
„ = 1,40609964 arszynom.	
„ = 22,49759429 werszkom.	
„ = 3,28089917 stopom.	
„ = 39,37079 calom (Określenie angielskie).	
1 Kilogram = 2,44186154 funtom handlowym.	
„ = 16074,4260 granom aptekarskim.	
„ = 234,41871 złotychom.	
„ = 22504,1959 dolom	

Szwecya.

1 Stopa	= 0,296901 metra.
1 Tunnländ	= 56000 stóp kwadratowych = 49,3641 arom.
1 Kanne	= 2,61718 litrom.
1 Skalpund	= 425,3395 gramom.
1 Centnar = 100 Skalpundom =	42,53395 kilogramom.

Belgia, Holandya, Włochy, Hiszpania, Grecya, Portugalia, Meksyk i inne przyjęły system metryczny bez odmian lub też ze zmianami nazw.

W następnym tablicach, pomieszczone przykłady przyczynią się do łatwiejszego obeznania z ich układem i używaniem.

13. Tablice zamiany miar krajowych na metryczne i odwrotnie metrycznych na krajowe.

A. Stopy i cale.

1) *Stopy rosyjskie (angielskie), cale i szesnastki cala w miarze metrycznej.*

Liczba.	Stopy w metrach.	Cale w milimetrach.	Cale.	Szesnastki w milimetrach.
1	0,3047945	25,3995	$\frac{1}{16}$ "	1,5875
2	0,6095890	50,7991	$\frac{1}{8}$	3,1749
3	0,9143835	76,1986	$\frac{3}{16}$	4,7624
4	1,2191780	101,5982	$\frac{1}{4}$	6,3499
5	1,5239725	126,9977	$\frac{5}{16}$	7,9374
6	1,8287670	152,3973	$\frac{3}{8}$	9,5248
7	2,1335615	177,7968	$\frac{7}{16}$	11,1123
8	2,4383559	203,1963	$\frac{1}{2}$	12,6998
9	2,7431504	228,5959	$\frac{9}{16}$	14,2872
10	3,0479449	253,9954	$\frac{5}{8}$	15,8747
11	3,3527394	279,3949	$\frac{11}{16}$	17,4622
12	3,6575339	304,7945	$\frac{3}{4}$	19,0497
13	3,9623284	330,1940	$\frac{13}{16}$	20,6371
14	4,2671229	355,5936	$\frac{7}{8}$	22,2246
15	4,5719174	380,9931	$\frac{15}{16}$	23,8121

2) *Zamiana stóp i cali*

Stopy.	0"	1"	2"	3"	4"	5"
0'	0.	0,0254	0,0508	0,0762	0,1016	0,1270
1	0,3048	0,3302	0,3556	0,3810	0,4064	0,4318
2	0,6096	0,6350	0,6604	0,6858	0,7112	0,7366
3	0,9144	0,9398	0,9652	0,9906	1,0160	1,0414
4	1,2192	1,2446	1,2700	1,2954	1,3208	1,3462
5	1,5240	1,5494	1,5748	1,6002	1,6256	1,6510
6	1,8288	1,8542	1,8796	1,9050	1,9304	1,9558
7	2,1336	2,1590	2,1844	2,2098	2,2352	2,2606
8	2,4384	2,4638	2,4892	2,5146	2,5400	2,5654
9	2,7432	2,7686	2,7939	2,8193	2,8447	2,8701
10	3,0479	3,0733	3,0987	3,1241	3,1495	3,1749
11	3,3527	3,3781	3,4035	3,4289	3,4543	3,4797
12	3,6575	3,6829	3,7083	3,7337	3,7591	3,7845
13	3,9623	3,9877	4,0131	4,0385	4,0639	4,0893
14	4,2671	4,2925	4,3179	4,3433	4,3687	4,3941
15	4,5719	4,5973	4,6227	4,6481	4,6735	4,6989
16	4,8767	4,9021	4,9275	4,9529	4,9783	5,0037
17	5,1815	5,2069	5,2323	5,2577	5,2831	5,3085
18	5,4863	5,5117	5,5371	5,5625	5,5879	5,6133
19	5,7911	5,8165	5,8419	5,8673	5,8927	5,9181
20	6,0959	6,1213	6,1467	6,1721	6,1975	6,2229
21	6,4007	6,4261	6,4515	6,4769	6,5023	6,5277
22	6,7055	6,7309	6,7563	6,7817	6,8071	6,8325
23	7,0103	7,0357	7,0611	7,0865	7,1119	7,1373
24	7,3151	7,3405	7,3659	7,3913	7,4167	7,4421
25	7,6199	7,6453	7,6707	7,6961	7,7215	7,7469
26	7,9247	7,9501	7,9755	8,0009	8,0263	8,0517
27	8,2295	8,2549	8,2802	8,3056	8,3310	8,3564
28	8,5342	8,5596	8,5850	8,6104	8,6358	8,6612
29	8,8390	8,8644	8,8898	8,9152	8,9406	8,9660
30	9,1438	9,1692	9,1946	9,2200	9,2454	9,2708
31	9,4486	9,4740	9,4994	9,5248	9,5502	9,5756
32	9,7534	9,7788	9,8042	9,8296	9,8550	9,8804
33	10,0582	10,0836	10,1090	10,1344	10,1600	10,1854
34	10,3630	10,3884	10,4138	10,4392	10,4646	10,4900
35	10,6678	10,6932	10,7186	10,7440	10,7694	10,7948
36	10,9726	10,9980	11,0234	11,0488	11,0742	11,1000
37	11,2774	11,3028	11,3282	11,3536	11,3790	11,4044
38	11,5822	11,6076	11,6330	11,6584	11,6838	11,7092
39	11,8870	11,9124	11,9378	11,9632	11,9886	12,0140

angielskich na metry.

Stopy.	6"	7"	8"	9"	10"	11"
0'	0,1524	0,1778	0,2032	0,2286	0,2540	0,2794
1	0,4572	0,4826	0,5080	0,5334	0,5588	0,5842
2	0,7620	0,7874	0,8128	0,8382	0,8636	0,8890
3	1,0668	1,0922	1,1176	1,1430	1,1684	1,1938
4	1,3716	1,3970	1,4224	1,4478	1,4732	1,4986
5	1,6764	1,7018	1,7272	1,7526	1,7780	1,8034
6	1,9812	2,0066	2,0320	2,0574	2,0828	2,1082
7	2,2860	2,3114	2,3368	2,3622	2,3876	2,4130
8	2,5908	2,6162	2,6416	2,6670	2,6924	2,7178
9	2,8955	2,9209	2,9463	2,9717	2,9971	3,0225
10	3,2003	3,2257	3,2511	3,2765	3,3019	3,3273
11	3,5051	3,5305	3,5559	3,5813	3,6067	3,6321
12	3,8099	3,8353	3,8607	3,8861	3,9115	3,9369
13	4,1147	4,1401	4,1655	4,1909	4,2163	4,2417
14	4,4195	4,4449	4,4703	4,4957	4,5211	4,5465
15	4,7243	4,7497	4,7751	4,8005	4,8259	4,8513
16	5,0291	5,0545	5,0799	5,1053	5,1307	5,1561
17	5,3339	5,3593	5,3847	5,4101	5,4355	5,4609
18	5,6387	5,6641	5,6895	5,7149	5,7403	5,7657
19	5,9435	5,9689	5,9943	6,0197	6,0451	6,0705
20	6,2483	6,2737	6,2991	6,3245	6,3499	6,3753
21	6,5531	6,5785	6,6039	6,6293	6,6547	6,6801
22	6,8579	6,8833	6,9087	6,9341	6,9595	6,9849
23	7,1627	7,1881	7,2135	7,2389	7,2643	7,2897
24	7,4675	7,4929	7,5183	7,5437	7,5691	7,5945
25	7,7723	7,7977	7,8231	7,8485	7,8739	7,8993
26	8,0771	8,1025	8,1279	8,1533	8,1787	8,2041
27	8,3818	8,4072	8,4326	8,4580	8,4834	8,5088
28	8,6866	8,7120	8,7374	8,7628	8,7882	8,8136
29	8,9914	9,0168	9,0422	9,0676	9,0930	9,1184
30	9,2962	9,3216	9,3470	9,3724	9,3978	9,4232
31	9,6010	9,6264	9,6518	9,6772	9,7026	9,7280
32	9,9058	9,9312	9,9566	9,9820	10,0074	10,0328
33	10,211	10,236	10,261	10,287	10,312	10,338
34	10,515	10,541	10,566	10,592	10,617	10,642
35	10,820	10,846	10,871	10,896	10,922	10,947
36	11,125	11,150	11,176	11,201	11,227	11,252
37	11,430	11,455	11,481	11,506	11,531	11,557
38	11,735	11,760	11,785	11,811	11,836	11,862
39	12,039	12,065	12,090	12,116	12,141	12,166

5) *Zamiana cali angiel-*

"	0	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$
0	0	1,587	3,175	4,762	6,350	7,937	9,525	11,11
1	25,40	26,99	28,58	30,16	31,75	33,34	34,93	36,51
2	50,80	52,39	53,98	55,56	57,15	58,74	60,33	61,91
3	76,20	77,79	79,38	80,96	82,55	84,14	85,73	87,31
4	101,6	103,2	104,8	106,4	108,0	109,5	111,1	112,7
5	127,0	128,6	130,2	131,8	133,4	134,9	136,5	138,1
6	152,4	154,0	155,6	157,2	158,8	160,3	161,9	163,5
7	177,8	179,4	181,0	182,6	184,2	185,7	187,3	188,9
8	203,2	204,8	206,4	208,0	209,6	211,1	212,7	214,3
9	228,6	230,2	231,8	233,4	235,0	236,5	238,1	239,7
10	254,0	255,6	257,2	258,8	260,4	261,9	263,5	265,1
11	279,4	281,0	282,6	284,2	285,8	287,3	288,9	290,5
12	304,8	306,4	308,0	309,6	311,2	312,7	314,3	315,9
13	330,2	331,8	333,4	335,0	336,6	338,1	339,7	341,3
14	355,6	357,2	358,8	360,4	362,0	363,5	365,1	366,7
15	381,0	382,6	384,2	385,8	387,4	388,9	390,5	392,1
16	406,4	408,0	409,6	411,2	412,8	414,3	415,9	417,5
17	431,8	433,4	435,0	436,6	438,2	439,7	441,3	442,9
18	457,2	458,8	460,4	462,0	463,6	465,1	466,7	468,3
19	482,6	484,2	485,8	487,4	489,0	490,5	492,1	493,7
20	508,0	509,6	511,2	512,8	514,4	515,9	517,5	519,1
21	533,4	535,0	536,6	538,2	539,8	541,3	542,9	544,5
22	558,8	560,4	562,0	563,6	565,2	566,7	568,3	569,9
23	584,2	585,8	587,4	589,0	590,6	592,1	593,7	595,3
24	609,6	611,2	612,8	614,4	616,0	617,5	619,1	620,7
25	635,0	636,6	638,2	639,8	641,3	642,9	644,5	646,1
26	660,4	662,0	663,6	665,2	666,7	668,3	669,9	671,5
27	685,8	687,4	689,0	690,6	692,1	693,7	695,3	696,9
28	711,2	712,8	714,4	715,9	717,5	719,1	720,7	722,3
29	736,6	738,2	739,8	741,3	742,9	744,5	746,1	747,7
30	762,0	763,6	765,2	766,7	768,3	769,9	771,5	773,1
31	787,4	789,0	790,6	792,1	793,7	795,3	796,9	798,5
32	812,8	814,4	816,0	817,5	819,1	820,7	822,3	823,9
33	838,2	839,8	841,4	842,9	844,5	846,1	847,7	849,3
34	863,6	865,2	866,8	868,3	869,9	871,5	873,1	874,7
35	889,0	890,6	892,2	893,7	895,3	896,9	898,5	900,1
36	914,4	916,0	917,6	919,1	920,7	922,3	923,9	925,5
37	939,8	941,4	943,0	944,5	946,1	947,7	949,3	950,9
38	965,2	966,8	968,4	969,9	971,5	973,1	974,7	976,3
39	990,6	992,2	993,8	995,3	996,9	998,5	1000	1002

skich na milimetry.

"	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$
0	12,70	14,29	15,87	17,46	19,05	20,64	22,22	23,81
1	38,10	39,69	41,27	42,86	44,45	46,04	47,62	49,21
2	63,50	65,09	66,67	68,26	69,85	71,44	73,02	74,61
3	88,90	90,49	92,07	93,66	95,25	96,84	98,42	100,0
4	114,3	115,9	117,5	119,1	120,6	122,2	123,8	125,4
5	139,7	141,3	142,9	144,5	146,0	147,6	149,2	150,8
6	165,1	166,7	168,3	169,9	171,4	173,0	174,6	176,2
7	190,5	192,1	193,7	195,3	196,8	198,4	200,0	201,6
8	215,9	217,5	219,1	220,7	222,2	223,8	225,4	227,0
9	241,3	242,9	244,5	246,1	247,6	249,2	250,8	252,4
10	266,7	268,3	269,9	271,5	273,0	274,6	276,2	277,8
11	292,1	293,7	295,3	296,9	298,4	300,0	301,6	303,2
12	317,5	319,1	320,7	322,3	323,8	325,4	327,0	328,6
13	342,9	344,5	346,1	347,7	349,2	350,8	352,4	354,0
14	368,3	369,9	371,5	373,1	374,6	376,2	377,8	379,4
15	393,7	395,3	396,9	398,5	400,0	401,6	403,2	404,8
16	419,1	420,7	422,3	423,9	425,4	427,0	428,6	430,2
17	444,5	446,1	447,7	449,3	450,8	452,4	454,0	455,6
18	469,9	471,5	473,1	474,7	476,2	477,8	479,4	481,0
19	495,3	496,9	498,5	500,1	501,6	503,2	504,8	506,4
20	520,7	522,3	523,9	525,5	527,0	528,6	530,2	531,8
21	546,1	547,7	549,3	550,9	552,4	554,0	555,6	557,2
22	571,5	573,1	574,7	576,3	577,8	579,4	581,0	582,6
23	596,9	598,5	600,1	601,7	603,2	604,8	606,4	608,0
24	622,3	623,9	625,5	627,1	628,6	630,2	631,8	633,4
25	647,7	649,3	650,9	652,5	654,0	655,6	657,2	658,8
26	673,1	674,7	676,3	677,9	679,4	681,0	682,6	684,2
27	698,5	700,1	701,7	703,2	704,8	706,4	708,0	709,6
28	723,9	725,5	727,1	728,6	730,2	731,8	733,4	735,0
29	749,3	750,9	752,5	754,0	755,6	757,2	758,8	760,4
30	774,7	776,3	777,9	779,4	781,0	782,6	784,2	785,8
31	800,1	801,7	803,3	804,8	806,4	808,0	809,6	811,2
32	825,5	827,1	828,7	830,2	831,8	833,4	835,0	836,6
33	850,9	852,5	854,1	855,6	857,2	858,8	860,4	862,0
34	876,3	877,9	879,5	881,0	882,6	884,2	885,8	887,4
35	901,7	903,3	904,9	906,4	908,0	909,6	911,2	912,8
36	927,1	928,7	930,3	931,8	933,4	935,0	936,6	938,2
37	952,5	954,1	955,7	957,2	958,8	960,4	962,0	963,6
38	977,9	979,5	981,1	982,6	984,2	985,8	987,4	989,0
39	1003	1005	1006	1008	1010	1011	1013	1014

4) *Stopy i cale angielskie kwadratowe i sześciennie w miarze metrycznej.*

Stopy kw. i sz.	Metry		Cale kw. i sz.	Centymetry	
	Kwadratowe.	Sześciennie.		Kwadratowe.	Sześciennie.
1	0,092900	0,028315	1	6,451367	16,386176
2	0,185799	0,056631	2	12,902734	32,772352
3	0,278699	0,084945	3	19,354101	49,158528
4	0,371599	0,113261	4	25,805469	65,544703
5	0,464498	0,141577	5	32,256834	81,930879
6	0,557398	0,169892	6	38,708201	98,317055
7	0,650298	0,198207	7	45,159568	114,703231
8	0,743197	0,226522	8	51,610935	131,089407
9	0,836097	0,254838	9	58,062302	147,475583
10	0,928997	0,283153	10	64,513669	163,861758

Przykład: 178,6 stóp angielskich sześciennych ilu równają się metrom sześciennym?

$$100 \text{ stóp}^3 = 2,83153$$

$$70 \text{ „} = 1,98207$$

$$8 \text{ „} = 0,22652$$

$$0,6 \text{ „} = 0,01699$$

$$178,6 \text{ stóp}^3 = 5,05711 \text{ metrom sześciennym.}$$

5) *Zamiana metrów na stopy i cale angielskie.*

Metry.	Stopy linijne.	Cale linijne.
1	3,2808992	29,3708
2	6,5617983	78,7416
3	9,8426975	118,1124
4	13,1225967	157,4832
5	16,4014958	196,8540
6	19,6853950	236,2247
7	22,9662942	275,5955
8	26,2471933	314,9663
9	29,5280925	354,3371
10	32,8089917	393,7079

6) *Tablica zmiany metrów na stopy angielskie.*

Metry.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,000	0,033	0,066	0,098	0,131	0,164	0,197	0,230	0,262	0,295
0,1	0,328	0,361	0,394	0,427	0,459	0,492	0,525	0,558	0,591	0,623
0,2	0,656	0,689	0,722	0,755	0,787	0,820	0,853	0,886	0,919	0,951
0,3	0,984	1,017	1,050	1,083	1,116	1,148	1,181	1,214	1,247	1,280
0,4	1,312	1,345	1,378	1,411	1,444	1,476	1,509	1,542	1,575	1,608
0,5	1,640	1,673	1,706	1,739	1,772	1,804	1,837	1,870	1,903	1,936
0,6	1,969	2,001	2,034	2,067	2,100	2,133	2,165	2,198	2,231	2,264
0,7	2,297	2,329	2,362	2,395	2,428	2,461	2,493	2,526	2,559	2,592
0,8	2,625	2,658	2,690	2,723	2,756	2,789	2,822	2,854	2,887	2,920
0,9	2,953	2,986	3,018	3,051	3,084	3,117	3,150	3,182	3,215	3,248
1,0	3,281	3,314	3,347	3,379	3,412	3,445	3,478	3,511	3,543	3,576
1,1	3,609	3,642	3,675	3,707	3,740	3,773	3,806	3,839	3,871	3,904
1,2	3,937	3,970	4,003	4,035	4,068	4,101	4,134	4,167	4,200	4,232
1,3	4,265	4,298	4,331	4,364	4,396	4,429	4,462	4,495	4,528	4,560
1,4	4,593	4,626	4,659	4,692	4,724	4,757	4,790	4,823	4,856	4,888
1,5	4,921	4,954	4,987	5,020	5,053	5,085	5,118	5,151	5,184	5,217
1,6	5,249	5,282	5,315	5,348	5,381	5,413	5,446	5,479	5,512	5,545
1,7	5,577	5,610	5,643	5,676	5,709	5,742	5,774	5,807	5,840	5,873
1,8	5,906	5,938	5,971	6,004	6,037	6,070	6,102	6,135	6,168	6,201
1,9	6,234	6,266	6,299	6,332	6,365	6,398	6,431	6,463	6,496	6,529
2,0	6,562	6,595	6,627	6,660	6,693	6,726	6,759	6,791	6,824	6,857
2,1	6,890	6,923	6,955	6,988	7,021	7,054	7,087	7,120	7,152	7,185
2,2	7,218	7,251	7,284	7,316	7,349	7,382	7,415	7,448	7,480	7,513
2,3	7,546	7,579	7,612	7,644	7,677	7,710	7,743	7,776	7,808	7,841
2,4	7,874	7,907	7,940	7,973	8,005	8,038	8,071	8,104	8,137	8,169
2,5	8,202	8,235	8,268	8,301	8,333	8,366	8,399	8,432	8,465	8,497
2,6	8,530	8,563	8,596	8,629	8,662	8,694	8,727	8,760	8,793	8,826
2,7	8,858	8,891	8,924	8,957	8,990	9,022	9,055	9,088	9,121	9,154
2,8	9,186	9,219	9,252	9,285	9,318	9,351	9,383	9,416	9,449	9,482
2,9	9,515	9,547	9,580	9,613	9,646	9,679	9,711	9,744	9,777	9,810
3,0	9,843	9,875	9,908	9,941	9,974	10,007	10,040	10,072	10,105	10,138
3,1	10,171	10,204	10,236	10,269	10,302	10,335	10,368	10,400	10,433	10,466
3,2	10,499	10,532	10,564	10,597	10,630	10,663	10,696	10,728	10,761	10,794
3,3	10,827	10,860	10,893	10,925	10,958	10,991	11,024	11,057	11,089	11,122
3,4	11,155	11,188	11,221	11,253	11,286	11,319	11,352	11,385	11,417	11,450
3,5	11,489	11,516	11,549	11,582	11,614	11,647	11,680	11,713	11,746	11,778
3,6	11,811	11,844	11,877	11,910	11,942	11,975	12,008	12,041	12,074	12,106
3,7	12,139	12,172	12,205	12,238	12,271	12,303	12,336	12,369	12,402	12,435
3,8	12,467	12,500	12,533	12,566	12,599	12,631	12,664	12,697	12,730	12,763
3,9	12,795	12,828	12,861	12,894	12,927	12,960	12,992	13,025	13,058	13,091

Metry.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
4,0	13,124	13,156	13,189	13,222	13,255	13,288	13,320	13,353	13,386	13,419
4,1	13,452	13,484	13,517	13,550	13,583	13,616	13,648	13,681	13,714	13,747
4,2	13,780	13,813	13,845	13,878	13,911	13,944	13,977	14,009	14,042	14,075
4,3	14,108	14,141	14,173	14,206	14,239	14,272	14,305	14,337	14,370	14,403
4,4	14,486	14,489	14,502	14,534	14,567	14,600	14,633	14,666	14,698	14,731
4,5	14,764	14,797	14,830	14,862	14,895	14,927	14,960	14,993	15,025	15,059
4,6	15,092	15,125	15,158	15,191	15,223	15,256	15,289	15,322	15,355	15,387
4,7	15,420	15,453	15,486	15,519	15,551	15,584	15,617	15,650	15,683	15,715
4,8	15,743	15,781	15,814	15,847	15,880	15,912	15,945	15,978	16,011	16,044
4,9	16,076	16,109	16,142	16,175	16,208	16,240	16,273	16,306	16,339	16,372
5,0	16,404	16,437	16,470	16,503	16,536	16,568	16,601	16,634	16,667	16,700
5,1	16,733	16,765	16,798	16,831	16,864	16,897	16,929	16,962	16,995	17,028
5,2	17,061	17,093	17,126	17,159	17,192	17,225	17,257	17,290	17,323	17,356
5,3	17,389	17,422	17,454	17,487	17,520	17,553	17,586	17,618	17,651	17,684
5,4	17,717	17,750	17,782	17,815	17,848	17,881	17,914	17,946	17,979	18,012
5,5	18,045	18,078	18,111	18,143	18,176	18,209	18,242	18,275	18,307	18,340
5,6	18,373	18,406	18,439	18,471	18,504	18,537	18,570	18,603	18,635	18,668
5,7	18,701	18,734	18,767	18,799	18,832	18,865	18,898	18,931	18,964	18,996
5,8	19,029	19,062	19,095	19,128	19,160	19,193	19,226	19,259	19,292	19,324
5,9	19,357	19,390	19,423	19,456	19,488	19,521	19,554	19,587	19,620	19,653
6,0	19,695	19,718	19,751	19,784	19,817	19,849	19,882	19,915	19,948	19,981

7) *Tablica zamiany metrów na cale angielskie.*

Metry.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,00	0,000	0,039	0,079	0,118	0,157	0,197	0,236	0,276	0,315	0,354
0,01	0,393	0,433	0,472	0,512	0,551	0,591	0,630	0,669	0,709	0,748
0,02	0,787	0,827	0,866	0,906	0,945	0,984	1,024	1,063	1,102	1,142
0,03	1,181	1,220	1,260	1,299	1,339	1,378	1,417	1,457	1,496	1,535
0,04	1,575	1,614	1,654	1,693	1,732	1,772	1,811	1,850	1,890	1,929
0,05	1,968	2,008	2,047	2,087	2,126	2,165	2,205	2,244	2,283	2,323
0,06	2,362	2,402	2,441	2,480	2,520	2,559	2,598	2,638	2,677	2,717
0,07	2,756	2,795	2,835	2,874	2,913	2,953	2,992	3,031	3,071	3,110
0,08	3,150	3,189	3,228	3,268	3,307	3,346	3,386	3,425	3,465	3,504
0,09	3,543	3,582	3,622	3,661	3,701	3,740	3,780	3,819	3,858	3,898

Metry.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,10	3,937	3,976	4,016	4,055	4,095	4,134	4,173	4,213	4,252	4,291
0,11	4,331	4,370	4,409	4,449	4,488	4,528	4,567	4,606	4,646	4,685
0,12	4,724	4,764	4,803	4,843	4,882	4,921	4,961	5,000	5,039	5,079
0,13	5,118	5,158	5,197	5,236	5,276	5,315	5,354	5,394	5,433	5,472
0,14	5,512	5,551	5,591	5,630	5,669	5,709	5,748	5,787	5,827	5,866
0,15	5,906	5,945	5,984	6,024	6,063	6,102	6,142	6,181	6,221	6,260
0,16	6,299	6,339	6,378	6,417	6,457	6,496	6,536	6,575	6,614	6,654
0,17	6,693	6,732	6,772	6,811	6,850	6,890	6,929	6,969	7,008	7,047
0,18	7,087	7,126	7,165	7,205	7,244	7,284	7,323	7,362	7,402	7,441
0,19	7,480	7,520	7,559	7,599	7,638	7,677	7,717	7,756	7,795	7,835
0,20	7,874	7,913	7,953	7,992	8,032	8,071	8,110	8,150	8,189	8,228
0,21	8,268	8,307	8,347	8,386	8,425	8,465	8,504	8,543	8,583	8,622
0,22	8,662	8,701	8,740	8,780	8,819	8,859	8,898	8,937	8,976	9,016
0,23	9,055	9,095	9,134	9,173	9,213	9,252	9,291	9,331	9,370	9,410
0,24	9,449	9,488	9,528	9,567	9,606	9,646	9,685	9,725	9,764	9,803
0,25	9,843	9,882	9,921	9,961	10,000	10,040	10,079	10,118	10,158	10,197
0,26	10,236	10,276	10,315	10,354	10,394	10,433	10,473	10,512	10,551	10,591
0,27	10,630	10,669	10,709	10,748	10,788	10,827	10,866	10,906	10,945	10,984
0,28	11,024	11,063	11,103	11,142	11,181	11,221	11,260	11,299	11,339	11,378
0,29	11,417	11,457	11,496	11,536	11,575	11,614	11,654	11,693	11,732	11,772
0,30	11,811	11,851	11,890	11,929	11,969	12,008	12,047	12,087	12,126	12,166
0,31	12,205	12,244	12,284	12,323	12,362	12,402	12,441	12,480	12,520	12,559
0,32	12,599	12,638	12,677	12,717	12,756	12,795	12,835	12,874	12,914	12,953
0,33	12,992	13,032	13,071	13,110	13,150	13,189	13,229	13,268	13,307	13,347
0,34	13,386	13,425	13,465	13,504	13,544	13,583	13,622	13,662	13,701	13,740
0,35	13,780	13,819	13,858	13,898	13,937	13,977	14,016	14,055	14,095	14,134
0,36	14,173	14,213	14,252	14,292	14,331	14,370	14,410	14,449	14,488	14,528
0,37	14,567	14,607	14,646	14,685	14,725	14,764	14,803	14,843	14,882	14,921
0,38	14,961	15,000	15,040	15,079	15,118	15,158	15,197	15,236	15,276	15,315
0,39	15,355	15,394	15,433	15,473	15,512	15,551	15,591	15,630	15,670	15,709
0,40	15,748	15,788	15,827	15,866	15,906	15,945	15,984	16,024	16,063	16,103
0,41	16,142	16,181	16,221	16,260	16,299	16,339	16,378	16,418	16,457	16,496
0,42	16,536	16,575	16,614	16,654	16,693	16,733	16,772	16,811	16,851	16,890
0,43	16,929	16,969	17,008	17,048	17,087	17,126	17,166	17,205	17,244	17,284
0,44	17,323	17,362	17,402	17,441	17,481	17,520	17,559	17,599	17,638	17,677
0,45	17,717	17,756	17,796	17,835	17,874	17,914	17,953	17,992	18,032	18,071
0,46	18,111	18,150	18,189	18,229	18,268	18,307	18,347	18,386	18,425	18,465
0,47	18,504	18,544	18,583	18,622	18,662	18,701	18,740	18,780	18,819	18,859
0,48	18,898	18,937	18,977	19,016	19,055	19,095	19,134	19,174	19,213	19,252
0,49	19,292	19,331	19,370	19,410	19,449	19,488	19,528	19,567	19,607	19,646

8) *Zamiana metrów kwadratowych i sześciennych na stopy kwadratowe i sześciennie oraz centymetrów na cale kwadratowe i sześciennie.*

Metry. kw. i sz.	Stopy angielskie		Centy- metry kw. i sz.	Cale angielskie	
	kwadratowe.	sześciennie.		kwadratowe.	sześciennie.
1	10,764299	35,316581	1	0,155006	0,061027052
2	21,528599	70,633162	2	0,310012	0,122054103
3	32,292898	105,949742	3	0,465018	0,183081155
4	43,057197	141,266323	4	0,620024	0,244108207
5	53,821497	176,582904	5	0,775030	0,305135258
6	64,585796	211,899485	6	0,930035	0,366162310
7	75,350096	247,216066	7	1,085041	0,427189362
8	86,114395	282,532647	8	1,240047	0,488216413
9	96,878694	317,849227	9	1,395053	0,549243465
10	107,642994	353,165808	10	1,550059	0,610270517

B. *Arszyny i werszki.*

1) *Zamiana arszynów, werszków i ósemek werszka na milimetry.*

Arszyny.	Milimetry.	Werszki.	Milimetry.	Werszki.	Milimetry.
1	711,1872	1	44,4492	$\frac{1}{8}$	5,5561
2	1422,3743	2	88,8984	$\frac{1}{4}$	11,1123
3	2133,5615	3	133,3476	$\frac{3}{8}$	16,6684
4	2844,7486	4	177,7968	$\frac{1}{2}$	22,2246
5	3555,9358	5	222,2460	$\frac{5}{8}$	27,7807
6	4267,1229	6	266,6952	$\frac{3}{4}$	33,3369
7	4978,3100	7	311,1444	$\frac{7}{8}$	38,8930
8	5689,4971	8	355,5936	$\frac{1}{12}$	3,7041
9	6400,6843	9	400,0428	$\frac{1}{6}$	7,4082
10	7111,8715	10	444,4920	$\frac{1}{3}$	14,8164
11	7823,0587	11	488,9412	$\frac{2}{3}$	29,6328
12	8534,2458	12	533,3904	$\frac{3}{2}$	37,0410

2) *Arszyny kwadratowe i sześciennie w Metrach.*
Werszki kwadratowe i sześciennie w Centymetrach.

Arzyny kw. i sz.	Metry		Werszki kw. i sz.	Centymetry	
	kwadratowe	sześciennie		kwadratowe.	sześciennie.
1	0,505789	0,359709	1	19,757367	87,819661
2	1,011577	0,719419	2	39,514734	175,639322
3	1,517366	1,079128	3	59,272101	263,458984
4	2,023154	1,438837	4	79,029468	351,278645
5	2,528943	1,798547	5	98,786835	439,098306
6	3,034732	2,158256	6	118,544201	526,917967
7	3,540520	2,517965	7	138,301568	614,737628
8	4,046309	2,877675	8	158,058935	702,557289
9	4,552097	3,237384	9	177,816302	790,376951
10	5,057886	3,597093	10	197,573669	878,196612

3) *Metry liniyjne, kwadratowe i sześciennie w arszynach.*

Metry.	A r s z y n y		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennie.
1	1,4061	1,977116	2,780022
2	2,8122	3,954232	5,560045
3	4,2183	5,931349	8,340067
4	5,6244	7,908465	11,120090
5	7,0305	9,885581	13,900112
6	8,4366	11,862697	16,680134
7	9,8427	13,839813	19,460157
8	11,2488	15,816930	22,240179
9	12,6549	17,794046	25,020202
10	14,0610	19,771162	27,800224

Przykład w zastosowaniu do cen. — Jeżeli jeden arszyn bieżący materji kosztuje 1,38 rsr., ile jeden metr tejże materji będzie kosztować?

Ułożwszy proporcję:

1,38 : X = 1 : 1,4061 (arszyn do metra wyrażonego w arszynach).

Z tąd

$$X = 1,38 \times 1,4061 = 1 \quad \times 1,4061 = 1,4061$$

$$0,3 \times 1,4061 = 0,4218$$

$$0,08 \times 1,4061 = 0,1125$$

1 Metr kosztować będzie 1,9401 Rsr.

4) *Centymetry liniowe, kwadratowe i sześciennie w werszkach.*

Cen- metry.	W e r s z k i		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennie.
1	0,224976	0,050614	0,011387
2	0,449952	0,101228	0,022774
3	0,674928	0,151843	0,034161
4	0,899904	0,202457	0,045548
5	1,124880	0,253071	0,056935
6	1,349856	0,303685	0,068322
7	1,574832	0,354299	0,079709
8	1,799808	0,404913	0,091096
9	2,024783	0,455528	0,102483
10	2,249759	0,506142	0,113870

C. Sażenie.

1) *Sażenie liniowe, kwadratowe i sześciennie w metrach.*

Sażenie.	M e t r y		
	linijne.	kwadratowe	sześciennie.
1	2,1336	4,55208	9,712152
2	4,2671	9,10417	19,424304
3	6,4007	13,65625	29,136456
4	8,5342	18,20834	38,848608
5	10,6678	22,76042	48,560760
6	12,8014	27,31251	58,272912
7	14,9349	31,86459	67,985064
8	17,0685	36,41668	77,697216
9	19,2021	40,96876	87,409368
10	21,3356	45,52084	97,121520

2) *Metry liniowe, kwadratowe i sześciennne w sużeniach*

Metry.	S a ż e n i e		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennne.
1	0,4687	0,219680	0,102964
2	0,9374	0,439359	0,205928
3	1,4061	0,659039	0,308891
4	1,8748	0,878718	0,411855
5	2,3435	1,098398	0,514819
6	2,8122	1,318077	0,617783
7	3,2809	1,537757	0,720747
8	3,7496	1,757437	0,823710
9	4,2183	1,977116	0,926674
10	4,6870	2,196796	1,029638

D. Miary powierzchni.

1) *Diesiątyny w hektarach i odwrotnie hektary wyrażone w deśiatynach.*

Diesiątyny.	Hektary.	Hektary.	Diesiątyny.
1	1,092500	1	0,915332
2	2,185001	2	1,830663
3	3,277501	3	2,745995
4	4,370001	4	3,661326
5	5,462501	5	4,576658
6	6,555002	6	5,491989
7	7,647502	7	6,407321
8	8,740002	8	7,322653
9	9,832502	9	8,237984
10	10,925003	10	9,153316

Przykład. Ilu deśiatynom równa się 152,52 hektarów?

100 hektarów = 91,533 deśiatynom.

50 " = 45,767 " "

2 " = 1,831 " "

0,5 " = 0,458 " "

0,02 " = 0,018 " "

152,52 hektary = 139,607 deśiatynom.

2) *Zamiana miary nowopolskiej na metryczną.*

Pręty. lin. i kw.	M e t r y		Morgi.	Hektary.
	linijne.	kwadratowe.		
1	4,320	18,6624	1	0,559872
2	8,640	37,3248	2	1,119744
3	12,960	55,9872	3	1,679616
4	17,280	74,6496	4	2,239488
5	21,600	93,3120	5	2,799360
6	25,920	111,9744	6	3,359232
7	30,240	130,6368	7	3,919104
8	34,560	149,2992	8	4,478976
9	38,880	167,9616	9	5,038848
10	43,200	186,6240	10	5,598720

3) *Zamiana miary metrycznej na nowopolską.*

Metry. lin. i kw.	P r ę t y		Hektary.	Morgi.
	linijne.	kwadratowe.		
1	0,23148	0,053578	1	1,7861225
2	0,46296	0,107157	2	3,5722451
3	0,69444	0,160735	3	5,3583676
4	0,92593	0,214313	4	7,1444902
5	1,15741	0,267892	5	8,9306127
6	1,38889	0,321470	6	10,7167353
7	1,62037	0,375048	7	12,5028578
8	1,85185	0,428627	8	14,2889803
9	2,08333	0,482205	9	16,0751029
10	2,31481	0,535783	10	17,8612254

4) *Zamiana miary koronnej na metryczną.*

Pręty lin. i kw.	M e t r y		Morgi.	Hektary.
	linijne.	kwadratowe.		
1	4,4665	19,9500	1	0,59850
2	8,9331	39,9000	2	1,19700
3	13,3996	59,8500	3	1,79550
4	17,8662	79,8000	4	2,39400
5	22,3327	99,7500	5	2,99250
6	26,7993	119,7000	6	3,59100
7	31,2658	139,6500	7	4,18950
8	35,7323	159,6000	8	4,78800
9	40,1989	179,5500	9	5,38650
10	44,6654	199,5000	10	5,98500

Metr linijny = 0,223387 pręta koronnego.

Metr kwadratowy = 0,0501253 pręta kwadratowego.

Hektar = 1,67084378 morga.

5) *Zamiana miary litewskiej na metryczną.*

Pręty. lin. i kw.	M e t r y		Morgi.	Hektary.
	linijne.	kwadratowp.		
1	4,8726	23,7422	1	0,712264
2	9,7452	47,4843	2	1,424529
3	14,6178	71,2265	3	2,136793
4	19,4904	94,9686	4	2,849058
5	24,3630	118,7108	5	3,561322
6	29,2356	142,4529	6	4,273587
7	34,1081	166,1951	7	4,985851
8	38,9807	189,9372	8	5,698115
9	43,8533	213,6794	9	6,410380
10	48,7259	237,4215	10	7,122644

Metr linijny = 0,2052296 pręta litewskiego.

Metr kwadratowy = 0,0421192 pręta kwadratowego.

Hektar = 1,40397296 morga litewskiego.

E. Miary nowopolskie.

1) *Zamiana sążni nowopolskich: liniowych, kwadratowych i sześciennych na metry.*

Sążnie n. p.	M e t r y		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennie.
1	1,728	2,9860	5,15978
2	3,456	5,9720	10,31956
3	5,184	8,9580	15,47934
4	6,912	11,9430	20,63912
	8,640	14,9299	25,79890
6	10,368	17,9159	30,95868
7	12,096	20,9019	36,11846
8	13,824	23,8879	41,27824
9	15,552	26,8739	46,43802
10	17,280	29,8598	51,59780

2) *Zamiana łokci nowopolskich: liniowych, kwadratowych i sześciennych na metry.*

łokcie n. p.	M e t r y		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennie.
1	0,576	0,331776	0,191103
2	1,152	0,663552	0,382206
3	1,728	0,995328	0,573309
4	2,304	1,327104	0,764412
5	2,880	1,658880	0,955515
6	3,456	1,990656	1,146618
7	4,032	2,322432	1,337721
8	4,608	2,654208	1,528824
9	5,184	2,985984	1,719927
10	5,760	3,317760	1,911030

3) *Zamiana stóp nowopolskich: liniowych, kwadratowych i sześciennych na metry.*

Stopy. n.-p.	M e t r y		
	linijne.	kwadratowe.	sześcienne.
1	0,288	0,082944	0,023888
2	0,576	0,165888	0,047776
3	0,864	0,248832	0,071664
4	1,152	0,331776	0,095551
5	1,440	0,414720	0,119439
6	1,728	0,497664	0,143327
	2,016	0,580608	0,167215
8	2,304	0,663552	0,191103
9	2,592	0,746496	0,214991
10	2,880	0,829440	0,238879

4) *Zamiana cali nowopolskich: liniowych, kwadratowych i sześciennych na centymetry.*

Cale n.-p.	C e n t y m e t r y		
	linijne.	kwadratowe.	sześcienne.
1	2,40	5,76	13,824
2	4,80	11,52	27,648
3	7,20	17,28	41,472
4	9,60	23,04	55,296
5	12,00	28,80	69,120
6	14,40	34,56	82,944
7	16,80	40,32	96,768
8	19,20	46,08	110,592
9	21,60	51,84	124,416
10	24,00	57,60	138,240

5) *Tablica zamiany nowopolskich*

Calc.	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''
0	0	2	4	6	8	10
1	24	26	28	30	32	34
2	48	50	52	54	56	58
3	72	74	76	78	80	82
4	96	98	100	102	104	106
5	120	122	124	126	128	130
6	144	146	148	150	152	154
7	168	170	172	174	176	178
8	192	194	196	198	200	202
9	216	218	220	222	224	226
10	240	242	244	246	248	250
11	264	266	268	270	272	274
12	288	290	292	294	296	298
13	312	314	316	318	320	322
14	336	338	340	342	344	346
15	360	362	364	366	368	370
16	384	386	388	390	392	394
17	408	410	412	414	416	418
18	432	434	436	438	440	442
19	456	458	460	462	464	466
20	480	482	484	486	488	490
21	504	506	508	510	512	514
22	528	530	532	534	536	538
23	552	554	556	558	560	562
24	576	578	580	582	584	586
25	600	602	604	606	608	610
26	624	626	628	630	632	634
27	648	650	652	654	656	658
28	672	674	676	678	680	682
29	696	698	700	702	704	706
30	720	722	724	726	728	730
31	744	746	748	750	752	754
32	768	770	772	774	776	778
33	792	794	796	798	800	802
34	816	818	820	822	824	826
35	840	842	844	846	848	850
36	864	866	868	870	872	874
37	888	890	892	894	896	898
38	912	914	916	918	920	922
39	936	938	940	942	944	946
40	960	962	964	966	968	970
41	984	986	988	990	992	994

cali z liniami na milimetry.

Calc.	6 ^m	7 ^m	8 ^m	9 ^m	10 ^m	11 ^m
0	12	14	16	18	20	22
1	36	38	40	42	44	46
2	60	62	64	66	68	70
3	84	86	88	90	92	94
4	108	110	112	114	116	118
5	132	134	136	138	140	142
6	156	158	160	162	164	166
7	180	182	184	186	188	190
8	204	206	208	210	212	214
9	228	230	232	234	236	238
10	252	254	256	258	260	262
11	276	278	280	282	284	286
12	300	302	304	306	308	310
13	324	326	328	330	332	334
14	348	350	352	354	356	358
15	372	374	376	378	380	382
16	396	398	400	402	404	406
17	420	422	424	426	428	430
18	444	446	448	450	452	454
19	468	470	472	474	476	478
20	492	494	496	498	500	502
21	516	518	520	522	524	526
22	540	542	544	546	548	550
23	564	566	568	570	572	574
24	588	590	592	594	596	598
25	612	614	616	618	620	622
26	636	638	640	642	644	646
27	660	662	664	666	668	670
28	684	686	688	690	692	694
29	708	710	712	714	716	718
30	732	734	736	738	740	742
31	756	758	760	762	764	766
32	780	782	784	786	788	790
33	804	806	808	810	812	814
34	828	830	832	834	836	838
35	852	854	856	858	860	862
36	876	878	880	882	884	886
37	900	902	904	906	908	910
38	924	926	928	930	932	934
39	948	950	952	954	956	958
40	972	974	976	978	980	982
41	996	998	1000	1002	1004	1006

6) *Zamiana metrów liniowych, kwadratowych i sześciennych
na sążnie nowopolskie.*

Metry.	S a ż n i e n o w o p o l s k i e		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennie.
1	0,578704	0,334898	0,193807
2	1,157407	0,669796	0,387613
3	1,736111	1,004694	0,581420
4	2,314815	1,339592	0,775227
5	2,893519	1,674490	0,969033
6	3,472222	2,009388	1,162840
7	4,050926	2,344286	1,356647
8	4,629630	2,679184	1,550454
9	5,208333	3,014082	1,744260
10	5,787037	3,348980	1,938067

7) *Zamiana metrów liniowych, kwadratowych i sześciennych
na łokcie nowopolskie.*

Metry.	Ł o k c i e n o w o p o l s k i e		
	linijne.	kwadratowe.	sześciennie.
1	1,73611	3,014082	5,232781
2	3,47222	6,028164	10,465562
3	5,20833	9,042245	15,698343
4	6,94444	12,056327	20,931124
5	8,68056	15,070409	26,163904
6	10,41667	18,084491	31,396685
7	12,15278	21,098573	36,629446
8	13,88889	24,112654	41,862247
9	15,62500	27,126736	47,095028
10	17,36111	30,140817	52,327809

8) *Zamiana centymetrów liniowych, kwadratowych i sześciennych na cale nowopolskie.*

Centymetry.	C a l e		
	linijne.	kwadratowe.	szoscienne.
1	0,41667	0,173611	0,072338
2	0,83333	0,347222	0,144676
3	1,25000	0,520833	0,217014
4	1,66667	0,694444	0,289352
5	2,08333	0,868056	0,361690
6	2,50000	1,041667	0,434028
7	2,91667	1,215278	0,506366
8	3,33333	1,388889	0,573704
9	3,75000	1,562500	0,651042
10	4,16667	1,736111	0,723380

F. Zestawienie niektórych miar.

1) *Wzajemne porównanie metra, arszyna i stóp*

Metr.	Arszyn.	Stopa angielska.	Stopa polska.	Stopa reńska.	Stopa wiedeńska.
1	1,40610	3,28090	3,47222	3,18621	3,16353
0,71119	1	2,33333	2,46940	2,26599	2,24986
0,30479	0,42857	1	1,05831	0,97114	0,96423
0,28800	0,40496	0,94490	1	0,91763	0,91110
0,31385	0,44131	1,02972	1,08977	1	0,99288
0,31610	0,44447	1,03710	1,09758	1,00717	1

2) *Wzajemne porównanie centymetra, werszka i cali.*

Centymetr.	Werszek.	Cal angielski.	Cal polski.	Cal reński.	Cal wiedeński.
1	0,22498	0,39371	0,41667	0,38234	0,37962
4,44492	1	1,75000	1,85205	1,69949	1,68740
2,53995	0,57143	1	1,05831	0,97114	0,96423
2,40000	0,53994	0,94490	1	0,91763	0,91110
2,61548	0,58841	1,02972	1,08977	1	0,99288
2,63419	0,59263	1,03710	1,09758	1,00717	1

3) *Wzajemne porównanie miar drożnych.*

Stopień równika.	Kilometr.	Wiorsta.	Mila geograficzna albo niemiecka.	Mila morska lub węzeł morski.	Mila angielska.
1	111,3066	104,3388	15	60	69,1640
0,00898	1	0,9374	0,1347	0,5391	0,6214
0,00958	1,0668	1	0,1438	0,5751	0,6629
0,06667	7,4204	6,9559	1	4,0000	4,6109
0,01667	1,8551	1,7390	0,2500	1	1,1527
0,01446	1,6093	1,5086	0,2169	0,8675	1

14. Tablice zamiany miar sypkich i płynnych krajowych na metryczne i odwrotnie metrycznych na krajowe.

1) Zamiana miar sypkich i płynnych rosyjskich na litry.

Garnce rosyjskie.	Litry.	Czetwertie.	Litry.	Czarki.	Litry.	Sztofy.	Litry.
0,5	1,640	1	209,802	7	0,861	3	4,612
1	3,280	2	419,804	8	0,984	4	6,149
2	6,559	3	629,706	9	1,107	5	7,687
3	9,839	4	839,608			6	9,224
4	13,119	5	1049,510			7	10,762
5	16,399	6	1259,412	Krużki.	Litry.		
6	19,678	7	1469,314	1	1,230		
7	22,958	8	1679,215	2	2,460		
		9	1889,117	3	3,690	Wiadra.	Litry.
				4	4,920	1	12,2989
Czetweryki.	Litry.	Czarki.	Litry.	5	6,149	2	24,5979
1	26,288	1	0,123	6	7,379	3	36,8968
2	52,475	2	0,246	7	8,609	4	49,1958
3	78,713	3	0,369	8	9,839	5	61,4947
4	104,951	4	0,492	9	11,069	6	73,7936
5	131,189	5	0,615			7	86,0926
6	157,426	6	0,738	Sztofy.	Litry.	8	98,3915
7	183,664			1	1,537	9	110,6905
				2	3,075	10	122,9894

2) Zamiana hektolitrów na miarę rosyjską.

Hektolitry	Czetwertie.	Wiadra.	Sztofy.
1	0,476413	8,130783	65,04626
2	0,952826	16,261565	130,09252
3	1,429239	24,392348	195,13878
4	1,905652	32,523131	260,18505
5	2,382065	40,653913	325,23131
6	2,858478	48,784696	390,27757
7	3,334891	56,915479	455,32383
8	3,811304	65,046261	520,37009
9	4,287717	73,177044	585,41635
10	4,764130	81,307827	650,46261

3) Zamiana litrów na miarę rossyjską.

Litry.	Garnce.	Krużki.	Sztopy.
1	0,30490	0,81308	0,65046
2	0,60981	1,62616	1,30093
3	0,91471	2,43923	1,95133
4	1,21962	3,25231	2,60185
5	1,52452	4,06539	3,25231
6	1,82943	4,87847	3,90278
7	2,13433	5,69155	4,55324
8	2,43923	6,50463	5,20370
9	2,74414	7,31770	5,85416
10	3,04904	8,13078	6,50463

4) Zamiana miary sypkiej i płynnej nowopolskiej na metryczną i odwrotnie.

Korce.	Hektolitry.	Hektolitry	Korce nowopolskie.	Garnce.
1	1,28	1	0,78125	25
2	2,56	2	1,56250	50
3	3,84	3	2,34375	75
4	5,12	4	3,12500	100
5	6,40	5	3,90625	125
6	7,68	6	4,68750	150
7	8,96	7	5,46875	175
8	10,24	8	6,25000	200
9	11,52	9	7,03125	225
	12,80	10	7,81250	250

5) Zamiana garnicy nowopolskich na litry.

Garnce.	Litry.	Garnce.	Litry.	Garnce.	Litry.	Garnce.	Litry.
1	4	9	36	17	68	25	100
2	8	10	40	18	72	26	104
3	12	11	44	19	76	27	108
4	16	12	48	20	80	28	112
5	20	13	52	21	84	29	116
6	24	14	56	22	88	30	120
7	28	15	60	23	92	31	124
8	32	16	64	24	96	32	128

15. Tablice zamiany wagi rosyjskiej na metryczną i odwrotnie metrycznej na rosyjską.

1) *Pudy, funty i łuty w kilogramach i gramach.*

Pody.	Kilogramy.	Funty.	Kilogramy.	Łuty.	Gramy.
1	16,381	1	0,409524	1	12,798
2	32,762	2	0,819047	2	25,595
3	49,143	3	1,228571	3	38,393
4	65,524	4	1,638094	4	51,191
5	81,905	5	2,047618	5	63,988
6	98,286	6	2,457142	6	76,786
7	114,667	7	2,866665	7	89,584
8	131,048	8	3,276189	8	102,381
9	147,428	9	3,685712	9	115,179
10	163,809	10	4,095236	10	127,976

2) *Zamiana złotych i doli na gramy.*

Zołotniki.	Gramy.	Dole.	Gramy.
1	4,265871	1	0,044436
2	8,531742	2	0,088872
3	12,797613	3	0,133309
4	17,063484	4	0,177745
5	21,329355	5	0,222181
6	25,595226	6	0,266617
7	29,861097	7	0,311053
8	34,126968	8	0,355490
9	38,392839	9	0,399926
10	42,658710	10	0,444362

3) *Kilogramy w pudach i funtach rossyjskich.*

Kilogramy.	Pudy.	Funty.
1	0,061047	2,441862
2	0,122093	4,883723
3	0,183140	7,325585
4	0,244186	9,767446
5	0,305233	12,209308
6	0,366279	14,651169
7	0,427326	17,093031
8	0,488372	19,534892
9	0,549419	21,976754
10	0,610465	24,418615

4) *Zamiana gramów na złotniki i dole.*

Gramy.	Złotniki.	Dole.
1	0,234419	22,504196
2	0,468837	45,008392
3	0,703256	67,512588
4	0,937675	90,016784
5	1,172094	112,520980
6	1,406512	135,025175
7	1,640931	157,529371
8	1,875350	180,033567
9	2,109768	202,537763
10	2,344187	225,041959

5) *Zamiana wagi aptekarskiej na gramy.*

Grany.	Gramy.	Grany.	Gramy.	Drachmy.	Gramy.	Uncye.	Gramy.
1	0,062	14	0,871	4	14,931	9	268,750
2	0,124	15	0,933	5	18,663	10	298,611
3	0,187	16	0,995	6	22,396	11	328,472
4	0,249	17	1,057	7	26,128		
5	0,311	18	1,120				
6	0,373	19	1,182				
		Skrupuły	Gramy.	Uncye.	Gramy.	Funty.	Gramy.
7	0,435	1	1,244	1	29,861	1	858,333
8	0,498	2	2,488	2	59,722	2	716,666
9	0,560			3	89,583	3	1074,999
10	0,622	Drachmy.	Gramy.	4	119,444	4	1433,333
11	0,684	1	3,733	5	149,306	5	1791,666
12	0,746	2	7,465	6	179,167	6	2149,999
13	0,809	3	11,198	7	209,028	7	2508,332
				8	238,889	8	2866,665
						9	3224,998

6) *Zamiana gramów na wagę aptekarską.*

Gramy.	Funty.	Uncye.	Drachmy.	Skrupuły.	Gramy.
1	—	—	—	—	16,07
2	—	—	—	1	12,15
3	—	—	—	2	8,22
4	—	—	1	0	4,30
5	—	—	1	1	0,37
6	—	—	1	1	16,45
7	—	—	1	2	12,52
8	—	—	2	0	8,60
9	—	—	2	1	4,67
10	—	—	2	2	0,74
20	—	—	5	1	1,49
30	—	1	0	0	2,23
40	—	1	2	2	2,98
50	—	1	5	1	3,72
60	—	2	0	0	4,47
70	—	2	2	2	5,21
80	—	2	5	1	5,95
90	—	3	0	0	6,70
100	—	3	2	2	7,44
200	—	6	5	1	14,89

Gramy.	Funty.	Uncye.	Drachmy.	Skrupuły.	Grany.
300	—	10	0	1	2,33
400	1	1	3	0	9,77
500	1	4	5	2	17,21
600	1	8	0	2	4,66
700	1	11	3	1	12,10
800	2	2	6	0	19,54
900	2	6	1	0	6,98
1000	2	9	3	2	14,43

7) *Zamiana kilogramów na funty aptekarskie.*

Kilogramy.	Funty aptekarskie.	Kilogramy.	Funty aptekarskie.
1	2,7907	6	16,7442
2	5,5814	7	19,5349
3	8,3721	8	22,3256
4	11,1628	9	25,1163
5	13,9535	10	27,9070

16. Tablice zamiany miar łączonych z wagami, krajowych na metryczne i odwrotnie metrycznych na krajowe.

1) *Stopo-funty rosyjskie wyrażone w kilogrametrach¹⁾ i odwrotnie kilogrametry w stopo-funtach.*

Stopo funty.	Kilogrametry.	Kilogrametry.	Stopo-funty.
1	0,12482	1	8,01149
2	0,24964	2	16,02298
3	0,37446	3	24,03447
4	0,49928	4	32,04596
5	0,62410	5	40,05745
6	0,74892	6	48,06894
7	0,87375	7	56,08043
8	0,99857	8	64,09192
9	1,12339	9	72,10341
10	1,24821	10	80,11490

2) *Funty na stopę angielską bieżącą, pudy na stopę angielską bieżącą i pudy na sażeń bieżący w kilogramach na metr bieżący.*

Liczba.	Kilogramy na metr.	Kilogramy na metr.	Kilogramy na metr.
1	1,34360	53,7441	7,6777
2	2,68721	107,4883	15,3555
3	4,03081	161,2324	23,0332
4	5,37441	214,9766	30,7109
5	6,71802	268,7207	38,3887
6	8,06162	322,4649	46,0664
7	9,40523	376,2090	53,7442
8	10,74883	429,9532	61,4219
9	12,09243	483,6973	69,0996
10	13,43604	537,4415	76,7774

¹⁾ Zamiast trudnego do wymawiania wyrazu kilogramo-metr, wprowadzono został już używany wyraz krótszy kilogrametr.

3) *Kilogramy na metr bieżący w funtach i pudach na stopę bieżącą i pudach na sażeń bieżący.*

Kilogramy na metr.	Funty na stopę bieżącą.	Pudy na stopę bieżącą.	Pudy na sażeń bieżący.
1	0,74427	0,01861	0,13025
2	1,48853	0,03721	0,26049
3	2,23280	0,05582	0,39074
4	2,97707	0,07443	0,52099
5	3,72133	0,09303	0,65123
6	4,46560	0,11164	0,78148
7	5,20987	0,13025	0,91173
8	5,95414	0,14885	1,04197
9	6,69840	0,16746	1,17222
10	7,44267	0,18607	1,30247

4) *Funty na cal angielski kwadratowy i na stopę angielską kwadratową oraz pudy na cal angielski kwadratowy w kilogramach na centymetr i na metr kwadratowy.*

Liczba.	Kilogramy na centymetr kwadratowy.	Kilogramy na centymetr kwadratowy.	Kilogramy na metr kwadratowy.
1	0,06348	2,53914	4,40823
2	0,12696	5,07829	8,81647
3	0,19044	7,61743	13,22470
4	0,25391	10,15657	17,63294
5	0,31739	12,69572	22,04117
6	0,38087	15,23486	26,44941
7	0,44435	17,77400	30,85764
8	0,50783	20,31315	35,26588
9	0,57131	22,85229	39,67411
10	0,63479	25,39143	44,08235

5) *Kilogramy na centymetr i na metr kwadratowy w funtach na cal i stopę angielską kwadratową i pudach na cal kwadratowy.*

Liczba.		Funty na cal kwadratowy.	Pudy na cal kwadratowy.		Funty na stopę kwadratową.
1	Kilogramy na centymetr kwadr.	15,7533	0,39383	Kilogramy na metr kwadratowy.	0,22685
2		31,5067	0,78767		0,45370
3		47,2600	1,18150		0,68055
4		63,0134	1,57534		0,90739
5		78,7667	1,96917		1,13424
6		94,5201	2,36300		1,36109
7		110,2734	2,75684		1,58794
8		126,0268	3,15067		1,81479
9		141,7801	3,54450		2,04163
10		157,5335	3,93834		2,26848

6) *Funty na cal angielski sześcienny w kilogramach na decymetr sześcienny i odwrotnie.*

Liczba.		Kilogramy na decymetr.		Funty na cal sześcienny.
1	Funty na cal sześcienny.	24,992	Kilogramy na decymetr sześcienny.	0,0400
2		49,984		0,0800
3		74,976		0,1200
4		99,968		0,1601
5		124,960		0,2001
6		149,953		0,2401
7		174,945		0,2801
8		199,937		0,3201
9		224,929		0,3601
10		249,921		0,4001

7) *Funty na stopę sześcienną oraz pudy na stopę angielską i sażeń sześcienny w kilogramach na metr sześcienny.*

Liczba.		Kilogramy na metr.		Kilogramy na metr.		Kilogramy na metr.
1	Funty na stopę sześcienną	14,4630	Pudy na stopę sześcienną	578,519	Pudy na sażeń sześcienny	1,68664
2		28,9259		1157,038		3,37329
3		43,3889		1735,557		5,05993
4		57,8519		2314,076		6,74658
5		72,3149		2892,595		8,43322
6		86,7778		3471,114		10,11987
7		101,2408		4049,633		11,80651
8		115,7038		4628,152		13,49315
9		130,1668		5206,671		15,17980
10		144,6297		5785,189		16,86644

8) *Kilogramy na metr lub decymetr sześcienny w funtach lub pudach na stopę sześcienną i pudach na sażeń sześcienny.*

Liczba.		Funty na stopę sześcienną.	Pudy na stopę sześcienną.		Pudy na sażeń sześcienny.
1	Kilogramy na decymetr sześcienny.	69,1421	1,7286	Kilogramy na metr sześcienny.	0,59289
2		138,2841	3,4571		1,18579
3		207,4262	5,1857		1,77868
4		276,5683	6,9142		2,37157
5		345,7104	8,6428		2,96447
6		414,8524	10,3713		3,55736
7		483,9945	12,0999		4,15025
8		553,1366	13,8284		4,74315
9		622,2787	15,5570		5,33604
10		691,4207	17,2855		5,92893

Przykład. Decymetr sześcienny żelaza waży 7,88 kilogramów, ile funtów waży stopa angielska sześcienna?

7	kilogramów	decymetr	sześcienny	=	483,99	funtów.
0,8	"	"	"	=	55,31	"
0,08	"	"	"	=	5,53	"

Stopa sześcienna waży 541,83 funtów.

9) *Funty na czetwert' i na korzec nowopolski w kilogramach na hektolitr.*

Liczba.		Kilogramy na hektolitr.		Kilogramy na hektolitr.
1	Funty na czetwert'	0,19510	Funty na korzec.	0,31994
2		0,39020		0,63988
3		0,58531		0,95982
4		0,78041		1,27976
5		0,97551		1,59970
6		1,17061		1,91964
7		1,36572		2,23958
8		1,56082		2,55952
9		1,75592		2,87946
10		1,95102		3,19940

10) *Kilogramy na hektolitr w funtach na czetwert' i na korzec nowopolski.*

Liczba.		Funty na czetwert'	Funty na korzec.
1	Kilogramy na hektolitr.	5,12551	3,12558
2		10,25103	6,25117
3		15,37654	9,37675
4		20,50206	12,50233
5		25,62757	15,62791
6		30,75308	18,75350
7		35,87860	21,87908
8		41,00411	25,00466
9		46,12963	28,13025
10		51,25514	31,25583

III. SYSTEM MONETARNY.

Ogólnie przyjęto za zasadę że złoto czyste, użyte do wybijania monet, jest 15,5 razy droższe od tejże samej wagi czystego srebra w skład monet srebrnych wchodzącego. Niezależnie jednak od tego prawa, wybijają się monety srebrne tak zwane *zdawkowe*, które chociaż nie posiadają wagi czystego srebra, odpowiednio do wartości nominalnej (ze względów ekonomicznych państwowych), uważane są jednak jak gdyby posiadały taką i z tego powodu są w zamian przyjmowane z monetami srebrnymi lub złotymi, posiadającymi wagę czystego srebra lub złota ściśle odpowiadającą wartości ich nominalnej. Ilość metali obcych dodana do monet czyli przymieszka nie bierze się w rachunek.

W Rosyi przyjęto za zasadę: wybijać 3072 sztuk półimperyałów lub 5120 dukatów z 45-ciu funtów czystego złota, również 1024 sztuk *Rubli srebrem* z tejże samej wagi czystego srebra. Jednostką monetarną jest *Rubel srebrem* posiadający 4 zolotniki 21 doli czystego srebra.

45 funtów rosyjskich = 18,42856335 kilogramom. We Francyi i innych państwach posiadających *franki* lub monety im równoważne innych nazw, przyjęto za zasadę: że kilogram aliażu mający 900 na 1000 czystego złota, wart jest 3100 franków, a kilogram aliażu srebra przy tychże samych warunkach (900 na 1000) wart jest 200 franków.

W Cesarstwie Niemieckiem kilogram czystego złota wart jest 2790 Reichsmarek, a kilogram czystego srebra wart 180 Reichsmarek. Moneta srebrna wybijana w państwie Niemieckiem uważa się za monetę zdawkową, jako nieposiadająca wartości nominalnej, z jednego kilograma bowiem czystego srebra wybija ją 200 zamiast 180 Reichsmarkówek.

Z zasad powyżej przytoczonych i z obliczeń bardzo ścisłych wypada że:

Złoto	}	1 Półimperyał wart jest 5 rubli $16\frac{2}{3}$ kopiejek w srebze.
		1 Dukat 3 rublowy wart jest 3 ruble 10 kopiejek w srebze.
Moneta	}	Sztuka 20 koplejkowa 11,85 kopiejek.
zdawkowa		„ 15 „ 8,89 „
		„ 10 „ 5,93 „
srebrna		„ 5 „ 2,96 „
1000 Franków warte		250,0466 Rubli srebrem.
1000 Reichsmarek warte		308,6995 „
100 Funtów szterlingów warte		630,6512 „

Dla ułatwienia obliczeń wartości monet innych kraj, w których ilość metalu czystego będzie znana, posłużyć może następująca tabelka dająca wartość w *Rublach srebrem* czystego złota lub srebra od 1 do 9 gramów.

Z ł o t o		S r e b r o	
Gramy.	Ruble srebrem.	Gramy.	Ruble srebrem.
1	0,861272	1	0,055506
2	1,722543	2	0,111132
3	2,583815	3	0,166698
4	3,445087	4	0,222264
5	4,306359	5	0,277830
6	5,167630	6	0,333396
7	6,028902	7	0,388961
8	6,890174	8	0,444527
9	7,751445	9	0,500093

Jako przykład posłużyć może obliczenie wartości 1) *Funta-szterlinga* angielskiego, posiadającego: 7,3223259 gramów czystego złota:

7,0	gramów	6,028902	Rsr.
0,3	"	0,258382	"
0,02	"	0,017225	"
0,003	"	0,001723	"
0,0003	"	0,000258	"
0,00002	"	0,000017	"
0,000005	"	0,000004	"
0,0000009	"	0,000001	"

Funt szterling wart

6,306512 Rubli srebrem

2) Rejchsmarka niemiecka w srebrze ma 5 gramów czystego srebra, warta jest zatem 27,783 kopiejek.

17) Wartość główniejszych jednostek monetarnych krajowych i zagranicznych.

Metal zasadniczy.	Pochodzenie i nazwa.	Ruble srebrem.	Reichsmarki.	Franki.	Funtyszterlingi.
<i>Rossya.</i>					
Złoto Srebro	Półimperyal (*)	5,1667	16,7369	20,6628	0,81926
	Dukat 3 Rublowy (**)	3,1000	10,0421	12,3977	0,49156
	Rubel srebrem = 100 kopiejkom	1	3,2394	3,9993	0,15857
<i>Niemcy od 1871 r. i 1873 r.</i>					
Złoto	Reichsmarka = 100 pfenigom . .	0,3087	1	1,2347	0,04895
<i>Austro-Węgry od 1867 i 1870 r.</i>					
Złoto i srebrne 2 F. i 1 F.	Floren = 100 centom	0,6174	2,0000	2,4691	0,09790
<i>Francya i inne państwa.</i>					
Zł. i srb. 5 frank.	Frank = 100 centynom	0,2500	0,8100	1	0,03965
<i>Anglia od 1870 r.</i>					
Złoto	Funt szterling = 20 szylingom .	6,3065	20,4293	25,2213	1
Srebro	Szyling = 12 pensom	0,3153	1,0215	1,2611	0,05000
Srebro	Pens	0,0263	0,0851	0,1051	0,00417
<i>Holandya od 1847 i 1849 r.</i>					
Srebro	Floren 100 centom	0,5251	1,7010	2,1000	0,08326
<i>Szwecya i Dania od 1873 r.</i>					
Złoto	Krona = 100 ore	0,3473	1,1249	1,3888	0,05507
<i>Ameryka północna od 1873 r.</i>					
Złoto	Dolar = 100 centom	1,2959	4,1978	5,1825	0,20548
<i>Turcya od 1844 r.</i>					
Złoto	Piastr	0,0570	0,1845	0,2278	0,00903
<i>Brazylia.</i>					
Złoto	Milreis	0,7076	2,2921	2,8297	0,11219
Srebro	2000 reisów (od 1867 r.)	1,2502	4,0500	5	0,19825

(*) W Rossyi przyjęto liczyć półimperyal = 5 Rsr. 15 kop., a dukat 3 rublowy = 3 Rsr. 9 kop. w srebrze, czyli złoto 15,45 razy droższe od srebra.

IV. TABLICE WAGI NIEKTÓRYCH BARDZIEJ UŻYWA-
NYCH MATERIAŁÓW.

18. Ciężar właściwy (gatunkowy) niektórych ciał.

NAZWA.	Kilogramy. Waga decymetra sześciennego lub litra.	NAZWA.	Kilogramy. Waga decymetra sześciennego lub litra.
Alabaster europejski	1,874	Kryształ St-Gobau	2,488
„ „ wschodni	2,730	Kwarc	1,24—2,61
Aluminium	1,56—2,67	Łód od 0,916 do	0,927
Alun	1,753	Łupek	2,854
Amioniak	0,897	Masło	0,942
Antracyt	1,800	Metal dzwonowy	8,813
Antymon lany	6,72	„ „ działowy	8,788
Arszenik	5,67	Molibden	8,611
Asfalt	1,336	Miedź lana	8,788
Bazalt z Auvergne	2,422	„ „ kuta	8,88—8,95
Bismut	9,822	„ „ w drucie	8,879
Bursztyn	1,06—1,11	Marmur od 2,20 do	2,87
Brąz starożytny	9,200	„ „ Syberyjski	2,728
Cukier	1,606	„ „ Karraryjski	2,717
Cynk	7,19	Mosiądz lany	8,395
Cyna od 7,291 do	7,307	„ „ w drucie	8,544
Ciało ludzkie	1,066	Nikiel (lany)	8,279
Diamant	3,50—3,53	Ołów	11,352
Drzewo korkowe	0,240	Perły	2,759
Fosfor	1,77	Pumeks (średnio)	0,915
Galena (kruszec ołow.)	7,5	Platyna kuta	20,337
Gutaperka	0,966	„ „ walcowana	22,670
Gлина	1,93	„ „ w drucie	21,042
Granit	2,728	Porfir czerwony	2,765
Grafit	2,50	Porcelana od 2,38 do	2,49
Jęczmień	1,278	Proch wojenny na miarę	0,858
Jod	4,948	Pazienica	1,346
Kauczuk	0,933	Siarka	2,086
Kobalt	7,812	Smoła	1,15
Kość słoniowa	1,917	Szkło butelkowe	2,73
Koral	2,689	„ „ szybowe	2,642
Krzemień zwyczajny	2,3—2,7	„ „ kryształowe	2,89
Koks od 0,34 do (na miarę)	0,40	„ „ zwierciadłowe	3,465
Kość od 1,799 do	1,997	„ „ flintglas	3,329

NAZWA.	Kilogramy. Waga decymetra sześciennego lub litra.	NAZWA.	Kilogramy. Waga decymetra sześciennego lub litra.
Sól kuchenna.....	2,10—2,17	Benzyna.....	0,850
Srebro lane.....	10,474	Eter siarczany.....	0,730
„ kute.....	10,511	Kwas azotny dymiący...	1,52
Stal kuta na zimno niehartowana.....	7,840	„ solny (C ₁₂ H ₁₀)...	1,208
„ hartowana.....	7,818	„ siarczany przy 66°	1,848
„ nie klepana i nie hartowana.....	7,833	Mleko oslicy.....	1,0355
„ nie klepana, hartowana.....	7,816	„ owcy.....	1,0409
Tłuszcz.....	0,93	„ kozy.....	1,0341
Węgiel z drzewa iglastego	0,28—0,44	„ kobiety.....	1,0203
„ z dębiny.....	0,573	„ krowy.....	1,0324
„ kamienny.....	1,21—1,51	Oliwa.....	0,916
„ „ na miarę	0,80	Olej migdałowy.....	0,917
„ „ brunatny	1,22—1,33	„ wielorybi.....	0,923
Wosk.....	0,97	„ lniany.....	0,940
Żelazo kute w sztabach	7,788	„ rzepakowy przy 15°C	0,918
„ lane.....	7,207	Piwo.....	1,024
Złoto czyste lane.....	19,258	Woda dystylowana przy 4°C.....	1,000
„ „ kute.....	19,362	Wino z Bordeaux.....	0,994
Żywica sosnowa.....	1,073	„ Burgundzkie.....	0,991
		„ Szampańskie.....	0,962
		„ Madera.....	1,038
		„ Reńskie.....	0,992
Ciała płynne.		Rtęć (merkuryusz) przy 0°C.....	13,5959
Alkohol bezwodny.....	0,795		

19. Ciężar metra sześciennego niektórych ciał w przemyśle używanych.

(Z wykładu wytrzymałości materiałów p. W. Klugera; Paryż, 1876).

	NAZWISKO CIAŁA.	Ciężar metra sz.	
		od Kilogra.	do Kilogra.
Woda	dystylowana i deszczowa.....	—	1000
	rzeczna.....	—	1000
	studzienna.....	1000	1014
	morska.....	1028	1042

NAZWISKO CIAŁA.	Ciężar metra sz.	
	Pod Kilogr.	do Kilogr.
Ziemia piaszczysta	614	643
Pruchnica	828	857
Torf { suchy	514	—
{ wilgotny	785	—
Ziemia roślinna	1214	1285
Rędzina twarda żwirowata	1357	1428
Szlam rzeczny	1642	—
Il gliniasty	1656	1799
Margiel	1571	1656
Piasek { drobny i suchy	1399	1442
{ drobny i wilgotny	1900	—
{ gliniasty	1713	1799
{ rzeczny wilgotny	1771	1856
Zwir kamienisty	1371	1485
Gruba ziemia zmieszana z piaskiem i ze żwirem	1860	—
Ziemia zmieszana z małymi kamieniami	1910	—
Gлина zmieszana z tufem wapiennym zwanym martwicą	1990	—
Ziemia tłusta zmieszana z kamykami	2290	—
Odlamki skał	1571	1713
Cement z ziemi palonej	1171	1228
Żuzle fryszerskie	771	985
Żuzel wielkopieczowy szklisty	1428	1485
Puzzolana naturalna	1085	1228
Trass holenderski	1071	1085
Pumeks	577	928
Wapno { gryzące natychmiast po wypaleniu	800	857
{ zgaszone w cieście twardem	1328	1428
Zaprawa z wapna i { z piasku	1856	2142
{ z cementu	1656	1713
{ z żendry	1128	1214
{ z żuzli	1859	1942
Cegła	1000	1471
Kreda	1214	1285
Kamień ciosowy { miękki	1142	1713
{ kruchy	1713	1999
{ wapienny miękki	2142	3284
{ wapienny twardy	2284	2427
{ bardzo zbity	2499	2713
Alabaster, marmur, okruczowiec	2199	2870
Małżowiec tłuspat	3084	3184
Gips (starczan { surowy i alabaster gipsowy	1899	2299
{ tłuczony	1199	1228
{ przesiany	1242	1357
{ gazony wilgotny	1571	1599
{ gazony suchy	1399	1414
Mur świeży z kamieni polnych	2240	—
Mur świeży z cegły	1870	—
Baryta	4284	4624

NAZWISKO CIAŁA.	Ciężar metra sz.	
	od Kilogr.	do Kilogr.
Kwarc, kamień młyński dziurkowany	1242	1285
Kwarc, kamień młyński zbity.	2485	2613
Kwarc szklisty, hyalinowy	2642	2656
Piaskowiec budowlany	1928	2970
Piaskowiec do brukowania	2427	2613
Kwarc smołowiec	2042	2656
Ziepieniec krzemienisty.	2570	2927
Jaspis	2356	2813
Feldspat	2570	2742
Trapp-rogowiec, kamień probierski	2699	2742
Porfir, ofit serpentyn, ospowiec	2756	2927
Łojek, słońniec, chloryt czyli zielonka	2613	2784
Serpentyn (węzowiec).	2770	2856
Garkowiec.	2742	2856
Granit, syenit, gnejs	2356	2956
Granit marmurowy.	2799	3056
Mikka (Iyszczyk).	2570	2927
Amiant	1556	1785
Łupek ilasty	1813	2784
Łupek dachowy	2742	2856
Tremmatod, kamień wulkaniczny	1928	2642
Lawy kamienne, bazalty	2756	3056
Martwice wulkaniczne	1214	1385
Żule wulkaniczne	785	885
Węgiel kamienny.	942	1328
Drzewa.		
Morela.	771	—
Akacya	785	800
Mahon	785	914
Jarzębina	871	885
Migdał.	110	—
Judaszkowiec	685	—
Olśnyca	543	800
Brzoza	700	714
Czeresnia	571	—
Bukspan	900	1328
Cedr.	557	1314
Wiąz pospolita	714	743
Grab	857	871
Kasztan słodki	757	—
Dąb zwyczajny świąty	685	—
Dąb zwyczajny suchy.	1000	1157
Pigwa	785	914
Dereń	700	985
Leszczyna	600	—
Klon.	628	757
Jesion	785	—
Jalowiec.	543	557

NAZWISKO CIAŁA.	Ciężar metra sz.	
	od Kilogr.	do Kilogr.
Buk	714	857
Cia	771	814
Kasztan dziki, gorzki	657	—
Modrzew	657	—
Morwa	882	900
Orzech	600	743
Oliwne drzewo	914	928
Wiąz	743	942
Łozina	543	—
Topola	371	614
Sosna pospolita	814	828
Jawor	628	714
Grusza	657	714
Jabłoń	757	800
Sliwa	711	—
Jodła	528	557
Świerk	671	—
Wierzba	571	585
Jarzębina pospolita	743	—
Bez	685	700
Lipa	557	600

20. Gęstość i waga niektórych gazów przy 0° Celcjusza i przy ciśnieniu 76 cm. kolumny barometrycznej.

NAZWISKO GAZU.	Gęstość oznaczona przez do- świadczenie.	Waga 1 litra czyli 1 decy- metra sze- ściennego. Gramy.
Wodor (Regnault)	0,08926	0,08958
Amoniak (Biot i Arago)	0,597	0,761
Para wodna (Gay-Lussac)	0,6235	0,806
Tlenek węgla (Wrede)	0,968	1,254
Azot (Regnault)	0,9714	1,256167
Powietrze (Regnault)	1,0000	1,293187
Tlen (Regnault)	1,1056	1,429802
Gaz chlorowodorny (Biot i Gay-Lussac)	1,278	1,635
Kwas węglowy (Regnault)	1,529	1,977414
Cyan (Gay-Lussac)	1,806	2,330
Chlor (Gay-Lussac i Thenard)	2,470	3,18

Waga litra gazu przy temperaturze t (Cels) i wysokości barometrycznej H (w milimetrach) otrzykuje się, oznaczając przez d , wagę umieszczoną w kolumnie tablicy odpowiadającą danemu gazowi, przez następujący wzór:

$$\text{Waga} = d \times \frac{1}{1 \times \alpha t} \times \frac{H}{760}; \text{gdzie } \alpha = 0,00367.$$

21. Waga w przybliżeniu niektórych zbóż i ciał sypkich.

N A Z W A.	Hektolitra w kilogram.	Korca w font. rossyjskich.
Groch	82 —85	257—267
Gryka	61,5—64	193—200
Jęczmień	61,5—64,5	192—202
Kartofle z czubem	79,5—89,5	248—280
Koniczyna	82 —82,5	257—258
Owies	44 —47,5	138—148
Pszonica	77,5—81	242—253
Proso	73 —73,5	228—229
Krzepak zimowy	71,5—72	223—224
Szoprek	82 —83	163—165
Zyto	70 —73	218—228
Wapno czyste	207 —240	648—749
„ wypalone	125 —128	392—399
„ lasowane	124 —126	387—393
Węgiel kamienny	76	238

22. Waga 1 metra kwadratowego blachy n milimetrów grubej różnych metali, lub n decymetrów sześciennych w kilogramach.

Grubość w milimetr. n	Żelazo kute kg.	Żelazo lane kg.	Stal lana kg.	Miedź kg.	Mosiądz kg.	Cynk kg.	Olw kg.
1	7,78	7,21	7,87	8,90	8,55	6,90	11,4
2	15,56	14,42	15,74	17,80	17,10	13,80	22,8
3	23,34	21,63	23,61	26,70	25,65	20,70	34,2
4	31,12	28,84	31,48	35,60	34,20	27,60	45,6
5	38,90	36,05	39,35	44,50	42,75	34,50	57,0
6	46,68	43,26	47,22	53,40	51,30	41,40	68,4
7	54,46	50,47	55,09	62,30	59,85	48,30	79,8
8	62,24	57,68	62,96	71,20	68,40	55,20	91,2
9	70,02	64,89	70,83	80,10	76,95	62,10	102,6
10	77,80	72,10	78,70	89,00	85,50	69,00	114,0

Grubość w milimetr. n	Żelazo kute kg.	Żelazo lane kg.	Stal lana kg.	Miedź kg.	Mosiądz kg.	Cynk kg.	Olów kg.
11	85,58	79,31	86,57	97,90	94,05	75,90	125,4
12	93,36	86,52	94,44	106,80	102,60	82,80	136,8
13	101,14	93,73	102,31	115,70	111,15	89,80	148,2
14	108,92	100,94	110,18	124,60	119,70	96,60	159,6
15	116,70	108,15	118,05	133,50	128,25	103,50	171,0
16	124,48	115,36	125,92	142,40	136,80	110,40	182,4
17	132,26	122,57	133,79	151,30	145,35	117,30	193,8
18	140,04	129,78	141,66	160,20	153,90	124,20	205,2
19	147,82	136,99	149,53	169,10	162,45	131,10	216,6
20	155,60	144,20	157,40	178,00	171,00	138,00	228,0

22a. Waga 1 metra kwadratowego blachy *n* milimetrów grubej lub *n* decymetrów sześciennych różnych metali, w funtach rosyjskich.

n	Żelazo kute.	Żelazo lane.	Miedź kuta.	Brąz maszynowy.	Mosiądz.
1	19,02	17,60	21,68	21,13	20,58
2	38,03	35,20	43,36	42,26	41,16
3	57,05	52,80	65,04	63,39	61,73
4	76,07	70,39	86,73	84,52	82,31
5	95,09	87,99	108,41	105,65	102,89
6	114,10	105,59	130,09	126,78	123,47
7	133,12	123,19	151,77	147,91	144,04
8	152,14	140,79	173,45	169,04	164,62
9	171,16	158,39	195,13	190,17	185,20
10	190,17	175,98	216,81	211,29	205,78

23. Skala belgijska blachy cynkowej.

Nr.	Grubość w milimetrach.	1 Metr kwadratowy waży kilogr.	Nr.	Grubość w milimetrach.	1 Metr kwadratowy waży kilogr.	Nr.	Grubość w milimetrach.	1 Metr kwadratowy waży kilogr.
1	0,100	0,69	10	0,570	3,99	19	1,701	11,91
2	0,146	1,02	11	0,664	4,65	20	1,890	13,23
3	0,193	1,36	12	0,759	5,31	21	2,079	14,55
4	0,240	1,68	13	0,853	5,97	22	2,267	15,87
5	0,287	2,01	14	0,947	6,63	23	2,456	17,19
6	0,334	2,34	15	1,041	7,29	24	2,644	18,51
7	0,381	2,67	16	1,136	7,95	25	2,833	19,83
8	0,429	3,00	17	1,224	8,27	26	3,021	21,15
9	0,476	3,33	18	1,313	10,50			

Blachy cynkowe są 0,81m × 2,25m, lub 1m × 2,25m.

24. Skale drutów, blach i płaskiego żelaza.

Grubość w milimetrach.

Numer angielski i francuski.	Skali angielskiej do drutu, blachy i płask. żelaza. mm.	Skali francuskiej do drutów. mm.	Nowy niemiecki do drutów.		Numer francuski i angielski.	Skali angielskiej do drutu, blachy i płask. żelaza. mm.	Skali francuskiej do drutów. mm.	Nowy niemiecki do drutów.	
			Numer.	Grubość. mm.				Numer.	Grubość mm.
1	7,62	0,60	5	0,5	16	1,65	2,70	22	2,2
2	7,21	0,70	5,5	0,55	17	1,47	3,00	24	2,4
3	6,58	0,80	6	0,6	18	1,24	3,40	26	2,6
4	6,05	0,90	6,5	0,65	19	1,07	3,80	30	3
5	5,59	1,00	7	0,7	20	0,88	4,40	34	3,4
6	5,15	1,10	8	0,8	21	0,81	4,90	38	3,8
7	4,57	1,20	9	0,9	22	0,71	5,40	42	4,2
8	4,19	1,30	10	1	23	0,63	5,90	46	4,6
9	3,76	1,40	11	1,1	24	0,56	6,40	50	5
10	3,40	1,50	12	1,2	25	0,51	7,00	55	5,5
11	3,05	1,60	13	1,3	26	0,46	7,60	60	6
12	2,76	1,80	14	1,4	27	0,41	8,20	70	7
13	2,41	2,00	16	1,6	28	0,36	8,80	80	8
14	2,10	2,20	18	1,8	29	0,33	9,40	90	9
15	1,83	2,40	20	2	30	0,30	10,00	100	10

25. Żelazo płaskie.

Waga 1 metra bieżącego w kilogramach.

Grubość w milimetrach.	Szerokość w milimetrach.										
	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25	26
1	0,079	0,093	0,109	0,117	0,125	0,140	0,156	0,171	0,187	0,195	0,203
2	0,156	0,187	0,218	0,234	0,249	0,280	0,312	0,343	0,374	0,390	0,405
3	0,234	0,280	0,327	0,351	0,374	0,421	0,467	0,514	0,561	0,584	0,608
4	0,312	0,374	0,436	0,467	0,499	0,561	0,623	0,686	0,748	0,779	0,810
5	0,390	0,467	0,545	0,584	0,623	0,701	0,779	0,857	0,935	0,974	1,013
6	0,467	0,561	0,654	0,701	0,748	0,841	0,935	1,028	1,122	1,169	1,215
7	0,545	0,654	0,763	0,818	0,872	0,982	1,091	1,200	1,309	1,363	1,418
8	0,623	0,748	0,872	0,935	0,997	1,122	1,246	1,371	1,496	1,558	1,620
9	0,701	0,841	0,982	1,051	1,122	1,262	1,402	1,542	1,683	1,753	1,823
10	0,779	0,935	1,091	1,169	1,248	1,402	1,558	1,714	1,870	1,948	2,025
11	0,857	1,028	1,200	1,285	1,371	1,542	1,714	1,885	2,057	2,142	2,228
12	0,935	1,122	1,309	1,402	1,496	1,683	1,870	2,057	2,244	2,337	2,430
13	1,013	1,215	1,418	1,519	1,620	1,823	2,025	2,228	2,430	2,532	2,633
14	1,091	1,309	1,527	1,636	1,745	1,963	2,181	2,399	2,617	2,727	2,836
15	1,169	1,402	1,636	1,753	1,870	2,103	2,337	2,571	2,804	2,921	3,038
16	1,246	1,496	1,745	1,870	1,994	2,244	2,493	2,742	2,991	3,116	3,241
17	1,324	1,589	1,854	1,986	2,119	2,384	2,649	2,913	3,179	3,311	3,443
18	1,402	1,683	1,963	2,103	2,244	2,524	2,804	3,085	3,365	3,506	3,646
19	1,480	1,776	2,072	2,220	2,368	2,664	2,960	3,256	3,552	3,700	3,848
20	1,558	1,870	2,181	2,337	2,493	2,804	3,116	3,428	3,739	3,895	4,051
21	1,636	1,963	2,290	2,454	2,617	2,945	3,272	3,599	3,926	4,090	4,253
22	1,714	2,057	2,399	2,571	2,742	3,085	3,428	3,770	4,113	4,285	4,456
23	1,792	2,150	2,508	2,688	2,867	3,225	3,585	3,942	4,300	4,479	4,658
24	1,870	2,244	2,617	2,804	2,991	3,365	3,739	4,113	4,487	4,674	4,861
25	1,948	2,337	2,727	2,921	3,116	3,506	3,895	4,285	4,674	4,869	5,064
26	2,025	2,430	2,836	3,038	3,241	3,646	4,051	4,456	4,861	5,064	5,266
27	2,103	2,524	2,945	3,155	3,365	3,786	4,207	4,627	5,048	5,258	5,469
28	2,181	2,617	3,054	3,272	3,490	3,926	4,362	4,799	5,235	5,453	5,671
29	2,259	2,711	3,163	3,389	3,615	4,066	4,518	4,970	5,422	5,648	5,874
30	2,337	2,804	3,272	3,506	3,739	4,207	4,674	5,141	5,609	5,843	6,076
31	2,415	2,898	3,381	3,622	3,864	4,347	4,830	5,313	5,796	6,037	6,279
32	2,493	2,991	3,490	3,739	3,988	4,487	4,986	5,484	5,983	6,232	6,481
33	2,571	3,085	3,599	3,856	4,113	4,627	5,141	5,656	6,170	6,427	6,684
34	2,649	3,178	3,708	3,973	4,238	4,767	5,297	5,827	6,357	6,622	6,886
35	2,727	3,272	3,817	4,090	4,362	4,908	5,453	5,998	6,544	6,816	7,089
36	2,804	3,365	3,926	4,207	4,487	5,048	5,609	6,170	6,731	7,011	7,291
37	2,882	3,459	4,035	4,323	4,612	5,188	5,765	6,341	6,918	7,206	7,494
38	2,960	3,552	4,144	4,440	4,736	5,328	5,920	6,512	7,104	7,401	7,697
39	3,038	3,646	4,253	4,557	4,861	5,469	6,076	6,684	7,291	7,595	7,899
40	3,116	3,739	4,362	4,674	4,986	5,609	6,232	6,855	7,478	7,790	8,102
41	3,194	3,833	4,471	4,791	5,110	5,749	6,388	7,027	7,665	7,985	8,304
42	3,272	3,926	4,581	4,908	5,235	5,889	6,544	7,198	7,852	8,180	8,507
43	3,350	4,020	4,690	5,025	5,360	6,029	6,699	7,369	8,039	8,374	8,709
44	3,428	4,113	4,799	5,141	5,484	6,170	6,855	7,541	8,226	8,569	8,912
45	3,506	4,207	4,908	5,258	5,609	6,310	7,011	7,712	8,413	8,764	9,114

Żelazo płaskie.

Waga 1 metra bieżącego w kilogramach.

Grubość w milime- trach.	Szerokość w milimetrach.										
	28	30	32	34	35	36	38	40	42	44	45
1	0,218	0,234	0,249	0,265	0,273	0,280	0,296	0,312	0,327	0,343	0,351
2	0,436	0,467	0,499	0,530	0,545	0,561	0,592	0,623	0,654	0,686	0,701
3	0,654	0,701	0,748	0,795	0,818	0,841	0,888	0,935	0,981	1,028	1,052
4	0,872	0,935	0,997	1,059	1,091	1,122	1,184	1,249	1,309	1,371	1,402
5	1,091	1,169	1,246	1,324	1,363	1,402	1,480	1,568	1,636	1,714	1,753
6	1,309	1,402	1,496	1,589	1,636	1,683	1,776	1,870	1,963	2,057	2,103
7	1,527	1,636	1,745	1,854	1,909	1,963	2,072	2,181	2,290	2,399	2,454
8	1,745	1,870	1,994	2,119	2,181	2,244	2,368	2,493	2,617	2,742	2,804
9	1,963	2,103	2,244	2,384	2,454	2,524	2,664	2,804	2,945	3,085	3,155
10	2,181	2,337	2,493	2,649	2,727	2,804	2,960	3,116	3,272	3,428	3,506
11	2,399	2,571	2,742	2,913	2,999	3,085	3,256	3,428	3,599	3,770	3,856
12	2,617	2,804	2,991	3,178	3,272	3,365	3,552	3,739	3,926	4,113	4,207
13	2,836	3,038	3,241	3,443	3,544	3,646	3,848	4,051	4,253	4,456	4,557
14	3,054	3,272	3,490	3,708	3,817	3,926	4,144	4,362	4,581	4,799	4,908
15	3,272	3,506	3,739	3,973	4,090	4,207	4,440	4,674	4,908	5,141	5,258
16	3,490	3,739	3,988	4,238	4,362	4,487	4,736	4,986	5,235	5,484	5,609
17	3,708	3,973	4,238	4,503	4,635	4,767	5,032	5,297	5,562	5,827	5,959
18	3,926	4,207	4,487	4,767	4,908	5,048	5,328	5,609	5,889	6,170	6,310
19	4,144	4,440	4,736	5,032	5,180	5,328	5,624	5,920	6,216	6,512	6,660
20	4,362	4,674	4,986	5,297	5,453	5,609	5,920	6,232	6,544	6,855	7,011
21	4,581	4,907	5,235	5,562	5,726	5,889	6,216	6,544	6,871	7,198	7,362
22	4,799	5,141	5,484	5,827	5,998	6,170	6,512	6,855	7,198	7,541	7,712
23	5,017	5,375	5,733	6,092	6,271	6,450	6,808	7,167	7,525	7,883	8,063
24	5,235	5,609	5,983	6,357	6,544	6,731	7,104	7,478	7,852	8,226	8,413
25	5,453	5,843	6,232	6,622	6,816	7,011	7,401	7,790	8,180	8,569	8,764
26	5,671	6,076	6,481	6,886	7,089	7,291	7,697	8,102	8,507	8,912	9,114
27	5,889	6,310	6,731	7,151	7,362	7,572	7,993	8,413	8,834	9,255	9,465
28	6,107	6,544	6,980	7,416	7,634	7,852	8,289	8,725	9,161	9,597	9,815
29	6,325	6,777	7,229	7,681	7,907	8,133	8,585	9,036	9,488	9,940	10,17
30	6,544	7,011	7,478	7,946	8,180	8,413	8,881	9,348	9,815	10,28	10,52
31	6,762	7,245	7,728	8,210	8,452	8,694	9,176	9,660	10,14	10,63	10,87
32	6,980	7,478	7,976	8,476	8,724	8,974	9,472	9,971	10,47	10,97	11,22
33	7,198	7,712	8,226	8,740	8,997	9,254	9,768	10,28	10,80	11,31	11,57
34	7,416	7,946	8,476	9,006	9,270	9,534	10,06	10,59	11,12	11,65	11,92
35	7,634	8,180	8,724	9,270	9,543	9,816	10,36	10,91	11,45	12,00	12,27
36	7,852	8,413	8,974	9,534	9,816	10,10	10,66	11,22	11,78	12,34	12,62
37	8,070	8,647	9,224	9,800	10,09	10,38	10,95	11,53	12,11	12,68	12,97
38	8,289	8,881	9,472	10,06	10,36	10,66	11,25	11,84	12,43	13,02	13,32
39	8,507	9,114	9,722	10,33	10,63	10,94	11,54	12,15	12,76	13,37	13,67
40	8,725	9,348	9,972	10,59	10,91	11,22	11,84	12,46	13,09	13,71	14,02
41	8,943	9,582	10,22	10,86	11,18	11,50	12,14	12,78	13,41	14,05	14,37
42	9,161	9,815	10,47	11,12	11,45	11,78	12,43	13,09	13,74	14,40	14,72
43	9,379	10,05	10,72	11,39	11,72	12,06	12,73	13,40	14,07	14,74	15,07
44	9,597	10,28	10,97	11,65	12,00	12,34	13,02	13,71	14,40	15,08	15,42
45	9,815	10,52	11,22	11,92	12,27	12,62	13,32	14,02	14,72	15,42	15,77

Żelazo płaskie.

Waga 1 metra bieżącego w kilogramach.

Grubość w milime- trach.	Szerokość w milimetrach.										
	46	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1	0,358	0,374	0,390	0,428	0,467	0,506	0,545	0,584	0,623	0,662	0,701
2	0,717	0,748	0,779	0,857	0,935	1,013	1,091	1,169	1,246	1,324	1,402
3	1,075	1,122	1,169	1,285	1,402	1,519	1,636	1,753	1,870	1,986	2,103
4	1,433	1,496	1,558	1,714	1,870	2,025	2,181	2,337	2,493	2,649	2,804
5	1,792	1,870	1,948	2,142	2,337	2,532	2,727	2,921	3,116	3,311	3,506
6	2,150	2,244	2,337	2,571	2,804	3,038	3,272	3,506	3,739	3,973	4,207
7	2,508	2,617	2,727	2,999	3,272	3,544	3,817	4,090	4,362	4,635	4,908
8	2,867	2,991	3,116	3,428	3,739	4,051	4,362	4,674	4,986	5,297	5,609
9	3,225	3,365	3,506	3,856	4,207	4,557	4,908	5,258	5,609	5,959	6,310
10	3,583	3,739	3,895	4,285	4,674	5,064	5,453	5,843	6,232	6,622	7,001
11	3,943	4,113	4,285	4,713	5,141	5,570	5,998	6,427	6,855	7,284	7,712
12	4,300	4,487	4,674	5,141	5,609	6,076	6,544	7,011	7,478	7,946	8,413
13	4,658	4,861	5,064	5,570	6,076	6,583	7,089	7,595	8,102	8,608	9,114
14	5,017	5,235	5,453	5,998	6,544	7,089	7,634	8,180	8,725	9,270	9,815
15	5,375	5,600	5,843	6,427	7,011	7,595	8,180	8,764	9,348	9,932	10,52
16	5,733	5,983	6,232	6,855	7,478	8,102	8,725	9,348	9,971	10,59	11,22
17	6,092	6,357	6,622	7,284	7,946	8,608	9,270	9,932	10,59	11,26	11,92
18	6,450	6,731	7,011	7,712	8,414	9,114	9,815	10,52	11,22	11,92	12,62
19	6,808	7,104	7,401	8,141	8,881	9,621	10,36	11,10	11,84	12,58	13,32
20	7,167	7,478	7,790	8,569	9,348	10,13	10,91	11,69	12,46	13,24	14,02
21	7,525	7,852	8,180	8,997	9,815	10,63	11,45	12,27	13,09	13,91	14,72
22	7,883	8,226	8,569	9,426	10,28	11,14	12,00	12,85	13,71	14,57	15,42
23	7,242	8,600	8,959	9,854	10,75	11,65	12,54	13,44	14,33	15,23	16,32
24	8,600	8,974	9,348	10,28	11,22	12,15	13,09	14,02	14,96	15,89	16,83
25	8,959	9,348	9,738	10,71	11,69	12,66	13,63	14,61	15,58	16,55	17,53
26	9,317	9,722	10,13	11,14	12,15	13,17	14,18	15,19	16,20	17,22	18,23
27	9,675	10,10	10,52	11,57	12,62	13,67	14,72	15,77	16,83	17,88	18,93
28	10,03	10,47	10,91	12,00	13,09	14,18	15,27	16,36	17,45	18,54	19,63
29	10,39	10,84	11,30	12,43	13,56	14,68	15,81	16,94	18,07	19,20	20,33
30	10,75	11,22	11,69	12,86	14,02	15,19	16,36	17,53	18,70	19,86	21,03
31	11,11	11,59	12,07	13,28	14,49	15,70	16,80	18,11	19,22	20,53	21,73
32	11,47	11,97	12,46	13,71	14,96	16,20	17,45	18,70	19,94	21,19	22,44
33	11,83	12,34	12,85	14,14	15,42	16,71	17,99	19,28	20,57	21,85	23,14
34	12,18	12,71	13,24	14,57	15,89	17,22	18,54	19,86	21,19	22,51	23,84
35	12,54	13,09	13,63	14,99	16,36	17,72	19,09	20,45	21,81	23,17	24,54
36	12,90	13,46	14,02	15,42	16,83	18,23	19,63	21,03	22,44	23,84	25,24
37	13,26	13,84	14,41	15,85	17,29	18,73	20,18	21,62	23,06	24,50	25,94
38	13,62	14,21	14,80	16,28	17,76	19,24	20,72	22,20	23,68	25,16	26,64
39	13,98	14,58	15,19	16,71	18,23	19,75	21,27	22,79	24,30	25,82	27,34
40	14,33	14,96	15,58	17,14	18,70	20,25	21,81	23,37	24,93	26,49	28,04
41	14,69	15,33	15,97	17,57	19,16	20,76	22,36	23,95	25,55	27,15	28,75
42	15,05	15,70	16,36	17,99	19,63	21,27	22,90	24,54	26,17	27,81	29,45
43	15,41	16,08	16,75	18,42	20,10	21,78	23,45	25,12	26,80	28,47	30,15
44	15,77	16,45	17,14	18,85	20,57	22,28	23,99	25,71	27,42	29,13	30,85
45	16,13	16,83	17,53	19,28	21,03	22,78	24,54	26,29	28,04	29,80	31,55

Żelazo płaskie.

Waga 1 metra bieżącego w kilogramach.

Grubość w milime- trach.	Szerokość w milimetrach.										
	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
1	0,740	0,779	0,857	0,935	1,013	1,091	1,169	1,246	1,324	1,402	1,480
2	1,480	1,558	1,714	1,870	2,025	2,181	2,337	2,493	2,649	2,804	2,960
3	2,220	2,337	2,571	2,804	3,038	3,272	3,506	3,739	3,973	4,207	4,440
4	2,960	3,116	3,428	3,739	4,051	4,362	4,674	4,986	5,297	5,609	5,920
5	3,700	3,895	4,285	4,674	5,064	5,453	5,843	6,232	6,622	7,011	7,401
6	4,440	4,674	5,141	5,609	6,076	6,544	7,011	7,478	7,946	8,413	8,881
7	5,180	5,453	5,998	6,544	7,089	7,634	8,180	8,725	9,270	9,815	10,36
8	5,920	6,232	6,855	7,478	8,102	8,725	9,348	9,971	10,59	11,22	11,84
9	6,660	7,011	7,712	8,413	9,114	9,815	10,52	11,22	11,92	12,62	13,32
10	7,401	7,799	8,569	9,348	10,13	10,91	11,69	12,46	13,24	14,02	14,80
11	8,141	8,569	9,426	10,28	11,14	12,00	12,85	13,71	14,57	15,42	16,28
12	8,881	9,348	10,28	11,22	12,15	13,09	14,02	14,96	15,89	16,83	17,76
13	9,621	10,13	11,14	12,15	13,17	14,18	15,19	16,20	17,22	18,23	19,24
14	10,36	10,91	12,00	13,09	14,18	15,27	16,36	17,45	18,54	19,63	20,72
15	11,10	11,69	12,85	14,02	15,19	16,36	17,53	18,70	19,86	21,03	22,20
16	11,84	12,46	13,71	14,96	16,20	17,45	18,70	19,94	21,19	22,44	23,68
17	12,58	13,24	14,57	15,89	17,22	18,54	19,86	21,19	22,51	23,84	25,16
18	13,32	14,02	15,42	16,83	18,23	19,63	21,03	22,44	23,84	25,24	26,64
19	14,06	14,80	16,28	17,76	19,24	20,72	22,20	23,68	25,16	26,64	28,12
20	14,80	15,58	17,14	18,70	20,25	21,81	23,37	24,93	26,49	28,04	29,60
21	15,54	16,36	17,99	19,63	21,27	22,90	24,54	26,17	27,81	29,45	31,08
22	16,28	17,14	18,85	20,57	22,28	23,99	25,71	27,42	29,13	30,85	32,56
23	17,02	17,92	19,71	21,50	23,29	25,08	26,88	28,67	30,46	32,25	34,04
24	17,76	18,70	20,57	22,44	24,30	26,17	28,04	29,91	31,79	33,65	35,52
25	18,50	19,48	21,42	23,37	25,32	27,27	29,21	31,16	33,11	35,06	37,00
26	19,24	20,25	22,28	24,30	26,33	28,36	30,38	32,41	34,43	36,46	38,48
27	19,98	21,03	23,14	25,24	27,34	29,45	31,55	33,65	35,76	37,86	39,96
28	20,72	21,81	23,99	26,17	28,36	30,54	32,72	34,90	37,08	39,26	41,44
29	21,46	22,59	24,85	27,11	29,37	31,63	33,89	36,15	38,40	40,66	42,92
30	22,20	23,37	25,71	28,04	30,38	32,72	35,06	37,39	39,73	42,07	44,40
31	22,94	24,15	26,56	28,98	31,39	33,81	36,22	38,64	41,05	43,47	45,88
32	23,68	24,93	27,42	29,91	32,41	34,90	37,39	39,88	42,28	44,87	47,36
33	24,42	25,71	28,28	30,85	33,42	35,99	38,56	41,13	43,70	46,27	48,84
34	25,16	26,49	29,13	31,78	34,43	37,08	39,73	42,38	45,03	47,67	50,32
35	25,90	27,27	29,99	32,72	35,44	38,17	40,90	43,62	46,35	49,08	51,80
36	26,64	28,04	30,85	33,65	36,46	39,26	42,07	44,87	47,67	50,48	53,28
37	27,38	28,82	31,71	34,59	37,47	40,35	43,23	46,12	49,00	51,88	54,76
38	28,12	29,60	32,56	35,52	38,48	41,44	44,40	47,36	50,32	53,28	56,24
39	28,86	30,38	33,42	36,46	39,50	42,53	45,58	48,61	51,65	54,69	57,72
40	29,60	31,16	34,28	37,39	40,51	43,62	46,74	49,86	52,97	56,09	59,20
41	30,34	31,94	35,13	38,33	41,52	44,71	47,91	51,10	54,30	57,49	60,68
42	31,08	32,72	35,99	39,26	42,53	45,81	49,08	52,36	55,62	58,89	62,16
43	31,82	33,50	36,85	40,20	43,55	46,90	50,25	53,66	56,94	60,29	63,64
44	32,56	34,28	37,70	41,13	44,56	47,99	51,41	54,84	58,27	61,70	65,12
45	33,30	35,06	38,56	42,07	45,57	49,08	52,58	56,09	59,59	63,10	66,60

26. Żelazo kwadratowe i okrągłe. waga 1 metra bieżącego w kilogramach.

Grubość lub średnica	Żelazo kwadratowe.		Grubość lub średnica	Żelazo kwadratowe.		Grubość lub średnica	Żelazo kwadratowe.		Grubość lub średnica	Żelazo kwadratowe.	
	mm	kg		mm	kg		mm	kg		mm	kg
5	0,195	0,153	26	5,259	4,131	47	17,19	13,50	95	70,21	55,15
6	0,280	0,220	27	5,672	4,455	48	17,93	14,08	100	77,80	61,10
7	0,381	0,299	28	6,100	4,791	49	18,68	14,67	105	85,55	67,37
8	0,498	0,391	29	6,543	5,139	50	19,45	15,28	110	93,14	73,94
9	0,630	0,495	30	7,002	5,499	52	21,04	16,52	115	102,9	80,81
10	0,778	0,611	31	7,477	5,872	54	22,69	17,82	120	112,0	88,00
11	0,931	0,739	32	7,967	6,257	56	24,40	19,16	125	121,6	95,48
12	1,120	0,880	33	8,382	6,654	58	26,17	20,56	130	131,5	103,3
13	1,315	1,033	34	8,994	7,064	60	28,01	22,00	135	141,8	111,4
14	1,525	1,198	35	9,531	7,485	62	29,91	23,49	140	152,6	119,8
15	1,751	1,375	36	10,08	7,919	64	31,87	25,03	145	163,6	128,5
16	1,992	1,564	37	10,65	8,365	66	33,53	26,62	150	175,1	137,5
17	2,248	1,766	38	11,23	8,823	68	35,98	28,26	155	186,9	146,3
18	2,521	1,980	39	11,83	9,294	70	38,12	29,94	160	199,2	156,4
19	2,809	2,206	40	12,45	9,776	72	40,32	31,68	165	209,6	166,4
20	3,112	2,444	41	13,08	10,27	74	42,60	33,46	170	224,8	176,6
21	3,422	2,695	42	13,69	10,78	76	44,92	35,29	175	238,3	187,1
22	3,726	2,957	43	14,39	11,30	78	47,32	37,18	180	252,1	198,0
23	4,116	3,232	44	14,90	11,83	80	49,79	39,11	185	266,3	209,1
24	4,481	3,520	45	15,75	12,37	85	56,21	44,15	190	280,9	220,6
25	4,863	3,819	46	16,46	12,93	90	63,02	49,49	195	295,9	232,3

27. Żelazo kątowe L. waga 1 metra bieżącego w kilogramach.

Szerokość ramion millimetry.	Grubość millimetry.	Waga kilogramy.	Szerokość ramion millimetry.	Grubość millimetry.	Waga kilogramy.	Szerokość ramion millimetry.	Grubość millimetry.	Waga kilogramy.
26 . 26	6,5	2,4	65 . 65	6,5	6,5	131 . 131	13,1	25,5
33 . 33	3,3	1,9	65 . 65	9,8	9,6	131 . 131	16,3	31,1
33 . 33	6,5	3,0	65 . 65	13,1	12,7	131 . 131	19,6	38,2
39 . 39	4,9	2,9	65 . 65	16,3	14,3	157 . 157	13,1	30,3
39 . 39	6,5	3,8	72 . 72	9,8	10,5	157 . 157	16,3	36,6
46 . 46	4,9	3,3	72 . 72	13,1	13,5	157 . 157	19,6	44,6
46 . 46	6,5	4,5	78 . 78	9,8	11,3	39 . 52	4,9	3,1
52 . 52	6,5	5,1	78 . 78	13,1	14,3	39 . 52	6,5	4,3
52 . 52	8,2	6,5	92 . 92	13,1	17,5	46 . 69	6,5	6,4
59 . 59	6,5	6,2	92 . 92	16,3	22,3	69 . 78	9,8	8,8
59 . 59	9,8	8,1	105 . 105	13,1	20,7	105 . 138	16,3	35,0

28. Żelazo o przekroju **T** (teowe) (*) waga metra bieżącego w kilogramach.

Szerokość kołnierza.	Grubość kołnierza.	Wysokość ściany z kołnierzem	Grubość ściany.	Waga.	Szerokość kołnierza.	Grubość kołnierza.	Wysokość ściany z kołnierzem	Grubość ściany.	Waga.
mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	mm	kg
50	6	59	6,5	5	80	9,5	75	8,5	10,25
52	6,5	56	7,75	5,75	91,5	9,5	85	9,5	12,25
49	8	67	8	6,75	122,5	9	74,5	11	14,25
75	8	65	7	7,75	100	11	100	10,5	15,75
52	9	81	7,75	8,25	118	11	88	11	16,75
55	10	76,5	10	9,5	96	12	115	12	18,75
51,5	10,5	91	9,75	10,25	123	16	86	13	22,25
115	12,5	125	13,5	23	144	20	98	16,5	32,25
125,5	16	84	14,5	23	140	22	115	17,5	36,5
144	15	75	16	24,25	134,5	21,5	106	18,5	37,25
131	15	80	20	26,25	137	18	160	17	38,5
137	15,5	86	25,5	30,5	148	23	103	22,5	40,25
200	13	103	16	31	205	18	93	23	41,75
125	16	150	15	31,25	155	23,5	107	22	42,5
208	15	113	17	37	216	18	124	18	44
142	20	90	17,5	31,5	207	21	98	23	47,25

29. Żelazo **I** (*) waga metra bieżącego w kilogramach.

Szerokość kołnierzy.	Grubość kołnierzy.		Szerokość całkowita ściany.	Grubość ściany.	Waga.	Szerokość kołnierzy.	Grubość kołnierzy.		Szerokość całkowita ściany.	Grubość ściany.	Waga.
	przy ścianie.	przy końcu.					przy ścianie.	przy końcu.			
mm	mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	mm	mm	kg
15	8	8	56	5	3,5	70	13	11	235	10	29,25
30	7	5,5	75	7	6,5	82	18	13	142	13	31,25
35	7	5,5	74	8	7,25	75	15	12	233	10,5	32,25
40	9	6	75	9	9	85	16	11	235	10	34,25
45	9	6	74	10	10	90	17	12	233	10,5	37
55	9	6	136	8	10,5	78	19	16	196	13	37,5
58	11,5	9	153	7	16,5	91	15	10	262	13	41,5
63	12,5	10	151	8	19	82	21	17,5	194	14	41,5
72	13	10	176	10	24,25	96	16	10	260	14	45,5
78	15	11,5	144	12	26,75	98	18,5	12	300	12	48,5
78	15	10,5	174	11	27,75	104	20	13	293	13	52

(*) Burbacher Hütte przy Saarbrücken.

30. Waga kul z żelaza lanego.

Srednica. mm	Waga. kg	Srednica. mm	kg Waga.	Srednica. mm	kg Waga.	Srednica. mm	kg Waga.
25	0,06	85	2,32	160	15,67	260	65,91
30	0,10	90	2,76	170	18,62	270	73,83
35	0,16	95	3,28	175	20,32	275	78,87
40	0,24	100	3,79	180	22,31	280	82,32
45	0,34	105	4,34	190	25,84	290	91,47
50	0,47	110	5,04	200	30,34	300	102,40
55	0,63	115	5,81	210	34,73	310	111,66
60	0,81	120	6,61	220	39,93	320	122,88
65	1,04	125	7,40	225	43,20	325	128,73
70	1,30	130	8,40	230	45,63	330	134,79
75	1,60	140	10,50	240	51,84	340	147,39
80	1,94	150	12,85	250	59,25	350	160,80

31. Waga rur z żelaza lanego.

waga metra bieżącego w kilogramach.

Średnica wewnętrzna w mili- metrach.	Grubość ściany w milimetrach.							
	5	10	15	20	25	30	35	40
25	3,417	7,975	13,67	20,50	28,47	37,58	47,83	59,22
30	3,987	9,113	15,38	22,78	31,32	41,00	51,81	63,77
35	4,557	10,25	17,08	23,61	34,17	44,41	55,80	68,32
40	5,126	11,39	18,79	27,33	37,01	47,83	59,78	72,88
45	5,695	12,53	20,50	29,61	38,86	51,24	63,77	77,43
50	6,254	13,67	22,21	31,89	42,70	54,66	67,75	81,98
60	7,402	15,94	25,62	36,44	48,39	61,49	75,74	91,12
70	8,540	18,22	29,04	40,99	54,10	68,34	83,71	100,2
80	9,679	20,50	32,46	45,56	59,79	75,16	91,68	109,3
90	10,82	22,78	35,88	50,11	65,49	82,00	99,65	118,4
100	11,96	25,06	39,29	54,66	71,17	88,83	107,6	127,5
125	14,80	30,75	47,83	66,04	85,40	105,9	127,5	150,3
150	17,65	36,45	56,38	77,44	99,65	123,0	147,5	173,1
175	20,50	42,14	64,91	88,83	113,8	140,0	167,4	195,9
200	23,34	47,82	73,45	100,2	128,1	157,1	187,3	218,7
225	26,19	53,53	82,00	111,6	142,3	174,2	207,3	241,4
250	29,04	59,22	90,53	122,8	156,6	191,3	227,2	264,2
275	31,89	64,92	99,8	134,3	170,8	208,4	247,2	287,0
300	34,73	70,61	107,6	145,7	185,0	225,5	267,0	309,7
325	37,58	76,30	116,1	157,2	199,3	242,5	287,0	332,6
350	40,42	82,00	124,7	168,5	213,5	259,7	307,0	355,3
375	43,28	87,72	133,2	179,9	227,8	276,6	326,8	378,2
400	46,11	93,38	141,8	191,3	241,9	293,8	346,4	400,8

32 Normalna tablica rur na stojąco lanych

Rury flanszowe (z obrzeżami)													
Średnica wewnątrzna D	Normalna grubość δ przy 6 do 7 atmosferach.	Śruby.											
		Średnica flanszy.	Grubość flanszy.	Średnica koła dziur.	Holec	Grube.		Średnica otworów na śruby.	Długość rury.	Waga jednej rury (z okrągłona).	Waga jednej flanszy (z okrągłona).	Waga 1 m. rury bez flanszy.	Długość odnog kształtu $\frac{1}{2}$ i części krzywicy $L = D + 100$.
						W milimetrach.							
						W calach angielskich.							
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
40	8	150	18	115	4	13	$\frac{1}{2}$	15	2	21,4	2	8,75	140
50	8	160	18	125	4	15,5	$\frac{5}{8}$	17	2	25,5	2,2	10,58	150
60	8,5	175	19	135	4	15,5	$\frac{5}{8}$	17	2	45	2,7	13,26	160
70	8,5	185	19	145	4	15,5	$\frac{5}{8}$	17	2	51,4	2,9	15,20	170
80	9	200	20	160	4	15,5	$\frac{5}{8}$	17	3	61,7	3,5	18,25	180
90	9	215	20	170	4	15,5	$\frac{5}{8}$	17	3	68,8	4	20,30	190
100	9	230	20	180	4	19	$\frac{3}{4}$	21	3	76	4,4	22,32	200
125	10	260	21	210	4	19	$\frac{3}{4}$	21	3	98	5,6	28,94	225
150	10	290	22	240	6	19	$\frac{3}{4}$	21	3	122	6,9	36,45	250
175	10,5	320	22	270	6	19	$\frac{3}{4}$	21	3	149	8	44,38	275
200	11	350	23	300	6	19	$\frac{3}{4}$	21	3	178	9,6	52,91	300
225	11,5	370	23	320	6	19	$\frac{3}{4}$	21	3	206	9,9	61,96	325
250	12	400	24	350	8	19	$\frac{3}{4}$	21	3	238	11,6	71,61	350
275	12,5	425	25	375	8	19	$\frac{3}{4}$	21	3	273	12,9	82,30	375
300	13	450	25	400	8	19	$\frac{3}{4}$	21	3	306	13,7	93,00	400
325	13,5	490	26	435	10	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	343	17,2	102,87	425
350	14	520	26	465	10	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	376	18,9	112,75	450
375	14	550	27	495	10	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	415	21,5	124,04	475
400	14,5	575	27	520	10	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	356	22,6	136,85	500
425	14,5	600	28	545	12	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	484	24,5	145,16	525
450	15	630	28	570	12	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	539	26,5	162,00	550
475	15,5	655	29	600	12	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	582	28,6	178,84	575
500	16	680	30	625	12	22,5	$\frac{7}{8}$	25	3	624	30,7	187,68	600
550	16,5	740	33	675	14	26	1	28,5	3	723	39	214,97	—
600	17	790	33	725	16	26	1	25,8	3	813	42	243,28	—
650	18	840	33	775	18	26	1	28,5	3	916	43	276,60	—
700	19	900	33	830	18	26	1	28,5	3	1034	50	311,27	—
750	20	950	33	880	20	26	1	28,5	3	1148	53	347,96	—
800	21	1020	36	940	20	29,5	$1\frac{1}{8}$	32	3	1297	68	387,10	—
900	22,5	1120	36	1040	22	29,5	$1\frac{1}{8}$	32	3	1567	74	472,81	—
1000	24	1220	36	1140	24	29,5	$1\frac{1}{8}$	32	3	1872	96	560,00	—

przyjęta przez Inżynierów niemieckich

Liatwa pakim- kowa, lub dowolnie		Rury miedziane (z nasadami)								Stopy, Krany i Wentyle		
		Szerokość. mm	Wysokość. mm	Srednica zewnętrzną mufy. mm	Srednica wewnętrzną mufy. mm	Głębokość mufy. mm	Waga metra bieżącego wytrącając mufę. kg	Waga mufy. kg	Waga wraz z mufą metra bieżącego. kg	Tudż waga zaokrąglona. kg	Długość rury (bez mufy). m	Długość sluzy od flanszy. do flanszy D + 200 mm	Wentyle przelotne i kra- ny z żelaza lanego; Długość od flanszy do flanszy D + 100. mm	Wentyle katowe; Długość od środka do flanszy D + 50. mm
25	3	120	69	74	8,75	2,00	9,75	10	2	240	180	90
25	3	132	81	77	10,58	2,60	11,88	12	2	250	200	100
25	3	143	91	80	13,26	3,15	14,83	15	3	260	220	110
25	3	153	101	82	15,195	3,70	17,05	17	3	270	240	120
25	3	164	112	83	18,25	4,32	19,70	20	3	280	260	130
25	3	175	122	86	20,30	5,00	21,83	22	3	290	280	140
28	3	186	133	88	22,32	5,80	24,25	24,5	3	300	300	150
28	3	213	158	91	28,94	7,34	31,38	32	3	325	350	175
28	3	242	185	94	36,45	8,90	39,06	39	3	350	400	200
30	3	270	211	97	44,38	10,61	47,90	48	3	375	450	225
30	3	299	238	99	52,91	12,33	57,00	57	3	400	500	250
30	3	315	264	100	61,96	14,32	66,73	67	3	425	550	275
30	3	351	291	101	71,61	16,32	77,09	77	3	450	600	300
30	3	378	317	102	82,30	19,12	88,67	89	3	475	650	325
30	3	406	343	104	93,00	21,93	100,00	100	3	500	700	350
35	4	433	368	105	102,87	24,91	111,17	111	3	525	750	375
35	4	460	394	106	112,75	27,90	122,06	122	3	550	800	400
35	4	489	421	107	124,04	30,00	134,04	134	3	575	850	425
35	4	518	448	109	136,85	34,09	147,21	148	3	600	900	450
35	4	545	473	110	145,16	37,27	157,58	158	3	625	950	475
35	4	573	499	111	162,00	40,45	175,53	176	3	650	1000	500
40	4	600	525	112	174,84	44,09	189,54	190	3	675	1050	525
40	4	628	551	114	187,68	47,74	204,13	204	3	700	1100	550
40	5	682	603	116	214,97	55,33	233,43	234	3	750	—	—
40	5	736	655	119	243,28	63,52	264,46	265	3	800	—	—
40	5	791	707	122	276,60	73,47	301,08	301	3	850	—	—
40	5	846	759	125	311,27	84,63	339,45	340	3	900	—	—
40	5	897	812	127	347,96	94,40	379,44	380	3	950	—	—
45	5	949	866	129	387,10	104,64	421,98	422	3	1000	—	—
45	5	1066	968	134	472,81	135,94	518,15	518	3	1100	—	—
45	5	1177	1074	140	560,00	168,47	616,21	616	3	1200	—	—

33. Waga rur żelaznych ciągnionych.

waga metra bieżącego w kilogramach.

Średnica wewnętrzna mm	Grubość ścian w milimetrach.								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
3	0,244	0,440	0,684	0,977	1,319	1,710	2,150	2,638	3,167
4	0,293	0,513	0,781	1,099	1,466	1,881	2,345	2,858	3,420
5	0,342	0,586	0,879	1,221	1,612	2,052	2,540	3,078	3,664
6	0,391	0,659	0,977	1,343	1,759	2,223	2,736	3,298	3,908
7	0,440	0,733	1,075	1,466	1,906	2,394	2,932	3,518	4,153
8	0,488	0,806	1,172	1,588	2,052	2,565	3,127	3,737	4,397
9	0,537	0,879	1,270	1,710	2,198	2,736	3,322	3,957	4,641
10	0,586	0,952	1,368	1,832	2,345	2,907	3,517	4,177	4,885
11	0,635	1,026	1,466	1,954	2,492	3,078	3,713	4,397	5,130
12	0,684	1,100	1,564	2,077	2,639	3,249	3,909	4,617	5,375
13	0,733	1,173	1,661	2,199	2,785	3,420	4,104	4,837	5,619
14	0,782	1,246	1,759	2,321	2,931	3,591	4,299	5,057	5,863
15	0,831	1,319	1,857	2,443	3,078	3,762	4,495	5,277	6,107
16	0,880	1,393	1,955	2,565	3,225	3,933	4,691	5,497	6,352
17	0,928	1,466	2,052	2,687	3,371	4,104	4,886	5,716	6,595
18	0,977	1,539	2,149	2,809	3,517	4,275	5,081	5,936	6,840
19	1,026	1,612	2,247	2,931	3,664	4,446	5,276	6,156	7,084
20	1,075	1,685	2,345	3,053	3,811	4,617	5,472	6,376	7,328
21	1,124	1,759	2,443	3,176	3,958	4,788	5,667	6,596	7,573
22	1,172	1,832	2,540	3,298	4,104	4,959	5,863	6,815	7,817
23	1,221	1,905	2,638	3,420	4,250	5,129	6,058	7,035	8,061
24	1,270	1,978	2,736	3,542	4,397	5,301	6,253	7,255	8,305
25	1,319	2,052	2,834	3,664	4,543	5,472	6,449	7,475	8,550
26	1,368	2,126	2,932	3,787	4,691	5,643	6,645	7,695	8,794
27	1,417	2,199	3,029	3,908	4,837	5,814	6,840	7,915	9,038
28	1,466	2,272	3,127	4,031	4,983	5,985	7,035	8,134	9,288
29	1,515	2,345	3,224	4,153	5,130	6,156	7,231	8,354	9,527
30	1,564	2,419	3,323	4,275	5,277	6,327	7,426	8,574	9,772
32	1,661	2,565	3,517	4,519	5,569	6,668	7,817	9,014	10,259
34	1,759	2,711	3,713	4,763	5,862	7,011	8,208	9,453	10,748
36	1,856	2,858	3,908	5,007	6,156	7,353	8,598	9,893	11,237
38	1,954	3,004	4,103	5,252	6,449	7,694	8,989	10,333	11,725
40	2,052	3,151	4,300	5,497	6,742	8,037	9,381	10,773	12,214
42	2,150	3,298	4,495	5,740	7,035	8,379	9,771	11,212	12,702
44	2,248	3,445	4,690	5,985	7,329	8,721	10,162	11,652	13,191
46	2,346	3,591	4,886	6,230	7,622	9,063	10,553	12,092	13,680
48	2,443	3,737	5,081	6,473	7,914	9,404	10,943	12,532	14,168
50	2,541	3,884	5,276	6,717	8,207	9,746	11,334	12,971	14,657
52	2,639	4,031	5,472	6,926	8,501	10,089	11,726	13,411	15,146
54	2,736	4,177	5,667	7,206	8,794	10,431	12,116	13,951	15,634

Średnica wewnętrz- na mm	Grubość ścian w milimetrach.								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
56	2,833	4,323	5,862	7,450	9,087	10,772	12,507	14,290	16,122
58	2,931	4,470	6,058	7,695	9,380	11,115	12,898	14,730	16,611
60	3,029	4,617	6,254	7,939	9,674	11,457	13,289	15,170	17,100
62	3,127	4,764	6,449	8,184	9,967	11,799	13,680	15,610	17,588
64	3,225	4,910	6,645	8,428	10,260	12,141	14,071	16,049	18,077
66	3,322	5,057	6,840	8,672	10,553	12,483	14,461	16,489	18,565
68	3,420	5,203	7,035	8,916	10,846	12,824	14,852	16,929	19,054
70	3,518	5,350	7,231	9,161	11,139	13,167	15,243	17,369	19,543
72	3,615	5,496	7,426	9,404	11,432	13,509	15,634	17,808	20,031
74	3,713	5,642	7,621	9,649	11,725	13,851	16,025	18,248	20,591
76	3,811	5,789	7,817	9,893	12,019	14,193	16,416	18,687	21,008
78	3,908	5,936	8,012	10,138	12,312	14,535	16,806	19,127	21,497
80	4,006	6,082	8,208	10,382	12,605	14,876	17,197	19,567	21,985

V. MATEMATYKA.

1. Algebra.

Postępy.

Szeregi wyrazów, w których każde trzy wyrazy po sobie idące dają różnice lub ilorazy równe, nazywają się *postępami*.

W pierwszym wypadku będzie *postęp arytmetyczny* czyli *różnicowy*, w drugim *postęp geometryczny* czyli *ilorazowy*.

Postępy arytmetyczne.

$$\div a . a + r . a + 2r . a + 3r \dots \dots a + nr \div$$

Wyraz którykolwiek n ty jest $= a + (n-1)r$.

Summa S wyrazów postępu arytmetycznego do wyrazu n tego $l = a + (n-1)r$ jest:

$$S = \frac{a+l}{2} n = \frac{a+a+(n-1)r}{2} n.$$

r może być dodatnie lub ujemne, nazywa się wykładnikiem postępu.

Postępy geometryczne.

$$\frac{m}{n} a : aq : aq^2 : aq^3 : aq^4 \dots \dots aq^{\frac{m}{n}}$$

Wyraz którykolwiek n ty $= aq^{n-1} = l$.

Summa S wyrazów postępu ilorazowego do wyrazu n tego $l = aq^{n-1}$ jest:

$$S = \frac{lq - a}{q - 1} = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1}$$

q jest wykładnikiem postępu geometrycznego.

$$n = \frac{\log l - \log a}{\log q} + 1 . -$$

Dwumian Newton'a.

$$(a+b)^n = a^n + \frac{n}{1} a^{n-1} b + \frac{n(n-1)}{1.2} a^{n-2} b^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} a^{n-3} b^3 \dots$$

$$(1+b)^n = 1 + \frac{n}{1} b + \frac{n(n-1)}{1.2} b^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} b^3 \dots$$

Logarytmy.

Jeżeli wyrazy postępu *arytmetycznego* zaczynają się od zera i każdy z wyrazów odpowiada wyrazowi innego postępu *geometrycznego* zaczynającego się od jedności to wyrazy postępu *arytmetycznego* nazywają się logarytmami odpowiednich wyrazów postępu *geometrycznego*, naprzykład:

$$\begin{array}{l} \frac{+}{-} 0 \ . \ 1 \ . \ 2 \ . \ 3 \ . \ 4 \ . \ 5 \ . \ 6 \ . \ 7 \ \dots\dots \\ \frac{+}{-} 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 64 : 128 \ \dots\dots \end{array}$$

Logarytmy zwyczajne są o zasadzie 10, powstają z postępów:

$$\begin{array}{l} \frac{+}{-} 0 \ . \ 1 \ . \ 2 \ . \ 3 \ . \ 4. \\ \frac{+}{-} 1 : 10 : 100 : 1000 : 10000. \end{array}$$

Logarytmy hyperboliczne czyli Nepera mają zasadę $e = 2,718281828459$.

e jest wartością do której zbliża się szereg:

$$1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{1.2} + \frac{1}{1.2.3} + \frac{1}{1.2.3.4} + \frac{1}{1.2.3.4.5} + \dots$$

Logarytm hyperboliczny danej liczby jest równy logarytmowi jej zwykłemu pomnożonemu przez 2,3025851.

Logarytm zwykły liczby, równy jest logarytmowi hyperbolicznemu tejże liczby pomnożonemu przez 0,43429448.

(dla uniknięcia nieporozumień, logarytmy hyperboliczne oznaczać można przez *log hyp.* dla odróżnienia od znaku *log.* oznaczającego logarytm zwykły czyli o zasadzie 10).

Logarytm pewnej liczby y jest wykładnikiem potęgi x do której trzeba podnieść wartość stałą a czyli zasadę logarytmu, z warunkiem by a leżyła równą 1 lub 0.

$$\begin{array}{l} x \\ a = y \end{array} \quad x = \log y \text{ (przy} \text{ } \frac{1}{\text{zasadzie } a} \text{)}.$$

Właściwości logarytmów.

Logarytm ilości większej od jedności jest dodatny.

Logarytm ilości mniejszej od jedności jest odjemny.

Cechą logarytmu jest jego ilość całkowita, część zaś logarytmu będąca po przecinku czyli dziesiętna nazywa się *mantyssa*.

Cecha logarytmu o zasadzie 10 jest równa ilości cyfr mniej 1, liczby, która logarytm jest szukany.

Logarytm iloczynu równy jest summie logarytmów z czynników.

$$\log a \cdot b \cdot c \cdot d = \log a + \log b + \log c + \log d.$$

Logarytm ilorazu równy jest różnicy logarytmów.

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b.$$

Logarytm potęgi pewnej liczby jest równy logarytmowi liczby pomnożone-
mu przez wykładnik potęgi.

$$\log a^n = n \log a.$$

Logarytm pierwiastku danej liczby równa się logarytmowi tejże liczby, po-
dzielonemu przez wykładnik pierwiastku.

$$\log \sqrt[n]{a} = \frac{\log a}{n}$$

Równania 1-go stopnia.

Z dwoma niewiadomymi:

$$\left. \begin{aligned} ax + by + c &= 0 \\ a'x + b'y + c' &= 0 \end{aligned} \right\}; x = \frac{bc' - cb'}{ab' - ba'}, y = \frac{ca' - ac'}{ab' - ba'}. -$$

Równania 2-go stopnia.

$$1) \quad x^2 + px + q = 0; \quad x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

$$ax^2 + bx + c = 0; \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$2) \quad \frac{2a}{x} + \frac{p}{x} + q = 0; \quad x = \frac{n}{\sqrt{-\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}}}$$

$$3) \quad \text{Jeżeli } x \pm y = s \quad \text{I} \quad xy = p, \quad \text{to będzie:}$$

$$x = \frac{s + \sqrt{s^2 - 4p}}{2}; \quad y = \pm \frac{s - \sqrt{s^2 - 4p}}{2}$$

Procenta.

Jeżeli stopę procentową, czyli procent roczny od 100 jednostek kapitału
oznaczymy przez s , to natenczas procent roczny od jępnostki kapitału, wyrazi

się przez: $\frac{s}{100} = r$. Wartości s odpowiada używany znak %.

Procent p od kapitału K po upływie roku, przy danej stopie s wynoszący będzie:

$$p = K \cdot r.$$

Procent p po upływie m dni będzie:

$p = K r \frac{m}{365}$ lub $p = K r \frac{m}{360}$; względnie czy będziemy liczyć podług tak zwanego roku cywilnego, czy też roku handlowego.

Procenta składane.

Każda jednostka kapitału po upływie n lat, przyniesie kapitał wraz z procentem składanym $(1 + r)^n$; — kapitał zatem z procentem A , odebrany po upływie n lat wynoszący będzie:

$$A = K (1 + r)^n$$

Wartość obecna kapitału K , wypłacalnego po latach n wraz z procentem składanym w ilości A , będzie:

$$K = \frac{A}{(1 + r)^n}$$

Annuity (Renty).

Jeżeli wypożyczony kapitał ma być spłacony częściowo wraz z procentem składanym ratami n równymi, w odstępach równych czasu, np. po upływie każdego roku, to raty takie coroczne nazywają się *annuitami*, która oznaczymy przez a .

Rata pierwsza a zapłacona po upływie np. pierwszego roku znaczy tyle co $a(1 + r)^{n-1}$ po upływie n lat.

Podobnie rata druga znaczy tyle po upływie n lat od czasu wypożyczenia kapitału co $a(1 + r)^{n-2}$ i t. d.

Rata ostatnia będzie a .

Summa rat powinna być równą zaciągniętemu długowi wraz z procentem składanym za lat n :

$$K (1 + r)^n = a \left\{ 1 + (1 + r) + (1 + r)^2 + (1 + r)^3 + \dots + (1 + r)^{n-1} \right\}$$

w nawiasie mamy postęp geometryczny o ilości wyrazów n , którego pierwszym wyrazem jest 1, wykładnikiem zaś postępu $(1 + r)$. — Równanie zatem wyrazi się przez:

$$K(1+r)^n = a \left\{ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right\} = A.$$

Ztąd wartość każdej annuity:

$$a = \frac{Kr(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = \frac{Ar}{(1+r)^n - 1}$$

Oznaczając przez t stosunek annuity a do kapitału A wypłacalnego po n latach, otrzymamy:

$$t = \frac{a}{A} = \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

gdzie t oznacza procent roczny *amortyzacyjny* od jednostki kapitału A umorzonego w ciągu lat n . — Jeżeli zaś mamy amortyzować kapitał K dziś zaciągnięty w przeciągu lat n to natenczas procent t_1 roczny *amortyzacyjny* od jednostki kapitału K wyrazi się:

$$t_1 = \frac{a}{K} = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

**I. Wartość amortyzacji potrzebnej do umorzenia kapitału A ,
w ciągu danych lat.**

$$\text{Wartość amortyzacji } t = \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

Lata n.	Przy stopie s .			
	5	5½	6	6½
1	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000
2	0,487 805	0,486 618	0,485 437	0,484 262
3	0,317 209	0,315 655	0,314 110	0,312 575
4	0,232 012	0,230 294	0,228 591	0,226 903
5	0,180 975	0,179 176	0,177 397	0,175 634
6	0,147 017	0,145 179	0,143 363	0,141 568
7	0,122 820	0,120 964	0,119 135	0,117 331
8	0,104 722	0,102 864	0,101 036	0,099 237
9	0,090 690	0,088 840	0,087 022	0,085 229
10	0,079 504	0,077 668	0,075 868	0,074 106
11	0,070 389	0,068 571	0,066 793	0,065 055
12	0,062 825	0,061 029	0,059 277	0,057 567
13	0,056 456	0,054 684	0,052 960	0,051 282
14	0,051 024	0,049 279	0,047 585	0,045 941
15	0,046 342	0,044 626	0,042 963	0,041 352
16	0,042 270	0,040 584	0,038 952	0,037 372
17	0,038 699	0,037 042	0,035 445	0,033 906
18	0,035 546	0,033 920	0,032 357	0,030 855
19	0,032 745	0,031 150	0,029 621	0,028 156
20	0,030 243	0,028 679	0,027 185	0,025 756
21	0,027 996	0,026 465	0,025 005	0,023 613
22	0,025 971	0,024 471	0,023 046	0,021 691
23	0,024 137	0,022 870	0,021 278	0,019 961
24	0,022 471	0,021 036	0,019 679	0,018 398
25	0,020 952	0,019 549	0,018 227	0,016 981
26	0,019 564	0,018 193	0,016 904	0,015 695
27	0,018 292	0,016 952	0,015 697	0,014 523
28	0,017 123	0,015 814	0,014 593	0,013 453
29	0,016 046	0,014 769	0,013 580	0,012 474
30	0,015 051	0,013 805	0,012 649	0,011 577
31	0,014 132	0,012 917	0,011 782	0,010 754
32	0,013 280	0,012 095	0,011 002	0,009 997
33	0,012 490	0,011 335	0,010 273	0,009 299
34	0,011 755	0,010 620	0,009 598	0,008 656

II Czas potrzebny do umorzenia kapitału A .

Znając wartości r i t procentu i amortyzacji.

$$\text{Lata.... } n = \frac{\log(r+t) - \log t}{\log(1+r)}$$

Wartość i amortyzacji.		Przy stopie s .							
		5		5½		6		6½	
%		lata	dnie	lata	dnie	lata	dnie	lata	dnie
1/10	0,001	80	214	75	67	70	201	66	193
1/3	0,002	66	284	62	207	58	341	55	278
1/4	0,0025	62	146	58	206	55	88	52	123
3/10	0,003	58	317	55	117	52	91	49	264
7/3	0,004	53	126	50	97	47	213	45	80
1/2	0,005	49	54	46	180	44	7	41	331
3/8	0,006	45	285	43	115	41	56	39	87
7/10	0,007	42	359	40	270	38	279	37	4
3/4	0,0075	41	273	39	220	37	259	36	9
4/3	0,008	40	220	38	199	36	266	35	40
7/10	0,009	38	197	36	237	34	350	33	166
1	0,01	36	265	34	351	33	144	31	363
1 1/10	0,011	35	40	33	170	32	1	30	253
1 1/3	0,012	33	241	32	44	30	274	29	189
1 1/4	0,0125	32	361	31	182	30	61	28	355
1 2/10	0,013	32	126	30	330	29	224	28	165
1 2/3	0,014	31	55	29	289	28	210	27	175
1 1/2	0,015	30	20	28	282	27	227	26	213
1 2/3	0,016	29	16	27	304	26	271	25	276
1 7/10	0,017	28	40	26	351	25	338	24	360
1 3/4	0,0175	27	244	26	200	25	197	24	228
1 4/3	0,018	27	88	26	55	25	60	24	99
1 7/10	0,019	26	158	25	144	24	167	23	220
2	0,02	25	247	24	251	23	289	22	357
2 1/4	0,0225	23	359	23	36	22	109	21	207
2 1/2	0,025	22	189	21	265	21	1	20	124
2 3/4	0,0275	21	86	20	190	19	316	19	96
3	0,03	20	38	19	165	18	312	18	111
3 1/4	0,0325	19	34	18	182	17	347	17	163
3 1/2	0,035	18	68	17	284	17	50	16	245
3 3/4	0,0375	17	133	16	315	16	145	15	353
4	0,04	16	227	16	57	15	265	15	119

III Wartość obecna 1 rubla wypłacalnego w końcu *n* lat.

$$\text{Wartość obecna} \dots \frac{1}{(1+r)^n}$$

Lata <i>n</i>	Przy stopie <i>s</i> .			
	4	4½	5	5½
	rs.	rs.	rs.	rs.
1	0,961 538	0,956 938	0,952 381	0,943 396
2	0,924 556	0,915 730	0,907 030	0,889 996
3	0,888 996	0,876 297	0,863 838	0,839 616
4	0,854 804	0,838 561	0,822 702	0,792 094
5	0,821 927	0,802 461	0,783 526	0,747 258
6	0,790 314	0,767 896	0,746 215	0,704 960
7	0,759 918	0,734 829	0,710 681	0,665 057
8	0,730 690	0,703 185	0,676 839	0,627 412
9	0,702 587	0,672 904	0,644 609	0,591 898
10	0,675 564	0,643 928	0,613 913	0,558 395
11	0,649 581	0,616 199	0,584 679	0,526 788
12	0,624 597	0,589 664	0,556 837	0,496 969
13	0,600 574	0,564 272	0,530 321	0,468 839
14	0,577 475	0,539 973	0,505 068	0,442 301
15	0,555 264	0,516 720	0,481 017	0,417 265
16	0,533 908	0,494 469	0,458 111	0,393 646
17	0,513 373	0,473 176	0,436 297	0,371 364
18	0,493 628	0,452 800	0,415 521	0,350 344
19	0,474 642	0,433 302	0,395 734	0,330 513
20	0,456 387	0,414 643	0,376 889	0,311 805
21	0,438 834	0,396 787	0,358 942	0,294 155
22	0,421 955	0,379 701	0,341 850	0,277 505
23	0,405 726	0,363 350	0,325 571	0,261 797
24	0,390 121	0,347 703	0,310 068	0,246 978
25	0,375 117	0,332 731	0,295 303	0,232 999
26	0,360 689	0,318 402	0,281 241	0,219 810
27	0,346 817	0,304 691	0,267 848	0,207 368
28	0,333 477	0,291 571	0,255 094	0,195 630
29	0,320 651	0,279 015	0,242 946	0,184 557
30	0,308 319	0,267 000	0,231 377	0,174 110
31	0,296 460	0,255 502	0,220 360	0,164 255
32	0,285 058	0,244 500	0,209 866	0,154 957
33	0,274 094	0,233 971	0,199 872	0,146 186
34	0,263 552	0,223 896	0,190 355	0,137 911

IV. Wartość po upływie n lat 1 rubla wypożyczonego na procent składany.

Wartość po n latach..... $(1 + r)^n$ ^{rs} 1

Lata <i>n.</i>	Przy stopie <i>s.</i>			
	4½	5	5½	6
	rs.	rs.	rs.	rs.
1	1,045 000	1,050 000	1,055 000	1,060 000
2	1,092 025	1,102 500	1,113 025	1,123 600
3	1,141 166	1,157 625	1,174 241	1,191 016
4	1,192 519	1,215 506	1,238 825	1,262 477
5	1,246 182	1,276 282	1,306 960	1,338 226
6	1,302 260	1,340 096	1,378 843	1,418 519
7	1,360 862	1,407 100	1,454 679	1,503 639
8	1,422 101	1,477 455	1,534 687	1,593 848
9	1,486 095	1,551 328	1,619 094	1,689 479
10	1,552 969	1,628 895	1,708 144	1,790 848
11	1,622 853	1,710 339	1,802 092	1,898 299
12	1,695 881	1,795 856	1,901 207	2,012 196
13	1,772 196	1,885 649	2,005 774	2,132 928
14	1,851 945	1,979 932	2,116 091	2,260 904
15	1,935 282	2,078 928	2,232 476	2,396 558
16	2,022 370	2,182 875	2,355 263	2,540 352
17	2,113 377	2,292 018	2,484 802	2,692 773
18	2,208 479	2,406 619	2,621 466	2,854 339
19	2,307 860	2,526 950	2,765 647	3,025 600
20	2,411 714	2,653 298	2,917 757	3,207 135
21	2,520 241	2,785 963	3,078 234	3,399 564
22	2,633 652	2,925 261	3,247 537	3,603 537
23	2,752 166	3,071 524	3,426 152	3,819 750
24	2,876 014	3,225 100	3,614 590	4,048 935
25	3,005 434	3,386 355	3,813 392	4,291 871
26	3,140 679	3,555 673	4,023 129	4,549 383
27	3,282 010	3,733 456	4,244 401	4,822 346
28	3,429 700	3,920 129	4,477 843	5,111 687
29	3,584 036	4,116 136	4,724 124	5,418 388
30	3,745 318	4,321 942	4,983 951	5,743 491
31	3,913 857	4,538 039	5,258 069	6,088 101
32	4,089 981	4,764 941	5,547 262	6,453 387
33	4,274 030	5,003 189	5,852 362	6,840 590
34	4,466 362	5,253 348	6,174 242	7,251 025

V. Wartość obecna summy uformowanej z annuit 1 rubla, opłacanych przy końcu każdego roku przez lat n .

$$\text{Wartość obecna} \dots \frac{1}{r} \left[1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right] \cdot 1^{rs}$$

Lata n .	Przy stopie s .			
	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5
	rs.	rs.	rs.	rs.
1	0,966 184	0,961 538	0,956 938	0,952 381
2	1,899 694	1,886 095	1,872 668	1,859 410
3	2,801 637	2,775 091	2,748 964	2,723 248
4	3,673 079	3,629 895	3,587 526	3,545 950
5	4,515 052	4,451 822	4,389 977	4,329 477
6	5,328 553	5,242 137	5,157 872	5,075 692
7	6,114 544	6,002 055	5,892 701	5,786 373
8	6,873 955	6,732 745	6,595 886	6,463 213
9	7,607 686	7,435 332	7,268 790	7,107 822
10	8,316 605	8,110 896	7,912 718	7,721 735
11	9,001 551	8,760 477	8,528 917	8,306 414
12	9,663 334	9,385 074	9,118 581	8,863 252
13	10,302 738	9,985 648	9,682 852	9,393 573
14	10,920 520	10,563 123	10,222 825	9,898 641
15	11,517 411	11,118 387	10,739 546	10,379 658
16	12,094 117	11,652 296	11,234 015	10,837 770
17	12,651 321	12,165 669	11,707 191	11,274 066
18	13,189 682	12,659 297	12,159 992	11,689 587
19	13,709 837	13,133 939	12,593 294	12,085 321
20	14,212 403	13,590 326	13,007 936	12,462 210
21	14,697 974	14,029 160	13,404 724	12,821 153
22	15,167 125	14,451 115	13,784 425	13,163 003
23	15,620 410	14,866 842	14,147 775	13,488 574
24	16,058 368	15,246 963	14,495 478	13,798 642
25	16,481 515	15,622 080	14,828 209	14,093 945
26	16,890 352	15,982 769	15,146 611	14,375 185
27	17,285 364	16,329 586	15,451 303	14,643 034
28	17,667 019	16,663 063	15,742 873	14,898 127
29	18,035 767	16,988 715	16,021 888	15,141 074
30	18,392 045	17,292 033	16,288 888	15,372 451
31	18,736 276	17,588 494	16,544 391	15,592 810
32	19,068 865	17,873 551	16,788 891	15,802 677
33	19,390 208	18,147 648	17,022 862	16,002 549

Interpolacya.

Mając kilka wartości, które przybierają jednocześnie zmienne x i y zależne (można oznaczyć prawo zależności nie tylko między temi zmiennymi, ale także i pomiędzy innymi wartościami pośrednimi, których nie znamy za pomocą interpolacyi.

$$\begin{array}{cccccccc} \text{Mając:} & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & \dots & x_n \\ & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & \dots & y_n \end{array}$$

wartości jednocześnie przybierane przez zmienne x i y , można oznaczyć prawo wiążące wszystkie niewiadome pośrednie przez

$$y = Ay_1 + By_2 + Cy_3 + Dy_4 + \dots + Ny_n$$

Równanie rozwiązalne wstawiając wartości na $A, B, C \dots$ otrzymane ze wzorów Lagrange'a, których układ jest łatwym do zauważenia:

$$\begin{aligned} A &= \frac{(x-x_2)(x-x_3)\dots(x-x_n)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)\dots(x_1-x_n)} \\ B &= \frac{(x-x_1)(x-x_3)\dots(x-x_n)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)\dots(x_2-x_n)} \\ C &= \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_n)}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)\dots(x_3-x_n)} \\ &\dots\dots\dots \\ N &= \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{n-1})}{(x_n-x_1)(x_n-x_2)\dots(x_n-x_{n-1})} \end{aligned}$$

Interpolacya oddaje ogromne usługi tam gdzie w skutek doświadczeń otrzymujemy kilka wartości dwóch zmiennych zależnych, *na przykład* zjawiska fizyki jak rozszerzalność wody przy różnych temperaturach, opór powietrza i prędkość wyrzuczonego pocisku i t. d.

2) Ogólne zasady rachunku różniczkowego i całkowego (Dyfferencjalnego i Integralnego).

a) Ogólny wzór różniczkowania wyrażenia ax^m jest:

$$d.ax^m = max^{m-1}dx$$

podobnie otrzymuje się:

$$d. \frac{1}{2} x^2 = 2 \times \frac{1}{2} x^{2-1} dx = x dx$$

$$d. x^2 = 2 x dx . \quad dx = 1 \times x^{1-1} dx = dx$$

Różniczka ilości stałej jest zero.

b) Ogólny wzór całkowania wyrażenia $ax^n dx$ jest:

$$\int ax^n dx = a \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

otrzymuje się podobnie:

$$\int x dx = \frac{x^2}{2} ; \quad \int 2 x dx = x^2$$

Wyjątek stanowi od ogólnego prawa całka wyrażenia w którym $n = (-1)$ gdzie stosując prawo ogólne otrzymuje się:

$$\int a \frac{dx}{x} = \int ax^{-1} dx = \frac{ax^0}{0} = \frac{a \times 1}{0} = \infty$$

gdy tymczasem powinno się otrzymać:

$$\int \frac{dx}{x} = \log \text{hyp } x = 2,3025851 \log x$$

czyli że całka wyrażenia $\frac{dx}{x}$ jest równą logarytmowi hyperbolicznemu x .

Jeżeli całkowanie ma się odbyć pomiędzy granicami gdy zmienna przybiera wartości x_0 i x_1 (x_1 będąc większe od x_0), działanie całkowania odbywa się powyższym sposobem, wstawiając kolejno za x wartości x_1 i x_0 , następnie odejmując ostatnie od poprzedniego:

$$\int_{x_0}^{x_1} ax^n dx = \frac{ax_1^{n+1}}{n+1} - \frac{ax_0^{n+1}}{n+1} = \frac{a}{n+1} \left(x_1^{n+1} - x_0^{n+1} \right)$$

$$\int_{x_0}^{x_1} \frac{dx}{x} = \log \text{hyp } x_1 - \log \text{hyp } x_0 = \log \text{hyp } \frac{x_1}{x_0}$$

Różniczki i całki używane.

$$1. \quad dx^{n+1} = (n+1) x^n dx, \quad \int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$$

$$2. \quad d \log x = \frac{\log e}{x} dx, \quad \int \frac{\log e}{x} dx = \log x + C$$

$$3. \quad da^x = \frac{\log a}{\log e} a^x dx, \quad \int a^x dx = \frac{\log e}{\log a} a^x + C$$

$$4. \quad d \sin x = \cos x dx, \quad \int \cos x dx = \sin x + C$$

$$5. \quad d \cos x = -\sin x dx, \quad \int \sin x dx = -\cos x + C$$

$$6. \quad d \operatorname{tang} x = \frac{dx}{\cos^2 x}, \quad \int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tang} x + C$$

$$7. \quad d \operatorname{cotg} x = \frac{-dx}{\sin^2 x}, \quad \int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{cotg} x + C$$

Dla $x < \frac{\pi}{2}$

$$8. \quad d \operatorname{luk} \sin x = \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}, \quad \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \operatorname{luk} \sin x + C$$

$$9. \quad d \operatorname{luk} \cos x = \frac{-dx}{\sqrt{1-x^2}}, \quad \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = -\operatorname{luk} \cos x + C$$

$$10. \quad d \operatorname{luk} \operatorname{tang} x = \frac{dx}{1+x^2}, \quad \int \frac{dx}{1+x^2} = \operatorname{luk} \operatorname{tang} x + C$$

$$11. \quad d \operatorname{luk} \operatorname{cotg} x = \frac{-dx}{1+x^2}, \quad \int \frac{dx}{1+x^2} = -\operatorname{luk} \operatorname{tang} x + C$$

C oznacza wartość stałą.

3. Trygonometrya.

Nazwy: sinus = wstawa, cosinus = dostawa, tangens = styczna, cotangens = dotyczna, secans = sieczna, cosecans = dosieczna.

Wzory przy promieniu wziętym za *jedność*.

Funkcye.	0°	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
sin (wst.)	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	+1	0	-1	0
cos (dos.)	+1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	+1
tang (st.)	0	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	$+\infty$	0	$-\infty$	0
cotg (dot.)	$+\infty$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	0	$-\infty$	0	$+\infty$

Funkcye.	Kąty zawarte w ćwierciach koła.			
	I.	II.	III.	IV.
sin (wst.)	+	+	-	-
cos (dos.)	+	-	-	+
tang (st.)	+	-	+	-
cotg (dot.)	+	-	+	-
sec (siecz.)	+	-	-	+
cosec (dosiecz.)	+	+	-	-

Wzory zasadnicze.

1. $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

2. $\text{tang } \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$

3. $\text{tang } \alpha \text{ cotg } \alpha = 1$

4. $\text{cotg } \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$

$$5. \sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$6. \operatorname{cosec} \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$7. 1 + \operatorname{tang}^2 \alpha = \sec^2 \alpha$$

$$8. 1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha = \operatorname{cosec}^2 \alpha$$

$$1. \sin \alpha = \frac{\operatorname{tang} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}$$

$$2. \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \alpha}} = \frac{\operatorname{cotg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}$$

$$3. \operatorname{tang} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{1}{\operatorname{cotg} \alpha}$$

$$4. \operatorname{cotg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{1}{\operatorname{tang} \alpha}$$

$$5. \sin (\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$6. \cos (\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$7. \operatorname{tang} (\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tang} \alpha \pm \operatorname{tang} \beta}{1 \mp \operatorname{tang} \alpha \operatorname{tang} \beta}$$

$$8. \operatorname{cotg} \alpha \pm \operatorname{cotg} \beta = \frac{\operatorname{cotg} \alpha \operatorname{cotg} \beta \mp 1}{\operatorname{cotg} \beta \pm \operatorname{cotg} \alpha}$$

$$9. \sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$10. \sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$11. \cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$12. \cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$13. \operatorname{tang} \alpha \pm \operatorname{tang} \beta = \frac{\sin (\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha \cos \beta}$$

$$14. \operatorname{cotg} \alpha \pm \operatorname{cotg} \beta = \frac{\sin (\beta \pm \alpha)}{\sin \alpha \sin \beta}$$

$$15. 2 \sin \alpha \sin \beta = \cos (\alpha - \beta) - \cos (\alpha + \beta)$$

$$16. 2 \cos \alpha \cos \beta = \cos (\alpha - \beta) + \cos (\alpha + \beta)$$

17. $2 \sin \alpha \cos \beta = \sin (\alpha + \beta) + \sin (\alpha - \beta)$

18. $\frac{\sin \alpha \pm \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta} = \operatorname{tang} \frac{\alpha \pm \beta}{2}$

19. $\frac{\sin \alpha \pm \sin \beta}{\cos \alpha - \cos \beta} = - \operatorname{cotg} \frac{\alpha \mp \beta}{2}$

20. $\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta = \sin (\alpha + \beta) \sin (\alpha - \beta)$

21. $\cos^2 \alpha - \cos^2 \beta = \sin (\alpha + \beta) \sin (\beta - \alpha)$

22. $\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$

23. $\sin 2 \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$

24. $\sin n \alpha = n \sin \alpha \cos^{n-1} \alpha - (n)_3 \sin^3 \alpha \cos^{n-3} \alpha + (n)_5 \sin^5 \alpha \cos^{n-5} \alpha - \dots;$

25. $\cos \alpha = \cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 1 - 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1$

26. $\cos 2 \alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$

27. $\cos n \alpha = \cos^n \alpha - (n)_2 \sin^2 \alpha \cos^{n-2} \alpha + (n)_4 \sin^4 \alpha \cos^{n-4} \alpha - \dots$

28. $\operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{cosec} \alpha - \operatorname{cotg} \alpha$

29. $\operatorname{tang} \alpha = \frac{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}}{1 - \operatorname{tang}^2 \frac{\alpha}{2}}$

30. $\operatorname{tang} 2 \alpha = \frac{2 \operatorname{tang} \alpha}{1 - \operatorname{tang}^2 \alpha}$

31. $\operatorname{cotg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{cosec} \alpha + \operatorname{cotg} \alpha$

32. $\operatorname{cotg} \alpha = \frac{\operatorname{cotg}^2 \frac{\alpha}{2} - 1}{2 \operatorname{cotg} \frac{\alpha}{2}}$

33. $\operatorname{cosec} 2 \alpha = \frac{\operatorname{cotg}^2 \alpha - 1}{2 \operatorname{cotg} \alpha}$

$$34. \quad 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 1 - \cos \alpha; \quad 2 \sin^2 \alpha = 1 - \cos 2\alpha$$

$$35. \quad 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} = 1 + \cos \alpha; \quad 2 \cos^2 \alpha = 1 + \cos 2\alpha$$

Równania łuków różnych funkcyi.

$$1. \quad \text{łuk } \sin u = \text{łuk } \cos \sqrt{1-u^2} = \text{łuk } \operatorname{tang} \frac{u}{\sqrt{1-u^2}}$$

$$2. \quad \text{łuk } \cos u = \text{łuk } \sin \sqrt{1-u^2} = \text{łuk } \operatorname{tang} \frac{\sqrt{1-u^2}}{u}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad \text{łuk } \operatorname{tang} u &= \text{łuk } \sin \frac{u}{\sqrt{1+u^2}} = \text{łuk } \cos \frac{1}{\sqrt{1+u^2}} = \\ &= \text{łuk } \operatorname{cotg} \frac{1}{u} = \frac{1}{2} \text{łuk } \operatorname{tang} \frac{2u}{1-u^2} = \frac{1}{2} \text{łuk } \sin \frac{2u}{1+u^2} = \\ &= \frac{1}{2} \text{łuk } \cos \frac{1-u^2}{1+u^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad \text{łuk } \sin u \pm \text{łuk } \sin v &= \text{łuk } \sin (u \sqrt{1-v^2} \pm v \sqrt{1-u^2}) \\ &= \text{łuk } \cos (\sqrt{1-u^2} \sqrt{1-v^2} \mp uv) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad \text{łuk } \cos u \pm \text{łuk } \cos v &= \text{łuk } \sin (v \sqrt{1-u^2} \pm u \sqrt{1-v^2}) \\ &= \text{łuk } \cos (uv \mp \sqrt{1-u^2} \sqrt{1-v^2}) \end{aligned}$$

$$6. \quad \text{łuk } \operatorname{tang} u \pm \text{łuk } \operatorname{tang} v = \text{łuk } \operatorname{tang} \frac{u \pm v}{1 \mp uv}$$

Oprócz funkcyi wymienionych używane są jeszcze dwie: *sinus versus* (wstawa zwrotna) równa: $1 - \cos \alpha$ i *cosinus versus* (dostawa zwrotna) równa: $1 - \sin \alpha$, obie funkcye zawsze są dodatne i stanowią dopełnienie $\cos \alpha$ i $\sin \alpha$ do jedności.

Rozwiązanie trójkątów.

Litery a, b, c , oznaczają boki trójkąta, litery greckie α, β, γ , kąty przeciwległe bokom (w trójkącie prostokątnym a = hypotenuza, $\alpha = 90^\circ$) zaś P oznacza powierzchnię trójkąta.

Trójkąt prostokątny.

$$a = \sqrt{b^2 + c^2} = b \sec \gamma = c \sec \beta;$$

$$b = a \cos \gamma = a \sin \beta = c \operatorname{tang} \beta = c \operatorname{cotg} \gamma = \sqrt{a^2 - c^2};$$

$$c = a \cos \beta = a \sin \gamma = b \operatorname{tang} \gamma = \sqrt{a^2 - b^2} = \sqrt{(a+b)(a-b)};$$

$$a = 90^\circ = \beta + \gamma; \quad \cos \beta = \sin \gamma = \frac{c}{a};$$

$$\cos \gamma = \sin \beta = \frac{b}{a}; \quad \operatorname{tang} \beta = \operatorname{cotg} \gamma = \frac{b}{c};$$

$$a - b = c \operatorname{tang} \frac{1}{2} \gamma; \quad a - c = b \operatorname{tang} \frac{1}{2} \beta.$$

$$P = \frac{b \cdot c}{2}.$$

Trójkąty nieprostokątne.

Dane.	Szukane	W z o r y.
a, b, c	α .	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc},$ <p>jeżeli weźmiemy $s = \frac{a+b+c}{2}$ to:</p> $\cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}};$ $\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}.$
	P	$P = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}.$

Dane.	Szukane	W z o r y.
a, b, α	β	$\sin \beta = \frac{b \sin \alpha}{a}$. Dla $a > b$ jest $\beta < 90^\circ$ rozwiązanie jest jedyne; dla $a < b$ rozwiązanie jest dwoiste.
	γ	$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$.
	c	$c = \frac{a \sin \gamma}{\sin \alpha} = b \cos \alpha \pm \sqrt{a^2 - b^2 \sin^2 \alpha}$
	P	$P = \frac{ab \sin \gamma}{2} = \frac{b \sin \alpha}{2} (b \cos \alpha \pm \sqrt{a^2 - b^2 \sin^2 \alpha})$
a, α, β	b	$b = \frac{a \sin \beta}{\sin \alpha}$
	γ	$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$
	c	$c = \frac{a \sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{a \sin (\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$
	P	$P = \frac{ab \sin \gamma}{2} = \frac{a^2 \sin \beta \sin \gamma}{2 \sin \alpha}$
a, b, γ	α	$\operatorname{tang} \alpha = \frac{a \sin \gamma}{b - a \cos \gamma}$
	β	$\frac{\alpha + \beta}{2} = 90^\circ - \frac{\gamma}{2}$; $\operatorname{tang} \frac{\alpha - \beta}{2} = \frac{a - b}{a + b} \operatorname{cotg} \frac{\gamma}{2}$
	c	$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$
		$c = \sqrt{(a+b)^2 - 4ab \cos^2 \frac{\gamma}{2}}$
		$c = \sqrt{(a-b)^2 + 4ab \sin^2 \frac{\gamma}{2}}$
	$c = \frac{a-b}{\cos \varphi}$, gdy $\operatorname{tang} \varphi = \frac{2 \sin \frac{\gamma}{2} \sqrt{ab}}{a-b}$	
	$c = \frac{a \sin \gamma}{\sin \alpha}$	
P	$P = \frac{ab \sin \gamma}{2}$	

Rozwiązanie trójkątów kulistych.

Boki trójkąta a, b, c , i im przeciwległe kąty α, β, γ , powierzchnia trójkąta P .

$$1. \sin \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{-\cos \sigma \cos(\sigma - \alpha)}{\sin \beta \sin \gamma}}, \quad \cos \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{\cos(\sigma - \beta) \cos(\sigma - \gamma)}{\sin \beta \sin \gamma}}$$

Gdzie $\sigma = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{2}$.

$$2. \cos a = -\cos \beta \cos \gamma + \sin \beta \sin \gamma \cos \alpha.$$

$$3. \frac{\sin a}{\sin \alpha} = \frac{\sin b}{\sin \beta} = \frac{\sin c}{\sin \gamma}.$$

$$4. \cos a = \cos b \cos c = \sin b \sin c \cos \alpha.$$

$$5. \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-b)\sin(s-c)}{\sin b \sin c}}, \quad \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\sin s \sin(s-a)}{\sin b \sin c}},$$

Gdzie $s = \frac{a + b + c}{2}$.

6. Gdy $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ = \pi$, to wtedy

$$\cotg \frac{1}{2} \varepsilon = \frac{\cotg \frac{1}{2} a \cdot \cotg \frac{1}{2} b + \cos \gamma}{\sin \gamma}$$

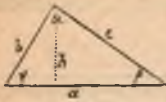
$$\text{i } \tan g \frac{1}{4} \varepsilon = \sqrt{\tan g \frac{s}{2} \cdot \tan g \frac{s-a}{2} \cdot \tan g \frac{s-b}{2} \cdot \tan g \frac{s-c}{2}}.$$

$$7. P = \frac{(\alpha + \beta + \gamma - 180^\circ)}{180^\circ} \cdot r^2 \pi, \text{ gdzie } r \text{ jest promieniem kuli.}$$

4. Geometrya.

Powierzchnie figur płaskich.

Fig. 1.



Trójkąt. Lilery a, b, c , oznaczają boki trójkąta; α, β, γ , oznaczają odpowiednio przeciwległe kąty, h = wysokość trójkąta.

1. Powierzchnia $P = \frac{a h}{2}$, czyli równa się

połowie iloczynu z podstawy przez wysokość.

2. Oznaczywszy perymetr przez $2p = a + b + c$, będzie:

$$P = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = \frac{1}{2} b c \sin \alpha.$$

$$P = \frac{c^2 \sin \alpha \sin \beta}{2 \sin \gamma} = \frac{c^2 \sin \alpha \sin \beta}{2 \sin(\alpha + \beta)}$$

3. Oznaczając przez R promień koła opisanego i przez r promień koła wpisanego w trójkąt, będzie:

$$P = \frac{a b c}{4 R} = \frac{1}{2} r (a + b + c) = r p.$$

Wielobok. Może być rozdzielony przekątniami na trójkąty, których suma powierzchni da powierzchnią wieloboku.

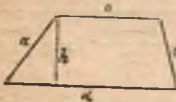
Prostokąt = Iloczynowi z podstawy przez wysokość.

Równoległobok = Iloczynowi z podstawy przez prostopadłą do podstawy łączącą tąż podstawę z bokiem równoległym.

Trapez = Iloczynowi z połowy summy dwóch boków równoległych przez wysokość = Iloczynowi z wysokości przez linię równoległą i równo oddaloną od dwóch boków równoległych:

$$P = \left(\frac{b+d}{2} \right) h$$

Fig. 2.



Jeżeli wysokość h jest nieznaną, otrzymuje się takowa oznaczając różnicę boków równoległych $(d-b)$ przez q , ze wzoru:

$$h = \frac{1}{2q} \sqrt{(a+c+q)(a+q-c)(c+q-a)(a+c-q)}.$$

Czworobok jakikolwiek = Połowie iloczynu z przekątnich a i b przez sinus kąta α przez też przekątnie przy ich przecięciu się uformowanego:

$$P = \frac{a \times b}{2} \sin \alpha.$$

Fig. 3



Jeżeli czworobok jest wpisany w koło, to powierzchnia jego wyrażona być może przez:

$$P = \frac{ab + cd}{2} \sin \varphi$$

i

jeżeli oznaczy się przez:

$2p = a + b + c + d$. Powierzchnia wyrazi się przez:

$$P = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$$

Wieloboki foremne. Oznaczmy w wieloboku foremnym przez P powierzchnię, przez p perymetr czyli obwód, a bok, r apotema czyli promień koła wpisanego, R promień koła opisanego i przez n ilość boków.

$$P = \frac{p r}{2} = \frac{n}{4} a^2 \cotg \frac{\pi}{n} = \frac{n}{2} R^2 \sin \frac{2\pi}{n} = n r^2 \tan g \frac{\pi}{n}.$$

$$p = n a = 2 n R \sin \frac{\pi}{n} = 2 n r \tan g \frac{\pi}{n}.$$

Dla wieloboków foremnych o ilości boków n od 3 do 16 następująca tabela daje wartości na P , R i a .

$n =$	P	P	R	a
3	0,4330 a^2	1,2990 R^2	0,5774 a	1,7321 R
4	1,0000 -	2,0000 -	0,7071 -	1,4142 -
5	1,7205 -	2,3776 -	0,8507 -	1,1756 -
6	2,5981 -	2,5981 -	1,0000 -	1,0000 -
7	3,6339 -	2,7364 -	1,1524 -	0,8678 -
8	4,8284 -	2,8284 -	1,3066 -	0,7654 -
9	6,1818 -	2,8925 -	1,4619 -	0,6840 -
10	7,6942 -	2,9389 -	1,6180 -	0,6180 -
11	9,3656 -	2,9735 -	1,7747 -	0,5635 -
12	11,1962 -	3,0000 -	1,9319 -	0,5176 -
13	13,1858 -	3,0207 -	2,0893 -	0,4786 -
14	15,3345 -	3,0372 -	2,2470 -	0,4450 -
15	17,6424 -	3,0505 -	2,4049 -	0,4158 -
16	20,1094 -	3,0615 -	2,5629 -	0,3902 -

Koło. $R =$ promień, $D =$ średnica (diameter), $\pi = 3,14159$ stosunek obwo-
du do średnicy.

$$\text{Obwód} = S = \pi D = 2 \pi R.$$

$$\text{Powierzchnia } A = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

Powierzchnia obręczkowa P zawarta pomiędzy dwoma obwodami kół współśrodkowych (koncentrycznych) o promieniach r i R , równa się powierzchni koła zewnętrznego o promieniu R mniej o powierzchnię koła o promieniu r .

Równa się jeszcze powierzchni koła, którego średnicą będzie linia $2t$ styczna do koła mniejszego i kończąca się na obwodzie koła większego.

$$P = \pi (R^2 - r^2) = \pi t^2 = \pi (R + r) (R - r).$$

Powierzchnia wycinka (sektor) równa się połowie iloczynu z długości łuku przez promień r , lub też jeżeli δ oznacza ilość stopni mierzących wycinek, powierzchnia s wynosić będzie.

$$s = \frac{\delta}{360^\circ} \pi r^2$$

Powierzchnia odcinka koła (segment) równa się powierzchni wycinka o tejże liczbie stopni δ , mniej powierzchnią trójkąta dopełniającego. Równa się więc.

$$s_1 = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\pi \delta}{180^\circ} - \sin \delta \right)$$

Stosunki zachodzące pomiędzy kołem i kwadratem.

Średnica koła	$\times 0,88621$	} = bokowi kwadratu równoważnego.
Obwód koła	$\times 0,8821$	
Średnica	$\times 0,7071$	} = bokowi kwadratu wpisanego.
Okrąg koła	$\times 0,2251$	
Powierzchnia koła	$\times 0,6366$	= powierzchni kwadratu wpisanego.
Bok kwadratu wpisanego	$\times 1,4142$	= średnicy koła opisanego.
Bok kwadratu wpisanego	$\times 4,443$	= okręgowi koła opisanego.
Bok kwadratu	$\times 1,128$	= średnicy koła równoważnego.
Bok kwadratu	$\times 3,545$	= okręgowi koła równoważnego.

Metoda Tomasza Simpson'a

do obliczania powierzchni figur płaskich.

Fig. 4.



Mając figurę płaską $ABCD$ w kierunku najdłuższym figury przeciąga się linie ab (oś odciętych, abscissa) i dzieli się takową na liczbę *parzystą* podziałów $= (n-1)$, gdzie n oznacza ilość punktów podziału zawsze *nieparzystą*. Linie y (rzędne, ordynaty) są prostopadłe do ab

Odległość jednostajną pomiędzy rzędnymi oznaczmy przez Δx . Powierzchnia A wyrazi się przez wzór.

$$A = \frac{\Delta x}{3} \left\{ y_1 + 4 y_2 + 2 y_3 + 4 y_4 + 2 y_5 + \dots + y_n \right\}$$

Czyli że powierzchnia A będzie równą iloczynowi z jednej trzeciej jednostajnej odległości, przez summę rzędnych skrajnych $y_1 + y_n$, więcej dwa razy wziętą summę rzędnych nieparzystych, więcej cztery razy wziętą summę rzędnych parzystych.

Tenże sam wzór stosuje się także do figury $a A B b$ wziętej oddzielnie.

Jeżeli figura jest taką, że dwie skrajne rzędne lub jakiekolwiek inne nie mają wartości, czyli że linia krzywa ograniczająca powierzchnie, przecina się z linią $a b$ uważaną za odcinek; to jednakże zawsze potrzeba tym rzędnym dać nazwę porządkową i wstawić we wzór jako zero.

5. Solidometrya.

a) Powierzchnie A .

- 1) Powierzchnia boczna walca (cylindra):

$$A = 2 \pi r h.$$

Powierzchnia boczna walca ukośnie ściętego:

$$A = \pi r (h_1 + h_2)$$

gdzie h_1 jest najkrótszą, h_2 zaś najdłuższą tworzącą.

- 2) Powierzchnia boczna ostrogręgu prostego (konusa):

$$A = \pi r \sqrt{r^2 + h^2} = \pi r t$$

gdzie t oznacza linię tworzącą, r promień podstawy.

- 3) Powierzchnia kuli:

$$A = 4 \pi r^2$$

czyli równa się powierzchni czterech kół wielkich.

- 4) Powierzchnia boczna pasa kulistego lub czaszki:

$$A = 2 \pi r h$$

czyli równa się iloczynowi z okręgu koła wielkiego przez wysokość.

b) Objętości V .

- 1) Objętość walca i graniastosłupa (pryzmy) równa się iloczynowi z podstawy przez wysokość.

Objętość walca ukośnie ściętego $V = \pi r^2 \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right)$, jak w A.1.

2) Objętość graniastosłupa trójkątnego ukośnie ściętego równa się:

$$V = A \frac{a + b + c}{3}$$

gdzie A jest podstawą graniastosłupa a a , b , c , są jego trzema krawędziami.

3) Ostrosłup i Ostrokraj (Piramida i Konus) objętość równa się jednej trzeciej iloczynowi z podstawy przez wysokość.

4) Objętość kłosa ostrosłupowego jest:

$$V = \frac{h}{3} \left(A + \sqrt{A a} + a \right)$$

gdzie h oznacza odległość od równoległych podstaw A i a .

5) Objętość kłosa ostrokąowego równa się:

$$V = \frac{\pi h}{3} \left(R^2 + R r + r^2 \right)$$

gdzie R i r są promieniami podstaw a h wysokością.

6) Obelisk (kłoc ostrosłupowy o podstawie prostokątnej).

$$\text{Objętość } V = \frac{h}{6} \left((2a + a_1) b + (2a_1 + a) b_1 \right)$$

Fig. 5.

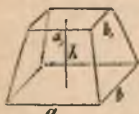
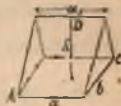


Fig. 6.



Jeżeli linia $b_1 = 0$ to wtedy otrzymamy *klin* czyli graniastosłup trójkątny mający za podstawę prostokąt fig. 6.

$$\text{Objętość } V = (2a + a_1) \frac{b h}{6}$$

7) Objętość kuli równa się iloczynowi z powierzchni czterech kół wielkich przez jedną trzecią promienia:

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{4}{3} \pi r^3 = 4,1888 r^3 \\ V &= \frac{1}{6} \pi d^3 = 0,5236 d^3 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} r &= \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} \\ r &= 0,62035 \sqrt[3]{V} \end{aligned}$$

8) Objętość odcinka kulistego (segmentu) o jednej podstawie.

$$V = \frac{1}{6} \pi h \left(3 \rho^2 + h^2 \right) = \frac{1}{3} \pi h^2 \left(3r - h \right)$$

gdzie r promień kuli, ρ promień koła będącego podstawą, h wysokość odcinka.

9) *Objętość odcinka kulistego o dwóch podstawach* (segment, fr. tranche sphérique, niem. Kugelzone):

$$V = \frac{1^2}{2} \pi h (r_1^2 + r_2^2) + \frac{1}{6} \pi h^3$$

$V = 1,570796 h (r_1^2 + r_2^2) + 0,52359 h^3$, — gdzie r_1 i r_2 są promieniami kół służących za podstawy. Objętość ta wyrazi się: V równa się iloczynowi z wysokości h odcinka przez połowę summy powierzchni dwóch podstaw, więcej z objętość kuli mającej h za średnicę.

10) *Wycinek kulisty* (sector):

$$V = 2 \pi r h \times \frac{1}{3} r = \frac{2}{3} \pi r^2 h = 2,09439 r^2 h.$$

11) *Objętość jakiegokolwiek bryły* otrzymać możemy za pomocą wzoru *Tomasza Simpsona*. W kierunku najdłuższym [przeprowadza się oś, którą się dzieli na dowolną ilość części *parzystych*. Przez punkta podziałów przeprowadzają się płaszczyzny prostopadłe do osi, które przecinając bryłę formują powierzchnie przecięć a_1, a_2, a_3, a_n gdzie n zawsze nieparzyste. Oznaczając także przez h odległość jednostajną pomiędzy dwoma punktami podziału, otrzymamy:

$$V = \frac{h}{3} (a_1 + 4a_2 + 2a_3 + 4a_4 + 2a_5 + \dots + a_n)$$

12) *Mierzenie kwadratury i objętości drzewa*. Drzewo po wyprawieniu czyli obciosaniu dostaje w przekroju formę zwykle prostokątną. — Nazwiemy *kwadraturą drzewa* (fr. équarissage) kwadrat wpisany w koło formujące przekrój poprzeczny drzewa w stanie surowym wrez z korą. Jeżeli drzewo zelenia się ku jednemu końcowi, co zwykle ma miejsce, kwadratura drzewa oznacza się za pomocą przecięcia uważanego w środku długości.

Oznaczając przez d średnicę, r promień przecięcia, h długość drzewa, c bok kwadratury i V objętość; otrzymamy:

$$c^2 = \frac{d^2}{2} = 2r^2 \quad \text{i} \quad V = \frac{d^2}{2} h = 2 r^2 h$$

W handlu używany jest sposób następujący do oznaczenia kwadratury drzewa: oś obwodu drzewa (πd) odejmuje się jedną szóstą ($\frac{\pi d}{6}$), czwierć pozostałej reszty wyraża bok kwadratury c , — co stanowi w przybliżeniu,

$$c = 0,655 d = 1,3 r; \quad c^2 = 0,429 d^2 = 1,7 r^2$$

$$V = 1,7 r^2 h = 0,429 d^2 h$$

W arsenałach francuskich drzewo obrabia się podług:

$$c = \frac{2 \pi r}{3}; \quad c^2 = \frac{(2 \pi r)^2}{9}; \quad V = 1,379 r^2 h$$

13) *Beczki*. Ze względu na zmienność formy, wzoru ściślego określić niepodobna, można tylko objętość obliczyć w przybliżeniu wzorami następujemi: dla beczek bardzo wypukłych:

$$V = \frac{\pi}{4} l \left\{ d + \frac{2}{3} (D-d) \right\}^2, \quad \frac{\pi}{4} = 0,7854$$

dla beczek średniej wypukłości:

$$V = 0,7854 l \left\{ d + \frac{\pi}{5} (D-d) \right\}^2,$$

i nareszcie dla beczek prawie cylindrycznych:

$$V = 0,7854 l \left\{ d + \frac{11}{10} (D-d) \right\}^2,$$

Wzór następujący daje wartość prawie *pośrednią*:

$$V = 0,0873 l \left\{ d + 2D \right\}^2,$$

gdzie D i d oznaczają średnicę wewnętrzną: największą i przy dnach, l długość wewnętrzną, V objętość.

Stosunek całkowitych powierzchni i objętości: *kuli, walca* opisanego na tej kuli i *ostrokręgu* równobocznego opisanego na tejże kuli jest następujący:

$$\text{kula: walec: ostrokrąg} = 4 : 6 : 9.$$

Pomiędzy pięcioma wielościanami foremnymi i kulą, zachodzą stosunki wyrażone w następującej tabelce:

Przy krawędzi wielościanu foremnego wziętej za jedność.

Nazwa wielościanu.	Promień kuli opisanej.	Promień kuli wpisanej.	Powierzchnia wielościanu.	Objętość wielościanu.
Czworościan.....	0,612372	0,204124	1,732051	0,117851
Sześcian (kub).....	0,866025	0,500000	6,000000	1,000000
Ośmiościan.....	0,707107	0,408248	3,464102	0,471404
Dwunastościan.....	1,401259	1,113516	20,645779	7,663119
Dwudziestościan.....	0,951056	0,755761	8,660254	2,181695

Promienie rosną w stosunku krawędzi wielościanów, powierzchnie w stosunku kwadratów, objętości w stosunku sześciennów tychże krawędzi.

Prawo Guldin'a.

1) *Powierzchnia* A uformowana całym obrotem linii krzywej dowolnej, leżącej wraz z osią obrotu na jednej płaszczyźnie; równa się długości tejże linii tworzącej L pomnożonej przez okrąg koła zakreślonego środkiem ciężkości tejże linii $2\pi y$, $A = 2\pi y \times L$.

2) *Objętość* V uformowana całkowitym obrotem figury płaskiej dowolnej, około osi znajdującej się z nią w tejże samej płaszczyźnie; równa się powierzchni figury tworzącej A pomnożonej [przez okrąg koła $2\pi y$ zatoczony środkiem ciężkości powierzchni A , tak więc:

$$V = 2\pi y \times A$$

gdzie y jest odległością środka ciężkości od osi obrotu.

6. Geometria analityczna.

Geometria analityczna przedstawia linie, powierzchnie, objętości i kształty dowolne w przestrzeni, za pomocą wzorów algebraicznych; wyrażających charakterystyczne własności tychże albo też wzajemną zależność elementów, wyznaczających każdy punkt: krzywych, powierzchni i objętości, względem pewnej liczby osi stałych, nazwanych *osiami współrzędnymi* (koordynaty).

Dwie osie xx' i yy' prostopadłe lub pochyłe do siebie przecinają się w punkcie O nazwanym *początkiem osi współrzędnych*.

Dla określenia jakiegoś punktu m na tejże płaszczyźnie z osiami współrzędnymi leżącego, używa się dwóch równoległych do tychże osi, z punktu m do ich spotkania wyprowadzonych, z których pierwsza, najczęściej prostopadła do osi xx' nazywa się *rzędną* (ordynatą) i oznacza przez y (zwykle za taką uważaną jest linia pionowa), druga zaś zwykle horyzontalna i prostopadła do yy' nazywa się *odcięciem* (abscysą) i oznacza przez x . Linia x mierzy się odległością, zawartą pomiędzy punktem początku osi współrzędnych a punktem przecięcia się rzędnej y z osią xx' na tejże osi mierzonej.

Równania pierwszego stopnia.

Linia prosta.

Równanie ogólne: $Ay - Bx = c$ albo $y = ax + b$.

Linia równoległa do x : ... $y = b$.

Linia równoległa do y : ... $x = c$.

Linia przechodząca przez początek współrzędnych: $y = ax$.

Kąt α linii danej z osią x :

$$\text{tang } \alpha = a.$$

Jeżeli zaś osie współrzędne przecinają się pod kątem θ :

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{a \sin \theta}{1 + a \cos \theta}$$

Linia przechodząca przez dwa punkta dane $x'y'$ i $x''y''$:

$$y - y' = \frac{y'' - y'}{x'' - x'} (x - x')$$

Linie krzywe drugiego stopnia.

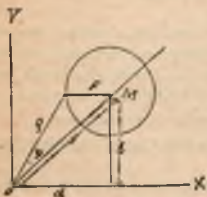
Równanie ogólne:

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0.$$

Okrąg koła.

1) Równanie okręgu koła: $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$.

Fig. 7.



Jeżeli osie współrzędnych mają swój początek w punkcie M środku koła, to równanie środkowe będzie: $x^2 + y^2 = r^2$.

2) Równanie polarne:

$$\rho^2 - 2 \rho f \cos \varphi + f^2 = r^2.$$

3) Styczna w punkcie $x'y'$ do koła:

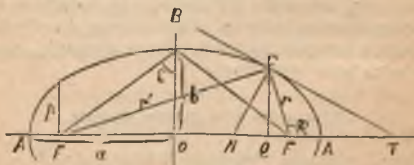
$$yy' + xx' = r^2.$$

4) Normalna: $y = \frac{y'}{x'} x$.

(normalną nazywa się linia prostopadła do stycznej wyprowadzona z punktu styczności).

Elipsa.

Fig. 8.



Równanie krzywej: $a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2$, albo $\frac{y^2}{b^2} + \frac{x^2}{a^2} = 1$, gdzie a oznacza pół osi wielkiej, b pół osi małej.

Odległość ognisk od środka: $OF = \pm \sqrt{a^2 - b^2} = c$.

Podwójna odległość OF czyli FF' nazywa się *mimośrodkiem elipsy* (ekscentrycznością).

Linia polarna (dyrektryszą) jest linia prosta, prostopadła do osi wielkiej, taka że odległość każdego punktu elipsy od jednego ogniska i odległość tegoż punktu od tejże linii jest w stosunku stałym — równym stosunkowi mimośrodu do osi wielkiej $e = \frac{c}{a}$. W elipsie są dwie linie polarne, których odległość od

$$\text{środku} = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - b^2}}$$

Długość promieni wodzących:

$$r = a - \frac{c x}{a}, \quad r' = a + \frac{c x}{a}; \quad r + r' = 2 a.$$

Czyli że suma dwóch promieni wodzących każdego punktu jest stałą.

Długość $2p$ nazywa się parametrem.

Styczna CT do elipsy w punkcie $x y = C$.

$$CT = \frac{a y}{b x} \sqrt{\pm (a^2 - e^2 x^2)}$$

Podstyczna (subtangent) TQ , długość zawarta pomiędzy rzeczną punktu

$$\text{i końcem stycznej: } TQ = \mp \frac{a^2}{x} \pm x$$

$$\text{Normalna } CN = \frac{b}{a} \sqrt{\pm (a^2 - e^2 x^2)}$$

$$\text{Podnormalna } NQ = \mp \frac{b^2}{a^3} x$$

Promień krzywizny ρ :

$$\rho = \frac{a^3}{b} \left(1 - \frac{e^2 x^2}{a^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Odcięta x^3 środka krzywizny równa się:

$$x^3 = \frac{e^2 x^3}{a^3}$$

Obwód elipsy s równa się:

$$s = 2\pi a \left\{ 1 - \left(\frac{1}{2} e\right)^2 - \frac{1}{3} \left(\frac{1.3}{2.4} e^2\right)^2 - \frac{1}{5} \left(\frac{1.3.5}{2.4.6} e^4\right)^2 - \dots \right\}$$

$$\text{gdzie } e = \frac{c}{a} = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

albo $s = \pi (a + b) k$, — gdzie k równa się przy wartościach.

$\frac{a-b}{a+b} = 0$	0,1	0,2	0,3	0,4	
$k = 1,0000$	1,0025	1,0100	1,0226	1,0404	
$\frac{a-b}{a+b} = 0,5$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$k = 1,0635$	1,0922	1,1267	1,1677	1,2155	1,2732

głość tego samego punktu do tejże linii polarnej jest w stosunku stałym, równym stosunkowi mimośrodowi do osi przechodzącej przez ogniska $e = \frac{c}{a}$. W hy-

perboli jest dwie polarne których odległość od środka-hyperboli jest $= \frac{a^2}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

Długość $2p$ nazywa się *parametrem*.

Asymptoty (linie styczne w nieskończoności):

$$y = \pm \frac{b}{a} x$$

Styczna do hyperboli w punkcie C (współrzędne: $x y$)

$$CT = \frac{a y}{b x} \sqrt{\pm (a^2 - e^2 x^2)}$$

Normalna:

$$CN = \frac{b}{a} \sqrt{\pm (a^2 - e^2 x^2)}$$

Podstyczna:

$$TQ = \mp \frac{a^2}{x} \pm x$$

Podnormalna:

$$NQ = \mp \frac{b^2}{a^2} x$$

Promień krzywizny w punkcie C jest:

$$r = a^2 b^2 \left(\frac{x^2}{a^4} + \frac{y^2}{b^4} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{(rr')^{\frac{3}{2}}}{ab}$$

Równanie hyperboli wzięte względem asymptot jako współrzędnych:

$$xy = \frac{a^2 + b^2}{4} = m^2 \quad \text{wartość stała.}$$

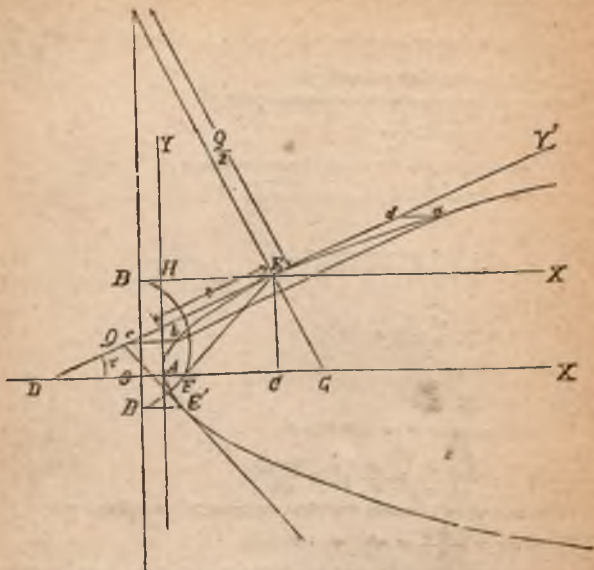
Powierzchnia A zawarta pomiędzy łukiem hyperboli, asymptotą wziętą za odciętą i dwoma rzędnymi y i y' , wyraża się przez:

$$A = m^2 \sin e \times \log \text{hyp} \frac{x'}{x}$$

Jeżeli zaś hyperbola jest równoboczną (asymptoty prostopadłe do siebie) otrzymamy:

$$A = m^2 \log \text{hyp} \frac{x'}{x}$$

Parabola.



Równanie paraboli uważając początek współrzędnych w punkcie A jest:
 $y^2 = 2px$.

• Odległość ogniska od wierzchołka paraboli $AF = \frac{1}{2}p$, p jest rzędną z punktu ogniska wyprowadzoną.

Linia prostopadła do osi X , przecinająca się z nią w punkcie O , odległym od wierzchołka paraboli o $\frac{1}{2}p$, nazywa się *kierownicą* i jest polarną ogniska.

Każdy punkt paraboli jest równo oddalony od ogniska i kierownicy; — odległości te czyli *promienie wodzące* są równe: $\frac{p}{2} + x$.

Parametrem paraboli jest $2p$, — czyli podwójna odległość ogniska od kierownicy.

Linia EX' nazywa się *średnicą* paraboli i dzieli na dwie równe części każdą cięciwą ab równoległą, do stycznej przeprowadzonej przez punkt E .

Równanie stycznej w punkcie x' y' jest: $y' y = p (x' + x)$.

Odcięta tejże stycznej x' .

Podstyczna = $2x' = DC$.

Normalna: $y - y' = \frac{y'}{p} (x - x')$.

Podnormalna = $CG = p$.

Promień krzywizny $\rho = \frac{(p + 2x)^\frac{3}{2}}{\sqrt{p}} = \frac{EG^2}{p^2}$

Rzut promienia krzywizny na oś X jest $2EF = 2EB$.

Równanie rozwijanej (ewoluty, fr. développée) jest:

$$y^2 = \frac{8}{27} \frac{(x - p)^3}{p}$$

Powierzchnia $AEC = \frac{2}{3} x y$; $aEb = \frac{2}{3} a b c d$.

Długość łuku AE jest:

$$s = \frac{p}{2} \left\{ \sqrt{\frac{2x}{p} \left(1 + \frac{2x}{p}\right)} + \log \text{hyp} \left(\sqrt{\frac{2x}{p}} + \sqrt{1 + \frac{2x}{p}} \right) \right\} = \\ = t + \frac{p}{2} \log \text{hyp} \cotg \frac{t}{2}$$

Jeżeli $\frac{x}{y}$ (w mostach wiszących: strzała podzielona przez połowę otworu) jest małym ułamkiem, to otrzymamy w przybliżeniu:

$$s = y \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left(\frac{x}{y}\right)^2 - \frac{2}{5} \left(\frac{x}{y}\right)^4 + \dots \right\}$$

Objętość paraboloidy utworzonej obrotem AEC około osi X równa się:

$$V = \pi x^2 p = \pi \frac{y^3}{4p} = \frac{\pi}{2} y^2 x.$$

VI. MECHANIKA.

Żadne ciało materialne niemoże zmieniać miejsca lub też dowolnie raz posiadanej prędkości; jeżeli na toż ciało nie będą oddziaływać przyczyny zewnętrzne wywołujące ruch lub jaką zmianę w prędkości. Taki stan ciała materialnego nazywa się *bezwładnością* (Inercją).

Przyczyna zewnętrzna nazywa się *siłą*.

Jednostką siły, czyli jej miarą jest jednostka wagi. W podręczniku tym uważać będziemy za taką *kilogram*.

Ruch bywa prostoliniowy, krzywoliniowy, jednostajny i zmienny.

Oznaczając przez s drogę przebieżoną, przez v prędkość, przez t czas w sekundach; mamy:

Dla ruchu jednostajnego:

$$s = vt, \quad \text{z kąd} \dots v = \frac{s}{t}$$

Dla ruchu zmiennego:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Nazywamy *przyspieszeniem* prędkości:

$$j = \frac{dv}{dt}$$

Przy ruchu jednostajnie przyspieszonym wartość:

$$\frac{dv}{dt} \text{ jest stałą.}$$

Wzór prędkości przyspieszonej będzie:

$$v = v_0 + jt, \quad \text{gdzie } v_0 \text{ oznacza prędkość początkową.}$$

Każde ciało w próżni, będące pod wpływem przyciągania ziemi, jeżeli jest swobodnie puszczone, spada z przyspieszoną jednostajnie prędkością.

Prędkość tegoż ciała po upływie czasu t będzie:

$$v = v_0 + gt, \quad \text{gdzie ogólnie przyjęto oznaczać przez } g = \frac{dv}{dt} \text{ natężenie}$$

nie przyspieszenia ciała spadającego w próżni pod wpływem przyciągania ziemi. Wartość g jest jednostajną dla wszystkich ciał, lecz jest zmienną zależną od szerokości geograficznej miejsca, w którym spадanie ciała jest uważane.

Droga E przebieżona w czasie t otrzymuje się:

$$E = \int_0^E ds = \int_0^t v dt = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

Dla Warszawy $g = 9,81174$ metrom, ciała spadającego w próżni na powierzchni morza. (Wzniesienie Warszawy nad morzem 111 metrów).

Jeżeli $v_0 = 0$ i jeżeli oznaczymy przez h wysokość przebieżoną przez ciało spadające w próżni, w czasie t , otrzymamy:

$$h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{v^2}{2g}$$

prędkość odpowiednia wysokości h :

$$v = g t = \sqrt{2gh}$$

Czas t trwania spadku ciała:

$$t = \frac{v}{g} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Wysokość przebieżona w przeciągu pierwszej sekundy:

$$h_1 = \frac{1}{2} g = 4,90587 \text{ metrom.}$$

Prędkość ciała wyrzuconego w górę: $v = v_0 - g t$.

Ciało wyrzucone przestaje się podnosić jeżeli: $v_0 = g t$, od tej chwili toż ciało zaczyna spadać i w chwili padania na miejsce, z którego było wyrzucone, prędkość będzie równą v_0 .

Czas trwania pojedynczego kołysania wahadła o długości l w próżni jest:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left\{ 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \dots \right\}$$

Gdzie przy małych wahaniami z całą dokładnością przyjąć można:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Formuła ta służy do oznaczania *natężenia przyspieszenia* w różnych miejscowościach ziemi.

Długość wahadła bijącego sekundy w Warszawie (jedno kołysanie) jest:

$$l = 0,994159.$$

TABELKA.

dająca wysokości spadku ciał, odpowiednio prędkościom zawartym pomiędzy 0 i 30 metrami.

$\frac{v}{\sqrt{2gh}}$	$h = \frac{v^2}{2g}$	$\frac{v}{\sqrt{2gh}}$	$h = \frac{v^2}{2g}$	$\frac{v}{\sqrt{2gh}}$	$h = \frac{v^2}{2g}$	$\frac{v}{\sqrt{2gh}}$	$h = \frac{v^2}{2g}$
m	m	m	m	m	m	m	m
0,00	0,000000	1,45	0,10716	3,3	0,55504	11,0	6,1672
0,05	0,00127	1,50	0,11468	3,4	0,58919	11,5	6,7406
0,10	0,000510	1,55	0,12245	3,5	0,62436	12,0	7,3394
0,15	0,001147	1,60	0,13048	3,6	0,66055	12,5	7,9638
0,20	0,002039	1,65	0,13876	3,7	0,69776	13,0	8,6137
0,25	0,003186	1,70	0,14730	3,8	0,73598	13,5	9,2890
0,30	0,004587	1,75	0,15609	3,9	0,77523	14,0	9,9898
0,35	0,006244	1,80	0,16514	4,0	0,81549	14,5	10,7161
0,40	0,008155	1,85	0,17444	4,1	0,85678	15,0	11,4679
0,45	0,010321	1,90	0,18400	4,2	0,89908	15,5	12,2452
0,50	0,012742	1,95	0,19381	4,3	0,94241	16,0	13,0479
0,55	0,015418	2,00	0,20387	4,4	0,98675	16,5	13,8761
0,60	0,018349	2,05	0,21419	4,5	1,0321	17,0	14,7299
0,65	0,021534	2,10	0,22477	4,6	1,0785	17,5	15,6091
0,70	0,024975	2,15	0,23560	4,7	1,1259	18,0	16,5138
0,75	0,028670	2,20	0,24669	4,8	1,1743	18,5	17,4439
0,80	0,032620	2,25	0,25803	4,9	1,2238	19,0	18,3996
0,85	0,036825	2,30	0,26962	5,0	1,2742	19,5	19,3807
0,90	0,041284	2,35	0,28147	5,5	1,5418	20	20,3874
0,95	0,045999	2,40	0,29358	6,0	1,8349	21	22,4771
1,00	0,050968	2,45	0,30594	6,5	2,1534	22	24,6687
1,05	0,056193	2,50	0,31855	7,0	2,4975	23	26,9623
1,10	0,061672	2,6	0,33455	7,5	2,8670	24	29,3578
1,15	0,067406	2,7	0,37156	8,0	3,2620	25	31,8552
1,20	0,073394	2,8	0,39959	8,5	3,6825	26	34,4546
1,25	0,079638	2,9	0,42864	9,0	4,1284	27	37,1560
1,30	0,086137	3,0	0,45872	9,5	4,5999	28	39,9592
1,35	0,092890	3,1	0,48981	10,0	5,0968	29	42,8644
1,40	0,099898	3,2	0,52192	10,5	5,6193	30	45,8716

Pracę T nazywamy iloczyn z siły P przez rzut s drogi, w kierunku tejże siły, jej punktem przyczepienia zakreślonej, $T = Ps$.

Jednostkami pracy są *kilogrammetry*, (odnośnie do stóp i funtów: *stopo-funty*) i *konie parowe*.

Kilogrammetrem nazywamy pracę podniesienia 1 kilograma na wysokość 1 metra w ciągu 1 sekundy czasu.

Koń parowy równa się 75 kilogrametrom (600 stopo-funtom rossyjskim czyli wyraża pracę podniesienia 75 kilogramów na wysokość 1 metra lub 1 kilograma na wysokość 75 metrów w przeciągu 1 sekundy.

Silą żywą jest iloczyn $\frac{1}{2} m v^2$ czyli masa m pomnożona przez połowę kwadratu z prędkości, przy danym czasie t .

Jeżeli oznaczymy przez v_0 , prędkość początkową, przez v prędkość końcową, przez s_0 drogę przebieżoną odpowiadającą jednocześnie v_0 i przez s odpowiadającą prędkości v , to praca sił żywych wyrazi się przez.

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \int_{s_0}^s P \cos \alpha \cdot ds.$$

α oznacza kąt zawarty pomiędzy kierunkiem drogi przebieganej punktem przy-czeplenia siły P i kierunkiem tejże ostatniej.

Masę m ciała nazywa się:

$$m = \frac{P}{g} \quad \text{Z tąd } P = m g$$

gdzie P oznacza wagę ciała (kilogramy), g natężenie przyspieszenia (9,81174).

Siła odśrodkowa φ określa się wzorem:

$$\varphi = m \frac{v^2}{\rho} = m \omega^2 \rho;$$

ρ = oznacza promień krzywej zakreślonej środkiem ciężkości ciała będącego w ruchu, ω = prędkość kątową.

Ilość ruchu ($m v$), wykonana w pewnym czasie mierzy się *impulsą siły*:

$$m v - m v_0 = \int_0^t P dt.$$

Środek ciężkości niektórych figur.

W figurach symetrycznych, środek ciężkości znajduje się jednocześnie w środku symetrii np. w linii prostej, wieloboku foremny, kole, kuli, cylindrze o podstawach równoległych i t. d.

S. C. Boków trójkąta znajduje się w środku koła wpisanego w trójkąt.

S. C. Łuku koła znajduje się na promieniu dzielącym łuk na dwie równe części, w odległości od środka koła: $\frac{r l}{s}$; r jest promieniem; l cięciwą; s długością łuku.

S. C. Powierzchni trójkąta: na linii łączącej którykolwiek wierzchołek z punktem dzielącym bok przeciwległy na dwie równe części, na odległość $\frac{1}{3}$ od boku trójkąta mierzonej.

S. C. Powierzchni połowy koła. Odległość od środka koła: $X = \frac{4}{3} \frac{r}{\pi}$;
 $r =$ promień, $\pi = 3,1416$.

S. C. Trapezu. Znajduje się na linii łączącej środki dwóch boków równoległych, na odległości prostopadłej od większego boku $= X = \frac{h}{3} \left(\frac{a+2b}{a+b} \right)$,
 gdzie: a podstawa większa; b podstawa mniejsza; h wysokość trapezu.

S. C. Odcinka koła. Odległość od środka koła $= \frac{2r^2}{3s}$; $i =$ cięciwa, $s =$ długość łuku.

S. C. Wycinka koła przy cięciwie i , powierzchni A , lub promieniu r i kącie środkowym $\alpha^\circ = 2\beta^\circ$. Odległość od środka koła:

$$X = \frac{i^3}{12A} = \frac{2r}{3} \left(\frac{\sin^3 \beta}{\beta - \sin \beta \cos \beta} \right)$$

S. C. Piramidy o jakiegokolwiek podstawie, znajduje się na linii łączącej wierzchołek z środkiem ciężkości podstawy i na odległości $\frac{1}{4}$ od tejże podstawy uważanej.

S. C. Kłosa ostrokąowego, znajduje się na osi w odległości od większej podstawy $= \frac{h(R+r)^2 + 2r^2}{4(R+r)^2 - Rr}$; R promień większej podstawy; r promień podstawy mniejszej; h wysokość.

S. C. Odcinka kulistego. Odległość od środka kuli:

$$X = \frac{3(2r-h)^2}{4(3r-h)}$$

gdzie h jest wysokością odcinka.

S. C. Wycinka kulistego. Odległość środka ciężkości od środka kuli:

$$X = \frac{3}{8} r (1 + \cos \beta); \quad \beta \text{ jest połową kąta u środka kuli uformowanego.}$$

$$\text{Dla półkuli } \beta = 90^\circ \dots X = \frac{3}{8} r.$$

Praca dynamiczna.

Ilość pracy wykonywanej przez człowieka i zwierzęta w różnych okolicznościach.

RODZAJ PRACY.	Ciężar podniesiony lub siła średnia.	Prędkość lub droga na sekundę.	Praca na sekundę.	Czas pracy dziennej.	Ilość pracy dziennej.
	kilogr	metry.	kgm.	godziny.	kgm.
1) Podnoszenie ciężarów.					
Człowiek wznosząc się po łagodnej pochyłej lub schodach, praca na podniesienie własnego ciężaru ciała.....	65	0,15	9,75	8	280800
Człowiek podnoszący ciężar za pomocą sznura i bloku opuszczając następnie sznur próżno..	18	0,20	3,60	6	77760
Człowiek podnoszący ciężary rękami.....	20	0,17	3,40	6	73440
Człowiek noszący ciężary na grzbiecie po łagodnej pochyłej lub na górze po schodach, wracając następnie swobodnie	65	0,04	2,60	6	56160
Człowiek podnosząc ciężary, włożąc taczką na pochyłą $\frac{1}{15}$ i wracając swobodnie.....	60	0,02	1,20	10	43200
Człowiek wyrzucający ziemię łopatą i na wysokość średnią m 1,60	2,7	0,40	1,08	10	38880
2) Działanie na maszyny.					
Człowiek działając na szczeble u koła, na wysokości osi koła..	60	0,15	9	8	259200
Ku dolowi koła lub przy 24°..	22	0,70	8,4	8	251120
Człowiek idąc, pechając lub ciągnąc boryzontalnie	12	0,60	7,2	8	207360
Człowiek działając na korbę..	8	0,75	6	8	172800
Człowiek wprawny, pechając i ciągnąc nawzajem w kierunku pionowym.....	10	0,75	4,5	10	162000
Koń zaprzężony do wozu zwykłego i idący stępa.....	70	0,9	63	10	2168000
Koń w manieżu idący stępa...	45	0,9	40,5	8	1166400
Koń w manieżu idący klusa...	50	2,0	60	4,5	972400

RODZAJ PRACY.	Ciężar pod- niesiony lub siła średnia.	Prędkość lub droga na sekundę.	Praca na sekundę.	Czas pracy dziennej.	Ilość pracy dziennej.
	kilogr.	metry.	kgm.	godziny.	kgm.
Wół w maneżu idący stępa ...	65	0,8	30	8	1123200
Muł w maneżu, stępa.....	30	0,9	27	8	777600
Osiół w maneżu, stępa.....	14	0,8	11,6	8	334080
Koń w wozie, idący klusa ...	44	2,20	96,8	4,5	1568160
3) Przenoszenie ciężarów horyzontalnie.					
Człowiek odrzucający ziemię łopata na odległość 4 metrów, horyzontalnie.....	2,7	0,68	1,8	10	64800
Koń niosąc ciężar na grzbiecie idąc stępa	120	1,10	132	10	4752000
Koń niosąc ciężar na grzbiecie idąc klusa	80	2,20	176	7	4435200
Człowiek idący po drodze poziomej bez ciężaru.....	65	1,5	97,5	10	3510000
Człowiek przewożąc ciężary taczka i wracając próżno	60	0,50	30	10	1080000
Człowiek podróżując będąc obciążony ciężarem na grzbiecie.	40	0,75	30	7	756000
Człowiek przenosząc ciężary na grzbiecie i wracając próżno..	65	0,50	32,5	6	702000

T a r c i e

Tarciem nazywa się opór jaki doświadczamy posuwając jedno ciało po drugim lub po niem tocząc.

Główne prawa tarcia dotychczas przyjęte są następujące:

- 1) Natężenie tarcia jest proporcjonalne do obciążenia.
- 2) Tarcie zależne jest tylko od natury ciał trących i natury smaru.
- 3) Niezależne od wielkości powierzchni trących.
- 4) Tarcie niezależne od prędkości ruchu ciał trących.

Siła F użytkowana na tarcie wyrazi się, oznaczając przez P ciężar posuwany, przez:

$$F = f P = P \operatorname{tang} \varphi, \quad Z \operatorname{tąd} f = \operatorname{tang} \varphi.$$

φ = nazywa się kątem tarcia, jest to granica do której możemy nachylać powierzchnie trące i ciało swobodne niezacznie się ześlizgiwać.

Powierzchnie trące.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do obciążenia.	
		Smarowanie zwykłe.	Smarowanie ciągle.
<i>toż samo</i> żelazo po żelazie lanem.....	<i>toż samo</i>	0,075	0,054
" żelazo lane po brązie.....	"	0,075	0,054
" żelazo lane po lanem.....	"	0,075	0,054
" żelazo po gwajaku.....	"	0,125	—
" żelazo lane po gwajaku.....	"	0,100	0,092
" żelazo lub żelazo lane po lanem.....	zmoczone wodą.....	0,140	—

Stosunek tarcia do obciążenia, wrazie toczenia powierzchni cylindrowych po powierzchni poziomej (Poncelet).

Rodzaj kół i powierzchni poziomej.	Współczynnik tarcia.
Koło wozowe okute, idące po szosie z piasku i kamyków nowych.....	0 0634
Koło wozowe okute, idące po szosie zwykłej.....	0,0414
" " " " w bardzo dobrym stanie.....	0,0160
" " " " po bruku dobrym, stępo.....	0,0185
" " " " klusa.....	0,0238
" " " " po pokładzie dębowym.....	0,0102
Koła z żelaza lanego po rel-ach drewnianych wystających i prostych (Gerstner).....	0,0023
Koła z żelaza lanego po kolej płaskiej z żelaza.....	0,0035
" " " " smarowanej....	0,0012
" " " " ciągle smarowanej.....	0,0010

Stosunek siły pociągowej do obciążenia.

Rodzaj drogi poziomej.	Stosunek ciągnięcia do obciążenia.
Droga zwykła, nie bita, gliniasta, sucha.....	0,250
Droga zwykła, żwirowata i kredowata.....	0,185
Droga ubita i twarda.....	0,040

Długość nita winna być równą grubościom blach do znitowania, więcej 1,7 d by materya wypełniła otwór w blasze i wystarczyła na uformowanie głowy.

Przy kotłach parowych dobrze jest przyjąć:

$$d = 1,5 \delta + 4.$$

$$a = 2d + 10.$$

$$b = 1,5 d, \text{ (wymiary w milimetrach).}$$

Z tąd m znajduje się w granicach 0,65 i 0,58.

Przy gazometrach nitowanych na zimno, używa się $d = 7$ do $7\frac{1}{2}$ mm, $a = 25$ mm, $b = 13$ mm, wraz z pakunkiem ze skury lub sznurka.

2) Ś r u b y.

(ros. *болт*, niem. *Schraube*, fran. *vis*, ang. *screw*).

Według Morin'a niepowinno się obciążać rdzeń śruby w kierunku jego osi ^k więcej nad 2,80 na milimetr kwadratowy.

W kraju maszyn, najczęściej używaną jest skala śrub Withworth'a, dająca (wyrażając w milimetrach):

$$p = 0,64 s = \frac{2}{3} p_0 = \frac{16,26}{n}$$

$$d_1 = d - \frac{32,52}{n} = 0,674 \sqrt{P} \quad (\text{przy } 2^k 80 \text{ na milimetr kwadratowy}).$$

$$d = d_1 + \frac{32,52}{n} \quad P = 2,2 d_1^2$$

gdzie: d średnica zewnętrzna śruby, d_1 średnica rdzenia, p głębokość rzeczywista gwintu, p_0 głębokość teoretyczna gwintu przy 55° rozchylenia, s krok śruby czyli wysokość jednego gwintu w kierunku osi śruby, n ilość gwintów na 1 cal angielski (25,4 mm), P siła w kierunku osi śruby, która z bezpieczeństwem przez śrubę wytrzymałą być może.

Skala śrub podług Withworth'a.

Części gładkiej i wysokości mutry mm.	Średnica.		Ilość gwintów na 1 cal angielski n.	Wysokość głowy 0,7 d. mm.	Średnica rdzenia śruby w części gwintowanej mm.	P Obciążenie bezpieczne kg.
	Części gwintowanej w milimetrach. d	w Calach angielskich. d				
7	6,4	$\frac{1}{2}$	20	5	4,72	49
8	7,9	$\frac{3}{16}$	18	6	6,13	83
10	9,5	$\frac{2}{8}$	16	7	7,39	120

Część gładkiej i wysokość mutry mm.	Średnica.		Ilość gwintów na 1 cal angielski n.	Wysokość głowy 0,7 d. mm.	Średnica rdzenia śruby w części gwintowanej mm.	P Obciążenie bezpieczne kg.
	Część gwintowanej.					
	w milimetrach. d	w Calach angielskich. d				
12	11,1	7/16	14	8	8,79	170
13	12,7	1/2	12	10	9,99	219
16	15,9	5/8	11	12	12,91	367
20	19,0	3/4	10	14	15,80	549
23	22,2	7/8	9	16	18,61	762
26	25,4	1	8	18	21,33	1000
29	28,6	1 1/8	7	20	23,93	1260
32	31,7	1 1/4	7	22	27,10	1615
35	34,9	1 3/8	6	25	29,51	1915
39	38,1	1 1/2	6	27	32,68	2350
42	41,3	1 5/8	5	29	34,77	2660
45	44,4	1 3/4	5	32	37,95	3170
49	47,6	1 7/8	4 1/2	34	40,40	3590
51	50,8	2	4 1/2	36	43,58	4180
58	57,1	2 1/4	4	40	49,02	5280
64	63,5	2 1/2	4	45	55,37	6740
70	69,8	2 3/4	3 1/2	49	60,56	8070
77	76,2	3	3 1/2	54	66,91	9850
83	82,5	3 1/4	3 1/4	59	72,54	11570
89	88,9	3 1/2	3 1/4	62	78,89	13690
96	95,2	3 3/4	3	67	84,41	15670
102	101,6	4	3	71	90,76	18110
108	107,9	4 1/4	2 7/8	75	96,64	20540
115	114,3	4 1/2	2 7/8	80	102,99	23330
121	120,6	4 3/4	2 3/4	85	108,32	26040
127	127,0	5	2 3/4	89	115,17	29170

W śrubach o płaskim gwincie, daje się zwykle połowę gwintów, na tąż samą długość części gwintowanej co przy śrubach o gwincie ostrym.

Skala śrub do mechanicznych i optycznych instrumentów według Karmarsch'a.

Średnica śruby m m.	Ilość gwintów na 1 centymetr.	
	O grubym gwincie.	O cienkim gwincie.
4	12	24
5	10	20
6	9	18
8	8	16
10	6	12

3) Czopy.

(*r* Hanaa, *n* Zapfen, *f* tourillon, *a* gudgeon).

Czopy leżące. Uważając obciążenie *P* skoncentrowane na środku długości czopa, średnicę tegoż otrzymamy ze wzoru:

$$d = 2,257 \sqrt{\frac{\lambda P}{t}}$$

gdzie: *t* oznacza natężenie bezpieczne na milimetr kwadratowy (dla żelaza 6 k, dla żelaza lanego 3 k, dla stali lanej 12 k), $\lambda = \frac{l}{d}$ stosunek długości do średnicy czopa.

Stosunek λ względnie do ilości obrotów na minutę.

Obroty <i>n</i>	do 100	100 — 250	250 — 500	powyżej 500
λ	1,5	1,5 — 2	2—3	3

Czopy stojące. Obciążone ciężarem *P* w kierunku osi (*n* Spurzapfen, *f* pivot) otrzymują dla żelaza w zwykłych razach:

$$d = 1,86 \sqrt{P}, \quad P = 0,29 d^2$$

przyjmując 0,5 obciążenia na milimetr kwadratowy, żeby smarowanie mogło się odbywać dobrze.

Przy czopie z żelaza lanego i soczewce brązowej umieszczonej w gnieździe obciążenie 0,3.

Przy czopie żelaznym i soczewce gwajakowej obciążenie 1 k, gdy smarowanie odbywa się regularnie jak w turbinach przez ciągłe działanie wody-

Następująca tablica podaje wartości dla czopów, przy oznaczeniu:

d = średnica czopa w milimetrach.

n = ilość obrotów na minutę.

P = obciążenie w kilogramach.

l = długość czopa.

e = grubość obrzeża.

e, = szerokość obrzeża w kierunku osi wału.

*Wartości obciążenia i wymiary dla czopów końcowych
leżących i stojących.*

Średnica czopa.	Obrzeże.		Czopy leżące.				Czopy stojące.	
	e	e_1	n do 200		n 150 do 350		n do 150	
d <i>mm</i>	$3 + 0,01 d$	$1,5 e$	$l = 1,5 d$	P <i>kg</i>	$l = 2 d$	P <i>kg</i>	$l = 1,3 d$	P <i>kg</i>
20	6	9	45	720	60	540	40	260
35	7	10	52	980	70	720	45	350
40	7	10	60	1280	80	950	50	460
45	8	12	68	1620	90	1190	60	590
50	8	12	75	2000	100	1470	65	725
55	9	14	82	2420	110	1780	70	880
60	9	14	90	2880	120	2120	80	1040
65	10	15	98	3380	130	2690	85	1225
70	10	15	105	3920	140	2880	90	1420
75	11	16	112	4500	150	3310	100	1630
80	11	16	120	5120	160	3770	105	1860
85	12	18	128	5780	170	4260	110	2100
90	12	18	135	6480	180	4770	120	2350
95	13	20	142	7220	190	5320	125	2680
100	13	20	150	8000	200	5900	230	2900
110	14	21	165	9680	220	7130	145	3510
120	15	22	180	11520	240	8480	160	4180
130	16	24	195	13520	260	9950	170	4900
140	17	25	210	15680	280	11550	180	5680
150	18	27	225	18000	300	13250	195	6520
160	19	28	240	20480	320	15080	210	7420
170	20	30	255	23120	340	17020	220	8380
180	21	32	270	25920	360	19080	235	9400
190	22	34	285	28880	380	21220	250	10470
200	25	38	300	32000	400	23560	260	11600

4) Wały. Osie. (*)

(r. 32.17, ocs, n Welle, f arbre, d shaft).

Wały lub osie nieobciążone, służące tylko do przesłania ruchu obrotowego na niewielkiej bardzo przestrzeni; obliczane być mogą ze względu na ich wytrzymałość, za pomocą wzoru:

$$1. \dots d = 1,721 \sqrt[3]{\frac{M}{t_1}} = 153,9 \sqrt[3]{\frac{1}{t_1} \cdot \frac{N}{n}}$$

(*) *Osiami* nazywają się zwykle wały transmisyjne, o małej średnicy.

Ze względu zaś na kąt skręcania, który przyjmując według Redtenbacher'a $\frac{1^\circ}{4}$ na metr bieżący, obliczać się dadzą wzorem:

$$2 \dots d = 39,09 \sqrt[4]{\frac{M}{G}} = 49,15 \sqrt[4]{\frac{M}{E}} = 1430 \sqrt[3]{\frac{1}{E} \cdot \frac{N}{n}}$$

gdzie: d oznacza średnicę wału w mm.

M moment = PR (P kilogr., R = promień w milimetrach).

N = ilość koni parowych do przeniesienia.

n = ilość obrotów na minutę.

$t_1 = \frac{4}{5} t$ wytrzymałość bezpieczna na skręcanie użytego materiału, na milimetr kwadratowy.

$$G = \frac{9}{5} E \quad (\text{zob. Wytrzymałość materiałów}).$$

Tablica dająca wymiary wałów żelaznych i ich wytrzymałość.

Średnica wału. mm.	Obliczone przy $t_1 = 2,40$ kg.		Obliczone przy skręcaniu $\frac{1^\circ}{4}$ na metr bieżący.	
	M kmm	$\frac{N}{n}$	M kmm	$\frac{N}{n}$
30	12724	0,0178	2776	0,0039
35	20205	0,0282	5142	0,0072
40	20162	0,0421	8773	0,0122
45	42943	0,0600	14053	0,0196
50	58907	0,0822	21418	0,0299
55	78404	0,1095	31359	0,0438
60	101190	0,1421	44413	0,0620
65	129420	0,1807	61173	0,0854
70	161640	0,2257	82280	0,1149
75	198810	0,2776	108430	0,1517
80	241280	0,3369	140367	0,1960
85	290080	0,4041	178888	0,2498
90	343540	0,4796	224842	0,3139
95	404040	0,5641	279126	0,3808
100	471300	0,6579	342694	0,4785
110	627230	0,8757	501738	0,7005
120	814330	1,1369	710610	0,9922
137,5	1225060	1,7104	1224900	1,7103
150	1590480	2,2204	1734889	2,4223
180	2748330	3,8371	3597465	5,0229
200	3770090	5,2635	5483104	7,6558
250	7363500	10,2805	13386560	18,6909
300	12723800	17,7644	27758214	38,7572

Przy obliczaniu bierze się zwykle $t_2 = \frac{R_2}{4}$, czyli z poczwórnem zabezpieczeniem.

Kliny przy wałach transmisyjnych otrzymują zwykle:
szerokość $a = 5 + 0,25 d$.
grubość $b = 0,6 a$.

5. K o r b y.

(*r* кривошипъ, *n* Kurbel, *f* manivelle, *a* crank).

a) *Korby ręczne.*

Długość ramienia korby 250 do 420 mm.

Średnica rączki 40 do 60 mm.

Dla *jednego* robotnika, długość rączki 250 do 300 mm.

Dla *dwóch* robotników, długość rączki 450 do 500 mm.

Wysokość osi obrotu od podłogi 1000 do 1100 mm.

Przy dwóch korbach na jednym wale, ustawiają się zwykle takowe pod 120° nachylenia względem siebie.

Jeden robotnik może pracować wywierając najwyżej 10 do 12 kilogramów ciśnienia na korbie, dając 7,94 kilogrametrów na sekundę.

b) *Korby maszynowe.*

Czop korbowy otrzymuje średnicę $d = 2,257 \sqrt{\frac{\lambda P}{t}}$, gdzie P jest siłą największą działającą na czop. Litery λ i t jak pod Nr. 3.

Oznaczając przez S ciśnienie działające na tłok, przez $\mu = \frac{r}{L}$ stosunek promienia korby do długości korbowodu; otrzymamy siłę największą P działającą na czop:

$$P = S \left(1 + \frac{\mu^2}{2} \right)$$

Zwykle daje się: $\lambda = 1,2$ do $1,3$.

$$\mu = \frac{r}{L} = \text{najmniej } \frac{1}{3}, \quad \text{zwykle } \frac{1}{5}$$

Szerokość ramienia korby w piąście dla żelaza 1,3 do 1,4 D .

Szerokość ramienia korby w piąście dla żelaza lanego 1,5 D .

Szerokość ramienia przy czopie dla żelaza lanego 1,5 d .

Grubość ramienia żelaznego 0,6 D , żelaza lanego 0,8 D .

Grubość piasty żelaznej 0,5 D , żelaza lanego 0,65 D .

Szerokość piasty w kierunku osi wału, dla żelaza 1,3 D .

Szerokość piasty w kierunku osi wału, dla żelaza lanego 1,6 D .

Grubość oka korby, dla żelaza 0,5 d .

Grubość oka korby, dla żelaza lanego 0,65 d .

Szerokość oka w kierunku osi czopa, dla żelaza 1,3 d .

Szerokość oka w kierunku osi czopa, dla żelaza lanego 1,6 d .

Gdzie D oznacza grubość czopa przy wale na którym korba jest osadzona.

6. Korbowody (Drażki korbowe).

(r патукъ, n Lenkerstange, fr bielle, a connecting rod).

d = średnica najgrubsza korbowodu.

δ = średnica korbowodu w odległości x od bliższego końca.

h = bok większy } korbowodu o przekroju prostokątnym.
 b = bok mniejszy }

L = długość korbowodu pomiędzy środkami dwóch czopów (w milimetrach).

P = ciśnienie całkowite w kierunku osi korbowodu (w kilogramach).

Przy prędkościach zwykłych, tłoków parowych 1 do 2 metrów, działanie bujania (*fr.* fouettement) jest stosunkowo bardzo małe, w stosunku do bezpieczeństwa zwykle przyjmowanego w wymiarach korbowodu, tak że oddziaływanie uważać możemy za nieistniejące.

Średnicę największą d w środku długości korbowodu o przekroju kołistym otrzymamy ze wzoru:

$$d = 1,2 \sqrt[4]{\frac{PL^2}{mE}} = 1,2 \sqrt{L} \sqrt[4]{\frac{mP}{E}}$$

gdzie E jest współczynnikiem sprężystości (dla stali 21000, żelaza 20000, żelaza lanego 10000, drzewa dębowego 1000).

m jest współczynnikiem zmiennym od 1 do 80, zależnym od bezpieczeństwa korbowodu i rodzaju maszyny.

W maszynach parowych o średniej sile i większych, bywa 5 do 25, najczęściej 20 (*). W maszynach morskich 30, 40 aż do 80.

Dla użycia korbowodu wymiary grubości zmieniają się w miarę postępowania ku końcom. Średnica δ w którymkolwiek punkcie na odległości x od końca korbowodu będzie:

$$\delta = 1,2 \sqrt{2x} \sqrt[4]{\frac{mP}{E}}$$

Zwykle daje się $\delta = 0,7 d$ przy końcach, ograniczając korbowód liniami o małej krzywiznie.

(*) Reuleaux Der Constructeur.

Chcąc mieć korbwód o przekroju prostokątnym; po obliczeniu dla przekroju kołistego d i z , zamienić takowy można na prostokątny, z warunkiem żeby momenta bezwładności I koła i prostokątu były sobie równe, z tąd:

$$\frac{b}{\delta} = 0,84 \sqrt[3]{\frac{\delta}{h}}; \quad \frac{h}{\delta} = 0,59 \left(\frac{\delta}{b}\right)^3$$

i nareszcie gdy jest dany stosunek $\frac{b}{h}$ będzie:

$$\frac{b}{z} = 0,88 \sqrt[4]{\frac{b}{h}}$$

Następna tablica daje niektóre wartości powyższych wzorów:

$\frac{h}{\delta}$	$\frac{b}{\delta}$	$\frac{b}{z}$	$\frac{h}{\delta}$	$\frac{h}{b}$	$\frac{b}{z}$
1,0	0,84	0,50	4,72	1,00	0,88
1,1	0,81	0,53	3,98	1,25	0,93
1,2	0,79	0,56	3,38	1,50	0,79
1,3	0,77	0,60	2,75	1,75	0,76
1,4	0,75	0,63	2,37	2,00	0,74
1,5	0,73	0,66	2,07	2,5	0,70
1,6	0,72	0,70	1,73	3,0	0,67
1,7	0,70	0,75	1,39	3,5	0,64
1,8	0,69	0,80	1,15	4,0	0,62
2,0	0,67	0,84	1,00	4,5	0,60

7. Trzon tłokowy.

(r поршневой стержень, n Kolbenstange, f tige de piston, a piston rod).

Oznaczając przez: d średnicę trzona żelaznego.

D „ „ tłoka.

L skok tłoka.

n ciśnienie w atmosferach na tłok (po wytrąceniu przeciwcieżnienia).

Otrzymamy podług Reuleaux:

$$\frac{d}{D} = 0,0573 \sqrt[4]{\frac{L}{D}} \sqrt[4]{n}$$

8. Bałansierzy.

Otrzymują zwykle całą długość $L = 6r$, wysokość w środku $h = r$, gdzie r jest promieniem korby.

Wymiary łatwo się obliczają, uważając jako belkę o formie równej wytrzymałości, umocowaną w środku długości i obciążoną na swobodnym końcu siłą równą ciśnieniu na tłok w cylindrze parowym.

9. Cylinder parowy z żelaza lanego.

Oznaczając przez D średnicę wewnętrzną tłoka w milimetrach.

δ grubość ściany w milimetrach.

p ciśnienie w kilogramach na centymetr kwadratowy.

Otrzymamy najmulej na grubość ściany w milimetrach:

$$\delta = \frac{p D}{200 - D} + 10$$

Przy wyciąganiu 1,00 kg. na milimetr kwadratowy przekroju ściany.

10. Koła zamachowe.

(r МАХОВЫЕ, n Schwungrad, f volant, a fly wheel).

Natężenie t wywołane przez siłę odśrodkową w pierścieniu koła zamachowego jest:

$$t = p \frac{v^2}{g} ; \quad v = \sqrt{t \frac{g}{p}}$$

p = ciężar milimetra sześciennego żelaza lanego = $0,000072$.

g = 9812 milimetrów.

v = prędkość na obwodzie koła zamachowego w milimetrach.

W praktyce niepowinno się przechodzić prędkości 30 metrów na sekundę,

odpowiadającej $T = 0,66$ na milimetr kwadratowy.

Średnica koła zamachowego im jest większą tem lepszą, nieprzechodząc

jednak prędkości 30 na obwodzie. Najmniej daje się równą 6 do 8 razy względem promieniowi korby.

Waga pierścienia oblicza się za pomocą wzoru:

$$P v^2 = k \mu \frac{N}{n}$$

gdzie: N oznacza ilość koni parowych.

n oznacza liczbę obrotów na minutę.

P oznacza wagę w kilogramach.

μ oznacza współczynnik zmienny, zależny od stopnia regularności jaki chcemy dać maszynie.

W skutek żądanej rozmaitej czujności, przyjmując można:

Dla maszyn o małej czujności (przy młotach) $\mu = 5$

Dla maszyn przy pompach i tartakach	$\mu = 20-30$
Dla maszyn dostatecznie regularnych.....	$\mu = 25-35$
Dla maszyn regularnych (papiernie).....	$\mu = 30-40$
Dla maszyn bardzo regularnych (przędzalnie).....	$\mu = 40-60$
Dla przędzalni bardzo wysokich numerów.....	$\mu = 100$
Średnio w budowie maszyn przyjmuje się.....	$\mu = 80$

k współczynnik zależny od rodzaju maszyny i stopnia rozprężania pary.

Według Morin'a będzie przy:

Maszynie o pełnem ciśnieniu, korbowód 5 razy promień korby.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Korba pojedyncza....} \\ \text{Dwie korby pod } 90^\circ \text{..} \\ \text{Trzy korby pod } 120^\circ \text{..} \end{array} \right.$	$k = 5593$
		$k = 1531$
		$k = 416$
Maszynie zaczynającej rozprężanie na 0,2 z kondensacją, korbowód 5 razy korba, przy 5 atmosferach.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Korba pojedyncza....} \\ \text{Dwie korby pod } 90^\circ \text{..} \\ \text{Trzy korby pod } 120^\circ \text{..} \end{array} \right.$	$k = 7619$
		$k = 1819$
		$k = 657$
Maszynie o jednym cylindrze, przy 6 atmosferach bez kondensacji, z balansierem i korbowodem 5 razy korba, zaczynając rozprężanie pary przy $\frac{1}{4}$		$k = 10651$

11. Regulator Watt'a.

Oznaczając przez:

L = długość ramienia od punktu zaczepienia do środka kuli w metrach.

h = pionową wysokość od punktu zaczepienia ramion do płaszczyzny przechodzącej przez środki kul.

b = wysokość pionową pomiędzy punktem zaczepienia ramion wierzehnich i punktem obrotu przy gilzie, ramion podpierających.

r = odległość pozioma od osi obrotu do środka kuli, w metrach.

α = kąt jaki ramiona wierzehni i podpierający, formują z osią obrotu.

Czas trwania w sekundach jednego obrotu jest:

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Jeżeli n oznacza liczbę obrotów na minutę:

$$n = 9,549 \sqrt{\frac{g}{L \cos \alpha}}$$

Jeżeli μ oznacza stopień regularności maszyny, Q opór gilzy, otrzymamy wagę kuli:

$$P = \frac{Q \cdot b \cdot \tan \alpha \cdot \mu}{2r}$$

Prędkość kątowna jest:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L \cos \alpha}}; \quad \text{także } \omega = \sqrt{\frac{p+g}{P}} \times \frac{g}{L \cos \alpha}$$

Prędkość kątowna jest więc niejednostajna.

W praktyce oblicza się zwykle na położenie średnie kul regulatora.

12. Koła zębate, tryby.

(r. зубчатое колесо, n. Zahnrad, fr. roue dentée, a. cogged wheel).

Koła mające zęby wykreslane, rozwijalną koła są zwykle najwygodniejsze dla fabryk, z tego powodu, że dwa koła o jakiegokolwiek średnicy, mogą z sobą chodzić mając jednakowy podział zębów i wykreslane przy jednakowych zasadach. Dla zadość uczynienia ostatniemu warunkowi przyjmuje się ogólnie *linię styczności zębów*, będącą zarazem styczną do kół rozwijanych, pod 75° z linią łączącą środki i przechodzącą przez punkt styczności kół podziałowych.

a) Oznaczając przez a grubość zęba, mierzoną na kole podziałowym, przyjmuje się zwykle następujące wymiary:

Podziałka zębów $p = 2,1 a$, $a = 0,48 p$. Dla obrabianych $p = 2,05 a$.

Wysokość zęba $1,2 a$, do $1,5 a$.

Stosunek części wierzchniej zęba (od końca do koła podziałowego) do części spodniej (od koła podziałowego do podstawy zęba) $= \frac{1}{2} a$.

Szerokość zęba: zwykle $4 a$ do $5 a$.

Przy częstem użyciu $5 a$ do $6 a$.

Przy bardzo szybko chodzących kołach zębowych $6 a$ do $8 a$.

b) Na podziałkę zębów przyjmuje się zwykle albo ilość ułamkową $p = \pi m$ milimetrów, otrzymując w tym razie średnicę $D = \pi m$ (milimetrów, π oznacza ilość zębów), albo też ilość całkowitą p milimetrów, otrzymując średnicę zawsze

$$\text{ułamkową } D = \frac{2p}{\pi} = 0,3183 p z.$$

W pierwszym razie podług Hanacek'a otrzymują się następczo wymiary:

Wysokość wierzchniej części zęba $= m$ milimetrów.

Spodnia część zęba $m + \sigma$, gdzie σ przestrzeń wolna najmniej $\frac{m}{4}$ wynosi.

Grubość dwóch zębów z sobą stycznych:

$a_1 + a_2 = 3 m$ (milimetrów), przy równych zębach $a = 1,5 m$.

Przy zębach „drewnianych z żelaznymi” ząb żelazny $a_1 = m + \sigma$, ząb drewniany $a_2 = 3 m - a_1$.

Szerokość zębów przy windach 6 do $8 m$ milimetrów.

Szerokość zębów przy wolno idących tranzmisyjach 8 do $10 m$.

Szerokość zębów przy szybko idących tranzmisyjach 10 do $12 m$.

a) Wymiary zębów przy podziałce πm i średnicy $D = zm$.

m	Podziałka $p = \pi m$	Grubość zęba $a = 1,5m$	Wysokość zęba b	Wysokość		Szerokość zęba $c = 8m$	Siła P	
				Wierzchnia α	Spodnia β		Zęby żelazne.	Zęby drewniane i brązowe.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg.	kg.
1	3,1416	1,5	2,5	1	1,5	8	2	1,3
2	6,2832	3	4,5	2	2,5	16	8	5,3
3	9,4248	4,5	7	3	4	24	18	12
4	12,5664	6	9	4	5	32	32	21
5	15,7080	7,5	11,5	5	6,5	40	50	33
6	18,8500	9	13,5	6	7,5	48	72	48
7	21,9916	10,5	16	7	9	56	98	65
8	25,1332	12	18	8	10	64	128	85
9	28,2748	13,5	20,5	9	11,5	72	162	108
10	31,4164	15	22,5	10	12,5	80	200	133
11	34,5580	16,5	25	11	14	88	242	161
12	37,6996	18	27	12	15	96	288	192
13	40,8412	19,5	29,5	13	16,5	104	338	225
14	43,9828	21	31,5	14	17,5	112	392	261
15	47,1244	22,5	34	15	19	120	450	300
16	50,2660	24	36	16	20	128	512	341
17	53,4076	25,5	38,5	17	21,5	136	578	386
18	56,5492	27	40,5	18	22,5	144	648	432
19	59,6908	28,5	43	19	24	152	722	481
20	62,8324	30	45	20	25	160	800	533
22	69,1152	33	49,5	22	27,5	176	968	645
24	75,3980	36	54	24	30	192	1152	768
26	81,6808	39	58,5	26	32,5	208	1352	901
28	87,9636	42	63	28	35	224	1568	1045
30	94,2464	45	67,5	30	37,5	240	1800	1200
32	100,5292	48	72	32	40	256	2048	1365

Uwzględniając tarcie zębów, w przybliżeniu oznaczyć można stosunek pomiędzy siłą P, uważaną na kole podziałowym o liczbie zębów z i siłą P' na obwodzie koła o zębach: z'; przez następujące wzory:

$$\text{Koła zewnętrzne } \frac{P'}{P} = 1 + \pi f \left(\frac{1}{z} + \frac{1}{z'} \right)$$

$$\text{Koła wewnętrzne } \frac{P'}{P} = 1 + \pi f \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z'} \right)$$

$$\text{Koło po kremalierze } \frac{P'}{P} = 1 + \pi f \frac{1}{z}$$

gdzie f = współczynnik tarcia, $\pi = 3,1416$.

b) Wymiary zębów przy podziałce całkowitej p.

Po- dział- ka p.	Grubość zęba a	Wysokość b.	Wysokość wierz- chnia zęba α	Wysokość spodnia zęba β	Szerokość zęba c.		Siła P przy szerokości 2,5 p.	
					2,5 p.	3 p	Zęby żelazne lane	Zęby drew- niane lub brą- zowe. kg
6	2,8	4,5	2	2,5	15	18	6,5	4,3
8	3,7	5,5	2 5	3	20	24	12	8,3
10	4,7	7	3	4	25	30	20	13
12	5,6	9	4	5	30	36	26	17
15	7,0	11	5	6	37	45	41	27
20	9,5	14	6	8	50	60	81	54
25	12,0	18	8	10	60	75	120	80
30	14,5	22	10	12	75	90	179	120
35	17,0	25	11	14	85	105	246	164
40	19,0	28	12	16	100	120	322	215
45	21,5	32	14	18	110	135	397	265
50	24,0	36	16	20	125	150	500	333
55	26,5	40	17	23	140	165	615	410
60	29,0	44	19	25	150	180	717	478
65	31,5	48	21	27	160	195	827	551
70	34,0	51	22	29	175	210	992	661
75	36,5	55	24	31	190	225	1151	767
80	39,0	58	25	33	200	240	1311	874
85	41,5	62	27	35	210	255	1458	972
90	44,0	66	29	37	230	270	1636	1124
95	46,5	70	31	39	240	285	1853	1236
100	49,0	74	32	42	250	300	2028	1352

Grubość zęba i siła P obliczają się wzorami:

$$a = \sqrt{\frac{0,6 b}{c t}} \sqrt{P}; \quad P = \frac{ca^3}{0,6} t$$

$$P = 716,2 \frac{N}{Rn}; \quad N = 0,0014 P R n$$

(N = konie parowe; P = kilogr; R = promień w metrach; n = obroty na minutę)

W obu powyższych tablicach przyjęto: natężenie $t = 1,50$ dla zębów żelaznych lanych i $t = 1$ kg dla zębów drewnianych lub brązowych na milimetr kwadratowy.

Dla kół zębatych z żelaza lanego wolno i spokojnie idących, w których prędkość na obwodzie koła podziałowego nie przechodzi 4 metrów, można przyjąć $t = 2$ kg; dla prędkości nieprzechodzącej 1 metra $t = 3$ kg.

Szerokość ramienia na kole podziałowym 4,5 β.

Szerokość ramienia w środku koła 4,5 β + 0,01 α z.

Grubość piasty $G = 1,5 a + 10$ milimetrów.

Długość piasty $L = c + 0,10 R$ milimetrów.

Waga kół zębatach z żelaza lanego w przybliżeniu podług Grashofa

$$W = 0,0682 R p \left(p + \frac{R}{20} \right)$$

gdzie p i R w centymetrach a W waga w kilogramach.

Tablica dająca promień R koła podziałowego przy podziałce $p=1$, dla ilości zębów $z = 10$ do 299.

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,592	1,751	1,910	2,069	2,228	2,387	2,546	2,706	2,865	3,024
2	3,183	3,342	3,501	3,661	3,820	3,979	4,138	4,297	4,456	4,615
3	4,775	4,934	5,093	5,252	5,411	5,570	5,730	5,889	6,048	6,207
4	6,366	6,525	6,685	6,844	7,003	7,162	7,321	7,480	7,639	7,799
5	7,958	8,117	8,276	8,435	8,594	8,754	8,913	9,072	9,231	9,390
6	9,549	9,708	9,868	10,027	10,186	10,345	10,504	10,663	10,823	10,982
7	11,141	11,300	11,459	11,618	11,777	11,9 7	12,096	12,255	12,414	12,573
8	12,732	12,892	13,051	13,210	13,369	13,528	13,687	13,846	14,006	14,165
9	14,324	14,483	14,642	14,801	14,960	15,120	15,279	15,438	15,597	15,756
10	15,916	16,074	16,234	16,393	16,552	16,711	16,870	17,030	17,189	17,348
11	17,507	17,666	17,825	17,985	18,144	18,303	18,462	18,621	18,780	18,939
12	19,099	19,258	19,417	19,576	19,735	19,894	20,053	20,213	20,372	20,531
13	20,690	20,849	21,008	21,168	21,327	21,486	21,645	21,804	21,963	22,122
14	22,282	22,441	22,600	22,759	22,918	23,077	23,237	23,396	23,555	23,714
15	23,873	24,032	24,192	24,351	24,510	24,669	24,828	24,987	25,146	25,306
16	25,465	25,624	25,783	25,942	26,101	26,261	26,420	26,579	26,738	26,897
17	27,056	27,216	27,375	27,534	27,693	27,852	28,011	28,170	28,330	28,489
18	28,648	28,807	28,966	29,125	29,285	29,444	29,603	29,762	29,921	30,080
19	30,239	30,399	30,558	30,717	30,876	31,035	31,194	31,354	31,513	31,672
20	31,831	31,990	32,149	32,308	32,468	32,627	32,786	32,945	33,104	33,263
21	33,423	33,582	33,740	33,900	34,059	34,218	34,377	34,537	34,696	34,855
22	35,014	35,173	35,332	35,492	35,651	35,810	35,969	36,128	36,287	36,446
23	36,606	36,765	36,924	37,083	37,242	37,401	37,560	37,720	37,879	38,038
24	38,197	38,356	38,515	38,675	38,834	38,993	39,152	39,311	39,470	39,629
25	39,789	39,948	40,107	40,266	40,425	40,585	40,744	40,903	41,062	41,221
26	41,380	41,539	41,699	41,858	42,017	42,176	42,335	42,494	42,654	42,813
27	42,972	43,131	43,290	43,449	43,608	43,768	43,927	44,086	44,245	44,404
28	44,563	44,722	44,882	45,041	45,200	45,359	45,518	45,677	45,837	45,996
29	46,155	46,314	46,473	46,632	46,792	46,950	47,110	47,269	47,428	47,587

13. Koła pasowe i pasy.

(рос. шкивь и передаточный ремень, niem. Fliemscheibe und Riemen, fr. Poulie et courroie, ang. pulley and strap).

Oznacza:

N Ciężar koni parowych po 75 kilogrametrów.

P Siłę w kilogramach na obwodzie koła pasowego.

- R i R' Promienie kół pasowych w milimetrach.
 n Ilość obrotów koła o promieniu R na minutę.
 φ Stosunek opasanego łuku do całego okręgu w kole pasowym mniejszym,
 μ Spółczynnik tarcia-ślizgawia, pomiędzy pasem i kołem pasowym.

$$\tau = e^{\frac{2\pi n \varphi}{\mu}} \quad (e = 2,71828 \dots)$$

b Szerokość pasa w milimetrach.

δ Grubość pasa w milimetrach.

S_1 Wyciąganie w pasie prowadzącym, S_2 wyciąganie w prowadzonym i S_0 wyciąganie pasa w stanie spoczynku.

f Bezpieczne obciążenie pasa na milimetr kwadratowy.

a) P a s y .

Wyciągania:

$$S_1 = \frac{\tau}{\tau-1} P; \quad S_2 = \frac{1}{\tau-1} P; \quad S_0 = 0,5 \frac{\tau+1}{\tau-1} P;$$

$$\text{Ciśnienie na czopy wału} = 2 S_0 = \frac{\tau+1}{\tau-1} P.$$

$$P = 716197 \frac{N}{a R}, \quad \text{przy } R \text{ w milimetrach.}$$

Dla ułatwienia obliczeń następująca tablica podaje wartości na τ .

Stosunek opasanego łuku do całego okręgu.	Zwyczajny pas tłusty		Pas wilgotny na kole żelaznym	Bardzo tłusty pas na kole żelaza.	sznur konopny		Żelazny pas hamulecny na kole żelaznym
	na kole drewnianem	na kole żelaznym			na drzewie okrągłym.	na drzewie polewanem	
	$\mu=0,47$	$\mu=0,29$			$\mu=0,5$	$\mu=0,33$	
S	$\tau =$	$\tau =$	$\tau =$	$\tau =$	$\tau =$	$\tau =$	$\tau =$
0,2	1,80	1,42	1,61	1,16	1,87	1,51	1,25
0,3	2,43	1,69	2,05	1,25	2,57	1,86	1,40
0,4	3,26	2,02	2,60	1,35	3,51	2,29	1,57
0,5	4,38	2,41	3,30	1,46	4,81	2,82	1,76
0,6	5,88	2,81	4,19	1,57	6,59	3,47	1,97
0,7	7,90	3,43	5,32	1,66	9,00	4,27	2,21
0,8	10,62	4,09	6, 5	1,83	12,34	5,25	2,47
0,9	14,27	4,87	8,57	1,97	16,90	6,46	2,77
1,0	19,16	5,81	10,89	2,12	24,14	7,95	3,10
1,5	—	—	—	—	111,16	22,42	—
2,0	—	—	—	—	535,47	63,23	—
2,5	—	—	—	—	2575,8	178,52	—

Dla nowego pasa na drewnianem kole $\mu = 0,5$.

Dla pewności dobrze jest wartości otrzymane powiększyć o 10%.

Wymiary pasa otrzymują się ze wzoru:

$$b \delta t = S_1.$$

Grubość δ jest średnio 5 milimetrów. Wytrzymałość praktyczna $t = 0,20$ do 0,25 kg. na milimetr kwadratowy.

Ztąd otrzymamy:

$$b = S_1 \quad \text{lub} \quad b = 0,80 S_1.$$

Szerokości pasów najczęściej zdarzające się są od 50 do 300 mm. W ostatnich jednak czasach wyrabiają pasy do jednego metra szerokości.

Prędkości 32 metrów na sekundę pas w żadnym razie przejść niepowinien.

b) Koła pasowe.

1) *Promienie* R i R_1 , kół pasowych biorą się w następnym stosunku do szerokości pasa:

$$\frac{b}{R} < \frac{0,7}{1 + \frac{R}{R_1}} \quad \text{albo} \quad \frac{R R_1}{R_1 + R} > 1,43 b$$

2) *Obód* (kranc). Szerokość daje się zwykle: $a = 1,2 b$.

Wypukłość obodu = 0,05 b .

Grubość przy brzegu $c = 2 + \frac{b}{80}$. Według Armengaud grubość b brzegu powinna być: $c = 0,03 b + 0,005 R$.

Grubość w środku równa podwójnej grubości przy brzegu zwiększona o wypukłość.

3) *Ramiona*. Ilość ramion bywa $m = 0,5 \left(2 + \frac{R}{b} \right)$.

$\frac{R}{b} = 1$	3	5	7	9	11	13
$m = 3$	4	5	6	7	8	9

Szerokość ramienia h przy płaszcie:

$$h = 6 + 0,25 b + 0,1 \frac{R}{m}$$

Szerokość przy obodzie $\frac{2}{3} h$. ($T = 2$ kg. na milimetr kwadratowy).

Grubość ramienia bywa zwykle równa połowie szerokości. Forma przecięcia zwykle owalna.

4) *Piasta*. Według Reuleaux grubość ściany piasty:

$$e = 10 + \frac{d}{6} + \frac{R}{50} \quad (d = \text{średnica wału}).$$

Długość piasty: $l > 2,5 e$.

Według Armengaud: $e = 0,3 b$; $l = 1,4 b$.

Szerokość klina $k = 4 + 0,2 d$; grubość klina $k_1 = 4 + 0,1 d$.

Klinowatość od $\frac{1}{100}$ do $\frac{1}{200}$

Przy tranzmissjach linkami drucianymi przyjmuje się zwykle:

$$S_1 = 2 P, \quad S_2 = P, \quad t_2 = 0,5 t_1$$

natężenie t na milimetr kwadratowy niepowinno przechodzić 18 kilogramów, w zwykłych warunkach 5 do 7 kg.

Oznaczając przez A w metrach odległość środków dwóch roli i h strzałę w metrach obwinięcia linki, t natężenie na milimetr kwadratowy w kilogramach otrzymamy:

$$\frac{h}{A} = 0,3535 \left\{ 0,373 \frac{t}{A} - \sqrt{\left(0,373 \frac{t}{A}\right)^2 - 1} \right\}$$

$$\frac{t}{A} = 0,47 \left(\frac{A}{h} + 8 \frac{h}{A} \right)$$

Długość linki L :

$$L = 2 \left\{ \pi R + A \left(1 + 2 \frac{h_0^2}{A^2} \right) \right\}$$

h_0 oznacza strzałę linki w stanie spokojnym.

Promień R roli niepowinien być mniejszy od:

$$R = \frac{1250}{18 - t_1} d, \quad \text{gdzie } R \text{ w milim. } t_1 \text{ w kg.}$$

d oznacza średnicę linki w milimetrach.

Linki używane do przeniesienia ruchu bywają o 6, 7, 8...zwojach, z których każdy z sześciu drutów od 0,5 do 2 mm grubości się składa.

Stosunek średnicy zewnętrznej d do średnicy drutu δ przy ilości i drutów bywa:

$i = 36$	48	54	60	66	72
$\frac{d}{\delta} = 8,00$	10,25	11,33	12,80	13,25	14,20

Linki konopne suche wytrzymywać mogą najwyżej obciążenie 800 kg. na centymetr kw. W praktyce niepowinno się więcej obciążać nad 150 kg. a lepiej jeszcze pozostać poniżej, w razach szczególnych i to nigdy nad 400 kg. na cm^2 .

Linka smolowana utraci $\frac{1}{3}$ swej mocy; linka mękra traci $\frac{2}{3}$ tejże.

Waga metra bieżącego linki konopnej W , oblicza się wzorem:

$$W = 0,08 d^2, \quad \text{gdzie } d \text{ oznacza średnicę w centymetrach.}$$

Wynajęcie pracy.

Można wydzielić część pracy lub takową mierzyć, zapomocą roli naprężających pas wolny lub zapomocą powierzchni ostrokągowych trących o siebie, obliczając w obu razach tarcie tak żeby ślizganie (pasa lub powierzchni) miało miejsce kiedy praca przechodzi określoną wielkość.

Przy rolach naprężających pas, siła Q naciskania roli będzie:

$$Q = 2 S_0 \cos \frac{\alpha}{2} = P \frac{\tau + 1}{\tau - 1} \cos \frac{\alpha}{2}$$

gdzie 2α jest kątem uformowanym przez złamanie pasa.

14. Dynamometr Prony'ego.

Przyrząd ten służący do mierzenia pracy, oparty jest na równowadze tarcia i oporu do zwyciężenia.

Oznaczając przez l długość ramienia w metrach, na końcu którego umieszcza się waga P (wliczając przeniesioną rachunkiem wagę samego ramienia) służąca do zrównoważenia tarcia na obwodzie koła o promieniu r ; przez T pracę rzeczywistą. Otrzymamy.

$$T = f \times 2\pi r = P 2\pi l, \quad \text{na jeden obrót koła.} \quad \text{Z tąd:}$$

$$N = \frac{2\pi l \times P n}{75 \times 60} = 0,0014 l P n.$$

gdzie N oznacza liczbę koni parowych a n ilość obrotów wału na minutę.

VIII. FIZYKA.

Do mierzenia ciepła służą *Ciepłomierze* (termometry) i *ogniomierze* (pyrometry).

Ciepłomierze są trojakiej skali: *Réaumur'a*, *Celsius'a* i *Fahrenheit'a*, które oznaczając literami początkowymi *R* *C* i *F*, można oznaczyć ich zamienność przez:

$$C = \frac{5}{4} R = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$R = \frac{4}{5} C = \frac{4}{9} (F - 32)$$

$$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R$$

$$0^{\circ}C = 0^{\circ}R = + 32^{\circ}F; \quad 100^{\circ}C = 80^{\circ}R = 212^{\circ}F.$$

Wysokie temperatury mierzą się stopniami pyrometru *Wedgewood'a*, oparte go na jednostajnym prawie kurczeniu się gliny. Skala ta jest podzieloną na 240 stopni.

$$0^{\circ}W = 580,56^{\circ}C = 464,41^{\circ}R = 1045^{\circ}F$$

Jeden stopień *W* = $72,22^{\circ}C = 57,78^{\circ}R = 162^{\circ}F$.

**Tablica zamiany stopni cieplomierzy Celsius'za, Réaumur'a
i Fahrenheit'a.**

C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F
-20	-16	- 4	23	18,4	73,4	66	52,8	150,8	109	87,2	228,2
-19	-15,2	- 2,2	24	19,2	75,2	67	53,6	152,6	110	88,0	230,0
-18	-14,4	- 0,4	25	20,0	77,0	68	54,4	154,4	111	88,8	231,8
-17	-13,6	1,4	26	20,8	78,8	69	55,2	156,2	112	89,6	233,6
-16	-12,8	3,2	27	21,6	80,6	70	56,0	158,0	113	90,4	235,4
-15	-12,0	5,0	28	22,4	82,4	71	56,8	159,8	114	91,2	237,2
-14	-11,2	6,8	29	23,2	84,2	72	57,6	161,6	115	92,0	239,0
-13	-10,4	8,6	30	24,0	86,0	73	58,4	163,4	116	92,8	240,8
-12	- 9,6	10,4	31	24,8	87,8	74	59,2	165,2	117	93,6	242,6
-11	- 8,8	12,2	32	25,6	89,6	75	60,0	167,0	118	94,4	244,4
-10	- 8,0	14,0	33	26,4	91,4	76	60,8	168,8	119	95,2	246,2
- 9	- 7,2	15,8	34	27,2	93,2	77	61,6	170,6	120	96,0	248,0
- 8	- 6,4	17,6	35	28,0	95,0	78	62,4	172,4	121	96,8	249,8
- 7	- 5,6	19,4	36	28,8	96,8	79	63,2	174,2	122	97,6	251,6
- 6	- 4,8	21,2	37	29,6	98,6	80	64,0	176,0	123	98,4	253,4
- 5	- 4,0	23,0	38	30,4	100,4	81	64,8	177,8	124	99,2	255,2
- 4	- 3,2	24,8	39	31,2	102,2	82	65,6	179,6	125	100,0	257,0
- 3	- 2,4	26,6	40	32,0	104,0	83	66,4	181,4	126	100,8	258,8
- 2	- 1,6	28,4	41	32,8	105,8	84	67,2	183,2	127	101,6	260,6
- 1	- 0,8	30,2	42	33,6	107,6	85	68,0	185,0	128	102,4	262,4
0	0	32,0	43	34,4	109,4	86	68,8	186,8	129	103,2	264,2
1	0,8	33,8	44	35,2	111,2	87	69,6	188,6	130	104,0	266,0
2	1,6	35,6	45	36,0	113,0	88	70,4	190,4	131	104,8	267,8
3	2,4	37,4	46	36,8	114,8	89	71,2	192,2	132	105,6	269,6
4	3,2	39,2	47	37,6	116,6	90	72,0	194,0	133	106,4	271,4
5	4,0	41,0	48	38,4	118,4	91	72,8	195,8	134	107,2	273,2
6	4,8	42,8	49	39,2	120,2	92	73,6	197,6	135	108,0	275,0
7	5,6	44,6	50	40,0	122,0	93	74,4	199,4	136	108,8	276,8
8	6,4	46	51	40,8	123,8	94	75,2	201,2	137	109,6	278,6
9	7,2	48,2	52	41,6	125,6	95	76,0	203,0	138	110,4	280,4
10	8,0	50,0	53	42,4	127,4	96	76,8	204,8	139	111,2	282,2
11	8,8	51,8	54	43,2	129,2	97	77,6	206,6	140	112,0	284,0
12	9,6	53,6	55	44,0	131,0	98	78,4	208,4	141	112,8	285,8
13	10,4	55,4	56	44,8	132,8	99	79,2	210,2	142	113,6	287,6
14	11,2	57,2	57	45,6	134,6	100	80,0	212,0	143	114,4	289,4
15	12,0	59,0	58	46,4	136,4	101	80,8	213,8	144	115,2	291,2
16	12,8	60,8	59	47,2	138,2	102	81,6	215,6	145	116,0	293,0
17	13,6	62,6	60	48,0	140,0	103	82,4	217,4	146	116,8	294,8
18	14,4	64,4	61	48,8	141,8	104	83,2	219,2	147	117,6	296,6
19	15,2	66,2	62	49,6	143,6	105	84,0	221,0	148	118,4	298,4
20	16,0	68,0	63	50,4	145,4	106	84,8	222,8	149	119,2	300,2
21	16,8	69,8	64	51,2	147,2	107	85,6	224,6	150	120,0	302,0
22	17,6	71,6	65	52,0	149,0	108	86,4	226,4	151	120,8	303,8

Wszędzie następnie przyjęta jest skala Celsius'za czyli Stustopniowa.

Sztaba żelazna zupełnie oczyszczona, grzana wolno w przystępie powletrza, przybiera następujące kolory:

1) Biały żelazny .. 12°	4) Czerwony..... 265°	7) Niebieski 293°
2) Żółty przy 225°	5) Fioletowy 277°	8) Zielony 332°
3) Pomarańczowy . 243°	6) Indygo 288°	9) Popielaty tlenku 400°

Tablica dająca temperatury odpowiednio kolorom świetnym, według doświadczeń Pouillet'a zapomocą pyrometru powietrznego.

Czerwony pojawiający się 525°	Pomarańczowy ciemny.....1100°
Czerwony ciemny..... 700°	Pomarańczowy jasny.....1200°
Wiśniowy pojawiający się 800°	Biały .....1300°
Wiśniowy 900°	Biały jaskrawy .....1400°
Wiśniowy jasny .....1000°	Biały rażący.....1500°

Temperatura topienia niektórych ciał.

Alkohol absolutny (około)..... —90°	Cyna..... 235°
Kwas siarkawy..... —79°	Bizmut..... 265°
Kwas węglowy (wrzenie) —78°	Ołów..... 335°
Rtęć (merkuryusz).....—39° ₅	Cynk 412°
1 Alkoholu 1 Wody..... —21°	Antymon..... 440°
Essencya terpentynowa —10°	Glin (Aluminium) 600°
Kwas podazotny (N ₂ O ₄) —9°	Brąz 900°
Lód 0°	Srebro bardzo czyste .....1000°
Chlorek wapna wodny..... 29°	Mosiądz.....1015°
Kwas octowy..... 16°	Miedź .....1050°
Łój 33,°33	Złoto 90% ₀.....1180°
Fosfor 44,°02	Złoto bardzo czyste .....1250°
Spermaceti..... 49°	Żelazo lane białe, topliwe.....1050°
Potas..... 62,5°	Żelazo lane białe, mało topliwe.1100°
Stearyna..... 61	Żelazo lane szare, topliwe .....1100°
Wosk nie bielony 76	Żelazo lane szare, 2-e topienie ..1200°
Wosk biały 69	Żelazo lane manganizowe .....1250°
Sod..... 98	Stal najtopliwsza.....1300°
Jod..... 107	Stal najmniej topliwa .....1400°
Cukier trzcinowy 160	Żelazo miękkie francuskie .....1500°
Siarka 115	Żelazo miękkie angielskie .....1600°
Kalafonia 135	Platyna około.....2000°

**Punkt topienia niektórych łatwo topliwych aliaży (stopów,
na wagę).**

2 Cyny, 3 Ołowiu, 5 Bizmutu	91°	5 cyny 1 ołowiu	194°
1 " 1 " 4 "	94°	4 " 1 "	189°
8 " 5 " 8 "	94°	3 " 1 "	186°
8 " 2 " 5 "	100°	2 " 1 "	196°
4 " 1 " 5 "	118.9°	1 " 1 "	241°
9 cyny 2 ołowiu 1 cynku	168°	1 " 3 "	289°

Rozszerzalność.

Oznacza:

l_1 i l_2 długości

A_1 i A_2 powierzchnie

V_1 i V_2 objętości

Ciała przy temperaturach t_1 i t_2 .

δ przyrostek, o jaki powiększa się jednostka długości na 1 stopień, δ Nazywa się współczynnikiem rozszerzalności.

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1 + \delta t_1}{1 + \delta t_2} \quad \text{i prawie dokładnie:}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{1 + 2\delta t_1}{1 + 2\delta t_2} \quad \text{i} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{1 + 3\delta t_1}{1 + 3\delta t_2}$$

**Tablica rozszerzalności liniowej δ niektórych ciał pomiędzy
0° i 100 stopniami.**

(Doświadczenia robione przez Lavoisier, Laplace, Smeaton, Borda, Dulong Petit i innych, różniły się między sobą. Podane poniżej liczby są średnie.)

NAZWA.	100 δ	NAZWA.	100 δ
Flint-glass angielski	0,0008167	Cyna	0,0021313
Szkoło białe.....	0,0008592	Glin (Aluminium).....	0,0022239
Platyna	0,0009704	Drzewo sosnowe.....	0,0004240
Stal niehartowana	0,0011226	Cegła zwykła.....	0,0005215
Stal hartowana	0,0013000	Cement rzymski	0,0014349
Żelazo miękkie kute.....	0,0011717	Granit	0,0008431
Żelazo lane.....	0,0010728	Marmur biały.....	0,0009604
Złoto	0,0014830	Marmur czarny.....	0,0004639
Miedź.....	0,0017259	Cynk	0,0029549
Mosiądz.....	0,0018889	Brąz	0,0018492
Erebro	0,0019804	Lód pom.—20° i —7° na 1°	0,0052833

Rozszerzalność płynów.

Powiększenie lub zmniejszenie α objętości V od zera do $\pm t^\circ$:
 $\alpha = a t + b t^2 + c t^3$.

Płyn.	Gęstość przy 0°	Granice t	Spółczynniki.
Woda	1,00000	0 do 25	$a = - 0,000061045$ $b = + 0,0000077183$ $c = - 0,00000003734$
Woda	1,00000	25 do 50	$a = - 0,000065415$ $b = + 0,0000077587$ $c = - 0,00000003541$
Alkohol	0,81510	-33 do 78°	$a = + 0,0010486301$ $b = + 0,0000017510$ $c = + 0,00000000134$
Eter siarczany..	0,73581	-15 do 38	$a = + 0,0015132148$ $b = + 0,0000023592$ $c = + 0,00000004005$
Rtęć	13,596	0 do 350	$a = + 0,0001790066$ $b = + 0,0000000262$

Ciepłik gatunkowy i utajony.

Jednostką ciepłika (Calorie) nazywamy ilość ciepłika, potrzebną do podniesienia temperatury od 0 do 1 stopnia, jednego kilograma wody.

Ciepłikiem gatunkowym albo właściwym pewnego ciała, jest ilość ciepłika potrzebna do podniesienia od 0 do 1° temperaturę jednego kilograma tegoż ciała.

Ciepłik utajony topienia. Przy przejściu ze stanu stałego do płynnego, ciała pochłaniają znaczną ilość ciepłika, niepodnosząc swojej temperatury np. 1 kilogram lodu przy 0°, żeby się stopił na wodę posiadającą także 0°, potrzebuje być zmieszany z 1 kilogramem wody, do 79,25 stopni zagrzanej.

Ciepłikiem utajonym parowania, nazywa się własność pochłaniania czyli utajania pewnej ilości ciepłika przy przejściu ze stanu płynnego do parowego lub gazowego.

Ciała wracając do swego stanu poprzedniego: z pary do płynu, z płynu do stanu stałego, wydzielają odwrotnie ilość ciepłika, równą ciepłikowi utajonemu, pochłoniętemu przechodząc ze stałego w płynny lub też z płynnego w stan gazowy.

Ciepłik gatunkowy niektórych ciał podług Regnault'a.

NAZWA.	Ciepłik gatunkowy.	NAZWA.	Ciepłik gatunkowy.
Żelazo	0,11379	Węgiel	0,24111
Żelazo lane białe	0,12983	Węgiel zwierzęcy	0,26085
Cynk	0,09555	Itaz	0,03332
Miedź	0,09515	Szkło	0,19768
Srebro	0,05701	Mosiądz	0,09391
Ołów	0,3140	Kreda biała	0,21485
Bismut	0,03084	Koks z węgla kamien.	0,20085
Antymon	0,05077	Terpentyna	0,4672
Cyna angielska	0,05695	Stal miękka	0,1165
Nikiel	0,10863	Stal hartowana	0,1175
Platyna walcowana	0,03243	Alkohol zwyczaj. (spirytus)	0,6588
Złoto	0,03244	Woda	1,0000
Siarka	0,20259	Lód	0,5040
Jod	0,05412	Kwas octowy	0,6501

Powyższa tabelka może służyć w przybliżeniu na ogrzanie o 1°, pomiędzy 0 i 100 stopniami.

Według Regnault'a Ciepłik gatunkowy wody Q przy różnych temperaturach T , może być określony wzorem:

$$Q = T + 0,00002 T^2 + 0,0000003 T^3$$

Dla $T = 100^\circ \dots Q = 100,5$; dla $T = 200^\circ \dots Q = 203,3$

Ciepłik gatunkowy potrzebny do podniesienia 1 kilograma wody od T do $(T + 1)^\circ$ jest:

$$\frac{dQ}{dT} = 1 + 0,00004 T + 0,0000009 T^2.$$

Ciepłik gatunkowy niektórych gazów (na 1 kilogram).

	Przy jednostajnej objętości.	Przy jednostajnym ciśnieniu.
Powietrze	0,1687	0,2378
Tlen	0,1548	0,2182
Wodor	2,4146	3,4046
Tlenek węgla	0,1758	0,2479
Kwas węglowy	0,1535	0,2164
Para wodna	0,3337	0,4750
Para alkoholu	0,3200	0,4513
Para eteru	0,3411	0,4810

Temperatura mieszanin wody.

Mieszając W (kilogramów) wody, mającej t° z wagą W_1 wody przy t_1° , otrzymamy temperaturę zmieszanej wody T z formuły:

$$T = \frac{Wt + W_1 t_1}{W + W_1}$$

Ciepłik utajony topienia i parowania.

NAZWA.	Temperatura.		Ciepłik utajony.	
	topienia.	wrzenia.	topienia.	wrzenia.
Woda	0	100	79,25	536,5
Alkohol czy-ty	-90	78,4	—	208
Eter siarczany	—	37,8	—	91
Cyna	235	—	14,25	—
Ołów	335	—	5,37	—
Srebro	1000	—	21,07	—

Według Regnault'a ciepłik utajony C pary wodnej określa się formułą:

$$C = 606,5 + 0,305 T^{\circ}.$$

Ciepłik zatem utajony 1 kilograma wody przy przejściu ze stanu płynnego przy 100° do stanu pary również przy 100° będzie:

$$c = C - Q = 637 - 100,5 = 536,5 \text{ jednostek ciepłika.}$$

Tenże sam ciepłik 536,5 zostaje zwrócony przy przejściu ze stanu pary do wody przy 100° .

W przybliżeniu uważać można 640 jednostek ciepłika potrzebnych do przejścia 1 kilograma wody od 0° do stanu pary. Z tąd także otrzymać można temperaturę T mieszaniny wody z parą:

$$T = \frac{640 W + W_1 t_1}{W + W_1}$$

gdzie W oznacza wagę pary. W_1 i t_1 wagę i temperaturę przed zmieszaniem użytej wody.

Prawo Mariotte'a i Gay-Lussac'a.

Prawo Mariotte'a: Przy stałej temperaturze, objętość gazów jest odwrotnie proporcjonalna ich prężności.

Prawo Gay-Lussac'a: Przy stałym ciśnieniu, zmiany objętości gazów są proporcjonalne do zmian ich temperatury.

Oznaczając przez:

p prężność (ciśnienie) w kilogramach.

v objętość w metrach sześciennych.

t temperaturę stustopniową.

α współczynnik rozszerzalności gazu = 0,003665.

$$a = \frac{1}{\alpha} = 273$$

p_0 , v_0 , t_0 , oznaczają też samo co p , v , t lecz w innych warunkach dla tegoż samego gazu.

Otrzymamy dla stałych gazów:

$$\frac{vp}{v_0 p_0} = \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t_0} = \frac{a + t}{a + t_0}$$

lub też $v p = R (\alpha + t)$.

Dla suchego powietrza: Stała $R = 29,268$ jeżeli v i v_0 są objętościami wyrażonemi w metrach sześciennych jednego kilograma powietrza. Dla powietrza nasyconego wodą: $R = 29,378$.

Jeżeli R' jest stałą innego gazu i jeżeli δ i δ' oznaczają ciężar gatunkowy powietrza i uważanego gazu przy jednostajnej temperaturze i prężności, natenczas otrzymamy:

$$R' = R \frac{\delta}{\delta'}$$

P a r a.

Para sucha zachowuje się zupełnie prawie tak jak tazy.

Regnault określił prężność pary wyrażając w milimetrach H kolumny merkurialnej, pomiędzy temperaturami -32° i $+230^\circ$ następującymi wzorami:

1) Pomędzy -32° i 0° :

$$H = a + b \alpha^x \quad \text{gdzie:}$$

$a = -0,08038$; $\log b = \overline{1,6024724}$; $\log \alpha = 0,0333980$; $x = t + 32$;
 t oznacza stopnie termometru powietrznego, uważanej pary.

2) Pomędzy 0° i 100° :

$$\log H = a + b \alpha^t - c \beta^t \quad \text{gdzie:}$$

$a = 4,7384380$; $\log b = \overline{2,1340339}$; $\log c = 0,6116485$;

$\log \alpha = 0,006865036$; $\log \beta = \overline{1,9967249}$.

3) Pomędzy 100° i 230° :

$$\log H = a - b \alpha^x - c \beta^x \quad \text{gdzie:}$$

$a = 6,2640348$; $\log b = 0,1397743$; $\log c = 0,6924351$;

$\log \alpha = \overline{1,994049292}$; $\log \beta = \overline{1,998343862}$; $x = t + 20$. (t liczone od 0°)

Według Dulong i Arago zależność prężności pary i temperatury jest określona wzorem:

$$T = \frac{5}{0,7153} \sqrt[p-1]{} \quad \text{z kąd } p = (1 + 0,7153 T)^4.$$

p oznacza prężność pary w atmosferych.

T temperaturę pary w stopniach poczynając liczyć od 100° , tak że wartość $T = 0$ odpowiada 100° . Wartości na T mogą być dodatnie lub ujemne stosownie czy temperatura pary będzie wyższą czy też niższą od 100° .

Prężność pary w różnych temperaturach (z doświadczenia Regnault'a).

Temperatura — Stopnie.	Prężność		Temperatura — Stopnie.	Prężność	
	w centymetrach kolumny rtęci.	w atmosf. rach.		w centymetrach kolumny rtęci.	w atmosf. rach.
—32	0,0310	0,0004	90	52,545	0,6914
—10	0,1963	0,0026	100	76,000	1,0000
0	0,4600	0,0061	110	107,537	1,4150
10	0,9165	0,0121	120	149,128	1,9622
20	1,7391	0,0229	130	203,028	2,6714
30	3,1518	0,0415	140	271,763	3,5758
40	5,4906	0,0722	150	358,123	4,7121
50	9,1982	0,1210	160	465,162	6,1206
60	14,8791	0,1958	180	754,639	9,9295
70	23,3093	0,3067	200	1168,896	15,3802
80	35,4643	0,4666	230	2092,640	27,5347

Metr sześcienny pary przy 0° i 76 cm. waży 0,804479 kilogramów.

Metr sześcienny powietrza przy 0° waży 1,293187 kilogramów.

Stosunek wagi pary do do wagi powietrza czyli gęstość pary = 0,622.

Prężność, temperatura, objętość i waga pary od 0 do 10 atmosfer (Regnault).

Prężność pary			Temperatura w stopniach Celsiusza.	Objętość w metrach 1 kilograma pary.	Waga w kilog. mach 1 metra sześciennego pary.
w atmosf. rach.	w centymetrach wysokości ko łumny rtęci.	w kilog. mach na centymetr kwadratowy.			
atm.	cm.	kg.	o	m ³	kg.
0,25	19	0,2583	65,36	6,1657	0,1622
0,50	38	0,5166	81,71	3,2321	0,3094
0,75	57	0,7750	92,15	2,2182	0,4508
1,00	76	1,0333	100,00	1,6995	0,5884
1,25	95	1,2916	106,36	1,3828	0,7232
1,50	114	1,5499	111,74	1,1687	0,8557
2,00	152	2,0666	120,60	0,8967	1,1151
2,50	190	2,5832	127,80	0,7305	1,3689
3,00	228	3,0999	133,91	0,6181	1,6179
3,50	266	3,6165	139,25	0,5367	1,8631
4,00	304	4,1332	144,00	0,4750	2,1052
4,50	342	4,6498	148,29	0,4266	2,3440
5,00	380	5,1665	152,21	0,3876	2,5803
5,50	418	5,6831	155,85	0,3553	2,8143

Prężność pary			Temperatura w stopniach Celsjusza.	Objętość w metrach 1 kilograma pary.	Waga w kilogramach 1 metra sześciennego pary.
w atmosferach.	w centymetrach wysokości kolumny rtęci.	w kilogramach na centymetr kwadratowy.			
atm.	cm.	kg.	o	m ³	kg.
6,00	456	6,1997	159,22	0,3288	3,0462
6,50	494	6,7164	162,37	0,3052	3,2761
7,00	532	7,2330	165,34	0,2854	3,5042
7,50	570	7,7497	168,15	0,2681	3,7306
8,00	608	8,2663	170,81	0,2528	3,9554
8,50	646	8,7830	173,35	0,2393	4,1786
9,00	684	9,2996	175,77	0,2272	4,4006
9,50	722	9,8163	178,08	0,2164	4,6212
10,00	760	10,3329	180,31	0,2066	4,8405

Parowanie. Z doświadczenia otrzymano że blacha miedziana zagrzana do 100° wyparowuje 6,94 kg. wody, na metr kwadratowy i godzinę. Cylinder z żelaza łanego ogrzewany wewnątrz parą, wyparowuje 3,63 kg. wody na 1 kg. węgla kamiennego.

Parowanie przy niższym ciśnieniu czyli w pewnym stopniu próżni silnie wzrasta, z czego w wielu razach się korzysta jak w cukrowniach, gdzie oprócz znacznej ilości wody do wyparowania, warunkiem jest także żeby parowanie odbywało się w temperaturach niższych niezmieniających cukru krystalicznego na niekrystaliczny.

Metr sześcienny suchego powietrza pochłania średnio 3 gramy wody.

Aparat o podwójnym dnie, ogrzewany parą wodną, skrapla ją w stosunku 3 kg. na metr kwadratowy dna na godzinę, na różnicę 1° temperatury. To skraplanie dochodzi do 8 kg. w węzownicy 25 do 35 mm. średnicy i 20 do 30 metrów długości.

Ilość pary uformowanej na powierzchni metra kwadratowego wody w powietrzu spokojnym.

Temperatura.	Waga wody wyparowanej. kg.	Temperatura.	Waga wody wyparowanej. kg.
20	0,32	60	2,70
30	0,50	70	4,32
40	1,00	80	6,64
50	1,70	90	10,00

Obniżenie temperatury.

Oziębienie wywołane przez niektóre mieszaniny oziębiające.

Mieszanka.	Obniżenie temperatury	Oziębienie.
Woda 1; azotan amoniaku	od +10° do -16 ^a	2 ^o
Woda 1; azotan amoniaku 1; podwęglan sody 1. . .	od +10° do -19	29
Śnieg 1; sól kuchenna 1.	od 0 do -17,77	17,77
Śnieg 1 kwas siarczan rozwodniony 1	od -6,66 do -51	44,34
Śnieg i kwas azotny rozcieńczony	od -17,77 do -43,33	25,56
Siarczan sody 3; kwas azotny wodny 2.	od +10 do -19	29
Siarczan sody 6; salamoniak 4; saletra 2; kwas azotny rozwodniony 4	od +10 do -23	33
Siarczan sody 6; azotan amoniaku 5; kwas azotny rozwodniony 4	od +10 do -26	36
Fosfora sody 9; kwas azotny rozcieńczony 4. . .	od +10 do -29	39

Ilość przeciętna jednostek ciepła wydzielona przez spalenie jednego kilograma niektórych ciał.

Nazwa opału.	Ilość ciepła w jednostkach. Q	Promieniowanie.
Drzewo wysuszone przy 140°	4400	0,28 Q
Drzewo suche zwykłe	3500	—
Drzewo zwykłe z 0,25 wody	3000	0,25 Q
Węgiel drzewny, 0,07 popiołu i 0,07 wody	7000	0,50 Q
Węgiel drzewny zwykły	6000	—
Kora dębowa garbarka sucha	3400	—
Kora dębowa garbarka z 0,30 wody	2400	—
Torf wysuszony przy 60°	5300	0,25 Q
Torf z 0,30 wody	3750	0,25 Q
Węgiel torfu z 0,20 popiołu	6400	0,50 Q
Węgiel kamienny średnio	8000	0,55 Q
Cegielki gniecione z węgla kamiennego	8000	—
Węgiel kamienny z Dąbrowy	5670	—
Węgiel słabski	7290	—
Koks z 0,04 popiołu	7700	0,55 Q
Koks z 0,15 popiołu	6800	0,55 Q
Antracyt	8000	—
Lignit	6500	—
Oliwa	10000	0,18 Q
Nafta	8000	—
Gaz oświetlający (metr sześcienny)	6000	—
Węgiel czysty (Favre i Silbermann)	8080	—
Wodór (F. i S.)	31462	—
Tlenek węgla (na wagę: węgla 0,428, tlenu 0,572)	2408	—

**Ilość przeciętna jednostek ciepłika wydzielonego przez opał
mierzony na objętość (suchy).**

	Waga. kg.	Ilość ciepłika.
Węgiel kamienny z DąbrowyHektolitr	78	442300
Węgiel kamienny średnio "	78	624000
Dąb biały, po roku ścięciaMeir sz.	340	1448000
Brzoza "	315	1404000
Grab "	335	1390000
Sosna "	285	1260000
Topola włoska "	—	767200
Węgiel dębowyHektolitr	24	255000
" brzozowy "	22	153000
" grabowy "	—	176000
" sosnowy "	18	160000
" topolowy "	—	109000
Koks "	38	260000

W tablicy powyższej podane są cyfry i waga przeciętna z doświadczeń Chevandier'a a co do węgla z Dąbrowy obliczając z urzędowego sprawozdania.

Skład przeciętny drzewa podług Fr. Knappa jest następujący:

Węgiel 0,495; Wodór 0,06; Tlen 0,435; Popiół 0,01.

**Ilość powietrza potrzebna do spalania jednego kilograma niektó-
rych ciał i gazów z tąd uformowanych.**

NAZWA.	Objętość powie- trza teo- retyczna przy 0° metry sz.	Objętość powie- trza praktyczna. metrów sz.	Objętość gazów przy 300° metrów.
Drzewo zupełnie suche	4,71	10,05 × (1 + α t)	21,11
Drzewo z 0,25 wody	3,53	7,84 × „	16,46
Węgiel drzewny (0,07 popiołu 0,07 wody) .	7,64	15,28 × „	32,09
Kora garbarska z 0,30 wody	3,17	7,15 × „	15,02
Torf z 0,30 wody	3,98	8,71 × „	18,29
Węgiel kamienny średni 0,02 popiołu . .	8,35	17,07 × „	35,85
Koks dający 0,15 popiołu	7,55	15,10 × „	31,71

Uważając ilość powietrza dwa razy teoretycznie potrzebną, przypuszczając jednak połowę powietrza niepodległą paleniu; *temperatura ogniaka* będzie dla:

Drzewa suszonego przy 140°	1770°
Drzewa z 0,25 wody	1395°
Węgiel drzewny	1387°
Torf 0,20 wody	1336°
Węgiel kamienny średni	1487°
Koks z 0,15 popiołu	1428°

W dobrych warunkach 0,25 całej ilości wywiązanego ciepłka przez palenie jest stracone w kominie. Ta strata dochodzi do 0,40 w warunkach zwykłych i 0,80 w pudlingarniach, hutach szklanych i innych.

K o m i n y.

Prędkość wypływającego powietrza otworem górnym komina w zwykłych warunkach uwzględniając tarcie, otrzymuje się wzorem:

$$v = \sqrt{\frac{0,036 H d (t' - t)}{13 d + m (H + l)}}$$

gdzie:

H = wysokość komina w metrach.

d = średnica górna komina lub bok kwadratu jeżeli przecięcie jest kwadratowe.

t' = temperatura średnia w kominie.

t = temperatura powietrza zewnętrznego.

l = długość kanałów (luftów) od paleniska do komina.

m = współczynnik stały dla każdego rodzaju komina:

dla kominów z gliny palonej $m = 0,25$

dla kominów z blachy żelaznej $m = 0,10$

dla kominów z żelaza łanego $m = 0,05$

dla wszystkich kominów wysmarowanych łojem $m = 0,05$

Temperatura t' w kominach bywa od 210° do 350°; w najzwyklejszych rzadach 250° do 300°.

Wzór praktyczny do obliczania przecięcia komina według profesora Th. Bureau jest:

$$A = \frac{K}{\sqrt{H}}$$

gdzie A = powierzchnia przecięcia w decymetrach kwadratowych.

K = waga w kilogramach spalonego na godzinę węgla kamiennego.

H = wysokość komina w metrach.

W zwykłych warunkach kominy są od 12 do 30 metrów wysokie, dochodzą czasem do 60 metrów i powyżej.

Tablica dająca wymiary kominów w metrach, przyjęta przez jeden z większych zakładów konstrukcyjnych. Grubość muru uierzchności komina jest 1/2 cegły we wszystkich podanych poniżej. J. Claudal.

Komin parowe.	Kminy okrągłe.		Kminy kwadrat.		Grubość muru powyżej bazy wyrażona w centymetrach.	Wysokość powyżej bazy.	Wysokość bazy.	
	Średnica wewnątrz.		bok kwadratu wewnętrznego.					
	u dołu.	u góry.	u dołu.	u góry.				
	m	m	m	m		m	m	
z 1 bulerem.	1	0,24	0,20	0,22	0,18	1,5	8	2,50
	2	0,41	0,25	0,38	0,22	1,5	10	3,00
	3	0,56	0,28	0,53	0,25	1,5	12	3,20
	4	0,60	0,30	0,67	0,27	1,5	14	3,40
	6	0,65	0,35	0,60	0,30	2	16	3,60
	8	0,74	0,40	0,77	0,35	2	18	3,80
	10	0,82	0,42	0,70	0,38	2,5	20	3,90
	12	0,88	0,44	1,04	0,40	2,5	22	4,00
	15	1,04	0,48	1,04	0,43	2,5	24	4,20
	20	1,16	0,54	1,10	0,48	2,5	25	4,30
z 2 bulerami.	25	1,22	0,60	1,15	0,53	2,5	25	4,30
	30	1,46	0,66	1,38	0,58	2,5	28	4,60
	35	1,40	0,70	1,32	0,62	3	30	4,80
	40	1,45	0,75	1,37	0,67	3	30	4,80
	45	1,50	0,80	1,43	0,72	3	30	5,00
	50	1,67	0,85	1,57	0,75	3	32	5,00
	60	1,62	0,90	1,52	0,80	3,5	31	5,20
	70	1,70	0,96	1,69	0,85	3,5	36	5,10
	80	1,88	1,04	1,76	0,92	3,5	36	5,40
	90	1,84	1,10	1,72	0,98	4	38	5,60
100	2,01	1,15	1,84	1,02	4	40	5,80	
120	2,11	1,25	1,96	1,10	4	40	5,80	
150	2,16	1,40	1,98	1,22	4,5	42	6,00	
180	2,38	1,50	2,23	1,35	4,5	44	6,20	
200	2,60	1,60	2,40	1,40	4,5	46	6,40	
250	3,04	1,80	2,82	1,58	4,5	50	6,60	
300	3,32	2,00	3,07	1,75	5	55	7,00	

Strata ciepła przez promieniowanie.

Dulong ułożył wzór następujący do oznaczenia straty ciepła na metr kwadratowy i na godzinę

$$R = m a^6 (a^2 - 1) \quad \text{gdzie:}$$

m temperatura miejsca otaczającego;

r różnica temperatury ciała i miejsca otaczającego.

a liczba stała = 1,0077.

m liczba stała zależna od natury ciała, oznaczona w następującej tabelce:

NAZWA.	<i>m</i>	NAZWA.	<i>m</i>
Mosiądz polerowany	31,18	Szkło	362,94
Miedź	19,96	Płasek drobny	451,48
Cynk	29,93	Farba olejna	62,71
Cyna.	26,81	Papier	470,19
Blacha żelazna polerowana . .	56,12	Kamień budowlany	448,99
Blacha szwycyjska.	345,74	Drzewo	448,99
Blacha oksydowana.	419,06	Gips	448,99
Żelazo lane świeżo	395,36	Woda	864,26
Żelazo lane oksydowane. . . .	419,06	Olwa	902,97

Strata ciepłota przez styczność z powietrzem.

Strata przez styczność z powietrzem jest niezależną od powierzchni ciała zależną jest tylko od różnicy temperatury ciała i otaczającego powietrza Według Dulong'a otrzymuje się jej wartość wzorem:

$$A = m' t^{1,233}$$

t różnica temperatury.

m' zmienna zależna od wymiarów ciała:

dla ciał kulistych o promieniu *r*, $m' = 0,9815 + \frac{0,0718}{r}$

„ cylindrycznych poziomych o promieniu *r*, $m' = 1,136 + \frac{0,0211}{r}$

„ cylindrycznych pionowych o promieniu *r* i wysokości *h*:

$$m' = \left(0,4008 + \frac{0,0190}{\sqrt{r}} \right) \left(2,4360 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}} \right)$$

dla ciał o powierzchni płaskiej, pionowej wysokości *h*:

$$m' = 0,9737 + \frac{0,3511}{\sqrt{h}}$$

Strata ciepłota *M* przez promieniowanie i styczność z powietrzem będzie:

$$M = R + A = m a^{\circ} (a^t - 1) + m' t^{1,233}$$

Strata ciepłota przez ściany. Ilość ciepłota przeprowadzona przez ścianę o powierzchniach równoległych i płaskich, jest na godzinę:

$$M = (t - t') \frac{C}{E} \quad \text{gdzie:}$$

t i *t'* temperatury stałe, zewnętrzne dwóch powierzchni ściany.

E grubość ściany w metrach.

C wartość *M* dla *t* - *t'* = 1° i dla *E* = 1 metr; następująca tabelka podaje niektóre wartości.

CIAŁO.	C	CIAŁO.	C
Złoto	77,00	Drzewo sosnowe prostopadłe	
Platyna	75 00	do włókien	0,093
Srebro	74,00	Drzewo sosnowe w kierunku	
Miedź	69,00	włókien	0,170
Żelazo	28,00	Drzewo dębowe prostopadłe	
Cynk	28,00	do włókien	0,211
Cyna	22,00	Szkło	0,750
Ołów	14,00	Szkło	0,880
Marmur popielaty cienko ziarnisty	3,48	Korek	0,143
Marmur biały	2,78	Wełna zemszona	0,024
Kamień wapienny c. z.	2,08	Wełna czesana	0,044
Kamień wapienny c. z.	1,70	Bawełna zemszona	0,040
Kamień twardy szczepany gruboziarnisty	1,32	Perkal nowy	0,039
Kamień twardy szczepany gruboziarnisty	1,27	Płótno konopne nowe	0,052
Gips gaszony średnio	0,48	Płótno konopne stare	0,043
Gлина palona średnio	0,60	Papier biały do pisania	0,043
		Papier szary nie klejony	0,034

Strata ciepła przez mury. Dla ułatwienia rachunków Pécelet przyjął formułę Newtona, która chociaż mniej dokładna niż poprzednie Dulong'a na duże różnice temperatur, daje jednakże wartości dostatecznie w ogrzewaniu domów mieszkalnych, gdy różnica temperatur nieprzekracza 65°.

t i t' oznaczają temperaturę powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej ściany.
 T temperaturę wewnętrzną powietrza.
 T' temperaturę zewnętrzną powietrza.

$$q = 0,00802 m + 1,8116 m'.$$

M ilość ciepła tracona przez ścianę, na godzinę i na metr kwadratowy.

$$M = (t - t') \frac{C}{E}, \quad M = q(T - t), \quad M = q'(t' - T'): \quad \text{z kąd:}$$

$$t = \frac{T(C + qE) + T' C}{2C + qE}, \quad t' = \frac{T'(C + qE) + T C}{2C + qE}, \quad M = \frac{C q (T - T')}{2C + qE}$$

Dla muru 10 metrów wysokiego z cegły (gliny palonej) i na różnicę temperatur $T - T' = 20^\circ - (-30^\circ) = 50^\circ$ będzie przy:

$$q = 3,62 + 1,96 = 5,58, \quad C = 0,60.$$

$E =$	|	0,15	|	0,30	|	0,45	|	0,60	|	0,75	|	0,90
$M =$	|	82,18	|	58,25	|	45,11	|	36,81	|	31,09	|	26,91

Wrazie gdyby wszystkie ściany były wystawione na działanie zimna; promieniowanie wzajemne wewnętrzno ścian byłoby bezskutecznem, wtedy:

$$M = \frac{q' C q (T - T')}{C(q + q') + q E q'}$$

gdzie $q' = 1,8116 m'$

Przy tychże samych warunkach co poprzednio będzie:

$E =$	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90
$M =$	53,22	42,04	34,74	29,60	25,78	22,84

Strata ciepła przez szyby podobnie będzie jak dla ścian, przypuszczając tylko jedną ścianę oszkloną oziębiana i że grubość szyby jest bez wpływu w skutek małych swych wymiarów. Oznaczając przez e temperaturę średnią szyby, będzie:

$$M = (T - e) q, \quad M = (e - T') q,$$

$$e = \frac{T + T'}{2}, \quad M = \frac{T - T'}{2} q$$

We wzorze ostatnim wstawiając wartość na $q = 2,91 + 1,8116m'$, otrzymamy dla wysokości szyb i na różnicę $T - T' = 1^\circ$:

Wysokość szyb:	1m	2m	3m	4m	5m
$M =$	2,665	2,560	2,520	2,499	2,480

Przy oszkleniu ze wszęch stron oziębaniem:

$$M = \frac{qq' (T - T')}{q + q'}$$

Wstawiając wartości będzie, dla wysokości szyb i na różnicę 1° :

Wysokość =	1m	2m	3m	4m	5m
$M =$	1,65	1,54	1,49	1,47	1,45

Strata ciepła przez ściany cylindryczne (rury):

$$M = \frac{2\pi R' C q (T - T')}{C + q R' N} \quad \text{gdzie:}$$

$M =$ ilość ciepła stracona przez 1 metr długości rury.

$N = 2,3026 (\log R' - \log R)$.

R i R' — promienie: zewnętrzny rury i powłoki złego przewodnika ciepła.

Inne litery też same mają znaczenie co poprzednio.

Ilość ciepła wywiązana ogrzewającego powietrze wskutek oddychania przez jedną osobę i na godzinę 43,1 jednostek.

W e n t y l a c y a .

Ilość powietrza potrzebna według Morin'a na godzinę i na osobę w dobrych warunkach wentylacji:

R o d z a j m i e s z k a ń .	Metry sześcienn.	
Szpitale {	Chorzy zwykli	70
	Ranni i położnice	80—100
	W czasie epidemii	150
Więzienia	50	
Fabrykacye zanieczyszczające powietrze	100	
Fabryki zwykłe	60	
Koszary {	dzienne	30
	nocne	40—50
Sale widowisk, teatru	40—50	
Sale zebrań dłuższych	60	
Szkoły dzieci	12—20	
Szkoły starszych	30—40	
Stajnie (na konia)	180—200	

P o r ó w n a n i e c i ś n i e n i a k o l u m n y b a r o m e t r y c z n e j .

Wysokość kolumny merkurialnej.	Kilogramy na centymetr kwadratowy.	Wysokość słupa wody w metrach.	Ciśnienie w atmosferach.	Funtury rossyjskie na cal kwadra- towy angielski.	Wysokość ko- lunmy wody w stopach angielskich.
76 centymetrów	1,0333	10,333	1	16,278	33,90
28 cali paryskich	1,0305	10,305	0,9978	16,234	33,81
30 cali angielskich	1,0360	10,360	1,0026	16,320	33,99

Ciśnienie 15 funtów angielskich na cal kwadratowy angielski równa się
 $1,0546$ na centymetr kwadratowy = $77,57$ cm. = $30,54$ cali ang. rtęci = $10,546$
 metrów = $34,60$ stóp angielskich wysokości słupa wody.

Średnia wysokość barometryczna dla Warszawy 750 mm.

Porównanie stopni areometru Beaumego z ciężarem gatunkowym.
(Temperatura 12,5° C.)

a) Dla płynów lżejszych od wody.

Stopnie.	Ciężar gatunkowy.	Stopnie.	Ciężar gatunkowy.	Stopnie.	Ciężar gatunkowy.	Stopnie.	Ciężar gatunkowy.
1	1,0857	16	0,9605	31	0,8742	46	0,8022
2	1,0580	17	0,9542	32	0,8699	47	0,7978
3	1,0504	18	0,9480	33	0,8639	48	0,7935
4	1,0429	19	0,9420	34	0,8588	49	0,7892
5	1,0355	20	0,9359	35	0,8538	50	0,7849
6	1,0282	21	0,9300	36	0,8488	51	0,7807]
7	1,0210	22	0,9241	37	0,8439	52	0,7766
8	1,0139	23	0,9183	38	0,8391	53	0,7725
9	1,0069	24	0,9125	39	0,8343	54	0,7684
10	1,0000	25	0,9068	40	0,8295	55	0,7643
11	0,9932	26	0,9012	41	0,8249	56	0,7604
12	0,9865	27	0,8957	42	0,8202	57	0,7565
13	0,9799	28	0,8902	43	0,8156	58	0,7526
14	0,9733	29	0,8848	44	0,8111	59	0,7487
15	0,9669	30	0,8795	45	0,8066	60	0,7449

b) Dla płynów cięższych od wody.

Stopnie.	Stopnie Brix'a.	Ciężar gatunkowy.	Stopnie.	Stopnie Brix'a.	Ciężar gatunkowy.	Stopnie.	Stopnie Brix'a.	Ciężar gatunkowy.
1	1,80	1,0070	21	38,30	1,1707	41	77,32	1,3981
2	3,59	1,0141	22	40,17	1,1803	42	79,39	1,4118
3	5,39	1,0213	23	42,05	1,1901	43	81,47	1,4257
4	7,19	1,0286	24	43,94	1,2000	44	83,56	1,4400
5	9,00	1,0360	25	45,83	1,2101	45	85,68	1,4545
6	10,80	1,0435	26	47,73	1,2203	46	87,81	1,4694
7	12,61	1,0511	27	49,63	1,2308	47	89,96	1,4845
8	14,42	1,0588	28	51,55	1,2414	48	92,12	1,5000
9	16,23	1,0667	29	53,47	1,2522	49	94,30	1,5158
10	18,05	1,0746	30	55,40	1,2632	50	96,51	1,5319
11	19,87	1,0827	31	57,34	1,2743	51	98,73	1,5484
12	21,69	1,0909	32	59,29	1,2857	52		1,5654
13	23,52	1,0992	33	61,25	1,2973	53		1,5826
14	25,35	1,1077	34	63,22	1,3091	54		1,6002
15	27,19	1,1163	35	65,20	1,3211	55		1,6181
16	29,03	1,1250	36	67,19	1,3333	56		1,6365
17	30,87	1,1339	37	69,19	1,3458	57		1,6554
18	32,72	1,1429	38	71,20	1,3585	60		1,7143
19	34,58	1,1520	39	73,23	1,3714	65		1,8227
20	36,44	1,1613	40	75,27	1,3846	70		1,9459

Kolumna z nagłówkiem Stopnie Brix'a daje w procentach na wagę ilość cukru.

c) *Zamiana ciężaru gatunkowego alkoholi na procenta objętości podług Tralles'a.*

15,56° C. = 12,44° R. = 60° F.

Objętość.	Ciężar gatunkowy.	Objętość.	Ciężar gatunkowy.	Objętość.	Ciężar gatunkowy.	Objętość.	Ciężar gatunkowy.	Objętość.	Ciężar gatunkowy.
0	0,9991								
1	9976	21	0,9741	41	0,9494	61	0,9104	81	0,8603
2	9961	22	9731	42	9478	62	9082	82	8575
3	9947	23	9720	43	9461	63	9059	83	8547
4	9933	24	9710	44	9444	64	9036	84	8518
5	9919	25	9700	45	9427	65	9013	85	8488
6	9906	26	9689	46	9409	66	8989	86	8458
7	9893	27	9679	47	9391	67	8965	87	8428
8	9881	28	9668	48	9373	68	8941	88	8397
9	9869	29	9657	49	9354	69	8917	89	8365
10	9857	30	9646	50	9335	70	8892	90	8332
11	9845	31	9634	51	9315	71	8867	91	8299
12	9834	32	9622	52	9295	72	8842	92	8265
13	9823	33	9609	53	9275	73	8817	93	8230
14	9812	34	9596	54	9254	74	8791	94	8194
15	9802	35	9583	55	9234	75	8765	95	8157
16	9791	36	9570	56	9213	76	8739	96	8118
17	9781	37	9556	57	9192	77	8712	97	8077
18	9771	38	9541	58	9170	78	8685	98	8034
19	9761	39	9526	59	9148	79	8658	99	7988
20	9751	40	9510	60	9126	80	8631	100	7939

IX. KOTŁY I MASZYNY PAROWE.

a) Kotły parowe.

Średnio jeden kilogram spalonego opału daje kilogramów pary:

	k		k
Węgiel kamienny średni]	6,50	Węgiel kamienny brunatny	3,90
Węgiel kamienny z Dąbrowy.	4,55	Węgiel kamienny szlaski.	5,80
Drzewo bardzo suche	3,25	Torf suchy 0,05 popiołu	4,30
Drzewo osuszone powietrzem.	2,45	Torf z 0,30 wody.	3,00
Węgiel drzewny	3,60	Węgiel torfu z 0,20 popiołu.	5,20
Kora garbarska sucha	2,75	Koks z 0,05 popiołu	6,20
Kora garbarska z 0,30 wody	1,95	Koks z 0,15 popiołu	5,50

Jeden kilogram węgla dającego 7500 jednostek ciepłota, teoretycznie powinien wyparować 11,7 kilogramów wody, w praktyce jednakże w najlepszych warunkach konstrukcyj i gatunku węgla kamiennego nieprzechodzą wydatku 10 kg. pary, który uważany być może jako maximum.

Przy gorszych konstrukcyach, obmurowaniu kotła i średnim węglu otrzymuje się 5 kg. pary a niekiedy i poniżej tej fry.

Skład i moc ogrzewalna węgli krajowych z kopalni Dąbrowy i Tadeusza (Sprawozdanie ministerjalne na wystawie Paryskiej 1878).

Nazwisko kopalni.	100 części węgla zawierają.			Organiczna część węgla zawiera na 100.			Moc ogrzewalna w jednostkach ciepłota.
	Węgiel.	Części lotne.	Popiół.	C	H	O i Az	
Ksawery	57,74	37,72	4,54	63,65	5,10	31,25	5503
Ksawery *	61,01	36,60	2,39	67,31	4,50	28,19	5661
Cieszkowski	57,32	40,52	2,16	62,49	4,97	32,54	5214
Cieszkowski *	54,68	43,42	1,90	61,89	4,95	33,16	5197
Nowa	63,60	33,91	2,49	67,43	5,26	27,31	5939
Łabędzki	57,55	41,45	1,00	67,92	5,16	26,92	5651
Reden	58,15	38,85	3,00	63,17	5,27	31,56	5493
Schuman	50,00	47,00	3,00	—	—	—	—
Tadeusz	59,70	36,67	3,63	67,49	5,12	27,39	5948
Tadeusz *	58,79	38,57	2,64	70,44	5,50	24,06	6400
Średnio	58,73	38,63	2,64	65,75	5,10	29,15	5667

* Mogące dać koks mniej więcej twardy.

Węgiel kamienny Szląski według doświadczeń Baer'a średnio składa się na 100 części z:

76,48 węgla, 4,95 wodoru, 13,76 tlenu, 4,91 popiołu, 4,06 wody.

dając 7290 jednostek ciepła.

Z powyższej tablicy widać że węgiel krajowy zwykle chudy i o długim płomieniu, pod względem mocy ogrzewającej jest o wiele słabszym od węgla belgijskich i angielskich, których moc przyjmuje się przeszło na 8000 jednostek ciepła.

Średnio więc przyjąć można węgiel krajowy = 0,7 węgla belgijskiego i angielskiego.

W Królestwie Polskiem zarówno prawie konsumowany jest węgiel krajowy jak i szląski, z tego też powodu przyjąć można *moc przeciętna 6500 jednostek ciepła* na węgiel w kraju używany, z tąd też wypadnie licząc po 1250 jednop. na 1 kg. pary:

1 kilogram węgla daje	5,2 kg. pary
1 pud węgla kamiennego	85 kg. pary
1 hektolitr węgla po 78 kg.	400 kg. pary
1 korzec węgla po 100 kg.	520 kg. pary
1 metr sześcienny drzewa sosnowego	1000 kg. pary
1 sześń polski sześcienny drzewa sosnowego.	5200 kg. pary
1 sześń rossyjski sześcienny drzewa sosnowego	9710 kg. pary

Rus z t a.

Powierzchnia rusztu jest dostateczna zwykle *1 decymetr kwadratowy na B do 1,2 kilogramów węgla kamiennego spalonego przez godzinę*, tę ilość można podnieść do 1,5 a nawet do 2 kg. bez widocznej różnicy.

Przeciwnie też w niektórych dochodzą do palenia 0,3 węgla na godzinę^k lecz to tylko w razach koniecznie wolnego ognia jak pod kotłami ołowianymi.

Przyjąć można w zwykłych razach *powierzchnię w decymetrach kwadratowych rusztu*, potrzebną na spalenie *1 kilograma opału na godzinę* w następującym stosunku (podług „Hütte”):

1 Kilogram opału spalonego przez godzinę.	Całkowita powierzchnia rusztu w decymetrach kwadr.	Stosunek powierzchni wolnej do powierzchni całkowitej.
Węgiel kamienny.	1,4dm ² —1,6dm ²	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$
Węgiel kamienny twardy i węgiel kamienny brunatny	1,2 1,4	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$
Drzewo miękkie i torf.	1 1,3	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{5}$
Węgiel drzewny i koks	1,6 1,8	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$

Prędkość przepływającego powietrza przez ruszt bywa od 0,80m do 5,30m. średnio jednak przyjętą można prędkość 1m.

Największa długość pojedynczego rusztu 1,40m; podwójnego 2,20m.

Odległość pionowa rusztu od kotła wynosi przy:

Węgla kamiennym	0,40 — 0,42m.
Drzewie twardem i węgla brunatnym	0,40 — 0,47m.
Drzewie miękkim i torfie	0,47 — 0,63m.
Koks i węgiel drzewny	0,42 — 0,47m.

Powierzchnia ogrzewalna kotła.

Powierzchnia ogrzewalna kotła oblicza się podług ilości wody wyparowanej na godzinę w następnym stosunku na 1 kilogram (litr):

przy zwykłych kotłach	0,053 — 0,080 metrów kw.
przy kotłach kornwalskich	0,223 — 0,233 „
przy kotłach statków parowych	0,028 — 0,035 „
przy lokomotywach	0,023 — 0,018 „

Liczy się na pracę rzeczywistą *jednego konia* parowego 1, 1,5 do 2 metrów powierzchni ogrzewalnej w miarę tego czy mniej czy więcej ekonomicznie ma się spalać opał pod kotłem. Średnio powierzchnia 1,5 metra zdaje się być najodpowiedniejszą i zupełnie zapewniającą żądaną pracę.

Rozróżnienie prężności i ciśnienia pary.

Prężnością pary p , jest siła jaką wywiera para na każdą jednostkę powierzchni.

Ciśnienie pary c , prężność pary zmniejszona o przeciwcisnienie, w zwykłych wypadkach o ciśnienie atmosferyczne.

Manometry przy kotłach parowych wskazują ciśnienie pary w atmosferach n lub kilogramach na centymetr kwadratowy c (funtach na cal kwadratowy).

Grubość ścian kotła.

Grubość ściany kotła w milimetrach otrzyma się ze wzoru, uwzględniając osłabienie przez nitowanie ($m = 0,52$):

$$1) \dots \delta = \frac{p}{m \cdot 200t - p} D + 3 \quad \text{albo w przybliżeniu:}$$

$$2) \dots \delta = \frac{p}{100t} D + 3$$

zkał przyjmując zwykle dla żelaza wyciągnięte $t = 5,55$ kg. na milimetr kwadratowy, będzie:

$$3) \dots \delta = 0,0018 n D + 3.$$

Gdzie δ grubość ściany i D średnica wewnętrzna w milimetrach n liczba atmosfer ciśnienia wskazywana manometrem.

Formuła przepisana administracyjna dla miasta Petersburga jest:

$\delta = \frac{1}{109} CR + 0,12$. gdzie δ grubość ściany i R promień wewnętrzny kotła w calach angielskich, C ciśnienie w pudach na cal angielski kwadratowy. Najwyższe ciśnienie w kotle dozwolone 5 atmosfer czyli $81\frac{1}{4}$ funtów na cal kwadratowy (prężność 6 atmosfer). Największa dozwolona grubość 0,45 cala = 11,43 mm. Formuła administracyjna dla miasta Petersburga daje też same wartości z formułą powyżej podaną przyjmując wyciąganie $t=5,42$ kg.

Wymiary najwyższe średnie kotła lub rur nitowanych żelaznych w metrach przy danej grubości ściany i ciśnieniu od 1 do 5 atmosfer (Podług wzoru 2).

Grubość ściany w milimetrach.	Ciśnienie w atmosferach.								
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
	Prężność w atmosferach.								
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
4	0,56	0,37	0,28	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11
4,5	0,83	0,56	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19	0,17
5	1,11	0,74	0,56	0,44	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22
5,5	1,39	0,93	0,69	0,56	0,46	0,40	0,35	0,31	0,28
6	1,67	1,11	0,83	0,67	0,56	0,48	0,42	0,37	0,33
6,5	1,94	1,30	0,97	0,78	0,65	0,56	0,49	0,43	0,39
7	2,22	1,48	1,11	0,89	0,74	0,63	0,56	0,49	0,44
7,5	—	1,67	1,25	1,00	0,83	0,71	0,63	0,56	0,50
8	—	1,89	1,39	1,11	0,93	0,79	0,69	0,62	0,56
8,5	—	2,04	1,53	1,22	1,02	0,87	0,76	0,68	0,61
9	—	2,22	1,67	1,33	1,11	0,95	0,83	0,74	0,67
9,5	—	—	1,81	1,44	1,20	1,03	0,90	0,80	0,72
10	—	—	1,94	1,56	1,30	1,11	0,97	0,86	0,78
11	—	—	2,22	1,78	1,48	1,27	1,11	0,99	0,89
12	—	—	—	2,00	1,67	1,43	1,25	1,11	1,00
13	—	—	—	2,22	1,85	1,59	1,39	1,23	1,11
14	—	—	—	—	2,04	1,75	1,53	1,36	1,22
15	—	—	—	—	2,22	1,90	1,67	1,48	1,33

Używając tejże samej grubości blachy na dna, promień kulistości takowych będzie równy średnicy kotła. Grubość dna δ' i promień kulistości R' są w stosunku do średnicy i grubości ściany kotła:

$$\frac{R'}{\delta'} = \frac{D}{\delta}$$

Rury z ciśnieniem zewnętrznem otrzymują grubość ścian cokolwiek większą od rur z ciśnieniem wewnętrznem.

Średnie wymiary kotłów parowych.

(Według inżyniera Houel'a).

Siła koni parowych.	Średnica kotła. mm	Średnica buliera. mm	Powierzchnia ogrzewalna.		Powierzchnia przecięcia kanałów dymowych na konia dm ²	Powierzchnia całkowita rusztu. dm ²	Długość		
			na konia. m ²	Całkowita. m ²			kotła. m	buliera. m	
Bez buliera.	1	600	—	1,50	1,50	1,00	10	1,965	—
	2	600	—	1,50	3,00	1,00	12	3,565	—
	3	700	—	1,50	4,50	1,00	18	4,100	—
	4	700	—	1,45	5,80	1,00	23,2	5,800	—
Z jedynym bulierem.	6	700	500	1,45	8,70	0,95	34,8	4,000	3,200
	8	700	500	1,45	11,60	0,95	46,4	4,870	4,260
	10	800	600	1,40	14,00	0,95	56	5,100	4,400
	12	800	600	1,40	16,80	0,95	67,2	5,970	5,260
Z 2-ma bulierami.	16	900	500	1,35	21,60	0,90	86,4	5,590	4,550
	20	900	500	1,35	27,00	0,90	108	6,760	5,680
	25	1000	500	1,30	32,50	0,90	130	7,670	6,670
	30	1000	500	1,30	39,00	0,90	156	9,090	8,020
	35	1100	550	1,25	43,75	0,85	175	9,360	8,110
	40	1100	550	1,25	50,00	0,85	200	10,340	9,320
	45	1200	600	1,20	54,00	0,80	216	10,500	9,220
50	1200	600	1,20	60,00	0,80	240	11,600	10,250	

Przy kotle powinien znajdować się *wodoskaz* z rurki szklanej (szkło zielonkawe najlepsze) i kraniki wodoskazowe. Powierzchnia wody powinna być zawsze 10cm powyżej kanałów dymowych.

Oprócz powyższych wodoskazów używają się jeszcze *plywaki*, pokazujące również stan wody w kotle, jak *plywaki magnetyczne* z fabryki Lethulier i Pinel w Rouen, lub też działające tylko na *gwizdawkę* wrazie niebezpieczeństwa.

Manometr wyrażający ciśnienie w atmosferach lub też kilogramach na centymetr kwadratowy. — 1 atmosfera = 1,0333 kg. na centymetr kw.

(dla miasta Petersburga żądane są dwa manometry, jeden sprężynowy drugi o ciśnieniu powietrza).

Kłapy bezpieczeństwa obliczają się wzorem:

$$d = 2,6 \sqrt{\frac{S}{m - 0,412}}$$

gdzie *d* średnica w centymetrach, *S* powierzchnia ogrzewalna kotła w metrach kwadratowych, *m* prężność pary w kotle w atmosferach (bez wytrącenia ciśnienia atmosferycznego).

Średnica klapy bezpieczeństwa w milimetrach przy danej powierzchni ogrzewalnej kotła.

Powierzchnia ogrzewalna kotła w m ²	Prężność pary w atmosferach.					
	1,5	2	3	4	5	6
1	25	21	16	14	12	11
2	35	29	23	19	17	15
3	43	36	29	24	21	19
4	50	41	32	27	24	22
5	56	46	36	30	27	24
6	61	50	39	34	30	27
7	66	54	43	36	32	29
8	70	58	46	39	34	31
9	75	62	48	41	36	33
10	79	65	51	43	38	35
12	87	71	56	47	42	38
15	96	80	62	53	47	42
18	106	87	68	58	51	47
20	111	92	72	61	54	49
25	125	103	81	69	60	55
30	136	113	88	75	66	60
40	156	130	101	86	75	69
50	174	145	113	96	84	76

Szerokość powierzchni dotykającej nie powinna przechodzić $\frac{1}{30}$ średnicy otworu klapy i w żadnym razie przewyższać 2 milimetry.

Dom. Część cylindryczna pionowa umieszczona nad kotłem dla zbierania pary. Średnica i wysokość 0,60 do 0,80 metra.

Rury prowadzące parę nie powinny nigdy otrzymywać przecięcie mniejsze nad $\frac{1}{30}$ i nie większe nad $\frac{1}{18}$ powierzchni przecięcia cylindra parowego maszyny. Średnio $\frac{1}{20}$.

Otwór do oczyszczania (Manloch) zwykle eliptyczny: 30 do 32 cm. szeroki, 37 do 42 cm. długi. Klapa otworu trzymana jest dwoma żelazami kształtu podkowy i dwoma śrubami 26 do 29 mm. średnicy.

Kanały dymowe dla dogodnego czyszczenia powinny mieć 16 do 24 cm. w kwadrat.

Prawa ostrożności przy kotłach parowych.

(podług *Swoda Zakonow*, prawa przemysłowe, tom XI, część 2, paragraf 44. Zatwierdzone przez Senat 29 Maja 1873 r. za Nr. 47).

1) *Ppóba kotłów.* Przed użyciem, kotły powinny być próbowane dla przekonania się o ich wytrzymałości. Kotły parowe mające pracować stale nie wy-

żej jednej atmosfery (prężność 2 atm.) próbują się *potrójnem ciśnieniem* tego, z jakim mają pracować ciągle. Kotły pracujące przy ciśnieniu wyższem nad jedną atmosferę, próbują się na *podwójne ciśnienie* tego, z jakim ciągle mają pracować, lecz w żadnym razie nie mniej mają być próbowane nad *trzy* atmosfery. Buliery próbują się tak samo jak i kotły.

Po próbie tak kotły jak i buliery stępują się, oznaczając na stęplu *ciśnienie pary* przy jakim zwykle kocioł i buliery mają pracować, *rok i miesiąc* w którym próba była dokonana.

Kotły i buliery nie próbowane niemogą być stemplowane, a niestemplowane nie mogą być używane.

Powyzsze próby mają być powtarzane po każdej większej reperacji kotła. Choćby kotły nie były reperowane, powyzsze próby podobnie pierwszym powinny się dokonywać co trzy lata.

Uwaga. Kotły parowozów (lokomotyw) próbują się na ciśnienie o 4 atmosfery wyższe od tego na jakie były zbudowane.

2) *Pomieszczenie kotłów.* Kotłownia powinna przedstawiać objętość powietrza nie mniej 27 razy objętość kotła. Powinna mieć z dwóch przeciwległych stron szerokie okna z lekkimi ramami otwierającemi się na zewnątrz.

Kotły parowe powinny być oddalone nie mniej nad $6\frac{1}{2}$ stóp (1,98 m) od ścian oddzielających kotłownię od innych sal. Grubość tychże ścian nie mniej-sza nad $1\frac{1}{4}$ arszyna (0,89 m).

Nad kotłownią niedozwala się mieć mieszkań.

Uwaga. W Petersburgu dozwala się umieszczać kotły parowo w domach mieszkalnych siły nie wyżej 4 do 6 koni parowych.

3) *Ogólne sposoby bezpieczeństwa.* Szczegółowe wyznaczenie praw bezpieczeństwa przy użyciu maszyn parowych i próbach kotłów, zostawia się wspólnemu porozumieniu się ministerstw: morskiego, finansów i dróg i komunikacyi (prawa jeszcze nieogłoszone).

4) *Właściciele zakładów* w których użytymi są maszyny parowe, obowiązani są wszelkimi zależnymi od nich środkami, objaśnić: maszynistów, podmajstrów a szczególnie robotników, że ich własne bezpieczeństwo zależnem jest od dokładnego zachowywania przepisów, ponieważ każda nieostrożność i nieuwaga może opłacić się ich życiem. Do lepszego upewnienia się co do zachowywania swych obowiązków, koniecznem jest przyjmowanie: palaczy trzeźwych i dobrze prowadzenia, maszynistów doświadczonej znajomości obchodzenia z maszynami i prowadzenia się.

Waga kotłów parowych:

Wagę kotła żelaznego w przybliżeniu obliczyć można, uwzględniając: zakładki, głowy nitów i żelazo kątowe, licząc po 9 kilogramów każdy metr kwadratowy powierzchni ściany i na jeden milimetr tejez grubości.

Wagę armatury (uzbrojenia) kotła wliczając ruszt w przybliżeniu obliczyć można biorąc 25% wagi ścian kotła.

b) Praca maszyn parowych.

Oznacza:

T = praca w kilogramach na jeden skok tłoka.

P = praca w kilogramach na jedną sekundę.

N = konie parowe rzeczywiste po 75 kilogrametrów.

Nt = konie parowe teoretyczne.

n = liczba obrotów wału na minutę.

$\eta = \frac{N}{Nt}$ współczynnik wydatku, czyli stosunek pracy rzeczywistej do pracy teoretycznej.

p_0 = prężność pary w kotle w kilogramach na metr kwadratowy.

p_1 = prężność gazów po za tłokiem działających. Przy maszynach bez kondensacji (skraplaniu pary), równa się ciśnieniu atmosferycznemu, 10333 kg. na metr kwadratowy.

m_0 = prężność pary w kotle w atmosferach.

m_1 = prężność gazów po za tłokiem w atmosferach.

l = długość skoku tłoka w metrach.

l_0 = część skoku o pełnym napływie pary do cylindra

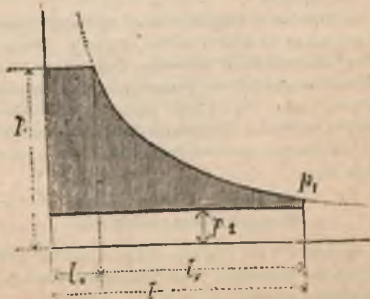
$a = \frac{\pi}{4} D^2$ powierzchnia tłoka.

$V_0 = al_0$ objętość pełnego napływu pary w metrach sześciennych.

$V = al$ objętość całego skoku w metrach sześciennych.

Praca teoretyczna na tłoku maszyny parowej na zasadzie prawa Mariotte'a określi się wzorami przy powyższym oznaczeniu.

Fig. 11.



$$T = a p_0 l_0 + \int_{l_0}^l a p dl - a p_2 l.$$

z kąd na zasadzie $V_0 p_0 = V p = C$ lub też przy stałej powierzchni a .

1)..... $T = p_0 V_0 \left(1 + \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{p_2}{\varepsilon p_0} \right)$ albo też:

$$T = p_0 V \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{p_2}{p_0} \right)$$

gdzie $\varepsilon = \frac{l_0}{l} = \frac{V_0}{V} = \frac{p_2}{p_0}$ oznacza *stopień rozprężania pary* przy jakim maszyna ma pracować.

Praca teoretyczna w kilogrametrach na sekundę będzie:

2).... $P = \frac{2 n p_0 V}{60} \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{p_2}{p_0} \right)$

lub też wyrażając prędkości w atmosferach:

$P = 344,43 n V_0 m_0 \left(1 + \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_2}{\varepsilon m_0} \right)$ albo:

$$P = 344,43 n V m_0 \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_2}{m_0} \right)$$

Praca teoretyczna wyrażona w koniach parowych będzie:

3)..... $Nt = 4,5924 n V m_0' \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_2}{m_0} \right)$

Wzory (2) i (3) stosują się także do maszyn o dwóch cylindrach Woolfa, z warunkiem że V uważa się objętość dwóch razem cylindrów i $\varepsilon = \frac{V_0}{V}$ czyli stosunek objętości pełnego napływu pary do objętości dwóch razem cylindrów.

Niektóre wartości do wzorów powyższych.

Stopień rozprężania pary. $\varepsilon = \frac{l_0}{l}$	Wartości $1 + \log. \text{hp} \frac{1}{\varepsilon}$	Wartości $\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hp} \frac{1}{\varepsilon}$	Stopień rozprężania pary. $\varepsilon = \frac{l_0}{l}$	Wartości $1 + \log. \text{hp} \frac{1}{\varepsilon}$	Wartości $\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hp} \frac{1}{\varepsilon}$
0,05	3,9957	0,1998	0,55	1,5978	0,8788
0,10	3,3026	0,3303	0,60	1,5108	0,9065
0,15	2,8971	0,4346	0,65	1,4308	0,9300
0,20	2,6094	0,5219	0,70	1,3567	0,9497
0,25	2,3863	0,5966	0,75	1,2877	0,9658
0,30	2,2040	0,6612	0,80	1,2231	0,9785
0,35	2,0498	0,7174	0,85	1,1625	0,9881
0,40	1,9163	0,7665	0,90	1,1054	0,9949
0,45	1,7985	0,8093	0,95	1,0513	0,9987
0,50	1,6932	0,8466	1,00	1,0000	1,0000

Figura 11 przedstawia pracę teoretyczną jednego skoku tłoka. Część prostokątna $p_0 l_0$ wyraża pracę pełnego napływu pary, — część o długości l_1 zamknięta z trzech stron linijami prostymi i z wierzchu częścią hyperboli równobocznej, mierzy pracę pary przez rozprężanie (ekspansję).

Powierzchnia niekresakowana $p_2 l$ wyraża pracę przeciwciśnienia czyli ciśnienia po za tłokiem działającego, — praca ta jest odjemną. Część więc zakreskowana przedstawia pracę teoretyczną jednego skoku do dyspozycji.

W rzeczywistości *diagramy* otrzymane przy maszynach są mniej więcej podobne do figury zamieszczonej, i tem podobniejsze im maszyna należy do lepszej konstrukcji. Maszyny „Corliiss“ i w ogóle inne racjonalnej i starannej budowy, dają *diagramy* bardzo podobne do figury zamieszczonej z małemi tylko zaokrągleniami rogów i odsunięciem pierwszej linii pionowej od osi rzędnych na $\frac{1}{30}$ do $\frac{1}{50} l$ stosownie czy przestrzenie szkodliwe przedstawiają $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{30}$ objętości cylindra.

Co do prędkości p_0 zwrócić uwagę potrzeba, że jest zawsze mniejszą od wskazanej manometrem kotła, wskutek oziębiania się pary w rurze przeprowadzającej jak i w samym cylindrze, nadto w skutek tarcia przy przepływie; — zwracać więc uwagę potrzeba starannie na zmniejszenie oziębienia i niedawanie zbyt małych przelotów.

Średnio uważać można prędkość początkową o $\frac{1}{2}$ atmosfery niższą jak w kotle przy 4 do 5 atmosferach.

Prędkość p_2 po za tłokiem w maszynach bez kondensacji jest nieco wyższą od 1-ej atmosfery, — w maszynach z kondensacją $p_2 = 0,10$ do 0,15 atmosfery.

Cznacząc przez α *spółczynnik konstrukcji* czyli stosunek diagramu rzeczywistego, otrzymanego przy cylindrze indykatozem Richard'a i diagramu teoretycznego, wprowadzając w ostatnim prędkość początkową p_0 lub m_0 wskazaną manometrem kotła, — otrzymamy dla *spółczynnika* α wartości tem więcej zbliżające się do *jedności* im przestrzenie szkodliwe są mniejszo i strata prędkości przez oziębianie będzie możliwie zmniejszoną, nadto im sama maszyna będzie należeć do racjonalniejszej budowy jak np. maszyny Corliiss lub im podobne.

Oznaczając także przez β *spółczynnik wydatku*, zależny od tarcia samej maszyny, jej stopnia utrzymania, pracy użytkowanej na zasilanie kotła, pompy wodne i powietrzne, obracanie regulatora i t. d. podług Zeuner'a będzie średnio:

dla maszyn z rozprężaniem pary bez kondensacji:

dla $N < 40$	$N = 40$	$N > 40$
$\beta = \frac{N+32}{N+50}$	$\beta = 0,8$	$\beta = \frac{N+72}{N+100}$ do $\beta = 0,86$

Dla maszyn z rozprężaniem i kondensacją:

dla $N < 46$	$N = 46$	$N > 46$
$\beta = \frac{N+26}{N+50}$	$\beta = 0,75$	$\beta = \frac{N+86}{N+120}$ do $\beta = 0,86$

Spółczynnik wydatku a zarazem konstrukcyi γ jest iloczynem z α i β , tak więc dając na α wartości w praktyce napotymane i przyjmując średnio $\beta = 0,8$ otrzymamy wartości na γ :

$\alpha =$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\gamma =$	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72

Praca rzeczywista maszyn parowej.

Praca rzeczywista Pr w kilogrametrach na sekundę będzie:

$$4) \dots Pr = \gamma 344,43 n V m_0 \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_1}{m_0} \right)$$

W koniach parowych po 75 kilogrametrów:

$$5) \dots N = \gamma 4,5924 n V m_0 \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_1}{m_0} \right)$$

Oznaczając przez v prędkość średnią tłoka w metrach na sekundę i przez d średnicę tłoka w metrach, powyższe wzory zmieniają się na:

$$6) \dots Pr = \gamma 8115 d^2 v m_0 \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_1}{m_0} \right)$$

$$7) \dots N = \gamma 108,2 d^2 v m_0 \left(\varepsilon + \varepsilon \log. \text{hyp.} \frac{1}{\varepsilon} - \frac{m_1}{m_0} \right)$$

Prędkość tłoka.

Prędkość średnia tłoka v w pewnych granicach jest dowolną. Dawniej starano się utrzymać około 1 metra na sekundę, w nowszych czasach dopiero w dobrze zbudowanych maszynach leżących, zaczęto dawać prędkość większą, dochodząc nawet i nieco przewyższając 4 metry na sekundę (jak przy lokomotywach) ale uważając bynajmniej złych skutków.

Uwzględniając maszyny: Sulzer'a w Winterthur (Szwajcaria), Corliss'a, Nolet'a w Gandawie (Belgia), i wielu innych, jak również maszyny nowszej konstrukcyi w kraju budowane, prędkość średnia tłoka na sekundę zawartą jest pomiędzy 1 metrem i 2,30 m. w miarę zwiększania się siły maszyny. Średnio prawie 1,50 m.

Nolet w Gandawie przyjmuje dla maszyn do 100 koni prędkość 1,50 m; od 100 do 200 koni 1,80 m; dla maszyn silniejszych do 2,25 m. na sekundę.

Carels (w Belgii) przyjmuje obecnie dla maszyn prowadzących linkami z aloesu, prędkość 2,30 m.—dla maszyn prowadzących pasami, prędkość 2,00 m. dla maszyn prowadzących kołami zębatymi, 1,80 m.

Średnio przyjętą można prędkość tłoka w metrach na sekundę.

$$v = 1,10 + 0,05 \sqrt[3]{N} \qquad n = \frac{60 v}{24}$$

Przeniesienie siły linkami z aloesu mającemi 50 mm. średnicy, odbywa się nadzwyczaj łagodnie i zupełnie cicho, — naprężenie jednak jednostajne kilku liniek naraz, jest niemożliwem i z tego powodu na oko przedstawiają się dość niekorzystnie.

Wymiary, praca rzeczywista w koniach

Średnica.	Skok.	Obroty na minutę.	Maszyny bez kondensacji przy $\varepsilon = 0,40$.						
			Spółczynnik wydatku γ	Praca rzeczywista w koniach parowych przy ciśnieniu		Ilość pary w kg. zużytej na godzinę przy:		Waga brutto kg.	Cena przybliżona rs.
				4 atm.	5 atm.	4 atm.	5 atm.		
0,15 0,17	0,30	120	0,47	3,9 5,0	4,9 6,4	87 111	102 131	1350 1530	500 570
0,20 0,225	0,40	90	0,48	7,1 8,9	9,0 11,4	154 215	182 253	2400 2700	880 1000
0,25 0,275	0,50	75	0,50	12,0 14,5	15,2 18,4	251 304	316 358	3750 4130	1380 1520
0,30 0,325	0,60	65	0,52	18,7 21,9	23,7 27,8	376 441	466 520	5400 5850	2000 2150
0,35 0,40	0,70	60	0,55	28,9 37,8	36,7 48,0	551 719	650 843	7350 8400	2700 3100
0,45 0,50	0,90	50	0,58	54,0 66,7	68,6 84,7	975 1204	1151 1421	12150 13500	4500 5000
0,55 0,60	1,10	43	0,60	87,7 104	111 133	1531 1822	1808 2151	18150 19800	6700 7300
0,65 0,70	1,30	39	0,60	131 152	167 194	2292 2658	2706 3137	25350 27300	9300 10000
0,75 0,80	1,50	36	0,60	186 212	237 269	3177 3698	3837 4385	33750 36000	12400 14400

Uwaga. W powyższej tabelicy przyjęto $\alpha=0,7$ we wszystkich obliczeniach, co odpowiada maszynom lepszej konstrukcyi. Do ilości pary teoretycznie zużytej dodano 10% na uniesienie wody przez parę i oziębienie.

Maszyny do 0,25m. nie robią się prawie z kondensacją.

Waga maszyn bez kondensacji otrzymana w przybliżeniu, licząc po 300 kg. każdy decymetr kwadratowy iloczynu ze średnicy tłoka przez skok. Waga z kondensacją jest o 20% wyższą. Cena liczona około 110 rs. decymetr kwadratowy iloczynu średnicy przez skok, obejmuje pompkę zasilającą, regulator i części fundamentowe.

Cena z kondensacją bywa od 25% do 20% wyższą.

Waga i cena tak otrzymana bardzo zbliża się do maszyn z wiązaniem ba-gnetowem w przemyśle napotykanym (Maszyny z rozprężaniem zmiennem od

i cena przybliżona maszyn parowych.

Maszyny z kondensacją przy $\varepsilon = 0,30$

Spół- czynnik wydatku	Praca rzeczywista w koniach paro- wych przy ciśnie- niu		Ilość pary w kg. zużytej na godzi- nę przy		Ilość wody na godzinę do konden- sacyi	Waga brutto	Cena przybli- żona
	4 atm.	5 atm.	4 atm.	5 atm.				litry.	kg.	rs.
0,39	3,6	4,4	65	77	1550	—	—
	4,6	5,6	84	99	2000	—	—
0,41	6,7	8,1	116	136	2750	—	—
	8,5	10,3	147	173	3500	—	—
0,43	11,5	13,9	188	237	4750	4500	1750
	13,9	16,8	228	269	5400	4960	1900
0,46	18,4	22,2	282	349	7000	6480	2500
	21,6	26,1	331	390	7800	7020	2700
0,50	29,3	35,4	413	487	9750	8820	3250
	38,3	46,3	539	637	12750	10100	3700
0,54	56,0	67,7	731	863	17300	14600	5400
	69,2	83,6	903	1066	21350	16200	6000
0,57	92,8	112	1148	1356	27150	21800	8050
	111	134	1367	1613	32300	23800	8800
0,59	144	174	1719	2030	40000	30500	11200
	167	202	1993	2353	47100	32800	12000
0,60	208	251	2383	2878	57600	40500	14900
	236	285	2774	3274	65500	43200	17300

regulatora, fabryki Scholtze Repphan i S-ki w Warszawie). Przy kondensacji przyjęto $m_2 = 0,15$ atmosfery.

Miejsce zajmowane przez maszynę bez kondensacji w przybliżeniu $8,5 \times 4 l.$ Z kondensacją, jeżeli kondensator jest umieszczony za cylindrem parowym $9,6 \times 4 l.$

Średnica koła zamachowego 4,25 do 5 l.

K o n d e n s a t o r .

Oznaczając przez W wagę pary do skondensowania, przez Q wagę w kilogramach lub objętość w litrach wody potrzebnej do kondensacyi (zwdnienie pary), t temperaturę wody w kondensatorze i t_1 temperaturę wody przed kondensacją; otrzymamy:

$$Q = \frac{640 - t}{t - t_1} W$$

Przyjmując $\ell = 40^\circ$ i $t_1 = 10^\circ$ będzie:

$$Q = 20 \text{ W.}$$

Podług Wernera jest dobrze gdy $Q = 20$ do 25 W.

Objętość *pompy powietrznej* pojedynczo działającej bywa zwykle 0,25 do 0,20 objętości cylindra parowego; podwójnie działająca 0,125 objętości cylindra.

Woda użyta zawiera $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{14}$ swej objętości powietrza, które zwiększa ciśnienie w kondensatorze odwrotnie jego objętości, stąd większa objętość kondensatora jest korzystniejszą.

Objętość kondensatora zwykle bywa $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ objętości cylindra parowego.

Pompka zasilająca otrzymuje wymiary tak by mogła dostarczyć podwójną ilość wody do kotła od teoretycznie potrzebnej. Jeżeli pompka niema iść ciągle, daje się zwykle jej wymiary by mogła dostarczyć 3 do 6 razy tyle wody, ile potrzeba w tymże samym czasie.

Przeloty (kanały prowadzące parę).

Przekrój przelotów oblicza się, aby prędkość przepływającej pary nieprzechodziła 25 do 30 metrów na sekundę, stąd też przecięcie przelotów wynosi 0,04 do 0,08 powierzchni tłoka parowego.

Diagram Zeuner'a przy użyciu suwaków.

Diagram Zeuner'a jest jednym z najwygodniejszych sposobów przedstawienia graficznie przy danem położeniu korby, wielkość otwarcia przelotu jak również wylotu pary. Przedstawia jasno wszystkie elementy rozdzielania pary za pomocą suwaków jako: promień ekscentryka, kąt przyspieszenia, pokrycie zewnętrzne i wewnętrzne, przyspieszenie liniowe i t. d.

Zamieszczona fig. 12 przedstawia diagram dla pojedynczego suwaka, którego wykreślenie jest łatwe do zauważenia przy oznaczeniu:

OX = kierunek lustra suwaka (płaszczyzny trącej).

r = promień ekscentryczności.

δ = kąt przyspieszenia ekscentryka.

a = szerokość przelotu (kanału).

e = pokrycie zewnętrzne i

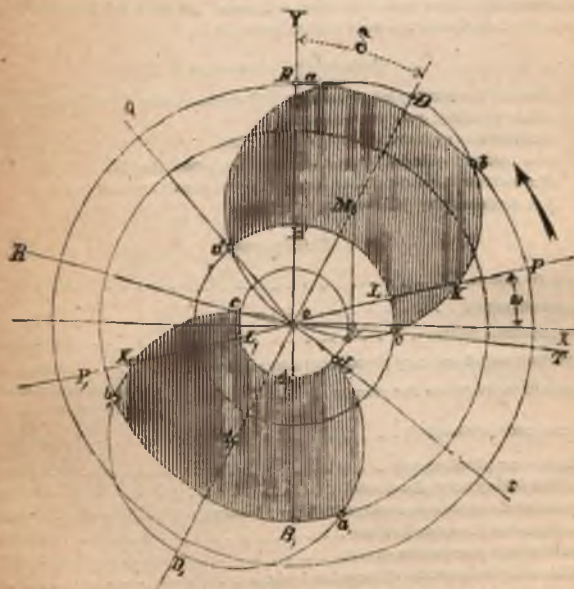
i = pokrycie wewnętrzne.

Kąt przyspieszenia $\delta = \angle YOD$, uważać tu tylko trzeba że kąt uformowany pomiędzy ekscentrycznością, środkiem wału i korbą jest $90^\circ + \delta$, $r = OD = OD_1$, $e = OA$, $i = OA_1$, $a = AB = A_1B_1$. Część kreskowana górna (różowa) służy do mierzenia otwarcia przelotu dla pary wchodowej, część zaś kreskowana dolna (niebieska) służy do mierzenia kanału dla pary wychodowej.

Odchylając korbę w kierunku strzałki z punktu martwego OX np. o kąt α szerokość części otwartej przelotu mierzy się na linii kierunku korby długością LK , linia zaś L, K , mierzy część otwartego wylotu pary.

Idąc stopniowo korbą od punktu T nieco wcześniej punktu martwego X w kierunku strzałki, kanał wprowadzający parę coraz bardziej jest otwierany aż do punktu b , z kąd do punktu a pozostaje całkowicie otwartym, przechodząc punkt a kanał stopniowo jest przymykany i zupełnie zamkniętym w kierunku korby $O d Q$, z kąd do położenia $O C, R$ odbywa się rozprężanie pary. Idąc dalej od położenia OR , kanał wychodowy zaczyna być odmykanym i zupełnie otwartym od położenia korby Ob , do Oa_1 . Od położenia Oa_1 , do OT odbywa się ściśkanie pary zanim na nowo przelot wchodowy niezostanie otwartym.

Fig. 12.



Linijne przyspieszenie l , mierzone w położeniu korby w punkcie martwym wynosi 0 do $\frac{1}{8} a$, najczęściej 3 mm.

Zależność kąta przyspieszenia, przyspieszenia linijnego i promienia r wyrazić można przez:

$$r^2 = (2MN)^2 + (e + l)^2 \quad \text{i} \quad \sin \delta = \frac{e + l}{r}$$

Kąt δ bywa zwykle pomiędzy 10° i 30° , $i = -\frac{1}{8} a$ do $+\frac{1}{8} a$, $e = \frac{1}{8} a$ do $\frac{2}{8} a$. Otwarcie kanału odprowadzającego parę przy najdalszem odsunięciu suwaka powinno wynieść $1\frac{1}{2} a$.

(Ramy Podręcznika technicznego niepozwalają na teoretyczne wyprowadzenia Diagramu Zeunera, jak również przedstawienia diagramów do podwójnych suwaków, kulis i t. d. Czytelnik w tym przedmiocie zechce przejrzeć dzieła: Die Schiebersteuerungen von Prof. Gustav Zeuner, jak również: Die Steuerungen der Dampfmaschinen von Emil Blaha, Berlin 1878.

c. Parowozy (Lokomotywy). (*)

Stosunki konstrukcyjne wykonanych 18-u parowozów otrzymały następujące średnie wymiary, przy oznaczeniu:

d = średnica cylindra parowego w metrach.

O = przekrój cylindra parowego w metrach kwadratowych.

F = całkowita powierzchnia ogrzewalna w metrach kwadratowych.

δ = średnica rury płomiennej w metrach:

Kocioł parowy

Długość rusztu	0,114 \sqrt{F}
Szerokość rusztu	0,114 \sqrt{F}
Powierzchnia rusztu	0,013 \sqrt{F}
Wysokość najniższej rury płomiennej nad rusztem	0,080 \sqrt{F}
Średnica wewnętrzna rur płomiennych	$\left\{ \begin{array}{l} \text{maximum } 0,045 m \\ \text{minimum } 0,037 m \end{array} \right.$
Liczba rur płomiennych . . . . .		$0,0013 \frac{F}{\delta}$
Długość rur płomiennych	87 δ
Grubość ściany rury płomiennej	0,002 m
Powierzchnia ogrzewalna wszystkich rur płomiennych	0,92 F
Suma przekroju wszystkich rur	0,00296 F
Powierzchnia ogrzewalna ogniska	0,08 F
Całkowita powierzchnia ogrzewalna kotła	F
Odległość ściany tylnej ogniska od ściany tylnej płaszcza w świetło	0,08 m

*) Redtenbacher. Die Gesetze Lokomotivbaues.

Odległość ścian bocznych ogniska od ścian bocznych płaszcza, w świetle	0,08 m
Odległość tybli miedzianych (Stelf-Bolzen, entretolse) łączących ściany ogniska ze ścianami płaszcza	0,12 m
Średnica tybli	0,02 m
Średnica wewnętrzna kotła cylindrowego	0,124 \sqrt{F}
Długość tego kotła	84
Grubość ścian kotła	0,0013 \sqrt{F}
Grubość blachy w ścianie zewnętrznej ogniska	0,0014 \sqrt{F}
Grubość podniebienia miedzianego w ognisku	0,0014 \sqrt{F}
Grubość ścian wewnętrznych miedzianych ogniska	0,0014 \sqrt{F}
Grubość ściany ogniska, w której umieszczone są rury	0,0024 \sqrt{F}
Przekrój otworu kłapy bezpieczeństwa	0,0001 F

P o m p y.

Średnica tłoka pompy	0,0128 \sqrt{F}
Skok tłoka	0,12 m
Średnica otworu wentyla	0,0058 \sqrt{F}
Średnica rury ssącej i tłoczącej	0,0058 \sqrt{F}

Komunikacje parowe i regulator czyli przepustnica.

Największy przekrój przepustnicy	0,00015 F						
Średnica wewnętrzna rury parowej wchodowej	0,016 \sqrt{F}						
Przekrój tejże rury	0,0002 F						
Przekrój rury, którą para wchodzi do komory cylindrów	0,0001 F						
Przekrój rury parowej odchodowej	0,0002 F						
Przekrój ujęcia tejże rury	0,00017 F						
	<table border="0"> <tr> <td style="font-size: 2em;">{</td> <td>maximum</td> <td>0,0000273 F</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>minimum</td> <td></td> </tr> </table>	{	maximum	0,0000273 F	}	minimum	
{	maximum	0,0000273 F					
}	minimum						

Suwak (szyber, stawidło).

Kąt przyspieszenia	50°						
Przyspieszenie linijne	0,013 d						
Pokrycie wewnętrzne	0,012 d						
Pokrycie zewnętrzne	0,055 d						
Promień ekscentryka	0,15 d						
Otwór przelotu	<table border="0"> <tr> <td style="font-size: 2em;">{</td> <td>stosunek długości do szerokości</td> <td>6,91</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>przekrój</td> <td>0,000132 F = 0,0710 O</td> </tr> </table>	{	stosunek długości do szerokości	6,91	}	przekrój	0,000132 F = 0,0710 O
{	stosunek długości do szerokości	6,91					
}	przekrój	0,000132 F = 0,0710 O					
Otwór wylotu	<table border="0"> <tr> <td style="font-size: 2em;">{</td> <td>stosunek długości do szerokości</td> <td>3,65</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>przekrój</td> <td>0,000237 F = 0,140 O</td> </tr> </table>	{	stosunek długości do szerokości	3,65	}	przekrój	0,000237 F = 0,140 O
{	stosunek długości do szerokości	3,65					
}	przekrój	0,000237 F = 0,140 O					

Suwak: długość	0,03 $\sqrt{F} = 0,68 d$
szerość	0,04 $\sqrt{F} = 0,82 d$
powierzchnia	0,0012 $F = 0,59 O$

Cylinder i transmisja.

Przekrój cylindra przy parowozie o dwóch cylindrach	0,00136 F
Średnica cylindra parowego	$d = 0,0416 \sqrt{F}$
Długość skoku tłoka	1,57 d
Długość korbowodu	3,84 d

Główne wymiary parowozów kolei północnej francuskiej
Ch. Armengaud.

Wyszczególnienie.	Pociągi mieszane	Pociągi towarowe	Pociągi osobowe
	Warsztaty kolej.	Derosne i Call.	Derosne Call.
	metrów.	metrów.	metrów.
Powierzchnia rusztów	1,148	0,845	1,418
Powierzchnia całkowita ogrzewalna	74,348	71,512	102,339
Średnica kotła	0,950	0,950	1,200
Długość kotła	3,355	3,685	3,550
Objętość wody w kotle 10 cm. powyżej ogniska	2,427	2,228	2,779
Objętość pary w kotle	1,469	1,167	0,615
Kąt przyspieszenia	30 stopni	30 stopni	15 stopni
Przyspieszenie linijne wchodowe	0,004	0,004	0,004
Przyspieszenie linijne wychodowe	0,026	0,026	0,032
Przeloty wchodowe	długość	0,250	0,250
	szerość	0,040	0,050
Przelot wychodowy	długość	0,250	0,300
	szerość	0,075	0,090
Średnica cylindrów parowych	0,380	0,380	0,400
Skok tłoka	0,560	0,610	0,550
Długość korbowodu	1,825	1,470	2,310
Średnica koła środkowego	1,740	1,220	1,220
Średnica koła przedniego	1,040	1,220	1,350
Średnica koła tylnego	1,740	1,220	2,100
Odległość obręczy kół	1,355	1,355	1,355
Szerokość toru (w świetle)	1,440	1,440	1,440
Odległość osi skrajnych od siebie	4,420	2,935	4,860
Odległość osi przedniej od środkowej	2,200	1,585	2,900
Szerokość obręczy	0,140	0,140	0,140
Stożkowatość obręczy	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$

Wyszczególnienie.	Pociągi mieszane	Pociągi towarowe	Pociągi osobowe
	Warsztaty kolei.	Derosne i Cail.	Derosne i Cail.
	metrów.	metrów.	metrów.
Waga całkowita parowozu z 15 cm. wody wyżej ogniska	24397 kg.	22300 kg.	27319 kg.
Waga całkowita bez wody	21710 "	20072 "	24197 "
Tender.			
Objętość wody.....	5,782	5,783	6,390
Ciężar koksu	1750 kg.	1750 kg.	1225 kg.
Ciężar próżnego tendra	7366 "	7366 "	9951 "
Ciężar tendra obciążonego.....	14899 "	14899 "	17566 "

W parowozach kolei północnej francuskiej, napływ pary do cylindra byé może od 0,25 do 0,80 długości skoku tłoka.

X. HYDRAULIKA.

Wypływ teoretyczny płynów i objętość, przy stałym ciśnieniu.

1) Wypływ otworem poziomym (horyzontalnym). Oznaczając przez:

v = prędkość teoretyczną w metrach na sekundę.

Q = objętość teoretyczną wypływu w metrach sz. na sekundę.

A = przekrój otworu wypływu (metry kw.).

h = wysokość ciskającego płynu.

O = powierzchnia górna płynu.

g = 9,812 metrów, prędkość końcowa, wolno spadającego ciała po pierwszej sekundzie.

P i p = ciśnienia na jednostkę powierzchni górnej i przekroju otworu wypływu.

δ = ciężar metra sześciennego płynu.

Prędkość wypływu teoretyczna będzie określona wzorem:

$$v = \sqrt{\frac{2g \left(h + \frac{P-p}{\delta} \right)}{1 - \left(\frac{A}{O} \right)^2}}$$

Przy powierzchni O stosunkowo dużej w porównaniu z powierzchnią otworu wypływu A , przeszło 10 razy na przykład; wzór powyższy zmieni się na:

$$v = \sqrt{2g \left(h - \frac{P-p}{\delta} \right)}$$

Jeżeli $P = p$ jak przy ciśnieniu tylko atmosferycznym, prędkość teoretyczna wypływu będzie:

$$v = \sqrt{2gh} \dots v = 4,4299 \sqrt{h}$$

Tablica zamieszczona na stronie 150 podaje niektóre wartości na v i odpowiednio h .

2) Wypływ otworem w ścianie pionowej

Objętość wpływu:

$$Q = \sqrt{2g} \int y x^{\frac{1}{2}} \cdot dx$$

gdzie dx wysokość elementu otworu wypływu.

x = odległość elementu od poziomu płynu.

y = szerokość elementu.

Dla otworu wypływu prostokątnego niemającego zamknięcia od góry, o wysokości warstwy płynu od spodu otworu h i szerokości b będzie:

$$Q = \frac{2}{3} h b \sqrt{2gh}, \quad v = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}$$

W ogóle dla otworów ze wszystkich stron zamkniętych znajdujących się zupełnie pod poziomem płynu w przybliżeniu przyjęc można, zupełnie wystarczająco w praktyce:

$$v = \sqrt{2gh} \quad \text{i} \quad Q = A \sqrt{2gh}$$

gdzie h oznacza odległość środka ciężkości przekroju otworu wypływu od poziomu płynu.

Wypływ przez otwór zalany (pod wodą). Jeżeli H oznacza wysokość od środka ciężkości otworu do poziomu płynu i h też wysokość z drugiej strony ścian, prędkość i objętość wypływu będzie:

$$v = \sqrt{2g(H-h)}, \quad \text{lub} \quad v = \sqrt{2gz}$$

gdzie $z = H - h$ różnica wysokości płynu z dwóch stron ścian.

Poprawka wypływu i prędkości.

Woda przepływając przez otwór, znacznie się zwęża, tak iż przekrój żyły wodnej w niewielkiej odległości od otworu jest mniejszym od samego otworu. To zjawisko nazywa się *zwężeniem* lub *kontrakcją żyły płynnej*. Stosunek k_1 przekroju zwężonego do przekroju samego otworu, nazywa się *spółczynnikiem zwężenia* lub *zciśnienia*.

$$a = k_1 A$$

gdzie a i A przekrój zwężony i rzeczywisty otworu.

Przy otworze w cienkiej ścianie zwężenie żyły jest najznaczniejsze a ztąd i współczynnik k_1 ma wartość najniższą. Prędkość wypływu rzeczywista także się różni od prędkości teoretycznej i jest zawsze nieco mniejsza od ostatniej. Oznaczając przez k_2 *spółczynnik prędkości* czyli stosunek prędkości rzeczywistej do prędkości teoretycznej, podobnież będzie:

$$v_1 = k_2 v = k_2 \sqrt{2gh}$$

Spółczynnik wypływu czyli *wydatku* k jest iloczynem z dwóch poprzednich:

$$k = k_1 \times k_2$$

ztd objętość Q wypływu na sekundę, przy przekroju A otworu wypływu, będzie:

$$Q = k A \sqrt{2gh}$$

Podług Weisbacha współczynnik prędkości k_2 wynosi przy wysokości ciśnienia:

$h = 0,3 \text{ m}$	$1,5 \text{ m}$	3 m	117 m
$k_2 = 0,958$	$0,969$	$0,975$	$0,988$

Spółczynnik zwężenia k_1 przy wypływie z otworu w cienkiej ścianie, według Barda wynosi 0,646, według Weisbacha 0,640.

Spółczynnik wydatku k wynosi średnio 0,615.

Zwężenie zupełne jest wtedy, gdy otwór wypływu w cienkiej ścianie jest oddalonym od dna i ścian bocznych przynajmniej o 1,5 do 2 razy wziętemu najmniejszemu wymiarowi otworu.

**Spółczynniki wydatku k przy zwężeniu zupełnem i wypływie
w powietrzu podług Poncelet'a i Lesbros'a.**

Wysokość wody po nad górną krawędzią otwo- ru w metrach.	Spółczynnik k przy wysokości otworu od					
	0,20 m	0,10 m	0,05 m	0,03 m	0,02 m	0,01 m
0,005	—	—	—	—	—	0,705
0,010	—	—	0,607	0,630	0,660	0,701
0,015	—	0,593	0,612	0,632	0,660	0,697
0,020	0,572	0,596	0,615	0,634	0,659	0,694
0,030	0,578	0,600	0,620	0,638	0,659	0,688
0,040	0,582	0,603	0,623	0,640	0,658	0,683
0,050	0,585	0,605	0,625	0,640	0,658	0,679
0,060	0,587	0,607	0,627	0,640	0,657	0,676
0,070	0,588	0,609	0,628	0,639	0,656	0,673
0,080	0,589	0,610	0,629	0,638	0,656	0,670
0,090	0,591	0,610	0,629	0,637	0,655	0,668
0,100	0,592	0,611	0,630	0,637	0,654	0,666
0,200	0,598	0,615	0,630	0,633	0,643	0,655
0,300	0,600	0,616	0,629	0,632	0,644	0,650
0,400	0,602	0,617	0,628	0,631	0,642	0,647
0,500	0,603	0,617	0,628	0,630	0,640	0,644
0,600	0,604	0,617	0,627	0,630	0,638	0,642
0,700	0,604	0,616	0,627	0,629	0,637	0,640
0,800	0,605	0,616	0,627	0,629	0,636	0,637
0,900	0,605	0,615	0,626	0,628	0,634	0,635
1,000	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632
1,500	0,602	0,611	0,620	0,620	0,619	0,615
2,000	0,601	0,607	0,613	0,612	0,612	0,611
3,000	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609

Powyższe spółczynniki stosują się również do otworów pod wodą (zalu-
nych) z warunkiem że za wys okład cisańca, będzie się uważać różnicę poziomów
wody z dwóch stron ściany.

Jeżeli zwężenie jest niezupełnem, co ma miejsce jeżeli jakaś część otworu
jest przedłużeniem dna lub ściany, którejkolwiek naczynia; otrzymać możemy
na zasadzie doświadczeń Bidone'a:

$$k' = k \left(1 + 0,1523 \frac{n}{p} \right) \quad \text{1} \quad k'' = k \left(1 + 0,1279 \frac{n}{p} \right)$$

gdzie k' = spółczynnik wydatku przy otworze prostokątnym.

k'' = " " " " okrągłym.

k = " " " " zwężeniu zupełnem.

n = część obwodu otworu niedającego zwężenia.

p = obwód całkowity otworu.

Spółczynnik wydatku i prędkości przy użyciu rur nasadowych zewężających się o długości 2,6 razy wziętej średnicy najmniejszej; uważając za ciśnienie wysokość od środka ciężkości otworu najmniejszego do poziomu wody. Według doświadczeń Castella.

Kąt stożkowa- tości.	Spółczynnik.		Kąt stożkowa- tości.	Spółczynnik.	
	wydatku k	prędko- ści k ₂		wydatku k	prędko- ści k ₂
0" 0'	0,829	0,830	13" 24'	0,946	0,962
1 36	0,866	0,866	14 48	0,941	0,966
3 10	0,895	0,894	16 36	0,938	0,971
4 10	0,912	0,910	19 28	0,924	0,970
5 26	0,924	0,920	21 0	0,918	0,971
7 52	0,929	0,931	23 0	0,913	0,974
8 58	0,934	0,942	29 58	0,896	0,975
10 20	0,938	0,950	40 20	0,869	0,980
12 4	0,942	0,955	48 50	0,847	0,984

Doświadczenia Castella robione były z rurami nasadowymi o średnicy 0,0155m i 0,020m przy ciśnieniu zmiennem od 0,215 do 3,030m.

Spółczynnik wypływu dla otworów stawidłowych prostokątnych prowadzących wodę na lotok (otwór i lotok 0,20 szeroki, wysokość mierzona gdzie woda jest spokojną).

Wysokość wody nad górną krawędź otworu	Dla otworów mających dolną krawędź wyżej dną naczynia.					Dla mających spód otwo- rów równo z dnem naczynia		
	Otwór wypływu wysoki metrów.					Otwór wypływu wysoki		
	0,20	0,10	0,05	0,03	0,01	0,20	0,05	0,01
0,010	—	0,458	0,447	0,424	0,566	—	0,435	0,571
0,015	0,471	0,473	0,468	0,467	0,583	—	0,463	0,596
0,020	0,480	0,484	0,488	0,501	0,599	0,480	0,487	0,616
0,030	0,493	0,507	0,525	0,551	0,626	0,493	0,526	0,642
0,040	0,503	0,527	0,555	0,599	0,645	0,502	0,552	0,660
0,050	0,511	0,544	0,577	0,629	0,658	0,510	0,571	0,670
0,060	0,518	0,557	0,594	0,632	0,667	0,517	0,582	0,676
0,070	0,525	0,568	0,606	0,632	0,671	0,523	0,592	0,680
0,080	0,531	0,576	0,614	0,633	0,672	0,528	0,598	0,682
0,090	0,537	0,582	0,620	0,653	0,672	0,533	0,602	0,685
0,100	0,542	0,586	0,624	0,633	0,671	0,538	0,605	0,682
0,200	0,574	0,606	0,631	0,632	0,664	0,566	0,617	0,679
0,300	0,591	0,612	0,629	0,631	0,658	0,580	0,622	0,676
0,400	0,597	0,615	0,626	0,630	0,652	0,587	0,625	0,673
0,500	0,599	0,615	0,625	0,629	0,648	0,592	0,626	0,671
1,000	0,601	0,615	0,624	0,625	0,631	0,600	0,628	0,665
2,000	0,601	0,607	0,613	0,613	0,613	0,602	0,623	0,654
3,000	0,601	0,603	0,606	0,607	0,609	0,601	0,618	0,652

Jeżeli łotok ustawiony jest pochy o pod kątem α to natencza otrzyma się współczynnik wydatku przez:

$$k = 0,944 - 0,0032 \alpha$$

przy $\alpha = 40^\circ$	45°	50°	55°	60°
$k = 0,816$	$0,80$	$0,784$	$0,763$	$0,752$

Ilość wody przepływającej przez przewal.

Wypływ prostokątny przez przewal o ostrej krawędzi:

$$Q = \frac{2}{3} k A \sqrt{2gh}$$

h jest mierzone od dolnej krawędzi do poziomu wody w spoczynku, najmniej e 1 metr oddalony od przewalu.

Szerokość otworu.				Szerokość otworu.			
0,20m		0,60m		0,20m		0,60m	
h	$\frac{2}{3} k$	h	$\frac{2}{3} k$	h	$\frac{2}{3} k$	h	$\frac{2}{3} k$
0,01	0,424	0,01	0,424	0,08	0,397	0,08	0,409
0,02	0,417	0,02	0,421	0,10	0,395	0,10	0,406
0,03	0,412	0,03	0,418	0,14	0,393	0,20	0,395
0,04	0,407	0,04	0,416	0,16	0,393	0,30	0,391
0,05	0,404	0,05	0,414	0,20	0,390	0,40	0,391
0,06	0,401	0,06	0,412	0,25	0,370	0,50	0,391
0,07	0,398	0,07	0,410	0,30	0,371	1,00	0,389

Wykreślenie drogi krzywej, przebieżonej żyłą średnią wody po opuszczeniu łotoku.

Oznaczając przez:

u — prędkość średnią wody na końcu łotoku.

α — kąt łotoku i prędkości u z linią horyzontalną.

x — odcięte (abscyssy) mierzone na linii horyzontalnej, poczynając od punktu odpowiadającego prędkości u .

y — rzędne pionowe (ordynaty) mierzone od linii x .

równanie krzywej będzie:

$$y = \frac{g x^2}{2 u^2 \cos^2 \alpha} + x \operatorname{tang} \alpha$$

Przy łotoku horyzontalnym: $\alpha = 0$, formuła powyższa zmieni się na:

$$y = \frac{g x^2}{2 v^2}$$

Bieg wody w kanałach i rzekach.

Oznacza:

V — prędkość na powierzchni wody.

U — prędkość średnią.

W — prędkość przy dnie kanału lub rzeki uregulowanej.

A — przekrój profilu kanału.

S — część obwodu przekroju zmoczonego.

$\frac{A}{S} = R$ — Stosunek przekroju profilu do obwodu zmoczonego.

L — długość całkowita rozwinięta, części kanału o profilu jednostajnym.

H — różnica wysokości wody, odpowiadająca końcowym położeniom długości L .

$\frac{H}{L} = J$ — spadek na metr długości kanału.

Q — objętość wypływu na sekundę w metrach sześciennych.

Prędkość najwyższa wody przy dnie kanału W , nieznaczająca uszkodzenia w korycie (Morin):

<i>Gatunek koryta.</i>	<i>Prędkość najwyższa -</i>
Ziemia miękka rozpuszczalna	0,076 m
Gлина tłusta	0,152 „
Piasek	0,305 „
Żwir	0,609 „
Grunt kamienisty	0,914 „
Kamień tłuczony, krzemień	1,220 „
Kamyki pozlepiane, łupek	1,525 „
Skala warstwowa	1,830 „
Skala twarda	3,660 „

Prędkość na powierzchni, prędkość średnia i prędkość u dna kanału.

Z doświadczeń Bazin'a wypada:

$$U = V - 14 \sqrt{RJ}$$

$$W = V - 20 \sqrt{RJ}$$

$$W = U - 6 \sqrt{RJ}$$

K a n a ł y

Z liczby doświadczeń, Darcy i Bazin rozdzielają kanały na cztery typy następujące:

Typ I kanały o gładkiej powierzchni (bale heblowane, cement wygładzony).

II kanały o dość gładkiej powierzchni (ociosane kamienie, cegła, bale nieheblowane).

III kanały z chropowatą powierzchnią (mur z kamieni łamanych).

IV kanały, których łożysko i ściany stanowi ziemia.

Dla powyższych czterech typów służą formuły, wyznaczające: J , U i K .

$$I) \dots J = \frac{U^2}{R} \cdot 0,00010 \left(1 + \frac{0,03}{R} \right)$$

$$II) \dots J = \frac{U^2}{R} \cdot 0,00019 \left(1 - \frac{0,07}{R} \right)$$

$$III) \dots J = \frac{U^2}{R} \cdot 0,00024 \left(1 + \frac{0,25}{R} \right)$$

$$IV) \dots J = \frac{U^2}{R} \cdot 0,00028 \left(1 + \frac{1,25}{R} \right)$$

Objętość wypływu na sekundę jest:

$$Q = V A . -$$

Bieg wody w rurach.

(Jako mniej dokładne ulepszone zostały wzory Prony'ego, Wejsbacha i innych).

Ze 198 doświadczeń z biegiem wody w rurach, w których prędkość zmieniła się od 0,03 do 6 metrów. H. Darcy wyprowadził formułę następującą:

$$\frac{DJ}{\tau} = b v^2$$

gdzie: D średnica wewnętrzna rury w metrach, J wysokość ciśnienia wody na metr długości rury, v prędkość średnia wody, b współczynnik zależny od średnicy i rodzaju powierzchni wewnętrznej rury.

Dla żelaza łanego i rur z żelaza kutego (ciągnionych) zupełnie czystych wewnątrz:

$$b = 0,000507 + \frac{0,00001294}{D}$$

Dla rur wewnątrz smołowanych:

$$b_1 = 0,67 b.$$

Dla rur w użyciu ciągłym zwykle z małym osadem:

$$b_1 = 2 b.$$

Oznaczając przez Q objętość w metrach sześciennych wypływu wody na sekundę, otrzymamy ciśnienie odpowiednie J z następnego wzoru:

$$J = \frac{32 b}{\pi^2 D^5} Q^2$$

Oznaczając przez α wartość $\frac{32 b}{\pi^2 D^5}$ otrzymamy:

$$J \alpha Q^2; \quad \alpha = \frac{J}{Q^2}; \quad Q = \sqrt{\frac{J}{\alpha}}$$

Dla ułatwienia rachunków w następniej tabelce podane są wartości na α obliczone przy b dla żelaza o powierzchni gładkiej, czyli dla wodociągów zupełnie nowych lub budowanych czasowo. Dla wodociągów stałych w ciągłym użyciu będących, na czas dłuższy zbudowanych potrzeba podwoić wartość na α z tabelicy, czyli otrzymamy:

$$J = 2 \alpha Q^2; \quad \alpha = \frac{J}{2 Q^2}; \quad Q = \sqrt{\frac{J}{2 \alpha}}$$

Średnice i wartości odpowiednie α dla rur żelaznych nowych.

Średnica <i>m</i>	Wartość α	Średnica <i>m</i>	Wartość α	Średnica <i>m</i>	Wartość α
0,010	58395000	0,125	64,862	0,450	0,094003
0,015	5890430	0,150	25,320	0,500	0,055195
0,020	1169250	0,175	11,4739	0,550	0,034144
0,025	340175	0,200	5,7855	0,600	0,022015
0,030	125155	0,225	3,1740	0,650	0,014698
0,040	26281	0,250	1,8526	0,700	0,010128
0,050	7937	0,275	1,1423	0,750	0,007159
0,060	3010,5	0,300	0,73385	0,800	0,005175
0,070	1333,1	0,325	0,48824	0,850	0,0038144
0,080	660,95	0,350	0,33521	0,900	0,0028607
0,090	356,91	0,375	0,23676	0,950	0,0017307
0,100	206,34	0,400	0,17067	1,000	0,0016827

Przykład. Jaką ilość wody dostarczyć może wodociąg stały, mający 1000 metrów długości rury o średnicy 0,250 *m* jeżeli stan wody w rezerwoarze jest o 15 metrów wyżej nad otworem wypływu?

$$J = \frac{15}{1000} = 0,015$$

$$Q = \sqrt{\frac{0,015}{2 \times 1,8526}} = 0,06363 \text{ metrów sześciennych na sekundę.}$$

czyli 229 metrów sześciennych na godzinę.

Prędkość średnia wody w rurach będzie:

$$v = \frac{4 Q}{\pi d^2} = 1,296 \text{ m}$$

Prędkość wody w rurach. Przy użyciu wody zupełnie czystej dobrze urządzić wodociąg tak by prędkość v zaledwie parę decymetrów wynosiła przez co mniej się traci na wysokości słupa wody powodującego wypływ. Przy użyciu wody zmieszanej z piaskiem, potrzeba uregulować wodociąg w ten sposób żeby $v = 1$ do 2 metrów, tak żeby woda mogła unosić z sobą piasek i niedozwalała tym sposobem szybko zanieczyszczenia.

Prędkość 3 metrów, uważana być może za ostateczną granicę, do której w rzach tylko szczególnych dojść wolno, zwracając dobrze uwagę na uderzenia wody zład powstać mogące, których następstwem bywa rozsadzanie rur.

Głębokość zakopywania 1,80 m pod powierzchnią ziemi jest wystarczającą w naszym klimacie by woda w czasie zimy niezamarzała.

Ilość wody dostarczana w niektórych miastach na dobę i mieszkańca w litrach.

Rzym	344	Glascow	100
New-York	268	London	95
Marsylia	180	Paryż	90
Bordeaux	170	Bruxella	80
Glasgow	120	Warszawa	20

Pompy tłokowe.

Oznacza:

- Q — objętość wody w metrach sześciennych na minutę.
- s — skok tłoka pompy w metrach.
- d — średnica pompy w metrach.
- n — liczba skoków dubeltowych, lub liczba obrotów wału.
- η — współczynnik wydatku.
- h — wysokość wody w rurze tłoczącej w metrach.
- h_1 — wysokość wody w rurze ssącej, *najwyżej 10 m.* najlepiej nigdy nieprzecho-
dzić 8 metrów.
- h_2 — wysokość słupa wody odpowiadającego tarcia wody w rurach i pompie.
- $H = h + h_1 + h_2$ — wysokość całkowita.

Pompa pojedynczo działająca:

$$Q = \eta \frac{\pi d^3}{4} s \quad -$$

Pompy podwójnie działające:

$$Q = \eta n \frac{\pi d^2}{2} s$$

Spółczynnik wydatku bywa: $\eta = 0,80 - 0,85 - 0,90 - 0,95$, w zwykłych jednak razach i najczęściej $\eta = 0,80$ do $0,85$.

Praca pompowania P w kilogrametrach:

$$P = \frac{1000}{60} Q H = \frac{1000}{60} Q (h + h_1 + h_2)$$

Zbiornik powietrzny (Windkessel) podług Fink'a otrzymać powinien następujące wymiary objętości V :

Zbiornik powietrzny ssący: $V = \frac{\pi d^2}{4} s =$ objętość q pompy.

Zbiornik powietrzny tłoczący przy:

Wodotryskach $V = 1,6 q$.

Sikawkach $V = 1,6 q \frac{10 + h}{10}$

przy długich rurach wodociągowych:

$$V = 0,6 \frac{Q v l}{2 g h_1}$$

gdzie v prędkość wody w rurze ssącej, najczęściej $0,60 m$ i w żadnym razie dojść niepowinna 2 metrów.

l = długość w metrach rur tłoczących.

Ciężar wentyli i klap podług Fink'a.

Prędkość średnia v	Ciężar wentyla na cm. kw. przekroju w kg.	Wysokość h_1 straconego ciśnienia w metrach.
0,60	0,0070	0,068
0,80	0,0115	0,119
1,00	0,0185	0,187
1,26	0,0290	0,282
1,50	0,0420	0,422
1,75	0,0575	0,577
2,00	0,0750	0,750

Pompy odśrodkowe (Centryfugalne).

Największa głębokość dozwolona praktyką do ssania 5 metrów.

Najwyższą wysokość tłoczenia 15 metrów przechodzić się niepowinno.

Prędkość średnia c_4 w rurach zawsze mniejsza od 3 metrów. Według Fink'a

$$c_4 = \frac{1}{6} \sqrt{2gH}$$

Krzywa łopatek powinna być *spirala Archimedesza*.

Wydatek wody na minutę *w metrach sześciennych.*

$$Q = 60 \frac{(v_{II} - v_I) 180}{8 d_1 \varphi} (D^2 - d_1^2) (e_1 + e_2) \dots \dots \dots (1)$$

gdzie: v_{II} prędkość na obwodzie wewnętrznym łopatek prostopadłe do promienia
 v_I prędkość wody na tymże obwodzie; D średnica zewnętrzna koła łopatkowego;
 d_1 średnica wewnętrzna koła łopatkowego; φ kąt uformowany u środka
 (kąt centralny) pompy przez promienie przechodzące przez początek i koniec
 łopatki; e_1 i e_2 szerokość łopatki w kierunku osi obrotu na wewnętrznej stronie
 o średnicy d_1 i na zewnętrznej o średnicy D .

Wysokość przybliżona podniesionej kolumny wody będzie:

$$H = 2 \frac{v_{II} v_I}{2g} \left(\frac{D^2}{d_1^2} - 1 \right) \dots \dots \dots (2)$$

Łatwo można zauważyć z powyższych dwóch formuł że zwiększając prędkość v_I , od zera do v_{II} — wydatek Q maleje, gdy jednocześnie odwrotnie H rośnie od zera i dochodzi do maximum przy $Q = 0$. Przyjęcie $v_{II} = 2v_I$ jest najodpowiedniejsze w praktyce.

Przy wstawieniu wartości $D = 2d_1 = 2,4 d$ gdzie d oznacza średnicę rury, od której prawie zawsze d_1 jest większe o $0,2d$; $v_{II} = 2v_I = \frac{\pi d_1 n}{60}$ (n liczba obrotów na minutę); $e_1 = 2e_2 = 0,36 d$ przy pompach o łopatkach zewężających się i $e_1 = e_2 = 0,25 d$ przy pompach o łopatkach równych; otrzymamy:

Dla pomp o łopatkach zewężających się przy $\varphi = 160^\circ$:

$$Q = 1,0805 n d^3; \text{ w przybliżeniu } Q = n d^3.$$

$$H = 0,000543 n^2 d^2 \text{ (po wytrąceniu 10\% na tarcie wody w pompie).}$$

Dla pomp o łopatkach równych przy powyższych warunkach:

$$Q = 0,9368 n d^3.$$

Liczba łopatek najczęściej bywa 6.

Uwaga. Formuły (1) i (2) stosują się także do wentylatorów wstawiając odpowiednio kąty φ i zamiast H wstawić potrzeba $800 H$, gdyż powietrze w zwykłej temperaturze jest około 800 razy lżejsze od wody.

Wymiary pomp zewężających i wydatek przybliżony przy
 $v_{II} = 2v_I$, $i \varphi = 160^\circ$.

Średnica rury. d	Średnica zewnętrzna łopatek D	Liczba obrotów na minutę n	Prędkość średnia w rurach c_0	Wysokość słupa wody H	Wydatek na minutę Q	Praca konie parowe N
m	m	—	m	m	m^3	—
0,100	0,24	1100	2,40	6,55	1,130	1,9
0,125	0,30	900	2,46	6,85	1,810	2,1
0,150	0,36	750	2,46	6,85	2,600	4,5
0,175	0,42	650	2,49	7,00	3,590	6,3
0,200	0,48	570	2,49	7,05	4,700	8,2
0,250	0,60	450	2,46	6,85	7,240	12,3
0,300	0,72	380	2,49	7,05	10,570	18,5

Kąty φ najodpowiedniejsze podług Fink'a dla pomp i wentylatorów są następujące:

	Zwężające.	Równoległe.
Pompy wodne.	$\varphi = 160^\circ$	$\varphi = 164^\circ$
Wentylatory tłoczące i ssące (ekschaustory) . . .	$\varphi = 104^\circ$	$\varphi = 125^\circ$
Wentylatory zwyczajne	$\varphi = 17^\circ$	$\varphi = 6^\circ$

W wentylatorach zwyczajnych prędkość na obwodzie zewnętrznym 10 do 20 metrów, zwykle.

Motory wodne.

Oznacza:

Q = objętość wypływu w metrach sześciennych wody na sekundę.

V = prędkość żyły średniej wody przy zetknięciu z kołem.

v = prędkość koła, mierzona na obwodzie zewnętrznym.

α = kąt uformowany przez dwie prędkości poprzednie.

P = siła średnia (w kilogramach) na obwodzie zewnętrznym koła.

H = całkowity spadek wody w metrach.

h = wysokość od wejścia wody na koło, do spodu koła.

Praca T bezwzględna (absolutna) wody. Wyraża się przez:

$$T = 1000 Q H.$$

Motory wodne oddają część tej pracy i tem większą im lepiej były zbudowane.

$$\text{Praca motorów} = \eta T = \eta 1000 Q H.$$

gdzie η współczynnik wydatku pracy.

Praca w koniach wyrazi się dzieląc powyższe wartości przez 75, tak:

$$N = \frac{1000 Q H}{75} \text{ lub } = \eta \frac{1000 Q H}{75}$$

Formuły praktyczne przy użyciu niektórych kół.

1) *Koła z łopatkami prostymi dostające wodę u spodu koła, w kanale niemającym dostatecznie ściśłego profilu koła.*

$$Pv = 61 Q (V - v) v.$$

Podług Bossut'a i Smeaton'a, koła te w najlepszych warunkach pracują przy $v = 0,33$ do $0,50 V$.

Spółczynnik wydatku $\eta = 0,25$ do $0,30$. względnie do pracy $1000 Q H$.

2) *Koła z łopatkami prostymi w kanale częściowo kołowym, otrzymując wodę z boku, wypływającą już pod pewnem ciśnieniem.*

$$Pv = 750 Q \left(N + \frac{(V \cos \alpha - v) v}{\varphi} \right)$$

V może być mniejsze od v .

Spółczynnik $\eta = 0,40$ do $0,55$.

3) *Koła zamknięte w kanale kołowym na całej wysokości spadku, otrzymujące wodę przez przewal.*

Pracują w warunkach korzystnych przy spadach $H = 1,50m$ i większych nieco.

$$Pv = 797 Q \left(h + \frac{(V \cos \alpha - v) v}{g} \right)$$

V może być mniejsze od v .

Spółczynnik $\eta = 0,67 - 0,76$.

Napełnienia wodą przedziału pomiędzy dwiema łopatkami niepowinno przechodzić $\frac{2}{3}$ tejże objętości.

Oznaczając objętość wody przez q pomieścić się mającą w jednym przedziale i przez e oddalenie łopatek na obwodzie zewnętrznym; będzie:

$$q = \frac{Q e}{v}$$

4) *Koła o łopatkach prostych Sagebien'a.* Są bardzo dobre przy małych spadach i znacznym wypływie wody, dając $\eta = 0,75$.

5) *Koła o łopatkach krzywych Poncelet'a,* ze stawidłem zawsze pochyłym. Najkorzystniejsze użycie przy $v = 0,55 V$ i wysokości otworu wypływu $0,20 - 0,25m$ i wyżej.

Dla dobrze zbudowanych kół, przy otworze wypływu $0,20m$ wysokim, przy spadzie $1,50m$ i poniżej:

$$Pv = 162,9 (V - v) v. \quad \text{gdzie:}$$

V oznacza prędkość wypływu pod ciśnieniem wody, nad górną krawędzią otworu mierzonem. Inne oznaczenia jak poprzednio.

Przy stawidłach pionowych i w pewnej odległości od koła, praca wynosi:

$$Pv = 102 Q (V - v) v.$$

Wydatek $\eta = 0,64$ w dobrych warunkach.

6) *Koła nasiębiarne.*

Dla kół, których prędkość na obwodzie nieprzechodzi $2m$ i przy napełnieniu mniejszem od połowy objętości skrzynek.

$$Pv = 780 Q h + 102 Q (V \cos \alpha - v) v.$$

Spółczynnik wydatku $\eta = 0,70$ do $0,76$.

Dla wypełniających skrzynki do $\frac{2}{3}$ objętości:

$$Pv = 650 Q h + 102 Q (V \cos \alpha - v) v.$$

Prędkość V powinna być około $1,50$ metra.

$$\eta = 0,60$$
 do $0,65$.

W kołach małych, o prędkości obwodowej przechodzącej 2 metry; woda wskutek siły odśrodkowej, przybiera powierzchnię cylindryczną, której oś jest odległą o y , od osi koła i znajduje się na płaszczyźnie pionowej z tą ostatnią:

$$y = \frac{894,6}{n^2} \quad (\text{Poncelet}).$$

gdzie n oznacza liczbę obrotów na minutę.

Wskutek wyjęcia wody w skrzynkach ze stanu poziomego, wylew zaczyna się wcześniej, a ztąd i strata w wydatku pracy.

7) *Koła wiszące przy statkach.* Wzór Poncelet'a.

$$Pv = 81,56 A V(V-v)v.$$

gdzie: A powierzchnia zmoczona łopatką pionowo stojącej, V prędkość wody mierzona na powierzchni, v prędkość środka części zmoczonej.

8) *Turbina Fourneyron'a* (wypływ poziomo, od środka na zewnątrz).

Oznacza: n liczbę obrotów koła na minutę, V prędkość odpowiednią całemu

spadowi = $\sqrt{2gH}$, — R promień zewnętrzny koła.

W warunkach kiedy n jest zawarte pomiędzy:

$$n = \frac{3,3 V}{R} \quad \text{i} \quad n = \frac{0,6 V}{R}$$

Praca wyrazi się przy zupełnie otwartych stawidłach:

$$Pv = 650 QH \quad \text{do} \quad Pv = 700 QH. \quad \text{i}$$

$$Pv = 600 QH \quad \text{do} \quad Pv = 658 QH \quad \text{przy stawidłach podniesio-$$

nych od $\frac{1}{2}$ do $\frac{2}{3}$ wysokości koła.

9) *Turbina Fontaine-Baron'a.* Spółczynnik wydatku $\eta = 0,65$ do $0,70$ przy większem podniesieniu stawideł i $\eta = 0,57$ przy mniejszem.

10) *Turbiny Koechlin i S-ki.* Spółczynnik wydatku $\eta = 0,72$, mało zależny od przemykania stawideł i zmiennej prędkości koła.

11) *Turbiny Girard'a.* Wydatek $\eta = 0,70$ do $0,75$.

Również jak i poprzednie, mogą z małą stratą pracować będąc zalane.

Turbiny posiadają zaletę, że mogą pracować z korzyścią przy bardzo dużych spadach, gdzie koła wodne wskutek swych olbrzymich wymiarów użytemi być by nie mogły.

Turbiny pracują również korzystnie przy niewielkich spadach i wypływach wody większych lub mniejszych, przedstawiając motory mniej zajmujące miejsca od kół wodnych i obracające się z większą szybkością od tych ostatnich co w wielu razach przedstawia korzyści.

A. Morin w „Aide-mémoire de mécanique pratique” podaje wiele praktycznych danych stosujących się do kół wodnych i turbin, z kąd i powyższe wzory wybranymi zostały.

XI. WIATRY I WIATRAKI.

Opór wywierany wiatrami przy różnej ich prędkości, na powierzchnię s znajdującą się pod kątem α względem tejże prędkości, według Hutton'a będzie:

$$P = 0,11 d s^{1,1} v^2 (\sin \alpha)^{1,84} \cos \alpha$$

gdzie: P —kilogramy, d —ciężar metra sz. powietrza, s = powierzchnia uderzana w metrach kw., v = prędkość wiatru w metrach na sekundę.

Opór wywierany na płaszczyznę jednego metra kwadratowego prostopadle do wiatru.

RODZAJ WIATRU.	Prędkość na sekundę w metrach.	Ciśnienie w kilogramach na metr kw.
Wiatr zaledwie dający się uczuć	1,00	0,14
Wiatr wydymający żagle	6,00	4,87
Wiatr najodpowiedniejszy dla wiatraków.	7,00	6,64
Wiatr silny	10,00	13,54
Wiatr bardzo silny	15,00	30,47
Wiatr gwałtowny	20,00	54,16
Burza	24,00	78,00
Burza gwałtowna.	30,05	122,28
Uragan	36,15	176,96
Silny uragan	45,30	277,87

Praca skrzydeł wiatraka podług doświadczeń Coulomb'a i Smeaton'a otrzyma się wzorem:

$$P v = 0,13 A V^2$$

gdzie: A —powierzchnia jednego z czterech skrzydeł w metrach kwadratowych, V —prędkość wiatru w metrach na sekundę, v —prędkość na obwodzie skrzydeł
W najlepszych warunkach $v = 2,60 V$ być winno.

XII. WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW.

*Przyjęto wszędzie następnie za jednostkę miary milimetr,
za jednostkę wagi kilogram.*

Różne oddziaływanie sił zewnętrznych na ciała materialne, podzielić można na:

- Wyciąganie (*n* Zug. *fr.* extension).
- Sciskanie (*n* Druk. *fr.* compression).
- Przecinanie (*n* Schub. *fr.* cisallement).
- i skręcanie (*n* i *fr.* Torsion).

Każdej przyceplonej sile, odpowiada przedłużenie lub skrócenie ciała o pewną wielkość, odpowiednio do wymiaru przed działaniem siły przez ciało posiadane. Poprzednio utrzymywano że każde ciało wraca do pierwotnego stanu po usunięciu sił sprawiających wyciąganie lub ściskanie, jeżeli siły te nieprzechoǳiły pewnych granic różnych dla każdego ciała nazwanych *granicą elastyczności*; w rzeczywistości nowsze badania wykryły że ciała nie wracają do pierwotnego stanu, tak przed jak i powyżej granicy elastyczności, lecz te odkształcenia pozostające czyli stałe, są tem mniejsze i prawie niedojrzane im siły stosunkowo do powierzchni przecięcia są mniejsze; w miarę zwiększania się tych sił, odkształcenia tak stałe jak i elastyczne coraz znacznie wzrastają i dochodzą swego maximum w chwilę pęknięcia.

Z powyższego widzimy że w rzeczywistości granica elastyczności nie istnieje skoro ciało nigdy do pierwotnego stanu wrócić nie może, lecz ze względu że odkształcenia stałe do pewnych granic są tak małe, że prawie za niebyłe uważać je można, i że wskutek tych przypuszczeń cała teoria wytrzymałości znacznie jest uproszczoną; uważa się *granicę elastyczności* za istniejącą i odpowiadającą siłom, po których zaraz następne sprawiają znacznie większe odkształcenia, co głównie ma miejsce w ciałach ciąglych. Jeżeli oznaczymy natężenia: przez R wyciąganie i R_1 sciskanie na jednostkę przecięcia, przez i odpowiednie przedłużenie się przy wyciąganiu, i_1 przy ścisaniu i przez E *spółczynnik elastyczności* to otrzymamy:

$$i = \frac{R}{E} \quad \dots \quad i_1 = \frac{R_1}{E}$$

Przy przecinaniu i skręcaniu będzie podobnie:

$$i_2 = \frac{R_2}{G}$$

gdzie G oznacza *spółczynnik elastyczności na przecięcie* (również skręcanie) i_2 i R_2 podobne wartości poprzednim.

Z doświadczeń otrzymano:

$$R_2 = \frac{1}{3} R \quad \text{i} \quad G = \frac{2}{3} E$$

W materiałach kruchych (stal hartowana, żelazo lane, kamienie i t. p.) odkształcenie stałe prawie jednostajnie postępuje aż do chwili zerwania, oznaczenie więc tu granicy elastyczności jest prawie niepodobne, i zwykle zadawalnia się przyjmując taką przy połowie siły sprawiącej zniszczenie.

W praktyce zawsze pozostawać potrzeba znacznie poniżej granicy elastyczności i tem niżej im ciało ma stałe przy danych siłach pracować, i jeżeli może być obawa o mogące nastąpić drżenia i uderzenia.

Oznaczamy przez t_1 i t_2 siły odpowiednio R_1 i R_2 przy jakich ciało w rzeczywistości ma pracować, czyli $t = \frac{R}{s}$; $t_1 = \frac{R_1}{s}$; $t_2 = \frac{R_2}{s}$, gdzie s oznacza współczynnik ubezpieczenia zawsze większy od jedności.

Nieusprawiedliwionem jest wyrażanie współczynnika ubezpieczenia względnie do sił sprawiących zniszczenie, gdyż w budowlach znacznie wcześniej od zupełnego zniszczenia, obawiać się należy deformacji, która oddziaływając różnie w różnych częściach budowy, może wywołać w niektórych punktach zwiększenie się momentów i sił i tem samem przyczynić się do zniszczenia budowy.

Używanie więc wyrażeń jak: z dziesięciokrakiem, dwudziestokrakiem i t. p. zabezpieczeniem, niedaje bynajmniej dokładnego pojęcia o rzeczy.

Gatunek materiału odgrywa w wytrzymałości ogromne znaczenie.

Do jaśniejszego pojęcia posłużyć może, następna próba dokonana przez Cearską marynarkę w Wilhelmshaven z blachami kotłowymi odznaczającymi się dobrocią, z zakładów A. Borsiga w Borsigwerk na Szląsku górnym. (Wartości są tu średnie z kilku doświadczeń).

Nazwa próby.	Obciążenie zerwania w kilogramach na milimetr kwadratowy.		Przedłużenie się w procentach.	
	w kierunku włókien.	prostopadle do włókien.	w kierunku włókien.	prostopadle do włókien.
Borsig Platte D	44	42,27	16,17	8,87
Mariazell Stahl	46,67	48,13	20,00	18,67
Borsig zwykłe.....	41,37	34,67	8,75	2,62
Borsig Platte C.....	47,5	48,42	11,75	6,43
Mariazell.....	32,6	31,2	19,37	10,12
Staffordshire.....	36,72	32,45	5,87	2,81

Doświadczenia Dawida Kirkaldy w Londynie z blachą 16,25 mm grubą pochodzącą z Borsigwerk; wykazały średnio z kilku doświadczeń na milimetr kwadratowy:

Użycie.	Obciążenie.		Zmniejszenie przekroju przy zerwaniu. %	Obciążenie na mil. kw. powier. zerwania. kg.	Przedłużenie się przy zerwaniu. %
	Przy granicy elastycznej. kg.	Przy zerwaniu. kg.			
W kierunku włókien nieodgrzane ...	20,47	37,55	27,4	51,67	23,8
W kierunku włókien odgrzane (gliowane).....	20,06	35,48	27,3	49,28	24,7
Poprzecznie do włókien nieodgrzane	19,85	35,71	13,4	41,17	14,6
Poprzecznie do włókien odgrzane ..	18,97	34,16	14,1	39,84	15,1

Zginanie na zimno średnio:

W kierunku włókien..... 180° mało znaczące rysy.
 Poprzecznie do włókien.... 57° mało znaczące rysy.

Przy użyciu blach na kotły powinno się starać by z jednej strony przedstawiały jak największą wytrzymałość, z drugiej strony, wysoki procent odkształceń, gdyż te głównie dają się dobrze krępować (zaginać) nieprzedstawiając uszkodzeń. Średnio żądanem jest dla kotłów 35—40 kg. wytrzymałości bezwzględnej przy 15 do 20% przedłużenia przy wyciąganiu.

Granica elastyczności w żelazie zależy od gatunku, różnie może być uważaną. Zwykle znajduje się pomiędzy 12 i 20 kilogramami na milimetr kw.

Następna tablicza daje niektóre wartości natężeń i współczynnika elastyczności (z małemi zmianami podług: Wykładu wytrzymałości materyałów i stałości budowli przez Władysława Klugiera, Paryż 1876). Liczby w tablicy podane uważać potrzeba jako średnie. W razach ważniejszych konstrukcyj, najlepiej jest zbadać dokładnie materyał z którego ma się budować, gdyż w skutek wyrobu lub miejscowości pochodzenia, posiadac może wytrzymałość znacznie różniącą się od podanych poniżej.

NAZWISKA CIAŁ.	Spółczynnik elastyczności (podłużnej), odniesiony na milimetr kw.	Spółczynnik elastyczności poprzecznej, odniesiony na milimetr kw.	Granica sprężystości na milimetr kwadratowy.		
			w rozciąganiu	w ścisnieniu	w uciśnieniu
	E	G	kg.	kg.	kg.
Metale.					
Zelazo kute, średnie	20000	7500	15,00	14,00	10,50
Zelazo kute, gorsze	20000	7500	12,00	10,00	—
Błacha angielska w kierunku walcowania	17500	6562	13,30	13,00	10,50
Błacha dobra Szląska	—	—	20,00	—	—
Błacha angielska w kierunku poprzecznym	17500	—	12,50	12,50	—
Drut żelazny	20000	7500	24,00	—	—
Zelazo lane zwyczajne	7890	—	—	—	—
„ lepsze	10225	3750	7,50	15,00	5,60
„ najlepsze	12132	—	—	18,00	—
Stal cementowana	22500	8440	27,00	—	20,00
Stal lana	27500	10312	60,00	—	45,00
Stal lana najlepsza hartowana i odpuszczona	25000	9400	150,00	—	113,00
Błacha miedziana klepana	10700	4012	14,00	14,00	10,50
Błacha miedziana	10700	4012	3,00	2,75	2,00
Drut miedziany	12100	—	12,00	—	—
Mosiądz	6400	2400	4,85	—	3,64
Drut mosiężny	9870	—	13,30	—	—
Braz armatni	6900	2587	4,34	—	3,25
Cyna	3200	1500	1,00	—	—
Cynk lany	9600	3562	1,00	—	—
Cynk walcowany	—	—	—	—	—
Olów lany	500	187	1,00	—	—
Olów walcowany	—	—	—	—	—
Drut ołowiany	700	262	0,47	—	—
Glin (Aluminium)	6750	2531	—	—	—
Drzewa w kierunku włókien.					
Dąb mocny	1200	80,00	2,00	2,00	—
Dąb słaby	900	—	2,00	2,00	—
Osina	1075	—	1,03	—	—
Jodła	1113	—	2,15	—	—
Jesion	1121	—	1,25	—	—
Wiąz	1165	—	1,84	—	—
Buk	980	120	2,32	—	—
Bukspan	—	—	—	—	—

Napięcie bezpieczne na milimetr kwadratowy.			Napięcie na milimetr kwadratowy w chwili.		
w rozciąganiu	w ściskaniu	w ucinaniu	Zerwania	Zgniecenia	Przecięcia
ni	ni	ni			
kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
7,50	7,00	5,25	40,0	35,0	35,0
6,06	5,00	—	32,0	—	—
5,74	5,74	5,25	34,46	30,00	—
10,00	—	—	45,00	—	—
5,87	5,87	—	35,25	—	—
12,00	—	—	65,00	—	—
1,66	—	—	10,00	83,00	—
2,50	7,00	1,90	12,50	75,00	20,00
2,75	9,00	—	16,50	80,00	—
13,00	13,00	10,00	75,00	—	50,00
30,00	30,00	22,00	100,00	—	75,00
74,00	74,00	56,00	—	—	—
6,60	6,60	5,00	—	—	—
2,50	2,00	1,50	21,00	41,00	—
6,60	—	—	42,0	—	—
2,10	1,93	1,90	12,60	7,30	—
6,60	—	5,00	36,50	—	—
3,83	—	1,50	23,00	—	—
0,50	1,81	—	3,00	10,87	—
1,00	—	—	6,00	—	—
0,83	—	—	5,00	—	—
0,21	0,9	—	1,28	5,40	—
0,22	—	—	1,35	—	—
0,23	—	—	2,20	—	—
—	—	—	20,3	—	—
0,80	0,46	0,07	8,00	4,56	0,79
0,60	0,29	—	6,00	2,97	—
0,65	—	—	7,20	—	—
0,85	0,42	—	4,18	4,20	—
1,20	0,61	—	6,78	6,10	—
1,04	0,52	—	6,99	5,24	—
0,80	0,54	0,06	3,57	5,43	0,60
1,40	—	—	14,00	—	—

NAZWISKA CIAŁ.	Spółczynnik elastyczności podłużnej odniesiony na milimetr kw.	Spółczynnik elastyczności poprzecznej, odniesiony na milimetr kw.	Granica sprężystości na milimetr kwadratowy.		
			w rozciąganiu	w ścisnieniu	w uciśnieniu
			kg.	kg.	kg.
Grusza	—	—	—	—	—
Mahoń	—	—	—	—	—
Sosna	1200	70	1,63	—	—
Topola	517	—	1,00	—	—
Akacja	1261	—	3,19	—	—
Grab	1085	—	1,28	—	—
Brzoza	997	—	1,62	—	—
Olsza	1108	—	1,12	—	—
Klon	1021	—	1,07	—	—
Wierzba	—	—	—	—	—
Kamienie.					
Cegły zwykłe	—	—	—	—	—
Cegły doskonale wypalone	—	—	—	—	—
Wapień biały drobno ziarnisty i jednolity	—	—	—	—	—
Wapień litograficzny	—	—	—	—	—
Wapień rzadki, gruboziarnisty	—	—	—	—	—
Wapień ikrowiec	—	—	—	—	—
Płaskowiec hardzo twardy	—	—	—	—	—
Płaskowiec mierny	—	—	—	—	—
Porfir	—	—	—	—	—
Bazalt	—	—	—	—	—
Granit	—	—	—	—	—
Zaprawy.					
Gips rozczyniony stwardniały	—	—	—	—	—
Gips rozczyniony nieco miękniejszy	—	—	—	—	—
Zaprawa z wapna tłustego i piasku 14 letnia	—	—	—	—	—
Zaprawa z wapna hydraulicznego zwykłego i piasku	—	—	—	—	—
Zaprawa z wapna bardzo hydraulicznego	—	—	—	—	—

Natężenie bezpieczne na milimetr kwadratowy.			Natężenie na milimetr kwadratowy w chwili.		
w rozciąganiu	w ścisaniu	w ucinaniu	Zerwania	Zgniecenia	Przecięcia
kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
0,69	—	—	6,90	—	—
0,56	0,57	—	5,60	5,76	—
0,70	0,38	0,04	11,30	4,50	0,42
0,13	0,22	—	1,97	2,18	—
—	—	—	7,93	—	—
—	—	—	2,99	—	—
—	0,50	—	4,30	5,00	—
—	0,48	—	4,54	4,80	—
—	—	—	3,58	—	—
—	0,20	—	—	2,03	—
—	0,06	—	—	0,60	—
—	0,10	—	0,80	1,00	—
1,44	—	—	14,4	—	—
3,08	—	—	30,80	2,80	—
2,29	—	—	22,90	1,00	—
1,57	—	—	13,70	—	—
—	—	—	—	8,13	—
—	0,20	—	0,60	1,50	—
—	—	—	—	24,70	—
—	1,20	—	—	12,00	—
—	0,60	—	—	6,00	—
0,17	0,09	—	11,70	0,90	—
0,58	0,04	—	5,80	0,42	—
0,075	0,019	—	0,75	0,19	—
0,90	0,074	—	9,00	0,74	—
1,50	0,144	—	15,00	1,44	—

Wyciąganie.

Natężenie t na milimetr kwadratowy.

$$t = \frac{P}{A}$$

gdzie: P obciążenie całkowite, A przekrój prostopadle do kierunku działającego obciążenia w milimetrach kwadratowych.

Łańcuchy.

Przy łańcuchach dobrze skutych (szwajcowanych) najczęściej przepisywane są próby w bliskości granicy elastycznej, które określają najwyższy stopień natężeń w użyciu zdarzyć się mogących. Zwykle przyjmuje się jako granicę próby 14 kg. na milimetr kwadratowy dwóch przecięć jednego ogniwa w łańcuchach i 17 kg. w łańcuchach z podstawkami. Przy próbach wymaganiem jest również żeby żelazo użyte przedstawiało 10 do 20% wyciągania się przed zerwaniem. Przy windach niepowinno się przechodzić połowy obciążenia próbnego. Następująca tabelka podaje średnicę pręta, z którego ogniwa są odkute, obciążenie próbne i waga metra bieżącego łańcucha (Reuleaux):

Łańcuchy zwykłe.				Łańcuchy z podstawkami.		
d	Obciążenie próbne P	Waga metra bieżącego łańcucha.		d	Obciążenie próbne P	Waga metra bieżącego łańcucha.
		o krótkich ogniwach.	o dłuższych ogniwach.			
mm.	kg.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.
6	792	0,81	0,68	15	6008	5,29
7	1078	1,11	0,93	16	6835	6,02
8	1408	1,45	1,21	17	7716	6,79
9	1782	1,83	1,54	18	8651	7,61
10	2200	2,26	1,90	19	9639	8,48
11	2662	2,73	2,30	20	10680	9,40
12	3168	3,25	2,74	22	12923	11,37
13	3718	3,82	3,21	24	15379	13,54
14	4312	4,43	3,72	26	18049	15,89
15	4950	5,09	4,28	28	20933	18,42
16	5632	5,79	4,86	30	24300	21,15
17	6358	6,23	5,49	32	27341	24,06
18	7128	7,32	6,16	34	30865	27,16
19	7942	8,16	6,86	36	34603	30,46
20	8800	9,04	7,60	38	38555	33,93
21	9702	9,97	8,38	40	42720	37,60
22	10648	10,94	9,20	42	47099	41,45
23	11638	11,96	10,05	44	51691	45,50
24	12672	13,02	10,94	46	56497	49,73
25	13750	14,13	11,88	48	61517	54,14

Sciskanie.

Przy małych wysokościach stosunkowo do wymiaru poprzecznego, oblicza się za pomocą wzoru podobnego jak na wyciąganie.

$$t_1 = \frac{P}{A}$$

Dla drągów, kolumn i t. p. których wysokość stosunkowo do wymiarów poprzecznych jest większa od 4, oblicze się za pomocą wzoru:

$$\frac{P}{A} = \frac{t_1}{1 + m + n \left(\frac{l}{b}\right)^3}$$

gdzie m i n dwa współczynniki otrzymane z doświadczeń, l długość, b najmniejszy wymiar przekroju (bok najmniejszy w prostokącie lub średnica w kole).

Oznaczając przez k wartość $\frac{1}{1 + m + n \left(\frac{l}{b}\right)^3}$ otrzymamy:

$$kt_1 = \frac{P}{A}$$

Przy obciążeniu drąga lub sztaby z końcami wolnymi, w kierunku osi przyjąć można $m = 0$; dla żelaza kutego $n = 0,0016$; dla żelaza lanego $n = 0,0100$.

Dla słupów (kolumn) porównyując konstrukcje wykonane z podstawami płaskimi profesor E. Boudin radzi przyjąć $m = 0,3$ bezwzględnie na materiał użyty i około:

- dla żelaza kutego $n = 0,0004$
- dla żelaza lanego $n = 0,0025$
- dla drzewa $n = 0,0030$

Wartości współczynnika k przy stosunku $l:b$.

Stosunek $\frac{l}{b}$	Drażki lub sztaby żelazne z końcami wolnymi.		Słupy (kolumny) o podstawach płaskich.		
	kute	lane	żelazo kute	żelazo lane	drewniane
	$m = 0$ $n = 0,0016$	$m = 0$ $n = 0,0100$	$m = 0,3$ $n = 0,0004$	$m = 0,3$ $n = 0,0025$	$m = 0,3$ $n = 0,0030$
4	0,975	0,862	0,765	0,746	0,742
5	0,962	0,800	0,763	0,733	0,720
6	0,946	0,735	0,761	0,719	0,710
7	0,927	0,671	0,758	0,703	0,691
8	0,907	0,610	0,754	0,685	0,670
9	0,885	0,552	0,751	0,666	0,648

Stosunek $\frac{l}{b}$	Drągi lub sztaby żelazne z końcami wolnymi.		Słupy (kolumny) o podstawach płaskich.		
	kute	lane	żelazo kute	żelazo lane	drewniane
	$m = 0$ $n = 0,0016$	$m = 0$ $n = 0,0100$	$m = 0,3$ $n = 0,0004$	$m = 0,3$ $n = 0,0025$	$m = 0,3$ $n = 0,0030$
10	0,862	0,500	0,746	0,645	0,625
11	0,838	0,452	0,742	0,624	0,601
12	0,813	0,410	0,737	0,602	0,577
13	0,781	0,372	0,731	0,581	0,553
14	0,761	0,338	0,725	0,559	0,530
15	0,735	0,308	0,719	0,537	0,506
16	0,709	0,281	0,713	0,515	0,484
17	0,684	0,257	0,706	0,494	0,461
18	0,659	0,236	0,699	0,474	0,440
19	0,634	0,217	0,692	0,454	0,420
20	0,610	0,200	0,685	0,435	0,400
25	0,500	0,138	0,645	0,349	0,315
30	0,410	0,100	0,602	0,282	0,250
35	0,338	0,075	0,559	0,229	0,201
40	0,281	0,059	0,515	0,189	0,164
45	0,236	0,047	0,474	0,157	0,136
50	0,200	0,038	0,435	0,132	0,114
100	0,059	0,010	0,189	0,038	0,032

Kolumny puste (wydrążone) obliczą się wzorem:

$$P = t_1 (Ak - ak'), \quad \text{lub jeżeli kolumna jest okrągła.}$$

$$P = \frac{\pi}{4} t_1 (k^2 - k'^2) = 0,7854 t_1 (kD^2 - k'd^2),$$

gdzie: A przekrój całkowity, a przekrój wydrążenia, D i d średnica zewnętrzna i wewnętrzna kolumny, k' wartość współczynnika odpowiednia l ; d .

Kolumny lane wydrążone otrzymując średnicę $\frac{1}{10}$ wysokości, przyjemne robią wrażenie. Najmniejsza grubość ścian praktyczna 20 mm.

Przykład: Jaki może bezpiecznie znieść ciężar kolumna żelazna lane 4,5 m długa 20 cm. średnicy zewnętrznej i 15 cm. średnicy wewnętrznej?

$$\frac{4,5}{0,2} = 22,5 \text{ daje } k = 0,390; \quad \frac{4,5}{0,15} = 30 \text{ daje } k' = 0,292.$$

$$P = 0,7854 t_1 (0,390 \times 200^2 - 0,292 \times 150^2) = 7269 t_1.$$

przyjmując $t_1 = 12,5$ kg. na milimetr kwadratowy, bezpiecznie dla żelaza lanego otrzymamy obciążenie:

$$P = 90853 \text{ kg.,} \quad \text{w liczbie okrągłej 90000 kilogramów.}$$

Wytrzymałość naczyń cylindrycznych i kulistych.

(Wzory A. Kuczyńskiego, Przegląd Techniczny, tom V, strona 129 i następane)

Oznacza:

D — Średnicę wewnętrzną w millimetrach.

D_1 — Średnicę zewnętrzną w millimetrach.

δ — Grubość ścian naczynia w millimetrach.

t — Natężenie na millimetr kw. przy wyciąganiu lub ściskaniu (gdy natężenie wypada ujemne).

p, p_1 — Ciśnienie wewnętrzne i zewnętrzne na millimetr kwadratowy powierzchni naczynia.

a) *Naczynie cylindryczne z ciśnieniem wewnętrznym:*

$$p = t \frac{2\delta}{D + \delta}; \quad t = p \frac{D + \delta}{2\delta}; \quad \delta = p \frac{D}{2t - p}$$

Z ciśnieniem wewnętrznym i zewnętrznym. Wzór ogólny:

$$t = \frac{D + \delta}{2\delta} \left(p - p_1 \frac{D_1}{D} \right)$$

b) *Naczynia kuliste. Przy ciśnieniu wewnętrznym:*

$$p = t \frac{4\delta}{D + \delta}; \quad t = p \frac{D + \delta}{4\delta}; \quad \delta = p \frac{D}{4t - p}$$

Przy ciśnieniu zewnętrznym i wewnętrznym. Wzór ogólny:

$$t = \frac{D + \delta}{4\delta} \left\{ p - p_1 \left(\frac{D_1}{D} \right)^2 \right\}$$

(Wartości otrzymane powyższymi wzorami, mało się różnią z wartościami Lamé'go).

Przecinanie.

Natężenie t_2 na millimetr kwadratowy.

$$t_2 = \frac{\Sigma P}{A}$$

gdzie: ΣP obciążenie w danym punkcie, A przekrój w kierunku działania sił P .

Zginanie.

Przy zginaniu, włókna po jednej stronie kurczą się po drugiej wyciągają, odpowiednio do natężeń: ściskania i wyciągania też odkształcenia wywołujących.

Pomiędzy warstwami wyciąganymi i ściskanymi, znajduje się warstwa włókien *obojętnych*, w przekroju poprzecznym przedstawiająca się linią, nazwaną *obojętną*. Oś ta przechodzi przez środek ciężkości figury. Wytrzymałość przy zginaniu jest więc zależna od formy przekroju.

Przy zginaniu zabezpieczyć się potrzeba by żadne napięcie (ściskanie lub wyciąganie) nie przechodziło granic elastyczności i znajdowało się w warunkach napięć praktycznych.

Wzór ogólny przy obliczaniu wytrzymałości ciał zginanych:

$$t \frac{I}{v} = M \quad \text{i} \quad t_1 \frac{I}{v} = M$$

gdzie t i t_1 napięcia praktyczne na wyciąganie i ściskanie; $I = \sum a z^2 = A i^2$ moment bezwładności (Inercyi) danego przekroju; v odległość od osi obojętnej do najdalej od tejże osi położonego punktu figury po stronie wyciąganej i v_1 zaś odległość po stronie ściskanej.

M — moment zginający ($\sum Pl$) w danym punkcie wymiaru podłużnego ciała.

$\frac{I}{v}$ — nazywa się momentem wytrzymałości

Momenta bezwładności I , momenta wytrzymałości $\frac{I}{v}$.

(A —powierzchnia przecięcia i v odległość od osi).





Fig.	Przecięcie.	I	$\frac{I}{v}$
13		Wzór zmienny: $I_1 = I + s^2 A$	—
14		$\frac{bh^3}{3} = \frac{1}{3} A h^3$	—
15		$\frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{6} A h^3$	—
16		$\frac{1}{4} b h^3 = \frac{1}{2} A h^3$	—







Fig.	Przecięcie.	I	$\frac{I}{v}$
17		$\frac{5 A^3}{12}$	$\frac{5 A^2}{6}$
18		$\frac{A^4}{12}$	$\frac{A^3}{6}$
19		$\frac{A^4}{12}$	$0,118 A^3$
20		$\frac{5}{12} (H^3 - N^3)$	$\frac{A}{6 H} (H^3 - A^3)$
21		$\frac{5 r^4}{16} \sqrt{3} = 0,5413 r^4$	$0,5413 r^3$
22		$\frac{5 r^4}{16} \sqrt{3} = 0,5413 r^4$	$\frac{5 r^3}{8}$

Fig.	Przecięcie.	I	$\frac{I}{v}$
23		$I = \frac{1}{36} bh^3$ $v = y = \frac{2}{3} h$	$\frac{1}{24} bh^2$
24		$I = \frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{36(2b + b_1)} h^3$ $v = y = \frac{1}{3} \cdot \frac{2b + 2b_1}{2b + b_1} h$	$\frac{6b^3 + 6bb_1 + b_1^3}{12(3b + 2b_1)} h^2$
25		$\frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4}$ $= 0,0491 d^4$ $= 0,7854 r^4$	$\frac{\pi d^3}{32} = 0,0982 d^3$ $= \frac{\pi r^3}{4}$
26		$\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) = \frac{\pi}{4}(R^4 - r^4)$	$\frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{4} \frac{R^4 - r^4}{R}$
27		$\frac{\pi b a^3}{4} = 0,7854 b a^3$	$\frac{\pi b a^2}{4} = 0,7854 b a^2$
28		$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{BH^2 - bh^2}{6H}$







Fig.	Przecięcie.	I	$\frac{I}{v}$
29		$\frac{bh^3 - (b-b_2)h_1^3 + b_1h_2^3}{12}$	$\frac{bh^3 - (b-b_2)h_1^3 + b_1h_2^3}{6h}$
30		$\frac{1}{12} \left\{ \frac{3\pi}{16} d^4 + b(h^3 - d^3) + b^3(h-d) \right\}$	$\frac{1}{6h} \left\{ 0,589d^4 + b(h^3 - d^3) + b^3(h-d) \right\}$
31		$0,110 r^4$	$\frac{I}{v} = 0,19 r^3$ $\frac{I}{v_1} = 0,26 r^3$
32		$\frac{0,110 (R^4 - r^4) - 0,283 R^3 r^3 (R-r)}{R+r}$ przybliżone $I = 0,3 \frac{3}{8} r^4$	—
33		$I = 269,4 b^4$ $A = 19,2 b^2 = 0,133 A^2$ $v = 8 b$	$32,675 b^3 = 0,0185 A^3$

Fig.	Przecięcie	I	$\frac{I}{v}$
24		$I = 922,9 b^4$ $A = 40,826 b^2 = 0,224 A^2$ $v = 9 b$	$102,4 b^3 = 0,0417 b^3$
25		$I = 80,288 b^4$ $A = 12,3 b^2 = 0,24 A^2$ $v = 5 b$	$16,075 b^3 = 0,03806 b^3$

Moment wytrzymałości szyn kolejowych.

Wymiary w centymetrach.

Relsy.		Wy- kość h	Szer- kość po- deszwy.	Powierz. przecię- cia A	I	$\frac{I}{v}$	Waga Stopy angiels w f. ros.	Waga metra w kilog.
 fig. 26	Żelazne	12	10	42	763	122,7	24	32,2
		11,4	9,5	38,1	632	106,4	22	29,6
		10,8	9,5	34,9	512	89,5	20	26,9
	Stalowe.	11,4	9,5	36,62	626	109,2	21 $\frac{2}{3}$	29,1
		10,8	9,5	33,8	529	95,8	20	26,9
		10,2	9	30,8	435	82,6	18 $\frac{1}{2}$	24,6
		10	9	28,54	400	76,7	17	22,8

Relsy.	Wyso- kość h	Szere- kość po- deszwy.	Powierz. przecię- cia A	I	$\frac{I}{v}$	Waga stopy angiels. w f. ros.	Waga metra w kilogr.	
	Żelazn.	24	10	84	4333	361,0	48	64,5
		22,8	9,5	76,2	3595	310,1	44	59,1
		21,6	9,5	69,8	2825	261,6	40	53,7
	Słalowe.	22,8	9,5	73,24	3607	316,4	43 $\frac{1}{3}$	58,2
		21,6	9,5	67,6	2942	272,4	40	53,7
		20,4	9	61,6	2373	232,6	36 $\frac{2}{3}$	49,3
		20	9	57,08	2105	210,5	34	45,7

Wymiary, moment wytrzymałości i waga żelaza I dwuteowego walcowanego.

Oznacza, w milimetrach: h —wysokość, d —grubość duszy, b —szerokość pasów, t —grubość średnia pasów, G —waga w kilogramach metra bieżącego belki. Moment wytrzymałości otrzymamy w centymetrach.

a) A. Borsig, w Borsigwerk na Szląsku górnym.

N ^o	h	d	b	t	G	$\frac{I}{v}$	N ^o	h	d	b	t	G	$\frac{I}{v}$
192	100	4	50	6	7,3	31,1	92	233	16,5	103	15	50,9	407
193	98	5	52	7,1	9	36	93	232	20	112	17	60,5	491
194	120	5	60	7	10,7	53	181	260	9,5	100	14	39	410
195	118	6	62	8	12,5	60	182	260	11	106	15	44,2	453
196	140	6	70	8,1	14,6	84	183	259	13	112	15,5	51	507
197	138	7	72,5	9,2	16,9	91	184	257	15,5	120	16,5	60	579
198	160	7	80	9,25	19,2	128	185	257	18	122	18,5	63	605
199	158	8	82,5	10	21,5	136	96	300	13	130	18,75	66,1	777
83a	180	8	90	9,5	24,3	175	97a	300	14,5	136	19,5	72,3	864
84a	180	9	96	10,25	27,9	194	98a	299	17	141	20	79,6	917
85a	179	11	101	11	31,5	221	202	350	14	150	18	76,5	1057
86a	176	14	108	11,5	38	257	203	348,5	15,1	157	19	85	1150
90	234	10	90	12,5	33,1	301	204	346,5	17,3	168	20,1	95	1288
91	233	13	100	14,5	45,5	377							

b) Aachener Hütten-Aktien-Vereins w Rothe Erde pod Aachen.

N ^o	h	d	b	t	G	$\frac{J}{v}$	N ^o	h	d	b	t	G	$\frac{J}{v}$
1a	78,5	5	52,5	7,5	9	29	7a	209	9	91,5	11	28,75	234
b	77,5	6	51,5	9	10	31	b	208,5	10	88,5	13,5	33,5	267
c	77	8	63	11	14,25	42	c	208	12,5	104,5	16	43,75	352
d	76,5	11	75	13,5	20	56	d	207,5	16	112	19,5	55,75	438
2a	104,5	5	65,5	8	12	54	8a	235,5	10	91,5	10,5	32	274
b	103,5	6	62	10	13,5	60	b	235,5	11	87	13,5	36,75	316
c	103	8	74,5	11,5	18,25	77	c	234	13	100	17,5	48	425
d	102,5	11	87	14,5	26	101	d	233,5	15	112	23	63,25	572
3a	130,5	6,5	90	10	20,25	112	9a	235,5	8,5	90,5	10,5	30,25	262
b	130	7,5	87	13,5	23,25	134	b	235,5	11	91,5	10,5	34,25	282
c	129	10	102	15,5	32,25	170	c	235,5	13	91,5	13	40,25	334
d	128,5	13	115	18	41,75	215	d	235,5	15,5	91,5	13	46,5	376
4a	150,5	6,5	75,5	10	18,75	115	10a	261,5	10	97	13	40	380
b	150,5	7,5	74	12	21,75	130	b	261,5	11	98	13	42	391
c	148,5	10,5	83	14	28,25	161	c	260,5	12	89	16,5	43,75	411
d	147	11,5	85	17	33,25	186	d	259,5	14	110	20	58,5	580
5a	176,5	10	85	11	27,25	178	11	261,5	11	115	13,5	44,5	454
b	175,5	11	83	13	30,0	196	12	261,5	10	136	14,5	49	538
c	173	13,5	95	17	41,5	263	13	315	16	140	19	75,5	921
d	171	15	101	21	48,75	313	14	400	16	140	17	82,75	1200
6a	176,5	7,5	91,5	10	23,75	170	b	400	17	139	18,5	87,75	1275
b	176,5	8	84	12,5	26,25	185	15	78,9	6	78,5	7	11,75	41
c	175,5	10,5	92,5	16	35	243	16	77	7,12	78,5	8	13,5	46
d	174,5	14,	102,5	20	47	312							

**Belki dwuteowe symetryczne, złożone z blach i kątek
przy $t = 600$ kg. na centymetr kwadratowy.**

Wyjęte z obszerniejszego dziełka „Expressions analytiques et tables des moments d'inertie et des moments resistants des sections a double T, par Maurice Hulewicz. — Paris 1879 J Baudry.

Oznacza: m_a — moment duszy, m_c — moment 4 kąteków, m_s — moment pasów, h — połowę wysokości duszy, c — grubość pasa.

Moment ogólny:

$$M = \left(m_a + m_c \right) \frac{h}{h + c} + m_s$$

1) Momenta duszy pełnej m_a wyrażone w kilogrametrach.

Wysokość 2 h metry.	Wartość m_a przy grubości duszy.				
	0,007 m	0,008 m	0,010 m	0,012 m	0,015 m
0,20	280	320	400	480	600
0,25	438	500	625	750	938
0,30	630	720	900	1080	1350
0,35	858	980	1225	1470	1838
0,40	1120	1280	1600	1920	2400
0,45	1418	1620	2025	2430	3038
0,50	1750	2000	2500	3000	3750
0,55	2118	2420	3025	3630	4538
0,60	2520	2880	3600	4320	5400
0,65	2958	3380	4225	5070	6338
0,70	3430	3920	4900	5880	7350
0,75	3938	4500	5625	6750	8438
0,80	4480	5120	6400	7680	9600
0,85	5058	5780	7225	8670	10838
0,90	5670	6480	8100	9720	12150
0,95	6318	7220	9025	10830	13538
1,00	7000	8000	10000	12000	15000
1,10	8470	9680	12100	14520	18150
1,20	10040	11520	14400	17180	21600
1,30	11830	13520	16900	20280	25350
1,40	13720	15680	19600	23520	29400
1,50	15750	18000	22500	27000	33750
1,60	17920	20480	25600	30720	38400
1,70	20230	23120	28900	34680	43350
1,80	22680	25920	32400	38880	48600
1,90	25270	28880	36100	43320	54150
2,00	28000	32000	40000	48000	60000

2) Momenta 4 kątówek m_c , wyrażone w kilogrametrach.

Wysokość 2 h metry	Wartość m_c przy wymiarach kątówek w milimetrach.					
	70 · 70	70 · 70	80 · 60	80 · 60	80 · 60	90 · 70
	7	9	7	10	11	10
0,20	1531	1903	1666	2266	2452	2513
0,25	2050	2560	2201	3011	3264	3356
0,30	2584	3234	2742	3767	4099	4219
0,35	3124	3918	3289	4530	4922	5092
0,40	3669	4607	3839	5297	5759	5972
0,45	4217	5301	4391	6067	6599	6857
0,50	4766	5997	4944	6839	7442	7744
0,55	5318	6696	5498	7613	8286	8634
0,60	5871	7395	6053	8387	9132	9526
0,65	6421	8096	6609	9163	9978	10418
0,70	6979	8798	7165	9939	10825	11312
0,75	7534	9501	7691	10716	11673	12207
0,80	8089	10204	8277	11493	12521	13102
0,85	8645	10908	8834	12270	13369	13998
0,90	9201	11612	9391	13048	14218	14894
0,95	9757	12316	9948	13826	15067	15791
1,00	10314	13021	10506	14604	15916	16688

2) Momenta 4 kątówek m_c wyrażone w kilogrametrach.

2 h	Wartość m_c przy wymiarach kątówek w milimetrach.					
	90 · 70	100 · 80	100 · 80	80 · 80	80 · 80	80 · 80
	12	9	12	8	10	11
0,20	2921	2509	3195	1910	2311	2500
0,25	3919	3357	4304	2573	3128	3493
0,30	4939	4231	5448	3259	3973	4315
0,35	5972	5118	6608	3957	4834	5254
0,40	7014	6015	7782	4663	5704	6205
0,45	8060	6918	8963	5374	6581	7163
0,50	9111	7824	10150	6089	7462	8126
0,55	10164	8734	11342	6807	8347	9093
0,60	11220	9616	12537	7526	9234	10063
0,65	12276	10560	13733	8247	10124	11034
0,70	13335	11475	14931	8970	11015	12007
0,75	14394	12392	16131	9693	11907	12982
0,80	15454	13309	17332	10417	12800	13958
0,85	16514	14227	18535	11142	13694	14934
0,90	17575	15145	19738	11867	14588	15912
0,95	18637	16064	20941	12593	15483	16890
1,00	19699	16984	22146	13319	16379	17868

2 h	90 · 90	90 · 90	90 · 90	100 · 100	100 · 100	100 · 100
	10	12	15	12	15	18
	0,30	4377	5129	6186	5586	6746	7821
0,35	5341	6271	7585	6847	8295	9646
0,40	6319	7430	9007	8131	9872	11506
0,45	7306	8600	10442	9430	11469	13389
0,50	8300	9778	11887	10741	13080	15289
0,55	9298	10962	13339	12059	14701	17191
0,60	10300	12150	14797	13383	16328	19122
0,65	11305	13341	16259	14712	17965	21050
0,70	12312	14535	17724	16044	19600	22983
0,75	13321	15732	19193	17379	21242	24920
0,80	14331	16929	20663	18717	22887	26861
0,85	15362	18129	22134	20056	24534	28705
0,90	16355	19329	23606	21397	26183	30751
0,95	17368	20530	25082	22739	27834	32700
1,00	18382	21732	26558	24082	29486	34650
1,10	20411	24138	29511	26772	32793	38554
1,20	22442	26547	32468	29464	36104	42463
1,30	24475	28957	35426	32159	39420	46375
1,40	26508	31368	38386	34856	42736	50290
1,50	28542	33781	41448	37554	46054	54207
1,60	30582	36194	44311	40263	49374	58126
1,70	32613	38608	47274	42953	52695	62046
1,80	34549	41022	50237	45654	56017	65968
1,90	36686	43438	53203	48355	59340	69890
2,00	38723	45853	56168	51057	62663	73814

3) Momenta 2 pasów m_s , wyrażone w kilogrametrach.

a — oznacza szerokość pasów w metrach.

Tabelałożona przy $a = 1$.

Wysokość 2 h metry.	Wartość $m_s a$ przy grubości pasa c w metrach					
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
0,30	18025	36188	54600	73347	—	—
0,35	21022	42164	63527	85191	—	—
0,40	24019	48145	72470	97067	122000	—
0,45	27017	54131	81424	108966	136818	—
0,50	30015	60119	90386	120883	151667	218400
0,55	33014	66108	99354	132813	166588	236244
0,60	36013	72100	108327	144753	184429	254107
0,65	39012	78093	117304	156701	196333	271986
0,70	42011	84086	126244	168656	211250	254107
0,75	45010	90081	135267	180617	226117	271986
0,80	48010	96076	144231	192582	241111	289783
0,85	51009	102072	153237	204551	256053	307781
0,90	54009	108068	162225	216522	271000	325694
0,95	57008	114065	171214	228497	285952	343615
1,00	60008	120062	180204	240474	300900	361543
1,10	66007	132056	198186	264434	330833	397416
1,20	72007	144052	216171	288400	360769	433309
1,30	78006	156048	234159	312371	390714	469215
1,40	84006	168044	252148	336346	420667	505137
1,50	90005	180042	270138	360324	450625	541067
1,60	96005	192039	288130	384305	480588	577005
1,70	102005	204037	306123	408288	510556	612923
1,80	108004	216035	324116	432272	540526	648900
1,90	114004	228033	342110	456259	570500	684855
2,00	120004	240031	360105	480246	600476	720815

Belki proste.

1) Belka lub drąg, jednym końcem B stałe umocowana, drugim A swobodna.

a) Mając ciężar P przyczepiony na końcu A swobodnym: (fg. 38).

Moment w punkcie C : $M = Pz$.

Moment w punkcie B : $M = Pl$ (największy).

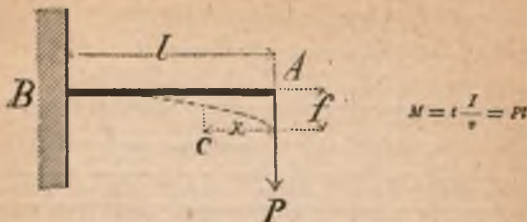


fig. 38.

Strzałka wygięcia f mierzona w punkcie A :

$$f = \frac{1}{8} \frac{P L^3}{E I}$$

(Przy belkach równej wytrzymałości $f = \frac{2}{3} \frac{P L^3}{E I}$)

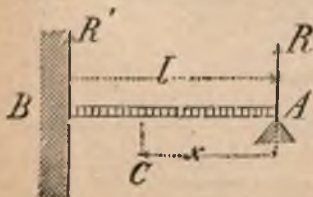
b) Obciążona tylko ciężarem równo rozłożonym na całej długości. p Ciężar na jednostkę długości.

$$M = \frac{1}{2} p x^2 = \frac{1}{2} p l^2 \left(\frac{x}{l}\right)^2$$

W punkcie B . $M = \frac{1}{2} p l^2$

$$f = \frac{1}{8} \frac{p l^4}{E I}$$

2) Belka jednym końcem osadzona stałe, drugim oparta na podporze, obciążona ciężarem jednostajnie rozłożonym p , na jednostkę długości.



Reakcja $R = \frac{3}{8} p l$

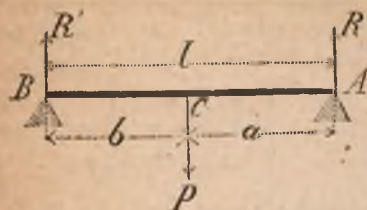
$R' = \frac{5}{8} p l$

W punkcie C :

$$M = \frac{3}{8} p l x - \frac{1}{2} p x^2$$

fig. 39.

3) Belka leżąca końcami na dwóch podporach:



a) Ciężar P zawieszony w punkcie C .

$$R = P \frac{b}{l}$$

$$R' = P \frac{a}{l}$$

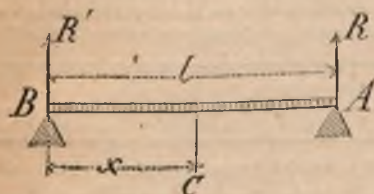
fig. 40

Moment największy w punkcie C :

$$M = P \frac{a b}{l}$$

W punkcie C : $f = \frac{P a^2 b^2}{3 E I l}$. Przy $a = b \dots f = \frac{1}{48} \frac{P P}{E I}$

b) Jednostajnie obciążona na całej długości ciężarem p , na jednost. długości.



$$R = R' = \frac{1}{2} p l$$

fig. 41.

W punkcie C :

$$M = \frac{1}{2} p l x - \frac{1}{2} p x^2 = \frac{1}{2} p l^2 \left(\frac{x}{l} - \frac{x^2}{l^2} \right) = \frac{1}{2} p l^2 \beta$$

gdzie β oznacza $\left(\frac{x}{l} - \frac{x^2}{l^2} \right)$

$\frac{x}{l}$	β	$\frac{x}{l}$	β	$\frac{x}{l}$	β	$\frac{x}{l}$	β
0,05	0,0475	0,30	0,21	0,55	0,2475	0,80	0,16
0,10	0,09	0,35	0,2275	0,60	0,24	0,85	0,1275
0,15	0,1275	0,40	0,24	0,65	0,2275	0,90	0,09
0,20	0,16	0,45	0,2475	0,70	0,21	0,95	0,0475
0,25	0,1875	0,50	0,25	0,75	0,1875	1,00	0

Moment największy przy $x = \frac{1}{2} l$

$$M = \frac{1}{8} p l^2$$

Strzałka wygięcia mierzona w środku długości:

$$f = \frac{5}{256} \frac{p l^4}{EI} = 0,013 \frac{p l^4}{EI}$$

Belki na kilku podporach.

Przy obciążeniu równo rozłożonem na całej długości l przy podporach równej wysokości i równo oddalonych od siebie, na odległość l ; następująca tabela podaje wartości reakcji podpór R , przy liczbie podpór 3 do 9. $R = T p l$.

Wartość	L i c z b a p o d p ó r.						
	3	4	5	6	7	8	9
T_0	0,3750	0,4000	0,3929	0,3947	0,3942	0,3944	0,3943
T_1	1,2500	1,1000	1,1428	1,1317	1,1327	1,1337	1,1340
T_2	—	—	0,9286	0,9736	0,9616	0,9649	0,9640
T_3	—	—	—	—	1,0192	1,0070	1,0103
T_4	—	—	—	—	—	—	0,9948

Znając reakcje, momenta łatwo się znajdują.

Przy belkach kratowych: pasy obliczają się zwykle tak, aby opór stawiły momentom M_1 — krzyżulce zaś obliczają się na przecięcie ΣP .

Skręcanie.

Oznacza: G —spółczynnik elastyczności na przecięcie $= \frac{2}{3} E$, t_2 —natężenie na milimetr kwadratowy, P —siła działająca na promieniu r , prostopadłym do osi drąga skręcanego, $Pr = M_2$ moment skręcania, N —liczba koni parowych, n —liczba obrotów na minutę, φ —kąt skręcania na długość l drąga, I_2 —moment bezwładności polarnej, v —odległość od środka ciężkości przekroju najdalszego punktu tegoż.

$$t_2 \frac{I_2}{v} = M_2 = Pr$$

$$Pr = 716,2 \frac{N}{n}, \text{ przy } r \text{ w metrach; } Pr = 1619,7 \frac{N}{n} \text{ przy } r \text{ w centymetrach.}$$

Wartość momentu bezwładności polarnej I_2

Przekrój.	Moment bezwładności I_2	Wartość $\frac{I_2}{v}$
Koło o średnicy d	$\frac{\pi}{32} d^4$	$\frac{\pi}{16} d^3$
Kwadrat o boku b	$\frac{1}{6} b^4$	$\frac{b^3}{3\sqrt{2}}$
Prostokąt o bokach b i h	$\frac{1}{3} \frac{b^3 h^3}{b^2 + h^2}$	$\frac{b^2 h^2}{3\sqrt{b^2 + h^2}}$

Kąt skręcania wyrażony w stopniach jest:

$$\varphi = \frac{180}{\pi} \frac{M_2 l}{G I_2}$$

Przy wałach przenoszących ruch φ niepowinno przechodzić $\frac{1}{4}^\circ$ na metr długości wału.

XIII. BUDOWNICTWO.

Średnie wymiary cegły warszawskiej $28 \times 14 \times 7$ centymetrów.

Cegła prasowana $27 \times 13 \times 7$ cm. Fugi dają się 1 do 1,5 cm. Na metr sześcienny muru wychodzi 290 cegieł większego i 320 mniejszego formatu przy fugach średnio 1,2 cm. grubych.

Zaprawy 22% objętości muru.

(Na łokieć sześcienny $55\frac{1}{2}$ do 61 cegieł).

Grubość ścian.

Mur.	Grubość ściany.		Ilość cegieł na metr kw. powierzchni ściany
z $\frac{1}{2}$ cegły	14 cm.	6'' polskich	42,0
z 1 "	29 "	12'' "	84,1
z $1\frac{1}{2}$ "	43 "	18'' "	124,7
z 2 cegieł	58 "	1 ^o " polski	168,2
z $2\frac{1}{2}$ "	72 "	1 ^o 6'' "	208,8
z 3 "	87 "	1 ^o 12'' "	252,3
z $3\frac{1}{2}$ "	101 "	1 ^o 18'' "	292,9
z 4 cegieł	116 "	2 ^o "	336,4

licząc 290 cegieł na metr sz.

Cegła ogniotrwała *Ramsay*:

$6,5 \times 11,5 \times 23$ centymetrów ($2\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2} \times 9$ cali angielskich).

Ilość cegieł na metr sześcienny muru oblicza się za pomocą wzoru:

$$M = \frac{1}{(a+d)(b + \frac{1}{2}d)(c+d)}$$

gdzie M -liczba cegieł, a —długość cegły, b —szerokość cegły, c —wysokość, d —grubość fug.—Wymiary w metrach.

Zaprawa.

Stosunek wapna niegaszonego, gaszonego, ciasta i piasku na jeden metr sześcienny zaprawy.

Gatunek wapna.	Wapno przyjmujące na jedną objętość ciasta objętości piasku.	Wapno niegaszone	Wapno gaszone w proszku.	Ciasta.	Piasku.
		m ³	m ³	m ³	m ³
Wapno tłuste.	4	0,139	0,417	0,25	1
	3,5	0,17	0,467	0,286	1
	3	0,215	0,537	0,333	1
	2,5	0,256	0,596	0,377	0,942
Wapno średnie.	2	0,36	0,63	0,429	0,86
	1,5	0,476	0,714	0,5	0,75
Wapno chude.	1	0,725	0,834	0,602	0,602
	0,5	0,917	1,018	0,752	0,376
	0	1,25	1,312	1	0

Stosunek objętości cementu, piasku i wody na 1 m. sz. zaprawy.

Stosunek objętości piasku do cementu w proszku.	Cement portlandzki.		Cement Rocher.		Piasku.	Wody. litry.
	metry sześcienn.	kilogramy.	metry sześcienn.	kilogramy.	metry sześcienn.	
Cement bez piasku	1,460	1690	1,460	1435	—	485
0,5 piasku	0,980	1135	0,980	965	0,48	370
1 "	0,745	865	0,745	735	0,73	310
1,5 "	0,600	695	0,600	590	0,88	275
2 "	0,500	580	0,500	495	0,98	250
2,5 "	0,405	470	—	—	1	220
3 "	0,335	390	—	—	1	195
3,5 "	0,290	335	—	—	1	180
4 "	0,255	295	—	—	1	170

Beczka cementu portlandzkiego waży około 165 kg.

Worek cementu Rocher waży około 100 kg.

Mury.

Dobry mur z cegieł obciążony być może z zabezpieczeniem:

w fundamentach 5 do 7,5 kg. na centymetr kw.

w ścianach 1,5 do 3 kg. na centymetr kw.

Ciążar w obliczeniu przyjmuje się w domach mieszkalnych:

Metr sześcienny muru 1600 kilogramów.

Metr kwadratowy podłogi wraz z belkami, polepą, sufitem, obciążeniem meblami i ludźmi — 500 kg.

Metr kwadratowy sklepień na 1/2 cegły, wraz z obciążeniem meblami i ludźmi — 750 kg.

Metr kwadratowy podłogi wraz z belkami i obciążeniem w magazynach i składach — 1000 kg.

Grubość muru podług Rondelet'a, minimum.

Oznacza: e — grubość muru; L — długość muru; l — szerokość budynku; h — wysokość muru (przy kilku piętrach mierzona zawsze od dachu); D — średnica wewnętrzna przy murze okrągłym; n — dla muru silnego = 8, dla średniej siły $n = 10$, dla muru słabego $n = 12$.

1) Mur wolno stojący niepowiązany w końcach:

$$e = \frac{1}{8} h \dots \text{silny}$$

$$e = \frac{1}{10} h \dots \text{średni}$$

$$e = \frac{1}{12} h \dots \text{słaby}$$

2) Cztery ściany końcami z sobą powiązane bez dachu:

$$e = \frac{1}{n} \times \frac{L h}{\sqrt{L^2 + h^2}}$$

3) Mur okrągły o średnicy wewnętrznej D :

$$e = \frac{1}{n} \times \frac{D h}{\sqrt{D^2 + 16 h^2}}$$

Mury obciążone.

1) Mur parterowy pokryty dachem i obciążony belkami, niemający parcia bocznego:

$$e = \frac{l h}{12 \sqrt{l^2 + h^2}}$$

2) Mur parterowy, pokryty dachem, obciążony belkami i parciem bocznem.

$$e = \frac{l(h+h_1)}{24\sqrt{l^2+(h+h_1)^2}}$$

h_1 — oznacza wysokość od punktu parcia bocznego do dachu. Ta wysokość do całkowitej wysokości h dodaje się.

Domy kilka piętrowe.

1) Dom o jednym pokoju na szerokość:

$$e = \frac{2l+h}{48} + (0,025 \text{ do } 0,050) \text{ metrów.}$$

2) Dom o dwóch pokojach lub więcej, na szerokość:

$$e = \frac{l+h}{48} + (0,025 \text{ do } 0,050)$$

3) Ściany wewnętrzne:

$$e = \frac{L+h}{36} + m \text{ (0,015 do } 0,025)$$

gdzie: m liczba piętr; L oznacza długość ściany dotkniętej w kształcie **I** i mierzoną pomiędzy innymi dwiema ścianami również dotykającemi.

Wymiary murów w domach 3 do 4 piętrowych, będące w użyciu we Francyi.

Części muru.	Mur.		Wysokość piętra <i>m</i>
	frontowy <i>m</i>	wewnętrzny <i>m</i>	
W fundamentach.....	0,75—1,00	0,70—0,85	—
Na poziomie posadzki w piwnicach ..	0,55—0,80	0,50—0,65	—
Na poziomie podłogi parteru.....	0,50—0,65	0,35—0,40	—
" " " 1-go piętra	0,45—0,55	0,35—0,40	3,25—5,00
" " " 2-go piętra	0,40—0,50	0,30—0,35	3,00—4,25
" " " 3-go piętra	0,32—0,40	0,25—0,30	2,80—3,50

Rodzaj budynku.	Grubość na parterze.		
	frontowego <i>m</i>	szczytowego <i>m</i>	wewnętrzny <i>m</i>
Budowy ważniejsze od domów mieszkalnych.....	0,65—1,00	0,55—0,65	0,40—0,55
Pałace i gmachy z parterem skleplonym	1,20—2,50	1,00—1,50	0,70—1,20

Zo względu jednak na gatunek cegły a jeszcze więcej na warunki klimatu; mury muszą być u nas nieco grubsze jak podane w powyższej tabelce.

Sklepienia.

Oznaczo: P — obciążenie sklepienia w kilogramach; L — otwór, przelot, od-dalenie oporów; h — strzałka; l — szerokość sklepienia; t_1 — dozwolone ob-ciążenie materiału użytego, na jednostkę powierzchni; e — grubość sklepienia w kluczu; E — grubość sklepienia przy oporze.

Sklepienie płaskie;

$$e = \frac{P L}{8 h t_1 l} \qquad E = \frac{P(0,12 L + 0,2 h)}{h t_1 l}$$

Przy użyciu zwykłych cegieł $t_1 = 7$ kg.; —dobrych cegieł $t_1 = 10$ kg.; naj-lepszych $t_1 = 14$ kg. na centymetr kwadratowy.

Wzory empiryczne Rondelet'a do oznaczenia grubości sklepienia w kluczu: dla sklepień półkołowych i eliptycznych, przy grubości w oporze wziętej dwa razy jak w kluczu, — w metrach.

- a) przy sklepieniach silnych mostowych..... $e = 0,04 L + 0,32$.
- b) przy średnich sklepieniach..... $e = 0,02 L + 0,16$.
- c) przy sklepieniach nieobciążonych $e = 0,01 L + 0,08$.

Otwór L m	Grubość w kluczu.			Otwór L m	Grubość w kluczu.		
	a)	b)	c)		a)	b)	c)
1	0,36	0,18	0,09	11	0,76	0,38	0,19
2	0,40	0,20	0,10	12	0,80	0,40	0,20
3	0,44	0,22	0,11	13	0,84	0,42	0,21
4	0,48	0,24	0,12	14	0,88	0,44	0,22
5	0,52	0,26	0,13	15	0,92	0,46	0,23
6	0,56	0,28	0,14	16	0,96	0,48	0,24
7	0,60	0,30	0,15	17	1,00	0,50	0,25
8	0,64	0,32	0,16	18	1,04	0,52	0,26
9	0,68	0,34	0,17	19	1,08	0,54	0,27
10	0,72	0,36	0,18	20	1,12	0,56	0,28

Według Perronnet'a grubość sklepienia w kluczu w mostach być winna:

$$e = 0,0347 L + 0,325$$

Wzór Perronnet'a zmieniony przez Léveillé dla łatwiejszego użytku jest:

$$e = \frac{1 + 0,1 L}{3}$$

Powyższe wzory dają grubość w kluczu za wielką przy otworach większych od 30 metrów.

Dejardin podaje następane wzory dające dobre wypadki i oparte na wielu doświadczeniach.

Dla sklepień półkołowych o promieniu r :

$$e = 0,10 r + 0,30 ;$$

Dla sklepień łukowych mających 60°, 50° i 40° rozwartości:

$$e = 0,05 r + 0,30 ,$$

$$e = 0,035 r + 0,30 ,$$

$$e = 0,02 r + 0,30 ;$$

Dla sklepień koszykowych mających strzałkę równą jednej trzeciej cięływ promień krzywizny r w wierzchołku:

$$e = 0,07 r + 0,30$$

Dla sklepień gotyckich o grubości stałej.

$$e = 0,05 r + 0,30$$

gdzie e oznacza rzut pionowy grubości w kluczu, a r odległość podpór równą promieniowi łuku.

Przy sklepieniach o pełnym łuku przy danej odległości dwóch podpór L i strzałce h , promień r wyznajduje się wzorem:

$$r = h \left\{ \frac{1}{8} \left(\frac{L}{h} \right)^2 + \frac{1}{2} \right\} = \gamma h = \xi L$$

$\frac{L}{h}$	γ	ξ	$\frac{L}{h}$	γ	ξ	$\frac{L}{h}$	γ	ξ
2	1	0,5000	7	6,625	0,9464	12	18,5	1,5417
3	1,625	0,5417	7,4641	7,464	1,0000	14	25	1,7857
4	2,5	0,6250	8	8,5	1,0625	16	32,5	2,0313
5	3,625	0,7250	9	10,625	1,1803	18	41	2,2778
6	5	0,8333	10	13	1,3000	20	50,5	2,5250

Pogrubienie sklepień ku oporowi otrzymuje się ze wzoru:

$$e_1 = \frac{e}{\cos \varphi}$$

gdzie φ oznacza kąt zawarty pomiędzy linią pionową i promieniem, na którym grubość e_1 sklepienia jest uważana.

Przy wykreśleniu sklepień spłaszczonych (koszykowych) posłużyć może następująca tabelka, układu Michal'a:

Sklepienie o 5 łukach		Sklepienie o 7 łukach.			Sklepienie o 9 łukach.			
Strzałka. h	1-szy promień	Strzałka h	1-szy promień	2-gi promień	Strzałka h	1-szy promień	2-gi promień	3-ci promień
0,36	0,278	0,33	0,228	0,315	0,25	0,130	0,171	0,299
0,35	0,265	0,32	0,216	0,302	0,24	0,120	0,159	0,278
0,34	0,252	0,31	0,203	0,289	0,23	0,111	0,148	0,268
0,33	0,239	0,30	0,192	0,276	0,22	0,102	0,138	0,252
0,32	0,225	0,29	0,180	0,263	0,21	0,093	0,126	0,237
0,31	0,212	0,28	0,168	0,249	0,20	0,083	0,114	0,222
0,30	0,198	0,27	0,156	0,236	—	—	—	—
—	—	0,26	0,145	0,223	—	—	—	—
—	—	0,25	0,133	0,210	—	—	—	—

Przy użyciu powyższej tabelki za jedność przyjmuje się—odległość pomiędzy dwoma oporami. Promienie powinny formować pomiędzy sobą kąty jednako-we, równe 180° podzielonym przez liczbę łuków składających sklepienie—1 tak dla sklepień o 5, 7, 9 łukach; kąt = 36° — 25°, 714 — 20°.

Przy filarach oporowych 2,50 do 3m wysokich, jeżeli sklepienia są mocno obciążone, przyjmuje się grubość:

Przy sklepieniu o pełnym łuku	$\frac{1}{8} - \frac{2}{11}$	} Otworu sklepienia
Przy sklepieniach o strzałce $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4} - \frac{2}{9}$	
Przy sklepieniach o strzałce $\frac{1}{8}$	$\frac{2}{3} - \frac{1}{4}$	
Przy sklepieniach beczkowych	$\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$	

Sklepienia w budynkach do 4m otworu, jeżeli tylko podłogi piętra dzwigają—robią się z pół cegły w kluczu, zgrubiane ku oporom. Przy otworach większych nad 4 metry, grubość w kluczu wynosić powinna całą cegłę.

Przy murach oporowych 2,50 do 3m wysokich w piwnicach, przyjmuje się grubość tychże przy:

Sklepieniach beczkowych półkolistych	$\frac{2}{11} - \frac{1}{8}$	} Otworu sklepienia
„ o strzałce $\frac{1}{4}$ otworu	$\frac{2}{9} - \frac{1}{8}$	
„ o strzałce $\frac{1}{8}$ otworu	$\frac{1}{4} - \frac{2}{7}$	
„ beczkowych	$\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$	

W „ Aide-mémoire de mécanique pratique” Morin'a znajduje się wiele w tym przedmiocie gotowych tablic.

**Obciążenia podłóg w budynkach na metr kw. powierzchni,
podług Morin'a.**

LOKALE.	Obciążenie na metr kwadr.			Liczba osób li- czona do cięża- ru dodatkowe- go.	Oddałe- nie telek. m	Obciąże- nie na metr bieżący belki kg.
	polepy sufty i podłogi kg.	dotatko- we uwa- żane za stałe. kg.	Całko- wite kg.			
<i>Dwory mieszkalne.</i>						
Pokoje mieszkalne i ga- binety	150	100	250	1,3	0,70	175
Salony przyjeźdźców	150	200	350	3,0	0,70 0,60 0,50	245 210 175
Dobre salony	150	300	450	4,0	0,60 0,50 0,40	270 225 180
<i>Gmachy publiczne</i>						
Biura, sale zwykłe	150	200	350	3,0	0,70	245
Salony zebrań, posiedzeń, z sufitem grubszym ..	180	320	500	4,5	0,70 0,60 0,55	350 300 275
Salony dużych zebrań z su- fitem grubszym ..	180	420	600	6,0	0,70 0,60 0,50 0,40 0,35	420 360 300 240 210
Magazyny z towarami zaj- mującym wiele miej- sc i lekkim bez po- lepy tylko z sufitem.	50	450	500	—	0,70 0,55 0,45	350 275 225
Magazyny z towarami ciężkim, składy, dokł. i t. p. bez polepy lecz z podłogą podwójną.	100	300	1000	—	0,70 0,60 0,50	700 600 500

Zestawienie wymiarów, używanych przy projektowaniu mieszkań (w metrach);
 podług: A. Kamienobrodzkiego, J. Claudel'a, D. Ramégo i innych.

Głębokość budynku 12 do 13 m, drzwi dwuskrzydłowe wchodowe w świetle 1,50 do 1,75 m. szerokie, 2,75 do 3,00 wysokie, — drzwi pokojowe dwuskrzydłowe 1,20—1,50 m. szerokie, 2,25 do 3,00 m. wysokie, drzwi jednoskrzydłowe 0,95 do 1,00 m. \times 2,00 do 2,10 m., bramy wjazdowe 2,75 do 2,90 \times 3,00 do 3,50 m. niewliczając oświetlenia górnego (oberlichtu), oddalenie środków okien od siebie 2,25 do 2,75 m., wysokość parapetu okna 0,85 do 1,00 m., światło okien mieszkań zwykłych 0,90 do 1,25 \times 1,80 do 2,50 m., okien restauracji, kawiarni, sklepów 1,20 do 2,00 \times 2,50 do 3,50 m., wysokość piwnic od podłogi do podłogi 2,75 do 3,00 m., wysokość mieszkań od podłogi do podłogi 3,50 do 4,50 m., wysokość sklepów 4,50 do 5,50 m., wysokość restauracji, kawiarni 5,00 do 6,50 m., szerokość korytarzy głównych 2,00 do 2,50 m., bocznych 1,50 do 2,00 m., przejazdów 3,00 do 3,50 m., sale widowisk najmniej na widać 0,50 \times 0,75 m. powierzchni sali, od ławki do ławki 0,75 m., wzniesienie ławek tylnych 0,10 do 0,13 m.

Stajnie. Powierzchnia zajmowana przez jednego konia 2,60 \times 1,30 do 1,45 m. jeżeli jest tylko rozdzielony od sąsiednich drągiem—i 2,60 \times 1,50 do 1,70 m. przy rozdzieleniu ściankami, wysokość stajni 3,00 do 3,80 m., żłób 0,35 do 0,40 m., szeroki, wysokość 1,20 m. po nad podłogą.

Woźownie. Powóz bez dyszla 3,00 do 4,00 długi, 1,10 do 2,20 szeroki, 3,00 m. wysoki; z dyszlem 6,30 długi; wóz drabiniasty z dyszlem 6,30 do 7,50 m. długi, bez dyszla 4,00 do 5,00 długi, 1,90 do 2,20 m. szeroki.

Dachy.

Obciążenie dachu. Oznaczając przez p —ciężar metra kwadratowego dachu, wliczając w to krokwie bez wiązań, p_1 — ciężar wody lub śniegu na metr kw. rzutu poziomego, p_2 —parcie wiatru na płaszczyznę pionową jednego metra kw. Obciążenie całkowite na metr kwadratowy płaszczyzny dachu normalnie do tejże mierzone wysokość będzie:

$$P = p \cos \alpha + p_1 \cos^2 \alpha + p_2 \sin \alpha.$$

Na metr kwadratowy rzutu poziomego:

$$P_1 = \frac{p}{\cos \alpha} + p_1 + p_2 \tan^2 \alpha$$

gdzie α oznacza kąt dachu z poziomem uformowany.

Przy obliczaniu dachów przyjmuje się:

Ciężar konstrukcji metra kwadratowego dachu p:

Pokrytego blachą cynkową falistą wliczając małe kątowniki żelazne	15 do 25 kg.
Pokrytego blachą cynkową z szalowaniem drewnianem.....	40 kg.
„ tekturą asfaltową, wliczając listwy i szalowanie.....	50 kg.
„ szyfrem	75 kg.
„ dachówką pojedynczo	100 kg.
„ dachówką podwójnie	160 kg.

Ciążar p_1 —przyjmuje się wysokość warstwy śniegu od 30 do 70 centymetrów w ysoką, czyli 30 do 70 kilogramów na metr kwadratowy powierzchni poziomej.

Parcie wiatru p_2 — na metr kwadratowy powierzchni pionowej przyjmuje się 100 do 120 kilogramów.

Kiły α —najodpowiedniejsze dla dachów krytych, są:

Błachą miedzianą, cynkową, tekturą asfaltową..... 21° do 18°

Dachówką płaską, szyfrem..... 45° do 33°

$\text{tang } 18^\circ = 0,325$; $\text{tang } 21^\circ = 0,384$; $\text{tang } 33^\circ = 0,545$; $\text{tang } 45^\circ = 1,000$.

Obliczanie wiązań dachowych.

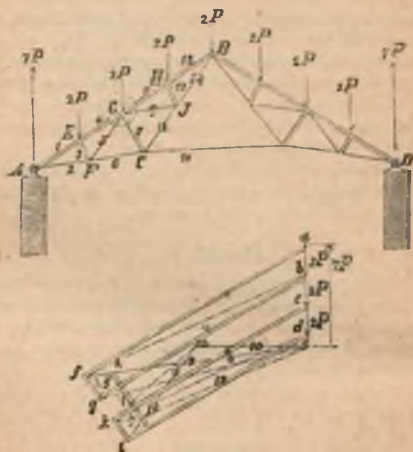


fig. 42.

Przy obliczaniu wiązań postępować można metodą A. Ritter'a—statycznych momentów. Wszystkie części wiązania schodzące się w punktach: A, E, F, G i t. d. fig. 42, uważają się za swobodne, odcinając następnie każde miejsce połączeń, jakto na figurze pokazane linią kreskową przy punkcie połączeń G ; — w miejscach przeciętych wyobraża się siły, równe oddziaływaniu części odjętych. Biorąc momenta z różnych punktów wynajdują się siły wyobrażone, których wypadkowa na zasadzie statyki, równać się musi zeru.

Daleko łatwiejszy od poprzedniego jest sposób wyznaczania sił działających zapomocą Grafostatyki. Wszystkie siły działające na jakikolwiek system materalny, jeżeli są z sobą w równowadze, będą przedstawione liniami równoległymi i przyczepiane jedna na końcu drugiej; formują wielobok zamknięty, a każdy z boków równoległy do siły, mierzy jej wielkość podług przyjętej do wykreślenia skali.

Figura 42 przedstawia wiązanie systemu *Polonceau* o sześciu słupkach. W wykreśleniu grafostatycznym umieszczonem u dołu; linie podwójne oznaczają siły sciskające, zaś linie pojedyncze — siły wyciągające. Sposób sam wykreślenia jest bardzo prosty a pomieszczone numera odsyłają do odpowiednich części wiązania, opatrzonych temiż samymi numerami.

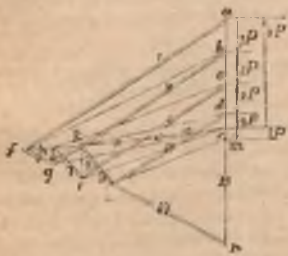
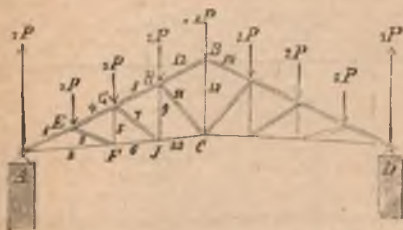


fig. 43.

Figura 43 przedstawia wiązanie dachu najczęściej w Anglii spotykanego. Wykreślenie i numera też same mają znaczenie co i w figurze poprzedniej.

Spółczynnik asekuracji s przy obliczaniu wiązań dachów żelaznych najczęściej bywa 1,5.

Oświetlenie.

Zauważono że otrzymujemy przyjemne oświetlenie wtedy, gdy płaszczyzna oświetlająca okna, pomnożona przez trzecią część swej wysokości,—przewyższa nieco jedną czterdziestą objętości przestrzeni oświetlanej.

Do oświetlenia gazem służy następująca tabelka.

(Kalendarz Techniczny — A. Kamienobrodzki. Lwów, 1879).

Wymiary przestrzeni.		Liczba płomieni.	Wysokość płomieni po nad podłogą.
powierzchnia pozioma <i>m²</i>	Wysokość <i>m</i>		
20	4	1—3	2,0—2,2
30	5	5—6	2,2—2,4
50	6	9—12	2,4—2,8
100	7	16—20	2,8—3,5
150	9	25—30	3,5—4,0
250	10	40—45	4,0—4,5

Przy rzęsimem oświetleniu przyjmuje się podwójną liczbę płomieni, lub liczy się jeden płomień na 8 metrów sześciennych objętości powstałej z pomnożenia powierzchni poziomej przez wysokość płomienia nad podłogą.

Główne przepisy obowiązujące w Rosyi przy projektach architektonicznych.

1) Format papieru 33 × 20 cm (13 × 8 cali ang.). Papier powinien być podklejony białym perkalem.

2) Skale przepisane przy budynkach są: dla Elewacyi 7 stóp na jeden cal; na przecięcia i plany 14 stóp na cal; dla planu sytuacyjnego 35 stóp na cal.

(*Przy planach mierniczych:* Dla detali 25 i 50 sażeni na cal angielski, dla planów 100 sażeni na cal angielski).

3) Na wszystkich częściach budowli mają być wpisane rozmiary ogólne cyframi.

4) Na przedstawionych do zatwierdzenia rysunkach, oprócz planów i elewacyi mają być pokazane przecięcia poprzeczne i podłużne a przy przebudowaniu elewacje dzisiejsze budowli.

5) Sytuacyjny plan powinien być położony na rysunku tak aby północ była zwrócona do góry, którą oznacza się strzałką.

6) Na tymże planie powinny być naznaczone wszystkie budowle egzystujące zgodnie z naturą i na bokach opisanie ich przeznaczeń oraz oznaczenie karminem linii regulującej ulicę.

7) Dla odróżnienia budowli murowanych od drewnianych i nowowznoszących się od egzystujących i przeznaczonych do rozbiórki potrzeba: budowle egzystujące murowane zakładać karminem, takżeż nowo budujące się cynamobrem, drewniane egzystujące kolorem żółtym sienną. Budowle zaś przeznaczone do rozbiórki zakładać lekko tuszem.

8) Na każdym rysunku ma być wyraźny nadpis — a na pierwszej sekcji napisany nagłówek, pod jakim N^o położona jest posesya, z jakiego materiału: zamierzona budowla ma być wzniesioną i jakim materiałem ma być pokryta.

Zamiana skal.

Skale przepisane.	100 metrów równa się na skali milimetrom <i>mm.</i>	Liczba sażeni na cal angielski.	Liczba stóp na 1 cal.
1 : 84	1190,48	1	7
1 : 168	595,24	2	14
1 : 420	238,10	5	35
1 : 2100	47,619	25	175
1 : 4200	23,810	50	350
1 : 8400	11,905	100	700

Mosty.

a) *Mosty dróg zrykłych.* Ciężar własny mostu żelaznego 7,60 m. szerokiego z jazdą 5,50 m. i dwoma trotuarami po 1,05 m. będzie w kilogramach na metr bieżący mostu.

$$\text{brukowanego } p = 3600 + 42 L$$

$$\text{z pomostem podwójnym z ball } p = 1300 + 28 L$$

Ciężar zaś samego żelaza wliczając w to blachę falistą.

$$\text{przy mostach brukowanych } p_1 = 900 + 42 L$$

$$\text{przy pomoście podwójnym z ball } p_1 = 600 + 28 L$$

L — oznacza otwór mostu w metrach.

Obciążenie czasowe mostu. Przy obciążeniu natłokiem ludzi i śniegu — 350 do 530 kilogramów na metr kwadratowy.

Największe obciążenie jedną osi wozu 2500 kg.

We Francji przepisane obciążenie próbne 400 kg. na metr kwadratowy.

Obciążenie stałe pomostem podwójnym z ball 110 kg. wliczając w to legary.

Obciążenie nasypem szosy — 470 kg. na metr kwadratowy.

Najmniejsza szerokość przejazdu dla jednego powozu 3,00 m., dla dwóch 5,50 do 6,50 m.; szerokość trotuaru 1,50 do 2,00 metrów.

b) *Mosty kolei żelaznych.* Szerokość mostu bywa:
z jazdą u góry około: dla jednego toru 4,27 m., dla 2 torów 7,93 m.
z jazdą u dołu najmniej „ „ „ 4,88 m., „ „ 8,54 m.
każdy tor leży na dwóch fermach.

Czasowe obciążenie w Rosyji przyjęto w pudach na stopę bieżącą przy otworach w sażeniach:

Otwór L		Pudy na stopę bieżącą	Kilogramy na metr bieżący.	Otwór L		Pudy na stopę bieżącą.	Kilogramy na metr bieżący.
Sażenie.	Metry.			Sażenie.	Metry.		
1	2,13	186	9996	15	32,00	84	4515
2	4,27	152	8169	20	42,67	80	4300
3	6,40	110	7524	25	53,34	74	3977
4	8,53	114	6127	30	64,01	74	3977
5	10,67	104	5589	35	74,67	74	3977
6	12,80	96	5159	40	85,34	74	3977
8	17,07	94	5052	45	96,01	69	3708
10	21,34	90	4837	50	106,68	64	3440

Przy obliczaniu podłużnych belek (ferm) przyjmuje się obciążenie osiami parowozów, każda wagi 12000 kg; odległe od siebie co 1,50 m.

Parcie wiatru 176 kg. na metr kwadratowy, niewytrącając otworów przy mostach kratowych. Powierzchnię pociągu przyjmuje się długą przez cały most i wysoką 2,44 m.

W Rosyji dozwolone jest obciążenie żelaza w mostach, w kilogramach na centymetr kwadratowy.

a) Przy pełnych belkach mostowych mniej 7 sażeni otworu 14,93 m. przy zdarzających się w niektórych miejscach małych wstrząśnieniach:

na wyciąganie i ściskanie (netto) 600 kg.
na przecinanie w nitach 600 kg.
na rozłożenie ścian pionowych..... 350 kg.
na przecinanie w nitach wiążących belki poprzeczne z podłużnymi..... 500 kg.

b) Przy pełnych belkach w mostach więcej nad 7 sażeni otworu (14,93 m.):
na wyciąganie (netto)..... 700 kg.
na ściskanie (brutto)..... 700 kg.

c) W mostach krzyżulcowych i kratowych:

w pasach	{	na wyciąganie (netto)	725 kg.
		na ściskanie (brutto)	715 kg.
w krzyżulcach i słupkach	{	wyciąganie (netto)	725 kg.
		ściskanie (brutto)	700 kg.
w nitach na przecinanie			600 kg.
w blachach pionowych na rozsłojenie			450 kg.

d) W wiązaniach poziomych i pionowych:

wyciąganie	900 kg.
przecinanie w nitach	750 kg.

W miarę stosunku długości do najmniejszego wymiaru poprzecznego, ściskanie powinno być zmniejszane (Strona 239).

Żelazo użyte na mosty powinno wytrzymywać bez zerwania: nitowe 3500kg. wszystkie inne żelazo wzdłuż włókien 3100 kg., poprzecznie do włókien 2800 kg. na centymetr kwadratowy.

Ciążar mostu żelaznego na metr bieżący w kilogramach.

lekkiego z otworem 10 do 60 metrów:

$$p = 750 + 25 L$$

zwykłego z otworem 10 do 100 metrów:

$$p = 800 + 30 L. \quad \text{do } 750 + 35 L.$$

gdzie: L — otwór w metrach:

Na mosty stalowe wychodzi około $\frac{5}{8}$ powyższej wagi, — natężenia dozwolone 1,5 raza większe jak dla żelaza.

XIV. KOLEJE ŻELAZNE.

a) Parowozy (Lokomotywy).

Główniejsze wymiary parowozów.

Wyszczególnienie.	Osobowy.		Osobowo- towarowy	Towarowy
	Zwyczajny	Pospiesz- ny		
Normalna prędkość biegu w wior- stach na godzinę	87½	70—100	37½	28
„ w kilometrach około na godzinę	40	75—105	40	30
Średnica kół wiozących w me- trach	1,70—1,80	2,00—2,30	1,50—1,80	1,40—1,50
Liczba kół wiozących	4	2	4—6	6
Średnica kół niozących w metrach Średnica każdego z dwóch cylin- drów parowych w centymetrach	0,90—1,20	1,10—1,40	0,90—1,20	—
Skok tłoka w centymetrach	36—41	38—43	41—46	41—46
Odległość skrajnych osi od siebie w metrach	51—56	56—61	56—61	56—61
Długość kotła w metrach	4,00—4,50	4,30—4,50	3,35—4,00	3,00—3,20
Całkowita powierzchnia ogrze- walna kotła w metrach kwadr.	4,70—6,10	5,50—6,10	5,20—6,10	5,65—6,10
Liczba koci parowych na metr kw. powierzchni ogrzewalnej	75—100	90—115	90—110	110—125
Ciężar parowozu jadącego w ton- nach	4,3—4,85	5,4—6,4	3,2	2,2—3,2
Obciążenie osi wiozącej w ton. . .	18—25	25—28	27—30	27—35
Objętość wody w tendrze w m. sz.	8—12	9—11	—	—
	5,100	6,950	6,950	6,95—7,10

Podług Finka liczy się 1,9 metrów kwadratowych powierzchni ogrzewalnej kotła, na tonnokilometr na godzinę t. j. przy przewozie 1000 kg. w ciągu jednej godziny i na odległość jednego kilometra. Na pracę rzeczywistą 1 konia parowego liczy się 0,5 metra kw. powierzchni ogrzewalnej.

Nowsze lokomotywy budują się nieco cięższe, 6 kołowe: 30 do 33 tonn a 8 kołowe 38 do 40 tonn. Cena parowozów osobowo-towarowych 775 rs. i towarowych 750 rs. za tennę.

Za parowóz z tendrem około 20000—18000 rs.

Opór pociągu idącego po linii prostej i po spadku i podług W. Hardinge'a oblicza się wzorem:

$$T = (2,72 + 0,094 V) Q + 0,00484 A V^2 \pm 1000 i Q.$$

gdzie: T —opór pociągu w kilogramach, V —prędkość pociągu w kilometrach na godzinę, Q —ciężar pociągu w tonnach po 1000 kilogramów, A —największa, powierzchnia przekroju poprzecznego w metrach kwadratowych (14,55 m²) i—spadek. Znak + odpowiada pociągowi idącemu pod górę, znak — pociągowi idącemu z góry.

b) Droga.

Projekt drogi wykonywa się na skalę 10 wiorst na cal angielski, 1:420000 — 1 kilometr = 2,381 mm. Plan do wykonania na skalę 3 wiorst na cal 1:126000 — 1 kilometr = 7,937 mm. Profil podłużny na skalę: 1:50000 dla odległości horyzontalnych i 1:1000 dla przecięć pionowych.

Grunt zajęty pod kolej w razie budowania jednej linii, powinien przedstawić swobodę urządzenia z czasem drugiej linii.

Szerokość toru (w świetle pomiędzy dwiema relsami) dróg rosyjskich = 5 stóp angielskich = 0,714 sażenia = 1,524 metra (litera A, fig. 44).

Odległość dwóch torów, licząc od relsy do relsy w świetle: na drodze 1 sażeń = 7 stóp = 2,134 m., przy stacyach 1,5 sażenia = 10,5 stóp = 3,200 m. (litera B, fig. 44). Szerokość toru kolei niemieckich, belgijskich i wielu innych = 1,435 m, kolei francuskiej Północnej = 1,445 m, kolei Great Western = 2,13 m, kolei Zachodniej (Ameryka północna) 0,912 m. Koleje o wązkim torze w Rosyji mają 3½ stopy = 0,5 sażenia = 1,067 m, — za granicą od 1m do 0,75m.

Spadki. Niepowinny przechodzić 0,008 w ostateczności 0,01 w miejscowościach równych i 0,01 do 0,015 w miejscowościach trudnych.

(Spadki przy drogach bitych w miejscowościach górzystych 0,05 do 0,06 w ostateczności 0,09 do 0,10—wymagające bardzo wolnej jazdy i przyprzęgnięcia koni).

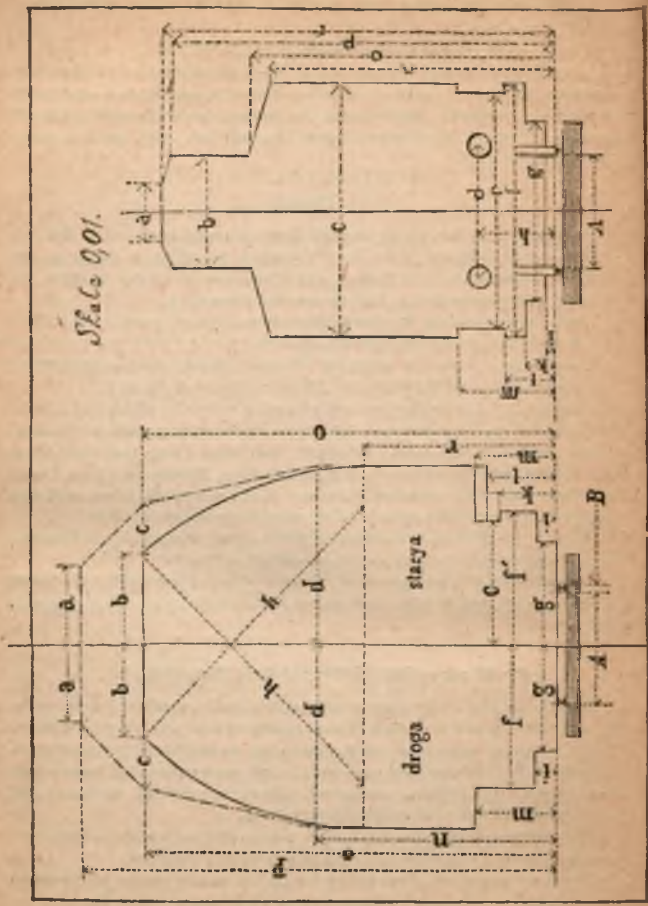
Profil normalny (Gabaryt) dróg Rosyjskich.

Fig. 44, Str. 274. Po lewej stronie przedstawia profil normalny, którego w żadnym punkcie jakakolwiek bądź budowa (mosty, tunele) przekroczyć nie może. Liniami pełnymi oznaczony profil, stosuje się do konstrukcji: murowanych i żelaznych, podwyższenie zaś oznaczone liniami przerywanemi do konstrukcji drewnianych. Dla platform osobowych najwyższa wysokość oznaczona jest na figurze literą l, dla platform towarowych lit. m.

Prawa strona figury przedstawia profil, którego żadna część materiału drożnego (parowozów, wagonów) na zewnątrz przekroczyć nie może.

Promienie krzywych głównej linii niepowinny być mniejsze od 300 sażeni (640 metrów) w położeniu równym i 200 do 150 sażeni (427 — 320 metrów)

Stacja 0,01.



Wymiary profili normalnych.

Litery.	G a b a r y t.			M a t e r y a ł d r o ż n y.		
	Metry.	Sażenia.	Stopy a.	Metry.	Sażenia.	Stopy a.
a	1,067	0,500	3,50	0,813	0,38	32 cali
b	1,247	0,585	4,092	1,493	0,70	59 cali
c	1,320	0,900	6,30	3,414	1,60	11,20
d	2,438	1,150	8,00	1,782	0,835	5,845
e	1,676	0,787	5,50	3,170	1,48	10,40
f	1,320	0,900	6,30	3,414	1,60	11,20
ff	1,329	0,857	6,00	—	—	—
g	1,402	0,657	4,60	2,390	1,12	7,84
h	4,340	2,034	14,24	1,024	0,48	3,36
i	0,267	0,125	0,875	0,127	0,06	5 cali
k	0,747	0,350	2,45	0,381	0,18	1,25
l	0,914	0,430	3,00	0,640	0,30	2,10
m	1,067	0,500	3,50	1,280	0,60	4,20
n	3,200	1,500	10,50	3,840	1,80	12,60
o	5,547	2,600	18,20	4,054	1,90	13,30
p	6,400	3,000	21,00	5,120	2,40	16,80
r	2,560	1,200	8,40	5,248	2,46	17,22
Najmniejsza średnica buforów				0,318	0,15	12 1/2 cali
Największa wysokość obrzeża kół				0,035	0,0165	1 3/4 cala
Gra razem obydwóch kół				19—44mm	0,009—0,021	3/4—1 1/4 cala

w miejscowości trudnej na liniach łączących się z główną w pobliżu stacyi. (Przy stacyach w miejscowościach bardzo trudnych nie mniej od 75 sażeń = = 160 metrów).

Promienie krzywych wyrażone być winny w okrągłych liczbach sażeń, jak następuje:

$R = 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 450, 400, 350, 300$ sażeń.
od 300 do 150 sażeń dowolnie wielkość oznaczać można.

Dwa łuki odwrócone w różne strony powinny być rozdzielone linią prostą 60—50 sażeń i w ostateczności w miejscowościach trudnych 10 sażeń.

Wzniesienie na łukach relsy zewnątrznej nad wewnętrzną, otrzymuje się wzorem:

$$s = \frac{3 V^2}{R}$$

gdzie: s — szukane wzniesienie w tysięcznych częściach sażenia, V — prędkość pociągu w wiorstach na godzinę i R — promień łuku (po osi drogi). Dla promieni mniejszych od 1000 sażeń — V przyjmuje się 50 do 75 wiorst.

W miarze metrycznej wyraził się wzniesienie:

$$s = \frac{1 c^2}{g R}$$

gdzie: s —wzniesienie w metrach, l —szerokość drogi (od środka do środka relsy)
 v —prędkość pociągu w metrach na sekundę, R —promień, $g=9,812$ m.

Przy łukach w miarę zmniejszania się promieni szerokość toru powinna być zwiększona.

Przy układaniu rels około 6 m. długich, stosownie do temperatury pozostawiają się odstępy:

<i>mm.</i>	8	7	6	5	4	3	<i>mm.</i>
Przy	− 20°	− 10°	0°	+ 10°	+ 20°	+ 30°	Celjusza.
	− 16°	− 8°		+ 8°	+ 16°	+ 24°	Réaumura

Relsy. Wymiary normalne rels przyjętych przez koleje rossyjskie w 1874 roku — zamieszczone są w tabelce na stronie 246 i 247.

Balast (nasyp ze żwiru i grubego piasku) dla jednej linii nie węższy od 1,5 sażenia = 3,20 m, a przy dwóch i więcej liniach licząc od brzegu wewnętrzne, o skrajnej relsy do kantu górnego balastu, nie mniej od 2,75 stóp = 0,84 m.

Średula grubość balastu 0,20 sażeni = 43 cm.

Balast nasypuje się na płancie ziemnej (земляное полотно) przygotowanej dla jednej linii 2,60 sażeni (5,55 m.) szerokiej, lub dla dwóch linii 4,60 sażeni (9,80 m.) szerokiej.

Podkłady 1,15 do 1,25 sażeni = 2,45 do 2,66 m. długie. Grubość wynosi najmniej, przy półokrągłych 6½ werszka = 29 cm.—i przy ociosanych 4 werszki = 18 cm. Pod 20 stopowe relsy idzie podkładów 8,—18 stopowe—7 podkładów,—15 stopowe = 6 pod.

c) Stacye.

Odległość dwóch stacyi od siebie w miejscowości równej niepowinna przechodzić 25 wiorst z warunkiem pozostawienia około środka i nie dalej 14 wiorst od jednej ze stacyi, płaszczyzny horyzontalnej od 200 do 400 sażeni, służącej w razie potrzeby na budowanie przystanku a w miejscowościach górzystych niedalej 18 wiorst.

Stacye główne, przy których zmieniają się parowozy i maszyny, odległe od siebie 80—100 wiorst.

Płaszczyzna pozioma zajęta przez stacye po wytrąceniu murów i mieszkań służby kolejowej, naznacza się dla stacyi klasy I — 150 (683 m.), klasy II — 100 (455 m.), klasy III — 50 do 60 (228 do 273 m.), klasy IV — 40 do 50 (182 do 228 m.), na przystankach — 30 (137 m.) sażeni kwadratowych.

Przy stacyach powinny znajdować się dwie platformy osobowe: jedna nie mniej 2 sażeni (4,3 m.), druga pomiędzy dwiema liniami kolei 1½ sażenia (3,2 m.), o długości równającej się największemu pociągowi złożonemu z 22 wagonów i 2 parowozów. Długość ta dochodzi 120 sażeni (546 m.).

d) **Wagony.**

Wagony osobowe zwykle o trzech osiach oddalonych od siebie 3,00 do 3,20 metrów, całkowitej długości pomiędzy buforami 10,20 m. do 10,50 m. ważą od 10650 do 12120 kilogramów (650 do 740 pudów).

Wagony towarowe i platformy zwykle dwu osiowe,—oddalenie osi od siebie 3,00 do 4,25 m., długość całkowita pomiędzy buforami 6,00 do 7,30 m., ważą średnio 6225 kg. (380 pudów).

Obładowanie pozwala się letnią porą 9800 do 10000 (600 pudów) i zimową 8200 kg. (500 pudów).

Wagony osobowe przebiegają rocznie 50000 do 60000 wiorst, — towarowe 15000 do 20000 wiorst.

Bandarze kół przebiegają do pierwszego otoczenia 30000 wiorst i do zupełnego zużycia 150000 wiorst.

XV. CHEMIA.

Pierwiastki, znaki i ciężary atomowe.

Pierwiastki.	Ilo atomec.	Znak (Symbol).	Ekiwalent (Równoważnik).	Ciężar atomowy.
1 Antymon	3	Sb	122	122
2 Arsen	3	As	75	75
3 Azot	3	Az (N)	14,044	14,044
4 Baryt	2	Ba	68,6	137,2
5 Bismut	3	Bi	210	210
6 Bor	3	Bo	11	11
7 Brom	1	Br	79,952	79,952
8 Cer	4	Ce	46	92
9 Cezyn	1	Cs	132,6	132,6
10 Chlor	1	Cl	35,457	35,457
11 Chrom	2	Cr	26,2	52,4
12 Cyna	4	Sn	59	118
13 Cynk	2	Zn	32,5	65
14 Didym	—	Dl	48	96
15 Erb	—	Er (E)	?	?
16 Fluor	1?	Fl	19	19
17 Fosfor	3	P	31	31
18 Gallin	—	Ga	—	68?
19 Glin (Aluminium)	4	Al	13,75	27,5
20 Glucyn	4	Gl (Be)	7	14
21 Ind	2	In	56,7	113,4
22 Iod	1	I	126,85	126,85
23 Iryd	4	Ir	98,6	197,2
24 Kadm	2	Cd	56	112
25 Kobalt	2	Co	29,5	59
26 Krzem	4	Si	14	28
27 Lantan	4	La	46	92
28 Lityn	1	Li	7	7
29 Magnezyn	2	Mg	12	24
30 Mangan	2	Mn	27,6	55,2
31 Miedź	2	Cu	31,75	63,5
32 Molibden	3	Mo	48	96
33 Nikiel	2	Ni	29,5	59
34 Niob	4	Nb	?	?
35 Nor	—	No	?	?
36 Ołów	2	Pb	103,46	206,92
37 Osm	4	Os	100	200
38 Pallad	4	Pd	53	106
39 Platyna	4	Pt	99	198
40 Potass	1	K	39,137	39,137

Pierwiastki.	Ilo atomowe.	Znak (Symbol).	Ekiwalent (Równoważnik).	Ciężar atomowy.
41 Rod	4	Rh	52	104
42 Rtęć (Merkuryusz)	2	Hg	100	200
43 Rubid	1	Rb	85,4	85,5
44 Ruten	4	Ru	52	104
45 Selen	2	So	39,5	79
46 Siarka	2	S	16,037	32,075
47 Sod	1	Na	23,043	23,043
48 Srebro	1	Ag	107,93	107,93
49 Strontyn	2	Sr	43,75	87,5
50 Tantal	4	Ta	68,8	137,6
51 Tallin	1	Tl (Th)	204	204
52 Tellur	2	Te	64	128
53 Tlen	2	O	8	16
54 Toryn	4	Th	—	231,5
55 Tytan	4	Ti	25	50
56 Uran	2	U	120	120
57 Wanad	3	V	—	51,3
58 Wapń	2	Ca	20	40
59 Węgiel	4	C	6	12
60 Wodor	1	H	1	1
61 Wolfram (Tungsten)	3	W	92	184
62 Ytr	—	Y	?	?
63 Złoto	3?	Au	197	197
64 Zyrkon	4	Zr	44,8	89,6
65 Żelazo	2—6	Fe	28	56

Analiza sucha.

Skrócenia: m. i. — mała ilość, p — przezrzysta, w. i. — wielka ilość, m. — mętna.

a) Za pomocą dmuchawki i Boraksu.

Próba z boraksem. Kolor perły.	W ogniu utleniającym.		W ogniu redukcijnym.	
	na gorąco.	na zimno.	na gorąco.	na zimno.
Bez koloru.	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, W, Mo, Ti, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, tylko w m. i. inaczey żółty.	Si, Al, Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, W, Mo, Zn, Cd, biały i nie p. w ogniu.	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Di, Mu; Nb, tylko w m. i. inaczey popielaty i nie p.	Si, Al, Sn, Di, Mn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th nasyczna, La, Ce, Ta, biały i nie p. w ogniu.
		Pb, Bi, Sb, Ag; Fe, w m. i.	Ag, Zn, Cd, Pb, Ni, Bi, Sb, Te, dmuchając długo; inaczey popielaty i nie p.	Nb, tylko w m. i. inaczey popielaty i nie p;

Próba z bo- raksem. Kolor perły.	W ogniu utleniającym.		W ogniu redukcyjnym.	
	na gorąco.	na zimno.	na gorąco.	na zimno.
				Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, <i>dmuchając długo; inaczej popielaty nie p. Fe, w w. i.</i>
Popielaty i nie przejrzysty.	—	—	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, <i>szczególniej na zi- mno i grzejąc nie- długo; inaczej bez- barwny. Nb, w w. i.</i>	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, <i>grzejąc nie długo; inaczej bezbarwny; Nb, w w. i.</i>
Żółty bardzo jasny.	Ag, w m. i.	Ag, w. i. <i>nieprzej- rzysty " ogniu.</i>	—	—
Żółty jasny.	Ag, Cd, Zn, w w. i.	—	—	—
Żółty.	Tl, W, Pb, Sb, Mo, w w. i. U, w m. i.	Va, Fe; Ce, biały nie p. w ogniu. U, żółty nie p. w ogniu	Tl, w m. i. <i>inaczej niebiesko-foletow. Mo, w m. i. w bar- wny. W, w w. i. bru- dzo dużej ilości brunatny; W, Va.</i>	Mo, w w. i. <i>nie p. i brunatny; W, w w. i. bru- dnatny.</i>
Żółty czerwono- nawy.	Cr, Fe, w m. i. Bi, w w. i. (po- marahczowy).	—	U	—
Czerwony.	Ce.	—	—	—
Czerwony ciemny	Fe, w w. i.	Mn, (foletowy).	—	—
Czerwony brunatny.	Cr, U.	Ni.	Cu, <i>dmuchając krótko (n).</i>	Cu, <i>dmuchając krótko (mętny).</i>
Fioletowy.	Mn, Ni, Di.	Di.	—	Tl, <i>nie p. w grza- niu.</i>
Niebieski.	Co	Co; Cu (zielonka- wy podczas sty- gnięcia).	Co.	Co; Cu, <i>prawie bezbarwny dmu- chając długo.</i>
Zielony.	Cu.	Cr (żółtawy pod- czas stygnięcia).	Fe, Cr, brunatny Cu, <i>prawie bezbar- wny dmuchając długo.</i>	Fe, U (zielony ou- telkowy); Cr, Va zielony szmarag- dowy).

b) Za pomocą dmuchawki i soli fosforu.

Próba z solą fosforu Kolor periy.	W ogniu utleniającym.		W ogniu redukcyjnym.	
	na gorąco	na zimno	na gorąco	na zimno
Bezbarwny z częścią nierozpuszczoną pływającą wewnątrz.	Si.	Si.	Si.	Si.
Bezbarwny.	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Nb, Te, <i>we wazy siłkich dozach</i> ; Ta, Ti, W, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, <i>te m. i.</i> ; <i>inaczej mniej więcej żółty.</i>	Al, Sn; Ba, Sr. (<i>o</i> , Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, <i>nie p. w płomieniu.</i> Co, Nb, Ta, Ti, W, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Fe, <i>te m. i.</i>	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Ce, Di, Mu; Ta, Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, <i>w ogniu silnym, inaczej popielaty i nie p.</i>	Al, Sn; Ba, Sr, Co, Mg, Gl, Y, Zr, Th (<i>nasycono</i>) La, <i>nie p. w płomieniu.</i> Ce, Di, Mn, Ta; Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, <i>ogień silny; inaczej popielaty i nie p.</i>
Popielaty i nieprzejrzyste.	—	—	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, <i>szczególniej na zimno;</i> Te, Ni.	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Te, Ni.
Żółty jasny.	Sb; — Zn, <i>te w. i.</i>	Ag, Fe.	—	Fe.
Żółty.	Pb, <i>te b. rzadziej ilości.</i> Bi, Cd, Ta, Ti, W, <i>te w. i.</i> ; Ag, Ce, Ni, U, Va; Cr, Fe, <i>te m. i.</i>	Fe <i>te w. i.</i> Ni, <i>te m. i.</i> U (<i>zielenkawy</i>) Va.	Tl.	Fe (<i>zielenkawy</i>) <i>te w. i.</i>
Żółto-czerwony.	Cr, Fe, <i>te w. i.</i>	Ni, <i>te w. i.</i> (<i>po-marzańcowy</i>).	Fe, <i>te m. i.</i> Va.	Fe, <i>podczas stygnięcia.</i>
Czerwony.	—	—	Fe (<i>brunatny</i>).	—
Czerwony ciemny.	—	—	—	Cu, <i>nie p.</i>

Próba z solą fosforu Kolor perły.	W ogniu utleniającym.		W ogniu redukcyjnym.	
	na gorąco	na zimno	na gorąco	na zimno
Czerwono brunatny.	Ni; Fe, Cr, <i>w bar- dzo w. i.</i>	—	Cr, Fe.	Cu, <i>nie p.</i>
Fioletowy.	Mn, Di.	Mn, Di.	Nb, <i>w w. i.</i>	Nb, Tl.
Niebieski.	Co.	Co; Cu (<i>zielonko- waty podczas sty- gnięcia</i>).	Co, W; Nb, <i>w bar- dzo w. i.</i>	Co, W; Nb, <i>w bar- dzo w. i.</i>
Zielony.	Cu; Mo (<i>żół- tawy</i>).	Mo, U (<i>żółtawy</i>), Cr (<i>zielono-szma- ragdowy</i>).	U, Mo, Cu.	Cr, U, Mo, Va.

Główniejsze stopy (aliaże).

NAZWA.	Miedź.	Cynk.	Cyna.	Różne.	
Mosiądz angielski	70,29	29,26	0,17	Ołowiu 0,28	
<i>złotocy.</i>	63,70	33,55	2,50	Ołowiu 0,25	
<i>w kółkach zegarków</i>	60—66	37—31	1,3—1,4	Żelaza 0,7 do 0,9	
Tombak żółty	88,88	5,56	5,56	—	
<i>czzerwony</i>	91,66	8,34	—	—	
<i>b. czerwony</i>	97	2	—	Arsenu 1,00	
Brąz armat francuskich.	90,10	—	9,90	—	
<i>na panewki do maszyn</i>	73,60	9,09	9,50	{ Ołowiu 7 Żelaza 0,42	
<i>do parowozów Fentona</i>	5,50	80	14,50	—	
<i>„ „ bardzo twarde</i>	6,10	62,64	11,32	Ołowiu 19,94	
<i>Służące do lutowania.</i>					
Lutowa- nie silne	{ 26łty mało topliwy	53,3	43,1	1,3	Ołowiu 0,3
	{ białawy topliwy	44,0	49,9	3,3	Ołowiu 1,2
	{ biały bardzo topliwy	57,4	28,0	14,6	—
	{ biały bardzo silny	53,3	46,7	—	—
Stop do lutowania mosiądzu	1,5	6	—	Mosiądzu 10	
Srebro do lutowania aliaży srebr- nych posiadających 0,95 czystego.	23,33	10	—	Srebra 66,67	
Do lutowania ołowiu	—	—	33	Ołowiu 67	
<i>blachy białej angielskiej</i>	—	—	50	Ołowiu 50	
<i>złota czerwonego</i>	1	—	—	Złota 5	

Niektóre recepty.

Kit żelazny. 1) Mięsza się dobrze 98 części oplek żelaznych, 1 część kwiatu siarczanego, 1 część saln. laku, dodaje się wody (nieco uryny) do gęstości

zaprawy mularskiej. Kit ten powinien być użytym natychmiast. 2) Gdy ma iść w ogień: opilek żelaznych 50, salmiaku 1.

Kit ołowiany. Miesza się z 1 częścią oleju lnianego, 1 część blejwasu lub 1 część minii, lub też 1 część mieszaniny z blejwasu i minii.

Lakier. Płyn alkoholiczny nasycony z lakki białej.

Lakier do wyrotów miedzianych. Siarek węgla 1 część, benzyna 1, esencya terpentynowa 1, spirytus drzewny 2, kopal twardy 1 część.

Kopie rysunków odbijane sposobem fotograficznym za pomocą cyanku żelaza.

Sposób Marion znany od 1871 roku.

Przysposobienie do odbijania kopii fotograficznych, składa się: z gabietu ciemnego z żółtem oświetleniem;—z praski fotograficznej do kopiowania, mającej po jednej stronie szkło po za którem umieszcza się kopie do zdjęcia;—i z miarki do mycia.

Kwapiel żelazo-cyanowa: Przyrządza się oddzielnie,

1 *Roztwór:* 100 gramów cyanku czerwonego (Ferri-cyanku potasu. $Cy_{12}Fe_2K_6$) 500 gramów wody deszczowej.

2 *Roztwór:* 100 gramów cytrynianu żelaza amoniakalnego. 500 gramów wody deszczowej.

Miesza się obydwie roztwory z sobą i przechowuje w ukryciu przed światłem, w butelkach ze szkła żółtego lub kamionkach.

Starać się potrzeba o użycie *cytrynianu żelaza amoniakalnego* bardzo czystego a szczególnie wolnego od *winianu*.

Czulenie papieru, odbywa się w miejscu ciemnym, pociągając w dwóch kierunkach gąbką zmoczoną w powyższy roztwór z pewną szybkością — następnie papier się suszy i przechowuje do użytku zabezpieczony od światła.

Oryginały, z których żądane są kopie fotograficzne, powinny być wykonane z całą starannością na papierze cienkim, kalce papierowej a najlepiej na kalce płóciennej, — zawsze jednak zwracać uwagę potrzeba by papier i kalki były o ile można białe a nie żółtawe.

Odbijanie kopii, odbywa się wkładając oryginał do praski rysunkiem zwrócony do szkła, następnie nakłada się papier czulony, przyciska wszystko o ile można równo do szkła, zapomocą sukna, gumy-elastycznej, — zamyka się wieko i wystawia tak przygotowaną prasę na działanie światła. Czas wystawienia na światło zależnym jest od grubości a raczej przejrzystości oryginału i jasności dnia (od kilku minut do kilku godzin).

Utrwalenie kopii odbywa się, myjąc otrzymaną kopię w wodzie, około dzieśmiu minut, następnie suszy, — otrzymując w ten sposób rysunek liniami białymi na tle niebieskiem. Kopie fotograficzne mają wielkie zalety z powodu niewielkiego kosztu i wiernego odbicia oryginału, z tego też powodu mogłyby w wielu razach służyć jako dokumenta niepodlegające łatwo sfalszowaniu.

XVI. RÓŻNOŚCI.

1) *Koszta ogólne budynków na metr kwadratowy, zajętej przez nie powierzchni, oraz trwałość tychże, koszta utrzymania i amortyzacja ogólnych kosztów.*

(Inżynieria i budownictwo, strona 132, rok 1879, W. Czarliński).

Następna tabelka przy oznaczeniu:

K — wartość na jeden metr kwadratowy zajętej powierzchni ziemi nowo postawionego budynku, nie licząc wartości gruntu.

N — trwałość budynku t. j. w wiele lat budowla wzniesiona według wszelkich warunków dobrego wykonania, zniszczy się tak, iż będzie wymagać kompletnego odbudowania. Powszechnie przyjmuje się że wartość budynku maleje w prostym stosunku do liczby lat jego egzystencji.

U — roczne koszta utrzymania, obliczone w procentach kosztu wystawienia budynku.

*t*₁ — procent roczny amortyzacyjny od jednostki kapitału *K*, potrzebny na amoczenie tegoż kapitału w ciągu lat *N*. (Zobacz *Annuity* strona 117).

Wyszczególnienie.	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>U</i>	<i>t</i> ₁
	Rs.	Lata.	Procenta.	
a) Budowle murowane.				
1) <i>Domy mieszkalne</i> , mające przecięciowo 3,15 m wysokości piętr w świetle, z piwnicami, dachem prostym dachówką krytym; pojedyncze drzwi i okna z drzewa sosnowego, z okuciem zwyczajnem:				
parterowe	35 — 45	}	100	1,0
1 piętrowe	45 — 60			
2 piętrowe	60 — 85			
3 piętrowe	85 — 110			
2) <i>Domu mieszkalne</i> z wysokością piętr w świetle 3,75 m., z dachem łupkowym, rynnami, podwójnem drzwiami z okuciem mosiężnem, oknami dębowemi i szkłem taflowem, piecami berlińskiem:				
parterowe	50 — 70	}	160	0,75
1 piętrowe	70 — 90			
2 piętrowe	90 — 115			
3 piętrowe	115 — 120			

Wyszczególnienie.	K	N	U	%
	Rs.	Lata.	Procenta.	
3) Domy mieszkalne dla robotników, z wysokością piętr w świetle 2,50 m.				
parterowe	22—27	} 100	0,62	1,0
1 piętrowe	30—38			
2 piętrowe	38—48			
4) Budynki browarne i gorzelniane, w części sklepione:				
parterowe	22—25	} 80	0,75	1,25
1 piętrowe	32—60			
5) Budynki warsztatowe i zwyczajne maszynowe:				
parterowe	15—20	} 100	1,0	1,0
1 piętrowe	22—26			
2 piętrowe	30—34			
6) Budynki magazynowe lub śpich-rzowce:				
1 piętrowe	20—24	} 170	0,60	0,60
2 piętrowe	29—30			
3 piętrowe	34—38			
7) Szopy:				
a) z jednej strony wzdłuż otwarte, kryte tekturną	10	50	0,75	2,0
b) zamknięte	13	100	0,75	1,0
8) Stajnie dla koni, wytworne w wykonaniu, ze sklepieniem na szynach, z mieszkaniami dla stangreta i poddaszem na obrok	32—75	100	0,75	1,0
9) Stajnie dla bydła i koni, wysokie w świetle 3,13 m, dachówką kryte, z sufitymi drewnianymi	17—24	100	0,67	1,0
10) Owczarnie 3,13 m. wysokie w świetle, kryte dachówką, z sufitem drewnianym	14—19	150	0,67	0,67
11) Chlewy, 2,80 m. wysokie w świetle	12—18	100	0,75	1,0
12) Budynek dla drobiu:				
parterowy	12—15	150	0,67	0,67
1 piętrowy	22—25	150	0,67	0,67
13) Stodoły 3,75 m. wysokie, zwyczajną dachówką kryte	7—10	170	0,60	0,60
14) Piekarnie	20—25	25	2,0	4,0
b) Budowle z pruskiego muru.				
1) Domy mieszkalne z urządzeniem wewnętrznym jak a. 2:				
parterowe	20—25	} 100	1,25	1,00
1 piętrowe	30—50			
2) Domu mieszkalne jak a. 2:				
parterowe	35—48	120	1,0	0,83
1 piętrowe	50—65	120	1,6	0,83

Wyszczególnienie.	K	N	U	t ₁
	Rs.	Lata.	Procenta.	
3) Domy dla robotni'ów bez sklepów piwnicznych:				
parterowe	18—19	} 100	1,0	1,0
1 piętrowe	22—30			
4) Budynki warsztatowe i zwycajne maszynowe:				
parterowe	18—30	} 70	1,50	1,57
1 piętrowe	27—40			
5) Budynki magazynowe lub sypichrzowe:				
1 piętrowe	22—30	} 80	1,0	1,25
2 piętrowe	32—45			
3 piętrowe	42—60			
6) Stajnie dla bydła i koni jak a. 9..	10—13	70	1,43	1,57
7) Cieczarnie jak a. 10	8— 9	70	1,43	1,57
8) Chlewy jak a. 11.	8—10	50	2,0	2,0
9) Budynki dla drobiu:				
parterowy	10—15	} 80	1,0	1,25
1 piętrowy	12—18			
10) Stodoły jak a. 13	9—10	80	1,25	1,25
c) Budowle różne.				
2) Parkany murowane 1,88m. wysokie, na metr bieżący	6— 7	100	1,0	1,0
2) Parkany z desek 1,88m. wysokie, na metr bieżący	2— 4	15	6,66	6,66
3) Parkany sztachetowe 1,57m. wysokie, na metr bieżący	2— 4	20	5,0	5,0
4) Mosty zwycajne sklepione mierzone na powierzchni.	30—40	75	1,50	1,33
5) Mosty male drewniane.	1—1,50	20	2,50	5,0

2) *Tabela służąca do oznaczenia największych wymiarów drzewa kwadratowego i prostokątnego, dającego się wyrobić z kłoców okrągłych.*

Obwód lub średnica jest brana w środku długości kłoca.
Wymiary mogą być uważane w centymetrach lub calach.

Obwód	Średnica.	Daje się wyrobić w			Obwód	Średnica.	Daje się wyrobić w		
		kwadrat	Prostokąt				kwadrat	Prostokąt	
			bok	wyso-kość				szerokość	bok	wyso-kość	szerokość
8,1	1	0,7	0,8	0,6	122,5	39	27,3	31,2	23,4
6,3	2	1,4	1,6	1,2	125,7	40	28	32	24
9,4	3	2,1	2,4	1,8	128,8	41	28,7	32,8	24,6
12,6	4	2,8	3,2	2,4	131,9	42	29,4	33,6	25,2
15,7	5	3,5	4,0	3,0	135,1	43	30,1	34,4	25,8
18,9	6	4,2	4,8	3,6	138,2	44	30,8	35,2	26,4
22,0	7	4,9	5,6	4,2	141,4	45	31,5	36	27
25,1	8	5,6	6,4	4,8	144,5	46	32,2	36,8	27,6
28,3	9	6,3	7,2	5,4	147,7	47	32,9	37,6	28,2
31,4	10	7	8	6	150,8	48	33,6	38,4	28,8
36,6	11	7,7	8,8	6,6	153,9	49	34,3	39,2	29,4
37,7	12	8,4	9,6	7,2	157,1	50	35	40	30
40,8	13	9,1	10,4	7,8	160,2	51	35,7	40,8	30,6
44,0	14	9,8	11,2	8,4	163,4	52	36,4	41,6	31,2
47,1	15	10,5	12	9	166,5	53	37,1	42,4	31,8
50,3	16	11,2	12,8	9,6	169,6	54	37,8	43,2	32,4
53,4	17	11,9	13,6	10,2	172,8	55	38,5	44	33
56,5	18	12,6	14,4	10,8	175,9	56	39,2	44,8	33,6
59,7	19	13,3	15,2	11,4	179,1	57	39,9	45,6	34,2
62,8	20	14	16	12	182,2	58	40,6	46,4	34,8
66,0	21	14,7	16,8	12,6	185,4	59	41,3	47,2	35,4
69,1	22	15,4	17,6	13,2	188,5	60	42	48	36
72,3	23	16,1	18,4	13,8	191,6	61	42,7	48,8	36,6
75,4	24	16,8	19,2	14,4	194,8	62	43,4	49,6	37,2
78,5	25	17,5	20	15	197,9	63	44,1	50,4	37,8
81,7	26	18,2	20,8	15,6	201,1	64	44,8	51,2	38,4
84,8	27	18,9	21,6	16,2	204,2	65	45,5	52	39
88,0	28	19,6	22,4	16,8	207,3	66	46,2	52,8	39,6
91,1	29	20,3	23,2	17,4	210,5	67	46,9	53,6	40,2
94,2	30	21	24	18	213,6	68	47,6	54,4	40,8
97,4	31	21,7	24,8	18,6	216,8	69	48,3	55,2	41,4
100,5	32	22,4	25,6	19,2	219,9	70	49	56	42
103,7	33	23,1	26,4	19,8	223,1	71	49,7	56,8	42,6
106,8	34	23,8	27,2	20,4	226,2	72	50,4	57,6	43,2
110,0	35	24,5	28	21	229,3	73	51,1	58,4	43,8
113,1	36	25,2	28,8	21,6	232,5	74	51,8	59,2	44,4
116,2	37	25,9	29,6	22,2	235,6	75	52,5	60	45
119,4	38	26,6	30,4	22,8	238,8	76	53,2	60,8	45,6

Otwód.	Średnica	Daje się wyrobić w			Otwód.	Średnica.	Daje się wyrobić w		
		kwadrat		Prostokąt			kwadrat		Prostokąt
		bok	wysokość	szerość			bok	wysokość	Szerokość
241,9	77	53,9	61,6	46,2	279,6	89	62,3	71,2	53,4
245,0	78	54,6	62,4	46,8	282,7	90	63	72	54
248,2	79	55,3	63,2	47,4	285,9	91	63,7	72,8	54,6
251,3	80	56	64	48	289,0	92	64,4	73,6	55,2
254,5	81	56,7	64,8	48,6	292,2	93	65,1	74,4	55,8
257,6	82	57,4	65,6	49,2	295,3	94	65,8	75,2	56,4
260,8	83	58,1	66,4	49,8	298,5	95	66,5	76	57
263,9	84	58,8	67,2	50,4	301,6	96	67,2	76,8	57,6
267,0	85	59,5	68	51	304,7	97	67,9	77,6	58,2
270,2	86	60,2	68,8	51,6	307,9	98	68,6	78,4	58,8
273,3	87	60,9	69,6	52,2	311,0	99	69,3	79,2	59,4
276,5	88	61,6	70,4	52,8	314,2	100	70	80	60

3) Czas jaki wskazywać powinien zegar, gdy na kompasie dwunasta godzina (Paryż 1878 r.).

Miesiąc.	D i e ń.						
	1	5	10	15	20	25	30
	g. m. s.	g. m. s.	g. m. s.	g. m. s.	g. m. s.	g. m. s.	g. m. s.
Styczeń	— 3.52	— 5.43	— 7.51	— 9.44	— 11.20	— 12.37	— 13.35
Luty	— 13.52	— 14.17	— 14.30	— 14.23	— 13.57	— 13.16	—
Marzec	— 12.32	— 11.41	— 10.27	— 9.5	— 7.36	— 6.4	— 4.32
Kwiecień	— 3.56	— 2.45	— 1.20	—	1 11.58.52	11.57.53	11.57.6
Maj	11.56.59	11.56.33	11.56.14	11.56.9	11.56.18	11.56.40	11.57.15
Czerwiec	11.57.33	11.58.12	11.59.8	— 10	— 1.14	— 2.18	— 3.20
Lipiec	— 3.32	— 4.17	— 5.4	— 5.41	— 6.5	— 6.15	— 6.11
Sierpień	— 6.6	— 5.47	— 5.9	— 4.18	— 3.13	— 1.57	— 31
Wrzesień	11.59.54	11.58.36	11.56.54	11.55.9	11.53.23	11.51.39	11.49.59
Pazdziernik	11.49.40	11.48.26	11.47.2	11.45.50	11.44.51	11.44.10	11.43.46
Listopad	11.43.42	11.43.43	11.44.3	11.44.44	11.45.47	11.47.10	11.48.52
Gruzień	11.49.14	11.50.49	11.53.0	11.55.22	11.57.50	— 20	— 2.48

Tabelka powyższa posłużyć może w użyciu zwykłym, na bardzo długi przeciąg czasu, ze względu że coroczne zmiany odnoszą się tylko do sekund i są bardzo mało znaczące.

4) Znaki telegraficzne używane na aparacie Morse'a.

1) Alfabet.

Francuski.	Niemiecki.	Rosyjski.	Znaki	Francuski.	Niemiecki.	Rosyjski.	Znaki
a	a	a	. —	n	n	n	— .
ä	ä	„	. — — — —	ñ	ñ	„	— — — — —
å	å	å	. — — — —	o	o	o	— — — — —
b	b	б	—	ó	ó	в	— — — — .
c	q	ц	— — — . .	p	p	п	. — — — .
ch	ch	ш	— — — — —	q	q	ш	— — — . —
d	d	д	— . . .	r	r	р	. — . .
e	e	е, ё	. . . . .	s	s	с	. . . .
é	é	э	. . — . . .	t	t	т	—
f	f	ф	. . — . .	u	u	у	. . — —
g	g	г	— — — . .	ü	ü	ю	. . — — —
h	h	х	. . . . .	v	v	ж —
i	i	и, і	. . . . .	w	w	в	. — — — —
j	j	й	. — — — —	x	x	ъ, ы	—
k	k	к	— . . . —	y	y	и	— . — — —
l	l	л	. —	z	z	з	— — . . .
m	m	м	— — — —				

2) Liczby.

1	. . . . . — — — — —	7 — — — . . .
2	. . . . . . . — — — — —	8 — — — — . .
3	. . . . . . . . — — — — —	9 — — — — — .
4	. . . . . . . . . . — — — — —	0 — — — — — —
5	. . . . . . . . . . . . . . .	Linia ułamkowa — — — — —	
6 —		

Przy słubowych sprawdzeniach dozwala się używać następujących skrótów:

1	. . . . . — . —	7 —
2	. . . . . . . — —	8 — — . .
3	. . . . . . . . — — —	9 — — .
4	. . . . . . . . . . — — —	0 — —
5	. . . . . . . . . . . . . . .	Linia ułamkowa — — — — —	
6 — —		

3) Znaki piśmienne.

Punkt (.) . . . . .	.. . . .
Średnik (;)	— — — — —
Przecinek (,)	— — — — —
Cudzysłów („ „)	— — — — —
Dwukropek (:)	— — — — —
Znak zapytania (?)	— — — — —
Wykrzyknik (!)	— — — — —
Apostrof (')	— — — — —
Znak nowego wierszu	— — — — —
Linijka (—)	— — — — —
Nawias przed i po wyrazach podkreślonych ()	— — — — —
• Znak podkreślenia (przed i po podkreślonych wyrazach)	— — — — —
Znak oddzielający zagłówek od adresu, adres od tekstu i tekst od podpisu	— — — — —

4) Znaki służbowe.

Depesza Cesarska	— — — — —
„ rządowa	— — — — —
„ służbowa	— — — — —
„ prywatna	— — — — —
Wzwanie	— — — — —
Zrozumiał	— — — — —
Omyłka (niezrozumiał)	— — — — —
Koniec	— — — — —
Wezwanie do przesłania	— — — — —
Oczekiwać	— — — — —
Pokwitowanie	— — — — —

Uwaga. Długość znaków i odległość pomiędzy nimi:

Linijka	= 3 punktom.
Odległość znaków tejże samej litery	= 1 punktowi.
Odległość pomiędzy dwiema literami	= 3 punktom.
Odległość pomiędzy dwoma wyrazami	= 5 punktom.

K O N I E C .



SPIS RZECZY.

	<i>Strona.</i>
Słówko wstępne	—
<i>I. Tablice matematyczne</i>	
1) Wartości używane w matematyce	1
2) Szerokość i długość geograficzna niektórych miejsc	2
3) Tablica kwadratów, pierwiastków kwadratowych, sześciątów, pierwiastków sześciennych, okręgów i powierzchni kół	3
4) Tablice trygonometryczne	24
5) Długość łuku o promieniu 1.	28
6) Tablica cięciw, łuków, strzał, powierzchni odcinków i stosunków cięciw do strzał w kołach o promieniu równym 1	30
Tablica promieni, łuków, kątów środkowych i powierzchni odcinków koła. Powierzchni i objętości odcinków kuli przy cięciwie=1	35
7) Logarytmy zwykłe do 1000	37
8) Logarytmy hyperboliczne do 469	40
9) Wartości $\frac{1}{n}$ przy $n = 1$ do 1000	42
10) Prędkość kątowna ω z ilości obrotów n na minutę	49
<i>II. Tablice miar i wag</i>	
11) Układ metryczny	51
Znaki używane do znaczenia miar i wag metrycznych	52
12) Miary i wagi różnych krajów	53
Anglia	53
Austro-Węgry	54
Francya	54
Niemcy	55
Polska	55
Prussy	56
Rossya	57
Szwecya.	58

	<i>Strona</i>
13) Tablice zamiany miar krajowych na metryczne i odwrotnie metrycznych na krajowe	59
a) Stopy i cale	59
b) Arszynty i werszki	68
c) Sażenie	70
d) Miary powierzchni	71
e) Miary nowopolskie	74
f) Zestawienie niektórych miar	79
14) Tablice zamiany miar sypkich i płynnych krajowych na metryczne i odwrotnie metrycznych na krajowe.	81
15) Tablice zamiany wagi rosyjskiej na metryczną i odwrotnie metrycznej na rosyjską	83
16) Tablice zamiany miar łączonych z wagami, krajowych na metryczne i odwrotnie metrycznych na krajowe.	87
<i>III. System monetarny</i>	92
17) Wartość główniejszych jednostek monetarnych krajowych i zagranicznych	94
<i>IV. Tablice wagi niektórych bardziej używanych materiałów</i>	95
18) Ciężar właściwy niektórych ciał	95
19) Ciężar metra sześciennego niektórych ciał w przemyśle używanych	96
20) Gęstość i waga niektórych gazów przy 0° Celsjusza i przy ciśnieniu 76 cm. kolumny barometrycznej	99
21) Waga w przybliżeniu niektórych zbóż i ciał sypkich	100
22) Waga 1 metra kwadratowego blachy <i>n</i> milimetrów grubej różnych metali, lub <i>n</i> decymetrów sześciennych w kilogramach	100
22a) Waga 1 metra kw. blachy <i>n</i> milimetrów grubej lub <i>n</i> decymetrów sześciennych różnych metali, w funtach rosyjskich	101
23) Skala belgijska blachy cynkowej	102
24) Skale drutów, blach i płaskiego żelaza	102
25) Żelazo płaskie (waga)	103
26) Żelazo kwadratowe i okrągłe	107
27) Żelazo kątowe L	107
28) Żelazo o przekroju T (teowe)	108
29) Żelazo E	108
30) Waga kul z żelaza lanego	109
31) Waga rur z żelaza lanego	109
32) Normalna tablica rur na stojąco lanych przyjęta przez Inżynierów niemieckich	110
33) Waga rur żelaznych ciągniętych.	112
<i>V. Matematyka</i>	114
1) Algebra	114
1) Postępy	114

	<i>Strona.</i>
Dwumian Newton'a	115
Logarytmy.	115
Równania 1-go stopnia	116
Równania 2-go stopnia	116
Procenta	116
I) Wartość amortyzacji do umorzenia kapitału A w ciągu danych lat	119
II) Czas potrzebny do umorzenia kapitału A	120
III) Wartość obecna 1 rubla, wypłacalnego w końcu n lat	121
IV) Wartość po upływie n lat, 1 rubla wypożyczonego na procent składany	122
V) Wartość obecna summy uformowanej z annuit 1 rubla, opłacanych przy końcu każdego roku, przez lat n	123
Interpolacja Lagrange'a	124
2) Ogólne zasady rachunku różniczkowego i całkowego.	124
3) Trygonometria	127
Rozwiązanie trójkątów	130
4) Geometria	134
5) Solidometria	137
6) Geometria analityczna	141
Okrąg kola	142
Elipsa	142
Hyperbola	144
Parabola	146
<i>Vl. Mechanika</i>	148
Tabela dająca wysokości spadku ciał, odpowiednio prędkościom zawartym pomiędzy 0 i 30 metrami	150
Środek ciężkości niektórych figur.	151
Praca dynamiczna istot żywych	153
Tarcie	154
Tarcie przez obracanie	155
Stosunek tarcia do obciążenia, w razie toczenia powierzchni cylindrowych po powierzchni poziomej.	156
Stosunek siły pociągowej do obciążenia	156
<i>Vll. Części maszyn.</i>	157
1) Nity	157
2) Śruby	159
3) Czopy	161
4) Wały, Osie.	162
5) Korby	164
6) Korbowody.	165
7) Trzon tłokowy.	166

	<i>Strona</i>
8) Balansicry	166
9) Cylinder parowy z żelaza lanego	167
10) Koła zamachowe	167
11) Regulator Watt'a	168
12) Koła zębate, tryby	169
a) Wymiary zębów przy podziałce $p = \pi m$	170
b) Wymiary zębów przy podziałce całkowitej p	171
13) Koła pasowe i pasy	172
Wynajęcie pracy	176
14) Dynamometr Prony'ego	176
<i>VIII. Fizyka.</i>	
<i>Tablica zamiany stopni ciepłomierzy Celsius'za, Réaumur'a i Fahrenheit'a</i>	<i>178</i>
<i>Tablica temperatury odpowiednio kolorom świetnym</i>	<i>179</i>
<i>Temperatura topienia niektórych ciał</i>	<i>179</i>
<i>Punkt topienia niektórych łatwo topliwych stopów (aliazży)</i>	<i>180</i>
<i>Rozszerzalność</i>	<i>180</i>
<i>Rozszerzalność płynów</i>	<i>181</i>
<i>Ciepłota gatunkowa i utajony</i>	<i>181</i>
<i>Temperatura mieszanin wody</i>	<i>182</i>
<i>Ciepłota utajony topienia i parowania</i>	<i>183</i>
<i>Prawo Mariotte'a i Gay-Lussac'a</i>	<i>183</i>
<i>Para</i>	<i>184</i>
<i>Prężność pary w różnych temperaturach</i>	<i>185</i>
<i>Ilość pary uformowanej na powierzchni metra kwadratowego wody w powietrzu spokojnem</i>	<i>186</i>
<i>Obniżenie temperatury</i>	<i>187</i>
<i>Ilość przeciętna jednostek ciepła wydzielana przez spalenie jednego kilograma niektórych ciał</i>	<i>187</i>
<i>Ilość przeciętna jednostek ciepła wydzielonego przez opał mierzony na objętość</i>	<i>188</i>
<i>Ilość powietrza potrzebna do spalenia jednego kilograma niektórych ciał i gazów ztąd uformowanych</i>	<i>188</i>
<i>Kominy</i>	<i>189</i>
<i>Strata ciepła przez promieniowanie</i>	<i>190</i>
<i>Strata ciepła przez styczność z powietrzem</i>	<i>191</i>
<i>Strata ciepła przez ściany</i>	<i>191</i>
<i>Wentylacja</i>	<i>194</i>
<i>Porównanie ciśnienia kolumny barometrycznej</i>	<i>194</i>
<i>Porównanie stopni areometru Besume'go z ciężarem gatunkowym</i>	<i>195</i>
<i>Zamiana ciężaru gatunkowego alkoholi na procenta objętości po- dług Tralles'a</i>	<i>196</i>

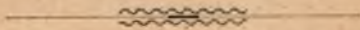
	<i>Strona.</i>
<i>IX. Kotły i maszyny parowe</i>	197
a) Kotły parowe	197
Skład i moc ogrzewalna węgla krajowych z Dąbrowy i Tadeusza	197
Ruszt	198
Powierzchnia ogrzewalna kotła	199
Rozróżnienie prężności i ciśnienia pary.	199
Grubość ścian kotła.	199
Wymiary najwyższe średnic kotła lub rur nitowanych żelaznych, przy danej grubości ścian i ciśnienia od 1 do 5 atmosfer	200
Średnie wymiary kotłów parowych	201
Średnica klapy bezpieczeństwa przy danej powierzchni ogrzewalnej	202
Prawa ostrożności przy kotłach parowych.	202
Waga kotłów parowych	203
b) Praca maszyn parowych	204
Praca rzeczywista maszyny parowej.	207
Prędkość tłoka	207
Wymiary, praca rzeczywista w koniach i cena przybliżona maszyn parowych	209
Kondensator	209
Przeloty (kanały prowadzące parę w cylindrze)	210
Diagram Zeuner'a przy użyciu suwaków	210
c) Parowozy (Lokomotywy)	212
Głównejsze wymiary parowozów kolei Północnej francuskiej	214
<i>X. Hydraulika</i>	216
Wpływ teoretyczny płynów i objętość, przy stałym ciśnieniu	216
1) Wpływ otworem poziomym.	216
2) Wpływ otworem w ścianie pionowej	216
Wpływ przez otwór zalany	217
Poprawka wypływu i prędkości	217
Spółczynniki wydatku k przy zwężeniu zupełnem i wypływie w powietrzu podług Poncelet'a i Lesbros'a	218
Spółczynnik wypływu dla otworów stawidłowych prostokątnych prowadzących wodę na lotok	219
Ilość wody przepływającej przez przrwał	220
Wykreślenie drogi krzywej, przebieżonej żyłą średnią wody po opuszczeniu lotoku	220
Bieg wody w kanałach i rzekach	221
Prędkość na powierzchni, prędkość średnia i prędkość u dna kanału	221
Kanały	222
Bieg wody w rurach	222
Pompy tłokowe	224
Pompy odśrodkowe (centryfugalne).	225

	<i>Strona</i>
Motory wodne	227
Formuły praktyczne przy użyciu niektórych kół.	227
<i>XI. Wiatry i wiatraki</i>	230
<i>XII. Wytrzymałość materiałów</i>	231
Wyciąganie	238
Łańcuchy	238
Ściskanie	239
Wartość współczynnika k przy stosunku $l:b$ (kolumny)	239
Wytrzymałość naczyń cylindrycznych i kulistych	241
Przecinanie	241
Zginanie.	241
Momenta bezwładności I ;—momenta wytrzymałości $\frac{I}{\sigma}$	242
Momenta wytrzymałości szyn kolejowych.	246
Wymiary, moment wytrzymałości $\frac{I}{\sigma}$ i waga żelaza <i>dwuteowego</i> walco-	
wanego	247
Belki <i>dwuteowe</i> złożone z blach i kątowników.	248
Belki proste	251
Belki na kilku podporach.	254
Skręcanie	255
Wartość momentu bezwładności <i>polarnej</i>	255
<i>XIII. Budownictwo</i>	256
Średnie wymiary cegły warszawskiej i ilość cegieł na metr sz. muru	256
Zaprawa z wapna	257
Zaprawa z cementu.	257
Mury	258
Grubość muru podług Rondelet'a—minimum	258
Mury obciążone	258
Domy kilku piętrowe	259
Sklepienia	260
Wzory empiryczne Rondelet'a do oznaczenia grubości sklepienia	
w kluczu.	260
Obciążenie podłóg w budynkach na metr kwadratowy powierzchni	
podług Merin'a.	263
Powierzchnia w metrach kwadratowych zajęta przez części mieszkań	264
Stosunek porządków architektonicznych podług Vignole'a	264
Schody	264
Zestawienie wymiarów używanych przy projektowaniu mieszkań	265
Dachy.	265
Obliczenie wiązań dachowych	266
Oświetlenie	268

	<i>Strona.</i>
Głównejsze przepisy obowiązujące w Rosyi przy projektach architektonicznych	268
Zamiana skal	269
Mosty	269
W Rosyi — dozwolone obciążenie żelaza w mostach w kilogramach na centymetr kwadratowy	270
Ciążar mostu żelaznego na metr bieżący w kilogramach.	271
 <i>XIV. Koleje żelazne.</i>	 272
a) Parowozy	272
Opór pociągu idącego po linii prostej i po spadku i podług W. Hardinge'a	273
b) Droga.	273
Szerokość toru.	273
Profil normalny (Gabaryt) dróg rosyjskich	273
Wymiary profili normalnych	275
Promienie krzywych	273
Wzniesienie relsy zewnętrznej na łukach	275
Relsy	276
Balast	276
Podkłady	276
c) Stacje	276
d) Wagony	277
 <i>XV. Chemia.</i>	 278
Pierwiastki, znaki i ciężary atomowe	278
Analiza sucha	279
a) Za pomocą dmuchawki i boraksu	279
b) Za pomocą dmuchawki i soli fosforu	281
Głównejsze stopy (aliazje)	282
Niektóre recepty	282
Kit żelazny	282
Kit oliwiany.	283
Laklery	283
Kopie rysunków odbijane sposobem fotograficznym zapomocą cyanku żelaza	283
 <i>XVI. Różności</i>	 284
1) Koszta ogólne budynków na metr kwadratowy zajętej przez nie powierzchni, oraz trwałość tychże, koszt utrzymania i amortyzacya ogólnych kosztów.	284

18141.

2) Tabelka służąca do oznaczenia największych wymiarów drzewa kwadratowego i prostokątnego, dającego się wyrobić z kłoców okrągłych	287
3) Czas jaki wskazywać powinien zegar gdy na kompasie dwunasta godzin	288
4) Znaki telegraficzne używane na aparacie Morse'a.	289







Biblioteka im. Hieronima
Lopacińskiego w Lublinie

324024

1000072738

