

**Formeln und Beispiele
für den Maschinenbau**

von

Max Schneider

Formeln und Beispiele für den Maschinenbau.

Ein Hilfsbuch für den Unterricht mit besonderer
Berücksichtigung der technischen Mittelschulen.

Von

Max Schneider,
Ingenieur.

Mit 280 Textfiguren.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1906

ISBN 978-3-662-32168-3 ISBN 978-3-662-32995-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-32995-5
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1906

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Vorwort.

Vorliegendes Buch verfolgt den Zweck, das Aufsuchen und die Anwendung von Formeln über die verschiedenen Zweige des allgemeinen Maschinenbaues leicht und schnell zu ermöglichen. Es sind deshalb die wichtigsten Formeln der Mechanik, Wärmelehre, Festigkeitslehre, Maschinenelemente, Krane, Dampfkessel, Dampfmaschinen, Schwungräder und Regulatoren, Pumpen, Wasserräder, Turbinen, Verbrennungsmotoren, des Eisenbahnwesens, der Motorwagen und der Bauwerke zusammengestellt und durch zahlreiche ausgeführte Rechnungsbeispiele erläutert.

Dem Zweck des Buches entsprechend sind die Formeln ohne Ableitungen gegeben, da diese in den als Quellen benutzten und an den betreffenden Stellen des Buches bezeichneten Werken eingesehen werden können und beim praktischen Gebrauch der Formeln auch meist entbehrlich sind.

Die häufig zur Anwendung kommenden Tabellen über Potenzen, Wurzeln, Logarithmen u. f., sowie kürzere Angaben aus der Arithmetik, Planimetrie, Trigonometrie und Stereometrie sind im ersten Abschnitt des Buches angeführt. Auch die notwendigen Tabellen über die spezifischen Gewichte, Reibungskoeffizienten, Wärme (Fliegner-Tabelle) u. f. sowie die Tabellen über die deutschen Normalprofile fehlen nicht.

Da es neuerdings üblich ist, die Formeln in Zentimetern aufzustellen und demnach auch die Zahlenwerte in Zentimetern einzusetzen, habe ich besonders die Festigkeitsrechnungen in Zentimetern ausgeführt. Um aber dem Studierenden auch die Umrechnung in Millimetern zu zeigen, ist auch teilweise die noch häufig vorkommende Millimeter-Berechnung in Anwendung ge-

bracht. Die nötigen Erklärungen hierüber sind den Formeln beigegeben.

Die in den Figuren stehenden Maßzahlen sind, wenn nichts anderes gesagt ist, wie gebräuchlich in Millimetern eingeschrieben.

Im übrigen ist es ja gleich, ob man in Millimetern oder in Zentimetern rechnet; die Millimeter-Berechnung hat aber in bezug auf Maßeinheit den Vorzug der Einfachheit und können hierbei außerdem die gefundenen Zahlen ohne Umrechnung in die Zeichnung eingetragen werden.

Den Herren Verfassern, welche mir die Benutzung ihrer Veröffentlichungen zur Bearbeitung dieses Buches bereitwilligst gestatteten, spreche ich hiermit meinen Dank aus.

Altenburg, S.-A., im September 1906.

M. Schneider.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Mathematik.

	Seite
I. Einige oft vorkommende Zahlenwerte	1
II. Tafeln	2
III. Arithmetik	31
IV. Planimetrie	35
Beispiel	38
V. Trigonometrie	39
VI. Stereometrie	43
Beispiel	47

Zweiter Abschnitt.

I. Maße und Gewichte	48
II. Volumengewichte (Spezifische Gewichte)	48
III. Gewichtsbestimmung eines Körpers	52
Beispiel	52

Dritter Abschnitt.

Mechanik.

1. Gleichförmige, geradlinige Bewegung	53
Beispiel	53
2. Gleichförmige Kreisbewegung	53
Beispiel	53
3. Winkelgeschwindigkeit	54
Beispiel	54
4. Gleichförmig beschleunigte Bewegung	54
Beispiele	55
5. Masse und Schwerkraft	55
Beispiele	55

	Seite
6. Arbeit und Leistung	56
Beispiele	56
7. Statik. Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte	60
Beispiel	60
a) Das Parallelogramm-Gesetz	60
Beispiele	60
b) Das statische Moment	61
c) Drehmoment	61
Beispiele	62
8. Schwerpunktlagen	63
a) Schwerpunkte von Linien	63
b) Schwerpunkte von Flächen	64
Beispiele	67
c) Schwerpunkte von Körpern	68
Beispiel	69
9. Dynamische Stabilität	69
Beispiel	70
10. Gleitende Reibung	70
Beispiele	71
11. Zapfenreibung	72
Beispiele	72
12. Rollende Reibung	73
a) Fortbewegung von Fuhrwerken	74
b) Auf geneigten Bahnen	74
13. Seilreibung	74
Beispiele	74
14. Seil- und Kettenbiegungswiderstand	75
Beispiele	76
15. Der Hebel	76
Beispiele	76
16. Die Rolle	78
17. Flaschenzüge	79
Beispiel	79
18. Die schiefe Ebene	82
Beispiel	82
19. Die Schraube	83
Beispiel	84
20. Keil	85
Beispiel	86
21. Bewegung auf der schiefen Ebene und freier Fall	86
22. Zusammensetzung von Bewegungen	86
23. Wurfbewegung	87
Beispiel	87
24. Gleichförmige Kreisbewegung. Zentrifugalspannungen im Innern sich drehender Körper	88
Beispiel	89
25. Das Pendel	89
26. Gerader, zentraler Stoß vollkommen unelastischer Körper	90
26a. Gerader, zentraler Stoß vollkommen elastischer Körper	91
Beispiel	91

	Seite
27. Hydrostatischer Druck	92
Beispiele	93
27a. Seitendruck	94
Beispiele	94
27b. Mittelpunkt des Druckes	94
Beispiel	95
28. Auftrieb	95
29. Spezifisches Gewicht	96
Beispiel	96
30. Ausfluß des Wassers aus Gefäßen	96
Beispiel	97
31. Bewegung des Wassers in Röhren und Kanälen	97
Beispiel	98
32. Druck der atmosphärischen Luft	99
Beispiel	99
33. Höhenmessung durch das Barometer	99
34. Auftrieb der Luft, Steigkraft und Steighöhe des Luftballons	99
Beispiel	100
35. Ausfluß der Luft	100
Beispiel	100
36. Widerstand der Flüssigkeiten gegen bewegte feste Körper und Luftwiderstand	101
Beispiel	102

Vierter Abschnitt.

Von der Wärme.

1. Temperaturbestimmung	103
2. Schmelzpunkte	103
3. Glühpunkte in C.	103
4. Siedepunkte in C.	103
5. Spezifische Wärme fester und flüssiger Körper	104
6. Spezifische Wärme der Gase und Dämpfe	104
7. Tabelle für gesättigte Wasserdämpfe nach Fliegner	104
8. Lineare Messung	107
Beispiele	107
9. Flächenausdehnung	108
Beispiel	108
10. Ausdehnung der Körper	108
Beispiel	108
11. Allgemeines über Wärme und Wasserdampf	109
Beispiele	110
11a. Das Mariotte-, Gay-Lussacsche und kombinierte Gesetz. Adiabatischer Prozeß	111
11b. Arbeitsleistung	112
Beispiele	113
11c. Gesetze für den Wasserdampf	117
Beispiele	118

Fünfter Abschnitt.

Festigkeitslehre.

	Seite
1. Elastizitäts- und Festigkeitszahlen	120
2. Zulässige Spannungen	123
3. Zug- und Druckfestigkeit	125
Beispiele	125
4. Schubfestigkeit	126
Beispiel	126
5. Biegungsfestigkeit	126
a) Trägheits- und Widerstandsmomente	127
b) Biegunsmomente für verschiedene Belastungsweisen prismatischer Stäbe	131
Beispiele	132
6. Drehungsfestigkeit	135
7. Zusammengesetzte Festigkeit	138
a) Zug (Druck) und Biegung	138
Beispiel	138
b) Zug (Druck) und Drehung	139
Beispiel	139
c) Biegung und Drehung	140
Beispiel	141
8. Knickfestigkeit	142
Beispiel	143
9. Festigkeit der Federn	143
10. Festigkeit von Gefäßen und plattenförmigen Körpern	147
A. Hohlkugel	147
B. Flache Böden	147
C. Hohlzylinder	149
D—E. Ebene Scheibe u. f.	149
F—G. Elliptische Platte u. f.	150
H—J. Rechteckige Platte u. f.	151

Sechster Abschnitt.

Maschinenelemente.

1. Schrauben	152
Beispiel	154
2. Nieten	154
A. Allgemeines und allgemeine Berechnung	154
B. Dampfkesselnietungen	156
Beispiel	161
C. Stabnietung	162
Beispiel	162
D. Nur dichte Nietverbindungen, für Blechgefäße unter geringem Druck, wie Wasserbehälter, Gasometer usw.	163
3. Keile	163
Beispiel	165
4. Zapfen	165

	Seite
A. Tragzapfen	165
Beispiele	168
B. Stützzapfen	170
Beispiele	170
5. Achsen	172
Beispiele	173
6. Wellen	175
Beispiele	176
7. Zahnräder	177
A. Stirnräder	177
Beispiel	179
B. Kegelräder	183
Beispiele	184
C. Schraube und Schraubenrad	186
Beispiel	188
8. Reibungs- oder Friktionsräder	189
9. Riemen- und Seilbetrieb	190
A. Der Riemenbetrieb	190
Beispiel	194
B. Der Seilbetrieb	195
Beispiele	196
C. Seile, welche zum Heben von Lasten dienen, sowie deren Rollen und Trommeln	200
10. Der Kettenbetrieb	201
11. Haken	202
12. Das Kurbelgetriebe	203
Beispiel	205
13. Kurbeln	205
14. Exzenter	207
15. Schubstangen	207
Beispiele	208
16. Exzenterstangen	208
17. Kolbenstangen	209
Beispiel	209
18. Kolbenkörper	210
19. Zylinder	211
20. Rohre	212
21. Hubventile	212

Siebenter Abschnitt.

Bandbremsen und Krane.

1. Bandbremsen	216
2. Krane	217
A. Der freistehende Kran mit drehbarer Säule	218
Beispiel	220
B. Der freistehende Kran mit fester Säule	226
C. Der Fairbairn-Kran	227

	Seite
D. Der Magazin-Kran	228
E. Der Gießerei-Kran	229
Beispiel	230

Achter Abschnitt.

Dampfkessel.

A. Dampfbildung und Brennstoffverbrauch	236
Beispiel	237
B. Feuerungsanlage und Rost	237
C. Feuerbrücke und Züge	240
D. Der Schornstein	241
E. Dampfraum und Heizfläche	242
F. Blechstärke, Vernietung u. dergl.	242
G. Dampfkessel-Systeme	246
a) Einfacher Zylinderkessel	246
Beispiel	247
b) Siederkessel	247
c) Flammrohr- und Zweiflammrohr-Kessel	249
Berechnung	250
Beispiele	252
d) Rohrleitungen für Kessel und Maschinenanlagen	255
e) Speisevorrichtungen	255

Neunter Abschnitt.

Dampfmaschinen.

A. Dampfzylinder und Schieber	256
B. Leistung der einzylindrigen Expansionsmaschine	260
C. Die Arbeit der Widerstände. Verluste	261
Beispiele	263
D. Dampf- und Wasserverbrauch	265
Beispiele	266
E. Kolbendurchmesser, Hub und Geschwindigkeit	267
Beispiel	268
F. Der günstigste Füllungsgrad	269
Beispiel	269
Verbund-Maschinen	270
A. Woolfsche Maschinen	270
Beispiel	271
B. Verbund-Maschinen	273

Zehnter Abschnitt.

Schwungräder und Regulatoren.

A. Schwungräder	276
Schwungraddimensionen	278

	Seite
B. Zentrifugalpendel-Regulatoren	279
a) Regulator von Porter	281
Beispiel	282
b) Regulator von Watt	283
Beispiel	284
c) Regulator von Kley	285
Beispiel	286
d) Das Winkelpendel	287

Elfter Abschnitt.

Pumpen.

A. Kolbenpumpen	289
Beispiel	293
B. Kreiselumpen	295

Zwölfter Abschnitt.

Wasserräder.

Einteilung und Wahl der Wasserräder	300
A. Effekt und Wirkungsgrad der Wasserräder	302
Beispiel	302
B. Radius R und Umfangsgeschwindigkeit v der Wasserräder	303
C. Füllung ϵ der Räder	303
D. Radbreite b und Kranztiefe a	304
E. Arm- und Schaufelzahl. Teilung	305
Beispiel	305
F. Stoßwirkung des Wassers	306
1. Das unterschlächtige Rad	308
2. Das Poncelet-Rad	309
Beispiel	310
3. Das Kropfrad	312
Beispiel	313
4. Das Schaufelrad mit Überfalleinlauf	315
5. Das Schaufelrad mit Kulisseneinlauf	316
6. Das rückenschlächtige Rad	318
7. Das überschlächtige Rad	320
Beispiel	323
G. Die Art der Kraftübertragung	324
H. Gewicht der Wasserräder	325
J. Welle, Arme und Rosette	325
K. Schaufeln und Radkranz	326
L. Die Wasserregulierung	326

Dreizehnter Abschnitt.

Turbinen.

Einteilung	328
A. Unterschied zwischen Druck- und Reaktionsturbinen	329
B. Anwendung der verschiedenen Turbinenarten	331

	Seite
C. Allgemeine Bedingungen	332
Druckturbinen	333
1. Radiale Druckturbinen	333
Beispiel	337
2. Girardturbinen	339
Beispiel	340
Reaktionsturbinen	344
1. Radiale Reaktionsturbinen	344
2. Die Henschel-Jonval-Turbine	349
Beispiel	349
Details	351
1. Rohre	351
2. Rad und Welle	352
3. Regulierapparate	353

Vierzehnter Abschnitt.

Verbrennungsmotoren.

Maße D und S nach dem Bedarf an Verbrennungsluft	354
Motoren für gasförmige und flüssige Brennstoffe	355

Fünfzehnter Abschnitt.

Eisenbahnwesen.

Widerstände und Zuglänge	358
Beispiel	360
Zweckmäßigstes Steigungsverhältnis	361

Sechzehnter Abschnitt.

Motorwagen.

Kraft zur Fortbewegung eines Wagens	363
Zugkraft zur Überwindung von Steigungen	364
Arbeitsleistung	364

Siebenzehnter Abschnitt.

Bauwerke.

Tragfähigkeit des Baugrundes	367
Sandschüttung	368
Tragfähigkeit der Pfähle	368

Anhang.

Deutsche Normalprofile für Walzeisen	370
Griechisches Alphabet	376

Erster Abschnitt.
M a t h e m a t i k.

I. Einige oft vorkommende Zahlenwerte.

1. $\pi = 3,14$ (genauer 3,14159265 . . .) heißt Ludolfsche Zahl. π ist diejenige Zahl, welche mit dem Durchmesser eines Kreises multipliziert den Umfang (die Peripherie) desselben gibt.
2. $\log \pi = 0,49715$.
3. $g = 9,81 \text{ m}$ ist die Beschleunigung durch die Schwere.
4. $\log g = 0,99167$.
5. $e = 2,71828$. . . ist die Basis der natürlichen oder Napier'schen Logarithmen.
6. $m = 0,43429$. . . ist der Logarithmus von e (auch Modul genannt).

II. Tafeln.
(Siehe Seite 2—30.)

2 A. Tafeln der Potenzen, Wurzeln, Briggs'schen Logarithmen, Kreisumfänge und Kreisflächen.

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1	1	1	1,0000	1,0000	0,00000	1000,000	3,142	0,7854	1
2	4	8	1,4142	1,2599	0,30103	500,000	6,283	3,1416	2
3	9	27	1,7321	1,4422	0,47712	333,333	9,425	7,0686	3
4	16	64	2,0000	1,5874	0,60206	250,000	12,566	12,5664	4
5	25	125	2,2361	1,7100	0,69897	200,000	15,708	19,6350	5
6	36	216	2,4495	1,8171	0,77815	166,667	18,850	28,2743	6
7	49	343	2,6458	1,9129	0,84510	142,857	21,991	38,4845	7
8	64	512	2,8284	2,0000	0,90309	125,000	25,133	50,2655	8
9	81	729	3,0000	2,0801	0,95424	111,111	28,274	63,6173	9
10	1 00	1 000	3,1623	2,1544	1,00000	100,000	31,416	78,5398	10
11	1 21	1 331	3,3166	2,2240	1,04139	90,9091	34,558	95,0332	11
12	1 44	1 728	3,4641	2,2894	1,07918	83,3333	37,699	113,097	12
13	1 69	2 197	3,6056	2,3513	1,11394	76,9231	40,841	132,732	13
14	1 96	2 744	3,7417	2,4101	1,14613	71,4286	43,982	153,938	14
15	2 25	3 375	3,8730	2,4662	1,17609	66,6667	47,124	176,715	15
16	2 56	4 096	4,0000	2,5198	1,20412	62,5000	50,265	201,062	16
17	2 89	4 913	4,1231	2,5713	1,23045	58,8235	53,407	226,980	17
18	3 24	5 832	4,2426	2,6207	1,25527	55,5556	56,549	254,469	18
19	3 61	6 859	4,3589	2,6684	1,27875	52,6316	59,690	283,529	19
20	4 00	8 000	4,4721	2,7144	1,30103	50,0000	62,832	314,159	20
21	4 41	9 261	4,5826	2,7589	1,32222	47,6190	65,973	346,361	21
22	4 84	10 648	4,6904	2,8020	1,34242	45,4545	69,115	380,133	22
23	5 29	12 167	4,7958	2,8439	1,36173	43,4783	72,257	415,476	23
24	5 76	13 824	4,8990	2,8845	1,38021	41,6667	75,398	452,389	24
25	6 25	15 625	5,0000	2,9240	1,39794	40,0000	78,540	490,874	25
26	6 76	17 576	5,0990	2,9625	1,41497	38,4615	81,681	530,299	26
27	7 29	19 683	5,1962	3,0000	1,43136	37,0370	84,823	572,555	27
28	7 84	21 952	5,2915	3,0366	1,44716	35,7143	87,965	615,752	28
29	8 41	24 389	5,3852	3,0723	1,46240	34,4828	91,106	660,520	29
30	9 00	27 000	5,4772	3,1072	1,47712	33,3333	94,248	706,858	30
31	9 61	29 791	5,5678	3,1414	1,49136	32,2581	97,389	754,768	31
32	10 24	32 768	5,6569	3,1748	1,50515	31,2500	100,531	804,248	32
33	10 89	35 937	5,7446	3,2075	1,51851	30,3030	103,673	855,299	33
34	11 56	39 304	5,8310	3,2396	1,53148	29,4118	106,814	907,920	34
35	12 25	42 875	5,9161	3,2711	1,54407	28,5714	109,956	962,113	35
36	12 96	46 656	6,0000	3,3019	1,55630	27,7778	113,097	1017,88	36
37	13 69	50 653	6,0828	3,3322	1,56820	27,0270	116,239	1075,21	37
38	14 44	54 872	6,1644	3,3620	1,57978	26,3158	119,381	1134,11	38
39	15 21	59 319	6,2450	3,3912	1,59106	25,6410	122,522	1194,59	39
40	16 00	64 000	6,3246	3,4200	1,60206	25,0000	125,66	1256,64	40
41	16 81	68 921	6,4031	3,4482	1,61278	24,3902	128,81	1320,25	41
42	17 64	74 088	6,4807	3,4760	1,62325	23,8095	131,95	1385,44	42
43	18 49	79 507	6,5574	3,5034	1,63347	23,2558	135,09	1452,20	43
44	19 36	85 184	6,6332	3,5303	1,64345	22,7273	138,23	1520,53	44
45	20 25	91 125	6,7082	3,5569	1,65321	22,2222	141,37	1590,43	45
46	21 16	97 336	6,7823	3,5830	1,66276	21,7391	144,51	1661,90	46
47	22 09	103 823	6,8557	3,6088	1,67210	21,2766	147,65	1734,94	47
48	23 04	110 592	6,9282	3,6342	1,68124	20,8333	150,80	1809,56	48
49	24 01	117 649	7,0000	3,6593	1,69020	20,4082	153,94	1885,74	49
50	25 00	125 000	7,0711	3,6840	1,69897	20,0000	157,08	1963,50	50

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
50	25 00	125 000	7,0711	3,6840	1,69897	20,0000	157,08	1963,50	50
51	26 01	132 651	7,1414	3,7084	1,70757	19,6078	160,22	2042,82	51
52	27 04	140 608	7,2111	3,7325	1,71600	19,2308	163,36	2123,72	52
53	28 09	148 877	7,2801	3,7563	1,72428	18,8679	166,50	2206,18	53
54	29 16	157 464	7,3485	3,7798	1,73239	18,5185	169,65	2290,22	54
55	30 25	166 375	7,4162	3,8030	1,74036	18,1818	172,79	2375,83	55
56	31 36	175 616	7,4833	3,8259	1,74819	17,8571	175,93	2463,01	56
57	32 49	185 193	7,5498	3,8485	1,75587	17,5439	179,07	2551,76	57
58	33 64	195 112	7,6158	3,8709	1,76343	17,2414	182,21	2642,08	58
59	34 81	205 379	7,6811	3,8930	1,77085	16,9492	185,35	2733,97	59
60	36 00	216 000	7,7460	3,9149	1,77815	16,6667	188,50	2827,43	60
61	37 21	226 981	7,8102	3,9365	1,78533	16,3934	191,64	2922,47	61
62	38 44	238 328	7,8740	3,9579	1,79239	16,1290	194,78	3019,07	62
63	39 69	250 047	7,9373	3,9791	1,79934	15,8730	197,92	3117,25	63
64	40 96	262 144	8,0000	4,0000	1,80618	15,6250	201,06	3216,99	64
65	42 25	274 625	8,0623	4,0207	1,81291	15,3846	204,20	3318,31	65
66	43 56	287 496	8,1240	4,0412	1,81954	15,1515	207,35	3421,19	66
67	44 89	300 763	8,1854	4,0615	1,82607	14,9254	210,49	3525,65	67
68	46 24	314 432	8,2462	4,0817	1,83251	14,7059	213,63	3631,68	68
69	47 61	328 509	8,3066	4,1016	1,83885	14,4928	216,77	3739,28	69
70	49 00	343 000	8,3666	4,1213	1,84510	14,2857	219,91	3848,45	70
71	50 41	357 911	8,4261	4,1408	1,85126	14,0845	223,05	3959,19	71
72	51 84	373 248	8,4853	4,1602	1,85733	13,8889	226,19	4071,50	72
73	53 29	389 017	8,5440	4,1793	1,86332	13,6986	229,34	4185,39	73
74	54 76	405 224	8,6023	4,1983	1,86923	13,5135	232,48	4300,84	74
75	56 25	421 875	8,6603	4,2172	1,87506	13,3333	235,62	4417,86	75
76	57 76	438 976	8,7178	4,2358	1,88081	13,1579	238,76	4536,46	76
77	59 29	456 533	8,7750	4,2543	1,88649	12,9870	241,90	4656,63	77
78	60 84	474 552	8,8318	4,2727	1,89209	12,8205	245,04	4778,36	78
79	62 41	493 039	8,8882	4,2908	1,89763	12,6582	248,19	4901,67	79
80	64 00	512 000	8,9443	4,3089	1,90309	12,5000	251,33	5026,55	80
81	65 61	531 441	9,0000	4,3267	1,90849	12,3457	254,47	5153,00	81
82	67 24	551 368	9,0554	4,3445	1,91381	12,1951	257,61	5281,02	82
83	68 89	571 787	9,1104	4,3621	1,91908	12,0482	260,75	5410,61	83
84	70 56	592 704	9,1652	4,3795	1,92428	11,9048	263,89	5541,77	84
85	72 25	614 125	9,2195	4,3968	1,92942	11,7647	267,04	5674,50	85
86	73 96	636 056	9,2736	4,4140	1,93450	11,6279	270,18	5808,80	86
87	75 69	658 503	9,3274	4,4310	1,93952	11,4943	273,32	5944,68	87
88	77 44	681 472	9,3808	4,4480	1,94448	11,3636	276,46	6082,12	88
89	79 21	704 969	9,4340	4,4647	1,94939	11,2360	279,60	6221,14	89
90	81 00	729 000	9,4868	4,4814	1,95424	11,1111	282,74	6361,73	90
91	82 81	753 571	9,5394	4,4979	1,95904	10,9890	285,88	6503,88	91
92	84 64	778 688	9,5917	4,5144	1,96379	10,8696	289,03	6647,61	92
93	86 49	804 357	9,6437	4,5307	1,96848	10,7527	292,17	6792,91	93
94	88 36	830 584	9,6954	4,5468	1,97313	10,6383	295,31	6939,78	94
95	90 25	857 375	9,7468	4,5629	1,97772	10,5263	298,45	7088,22	95
96	92 16	884 736	9,7980	4,5789	1,98227	10,4167	301,59	7238,23	96
97	94 09	912 673	9,8489	4,5947	1,98677	10,3093	304,73	7389,81	97
98	96 04	941 192	9,8995	4,6104	1,99123	10,2041	307,88	7542,96	98
99	98 01	970 299	9,9499	4,6261	1,99564	10,1010	311,02	7697,69	99
100	1 00 00	1 000 000	10,0000	4,6416	2,00000	10,0000	314,16	7853,98	100

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	2,00000	10,0000	314,16	7853,98	100
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	2,00432	9,90099	317,30	8011,85	101
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	2,00860	9,80392	320,44	8171,28	102
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	2,01284	9,70874	323,58	8332,29	103
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	2,01703	9,61538	326,73	8494,87	104
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	2,02119	9,52381	329,87	8659,01	105
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	2,02531	9,43396	333,01	8824,73	106
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	2,02938	9,34579	336,15	8992,02	107
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	2,03342	9,25926	339,29	9160,88	108
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	2,03743	9,17431	342,43	9331,32	109
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	2,04139	9,09091	345,58	9503,32	110
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	2,04532	9,00901	348,72	9676,89	111
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	2,04922	8,92857	351,86	9852,03	112
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	2,05308	8,84956	355,00	10028,7	113
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	2,05690	8,77193	358,14	10207,0	114
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	2,06070	8,69565	361,28	10386,9	115
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	2,06446	8,62069	364,42	10568,3	116
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	2,06819	8,54701	367,57	10751,3	117
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	2,07188	8,47458	370,71	10935,9	118
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	2,07555	8,40336	373,85	11122,0	119
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	2,07918	8,33333	376,99	11309,7	120
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	2,08279	8,26446	380,13	11499,0	121
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	2,08636	8,19672	383,27	11689,9	122
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	2,08991	8,13008	386,42	11882,3	123
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	2,09342	8,06452	389,56	12076,3	124
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	2,09691	8,00000	392,70	12271,8	125
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	2,10037	7,93651	395,84	12469,0	126
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	2,10380	7,87402	398,98	12667,7	127
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	2,10721	7,81250	402,12	12868,0	128
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	2,11059	7,75194	405,27	13069,8	129
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	2,11394	7,69231	408,41	13273,2	130
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	2,11727	7,63359	411,55	13478,2	131
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	2,12057	7,57576	414,69	13684,8	132
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	2,12385	7,51880	417,83	13892,9	133
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	2,12710	7,46269	420,97	14102,6	134
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	2,13033	7,40741	424,12	14313,9	135
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	2,13354	7,35294	427,26	14526,7	136
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	2,13672	7,29927	430,40	14741,1	137
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	2,13988	7,24638	433,54	14957,1	138
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	2,14301	7,19424	436,68	15174,7	139
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	2,14613	7,14286	439,82	15393,8	140
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	2,14922	7,09220	442,96	15614,5	141
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	2,15229	7,04225	446,11	15836,8	142
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	2,15534	6,99301	449,25	16060,6	143
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	2,15836	6,94444	452,39	16286,0	144
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	2,16137	6,89655	455,53	16513,0	145
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	2,16435	6,84932	458,67	16741,5	146
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	2,16732	6,80272	461,81	16971,7	147
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	2,17026	6,75676	464,96	17203,4	148
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	2,17319	6,71141	468,10	17436,6	149
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,17609	6,66667	471,24	17671,5	150

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,17609	6,66667	471,24	17671,5	150
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	2,17898	6,62252	474,38	17907,9	151
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	2,18184	6,57895	477,52	18145,8	152
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	2,18469	6,53595	480,66	18385,4	153
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	2,18752	6,49351	483,81	18626,5	154
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	2,19033	6,45161	486,95	18869,2	155
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	2,19312	6,41026	490,09	19113,4	156
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	2,19590	6,36943	493,23	19359,3	157
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	2,19866	6,32911	496,37	19606,7	158
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	2,20140	6,28931	499,51	19855,7	159
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	2,20412	6,25000	502,65	20106,2	160
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	2,20683	6,21118	505,80	20358,3	161
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	2,20952	6,17284	508,94	20612,0	162
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	2,21219	6,13497	512,08	20867,2	163
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	2,21484	6,09756	515,22	21124,1	164
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	2,21748	6,06061	518,36	21382,5	165
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	2,22011	6,02410	521,50	21642,4	166
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	2,22272	5,98802	524,65	21904,0	167
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	2,22531	5,95238	527,79	22167,1	168
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	2,22789	5,91716	530,93	22431,8	169
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	2,23045	5,88235	534,07	22698,0	170
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	2,23300	5,84795	537,21	22965,8	171
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	2,23553	5,81395	540,35	23235,2	172
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	2,23805	5,78035	543,50	23506,2	173
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	2,24055	5,74713	546,64	23778,7	174
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	2,24304	5,71429	549,78	24052,8	175
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	2,24551	5,68182	552,92	24328,5	176
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	2,24797	5,64972	556,06	24605,7	177
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	2,25042	5,61798	559,20	24884,6	178
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	2,25285	5,58659	562,35	25164,9	179
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	2,25527	5,55556	565,49	25446,9	180
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	2,25768	5,52486	568,63	25730,4	181
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	2,26007	5,49451	571,77	26015,5	182
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	2,26245	5,46448	574,91	26302,2	183
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	2,26482	5,43478	578,05	26590,4	184
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	2,26717	5,40541	581,19	26880,3	185
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	2,26951	5,37634	584,34	27171,6	186
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	2,27184	5,34759	587,48	27464,6	187
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	2,27416	5,31915	590,62	27759,1	188
189	35721	6751269	13,7477	5,7388	2,27646	5,29101	593,76	28055,2	189
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	2,27875	5,26316	596,90	28352,9	190
191	36481	6967871	13,8203	5,7590	2,28103	5,23560	600,04	28652,1	191
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	2,28330	5,20833	603,19	28952,9	192
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	2,28556	5,18135	606,33	29255,3	193
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	2,28780	5,15464	609,47	29559,2	194
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	2,29003	5,12821	612,61	29864,8	195
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	2,29226	5,10204	615,75	30171,9	196
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	2,29447	5,07614	618,89	30480,5	197
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	2,29667	5,05051	622,04	30790,7	198
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	2,29885	5,02513	625,18	31102,6	199
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,30103	5,00000	628,32	31415,9	200

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,30103	5,00000	628,32	31415,9	200
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	2,30320	4,97512	631,46	31730,9	201
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	2,30535	4,95050	634,60	32047,4	202
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	2,30750	4,92611	637,74	32365,5	203
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	2,30963	4,90196	640,88	32685,1	204
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	2,31175	4,87805	644,03	33006,4	205
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	2,31387	4,85437	647,17	33329,2	206
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	2,31597	4,83092	650,31	33653,5	207
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	2,31806	4,80769	653,45	33979,5	208
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	2,32015	4,78469	656,59	34307,0	209
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	2,32222	4,76190	659,73	34636,1	210
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	2,32428	4,73934	662,88	34966,7	211
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	2,32634	4,71698	666,02	35298,9	212
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	2,32838	4,69484	669,16	35632,7	213
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	2,33041	4,67290	672,30	35968,1	214
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	2,33244	4,65116	675,44	36305,0	215
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	2,33445	4,62963	678,58	36643,5	216
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	2,33646	4,60829	681,73	36983,6	217
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	2,33846	4,58716	684,87	37325,3	218
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	2,34044	4,56621	688,01	37668,5	219
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	2,34242	4,54545	691,15	38013,3	220
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	2,34439	4,52489	694,29	38359,6	221
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	2,34635	4,50450	697,43	38707,6	222
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	2,34830	4,48430	700,58	39057,1	223
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	2,35025	4,46429	703,72	39408,1	224
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	2,35218	4,44444	706,86	39760,8	225
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	2,35411	4,42478	710,00	40115,0	226
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	2,35603	4,40529	713,14	40470,8	227
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	2,35793	4,38596	716,28	40828,1	228
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	2,35984	4,36681	719,42	41187,1	229
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	2,36173	4,34783	722,57	41547,6	230
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	2,36361	4,32900	725,71	41909,6	231
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	2,36549	4,31034	728,85	42273,3	232
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	2,36736	4,29185	731,99	42638,5	233
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	2,36922	4,27350	735,13	43005,3	234
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	2,37107	4,25532	738,27	43373,6	235
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	2,37291	4,23729	741,42	43743,5	236
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	2,37475	4,21941	744,56	44115,0	237
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	2,37658	4,20168	747,70	44488,1	238
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	2,37840	4,18410	750,84	44862,7	239
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	2,38021	4,16667	753,98	45238,9	240
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	2,38202	4,14938	757,12	45616,7	241
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	2,38382	4,13223	760,27	45996,1	242
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	2,38561	4,11523	763,41	46377,0	243
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	2,38739	4,09836	766,55	46759,5	244
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	2,38917	4,08163	769,69	47143,5	245
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	2,39094	4,06504	772,83	47529,2	246
247	61009	15069233	15,7162	6,2743	2,39270	4,04858	775,97	47916,4	247
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	2,39445	4,03226	779,11	48305,1	248
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	2,39620	4,01606	782,26	48695,5	249
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,39794	4,00000	785,40	49087,4	250

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,39794	4,00000	785,40	49087,4	250
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	2,39967	3,98406	788,54	49480,9	251
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	2,40140	3,96825	791,68	49875,9	252
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	2,40312	3,95257	794,82	50272,6	253
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	2,40483	3,93701	797,96	50670,7	254
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	2,40654	3,92157	801,11	51070,5	255
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	2,40824	3,90625	804,25	51471,9	256
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	2,40993	3,89105	807,39	51874,8	257
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	2,41162	3,87597	810,53	52279,2	258
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	2,41330	3,86100	813,67	52685,3	259
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	2,41497	3,84615	816,81	53092,9	260
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	2,41664	3,83142	819,96	53502,1	261
262	68644	17984428	16,1864	6,3988	2,41830	3,81679	823,10	53912,9	262
263	69169	18191477	16,2173	6,4070	2,41996	3,80228	826,24	54325,2	263
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	2,42160	3,78788	829,38	54739,1	264
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	2,42325	3,77358	832,52	55154,6	265
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	2,42488	3,75940	835,66	55571,6	266
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	2,42651	3,74532	838,81	55990,2	267
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	2,42813	3,73134	841,95	56410,4	268
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	2,42975	3,71747	845,09	56832,2	269
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	2,43136	3,70370	848,23	57255,5	270
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	2,43297	3,69004	851,37	57680,4	271
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	2,43457	3,67647	854,51	58106,9	272
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	2,43616	3,66300	857,65	58534,9	273
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	2,43775	3,64964	860,80	58964,6	274
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	2,43933	3,63636	863,94	59395,7	275
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	2,44091	3,62319	867,08	59828,5	276
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	2,44248	3,61011	870,22	60262,8	277
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	2,44404	3,59712	873,36	60698,7	278
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	2,44560	3,58423	876,50	61136,2	279
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	2,44716	3,57143	879,65	61575,2	280
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	2,44871	3,55872	882,79	62015,8	281
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	2,45025	3,54610	885,93	62458,0	282
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	2,45179	3,53357	889,07	62901,8	283
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	2,45332	3,52113	892,21	63347,1	284
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	2,45484	3,50877	895,35	63794,0	285
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	2,45637	3,49650	898,50	64242,4	286
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	2,45788	3,48432	901,64	64692,5	287
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	2,45939	3,47222	904,78	65144,1	288
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	2,46090	3,46021	907,92	65597,2	289
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	2,46240	3,44828	911,06	66052,0	290
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	2,46389	3,43643	914,20	66508,3	291
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	2,46538	3,42466	917,35	66966,2	292
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	2,46687	3,41297	920,49	67425,6	293
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	2,46835	3,40136	923,63	67886,7	294
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	2,46982	3,38983	926,77	68349,3	295
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	2,47129	3,37838	929,91	68813,4	296
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	2,47276	3,36700	933,05	69279,2	297
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	2,47422	3,35570	936,19	69746,5	298
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	2,47567	3,34448	939,34	70215,4	299
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,47712	3,33333	942,48	70685,8	300