

А. И. БАЧИНСКИЙ
В. В. ПУТИЛОВ
Н. П. СУВОРОВ

СПРАВОЧНИК
ПО
ФИЗИКЕ



Б И Б Л И О Т Е К А У Ч И Т Е Л Я

А. И. БАЧИНСКИЙ, В. В. ПУТИЛОВ,
Н. П. СУВОРОВ

СПРАВОЧНИК ПО ФИЗИКЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАРКОМПРОСА РСФСР
МОСКВА — 1941

ОТ АВТОРОВ.

В основу настоящего труда были положены напечатанные в 1934 г. „Справочные таблицы по физике“ А. И. Бачинского и К. А. Путилова. Материал, содержащийся в только что названной книжке, был переработан и пополнен целым рядом новых таблиц. Значительному расширению подверглись разделы „Электричество и электрохимия“ и „Молекулярная и атомная физика“; введен новый раздел „Из техники“. Данные этого последнего раздела окажутся полезными преподавателю для конкретной иллюстрации физических понятий, а также при составлении задач. Книга заканчивается составленной Н. П. Суворовым хронологической таблицей важнейших фактов из истории физики и техники.

Авторы считают приятным долгом выразить признательность профессору А. А. Глаголевой-Аркадьевой за данные ею ценные советы касательно содержания таблицы электромагнитных волн.

1 апреля 1940 г.

*А. Бачинский
В. Путилов.
Н. Суворов.*

I. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ.

1. Четырехзначные мантиссы логарифмов чисел.

Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4293
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757
Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5021	5038
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774
Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538
Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996

2. Квадраты n^2 и кубы n^3 натуральных чисел n ; квадратные корни \sqrt{n} и кубические корни $\sqrt[3]{n}$ из них; обратные величины $\frac{1}{n}$; натуральные логарифмы¹⁾ $\ln n$; значения $\frac{\pi n^2}{4}$ и $\frac{\pi n}{180}$.

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	$\ln n$ ¹⁾	$\frac{\pi n^2}{4}$ ²⁾	$\frac{\pi n}{180}$ ³⁾
1	1	1	1,000	1,000	1,0000	0,000	0,7854	0,0175
2	4	8	1,414	1,260	0,5000	0,693	3,142	0,0349
3	9	27	1,732	1,442	0,3333	1,099	7,069	0,0524
4	16	64	2,000	1,587	0,2500	1,386	12,57	0,0698
5	25	125	2,236	1,710	0,2000	1,609	19,63	0,0873
6	36	216	2,449	1,817	0,1667	1,792	28,27	0,1047
7	49	343	2,646	1,913	0,1429	1,946	38,48	0,1222
8	64	512	2,828	2,000	0,1250	2,079	50,27	0,1396
9	81	729	3,000	2,080	0,1111	2,197	63,62	0,1571
10	100	1 000	3,162	2,154	0,1000	2,303	78,54	0,1745
11	121	1 331	3,317	2,224	0,0909	2,398	95,03	0,1920
12	144	1 728	3,464	2,289	0,0833	2,485	113,1	0,2094
13	169	2 197	3,606	2,351	0,0769	2,565	132,7	0,2269
14	196	2 744	3,742	2,410	0,0714	2,639	153,9	0,2443
15	225	3 375	3,873	2,466	0,0667	2,708	176,7	0,2618

¹⁾ О натуральных логарифмах см. стр. 12

²⁾ Этот столбец служит для определения площади круга по данному диаметру n .

³⁾ Этот столбец служит для перевода углов из градусной меры в радианы.

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	$\ln n$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\frac{\pi n}{180}$
16	256	4 096	4,000	2,520	0,0625	2,773	201,1	0,2793
17	289	4 913	4,123	2,571	0,0588	2,833	227,0	0,2967
18	324	5 832	4,243	2,621	0,0556	2,890	254,5	0,3142
19	361	6 859	4,359	2,668	0,0526	2,944	283,5	0,3316
20	400	8 000	4,472	2,714	0,0500	2,996	314,2	0,3491
21	441	9 261	4,583	2,759	0,0476	3,045	346,4	0,3665
22	484	10 648	4,690	2,802	0,0455	3,091	380,1	0,3840
23	529	12 167	4,796	2,844	0,0435	3,135	415,5	0,4014
24	576	13 824	4,899	2,884	0,0417	3,178	452,4	0,4189
25	625	15 625	5,000	2,924	0,0400	3,219	490,9	0,4363
26	676	17 576	5,099	2,962	0,0385	3,258	530,9	0,4538
27	729	19 683	5,196	3,000	0,0370	3,296	572,6	0,4712
28	784	21 952	5,292	3,037	0,0357	3,332	615,8	0,4887
29	841	24 389	5,385	3,072	0,0345	3,367	660,5	0,5061
30	900	27 000	5,477	3,107	0,0333	3,401	706,9	0,5236
31	961	29 791	5,568	3,141	0,0323	3,434	754,8	0,5411
32	1024	32 768	5,657	3,175	0,0313	3,466	804,2	0,5585
33	1089	35 937	5,745	3,208	0,0303	3,497	855,3	0,5760
34	1156	39 304	5,831	3,240	0,0294	3,526	907,9	0,5934
35	1225	42 875	5,916	3,271	0,0286	3,555	962,1	0,6109
36	1296	46 656	6,000	3,302	0,0278	3,584	1018	0,6283
37	1369	50 653	6,083	3,332	0,0270	3,611	1075	0,6458
38	1444	54 872	6,164	3,362	0,0263	3,638	1134	0,6632
39	1521	59 319	6,245	3,391	0,0256	3,664	1195	0,6807
40	1600	64 000	6,325	3,420	0,0250	3,689	1257	0,6981
41	1681	68 921	6,403	3,448	0,0244	3,714	1320	0,7156
42	1764	74 088	6,481	3,476	0,0238	3,738	1385	0,7330
43	1849	79 507	6,557	3,503	0,0233	3,761	1452	0,7505
44	1936	85 184	6,633	3,530	0,0227	3,784	1521	0,7679
45	2025	91 125	6,708	3,557	0,0222	3,807	1590	0,7854
46	2116	97 336	6,782	3,583	0,0217	3,829	1662	0,8029
47	2209	103 823	6,856	3,609	0,0213	3,850	1735	0,8203
48	2304	110 592	6,928	3,634	0,0208	3,871	1810	0,8378
49	2401	117 649	7,000	3,659	0,0204	3,892	1886	0,8552
50	2500	125 000	7,071	3,684	0,0200	3,912	1963	0,8727

n	n^2	n^3	$\sqrt[n]{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	$\ln n$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\frac{n}{180}$
51	2601	132 651	7,141	3,708	0,0196	3,932	2043	0,8901
52	2704	140 608	7,211	3,733	0,0192	3,951	2124	0,9076
53	2809	148 877	7,280	3,756	0,0189	3,970	2206	0,9250
54	2916	157 464	7,348	3,780	0,0185	3,989	2290	0,9425
55	3025	166 375	7,416	3,803	0,0182	4 007	2376	0,9599
56	3136	175 616	7,483	3,826	0,0179	4,025	2463	0,9774
57	3249	185 193	7,550	3,849	0,0175	4,043	2552	0,9948
58	3364	195 112	7,616	3,871	0,0172	4,060	2642	1,012
59	3481	205 379	7,681	3,893	0,0169	4,078	2734	1,030
60	3600	216 000	7,746	3,915	0,0167	4,094	2827	1,047
61	3721	226 981	7,810	3,936	0,0164	4,111	2922	1,065
62	3844	238 328	7,874	3,958	0,0161	4,127	3019	1,082
63	3969	250 047	7,937	3,979	0,0159	4,143	3117	1,100
64	4096	262 144	8,000	4,000	0,0156	4,159	3217	1,117
65	4225	274 625	8,062	4,021	0,0154	4,174	3318	1,134
66	4356	287 496	8,124	4,041	0,0152	4,190	3421	1,152
67	4489	300 763	8,185	4,062	0,0149	4,205	3526	1,169
68	4624	314 432	8,246	4,082	0,0147	4,220	3632	1,187
69	4761	328 509	8,307	4,102	0,0145	4,234	3739	1,204
70	4900	343 000	8,367	4,121	0,0143	4,248	3848	1,222
71	5041	357 911	8,426	4,141	0,0141	4,263	3959	1,239
72	5184	373 248	8,485	4,160	0,0139	4,277	4072	1,257
73	5329	389 017	8,544	4,179	0,0137	4,290	4185	1,274
74	5476	405 224	8,602	4,198	0,0135	4,304	4301	1,292
75	5625	421 875	8,660	4,217	0,0133	4,317	4418	1,309
76	5776	438 976	8,718	4,236	0,0132	4,331	4536	1,326
77	5929	456 533	8,775	4,254	0,0130	4,344	4657	1,344
78	6084	474 552	8,832	4,273	0,0128	4,357	4778	1,361
79	6241	493 039	8,888	4,291	0,0127	4,369	4902	1,379
80	6400	512 000	8,944	4,309	0,0125	4,382	5027	1,396
81	6561	531 441	9,000	4,327	0,0123	4,394	5153	1,414
82	6724	551 368	9,055	4,344	0,0122	4,407	5281	1,431
83	6889	571 787	9,110	4,362	0,0120	4,419	5411	1,449
84	7056	592 704	9,165	4,380	0,0119	4,431	5542	1,466
85	7225	614 125	9,220	4,397	0,0118	4,443	5674	1,484

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	$\ln n$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\frac{\pi n}{180}$
86	7396	636 056	9,274	4,414	0,0116	4,454	5809	1,501
87	7569	658 503	9,327	4,431	0,0115	4,466	5945	1,518
88	7744	681 472	9,381	4,448	0,0114	4,477	6082	1,536
89	7921	704 969	9,434	4,465	0,0112	4,489	6221	1,553
90	8100	729 000	9,487	4,481	0,0111	4,500	6362	1,571
91	8281	753 571	9,539	4,498	0,0110	4,511	6504	1,588
92	8464	778 688	9,592	4,514	0,0109	4,522	6648	1,606
93	8649	804 357	9,644	4,531	0,0108	4,533	6793	1,623
94	8836	830 584	9,695	4,547	0,0106	4,543	6940	1,641
95	9025	857 375	9,747	4,563	0,0105	4,554	7088	1,658
96	9216	884 736	9,798	4,579	0,0104	4,564	7238	1,676
97	9409	912 673	9,849	4,595	0,0103	4,575	7390	1,693
98	9604	941 192	9,899	4,610	0,0102	4,585	7543	1,710
99	9801	970 299	9,950	4,626	0,0101	4,595	7698	1,728
100	10000	1 000 000	10,000	4,642	0,0100	4,605	7854	1,745

3. Квадратные и кубические корни из некоторых дробей.

n	n в десятичных долях	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	n в десятичных долях	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
1/2	0,500	0,707	0,794	3/8	0,375	0,612	0,721
1/3	0,333	0,577	0,693	5/8	0,625	0,791	0,855
2/3	0,666	0,816	0,874	7/8	0,875	0,935	0,956
1/4	0,250	0,500	0,630	1/9	0,111	0,333	0,841
3/4	0,750	0,866	0,909	2/9	0,222	0,471	0,606
1/6	0,166	0,408	0,550	4/9	0,444	0,667	0,763
5/6	0,833	0,913	0,941	5/9	0,555	0,745	0,822
1/7	0,143	0,378	0,523	7/9	0,777	0,882	0,920
2/7	0,286	0,535	0,659	8/9	0,888	0,943	0,961
3/7	0,428	0,655	0,754	1/12	0,083	0,289	0,437
4/7	0,571	0,756	0,830	5/12	0,416	0,645	0,747
5/7	0,714	0,845	0,894	7/12	0,583	0,764	0,836
6/7	0,857	0,925	0,950	11/12	0,916	0,957	0,971
1/8	0,125	0,354	0,500	1/15	0,066	0,258	0,405

4. Правило проверки умножения и деления.

Проверка умножения.

1. Складываем цифры множимого, в полученной сумме также складываем цифры и так продолжаем до тех пор, пока не получим однозначное число (это однозначное число обозначим буквой a).

2. Аналогично складываем цифры множителя (полученное однозначное число обозначим буквой b).

3. Аналогично складываем цифры произведения (полученное однозначное число обозначим буквой c).

Если умножение выполнено правильно, то сумма цифр в произведении $a \cdot b$ должна быть равна числу c .

При указанных суммированиях можно пропускать (не учитывать) цифру 9 и группы цифр, сумма которых составляет 9.

Пример:

$$\begin{array}{r} \times 7,23\dots a=3 \\ 3,14\dots b=8 \\ \hline 2892 \\ + 723 \\ \hline 2169 \\ \hline 22,7022\dots c=6 \end{array} \qquad \begin{array}{l} a \cdot b = 3 \cdot 8 = 24; \\ 2 + 4 = 6 = c. \end{array}$$

Проверка деления.

Проверка деления осуществляется тем же приемом, как и умножения, причем делимое рассматривается как произведение (сумма цифр делимого обозначается через c), сумма же цифр остатка (обозначим ее через d) прибавляется к произведению $a \cdot b$.

Таким образом, если деление выполнено правильно, то сумма цифр в числе $a \cdot b + d$ должна быть равна числу c .

Пример:

$$\begin{array}{r} c=5\dots 869 \mid 26\dots a=8 \\ - 78 \mid 33\dots b=6 \\ \hline 89 \\ - 78 \\ \hline 11\dots d=2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} a \cdot b + d = 6 \cdot 8 + 2 = 50; \\ 5 + 0 = 5 = c. \end{array}$$

5. Некоторые алгебраические формулы.

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}; \quad \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}; \quad a^0 = 1; \quad \frac{1}{a^n} = a^{-n}; \quad (a^m)^n = a^{m \cdot n};$$

$$\sqrt[m]{a^n} = a^{\frac{n}{m}}; \quad \frac{1}{\sqrt[m]{a}} = a^{-\frac{1}{m}}.$$

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2;$$

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3;$$

$$a^2 - b^2 = (a + b) \cdot (a - b);$$

$$a^3 - b^3 = (a - b) \cdot (a^2 + ab + b^2);$$

$$a^3 + b^3 = (a + b) \cdot (a^2 - ab + b^2).$$

Арифметический ряд:

$$a, a + d, a + 2d, a + 3d \text{ и т. д.}$$

Сумма n первых членов этого ряда равна полусумме первого и n -го членов ряда, умноженной на n :

$$S_n = \frac{n}{2} [2a + (n-1)d].$$

Геометрический ряд:

$$a, ab, ab^2, ab^3 \text{ и т. д.}$$

Сумма n первых членов этого ряда:

$$S_n = a \frac{b^n - 1}{b - 1}.$$

Решение квадратных уравнений:

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

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

Логарифмы.

Обыкновенным (десятичным, или бригговым) логарифмом числа a называют показатель степени m , в которую надо возвысить число 10, чтобы получить число a .

$$\lg a = m, \text{ следовательно } a = 10^m;$$

$$\lg (a \cdot b) = \lg a + \lg b;$$

$$\lg \frac{a}{b} = \lg a - \lg b;$$

$$\lg a^n = n \lg a;$$

$$\lg \sqrt[m]{a^n} = \frac{n}{m} \lg a.$$

Величина логарифма обозначается десятичной дробью. Число слева от запятой называется *характеристикой*, а справа от запятой — *мантиссой*. Мантисса десятичного логарифма получается непосредственно из таблицы, а характеристика содержит столько положительных единиц, сколько целых цифр в числе (слева от запятой) без одной.

Для чисел, меньших 1, характеристика отрицательна и содержит столько отрицательных единиц, сколько нулей стоит в начале данной десятичной дроби, считая и нуль целых. Поэтому, чтобы получить логарифм десятичной дроби, например $\lg 0,023$, надо взятую из таблицы (табл. 1) положительную мантиссу числа 23, равную 0,3617, сложить с отрицательной характеристикой десятичной дроби:

$$\lg 0,023 = \bar{2},3617 = -2 + 0,3617 = -1,6383.$$

Натуральным логарифмом числа a называют показатель степени m , в которую надо возвысить число $e = 2,7182818...$ (основание натуральных логарифмов), чтобы получить число a :

$$\ln a = m, \text{ следовательно } a = e^m.$$

Обыкновенные логарифмы обозначают символом \lg . Натуральные логарифмы обозначают символом \ln .

$$\ln a = 2,302\,585 \lg a;$$

$$\lg a = 0,434\,294 \ln a.$$

Натуральные логарифмы чисел от 1 до 100 приведены в седьмом столбце таблицы 2.

6. Бином Ньютона и фигурные числа.

Формула бинома Ньютона:

$$(a + b)^n = a^n + C_n^1 a^{n-1}b + C_n^2 a^{n-2}b^2 + \dots + C_n^{n-1} ab^{n-1} + b^n.$$

Коэффициенты бинома Ньютона

$$C_n^1, C_n^2, \dots, C_n^{n-1}$$

представляют собой *числа сочетаний* из n элементов по 1, по 2 и т. д.

Число сочетаний из n элементов по k определяется формулой:

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

(см. таблицу факториалов).

Числа сочетаний иначе называются *фигурными числами*.

Для быстрого определения коэффициентов бинома Ньютона служит нижепомещенный треугольник Паскаля. В нем каждая горизонтальная строка представляет собой последовательность коэффициентов бинома Ньютона для заданного значения n :

$n=2$	1	2	1							
$n=3$	1	3	3	1						
$n=4$	1	4	6	4	1					
$n=5$	1	5	10	10	5	1				
$n=6$	1	6	15	20	15	6	1			
$n=7$	1	7	21	35	35	21	7	1		
$n=8$	1	8	28	56	70	56	28	8	1	
$n=9$	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1

Указатель $k \rightarrow (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)$

Этот же треугольник может служить для определения чисел сочетаний. Например, чтобы найти число C_7^4 , надо взять горизонтальную строку ($n=7$) и вертикальный столбец, отмеченный внизу цифрой 4: $C_7^4 = 35$.

7. Факториалы.

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \dots n.$$

$3! = 6$	$\frac{1}{3!} = 0,167$
$4! = 24$	$\frac{1}{4!} = 0,0417$
$5! = 120$	$\frac{1}{5!} = 0,00833$
$6! = 720$	$\frac{1}{6!} = 0,00138$
$7! = 5040$	$\frac{1}{7!} = 0,000198$
$8! = 40320$	$\frac{1}{8!} = 0,0000248$
$9! = 362880$	$\frac{1}{9!} = 0,00000276$
$10! = 3628800$	$\frac{1}{10!} = 0,000000276$

8. Некоторые ряды чисел.

$$1 + 2 + 3 + 4 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2};$$

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6};$$

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + \dots + n^3 = \frac{n^2(n+1)^2}{4};$$

$$1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n-1) = n^2;$$

$$2 + 4 + 6 + 8 + \dots + 2n = n(n+1);$$

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{n} \approx \ln n + 0,577\dots;$$

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \dots = 1,645\dots = \frac{\pi^2}{6};$$

$$1 + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{3^3} + \frac{1}{4^3} + \dots = 1,202\dots = \frac{\pi^2}{8}.$$

Сумма членов аналогичного (бесконечного) ряда при показателе степени 4 равна $S_4 = 1,082\dots$; при показателе степени 5 равна $S_5 = 1,037\dots$; $S_6 = 1,017\dots$; $S_7 = 1,008\dots$

$$1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots = e = 2,718281828\dots;$$

$$1 - \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} - \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} - \dots = \frac{1}{e} = 0,36788\dots$$

9. Некоторые геометрические соотношения.

Сторона *равностороннего треугольника* равна $1,732\dots$ радиуса описанного круга. Сторона равностороннего треугольника равна $3,464\dots$ радиуса вписанного круга.

Площадь равностороннего треугольника равна $0,4135\dots$ площади описанного круга. Площадь равностороннего треугольника равна $1,654\dots$ площади вписанного круга.

Сторона *квадрата* равна $1,414\dots$ радиуса описанного круга. Сторона квадрата равна $2,000\dots$ радиуса вписанного круга.

Площадь квадрата равна $0,637\dots$ площади описанного круга. Площадь квадрата равна $1,273\dots$ площади вписанного круга.

Диагональ *куба* равна $1,732\dots$ длины ребра куба.

Объем куба равен $1,9098\dots$ объема вписанного шара.

Поверхность *сферы* радиусом r равна $4\pi r^2$.

Объем *пирамиды* и *конуса* равен одной трети высоты, умноженной на площадь основания.

Объем *шара* радиусом r равен $\frac{4}{3}\pi r^3$.

Если диаметр шара разделен на равные части и через каждую точку деления проведена плоскость, перпендикулярная к этому диаметру, то плоскости эти делят сферу на *пояса* равных поверхностей.

Объем *шарового сегмента*, высота которого есть h , равен $\pi h^2\left(r - \frac{h}{3}\right)$.

Поверхность правильного *тетраэдра*, длина ребра которого есть a , равна $1,732a^2$.

Объем тетраэдра, длина ребра которого есть a , равен $0,1178a^3$.

Поверхность правильного *октаэдра*, длина ребра которого есть a , равна $3,4641a^2$.

Объем октаэдра, длина ребра которого есть a , равен $0,4711a^3$.

Поверхность правильного *додекаэдра*, длина ребра которого есть a , равна $20,6458a^2$.

Объем правильного додекаэдра, длина ребра которого есть a , равен $7,6631a^3$.

10. Тригонометрические функции некоторых углов.

Функция Углы	sin	cos	tg
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

11. Таблица значений тригонометрических функций
с точностью до 0,001
(через 1°)

Углы в градусах	sin	cos	tg	ctg	Углы в градусах
1	0,017	1,000	0,017	57,290	89
2	0,035	0,999	0,035	28,636	88
3	0,052	0,999	0,052	19,081	87
4	0,070	0,998	0,070	14,301	86
5	0,087	0,996	0,087	11,430	85
6	0,105	0,995	0,105	9,514	84
7	0,122	0,993	0,123	8,144	83
8	0,139	0,990	0,141	7,115	82
9	0,156	0,988	0,153	6,314	81
10	0,174	0,985	0,176	5,671	80
11	0,191	0,982	0,194	5,145	79
12	0,208	0,978	0,213	4,705	78
13	0,225	0,974	0,231	4,331	77
14	0,242	0,970	0,249	4,011	76
15	0,259	0,966	0,268	3,732	75
16	0,276	0,961	0,287	3,487	74
17	0,292	0,956	0,306	3,271	73
18	0,309	0,951	0,325	3,078	72
19	0,326	0,946	0,344	2,904	71
20	0,342	0,940	0,364	2,747	70
21	0,358	0,934	0,384	2,605	69
22	0,375	0,927	0,404	2,475	68
23	0,391	0,921	0,424	2,356	67
24	0,407	0,914	0,445	2,246	66
25	0,423	0,906	0,466	2,145	65
26	0,438	0,899	0,488	2,050	64
27	0,454	0,891	0,510	1,963	63
28	0,469	0,883	0,532	1,881	62
29	0,485	0,875	0,554	1,804	61
30	0,500	0,866	0,577	1,732	60
31	0,515	0,857	0,601	1,664	59
32	0,530	0,848	0,625	1,600	58
33	0,545	0,839	0,649	1,540	57
34	0,559	0,829	0,675	1,483	56
35	0,574	0,819	0,700	1,428	55
36	0,588	0,809	0,727	1,376	54
37	0,602	0,799	0,754	1,327	53
38	0,616	0,788	0,781	1,280	52
39	0,629	0,777	0,810	1,235	51
40	0,643	0,766	0,839	1,192	50
41	0,656	0,755	0,869	1,150	49
42	0,669	0,743	0,900	1,111	48
43	0,682	0,731	0,933	1,072	47
44	0,695	0,719	0,966	1,036	46
45	0,707	0,707	1,000	1,000	45
Углы	cos	sin	ctg	tg	Углы

12. Радиан.

Радиан есть угол, длина дуги которого равна радиусу.

Радиан $= \frac{360}{2\pi}$ градусов.

Радиан $= 57^{\circ}17'45''$ (или 57,29578 градуса).

Если угол задан в градусах и содержит n° , то, чтобы выразить его в радианах, надо умножить n на π и разделить полученное произведение на 180 (см. последний столбец таблицы 2).

13. Стерadian.

Стерadian есть единица телесного угла. Это — телесный угол, который, имея вершину в центре сферы, вырезает на ее поверхности участок, равный квадрату радиуса.

Если рассматривать все пространство вокруг центра сферы как телесный угол, то этот телесный угол будет равен $4\pi = 12,566$ стерadianа.

14. Некоторые тригонометрические формулы.

$$\begin{array}{ll} \sin(-a) = -\sin a; & \sin(90^{\circ} \pm a) = \cos a; \\ \cos(-a) = +\cos a; & \cos(90^{\circ} \pm a) = \mp \sin a; \\ \operatorname{tg}(-a) = -\operatorname{tg} a; & \operatorname{tg}(90^{\circ} \pm a) = \mp \operatorname{ctg} a; \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \sin(180^{\circ} \pm a) = \mp \sin a; \\ \cos(180^{\circ} \pm a) = -\cos a; \\ \operatorname{tg}(180^{\circ} \pm a) = \pm \operatorname{tg} a; \end{array}$$

$$\sin a = \pm \sqrt{1 - \cos^2 a} = \pm \frac{\operatorname{tg} a}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 a}};$$

$$\cos a = \pm \sqrt{1 - \sin^2 a} = \pm \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 a}};$$

$$\operatorname{tg} a = \pm \frac{\sin a}{\sqrt{1 - \sin^2 a}} = \pm \frac{\sqrt{1 - \cos^2 a}}{\cos a};$$

$$\operatorname{ctg} a = \frac{1}{\operatorname{tg} a};$$

$$\sin^2 a + \cos^2 a = 1;$$

$$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b;$$

$$\sin(a - b) = \sin a \cos b - \cos a \sin b;$$

$$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b;$$

$$\cos(a - b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b;$$

$$\operatorname{tg}(a + b) = \frac{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} b}{1 - \operatorname{tg} a \operatorname{tg} b};$$

$$\operatorname{tg}(a - b) = \frac{\operatorname{tg} a - \operatorname{tg} b}{1 + \operatorname{tg} a \operatorname{tg} b};$$

$$\sin a + \sin b = 2 \sin \frac{a + b}{2} \cos \frac{a - b}{2};$$

$$\sin a - \sin b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \sin \frac{a-b}{2};$$

$$\cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2};$$

$$\cos a - \cos b = -2 \sin \frac{a+b}{2} \sin \frac{a-b}{2};$$

$$\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} b = \frac{\sin(a+b)}{\cos a \cos b};$$

$$\operatorname{tg} a - \operatorname{tg} b = \frac{\sin(a-b)}{\cos a \cos b};$$

$$\sin 2a = 2 \sin a \cos a;$$

$$\cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a;$$

$$\operatorname{tg} 2a = \frac{2 \operatorname{tg} a}{1 - \operatorname{tg}^2 a}.$$

$$\sin \frac{a}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos a}{2}}; \quad \cos \frac{a}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos a}{2}};$$

$$\operatorname{tg} \frac{a}{2} = \frac{\sin a}{1 + \cos a} = \frac{1 - \cos a}{\sin a} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos a}{1 + \cos a}}.$$

Тригонометрическое решение треугольников.

Обозначения:

a, b, c — стороны треугольника;

A, B, C — противолежащие углы;

$p = \frac{a+b+c}{2}$ — полупериметр;

R — радиус описанной окружности;

r — радиус вписанной окружности;

S — площадь треугольника.

Теорема косинусов. Во всяком треугольнике квадрат любой стороны равен сумме квадратов двух других сторон без удвоенного произведения тех же сторон на косинус угла между ними:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A.$$

Теорема синусов. Во всяком треугольнике стороны пропорциональны синусам противолежащих углов:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R.$$

Теорема тангенсов. Сумма двух сторон треугольника относится к разности тех же сторон, как тангенс полусуммы противолежащих им углов относится к тангенсу их полуразности:

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{A+B}{2}}{\operatorname{tg} \frac{A-B}{2}}.$$

Площадь треугольника равна половине произведения двух сторон на синус угла между ними:

$$S = \frac{1}{2} ab \sin C;$$

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)};$$

$$S = a^2 \frac{\sin B \sin C}{2 \sin A}.$$

Формулы для углов треугольника:

$$\sin \frac{A}{2} = + \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{bc}}; \quad \cos \frac{A}{2} = + \sqrt{\frac{p(p-a)}{bc}};$$

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = + \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}.$$

Формулы Мольвейде:

$$\frac{a+b}{c} = \frac{\cos \frac{A-B}{2}}{\sin \frac{C}{2}}; \quad \frac{a-b}{c} = \frac{\sin \frac{A-B}{2}}{\cos \frac{C}{2}}.$$

Формулы для радиуса описанной окружности:

$$R = \frac{abc}{4S}; \quad R = \frac{p}{4 \cos \frac{A}{2} \cos \frac{B}{2} \cos \frac{C}{2}};$$

$$R = \frac{p}{\sin A + \sin B + \sin C}.$$

Формулы для радиуса вписанной окружности:

$$r = \frac{S}{p}; \quad r = a \frac{\sin \frac{B}{2} \sin \frac{C}{2}}{\cos \frac{A}{2}}; \quad r = (p-a) \cdot \operatorname{tg} \frac{A}{2}.$$

15. Формулы для приближенных вычислений с малыми числами.

Если α — число малое в сравнении с единицей, то приближенно можем принять:

$$(1 + \alpha)^n \approx 1 + n\alpha;$$

$$(1 - \alpha)^n \approx 1 - n\alpha.$$

Частные случаи:

$$(1 + \alpha)^2 \approx 1 + 2\alpha; \quad \sqrt{1 + \alpha} \approx 1 + \frac{1}{2} \alpha;$$

$$(1 - \alpha)^2 \approx 1 - 2\alpha; \quad \sqrt{1 - \alpha} \approx 1 - \frac{1}{2} \alpha;$$

$$\frac{1}{1 + \alpha} \approx 1 - \alpha; \quad \frac{1}{1 - \alpha} \approx 1 + \alpha;$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \alpha}} \approx 1 - \frac{1}{2} \alpha; \quad \frac{1}{\sqrt{1 - \alpha}} \approx 1 + \frac{1}{2} \alpha;$$

$$\begin{aligned}\ln(1 + \alpha) &\approx \alpha; \\ \lg(1 + \alpha) &\approx 0,434\alpha; \\ e^\alpha &\approx 1 + \alpha; \\ x^\alpha &\approx 1 + \alpha \lg x.\end{aligned}$$

Если α — малая дуга (выраженная в радианах), то можно положить

$$\begin{aligned}\sin \alpha &\approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha; \\ \cos \alpha &\approx 1; \\ \sin(x + \alpha) &\approx \sin x + \alpha \cos x; \\ \sin(x - \alpha) &\approx \sin x - \alpha \cos x; \\ \cos(x + \alpha) &\approx \cos x - \alpha \sin x; \\ \cos(x - \alpha) &\approx \cos x + \alpha \sin x; \\ \operatorname{tg}(x + \alpha) &\approx \operatorname{tg} x + \frac{\alpha}{\cos^2 x}.\end{aligned}$$

16. Некоторые часто встречающиеся числа и их десятичные логарифмы.

Числа	lg	Числа	lg
$\sqrt{2} = 1,4142$	0,1505	$\frac{4\pi}{3} = 4,1888$	0,6221
$\sqrt{3} = 1,7321$	0,2386	$\frac{1}{\pi} = 0,3183$	1,5029
$\sqrt{\frac{1}{2}} = 0,7071$	1,8495	$\frac{1}{2\pi} = 0,1592$	1,2018
$\sqrt{\frac{1}{3}} = 0,5774$	1,7614	$\frac{1}{4\pi} = 0,07958$	2,9008
$\sqrt[3]{2} = 1,2599$	0,1003	$\pi^2 = 9,8696$	0,9943
$\sqrt[3]{\frac{1}{2}} = 0,7937$	1,8997	$\sqrt{\pi} = 1,7725$	0,2486
$\pi = 3,1416$	0,4971	$\sqrt{\frac{1}{\pi}} = 0,5642$	1,7514
$2\pi = 6,2832$	0,7982	$e = 2,7183$	0,4343
$4\pi = 12,5664$	1,0992	$g = 980,665$	2,9915
$\frac{\pi}{2} = 1,5708$	0,1961	$\sqrt{g} = 31,321$	1,4958
$\frac{\pi}{4} = 0,7854$	1,8951	$\sqrt{2g} = 44,294$	1,6463
$\frac{\pi}{6} = 0,5236$	1,7190	$\pi \sqrt{g} = 98,398$	1,9930
		$\pi \sqrt{2g} = 139,15$	2,1435

II. ДАННЫЕ ИЗ АСТРОНОМИИ И ГЕОФИЗИКИ.

17. Земля.

Средний радиус: 6371,22 км.

Радиус земного экватора $a = 6378,388$ км.

Полярная полуось $b = 6356,912$ км.

Сжатие: $\frac{a-b}{a} = \frac{1}{297}$

Длина четверти меридиана: 10002,3 км.

Средняя длина градуса меридиана: 111,11 км.

Поверхность: 510×10^6 км².

Объем: 1083×10^9 км³.

Средняя плотность: $5,53 \frac{г}{см^3}$.

Масса: 598×10^{19} т.

Среднее удаление Земли от Солнца: $149,5 \times 10^6$ км.

Средняя скорость Земли по орбите: $29,77 \frac{км}{сек}$.

Длительность 1 оборота Земли около оси (звездные сутки): 23 часа 56 мин. 4,1 сек. среднего солнечного времени¹⁾.

Скорость точки экватора вследствие суточного вращения Земли равна $465 \frac{м}{сек}$.

Тропический год (промежуток времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия): 365 сут. 5 час. 48 мин. 46 сек. = 365,2422 суток среднего солнечного времени.

18. Солнце.

Диаметр: $1\,391\,000$ км $\approx 109 T^2$).

Поверхность: 6079×10^9 км² $\approx 12\,000 T$.

Объем 1409×10^{15} км³ $\approx 1\,300\,000 T$.

Плотность: $1,4 \frac{г}{см^3} = 0,26 T$.

Масса: $2 \cdot 10^{33}$ г $= 332\,000 T^2$).

Длительность вращения около оси для экватора Солнца — около 25 суток.

Ускорение тяжести: приблизительно $273 \frac{м}{сек^2}$.

Средняя температура на поверхности: приблизительно 6000° абсолютной шкалы.

Солнечная постоянная³⁾: 2 мал. кал. на $1 \frac{см^2}{мин}$.

Период солнечных пятен: 11,1 года.

¹⁾ Единицы среднего солнечного времени — это как раз те самые единицы времени, которые применяются в гражданской жизни.

²⁾ Буквой T обозначена та же величина для Земли. Таким образом, например, поверхность Солнца приблизительно в 12 000 раз больше поверхности Земли.

³⁾ Солнечной постоянной называется количество лучистой энергии, посылаемое Солнцем ежеминутно через площадку в $1 см^2$, перпендикулярную к солнечным лучам и находящуюся на таком же расстоянии от него, как Земля.

19. Луна.

Диаметр: $3477 \text{ км} = 0,27 \text{ } T^1$).

Объем: $22 \times 10^9 \text{ км}^3 = 0,02 \text{ } T$.

Масса: $\frac{1}{81} T = 0,012 \text{ } T$.

Плотность: $3,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 0,6 \text{ } T$.

Среднее удаление от Земли: $384\,400 \text{ км} = 60,3$ земного радиуса.

Сидерический месяц (время одного обращения Луны около Земли): 27 сут. 7 час. 43 мин. 11 сек.

Синодический месяц (промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны): 29 сут. 12 час. 44 мин. 3 сек.

20. Солнечная система.

Небесное тело	Среднее удаление от Солнца в миллионах километров	То же, приемная за единицу удаление Земли от Солнца	Длительность обращения около Солнца (в годах)	Объем, приемная за единицу объем Земли	Масса, приемная массу Земли за единицу	Плотность, приемная плотность Земли за единицу	Ускорение тяжести, приемная ускор. тяж. на Земле за единицу
Солнце	—	—	—	1 300 000	332 000	0,26	27,9
Меркурий	58	0,39	0,241	0,05	0,036	0,72	0,26
Венера	108	0,72	0,615	0,88	0,815	0,94	0,90
Земля	149,5	1	1	1	1	1	1]
Марс	228	1,52	1,881	0,15	0,106	0,71	0,38
Юпитер	778	5,20	11,862	1312	314	0,24	2,64
Сатурн	1426	9,54	29,458	763	94,0	0,12	1,13
Уран	2869	19,19	84,015	59	14,4	0,24	0,96
Нептун	4496	30,07	164,788	72	17,0	0,23	0,98
Плутон	5897	39,46	247,697	—	0,94	—	—
Луна	—	—	—	0,02	0,012	0,6	0,17

¹⁾ Буквой T обозначена та же величина для Земли.

21. Ускорение земной тяжести g , длина секундного маятника l и относительная величина центробежной силы F под различными широтами φ на уровне моря.

φ	$g \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$	$l \text{ см}$	F
0°	978,0	99,10	1,00
10°	978,2	99,12	0,97
20°	978,6	99,15	0,88
30°	979,3	99,23	0,75
40°	980,2	99,31	0,59
50°	981,1	99,40	0,42
60°	981,9	99,49	0,25
70°	982,6	99,56	0,12
80°	983,1	99,60	0,03
90°	983,2	99,62	0,00

За нормальное значение g принимается $980,665 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$.

Для подъема на несколько километров можно принять, что на каждый километр подъема g (а следовательно и вес тела) убывает на $\frac{3}{10\,000}$ своей величины.

Зависимость ускорения земной тяжести g от широты φ для уровня моря определяется формулой:

$$g = 978,049 (1 + 0,005288 \sin^2 \varphi - 0,000\,006 \sin^2 2\varphi).$$

22. Ускорение силы тяжести для некоторых пунктов СССР.

Место	$g \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$	Широта
Ташкент	980,08	41°19,5'
Тбилиси	980,18	41°43,1'
Одесса	980,76	46°28,6'
Чкалов	981,20	51°45,5'
Москва	981,56	55°45,3'
Казань	981,57	55°47,4'
Пермь	981,75	58°10,6'
Ленинград	981,93	59°56,5'

**23. Содержание элементов, входящих в состав литосферы
(земной коры).**

Элемент	Символ	Весовые проценты	Элемент	Символ	Весовые проценты
Кислород	O	49,13	Литий	Li	$5 \cdot 10^{-3}$
Кремний	Si	26,00	Бериллий	Be	$3 \cdot 10^{-3}$
Алюминий	Al	7,45	Кобальт	Co	$2 \cdot 10^{-3}$
Железо	Fe	4,20	Торий	Th	$2 \cdot 10^{-3}$
Кальций	Ca	3,25	Свинец	Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Натрий	Na	2,40	Бром	Br	$1 \cdot 10^{-3}$
Магний	Mg	2,35	Уран	U	$9 \cdot 10^{-4}$
Калий	K	2,35	Вольфрам	W	$9 \cdot 10^{-4}$
Водород	H	1,00	Олово	Sn	$6 \cdot 10^{-4}$
Титан	Ti	0,61	Кадмий	Cd	$5 \cdot 10^{-4}$
Углерод	C	0,35	Мышьяк	As	$5 \cdot 10^{-4}$
Хлор	Cl	0,20	Аргон	Ar	$4 \cdot 10^{-4}$
Фосфор	P	0,12	Ртуть	Hg	$1 \cdot 10^{-4}$
Сера	S	0,10	Иод	I	$1 \cdot 10^{-4}$
Марганец	Mn	0,10	Сурьма	Sb	$5 \cdot 10^{-5}$
Фтор	F	0,08	Тантал	Ta	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Барий	Ba	0,05	Висмут	Bi	$1 \cdot 10^{-5}$
Азот	N	0,04	Серебро	Ag	$1 \cdot 10^{-5}$
Хром	Cr	0,03	Палладий	Pd	$8 \cdot 10^{-6}$
Никель	Ni	0,02	Платина	Pt	$5 \cdot 10^{-6}$
Цинк	Zn	0,02	Золото	Au	$5 \cdot 10^{-6}$
Бор	B	0,01	Неон	Ne	$5 \cdot 10^{-7}$
Медь	Cu	0,01	Радий	Ra	$3 \cdot 10^{-10}$

24. Оболочки литосферы (твёрдой оболочки земного шара).

Толщина литосферы около 1200 км от поверхности Земли.

Наименование	Толщина (в км)	Давление (в атм.)	Температура (в градусах Цельсия)	Удельный вес
Кора выветривания	< 0,8	≤ 250	16—80	2,2
Осадочная оболочка	< 4	< 1 000	≤ 100	2,5
Метаморфическая оболочка	5—10	< 2 500	≤ 350	2,7
Гранитная оболочка	10—15	до 6 000	600	2,6—2,8
Базальтовая оболочка	70—85	до 20 000	1 000	2,7—3,3
Перидотитовая (эклогитовая) оболочка	1 000—1 200	до 500 000	1 200—1 500	3,6—4,0

25. Относительная распространенность главнейших минералов в литосфере

(в процентах).

Плагиоклаз	40,3
Ортоклаз	17,8
Авгит, роговая обманка и оливин	16,4
Кварц, включая халцедон и опал	12,6
Магнетит и гематит	3,7
Слюда	3,3
Кальцит	1,5
Каолиновые минералы (HAlSiO ₃)	1,0
Лимонит и гидрогематит	0,3
Доломит и магнетит	0,1
Остальные минералы	3,0

26. Наиболее вероятное распределение температуры в толще Земли

(по Гутенбергу).

Глубина в километрах	20	100	200	500	6 370
Температура в градусах Цельсия	600	1 400	1 600	1 800	2 000—5 000

27. Вероятные значения давления в толще Земли

(по Вильямсу и Адамсу).

Глубина в километрах	800	1 600	2 400	3 200	5 600
Давление в атмосферах	300 000	600 000	1 100 000	1 700 000	3 000 000

28. Запасы воды на земном шаре.

71% поверхности земного шара занимают океаны и моря. Площадь, занимаемая океанами и морями, составляет 360 000 000 км². Средняя глубина океанов — 3800 м.

29. Распределение глубин океанов.

Материковая отмель	(от 0 до 200 м)	7,6%	площади дна океана
Материковый склон	(, 200 , 3 000 .)	10,7%
Ложе океана	(, 3 000 , 6 000 .)	78,7%
Глубоководные ложбины	(, 6 000 , 11 000 .)	3,0%

30. Распределение запасов воды на земном шаре

(в куб. километрах).

Океаны и моря	1 300 000 000
Полярный лед	3 500 000
Озера	250 000
Подземные озера	250 000
Реки	50 000
Болота	6 000
Снега на поверхности Земли	250

31. Распределение температуры в глубине океана

(для открытого Атлантического океана под экватором).

Глубина (в м)	Градусы Цельсия	Глубина (в м)	Градусы Цельсия
0	26,1	400	7,9
50	21,9	600	5,3
100	15,9	1 000	4,4
150	13,8	2 000	3,3
200	12,5	4 000	2,2]

32. Главнейшие морфологические величины трех океанов.

О к е а н ы	Поверхность (в млн. км ²)	Средняя глубина (в м)	Наибольшие глубины (в м)	Среднее удаление берегов (в км)	Наибольшее удаление берегов (в км)
Атлантический	106	3 300	8 526	606	2 050
Тихий	180	3 850	10 800	765	2 265
Индийский	75	3 900	7 000	621	1 700
Мировой	361	3 700	10 800	695	2 265

33. Главные составные части морской воды.

Название	Формула	Содержание в г на 1 кг воды	Название	Формула	Содержание в г на 1 кг воды
Хлористый натрий	NaCl	27,2	Серная кислота	H ₂ SO ₄	0,9
Хлористый магний	MgCl ₂	3,8	Углекислый кальций	CaCO ₃	0,1
Сернистый магний	MgSO ₄	1,6	Бромистый магний	MgBr ₂	0,1
Сернистый кальций	CaSO ₄	1,3	Итого . .		35,0

34. Баланс круговорота воды на Земле и запасы гидравлической энергии.

Ежегодно испаряется 471 000 км³ воды; из них 82%, т. е. 384 000 км³, — с поверхности океанов и морей и 18%, т. е. 87 000 км³, — с суши.

Такое же количество воды ежегодно выпадает в виде дождя и снега. Но осадки распределяются таким образом, что на сушу ежегодно выпадает 112 000 км³ воды; следовательно на сушу ежегодно выпадает в виде дождя и снега на 25 000 км³ воды больше, чем с нее испаряется. Это количество (25 000 км³) воды ежегодно выносятся всеми реками в моря и океаны.

Если бы количество воды, ежегодно выпадающей на сушу (112 000 км³), покрыло поверхность суши ровным слоем, то толщина этого слоя была бы равна 750 мм.

Запасы гидроэнергетических ресурсов (гидроэнергетические ресурсы — мощности, получаемые от использования падающей или быстротекущей воды) на земном шаре выражаются следующими цифрами¹⁾:

Страны	Дата исчисления	В миллионах киловатт
СССР	1937	280
США	1937	82,2
Англия	1936	1,4
Германия	1936	3,7
Франция	1936	8,9
Япония	1936	21,6
Италия	1937	6,5
Канада	1936	53,6

¹⁾ Я. А. Иоффе „Экономическое соревнование социализма и капитализма“, 1939.

35. Мировые запасы и потребление топлива.

Запасы всех видов топлива (уголь, нефть, дрова, торф и т. д.) составляют на Земле около 6 000 000 млн. *т*.

Это число относится к условному топливу. Под условным топливом подразумевается весовой эквивалент обычного топлива; условному топливу приписывается стандартная калорийность в 7000 *ккал* на 1 *кг*. 1 *т* условного топлива эквивалентна 1 *т* высокосортного каменного угля, или 0,66 *т* нефти, или 6 *м³* дров, или 2 *т* торфа.

Мировое потребление всех видов топлива (в переводе на условное топливо) составляет 1460 млн. *т* в год.

Запасы каменного угля.

96% мирового запаса топлива составляют каменный уголь, антрацит и бурый уголь.

По странам мировой запас каменного угля, антрацита и бурого угля распределяется следующим образом¹):

Страны	В млрд. <i>т</i>	В процентах к итогу
Весь мир	8250	100
В том числе:		
СССР	1650	20,1
США	2889	35,0
Англия	184	2,2
Германия	345,5	4,2
Франция	10,5	0,1
Япония	10,5	0,1

Запасы нефти.

Мировой запас нефти составляет около 8000 млн. *т*. По странам он распределяется следующим образом¹):

Страны	В млн. <i>т</i>	В % к итогу
Весь мир	7965	100
В том числе:		
СССР	4679	58,7
США	1861	23,4
Германия	1,2	0,01
Франция	1,3	0,01
Ирак	395	5,0
Иран	299	3,8
Венецуэла	235,1	2,9
Румыния	60	0,7

¹ Я. А. Иоффе „Экономическое соревнование социализма и капитализма“, 1939.

36. Состав воздуха.

В процентах по объему:

Азот 78,23
Кислород 20,81
Аргон 0,90
Углекислота 0,03
Прочие газы 0,03

В процентах по весу:

75,70
23,00
1,24
0,05
0,01

37. Температура воздуха на различных высотах.

Для низших слоев атмосферы (до 5000 м) при подъеме на каждые 100 м средняя годовая температура понижается примерно на 0,5°.

По данным Берзона для центральной части Европы:

Высота в метрах	Средняя годовая температура в градусах Цельсия	Высота в метрах	Средняя годовая температура в градусах Цельсия
0	10,0	5 000	—16,6
1 000	5,4	6 000	—24,2
2 000	0,5	7 000	—29,3
3 000	— 5,6	8 000	—38,3
4 000	—10,3	9 000	—46,4

38. Шкала ветра по Бофарту.

Сила ве- тра №	Название ветра и его действие	Давление в $\frac{кг}{м^2}$	Скорость в $\frac{м}{сек}$
0	Штиль. Дым поднимается вертикально; листья деревьев неподвижны	0—0,3	0—1
1	Тихий ветер; ощущается лицом или ру- кой	1,6	1—2
2	Легкий ветер; колышет листья	4,7	2—4
3	Слабый ветер	8,4	4—6
4	Умеренный ветер; колеблет мелкие ветви деревьев	13,2	6—8
5	Свежий ветер; приводит в движение ветви	20,6	8—10
6	Сильный ветер	29,5	10—12
7	Крепкий ветер; качает большие ветви и топкие стволы	42,8	12—14
8	Очень крепкий ветер; затрудняет ходьбу в открытом месте	61,0	14—17
9	Шторм; клонит деревья к земле, ломает ветви и нетолстые стволы	82,5	17—20
10	Сильный шторм; разрушительные дей- ствия	111	20—24
11	Жестокий шторм	148	24—30
12	Ураган	211	Более 30

39. Барометрическая постоянная для воздуха и отдельных газов, входящих в состав атмосферы.

Барометрическая формула имеет вид:

$h = A \lg \frac{B_1}{B_2} (1 + 0,0037 t)$, где h — разность высот двух пунктов в метрах; B_1 и B_2 — парциальное давление данного газа в нижней и верхней точках (мм Hg); t — средняя температура для обоих пунктов; A — барометрическая постоянная.

Г а з	Барометрическая постоянная	Г а з	Барометрическая постоянная
Воздух	18 401	Углекислый газ . .	12 033
Азот	19 021	Водород	264 750
Кислород	16 647	Гелий	134 520
Аргон	13 357		

40. Видимость при подъеме в атмосферу.

В таблице приведены величины радиуса R сферического сегмента, видимого при подъеме на данную высоту над горизонтальной поверхностью. Площадь (в m^2), видимую с данной высоты, можно приблизительно получить умножением высоты подъема (в m) на 46 (округленное число)

Высота подъема (в м)	R (в км)	Высота подъема (в м)	R (в км)
2	5,4	900	114,8
10	12,1	1 000	121,0
50	27,1	1 500	148,2
100	38,3	2 000	171,1
150	46,9	3 000	209,6
200	54,1	4 000	242,0
300	66,3	5 000	270,6
400	76,5	6 000	294,4
500	85,6	7 000	320,2
600	93,7	8 000	342,3
700	101,3	9 000	363,0
800	108,2	10 000	382,7

41. Атмосферное электрическое поле.

Высота в километрах 0 0,5 1,5 3 6 9 (12) (∞)

Градиент потенциала

поля в $\frac{V}{m}$ 130 50 30 20 10 5 (2,5) 0

З а м е ч а н и е. Напряжение поля и градиент потенциала, численно равные между собой величины, имеют противоположное направление. Принимая в нормальных условиях электрического поля Земли за положительное направление нормали к земной поверхности направление от земной поверхности, получаем положительный градиент.

III. МЕРЫ.

42. Система CGS, или система сантиметра-грамма-секунды.

Единицей длины является 1 сантиметр [1 см].

$$\text{Основные единицы} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ см} = \frac{1}{100} \text{ длины прототипа метра.} \\ \text{Единицей времени является 1 секунда [сек].} \\ 1 \text{ секунда} = \frac{1}{86400} \text{ средних солнечных суток.} \\ \text{Единицей массы является 1 грамм-масса [г].} \\ 1 \text{ грамм-масса} = \frac{1}{1000} \text{ массы прототипа килограмма.} \end{array} \right.$$

Производные единицы.

1. Скорость, или частное: $\frac{\text{путь}}{\text{время}}$. Единицей является скорость такого равномерного движения, при котором в 1 секунду проходит путь в 1 см $\left[\frac{\text{см}}{\text{сек}} \right]$.

2. Угловая скорость, или частное: $\frac{\text{угол}}{\text{время}}$. Единицей является угловая скорость такого тела, которое равномерно поворачивается на 1 радиан (или $57,296^\circ$) в 1 секунду $\left[\frac{1}{\text{сек}} \right]$.

3. Частота. Единицей является герц (гц), или частота периодически изменяющейся во времени величины, период которой равен 1 сек.

4. Ускорение, или частное: $\frac{\text{приращение скорости}}{\text{время}}$. Единицей является ускорение такого равномерноускоренного движения, при котором скорость каждую секунду возрастает на 1 сантиметр в 1 секунду. Сокращенное обозначение этой единицы ускорения есть $\frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$.

5. Плотность, или частное: $\frac{\text{масса}}{\text{объем}}$. Единица плотности есть плотность такого вещества, которое в 1 см³ содержит массу в 1 г $\left[\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right]$.

6. Сила, или произведение масса \times ускорение. Единицей является 1 дина — сила, которая массе в 1 г сообщает ускорение, равное 1 $\frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$ $\left[\text{обозначение: } \text{дин, или } \frac{\text{г} \cdot \text{см}}{\text{сек}^2} \right]$.

7. Давление (напряжение), или частное: $\frac{\text{сила}}{\text{площадь}}$. Единицей является 1 бар — давление, которое производится силой в 1 дина, действующей на площадку в 1 см² $\left[\text{обозначение: } \frac{\text{дин}}{\text{см}^2}, \text{ или } \frac{\text{г}}{\text{см} \cdot \text{сек}^2} \right]$.

8. Работа, или произведение сила \times путь. Единица — динсантиметр, или эрг, — это работа, совершаемая силой в 1 дина на пути в 1 см $\left[\text{обозначение: } \text{э или } \frac{\text{г} \cdot \text{см}^2}{\text{сек}^2} \right]$.

10^7 (десять миллионов) эргов носят название джоуль (дж).

Всякая энергия может быть выражена в единицах работы. Для измерения теплоты часто употребляется особая единица, не укладывающаяся в рамки системы CGS. Эта единица, называемая калорией, или грамм-калорией (кал), практически есть то количество теплоты, которое, будучи сообщено 1 г воды, повышает температуру ее от $19,5$ до $20,5^\circ\text{C}$.

1000 калорий составляют 1 большую калорию, или 1 килограмм-калорию (1 ккал).

Между калорией и джоулем существует следующее соотношение:

1 калория эквивалентна 4,182 джоуля;

1 джоуль эквивалентен 0,239 калории.

9. Мощность, или частное $\frac{\text{работа}}{\text{время}}$. Единицей является мощность такого источника энергии, которым каждую секунду выделяется количество энергии, равное 1 эргу $\left[\frac{\text{э}}{\text{сек}}\right]$.

Мощность, равная $10^7 \frac{\text{э}}{\text{сек}}$, или $1 \frac{\text{дж}}{\text{сек}}$, называется ватт (вт).

43. Система MTS, или система метра-тонны-секунды.

Основные единицы $\left\{ \begin{array}{l} \text{Единица длины} — 1 \text{ метр } [1 \text{ м}]. \\ \text{Единица времени} — 1 \text{ секунда } [1 \text{ сек}]. \\ \text{Единица массы} — 1 \text{ тонна } [1 \text{ т}], \text{ равная } 1\,000\,000 \text{ г, или } 1000 \text{ кг.} \end{array} \right.$

Производные единицы.

1. Единица скорости: скорость такого равномерного движения, при котором каждую секунду проходит путь в 1 м $\left[\frac{\text{м}}{\text{сек}}\right]$.

2. Единица угловой скорости — та же, что в системе CGS.

3. Единица ускорения: ускорение такого равномерноускоренного движения, при котором скорость каждую секунду возрастает на 1 м в 1 секунду $\left[\frac{\text{м}}{\text{сек}^2}\right]$.

4. Единица плотности — плотность такого вещества, 1 м^3 которого имеет массу в 1 т $\left[\frac{\text{т}}{\text{м}^3}\right]$.

Эта единица, несмотря на иное обозначение, тождественна с единицей плотности в системе CGS, поэтому числовые значения плотностей различных веществ в системах MTS и CGS одинаковы.

5. Единица силы — 1 стень — это сила, которая 1 т сообщает ускорение $1 \frac{\text{м}}{\text{сек}^2}$; 1 стень = 10^8 дин $\left[\text{обозначение: } \text{сн, или } \frac{\text{т} \cdot \text{м}}{\text{сек}^2}\right]$.

6. Единица давления (напряжения) — пье́за [пз] — это давление, которое производится силой в 1 стень, действующей на площадь в 1 м^2 $\left[\text{т. е. } \frac{\text{сн}}{\text{м}^2}\right]$.

7. Единица работы и энергии — работа, совершаемая силой в 1 стень на пути 1 м, или килоджоуль [кдж] = 1000 джоулей = 10^{10} эргов.

Единица количества тепла — термия [тн], или количество теплоты, которое, будучи сообщено 1 т воды при $19,5^\circ$ под нормальным давлением, повышает температуру ее на 1° .

1 термия = 1000 больших калорий = 4,186 килоджоуля.

8. Единица мощности — 1 киловатт [*квт*], или мощность такого источника энергии, которым ежесекундно выделяется 1 килоджоуль.

44. Техническая система единиц.

Основные единицы {
Длина: единица — 1 метр.
Время: единица — 1 секунда.
Сила: единицей служит сила тяжести 1 килограмма-массы в точке земного шара, где ускорение $g = 980,665 \frac{см}{сек^2}$ на уровне моря. Впрочем, если за единицу силы принять (как часто и делают) вес массы 1 кг в каком-нибудь другом месте, то ошибка будет почти всегда меньше $\frac{1}{4} \%$. Технической единице силы дают название килограмм-сила, или просто 1 килограмм (сокращенное обозначение *кг*).

1. Единицы скорости $\left[\frac{м}{сек} \right]$, угловой скорости $\left[\frac{1}{сек} \right]$, ускорения $\left[\frac{м}{сек^2} \right]$ отличаются от единиц системы CGS лишь тем, что в них входит 1 м вместо 1 см.

3. Масса, или частное: $\frac{\text{сила}}{\text{ускорение}}$. Единицей служит масса такого тела, которому сила 1 кг сообщает ускорение $1 \frac{м}{сек^2}$ [обозначение: $\frac{кг \cdot сек^2}{м}$]. Эта техническая единица массы равна 9,81 килограмма-массы.

4. Давление (напряжение). Единицей служит $1 \frac{кг}{м^2}$, или давление, которое производится силой в 1 кг, действующей на площадь в 1 м².

5. Работа. Единица: 1 килограмметр (1 кгм) — работа, совершаемая силой в 1 кг на расстоянии 1 м.

6. Мощность. Единицей служит мощность такого источника энергии, который выделяет ежесекундно 1 килограмметр энергии $\left[1 \frac{кгм}{сек} \right]$.

До сих пор еще изредка употребляется более крупная единица, равная $75 \frac{кгм}{сек}$ и называемая паровой лошадию, *лошадиной силой* или просто *силой*. Сокращенное обозначение — НР (от английского horse power — лошадиная мощность).

1 л. с. = 736 вт.

45. Практические электрические единицы.

1. Единица количества электричества — 1 кулон. Практически 1 международный кулон С (ампер-секунда) определяется как количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в течение 1 сек. при силе тока в 1 международный ампер¹⁾.

2. Потенциал, напряжение, или частное: $\frac{\text{работа}}{\text{заряд}}$. Единицей служит такое напряжение, при котором в проводе выделяется 1 джоуль энергии при прохождении 1 кулона. Эта единица носит название вольт (V, в).

¹⁾ Международные единицы являются стандартными.

Практически определяют международный вольт как напряжение или электродвижущую силу, которые в проводнике, имеющем сопротивление в 1 международный ом, производят ток силой в 1 международный ампер.

3. Сила тока, или частное: $\frac{\text{заряд}}{\text{время}}$. Единица: 1 ампер (A, *a*)—сила такого неизменяющегося тока, когда по цепи ежесекундно проходит 1 кулон. Международный ампер определяется как сила неизменяющегося электрического тока, который отлагает 0,00111800 г серебра в 1 сек., проходя через водный раствор азотно-кислого серебра.

4. Сопротивление проводника, или частное: $\frac{\text{напряжение}}{\text{сила тока}}$. Единица: 1 ом (Ω)¹⁾—сопротивление такого провода, в котором при напряжении в 1 вольт получается ток в 1 ампер.

Международный ом определяется как сопротивление ртутного столбика (при неизменяющемся электрическом токе и при температуре тающего льда) длиной 106,300 см, имеющего сечение, одинаковое по всей длине, и массу в 14,4521 г.

5. Проводимость, или $\frac{1}{\text{сопротивление}}$. Единицей проводимости служит $\frac{1}{\text{ом}}$, т. е. проводимость проводника с сопротивлением в 1 ом. Этой единице дано название *мо*.

6. Единица мощности—1 международный ватт (W, *вт*)—это мощность неизменяющегося электрического тока силой в 1 (международный) ампер при напряжении в 1 (международный) вольт.

7. Единица работы—1 международная ватт-секунда (*Wsmc*), или 1 международный джоуль; она определяется как работа, совершаемая электрическим током в течение 1 сек. при мощности тока в 1 международный ватт.

8. Емкость конденсатора, или частное $\frac{\text{заряд}}{\text{напряжение}}$. Единица—1 международная фарада (F, *ф*)—это емкость конденсатора, заряжаемого до напряжения в 1 международный вольт одним международным кулоном.

Замечание. Емкостью аккумулятора называется наибольший заряд, какой может быть от него получен при разрядке, поэтому емкость аккумулятора выражают в единицах заряда (ампер часах).

9. Индуктивность (коэффициент самоиндукции)—коэффициент пропорциональности между током *I*, текущим по уединенному проводнику, и потоком индукции через контур данного проводника. Индуктивность численно равна числу линий индукции через контур проводника, по которому течет ток силой в 1 единицу. Единицей индуктивности служит 1 генри (H, *гн*).

Международный генри определяется двояко: или 1) как индуктивность электрической цепи, в которой индуцируется электродвижущая сила в 1 международный вольт при равномерном изменении тока в этой же цепи со скоростью 1 международного ампера в 1 сек., или 2) как взаимная индукция в системе двух электрических цепей, в одной из которых индуцируется электродвижущая сила в 1 международный вольт при равномерном изменении тока в другой цепи со скоростью 1 международного ампера в 1 сек.

¹⁾ Греческая буква омега.

46. Световые единицы.

1. Световым потоком называется мощность световой энергии, распространяющейся внутри некоторой части пространства, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит.

За единицу светового потока принимается 1 люмен (lm , или $лм$), точное значение которого для СССР определяется по эталонным электрическим лампам накаливания, выверяемым и хранимым Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологии и стандартизации.

1 люмен — это световой поток, излучаемый точечным источником света в 1 международную свечу внутри телесного угла в 1 стерадиан¹⁾.

2. За единицу силы света принята 1 международная свеча ($св$). Величина международной свечи установлена международным соглашением и сохраняется в национальных лабораториях в виде ламп накаливания. Полное излучение источника света с силой в 1 свечу равно $4\pi lm = 12,56 lm$.

3. Поверхностная плотность светового потока, или частное: $\frac{\text{световой поток}}{\text{площадь}}$. Эту величину иначе называют освещенностью, или

светимостью. Единицей поверхностной плотности светового потока (освещенности, светимости) является 1 фот (ph, ϕ), или поверхностная плотность светового потока в 1 люмен, равномерно распределенного на площади в 1 $см^2$.

Практической единицей поверхностной плотности световой энергии служит также 1 люкс. Люкс (lx , или $лк$) есть поверхностная плотность светового потока в 1 люмен, равномерно распределенного по площади 1 $м^2$; 1 $лк = 10^{-4} \phi$.

4. Единицей световой энергии является 1 люмен-секунда, или световая энергия, которая при световом потоке в 1 $лм$ расходуется в течение 1 сек.

5. Поверхностная плотность световой энергии, испускаемой или получаемой (количество освещения), или частное: $\frac{\text{световая энергия}}{\text{площадь}}$.

Единицей является 1 фот-секунда, или поверхностная плотность световой энергии, получаемой поверхностью при ее освещенности в 1 ϕ в течение 1 сек.

6. Яркость светящейся поверхности, или частное: $\frac{\text{световая мощность поверхности}^2)}{\text{площадь этой поверхности}}$. Единицей является 1 стильб,

или яркость равномерно светящейся плоской поверхности в перпендикулярном к ней направлении, испускающей в том же направлении свет силой в 1 международную свечу с 1 $см^2$.

47. Метрические приставки.

Сокращенное обозначение
междунар. русск.

Греч. корни	Мега-	= 1 000 000 = 10^6 (от греч. μέγας = великий)	М	мг
	Мириа-	= 10 000 = 10^4 (. . . μῖριοι = 10 000)	ma	—
	Кило-	= 1 000 = 10^3 (. . . χίλιοι = 1 000)	k	κ
	Гекто-(экто-)	= 100 = 10^2 (. . . ἑκατὼν = 100)	h	г
	Дека-	= 10 = 10^1 (. . . δέκα = 10)	da	дк

¹⁾ 1 $лм$ соответствует мощности приблизительно в $0,00161 \frac{W}{lm}$.

²⁾ Размерность этой величины, как видим, одинакова с размерностью поверхностной плотности светового потока.

Латинские корни		Сокращенное обозначение	
		междунар.	русск.
{	Деци- $=\frac{1}{10} = 10^{-1}$ (от лат. decem=10)	d	д
	Сантн- $=\frac{1}{100} = 10^{-2}$ (. . centum=100)	c	с
	Милли- $=\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ (. . mille=1000)	m	м
	Микро- $=\frac{1}{1000000} = 10^{-6}$ (греч. мнхр ос = малый)	μ ¹⁾	мк
	Миллимикро- $=\frac{1}{1000000000} = 10^{-9}$	mμ	ммк
	Микромикро- $= 10^{-12}$	μμ	мммк

48. Меры длины или линейные.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	междуна- родное	русское
1 километр = 1000 м = 10 ⁵ см	km	км
1 метр = 10 дм = 100 см = 1000 мм	m	м
1 сантиметр = $\frac{1}{100}$ м = 10 мм	cm	см
1 миллиметр = $\frac{1}{1000}$ м = $\frac{1}{10}$ см = 1000 μ	mm	мм
1 микрон = $\frac{1}{1000}$ мм = 10 ⁻⁶ м	μ	
1 миллимикрон, или микромиллиметр, = $\frac{1}{1000}$ μ = = 10 ⁻⁶ мм = 10 ⁻⁷ см	mμ ²⁾	
1 ангстрем = $\frac{1}{10}$ mμ = 10 ⁻⁷ мм = 10 ⁻⁸ см	Å	
1 нкс = $\frac{1}{1000}$ ангстрема = 10 ⁻⁷ μ = 10 ⁻¹⁰ мм = 10 ⁻¹¹ см	х	
1 морская миля = 1' земной окружности = 1852 м .		
1 световой год = 9,4627 × 10 ¹² км		
1 парсек ³⁾ = 3,259 свет. лет = 3,084 · 10 ¹⁸ см		

¹⁾ Греч. буква ми.

²⁾ Прежде миллимикрон обозначался через мμ.

³⁾ Парсек — это то расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом, равным 1 сек.

49. Меры площади.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 кв. километр = 10^6 м^2	км ²	км ² , или кв. км
Земельные меры { 1 гектар = 100 ар = 10 000 м ²	га	га
	а	а
1 ар = $\frac{1}{100}$ га = 100 м ²		
1 кв. метр = 100 дм ² = 10 000 см ² = 10 ⁶ мм ² . .	м ²	м ² , или кв. м
1 кв. дециметр = $\frac{1}{100}$ м ² = 100 см ² = 10 000 мм ² .	дм ²	дм ² , или кв. дм
1 кв. сантиметр = $\frac{1}{10000}$ м ² = $\frac{1}{100}$ дм ² = 100 мм ² .	см ²	см ² , или кв. см
1 кв. миллиметр = 10^{-6} м ² = $\frac{1}{10000}$ дм ² =		
= $\frac{1}{100}$ см ²	мм ²	мм ² , или кв. мм

50. Меры объема (вместимости).

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 куб. километр = 10^9 м^3	км ³	км ³ , или куб. км
1 куб. метр = 1000 дм ³ = 10 ⁶ см ³	м ³	м ³ , или куб. м
1 куб. дециметр = $\frac{1}{1000}$ м ³ = 1000 см ³ . . .	дм ³	дм ³ , или куб. дм
1 куб. сантиметр = 10^{-6} м ³ = $\frac{1}{1000}$ дм ³ =		
= 1000 мм ³	см ³	см ³ , или куб. см
1 куб. миллиметр = $\frac{1}{1000}$ см ³	мм ³	мм ³ , или куб. мм

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
Меры дров $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ стер} = 1 \text{ м}^3 \\ 1 \text{ децистер} = \frac{1}{10} \text{ стера} \end{array} \right.$	st dst	
1 килолитр = 1000 л = 1 м ³	kl	кл
1 гектолитр = $\frac{1}{10}$ кл = 100 л	hl	гл
1 декалитр = $\frac{1}{10}$ гл = 10 л	dkl	дкл
1 литр = 1 дм ³ = 1000 см ³ 1)	l	л
1 децилитр = $\frac{1}{10}$ л = 100 см ³	dl	дл
1 сантилитр = $\frac{1}{100}$ л = 10 см ³	cl	сл
1 миллилитр = $\frac{1}{1000}$ л = 1 см ³	ml	мл
1 микролитр = 10 ⁻⁶ л = 1 мм ³	λ ²)	мкл

51. Меры времени.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
Тропический год = 365 сут. 5 час. 48 мин. 46 сек. = 365, 2422 сут. среднего солнечного времени . .	T	г.
1 средние солнечные сутки = 24 средн. солн. часам = 86 400 средн. солнечи. секундам	d	сут.
1 средний солнечный час = 60 средн. солнечи. минутам = 3600 сред. солнечи. секундам	h	ч
1 средняя солнечная минута = 60 средн. солнечи. секундам	min	мин.

1) Строго говоря, 1 л есть объем 1 кг чистой воды при температуре наибольшей плотности и под давлением, равным нормальному атмосферному; найдено, что 1 л = 1,000027 дм³.

2) Греч. буква *лямбда*.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 средняя солнечная секунда $= \frac{1}{86\,400}$ средн. солнечн. суток 1 звездные сутки $= 23,93$ средн. солнечн. часа $= 86\,164$ средн. солнечн. секундам 1 звездный час $= 59,83$ средн. солнечн. минуты $= 3590$ средн. солнечн. секундам ¹⁾	sec	сек

52. Меры скорости.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 метр в секунду $= 100 \frac{см}{сек} = 3,6 \frac{км}{час}$	$\frac{м}{сек}$	$\frac{м}{сек}$
1 сантиметр в секунду $= \frac{1}{100} \frac{м}{сек}$. .	$\frac{см}{сек}$	$\frac{см}{сек}$
1 километр в час $= 0,2778 \frac{м}{сек} = 27,78 \frac{см}{сек}$	$\frac{км}{ч}$	$\frac{км}{час}$

53. Превращение $1 \frac{км}{час}$ в $\frac{м}{сек}$.

$\frac{км}{час}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5
10	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	5,3
20	5,6	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1
30	8,3	8,6	8,9	9,2	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	10,8
40	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,3	13,6
50	13,9	14,2	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	16,1	16,4
60	16,7	16,9	17,2	17,5	17,8	18,1	18,3	18,6	18,9	19,2
70	19,4	19,7	20,0	20,3	20,6	20,8	21,1	21,4	21,7	21,9
80	22,2	22,5	22,8	23,1	23,3	23,6	23,9	24,2	24,4	24,7
90	25,0	25,3	25,6	25,8	26,1	26,4	26,7	26,9	27,2	27,5
100	27,8	28,1	28,3	28,6	28,9	29,2	29,4	29,7	30,0	30,3

¹⁾ Звездные единицы времени употребляются только в астрономии; в прочих науках, как и в гражданской жизни, употребляются исключительно солнечные единицы.

54. Меры угловой скорости.

1 радиан в секунду = 57,30 градуса в секунду = 9,55 оборота в минуту.

1 градус в секунду = 0,1745 радиана в секунду = 0,1667 оборота в минуту.

1 оборот в минуту = 0,1047 радиана в секунду = 6 градусам в секунду.

55. Меры частоты.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 мегагерц = 1000 килогерцов = 1 000 000 герцов	MHz	мггц
1 килогерц = $\frac{1}{1000}$ мегагерца = 1000 герцов .	kHz	кгц
1 герц = $\frac{1}{1000000}$ мегагерца = $\frac{1}{1000}$ килогерца	Hz	гц

56. Меры массы.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 тонна = 10 ц = 1000 кг	t	т
1 центнер (квинтал) = $\frac{1}{10}$ т = 100 кг . . .	q	ц
1 килограмм (кило) = $\frac{1}{1000}$ т = 1000 г . . .	kg	кг
1 гектограмм = $\frac{1}{10}$ кг = 100 г	hg	—
1 декаграмм = $\frac{1}{100}$ кг = 10 г	dkg	дкг
1 грамм = $\frac{1}{1000}$ кг = 1000 мг	g	г
1 дециграмм = $\frac{1}{10}$ г = 100 мг	dg	дг

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 сантиграмм $= \frac{1}{10} \partial z = \frac{1}{100} z = 10 \text{ мг}$. . .	cg	сг
1 миллиграмм $= \frac{1}{10} сг = \frac{1}{100} \partial z = \frac{1}{1000} z$. .	mg	мг
1 микрограмм $= \frac{1}{1000} \text{ мг} = 10^{-6} z$	$\gamma^1)$	
1 карат (метрический) $= \frac{1}{5} z = 2 \partial z = 200 \text{ мг}$	$\kappa^2)$	

57. Меры силы.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 тонна (сила) $= 1000 \text{ кг} = 9,81 \text{ стена}$. . .	T	T
1 килограмм (сила) $= \frac{1}{1000} T = 0,98 \text{ санти-}$ стена (мегадины) $= 980\,000 \text{ дин}$	kG	кг
1 грамм (сила) $= \frac{1}{1000} \text{ кг} = 981 \text{ динам}$	G	Г
1 миллиграмм (сила) $= \frac{1}{1000} \text{ Г} = 10^{-6} \text{ кг} =$ $= 0,98 \text{ дин}$	mG	мГ
1 мегадина $= 10^6 \text{ динам} = \frac{1}{100} \text{ стена} = 1,02 \text{ кг}$		
1 дина $= 1,02 \text{ миллиграмма-силы}$	dn	дн
1 стен $= 10^8 \text{ динам} = 100 \text{ мегадинам} = 102 \text{ килограмм-силы}$	sn	сн

1) Греч. буква — гамма.

2) Греч. буква — каппа.

58. Меры давления (напряжения).

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 мегабар = 10^6 бар = 1 мегадине на 1 см^2 = = 1 гектопьезе = 0,987 нормальной атмосфе- ры = давлению 750,1 мм ртутного столба = = 1,020 технической атмосферы		
1 бар = 10^{-6} мегабара = 1 дине на 1 см^2 = = $\frac{1}{10\,000}$ пьезы	B	б
1 гектопьеза = 100 пьезам $\approx 1,02$ килограмма- силы на $1 \text{ см}^2 \approx 10,2 \text{ м}$ водяного столба \approx $\approx 750 \text{ мм}$ ртутного столба	hpz	гпз
1 пьеза = 1 стену на $1 \text{ м}^2 \approx 1,02$ килограмма- силы на $1 \text{ дм}^2 = 10\,000$ бар = $\frac{1}{100}$ мегабара = = 0,00987 нормальной атмосферы \approx давле- нию 7,50 мм ртутного столба $\approx 0,0102$ тех- нической атмосферы $\approx 102 \text{ мм}$ водяного столба ¹⁾	pz	пз
1 сантипьеза = $\frac{1}{100}$ пьезы = 100 бариям . .	cpz	
1 нормальная атмосфера = давлению 760 мм ртутного столба при 0°Ц $\approx 1,033$ технической атмосферы = давлению 10330 килограммов-сил на $1 \text{ м}^2 = 1,013$ гектопьезы = 1,013 мегабара.	Atm	ат
1 техническая атмосфера = давлению 1 кило- грамма-силы на 1 см^2 = давлению 10 000 ки- лограммов-сил на $1 \text{ м}^2 = 0,968$ нормальной атмосферы = давлению 735,5 мм ртутного столба = давлению 10 м водяного столба \approx $\approx 0,98$ гектопьезы = 0,98 мегабара	$\frac{kG}{\text{см}^2}$, или at	$\frac{кг}{\text{см}^2}$
1 килограмм-сила на $1 \text{ мм}^2 = 100$ техническим атмосферам = 0,98 мирнапьезы = 98 мегабарам	$\frac{kG}{\text{мм}^2}$	$\frac{кг}{\text{мм}^2}$
1 килограмм-сила на $1 \text{ м}^2 = \frac{1}{10\,000}$ техниче- ской атмосферы = 0,98 сантипьезы = 98 барам	$\frac{kG}{\text{м}^2}$	$\frac{кг}{\text{м}^2}$
1 метр ртутного столба = 1000 мм ртутного столба = 1,316 нормальной атмосферы = 1,360 технической атмосферы = 1,333 гектопьезы = = 1,333 мегабара.	mHg	
1 миллиметр ртутного столба = 0,001316 нор- мальной атмосферы = 1,333 барам = 1,360 грам- ма-силы на $1 \text{ см}^2 = 0,1333$ пьезы = 0,0136 водя- ного столба	mm Hg	мм Hg
1 метр водяного столба = 0,1 килограмма-силы на 1 см^2		м H ₂ O
1 миллиметр водяного столба = 0,001 кило- грамма-силы на 1 см^2		мм H ₂ O

¹⁾ Высота водяного столба дается при 4° Ц.

59. Меры работы и энергии.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 мегаджоуль = 1000 килоджоулей = 10^6 джоулям = 10^{18} эргам = 0,278 киловатт-часа = 102 000 килограмметров = 0,378 сило-часа .	MJ	—
1 килоджоуль = 1000 джоулей = 0,278 ватт-часа = 102 килограмметрам = 0,000378 сило-часа	kJ	кдж
1 джоуль = 1 ватт-секунде = 10^7 эргам = 10 мегаэргам = 0,102 килограмметра	J	дж
1 вольткулон = 1 джоулю		
1 киловатт-час = работе 1 киловатта в течение часа = 10 гектоватт-часам = 3,6 мегаджоуля = 367 000 килограмметров = 1,36 сило-часа	kWh	квт-ч
1 гектоватт-час = $\frac{1}{10}$ киловатт-часа = 0,36 мегаджоуля = 360 000 джоулей	hWh	гвт-ч
1 ватт-час = $\frac{1}{1000}$ киловатт-часа = 3,6 килоджоуля = 3 600 джоулей = 0,00136 сило-часа = 367 килограмметрам	Wh	вт-ч
1 ватт-секунда = 1 джоулю	Ws	
1 мегаэрг = 10^8 эргов = $\frac{1}{10}$ джоуля = 0,0102 килограмметра.		
1 эрг = 1 дин-сантиметру = $1,02 \times 10^{-8}$ килограмметрам.		
1 килограмметр = $98,0665 \times 10^8$ эргам $\approx 9,8$ джоуля $\approx 0,0098$ килоджоуля $\approx 0,00272$ ватт-часа	kGm	кгм
1 сило-час = работе паровой лошади в течение часа = 270 000 килограмметров = 2,65 мегаджоуля = 0,736 киловатт-часа	HP _h	
1 вольт-фарадей = 96 500 джоулям.		
1 литр-атмосфера = 101,3 джоуля.		

60. Меры мощности.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 киловатт = мощности, производящей килоджоуль в 1 сек. = 1000 ватт = 10^{10} эргам в 1 сек. ≈ 102 килограммометрам в 1 сек. $\approx 1,36$ паровой лошади	kW	квт
1 гектоватт = $\frac{1}{10}$ киловатта = 10,2 килограммометра в 1 сек.	hW	гвт
1 ватт = $\frac{1}{1000}$ киловатта = 1 джоулю в 1 сек. = 10^7 эргам в 1 сек. = 0,102 килограммометра в 1 сек. = 0,00136 паровой лошади	W	вт
1 вольт-ампер = 1 ватту 1 килограмметр в 1 сек. = 9,8 ватта = 0,0098 киловатта = 98×10^6 эргов в 1 сек. = $\frac{1}{75}$ (=0,0133) паровой лошади	$\frac{\text{kGm}}{\text{sec}}$, или $\frac{\text{kGm}}{\text{s}}$	$\frac{\text{кгм}}{\text{сек}}$
1 паровая лошадь (лошадиная сила) = 75 килограммометрам в 1 сек. = 736 ваттам = 0,736 киловатта . .	HP	лс

61. Перевод лошадиных сил (HP) в киловатты.

HP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,74	1,47	2,21	2,94	3,68	4,42	5,15	5,89	6,62
10	7,36	8,10	8,83	9,57	10,30	11,04	11,78	12,51	13,25	13,98
20	14,72	15,46	16,19	16,93	17,66	18,40	19,13	19,87	20,61	21,34
30	22,08	22,82	23,55	24,29	25,02	25,76	26,49	27,23	27,97	28,70
40	29,44	30,18	30,91	31,65	32,38	33,12	33,85	34,59	35,33	36,06
50	36,80	37,54	38,27	39,01	39,74	40,48	41,21	41,95	42,69	43,42

62. Перевод киловаттов (kW) в лошадиные силы.

kW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1,36	2,72	4,08	5,43	6,79	8,15	9,51	10,87	12,23
10	13,59	14,95	16,30	17,66	19,02	20,38	21,74	23,10	24,46	25,82
20	27,17	28,53	29,89	31,25	32,61	33,97	35,33	36,68	38,04	39,40
30	40,76	42,12	43,48	44,84	46,20	47,55	48,91	50,27	51,63	52,99
40	54,35	55,71	57,07	58,42	59,78	61,14	62,50	63,86	65,21	66,58
50	67,94	69,29	70,65	72,01	73,37	74,73	76,09	77,45	78,80	80,16

63. Меры количества теплоты.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 термия = 1000 больших калорий = = 10^6 малым калориям	th	
1 кило-калория (килограмм-кало- рия, миллитермия) = $\frac{1}{1000}$ термии = = 1000 калорий	kcal, или mth	ккал
1 калория (грамм-калория, микро- термия) = $\frac{1}{1000}$ килокалории = 10^{-6} термиям	cal, или pth	кал
1 фригория = 1 килокалории (с пере- менной знака) ¹⁾	frg	

64. Эквивалентность теплоты и работы.

- 1 термия эквивалентна 4,186 мегаджоуля, или 427 000 килограммометров.
- 1 килокалория эквивалентна 4,186 килоджоуля, или 427 килограммометрам,
или 5,688 сило-секундам.
- 1 калория эквивалентна 4,186 джоулям, или 0,427 килограммометрам.
- 1 мегаджоуль эквивалентен 0,239 термии.
- 1 килоджоуль эквивалентен 0,239 килокалориям.
- 1 джоуль эквивалентен 0,239 калориям.
- 1 киловатт-час эквивалентен 860 килокалориям.
- 1 ватт-час эквивалентен 860 калориям.
- 1 килограммометр эквивалентен $\frac{1}{427}$ (=0,00234) килокалориям.
- 1 силочас эквивалентен 633 большим колориям.
- 1 вольт-фарадей эквивалентен 23,06 килокалориям.
- 1 литр-атмосфера эквивалентна 24,21 калориям.

¹⁾ Фригорию можно определить как количество тепла, которое должно быть отнято от 1 кг воды для понижения ее температуры на 1°. Эта единица употребляется при расчетах действия холодильных устройств.

65. Термометрические шкалы.

Ш к а л а	Точка таяния льда	Точка кипения воды	Промежуток
	(в г р а д у с а х)		
Цельсий (Ц или С)	0	100	100
Абсолютная (К)	273,16	373,16	100
Реомюр (Р или R)	0	80	80
Фаренгейт (Ф или F)	32	212	180

$$1^{\circ} \text{ Реомюра} = \frac{5^{\circ}}{4} \text{ Цельсия} = \frac{9^{\circ}}{4} \text{ Фаренгейта.}$$

$$1^{\circ} \text{ Фаренгейта} = \frac{5^{\circ}}{9} \text{ Цельсия} = \frac{4^{\circ}}{9} \text{ Реомюра.}$$

$$1^{\circ} \text{ Цельсия} = \frac{4^{\circ}}{5} \text{ Реомюра} = \frac{9^{\circ}}{5} \text{ Фаренгейта.}$$

66. Меры количества электричества.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 килокулон = 1000 кулонов	kC	
1 кулон = 3×10^9 электростатическим единицам CGS	C	к
1 ампер-секунда = 1 кулону		
1 ампер-час = 3600 ампер-секунд = 3600 кулонам = = 3,6 килокулона	Ah	а-ч
1 электростатическая единица CGS = $3,33 \times 10^{-10}$ кулона		
1 фарадей = 96 500 кулонов		
1 электронный заряд = $4,771 \times 10^{-10}$ электро- статической единицы CGS = $1,59 \times 10^{-19}$ кулонов	e	

67. Меры силы тока.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 килоампер = 1000 амперов = 1000 кулонов в 1 сек.	kA	
1 ампер = 1 кулону в 1 сек.	A	а
1 миллиампер = $\frac{1}{1000}$ ампера	mA	ма
1 микроампер = $\frac{1}{1000}$ миллиампера = 10^{-6} амперам.	μA	мка

68. Меры напряжения, или разности потенциалов.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 киловольт = 1000 вольт	kV	кв
1 вольт = $\frac{1}{1000}$ киловольта = 1000 милливольтам = = 10^6 микровольтам	V	в
1 милливольт = $\frac{1}{1000}$ вольта	mV	мв
1 микровольт = $\frac{1}{1000}$ милливольт = 10^{-6} вольт . .	μ V	мкв

69. Меры электрического сопротивления.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 мегом = 10^6 омов	M Ω	МГОМ
1 ом = 10^{-6} мегома = 10^6 микромам	Ω	ОМ
1 микром = 10^{-6} ома	$\mu\Omega$	МКОМ

70. Меры индуктивности (коэффициент самоиндукции).

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 генри [другие названия: квадрант ¹⁾ , секом, ом-секунда] = 1000 миллигенри = 10^9 см	H	гн
1 миллигенри = $\frac{1}{1000}$ генри = 10^6 см	mH	мгн
1 сантиметр = 10^{-6} миллигенри = 10^{-9} генри . . .	см	см

¹⁾ Подразумевается квадрант (т. е. четверть) земной окружности.

71. Меры электростатической емкости.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 фарада = 10^6 микрофарадам = 9×10^{11} см	F	ф
1 микрофарада = 10^{-6} фарады = 9×10^5 см	μF	мкф
1 микромикрофарада = 10^{-6} микрофарады = 10^{-12} фарады = 0,9 см	μμF	мкмкф
1 сантиметр = 1,11 микромикрофарады = 0,000 001 11 микрофарады = $\frac{1}{9} \times 10^{-11}$ фарады	см	см

72. Меры светового источника (или меры силы света).

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 международная свеча (candle)	с	св ¹⁾
1 свеча Гейфнера ²⁾ = 0,9 международной свечи . . .	НК	

73. Меры светового потока.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 килोलюмен = 1000 люменов	klm	к.л.м
1 люмен	lm	л.м

¹⁾ Для световых единиц следует употреблять по возможности международное сокращенное обозначение.

²⁾ Применяется, главным образом, в Германии.

**74. Меры поверхностной плотности светового потока:
освещенности и светимости.**

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 фот ¹⁾ = 1000 миллифотов	ph	ф
1 миллифот = $\frac{1}{1000}$ фота	mph	мф
Мера освещенности: 1 люкс = $\frac{1}{10}$ миллифота = = $\frac{1}{10000}$ фота	lx	лк

75. Меры световой энергии.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 люмен-секунда = $\frac{1}{3600}$ люмен-часа	lm-s	лм-с
1 люмен-час = 3600 люмен-секунд = $\frac{1}{1000}$ килोलюмен- часа	lm-h klm-h	лм-ч клм-ч
1 килोलюмен-час = 1000 люмен-часов		

**76. Меры поверхностной плотности световой энергии,
испускаемой или получаемой.**

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 фот-секунда = $\frac{1}{3600}$ фот-часа	ph-s	ф-с
1 фот-час = 3600 фот-секунд ²⁾	ph-h	ф-ч
Единица поверхностной плотности получаемой световой энергии: 1 люкс-час = 0,36 фот-секунды . .	lx-h	лк-ч

1) Если хотят подчеркнуть, что фот применяется в качестве единицы светимости, то дают ему название рад фот (грh; рф).

2) Если хотят подчеркнуть, что фот-секунда применяется в качестве единицы поверхностной плотности *испускаемой* световой энергии, то дают ей такое название: радфот-секунда (грh-с; рф-с).

77. Меры яркости.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращенное обозначение	
	международное	русское
1 стильб = 1000 миллистильбов	sb	<i>сб</i>
1 миллистильб = $\frac{1}{1000}$ стильба	msb	<i>мсб</i>

78. Мера силы оптических систем.

1 диоптрия [D или d] = оптической силе стекла с фокусным расстоянием в 1 м.

79. Британские, североамериканские и прежние русские меры в сравнении с метрическими.

1. Меры длины.

1 ярд = 0,91440 м.

1 фут (английский и русский) = $\frac{1}{3}$ ярда = 0,30480 м.

1 инч (англ.) = 1 дюйму = $\frac{1}{12}$ фута = 25,400 мм.

1 аршин = 28 дюймам = $2\frac{1}{3}$ фута = 71,120 см.

1 сажень = 7 футам = 3 аршинам = 2,13360 м.

1 вершок = $\frac{1}{16}$ аршина = 4,4450 см.

1 миля англ. = 1760 ярдам = 1609 м = 1,609 км.

1 верста = 500 саженям = 1,0668 км.

2. Меры площади.

1 кв. инч = 1 кв. дюйму = 6,452 см².

1 кв. фут = 144 кв. инчам (дюймам) = 0,09290 м².

1 кв. ярд = 0,8361 м².

1 кв. аршин = 0,5058 м².

1 кв. сажень = 4,552 м².

1 кв. вершок = 19,76 см².

1 кв. миля (англ.) = 2,590 км².

1 акр = $\frac{1}{640}$ кв. мили (англ.) = 40,47 ара.

1 десятина = 2400 кв. сажен = 1,0925 гектара.

3. Меры объема.

1 куб. инч = 1 куб. дюйму = $16,39 \text{ см}^3 = 0,01639 \text{ л}$.

1 куб. фут = 1 728 куб. инчам (дюймам) = 28,32 л.

1 куб. сажень = $9,7125 \text{ м}^3$.

1 (трехчетвертная, однополенная) сажень (мера дров), иначе — швырок = $\frac{1}{4}$ куб. сажени = $2,428 \text{ м}^3$ (стера).

1 куб. вершок = $87,82 \text{ см}^3$.

1 галон англ. = $4,546 \text{ л}$.

1 галон североамериканский = $3,785 \text{ л}$.

1 бушель английский = $36,348 \text{ л}$.

1 бушель североамериканский = $35,238 \text{ л}$.

1 четверть = 2,099 гектолитра.

1 ведро = $12,30 \text{ л}$.

1 винная бутылка = $\frac{1}{16}$ ведра = $0,7687 \text{ л} (\approx 769 \text{ см}^3)$.

1 водочная бутылка = $\frac{1}{20}$ ведра = $0,6149 \text{ л} (\approx 615 \text{ см}^3)$.

4. Меры массы (веса).

Зверьюлойз
(avoirdupois),
или обычный
торговый вес

1 англ. тонна = 2240 англ. торговым фунтам = 1,016 метрической тонны.

1 англ. торговый фунт (сокращенно lb) = 16 торговым аунсам (унцам, oz) = 256 дремам (драхам) = 7000 гренов (гранов, gr) = $453,6 \text{ г}$.

Тройский (троу)
вес для золота,
серебра и торго-
вых камней

1 англ. тройский фунт (lb) = 12 тройским аунсам (oz) = 5760 гренам (gr) = $373,2 \text{ г}$.

1 золотой карат = $\frac{1}{2}$ тройского аунса = 240 гренам = $15,55 \text{ г}$.

1 алмазный карат = $0,2053 \text{ г}$.

1 пуд = $16,38050 \text{ кг}$.

Прежний русский вес

1 русский фунт = $\frac{1}{40}$ пуда = 96 золотникам = $409,5124 \text{ г}$.

1 золотник = $\frac{1}{96}$ фунта = $4,26575 \text{ г}$.

1 доля = $\frac{1}{9216}$ фунта = $\frac{1}{96}$ золотника = $44,435 \text{ мг}$.

1 карат = 1 англ. алмазному карату = $205,30 \text{ мг}$.

5. Меры скорости.

1 фут в секунду = $0,3048 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

1 англ. миля в час = $1,609 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 0,4470 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

1 узел = 1 морской миле в час = $1,852 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 0,5144 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

1 верста в час = $1,067 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 0,2963 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

6. Меры плотности (удельного веса).

1 англ. торговый фунт в 1 куб. инче $= 27,68 \frac{2}{\text{см}^3}$.

1 англ. торг. фунт в 1 куб. футе $= 0,01602 \frac{2}{\text{см}^3}$.

1 русск. фунт в 1 куб. дюйме $= 24,99 \frac{2}{\text{см}^3}$.

7. Меры давления (напряжения).

1 англ. торг. фунт на 1 кв. фут $= 479$ барам $= 0,000473$ нормальной атмосферы $= 0,000488$ технической атмосферы.

1 англ. торг. фунт на 1 кв. инч $= 68\,900$ барам $= 0,06811$ нормальной атмосферы $= 0,0703$ технической атмосферы.

1 русск. фунт на 1 кв. дюйм $= 62\,250$ барам $= 0,06144$ нормальной атмосферы $= 0,06347$ технической атмосферы.

1 дюйм [1 инч] ртутного столба при $0^\circ = 33\,860$ барам $= 0,03342$ нормальной атмосферы $= 0,03452$ технической атмосферы.

8. Меры энергии.

1 англ. фунтофут $= 1,356$ джоуля $= 0,1383$ килограмметра.

1 пудофут $= 48,96$ джоуля $= 4,993$ килограмметра.

1 британский силочас $= 0,746$ киловатт-часа $= 274\,000$ килограмметров $= 2,69$ мегаджоуля $= 1,014$ метрического силочаса.

1 британская тепловая единица [BTU] $=$ количеству тепла, повышающему температуру 1 англ. фунта воды на 1° Фаренгейта $= 0,252$ килокалории.

9. Меры мощности.

1 английский фунто-фут в 1 сек. $= 1,356$ ватта $= 0,001844$ паровой лошади (метрической).

1 пудо-фут в 1 сек. $= 48,96$ ватта $= 0,0666$ паровой лошади (метрической).

1 британская лошадиная сила $= 0,746$ киловатта $= 1,014$ паровой лошади (метрической).

IV. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ И УДЕЛЬНАЯ ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ.

80. Универсальные постоянные.

Наименование универсальной постоянной	Обозна- чение	Величина
Гравитационная постоянная	G	$6,66 \cdot 10^{-8} \text{ дн} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{г}^{-2}$
Скорость света в пустоте	c	$299\,860 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$
Положение абсолютного нуля темпера- туры по шкале Цельсия		$-273,16^\circ \text{ Ц.}$
Объем, занимаемый 1 граммолекулой (граммом) идеального газа при 0° Ц и при нормальном давлении (760 мм ртут- ного столба)	V_0	$22,41 \text{ л}$
Универсальная газовая постоянная:	R	
для давления, выраженного в $\frac{\text{дн}}{\text{см}^2}$ и объема в см^3		$8,315 \cdot 10^7 \text{ э} \cdot \text{град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
для давления, выраженного в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ и объема в см^3		$84,80 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
для давления, выраженного в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ и объема в м^3		$0,848 \text{ кгм} \cdot \text{град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
для давления, выраженного в атмосфе- рах и объема в л		$0,08206 \text{ л} \cdot \text{атм} \cdot \text{град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
для давления, выраженного в мм ртут- ного столба и объем см^3		$6,237 \cdot 10^4 \text{ мм рт. ст.} \cdot \text{см}^3$
для произведения давления на объем, выраженного в кал.		$1,987 \text{ кал} \cdot \text{град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
Авогадрово число	N_0	$6,06 \cdot 10^{23}$
Число Лошмита	n_0	$2,7 \cdot 10^{19}$
Число Фарадея	F	96 494 кулона
Заряд электрона	e	$4,771 \cdot 10^{-10}$ электростатиче- ских единиц CGS, или $1,59 \cdot 10^{-19}$ кулона
Масса водородного атома	m_H	$1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
Постоянная Планка	h	$6,55 \cdot 10^{-27} \text{ э} \cdot \text{сек.}$

81. Удельная газовая постоянная.

Уравнение Клапейрона (обобщающее закон Бойля и Гей-Люссака), написанное для 1 кг газа, будет иметь вид:

$$\frac{pV}{T} = 1000 \frac{R}{m} = A = \text{const.}$$

Здесь p — давление газа;

V — объем, занятый 1 кг газа;

T — абсолютная температура ($T \approx 273,16 + t$, где t — температура по шкале Цельсия);

m — молекулярный вес газа.

Постоянная A носит название удельной газовой постоянной. Как показывает приведенная формула, удельная газовая постоянная легко может быть вычислена из универсальной газовой постоянной, если известен молекулярный вес m газа (значения m для различных газов приведены в таблице 95).

Ниже приведены значения¹⁾ удельной газовой постоянной A для случая, когда давление p выражено в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ и объем 1 кг газа V выражен в м^3 .

Г а з	Химическая формула	Удельная газовая постоянная A $\frac{\text{кгМ}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$
Воздух	—	29,27
Водород	H_2	422,6
Кислород	O_2	26,47
Азот	N_2	30,13
Оксись азота	NO	28,19
Закись азота	N_2O	19,14
Оксись углерода	CO	30,26
Углекислота (угольный ангидрид)	CO_2	19,14
Сернистый ангидрид	SO_2	13,15
Метан (болотный газ)	CH_4	52,95
Этилен	C_2H_4	30,26
Пары воды	H_2O	47,06
Пары спирта	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	18,42
Пары бензола	C_6H_6	10,86

¹⁾ Эти значения удельной газовой постоянной A вычислены не из универсальной постоянной R , а непосредственно из плотности газов при определенном давлении и температуре.

V. МЕХАНИКА (УПРУГОСТЬ, ПРОЧНОСТЬ, ТРЕНИЕ).
82. Упругость и сопротивление различных материалов ¹⁾.

Материал	Модуль ¹⁾ упругости E в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	Разрушающее усилие в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$			
		при растя- жении	при сжатии	при сгибе	при сдвиге
Сталь мягкая с 0,14% углерода	2 100 000	5 000	4 000	—	—
Сталь твердая с 0,51% углерода		6 500	4 600	—	—
Сталь инструментальная с 0,96% углерода		9 500	6 700	—	—
Стальная проволока		8 000	—	—	—
Железо тянутое	2 100 000	6 100	2 500	3 000	2 800
" отожженное		4 700	—	—	—
" литое		4 500	—	—	—
" сварочное		4 000	3 700	—	3 700
Чугун	1 000 000	1 000—2 200	3 700—8 800	—	—
Медь	1 200 000	2 400	4 200	—	—
Медная проволока		4 200	—	—	—
Латунь	1 000 000	2 200	800	—	—
Латунная проволока		3 700	—	—	—
Фосфористая бронза ²⁾		—	—	—	—
То же в виде проволоки	—	11 000	—	—	—
Свинец	170 000	130—220	—	—	—
Алюминий	700 000	1 100	—	—	—
Магналий (сплав магния с алюминием, от 2 до 23% Mg)	—	2 000	—	—	—
Цинк прокатанный	150 000	1 900	1 000	—	—
Дерево вдоль волокон:					
Ясень	—	1 200	—	—	—
Сосна	100 000	700	200	400	40
Дуб	100 000	700	700	700	50
Ель	100 000	700	300	500	50
Бук	170 000	1 300	300	700	80
Стекло	500 000—800 000	250	—	—	—
Кирпич	100 000	20	60	—	—
Кожаные ремни	1 200—2 200	300	—	—	—

¹⁾ Если проволока или стержень, имеющий длину L и поперечное сечение S растягивается грузом P , то он получает некоторое удлинение l . В известных пределах относительное удлинение $\frac{l}{L}$ пропорционально растягивающему усилию $\frac{P}{S}$, поэтому можно написать: $\frac{P}{S} = E \frac{l}{L}$.

Коэффициент пропорциональности E зависит только от вещества стержня (проволоки) и от единиц, которыми измеряются P и S . Он называется *модулем упругости*, или модулем Юнга. В таблице значения модуля упругости даны в килограммах-силах на 1 см^2 .

²⁾ Сплав меди (90—95%), олова и небольшого количества фосфора.

83. Некоторые физические и механические свойства цветных металлов и сплавов

Металл	Плотность	Сопротивление в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{мм}^2}$		Модуль Юнга в $10^3 \frac{\kappa\Gamma}{\text{мм}^2}$	Коэффициент расширения $\times 10^6$	Температура $\frac{\text{град}}{\text{см}^3 \text{ сек. град}}$
		на разрыв	на сжатие			
Алюминий литой	2,56	8,5—10,5	8,5	5,5—8	—	—
„ прокатный	2,68	17—28	—	8	23,1	0,34
Алюминиевая проволока	2,70	14—28	—	5,5—8,5	23,1	0,34
„ бронза	7,7—8,3	42—63	84	—	—	—
Алюминиевые сплавы	2,7—3,1	10—30	11—70	—	—	—
Бронза подшипников	8,5—8,9	18—35	56	—	17—22	—
„ пушечн. металла	—	18—39	—	7—8,5	—	—
„ марганцевая	8,4	53—63	88—105	10,5	—	—
„ фосфористая	—	25—35	—	10	17	—
Бронза фосфорист., твердотяннутая	—	80—100	—	—	17	—
Бронза кремнистая	—	39—53	—	—	—	—
Бронза кремнист., твердотяннутая	—	67—81	—	—	—	—
Бронза Тобина	8,40	42—70	127	3	—	—
Дельта металл. литой	—	31	—	—	—	—
„ металл. катаный	—	50—60	—	9	—	—
„ металл. провол.	—	70	—	—	—	—
Дуралюминий	2,8	35—42	31	7,5	2,26	—
Золото	19,3	14—21	—	5,5	14,4	0,70
Латунь лятая	8,5	13—17	21	6,5	17—22	0,23
„ проволока	8,46	28—105	—	10	—	0,31
Магний	1,74	21	—	—	26	0,37
Медь литая	8,5—8,9	15—18	28—42	6,5—8,5	—	—
„ прокатная	8,9	20—25	—	—	16,7	0,84
Медная проволока	8,89	25—50	—	8,5—11	16,7	0,84
Никель	8,6—8,9	28—60	—	17—19	12,6	0,14
Олово	7,30	2,5—3,5	—	3	21	0,15
Палладий	11,4	27	—	—	11	0,17
Платина	21,4	21—35	—	—	8,8	0,17
Пушечный металл	—	15—19	—	7—8	—	—
Свинец	11,3	1,1—2,1	—	—	28	0,084
Серебро	10,5	28—31	—	—	19	0,10
Цинк литой	6,87	4—9	12,5	8—9	26	—
„ прокатный	7,19	15—20	—	8—9	26	0,27

84. Наибольшие допускаемые напряжения¹⁾ (в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$) в различных металлах при спокойной нагрузке.

М е т а л л	Растяжение	Сжатие	Гнутые	Сдвиг
Литое железо	900—1 200	900—1 200	900—1 200	720—960
Литая сталь	1 200—1 500	1 200—1 500	1 200—1 500	960—1 200
Стальные отливки	600—900	900—1 200	750—1 050	480—840
Чугун	300	900	—	300

Нормы этой таблицы относятся к спокойной нагрузке. Если нагрузка—переменная или если сооружение подвергается колебаниям, то допускаемое напряжение уменьшается раза в 1,5—2, а если сооружение подвержено толчкам, то допускаемые напряжения нужно считать, примерно, в 3 раза меньше сравнительно с теми значениями, которые соответствуют спокойной нагрузке.

85. Наибольшие допускаемые напряжения¹⁾ (в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$)

в проволоках, подвергающихся растяжению.

Медная проволока	1 000—2 000
Алюминиевая проволока	700—1 000
Стальная проволока	2 500—5 000
Проволока из фосфористой бронзы	5 000

86. Допускаемые давления в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$.

На кирпичную кладку	7—10
• бетон (обыкновенный)	5—10
• бетон, хорошо утрамбованный, для сплошного фундамента	10—15
• обыкновенный грунт	1,5—2,5

¹⁾ Напряжением здесь называется частное $\frac{\text{сила}}{\text{площадь}}$. Если, например, указывается, что наибольшее допускаемое напряжение в чугуне при растяжении равно $300 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$, то это значит, что чугунный стержень без некоторого риска для прочности не может подвергаться действию растягивающей силы, превышающей $300 \kappa\Gamma$ на каждый квадратный сантиметр сечения стержня.

87. Сопротивление раздавливанию кирпича и камня $\left(\text{в } \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2} \right)$

Род кирпича и камня	Испытание на плоскость	Испытание на ребро	Испытание на куб с ребром 100 мм
Малообожженный кирпич	1,3—2,8	1,1—2,1	—
Среднеобожженный	2,8—4,2	2,1—3,2	—
Сильнообожженный	4,2—6,0	3,2—4,6	—
Изразец	6,0—17,6	4,6—14,1	—
Песчано-известковый	1,3—2,8	—	—
Мрамор	—	—	5,3—14,6
Песчаник	—	—	1,7—20,6
Гранит	—	—	6,8—23,9
Известняк	—	—	4,2—17,6

88. Нормы прочного сопротивления дерева $\text{в } \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.

При растяжении вдоль волокон 100	При сжатии поперек волокон 15
При сжатии 55	При сдвиге вдоль волокон 7,5

89. Твердость различных веществ.

Вещество	№ по Моосу ¹⁾	Вещество	№ по Моосу	Вещество	№ по Моосу
Алебастр	1,7	Иридий	6	Олово	1,8
Алмаз	10	Иридиевая пла-		Опал	4—6
Алюминий	2	тина	6,5	Плавиковый	
Антрацит	2,2	Каменная соль	2	шпат	4
Апатит	5	Каменный уголь	2—2,5	Платина	4,3
Арагонит	3,5	Каолин	1	Полевой шпат	6
Асбест	5	Карборунд	9,6	Свинец	1,5
Асфальт	1—2	Кварц	7	Селитра	2
Бериллий	7,8	Колокольный		Сера	1,5—2,5
Висмут	2,5	металл	4	Серебро	2,5—3
Воск (0°)	0,2	Корунд	9	Слюда	2,8
Гипс	1,6—2	Латунь	3—4	Сталь	5—8,5
Глина (0°)	0,3	Магнитный же-		Стекло	4,5—6,5
Графит	0,5—1	лезняк	6	Сурьма	3,8
Железный купорос	2	Медный купорос	2,5	Тальк	1
Железо	4—5	Медь	2,5—3	Топаз	8
Золото	2,5—3	Металл Вуда	2,5—3,5	Турмалин	7,3
Известковый шпат	3	Розе	2,5—3,5	Фосфористая бронза	4
		Мрамор	3—4	Янтарь	2—2,5
		Мышьяк	3,5		

¹⁾ Шкала Мооса дает качественную шкалу расположения тел в порядке возрастания твердости. Каждое последующее тело этой шкалы способно процарапывать поверхность предыдущего.

90. Твердость металлов по различным шкалам.

Металл	Т в е р д о с т ь			
	по Моосу	по Кузнецову	по Викерсу	по шлифованию
Натрий	0,4	—	—	—
Сурьма	3,8	15,3	10,0	—
Висмут	2,5	2,7	2,12	1,1
Свинец	1,5	1,0	1,0	1,0
Олово	1,8	1,8	1,3	—
Алюминий	2,9	3,7	6,4	4,2
Кадмий	2,0	3,0	3,0	—
Цинк	(1,2)	7,3	9,0	8,4
Железо	4,5	19,5	16,8	10,8
Медь	3,0	9,0	12,0	8,8
Платина	4,3	8,0	15,0	—

91. Коэффициенты трения (коэффициенты тяги) для повозок, движущихся по различным дорогам.

Железнодорожные рельсы	0,003—0,005
Гладкая дорога из гранитных плит	0,006
Рельсы городских железных дорог	0,006—0,008
Хорошая асфальтовая мостовая	0,010
Обыкновенное шоссе в хорошем состоянии	0,016
Хорошая деревянная мостовая	0,018
" булыжная	0,02—0,03
Плохая	0,04—0,09
Шоссе, покрытое грязью	0,04
Шоссе, плохо построенное	0,05 и больше
Грунтовые дороги	0,08—0,16
Сыпучий песок	0,15—0,30

92. Коэффициенты трения деревянных полозьев по гладкому каменному или деревянному пути.

Без смазки	0,38
При смазке сухим мылом	0,15
" с салом	0,07

93. Коэффициенты трения по снегу и льду.

Деревянные полозья	0,035
" обитые железом	0,02

94. Коэффициенты трения при небольших давлениях (около $1 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$).

Трущиеся тела	Расположе- ние волокон	Коэффициент трения			
		насу- хо	при слабой смазке	при нор- мальной смазке	с во- дой
Металл по металлу:					
Бронза по бронзе		0 20	—	—	—
„ „ чугуну		0,21	—	—	—
„ „ железу		—	0,16	—	—
Чугун по чугуну или бронзе		—	0,15	—	0,31
Железо по железу		0,14	—	—	—
„ „ чугуну или бронзе		0,18	—	—	—
Различные тела:					
Чугун по дубу	=	0,49	0,19	—	0,22
Железо „	=	—	—	0,08 (сало)	0,26
Дуб „	=	0,48	—	0,16 (мыло)	—
„ „	#	0,34	—	—	0,25
„ „	⊥	0,19	—	—	—
Кожаный ремень по дубовому бара- бану	=	0,27	—	—	—
Кожаный ремень по чугуну		0,56	—	—	—
Сталь по льду		0,014	—	—	—

Объяснение. Знак = означает, что движение направлено вдоль волокон трущихся тел; знак #, что оно направлено поперек волокон, и знак ⊥, что торец движется вдоль волокон.

VI. ТЕРМОДИНАМИКА.
95. Плотность газов и паров.

Вещество	Химическая формула	Молекулярный вес	Плотность в $г/см^3$ при $0^\circ C$ и 760 мм	Плотность по отношению к воздуху	Объем в литрах, занимаемый граммолекулой газа при $0^\circ C$ и 760 мм
Азот	N_2	28,02	0,001 251	0,97	22,41
Аммиак	NH_3	17,03	0,000 771	0,60	22,42
Аргон	Ar	39,91	0,001 783	1,38	22,40
Ацетилен	C_2H_2	26,01	0,001 173	0,91	22,40
Бромистый водород	HBr	80,92	0,003 644	2,82	22,41
Воздух	—	—	0,001 293	1	
Водород	H_2	2,016	0,000 08988	0,069	22,41
Гелий	He	4,00	0,000 1785	0,138	22,40
Закись азота	N_2O	44,16	0,001 978	1,53	22,42
Изобутан	C_4H_{10}	58,08	0,002 673	2,067	
Иодистый водород	HI	127,94	0,005 789	4,38	22,43
Кислород	O_2	32,00	0,001 429	1,11	22,41
Криптон	Kr	82,9	0,003 71	2,87	
Ксенон	X	130,2	0,005 85	4,53	
Метан (болотный газ)	CH_4	16,03	0,000 777	0,5545	22,42
Метиламин	CH_3NH_2	31,05	0,001 396	1,08	
Неон	Ne	20,2	0,000 900	0,696	22,43
Окись азота	NO	30,01	0,001 34	1,037	22,42
Окись углерода	CO	28,00	0,001 25	0,97	22,40
Озон	O_3	48,00	0,002 139	1,655	
Пропан	C_3H_8	44,06	0,002 02	1,56	
Пропилен	C_3H_6	42,05	0,001 937	1,50	
Сернистый ангидрид	SO_2	64,06	0,002 927	2,26	22,41
Сернистый водород (сероводород)	H_2S	34,08	0,001 539	1,19	22,37
Сероокись углерода	COS	60,07	0,002 721	2,10	
Углекислота (угольный ангидрид)	CO_2	44,00	0,001 977	1,53	22,41
Фосфористый водород	PH_3	34,05	0,001 529	1,183	
Фтористый метил	CH_3F	34,02	0,001 545	1,195	22,42
Фтор	F_2	38,00	0,001 696	1,31	
Хлор	Cl_2	70,92	0,003 214	2,49	
Хлорноватистый ангидрид	Cl_2O	86,92	0,003 89	2,33	
Хлористый водород	HCl	36,47	0,001 639	1,27	22,41
Хлористый метил	CH_3Cl	50,48	0,002 308	1,786	22,41
Циан	C_2N_2	52,02	0,002 335	1,806	
Эманация радия	Rn	222	0,009 73	7,70	
Этан	C_2H_6	30,05	0,001 357	1,05	
Этилен	C_2H_4	28,03	0,001 261	0,975	
Эфир метиловый	$(CH_3)_2O$	46,05	0,002 1097	1,63	

96. Плотность жидкостей (под атмосферным давлением).

Вещество	При температуре в °Ц	Плотность в $\frac{г}{см^3}$
Азотная кислота с 25 ⁰ / ₀ HNO ₃	15	1,15
„ „ 40 ⁰ / ₀ HNO ₃	15	1,25
„ „ 91 ⁰ / ₀ HNO ₃	15	1,50
Бензин	15	0,68—0,70
Бром	0	3,19
Вода чистая	4	1
„ морская	15	1,02—1,03
Глицерин безводный	0	1,26
„ с 50 ⁰ / ₀ воды	0	1,13
Древесный спирт	0	0,80
Касторовое масло	15	0,97
Карболовая кислота	15	0,95—0,97
Керосин	15	0,79—0,82
Кровь человеческая	15	1,054
Масло льняное		0,93—0,94
„ минеральное (смазочное)	20	0,90—0,93
„ оливковое (прованское)	15	0,92
„ ореховое		0,95
Молоко коровье цельное	15	1,032
„ „ снятое	15	1,028
Нефть	19	0,76
Раствор медного купороса с 15 ⁰ / ₀ соли	15	1,10
„ „ „ 28 ⁰ / ₀ „	15	1,15
Раствор поваренной соли с 14 ⁰ / ₀ NaCl	15	1,10
„ „ „ 26 ⁰ / ₀ NaCl	15	1,20
Рыбий жир	15	0,945
Ртуть	0	13,5955
Серная кислота с 27 ⁰ / ₀ H ₂ SO ₄	15	1,20
„ „ 50 ⁰ / ₀ H ₂ SO ₄	15	1,40
„ „ 87 ⁰ / ₀ H ₂ SO ₄	15	1,80
„ „ дымящаяся	15	1,84
Серовуглерод	0	1,292
Скипидар	15	0,855
Соляная кислота с 10 ⁰ / ₀ HCl	15	1,05
„ „ 40 ⁰ / ₀ HCl	15	1,20
Спирт этиловый безводный	18	0,791
„ „ с 10 ⁰ / ₀ воды	18	0,820
„ „ 20 ⁰ / ₀ „	18	0,845
Уксусная кислота	20	1,049
Эфир этиловый	20	0,714
Хлор	0	1,47
Хлороформ	18	1,48

97. Плотность воды при разных температурах.

Десятки градусов	Е д и н и ц ы г р а д у с о в									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,9990	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999	0,9999	0,9998
10	0,9997	0,9996	0,9995	0,9994	0,9993	0,9991	0,9990	0,9988	0,9986	0,9984
20	0,9982	0,9980	0,9978	0,9976	0,9973	0,9971	0,9968	0,9965	0,9965	0,9960
30	0,9957	0,9954	0,9951	0,9947	0,9944	0,9941	0,9937	0,9934	0,9930	0,9926
40	0,9922	0,9919	0,9915	0,9911	0,9907	0,9902	0,9898	0,9894	0,9890	0,9885
50	0,9881	0,9876	0,9872	0,9867	0,9862	0,9857	0,9852	0,9848	0,9843	0,9837
60	0,9832	0,9827	0,9822	0,9817	0,9811	0,9806	0,9800	0,9795	0,9789	0,9784
70	0,9778	0,9772	0,9767	0,9761	0,9755	0,9749	0,9743	0,9737	0,9731	0,9725
80	0,9718	0,9712	0,9706	0,9699	0,9693	0,9686	0,9680	0,9673	0,9667	0,9660
90	0,9653	0,9647	0,9640	0,9633	0,9626	0,9619	0,9612	0,9605	0,9598	0,9591
100	0,9584	0,9577	0,9569							

98. Плотность ртути при разных температурах.

Десятки градусов	Е д и н и ц ы г р а д у с о в									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	13,5955	5 930	5 905	5 880	5 856	5 831	5 806	5 772	5 747	5 722
10	5698	5 683	5 658	5 634	5 609	5 584	5 560	5 535	5 511	5 486
20	5461	5 437	5 412	5 388	5 363	5 339	5 314	5 290	5 265	5 241
30	5216	5 191	5 167	5 142	5 118	5 094	5 069	5 045	5 020	4 996
40	4971	4 947	4 922	4 898	4 873	4 849	4 825	4 800	4 776	4 751
50	4727	4 703	4 678	4 654	4 630	4 605	4 581	4 557	4 532	4 508
60	4484	4 459	4 435	4 411	4 386	4 362	4 338	4 314	4 289	4 265
70	4241	4 217	4 192	4 168	4 144	4 120	4 095	4 071	4 047	4 023
80	3999	3 975	3 950	3 926	3 902	3 878	3 854	3 830	3 806	3 781
90	3757	3 733	3 709	3 685	3 661	3 637	3 613	3 589	3 565	3 541
100	3516	3 492								

99. Плотность твердых веществ.

Вещество	Плотность в $\frac{г}{см^3}$ или $\frac{т}{м^3}$		Вещество	Плотность в $\frac{г}{см^3}$ или $\frac{т}{м^3}$	
	сред- нее значе- ние	отдельные определе- ния		сред- нее значе- ние	отдельные определе- ния
Агат	2,6	2,55—2,81	Гранит	2,65	2,4—2,8
Алебастр	2,7	2,25—2,87	Графит	2,10	1,9—2,3
Алмаз	3,52	3,4—3,6	Гутаперча	0,97	0,96—0,99
Алюминиевая бронза (90% ме- ди+10% алю.)	7,7		Дуб сухой	0,80	0,7—1,03
Алюминий	2,69		„ свежесрублен.	1,05	0,93—1,28
„ литой	2,56		Ель сухая	0,60	0,37—0,75
„ вальцован.	2,66	2,62—2,80	„ свежесрублен.	1,00	0,77—1,23
„ кован.	2,75	2,70—2,80	Железо химически чист.	7,86	
Алюминий химич. чист.	2,58		„ сварочное	7,8	
Антрацит	1,5	1,3—1,8	„ литое	7,85	
Асбест	2,3	1,5—2,8	„ в проволоке	7,7	7,60—7,75
Асбестовый кар- тон	1,2		Земля сухая прес- сов.	1,8	1,6—1,9
Асфальт	1,2	1,07—1,5	„ рыхл.	1,2	1,12—1,28
Баббит белый	7,1		„ сырая	1,4	
Базальт	3,0	2,7—3,2	Золото	19,3	
Бакаутовое дере- во, сухое	1,3	1,17—1,39	Известняк	2,67	2,15—2,75
Белый металл	7,1		Каменный уголь (в кусках)	1,35	1,2—1,5
Береза сухая	0,72	0,51—0,77	Кварц	2,65	2,55—2,75
„ свежесрублен.	0,90	0,80—1,09	Кирпич	1,8	1,4—2,2
Бетон	2,25	1,80—2,40	Кремень	2,7	2,58—2,80
Брикет угольные	1,25		Кронглас	2,56	2,45—2,72
Бронза (медь + +олово, от 22% до 40% олова)	8,8	8,75—8,87	Латунь литая	8,45	8,3—8,6
Бук сухой	0,73	0,62—0,83	„ кованая	8,55	8,5—8,7
„ свежесрублен.	1,0	0,85—1,25	Лед	0,9	0,83—0,92
Бумага писчая	0,92	0,70—1,15	Липа сухая	0,45	0,32—0,59
Висмут	9,85	9,76—9,93	„ свежесрублен.	0,74	0,61—0,87
Воск	0,97	0,95—0,99	Магний	1,74	
Гипс кристаллич.	2,25	2,17—2,31	Магнитн. железняк	5,0	4,9—5,2
Гипс обожженный	1,8		Марганец	7,8	
„ просеянный	1,25	1,24—1,26	Масло коровье	0,91	0,87—0,95
Глина свежесрублен.	2,25	1,65—2,85	Медь литая	8,8	8,6—8,9
„ сухая	1,38	1,25—1,52	„ вальцованная или кованая	8,95	8,9—9,0
Гнейс	2,60	2,40—2,90	Медь электролитич.	8,92	8,88—8,96
Горный хрусталь	2,66	2,60—2,88	Мел	2,4	1,8—2,6
			Мрамор	2,7	2,52—2,84
			Нейзильбер	8,55	8,4—8,7
			Никелин	8,77	

Вещество	Плотность в $\frac{г}{см^3}$ или $\frac{т}{м^3}$		Вещество	Плотность в $\frac{г}{см^3}$ или $\frac{т}{м^3}$	
	сред- нее значе- ние	отдельные определе- ния		сред- нее значе- ние	отдельные определе- ния
Никель	8,8	8,4—9,2	Снег (например на крыше)	0,125	
Олово литое . . .	7,23		Сосна сухая . . .	0,48	0,35—0,60
„ вальцован- ное или кованое	7,4	7,3—7,5	„ свежесрубл.	0,74	0,4—1,07
Парафин	0,9	0,87—0,93	Сталь литая . . .	7,86	7,7—8,0
Песок сухой . . .	1,5	1,4—1,65	Стеарин	0,97	
„ сырой	1,8	1,7—1,9	Стекло бутылочн.	2,7	2,6—2,76
„ мокрый	2,0	1,95—2,05	Стекло оконное .	2,55	2,45—2,65
Песчаник	2,3	1,9—2,7	Строительные камни	2,5	
Платина	21,5	21,2—21,7	Фарфор	2,32	2,14—2,49
Поваренная соль .	2,14	2,08—2,20	Флинтглас	3,5	3,16—3,78
Пробка	0,24		Цемент	1,38	0,82—1,95
Свинец	11,4	11,22—11,44	Цинк	7,05	6,86—7,24
Сера	2,0	1,92—2,07	Черное дерево . .	1,2	
Серебро	10,5	10,42—10,57	Чугун	7,0	6,6—7,3
Слоновая кость . .	1,88	1,82—1,92	Эбонит	1,8	
Смола	1,07				

100. Веса сыпучих тел.

1 м³ весит в кг.

(Для получения веса 1 куб. саж. в пудах необходимо цифры таблицы умножить на 0,61.)

Базальт	3 200	Уголь древесн. тверд. дерева	220
Бетон с кирпичн. щебнем .	1 800	„ каменный	800—860
„ известняк	2 000	Кокс газовый	360—470
„ гранитным	2 200	Песок, глина, земля сырая	2 000
Цемент портландский в по- рошке	1 450	Глина, гравий сухой . . .	1 800
Сосновые дрова в поленьях	320	„ „ сырой	2 000
Буковые	400	Известняк (бут)	2 000
Дубовые	420	Снег свежий	80—190
Уголь древесный мягкого дерева	150	„ сырой	200—800
		Торф сухой	325—410
		„ сырой	550—650

101. Коэффициенты расширения жидкостей
(большой частью при обыкновенной температуре).

Вещество	Химическая формула	Коэффициент объемного расширения	Вещество	Химическая формула	Коэффициент объемного расширения
Бром	Br_2	0,00111	Серная кислота .	H_2SO_4	0,00056
Бензол	C_6H_6	0,00124	Сероуглерод . .	CS_2	0,00122
Глицерин	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$	0,00050	Скипидар		0,00067
Керосин		0,0010	Спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	0,00110
Оливковое масло		0,00074	Эфир	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	0,00166
Ртуть	Hg	0,000182			

102. Расширение воды.

Температура в градусах Цельсия	Объем	Температура в градусах Цельсия	Объем	Температура в градусах Цельсия	Объем
0	1,00013 ₂	7	1,00007 ₁	14	1,00072 ₉
1	1,00007 ₃	8	1,00012 ₄	15	1,00087 ₄
2	1,00003 ₃	9	1,00019 ₁	16	1,00103 ₀
3	1,00000 ₈	10	1,00027 ₂	17	1,00119 ₈
4	1,00000 ₀	11	1,00036 ₇	18	1,00137 ₇
5	1,00000 ₃	12	1,00047 ₅	19	1,00156 ₇
6	1,00003 ₂	13	1,00059 ₆	20	1,00176 ₈

103. Коэффициенты расширения льда и воды.

Градусы Ц	Коэффициент расширения льда	Градусы Ц	Коэффициент расширения воды
— 20	0,000123	0	0,000067
— 15	0,000128	+ 1	— 0,000049
— 10	0,000171	+ 2	— 0,000031
— 5	0,000213	+ 3	— 0,000015
— 0	0,000276	+ 4	0,000000
		+ 5	0,000017
		+ 10	0,000089
		+ 15	0,000152
		+ 20	0,000208
		+ 25	0,000259

104. Коэффициенты расширения твердых веществ (большей частью между температурами 0 и 100°).

Вещество	Коэффициент линейного расширения	Коэффициент кубического расширения	Вещество	Коэффициент линейного расширения	Коэффициент кубического расширения
Алмаз . . .	0,0000013	0,0000039	Магналий . .	0,000024	0,000072
Алюминий . .	0,0000233	0,0000714	Магний . . .	0,0000259	0,0000777
Бронза . . .	0,0000175	0,0000525	Медь	0,0000165	0,0000495
Гипс	0,0000025	0,000075	Мрамор . . .	≈ 0,000012	≈ 0,000036
Висмут . . .	0,0000134	0,0000402	Никель . . .	0,0000128	0,0000384
Вольфрам . .	0,0000035	0,0000105	Олово	0,0000267	0,0000301
Дерево по- рек волок. .	≈ 0,00005		Платина . . .	0,0000090	0,0000270
„ вдоль . . .	≈ 0,000006		Свинец	0,0000292	0,0000876
Железо мягк. .	0,0000123	0,0000369	Сера	≈ 0,00006	≈ 0,00018
„ литое . . .	0,0000120	0,0000360	Серебро . . .	0,0000197	0,0000591
„ сварочн. .	0,0000122	0,0000366	Сталь	0,000011	0,000033
Золото	0,0000142	0,0000426	Стекло раз- личн. сорт. .	от 0,000004 до 0,00001	от 0,000012 до 0,00003
Известняк . .	0,0000081	0,0000243	Фарфор . . .	0,000003	0,000009
Инвар ¹⁾ . . .	0,0000015	0,0000045	Цемент	0,000014	0,000042
Иридий . . .	0,0000065	0,0000195	Цинк	0,0000286	0,0000858
Кадмий	0,0000286	0,0000858	Чугун	0,0000104	0,0000312
Константан. .	0,0000152	0,0000456	Эбонит	≈ 0,00007	≈ 0,00021
Кобальт . . .	0,0000127	0,0000381			
Латунь	0,0000184	0,0000552			

105. Сравнение температурных шкал.

Температура по шкале Фаренгейта обозначается $t^{\circ}\text{F}$.

„ „ „ Реомюра „ „ $t^{\circ}\text{R}$.

„ „ „ Цельсия „ „ $t^{\circ}\text{C}$.

„ „ „ абсолютной шкале „ „ $t^{\circ}\text{K}$.

Для перехода от шкалы Фаренгейта к шкале Цельсия служит формула:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (t - 32)^{\circ}\text{F}.$$

Для перехода от шкалы Реомюра к шкале Цельсия служит формула:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4} t^{\circ}\text{R}.$$

Для перехода от шкалы Цельсия к абсолютной шкале служит формула:

$$t^{\circ}\text{K} = (t + 273,16)^{\circ}\text{C}.$$

¹⁾ Никелевая сталь, содержащая 36,1% никеля, 0,39% углерода, 0,39% марганца. Замечательна (среди металлов) малостью коэффициента расширения.

106. Некоторые замечательные температуры.

	По шкале Цельсия	По абсолют- ной шкале
	в градусах	
Блестящая поверхность Солнца (фотосфера) имеет около	6 000	6 300
Вольтова дуга в атмосфере сгущенного газа дает около	5 600	5 900
Кратер вольтовой дуги в обычных условиях около	3 500	3 800
Химическая реакция между окисью хрома и алю- минием дает около	3 000	3 300
Кислородо-водородное пламя дает	2 800	3 100
Иридий плавится при	2 350	2 620
Температура бессемеровской печи	2 230	2 500
Платина плавится при	1 764	2 037
Железо плавится при	1 520	1 793
Белое каление при	1 200	1 500
Золото плавится при	1 064	1 337
Серебро плавится при	960	1 233
Алюминий плавится при	658	931
Наступает красное каление около	500	800
Сера кипит при	444	717
Каменный уголь воспламеняется приблизительно при	400	700
Тела начинают слабо светиться около	380	650
Ртуть кипит при	357	630
Свинец плавится при	327	600
Порох воспламеняется при	288	561
Олово плавится при	232	505
Сера плавится около	116	389
Вода под нормальным давлением кипит при	100	373
Температура кипения спирта	78,3	351,3
Температура плавления воска около	64	337
Температура плавления фосфора	44	317
Человеческое тело в нормальном состоянии около	36,8	309,8
Средняя температура поверхности воды в океанах	17	290
Нормальная годовая температура воздуха в Москве	3,93	277
Вода под обыкновенным давлением замерзает при .	0	273
Ртуть отвердевает при	— 38,9	234
Сильнейший холод на земной поверхности (близ южного полюса)	— 68	205
Температура жидкого воздуха под нормальным да- влением	— 193	80
Температура жидкого водорода под нормальным давлением	— 253	20
Водород затвердевает при	— 257	16
Сильнейший холод, полученный в лаборатории (температура кипения гелия под пониженным давлением)	— 272	1
Абсолютный нуль	— 273,16	0

107. Предельные температуры, измеряемые различными приборами.

П р и б о р	Предел измерений в градусах Цельсия
I. Термоэлектрические пирометры:	
1) Меднотрубчатый константановый термоэлемент	до 500
2) Железо-константановый „	„ 800
3) Никеле-хромоникелсвый „	„ 1 100
4) Платино-платинородиевый „	„ 1 600
II. Электрические термометры сопротивления (изменение температуры сопровождается изменением сопротивления платиновой спирали, вставленной в кварцевую трубку)	от — 50 до + 700
III. Ардиометры (лучистая энергия падает на концы термоэлемента)	до 2 000
IV. Оптические приборы (сравнивается степень яркости исследуемого предмета с яркостью лампочки накаливания)	до 4 000

108. Теплоемкость газов и паров (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг).

Вещество	Химическая формула	Молекулярный вес	Температура в градусах Цельсия	c_p	c_v	$\kappa = \frac{c_p}{c_v}$
Азот	N ₂	28	20	0,25	0,18	1,40
Аммиак	NH ₃	17	20	0,51	0,39	1,30
Водород	H ₂	2	16	3,41	2,42	1,41
Водяной пар	H ₂ O	18	100—300	0,47	0,36	1,29
Воздух	—	—	20—100	0,24	0,17	1,40
Гелий	He	4	18	1,25	0,75	1,66
Кислород	O ₂	32	20	0,22	0,16	1,40
Оксид углерода	CO	28	18	0,25	0,18	1,40
Пары спирта	C ₂ H ₆ O	46	108—220	0,45	0,40	1,13
Пары эфира	C ₄ H ₁₀ O	74	25—111	0,43	0,40	1,08
Углекислота	CO ₂	44	20	0,20	0,15	1,30
Хлористый водород	HCl	36,5	22—214	0,19	0,13	1,40

Буквой c_p обозначена удельная теплоемкость при неизменном давлении, буквой c_v — удельная теплоемкость при неизменном объеме.

109. Теплоемкость c_p различных газов при постоянном давлении (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг) между 0 и 1000°.

Температура в градусах Цельсия	Воздух	Азот и окись углерода	Кислород	Углекислота	Водяной пар	Водород
0	0,240	0,249	0,218	0,199		3,391
100	0,241	0,249	0,218	0,208	0,492	3,426
200	0,242	0,250	0,219	0,217	0,482	3,461
300	0,243	0,251	0,220	0,226	0,479	3,496
400	0,244	0,253	0,221	0,235	0,481	3,530
500	0,246	0,254	0,223	0,243	0,485	3,565
600	0,248	0,256	0,224	0,251	0,493	3,600
700	0,250	0,258	0,226	0,258	0,503	3,635
800	0,252	0,260	0,228	0,264	0,516	3,669
900	0,254	0,263	0,230	0,271	0,531	3,704
1 000	0,257	0,266	0,232	0,277	0,549	3,739

110. Теплоемкости твердых и жидких веществ (в калориях на 1 г или килокалориях на 1 кг).

Вещество	Теплоемкость		Вещество	Теплоемкость	
	при 18° Ц	при 100° Ц		при 18° Ц	при 100° Ц
Алмаз	0,12		Никель	0,11	0,12
Алюминий	0,21	0,22	Оливковое масло	0,47	
Бетон	0,21		Олово	0,052	0,056
Висмут	0,029	0,030	Парафин	0,77	
Вода	0,9994	1,01	Песчаник от 0 до 100°		0,22
Глицерин	0,58		Платина	0,032	0,033
Гранит между 0 и 100°		0,20	Пробка		0,49
Графит	0,2	1	Ртуть	0,033	
Древесный уголь между 0 и 100°		0,20	Свинец	0,031	0,032
Дуб, между 0 и 100°		0,57	Сера	0,17—0,18	
Ель, между 0 и 100°		0,65	Серебро	0,055	
Железо	0,11	0,12	Серная кислота	0,34	
Золото	0,031		Сероуглерод	0,24	
Каменная соль, между 0 и 100°		0,22	Скипидар	0,42	
Касторовое масло	0,43		Сосна от 0 до 100°		0,65
Керосин	0,51		Спирт	0,58	
Кирпич между 0 и 100°		0,19—0,24	Сталь	0,11	0,12
Кокс между 0 и 100°		0,20	Стекло	0,20	
Лагунь	0,093	1	Цемент, около 35° Ц		0,19
Лед, от 40 до 0°		0,43	Цинк	0,092	0,095
Медь	0,091	1	Чугун, от 0 до 100°		0,13
Мрамор от 0 до 100°		0,21	Шлак, от 0 до 100°		0,18
			Эбонит		0,34
			Эфир	0,56	

**111. Истинная атомная теплоемкость металлов при низких
и высоких температурах.**

Металл	Сим- вол	20° К	50° К	100° К	0° Ц	600° Ц	900° Ц
Натрий . .	Na	0,84	3,82	5,42	—	—	—
Калий . . .	K	2,19	5,01	5,89	—	—	—
Магний . . .	Mg	0,14	1,48	4,20	—	—	—
Бериллий . .	Be	—	—	—	3,73	5,94	7,77
Ртуть . . .	Hg	2,51	4,94	5,86	—	7,30	—
Кальций . .	Ca	0,35	2,54	4,65	—	7,52	—
Алюминий .	Al	0,06	0,91	3,00	—	7,74	—
Ванадий . .	V	—	—	—	6,04	6,90	7,25
Ниобий . .	Nb	—	—	—	6,01	6,52	6,84
Тантал . .	Ta	—	—	—	6,17	6,78	7,08
Хром . . .	Cr	—	—	—	—	7,17	8,31
Молибден .	Mo	0,06	0,94	3,19	5,86	6,61	7,01
Вольфрам .	W	—	—	—	5,89	6,41	6,67
Марганец .	Mn	—	—	—	5,89	—	—
Рений . . .	Re	—	—	—	6,07	6,81	7,18
Осмий . .	Os	—	—	—	5,92	6,46	6,69
Рутений . .	Ru	—	—	—	5,60	6,60	7,08
Родий . . .	Rh	—	—	—	6,06	7,36	8,04
Иридий . .	Ir	—	—	—	5,93	6,80	7,22
Палладий .	Pd	—	—	—	5,74	7,17	7,65
Платина . .	Pt	0,35	2,56	4,69	6,19	6,91	7,27
Медь . . .	Cu	0,12	1,41	3,80	5,89	6,69	7,08
Серебро . .	Ag	0,38	2,75	4,75	5,98	6,88	7,85
Золото . .	Au	0,76	3,45	5,09	6,16	6,69	7,21
Железо . .	Fe	0,02	0,65	2,61	5,85	10,53	10,39
Кобальт . .	Co	—	—	—	—	8,48	9,99
Никель . .	Ni	—	—	—	6,12	8,01	8,45
Цинк . . .	Zn	0,42	2,54	4,52	—	—	—
Кадмий . .	Cd	1,15	3,90	5,32	—	—	—
Свинец . .	Pb	2,55	5,20	5,84	—	—	—
Олово ¹⁾ .	Sn	1,1	3,65	5,3	—	—	—
„ ²⁾ .	Sn	0,9	2,65	4,6	—	—	—
Таллий . .	Tl	2,20	4,85	5,70	—	—	—

¹⁾ Белое. ²⁾ Серое.

112. Температуры плавления и отвердевания различных веществ.

Вещество	Температура плавления в градусах Цельсия	Вещество	Температура плавления в градусах Цельсия
Азот	—211	Парафин	около 54
Алюминий	658	Платина	1 764
Аммиак	—77	Припой мягкий	135—200
Бронза	около 900	Раствор поваренной соли (насыщенный)	—18
Висмут	272	Ртуть	—38,9
Вода чистая	0	Свинец	327
морская	—2,5	Сера	113—119
Водород	—257	Серебро	960
Вольфрам	около 3 000	Сероуглерод	—112
Воск	около 64	Скипидар	—10
Глицерин	—19	Спирт	—114
Железо	1 520	Сплав Вуда	65—70
Золото	1 064	Сталь	1 300—1 400
Иридий	2 350	Стеарин	69
Кадмий	321	Тантал	2 800
Калий	63	Углекислота (под давле- нием 5 атмосфер)	—57
Каучук	125	Уран	около 1 350
Кислород	—219	Фосфор	44
Латунь	около 1 000	Хлор	—101
Медь	1 083	Цинк	419
Натрий	98	Чугун	1 100—1 200
Нафталин	80	Шлаки доменных печей	1 300—1 430
Нейзильбер	около 1 000	Эфир	—123
Никель	1 452		
Олово	232		
Осмий	около 2 500		

113. Средние температуры плавления огнеупорных кирпичей.

Материал, из которого сделан кирпич	Градусы Цельсия
Огнеупорная глина	1 650
Боксит	1 695
Кварц	1 700
Хромит	2 050
Магнезия	2 165

114. Температуры каления железа (в градусах Цельсия).

Темнокрасное каление в темноте .	525	Оранжевое каление . . .	1 100
" " " "	700	Белое " " " " . . .	1 300
Вишневокрасное " " " "	850	Сварочное " " " " .	1 350—1 450
Светлокрасное " " " "	950	Белое каление с искрами	1 500

115. Температуры кипения различных веществ под нормальным атмосферным давлением (в градусах Цельсия).

Вещество	Точка кипения	Вещество	Точка кипения
Алюминий	1 800	Нафталин	218
Азот жидкий	—196	Олово	2 300
Аммиак жидкий	—33,5	Парафин	300
Анилин	184	Ртуть	357
Бензол	80,5	Свинец	1 600
Бром	59	Сера	444
Вода	100	Сероуглерод	46
Водород жидкий	—253	Скипидар	160
Воздух жидкий	—193	Спирт метиловый (древесный)	64,7
Гелий жидкий	—269	Спирт этиловый (обыкновенный)	78,3
Глицерин	290	Стеарин	370
Железо	2 450	Углекислота твердая возгоняется при	—78,5
Золото	2 600	Хлор жидкий	—34
Кислород жидкий	—183	Цинк	906
Льняное масло	316	Эфир	34,6
Медь	2 300		

116. Зависимость температуры кипения воды от давления.

Давление p в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	Температура кипения в градусах Цельсия	Давление p в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	Температура кипения в градусах Цельсия
1	99,1	11	183,2
2	119,6	12	187,1
3	132,9	13	190,8
4	142,9	14	194,2
5	151,1	15	197,4
6	158,1	16	200,5
7	164,2	17	203,4
8	169,0	18	206,2
9	174,6	19	208,9
10	179,1	20	211,4
		40	249,3
		60	279,7
		80	293,8
		100	309,7

117. Температуры кипения воды при различных барометрических давлениях.

	Барометрическое давление в миллиметрах							
	710	720	730	740	750	760	770	780
0	98,11°	98,49°	98,88°	99,26°	99,63°	100,00°	100,37°	100,73°
1	98,15	98,53	98,92	99,29	99,67	100,04	100,40	100,76
2	98,18	98,57	99,95	99,33	99,70	100,07	100,44	100,80
3	98,22	98,61	99,99	99,37	99,74	100,11	100,48	100,84
4	98,26	98,65	99,03	99,41	99,78	100,15	100,51	100,87
5	98,30	98,69	99,07	99,44	99,82	100,18	100,55	100,91
6	98,34	98,72	99,11	99,48	99,85	100,22	100,58	100,94
7	98,38	98,76	99,14	99,52	99,89	100,26	100,62	100,98
8	98,42	98,80	99,18	99,56	99,93	100,29	100,66	101,02
9	98,46	98,84	99,22	99,59	99,96	100,33	100,69	101,05

118. Давление и плотность насыщенного водяного пара при разных температурах.

Температуры даны по Цельсию; давления p выражены в миллиметрах ртутного столба; под буквой m дана масса 1 m^3 пара, выраженная в граммах.

t°	p	m	t°	p	m	t°	p	m
—30°	0,23	0,33	—2°	3,88	4,13	26°	25,21	24,4
—29	0,31	0,37	—1	4,22	4,47	27	26,74	25,8
—28	0,35	0,41	0	4,58	4,84	28	28,35	27,2
—27	0,38	0,46	1	4,93	5,22	29	30,04	28,7
—26	0,43	0,51	2	5,29	5,60	30	31,82	30,3
—25	0,47	0,55	3	5,69	5,93	31	33,70	32,1
—24	0,52	0,60	4	6,10	6,40	32	35,66	33,9
—23	0,58	0,66	5	6,54	6,84	33	37,73	35,7
—22	0,64	0,73	6	7,01	7,3	34	39,90	37,6
—21	0,70	0,80	7	7,51	7,8	35	42,18	39,6
—20	0,77	0,88	8	8,05	8,3	36	44,56	41,8
—19	0,85	0,96	9	8,61	8,8	37	47,07	44,0
—18	0,94	1,05	10	9,21	9,4	38	49,69	46,3
—17	1,03	1,15	11	9,84	10,0	39	52,44	48,7
—16	1,13	1,27	12	10,52	10,7	40	55,32	51,2
—15	1,24	1,33	13	11,23	11,4	45	71,88	65,4
—14	1,36	1,51	14	11,99	12,1	50	92,5	83,0
—13	1,49	1,65	15	12,79	12,8	55	118,0	104,3
—12	1,63	1,80	16	13,63	13,6	60	149,4	130
—11	1,78	1,96	17	14,53	14,5	65	187,5	161
—10	1,95	2,14	18	15,48	15,4	70	233,7	198
—9	2,13	2,33	19	16,48	16,3	75	289,1	242
—8	2,32	2,51	20	17,51	17,3	80	355,1	293
—7	2,53	2,76	21	18,65	18,3	85	433,6	354
—6	2,76	2,99	22	19,83	19,4	90	525,8	424
—5	3,01	3,24	23	21,07	20,6	95	633,9	505
—4	3,28	3,51	24	22,38	21,8	100	760,0	598
—3	3,57	3,81	25	23,76	23,0			

Замечание. При температурах ниже 0° в столбцах p и m даны давления и массы насыщенного пара над льдом.

119. Давление водяного пара над льдом.

Температура в градусах Цельсия	Давление в мм	Температура в градусах Цельсия	Давление в мм
0	4,579	— 98	$1,5 \times 10^{-5}$
—25	0,48	—110	$1,1 \times 10^{-6}$
—63	$3,0 \times 10^{-3}$	—130	$5,6 \times 10^{-9}$
—78	$5,5 \times 10^{-4}$	—190	$1,8 \times 10^{-23}$

120. Психрометрическая таблица относительной влажности воздуха.

Показание сухого термо- метра в гра- дусах Цельсия	Разность показаний сухого и влажного термометра										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
0	100	81	63	45	28	11					
2	100	84	68	51	35	20					
4	100	85	70	56	42	28	14				
6	100	86	73	60	47	35	23	10			
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7		
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4	
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Пример. Пусть сухой термометр показывает 22°, влажный 16°, так что разность их показаний 6°. Тогда относительная влажность (в процентах) найдется на пересечении строки, в начале которой стоит 22°, и столбца, в заголовке которого стоит 6°; в данном случае относительная влажность равна 54%.

121. Температуры кипения водных растворов поваренной соли и нашатыря под нормальным атмосферным давлением в градусах Цельсия.

Число весовых частей поваренной соли на 100 частей воды	Точка кипения	Число весовых частей нашатыря на 100 частей воды	Точка кипения
6,6	101	6,5	101
17,2	103	19,0	103
25,5	105	29,7	105
37,5	108	56,2	110
		81,3	114
40,7 (насыщенный раствор)	108,8	87,1 насыщенный раствор	114,8

122. Температура замерзания водных растворов в градусах Цельсия (М-молекулярный вес).

Поваренная соль NaCl ; $M=58,46$		Этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; $M=46,05$	
Число г безводного вещества в 100 г воды	Температура замерзания	Число г безводного вещества в 100 г воды	Температура замерзания
1,497	—0,8615	2,418	—0,9645
2,722	—1,584	5,014	—1,9900
8,92	—5,17	8,105	—3,215
10,77	—6,32	17,96	—7,49
15,46	—9,41	36,43	—16,0
22,99	—14,77	51,06	—23,6
30,40	—21,12	88,22	—33,9

Серная кислота H_2SO_4 ; $M=98,1$		Соляная кислота HCl ; $M=36,47$	
1,989	—0,765	3,657	—3,965
3,618	—1,37	7,71	—9,55
9,397	—3,80	11,13	—14,97
22,685	—11,83	16,98	—28,84

123. Охлаждающие смеси.

При смешении весовых частей	Получается понижение температуры в градусах Цельсия приблизительно на:
30 вес. ч. хлористого аммония (нашатыря) и 100 вес. ч. воды	18
110 " " серноватистокислого натрия (гипосульфита) и 100 вес. ч. воды	19
250 " " кристаллического хлористого кальция и 100 вес. ч. воды	23
100 " " азотнокислого аммония и 100 вес. ч. воды	27
100 " " роданистого аммония и 100 вес. ч. воды	34
33 " " поваренной соли и 100 вес. ч. снега	20
100 " " разбавленной серной кислоты (66-процентной) и 100 вес. ч. снега	36
100 вес. ч. кристаллического хлористого кальция и 70 вес. ч. снега	50

124. Давление насыщенного пара различных жидкостей при разных температурах (в миллиметрах ртутного столба).

Температура в градусах Цельсия	Эфир	Сероуглерод	Спирт	Вода	Ртуть
—20	66	47	3,3	0,8	
0	185	127	12	4,6	0,0004
20	440	298	44	17,5	0,0018
40	921	618	134	55	0,008
60	1 734	1 170	350	149	0,025
80	2 974	2 060	813	355	0,09
100	4 855	3 380	1 698	760	0,28
120	7 513	5 220	3 232	1 489	0,76
140	11 051	7 650	5 666	2 711	1,89
160	15 778	10 960	9 366	4 636	4,30
180	21 775	17 100	14 763	7 521	8,91
200	—	23 810	22 164	11 661	18

125. Давление пара углекислоты.

Жидкая CO ₂		Твердая CO ₂	
Температура в градусах Цельсия	Давление в мм	Температура в градусах Цельсия	Давление в мм
—10°	19 630	— 60°	2 980
—20	14 830	— 70	1 440
—30	10 800	— 80	657
—40	7 510	— 90	288
—50	5 151	—100	119
—60	3 306	—120	14
		—130	2,5

126. Критические температуры и критические давления различных веществ.

Вещество	Химическая формула	Критическая температура в градусах Цельсия	Критическое давление в атмосферах
Вода	H ₂ O	374	217
Бензол	C ₆ H ₆	288,5	47,7
Сероуглерод	CS ₂	273	76
Этиловый спирт	C ₂ H ₆ O	243	63
Этиловый эфир	C ₄ H ₁₀ O	194	35
Двуокись азота	NO ₂	158	100
Сернистый ангидрид	SO ₂	157	78
Хлор	Cl ₂	144	76
Хлористый метил	CH ₃ Cl	143	66
Аммиак	NH ₃	132	112
Циан	C ₂ N ₂	128	59
Сероводород	H ₂ S	100	89
Хлористый водород	HCl	51,5	82
Закись азота	N ₂ O	36,5	71,7
Углекислый газ	CO ₂	31	73
Этилен	C ₂ H ₄	— 9,7	51
Криптон	Kr	— 62,5	54
Метан	CH ₄	— 83	46
Окись азота	NO	— 94	65
Кислород	O ₂	— 118,8	50
Аргон	Ar	— 122,4	48
Окись углерода	CO	— 139	35
Азот	N ₂	— 147	33,5
Неон	Ne	— 228	26
Водород	H ₂	— 240	12,8
Гелий	He	— 267,9	2,25

127. Теплота образования некоторых веществ при постоянном давлении.

Теплота образования Q дает в кило-джоулях количества энергии, которые выделяются при образовании граммолекулы вещества в данном физическом состоянии из элементов, находившихся в нормальном состоянии, при 18°C и 1 ат . Соответственно этому определению теплота образования элементов в нормальном состоянии равна нулю.

Обозначения: г. — газообразное, ж. — жидкое, кр. — кристаллическое состояние, стекл. — стекловидное.

Вещество	Химическая формула	Состояние	Q
Озон	O_3	г.	—144
Вода	H_2O	ж.	286,2
„	—	г.	242,0
Хлористый водород	HCl	г.	92,2
Сернистый ангидрид	SO_2	г.	290
Серный „	SO_3	кр.	432
Серная кислота	H_2SO_4	ж.	794,1
Аммиак	NH_3	г.	45,8
Хлористый аммоний (нашатырь) . . .	NH_4Cl	кр.	314,2
Окись углерода	CO	г.	110,6
Углекислый газ	CO_2	г.	395,0
Кремнезем	SiO_2	стекл.	830
Серноокислая медь безводная	CuSO_4	кр.	748,0
„ „ кристаллич.	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	кр.	2257,1
Окись кальция	CaO	кр.	634,9
Едкий натрий	NaOH	кр.	426,5
Хлористый натрий	NaCl	кр.	411,46

Вещество	Химическая формула	Состояние	Q
Сернистый натрий безводный . . .	Na_2SO_4	кр.	1365,6
„ „ кристаллич. . .	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	кр.	4309,0
Едкий калий	KOH	кр.	426,9
Хлористый калий	KCl	кр.	436,5
Ацетилен	C_2H_2	г.	—227,4
Этиловый спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	ж.	275,8

128. Теплоты плавления различных веществ (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг).

Вещество	Теплота плавления	Вещество	Теплота плавления
Алюминий	92,4	Олово	14
Висмут	13	Парафин	35
Вода (см. лед)	—	Платина	27
Воск	42	Ртуть	2,8
Глицерин	47,5	Свинец	6,3
Железо	66	Сера монокл.	10,8
Золото	16	Серебро	24
Кадмий	13	Сплав Вуда	7,6
Калий	14	Стеарин	48
Лед	80	Фосфор	5
Медь	42	Цинк	26,6
Натрий	27	Чугун белый	33
Нафталин	36	„ серый	23
Никель	около 60—70	Шлаки доменных печей	50

129. Скрытые теплоты испарения воды r при различных температурах t° (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг).

$t^\circ \text{ Ц}$	r	$t^\circ \text{ Ц}$	r	$t^\circ \text{ Ц}$	r
0°	595	70°	557	140°	513
10	589	80	551	150	506
20	584	90	545	160	499
30	579	100	539	170	491
40	573	110	533	180	484
50	568	120	527	190	476
60	562	130	520	200	468

130. Скрытые теплоты испарения различных веществ под нормальным атмосферным давлением (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг).

Вещество	Теплота парообразования	Вещество	Теплота парообразования
Азот жидкий	48	Сера	362
Аммиак жидкий	300	Сероуглерод	около 80
Вода	539,9	Скипидар	70
Водород жидкий	114	Спирт	216,4
Воздух	49	Углекислота твердая	137
Кислород	51	Хлор жидкий	62
Ртуть	68,7	Эфир	85

131. Теплоты горения.

Реакция	На 1 г сожженного вещества	На столько молей O_2 , сколько стоит в уравнении реакции	Продукт горения
$2H_2 + O_2 = 2H_2O$	34,3	137,0	Жидкий
$2K_2 + O_2 = 2K_2O$	1,24	194,2	Твердый
$2Na_2 + O_2 = 2Na_2O$	2,08	192,0	.
$2Ca + O_2 = 2CaO$	3,49	280	.
$2Zn + O_2 = 2ZnO$	1,30	170,4	.
$2Cu + O_2 = 2CuO$	0,584	74,4	.
$4Cu + O_2 = 2Cu_2O$	0,32	81,6	.
$2Pb + O_2 = 2PbO$	0,243	100,6	.
$2S + 2O_2 = 2SO_2$	2,21	141,2	Газообразный
$2S + 3O_2 = 2SO_3$	2,87	183,8	.
$P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$	5,96	740	Твердый
$2N_2 + O_2 = 2N_2O$	-0,631	-35,4	Газообразный
$N_2 + O_2 = 2NO$	-1,64	-43,2	.
$N_2 + 2O_2 = 2NO_2$	-0,142	- 4,0	.
$2N_2 + 5O_2 = 2N_2O_5$	-0,043	- 2,4	.
$2C + O_2 = 2CO$ (алмаз)	2,17	52,2	.
$C + O_2 = CO_2$ (алмаз)	7,86	94,3	.
$C + O_2 = CO_2$ (аморфн. уголь)	8,0	97	.
$C + O_2 = CO_2$ (графит)	7,9	95	.

132. Теплотворная способность и температура горения некоторых газов и газовых смесей.

Название газа или смеси	Химическая формула	Средняя теплотворная способность в ккал на м ³	Теоретическая температура горения в градусах Цельсия
Газы и пары			
Окись углерода	CO	3034	2 030
Водород	H ₂	2570	1 970
Метан	CH ₄	8562	1 830
Этилен	C ₂ H ₄	13939	2 000
Пары бензола	C ₆ H ₆	32978	1 950
Газовые смеси			
Природный горючий газ		8735	1 830
Светильный газ		5160	1 870
Коксовый газ		4234	1 835
Водяной газ		2539	1 850
Двойной водяной газ		3040	1 825
Газ Монда		1445	1 450
Генераторный ¹⁾		1210	1 620
Газ доменных печей		780	1 235

133. Теплотворная способность различных видов топлива.

Топливо	Вес 1 м ³ в килограммах	Теплотворная способность в ккал	Одна вес. часть горючего требует весовых частей воздуха
		на 1 кг	
Антрацит донецкий	800—1 000	7 200	5—8
Бензин	700	11 000	
Бурый уголь	800—1 000	3 600—5 400	
Дерево вылежавшееся (27% влаги)	300—500	3 100	
Дерево сильно высушенное		4 400	6,2
Древесный уголь		8 000	
Каменный уголь:			9,9
англ. иоркширский	} 800—1 000	6 600	
" кардиф.		7 650	
донецкий		5 915—7 640	
кузнецкий	} 900—1 000	7 395	
подмосковный богхед.		5 950	
" курный		3 400	
Керосин	800	11 000	
Кокс донецкий металлургич.		6 420	
Нефть	760	10 500	
Нефтяные остатки (мазут)		11 200	
Спирт		7 100	5
Торф молодой (моховой)	300	3 100	
" хороший (боровой)	500	3 500	

¹⁾ Так называются газы, получаемые при сжигании в особых печах твердого топлива (каменного угля, дров) с половинным (против требуемого для полного сгорания) количеством кислорода. Если этот кислород берется из воздуха, то газ называется *генераторным*, или *воздушным*, если из перегретого водяного пара, то *водяным*.

134. Отдача тепла различными источниками освещения.

Отдача тепла в час на 1 свечу:	
Стеариновая свеча	80 ккал
Керосиновая лампа:	
с плоской горелкой	60 .
" круглой	20 .
Электрическая:	
дуговая лампа	0,6 .
лампа накаливания	0,5—0,1 .

135. Сколько калорий дает пища.

Мясо (400 г) около	500 ккал	Картофель 400 г	346 ккал
Хлеб (400 г)	840 .	Капуста 400 г	100 .
Молоко (бутылка) около	328 .	Масло (сало) 400 г	4 000 .

136. Количество тепла, которое необходимо вводить вместе с пищей за сутки для поддержания нормального здорового состояния человека при различной деятельности его.

Род деятельности человека	Количество тепла в ккал
Легкое сидячее занятие (работа ручной швеи, писца, работника умственного труда и т. п.)	2 200—2 400
Легкий сидячий физический труд (работа портного, точного механика, наборщика и т. п.)	2 600—2 800
Умеренный физический труд (работа сапожника, переплетчика, почтальона и т. п.)	3 000—3 200
Усиленный физический труд (работа слесаря, столяра и т. п.)	3 400—3 600
Тяжелый физический труд (работа кузнеца, молотобойца и т. п.)	> 4 000
Тяжелый и напряженный физический труд (работа пильщика и т. п.)	> 5 000

137. Тепловой баланс человеческого организма.

Приход и расход тепла	ккал	Проценты
Приход тепла		
Введено в организм с пищей	2 700	100
Расход тепла		
Внешняя работа мускулов	51	1,9
Подогрев вдыхаемого и выдыхаемого воздуха . . .	35	1,3
Тепло, удаляемое из организма с водяными парами через легкие	413	15,3
Тепло, удаляемое из организма с водяными парами через почки	145	5,4
Теплоотдача тела в окружающую среду теплопро- водностью и конвекцией	833	30,8
Теплоотдача тела в окружающую среду лучеиспу- сканием	1 181	43,7
Тепло, удаляемое из организма с экскрементами . .	42	1,6
Итого . .	2 700	100

138. Коэффициенты теплопроводности.

Количество теплоты Q , протекающее в течение τ часов через стенку площадью S кв. метров и толщиной d метров при разности температур на противоположных поверхностях стенки $(t_2 - t_1)$, равно:

$$Q = k \frac{S(t_2 - t_1)}{d} \tau \text{ ккал.}$$

Здесь k — коэффициент теплопроводности, характеризующий теплопроводность вещества, из которого сделана стенка.

Ниже приведены коэффициенты теплопроводности, выраженные

$$\frac{\text{ккал}}{\text{м} \times \text{час} \times \text{град}}.$$

Металлы.

Алюминий	175	Нейзильбер	25
Бронза	55	Никель	50
Железо	40—50	Олово	55
Золото	265	Платина	60
Константан	20	Свинец	30
Латунь	75—100	Серебро	360
Манганин	20	Цинк	95
Медь	300—340		

Строительные материалы.

Бетон	0,7—1,5	Дерево \perp к волокнам .	0,12—0,17
Бутовая кладка	1,3—2,1	„ \parallel „	0,25—0,35
Гипс лигой	0,30	Кирпичная кладка . . .	0,6—0,9
Гранит	2,7—3,5	Мрамор	1,8—3,0

Различные твердые тела.

Котельная накипь	1—3	Уголь каменный	0,14
Лед	1,5	Уголь ретортный	3,7
Стекло	0,5—0,8	Фарфор	0,9

Изолирующие материалы.

Асбест	0,18	Плиты из пробки, войлока, торфа	0,04—0,08
Вата стеклянная	0,04—0,10	Шелк	0,04
Вата шлаковая	0,08	Шерсть	0,035
Масса кизельгуровая	0,05—0,15	Шлаки	0,12
Мелочь пробковая	0,035		
Опилки	0,06		

139. Поглощательная способность (и лучеиспускательная способность) тел.

Поглощательная способность показывает, какая доля падающей на поверхность тела лучистой энергии поглощается телом. Поглощательная способность абсолютно черного тела равна 1.

Лучеиспускательная способность тела тем больше, чем больше его поглощательная способность. Количество тепла, лучеиспускаемое каждым квадратным метром поверхности тела в час, определяется законом **С т е ф а н а - Б о л ь ц м а н а**:

$$Q = \frac{4,96}{\text{поглощательная способность}} \left(\frac{T}{100} \right)^4 \text{ килокалорий.}$$

Здесь T — абсолютная температура тела.

Ниже приведены поглощательные способности (для температур невысоких: от 0 до 200° Ц).

Металлы.

Железо оксидированное	0,95	Медь блест. полиров.	0,13
„ блест. полиров.	0,29	„ слабо „	0,17
Латунь матов. „	0,22	„ прокатная	0,64
Цинк „	0,21	„ шероховатая	0,76

Строительные материалы.

Дерево гладкое	0,78
Камни, гладко шлифованные, однако не полированные	0,40—0,70
Известь, рыхлая белая	} 0,90—0,93
Штукатурка, кладка	
Песок	0,76

Различные вещества.

Сажа (уголь)	0,95	Бумага	0,80
Стекло	0,93	Материи	0,78
Вода	0,67	Масляная краска	0,78
Лед	0,64		

VII. АКУСТИКА.

140. Скорость звука в сухом воздухе при разных температурах и давлении 760 mm Hg.

Температура в градусах Цельсия	Скорость в $\frac{м}{сек}$	Температура в градусах Цельсия	Скорость в $\frac{м}{сек}$
—30°	313	10°	338
—20	319	20	344
—10	325	30	349
0	332	100	386

141. Скорость звука в твердых и жидких веществах при обыкновенной температуре.

Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$	Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$
Алюминий	5 100	Медь	3 560
Вода	1 450	Свинец	1 300
Дубовое дерево	3 400	Сероуглерод	1 160
Еловое	4 000—5 000	Спирт	1 275
Железо, сталь	5 000	Стекло	5 000—6 000
Золото	1 743	Эбонит	1 570
Каучук	30—50	Эфир	1 030
Керосин	1 330		

142. Скорость звука в газах и парах при 0°.

Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$	Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$
Азот	338	Пары ртути (330°C) . .	187
Аргон	308	" сероуглерода . . .	195
Водород	1 262	" спирта	231
Гелий	971	" эфира	181
Кислород	316	Светильный газ	500
Окись углерода	337	Углекислота	260
Пары воды	400	Хлор	206

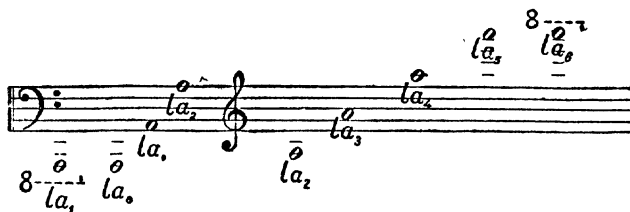
143. Диатоническая мажорная гамма.

Названия и обозначения ступеней	Прима C	Секунда D	Терция E	Кварта F	Квинта G	Секста A	Септима H	Октава c
	do (ut)	re	mi	fa	sol	la	si	do (ut)
Относительные числа колебаний	24 1	27 9/8	30 5/4	32 4/3	36 3/2	40 5/3	45 15/8	48 2
Интервалы	$\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{16}{15}$ Большой целый тон: $T = \frac{9}{8}$. Малый целый тон: $t = \frac{10}{9}$. Большой полутон: $H = \frac{16}{15}$. Малый полутон: $h = t:H = \frac{10}{9} : \frac{16}{15} = \frac{25}{24}$. Кома: $T:t = \frac{9}{8} : \frac{10}{9} = \frac{81}{80}$.							
Названия интервалов								

144. Темперированный строй.

В темперированном строе октава делится на 12 в точности равных интервалов. Относительные числа колебаний получаются, если между примой (= 1) и октавой (= 2) вставить 11 членов геометрической прогрессии. Постоянный интервал равен $\sqrt[12]{2} = 1,05946$.

Обозначение		Относительное число колебаний	Обозначение		Относительное число колебаний
do	c	1	sol	g	$2^{\frac{7}{12}} = 1,498$
do# или re b	cls	$2^{\frac{1}{12}} = 1,059$	sol# или la b	gis	$2^{\frac{8}{12}} = 1,587$
re	d	$2^{\frac{2}{12}} = 1,122$	la	a	$2^{\frac{9}{12}} = 1,682$
re# или mi b	dis	$2^{\frac{3}{12}} = 1,189$	la# или si b	ais	$2^{\frac{10}{12}} = 1,782$
mi	e	$2^{\frac{4}{12}} = 1,260$	si	h	$2^{\frac{11}{12}} = 1,888$
fa	f	$2^{\frac{5}{12}} = 1,335$	do ₁	c ₁	2
fa# или sol b	fis	$2^{\frac{6}{12}} = 1,414$			



145. Абсолютные секундные числа колебаний музыкальных тонов (темперированный строй).

$a_1 = 435$ (нормальное la)¹⁾

Названия тонов	Субконтрактава (C_{-2} или do_{-1})	Контрактава (C_{-1} или do_0)	Большая октава (C или do_1)	Малая октава (c или do_2)	Одночертная, или первая, октава (c_1 или do_3)	Двухчертная, или вторая, октава (c_2 или do_4)	Трехчертная, или третья, октава (c_3 или do_5)	Четырехчертная, или четвертая, октава (c_4 или do_6)
C	16,17	32,33	64,66	129,3	258,7	517,3	1 035	2 069
Cis	17,13	34,25	68,51	137,0	274,0	548,1	1 096	2 192
D	18,15	36,29	72,58	145,2	290,3	580,7	1 161	2 323
Dis	19,22	38,45	76,90	153,8	307,6	615,2	1 230	2 461
E	20,37	40,74	81,47	162,9	325,9	651,8	1 304	2 607
F	21,58	43,16	86,31	172,6	345,3	690,5	1 381	2 762
Fis	22,86	45,72	91,45	182,9	365,8	731,6	1 463	2 926
G	24,22	48,44	96,89	193,8	387,5	775,1	1 550	3 100
Gis	25,66	51,32	102,65	205,3	410,6	821,2	1 642	3 285
A	27,19	54,37	108,75	217,5	435	870,0	1 740	3 480
Ais	28,80	57,61	115,22	230,4	460,9	921,7	1 843	3 687
H	30,52	61,03	122,07	244,1	488,3	976,5	1 953	3 906

146. Коэффициент поглощения звука для некоторых материалов при частоте 512 гц.

Материалы	α	Материалы	α	Материалы	α
Открытое окно .	1,00	Известь по деревянной обрешетке	0,034	Войлок (толщ. 2,5 см, на расстоянии 8 см от стены)	0,78
Оштукатуренная кирпичная стена	0,025	Линолеум	0,12	Паркет	0,06
Стекло обычной толщины	0,027	Ковер	0,20	Бетон	0,015

¹⁾ По последнему стандарту $a_1 = 440$.

147. Уровни громкостей различных звуков.

З в у к	Уровень громкости в децибелах	Сила звука в $\frac{\text{э}}{\text{см}^2 \cdot \text{сек}}$	Эффективное давление в барах
Едва слышный звук	0	$1 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$
Тихий шопот на расстоянии 1,5 м	10	$1 \cdot 10^{-5}$	$2,04 \cdot 10^{-2}$
Тиканье часов	20	$1 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-2}$
Шаги по мягкому ковру на расстоянии 3—4 м	30	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,04 \cdot 10^{-1}$
Тихий разговор	40	$1 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-1}$
Дребезжание стакана на расстоянии около 1 м	50	$1 \cdot 10^{-1}$	2,04
Речь средней громкости	60	1	6,4
Шум оживленной улицы	70	1 · 10	2,04 · 10
Крик	80	$1 \cdot 10^2$	$6,4 \cdot 10$
Шум в печатном цехе типографии	90	$1 \cdot 10^3$	$2,04 \cdot 10^2$
Фортиссимо большого оркестра	100	$1 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^2$
Шум аэропланного мотора на расстоянии 3 м	110	$1 \cdot 10^5$	$2,04 \cdot 10^3$
Ощущение боли	120	$1 \cdot 10^6$	$6,4 \cdot 10^3$

148. Величина звукового давления музыкальных инструментов на расстоянии 5 м.

И н с т р у м е н т	Среднее звуковое давление в барах	Пики звуково- го давления (ниже этой величины лежит 95% всех пиков)
Рояль	0,35	2,15
Скрипка	0,21	1,7
Труба	0,80	9,4
Контрафогот	0,23	1,25
Контрабас	0,34	2,45
Литавры меццофорте	3,4	35,5
Литавры фортиссимо	4,8	44,0
Большой барабан	1,0	6,65
Тарелки	0,23	1,0

VIII. ОПТИКА.

149. Различные способы освещения.

Название источника света	Сила света в свечах	Расход осветитель- ного мате- риала на 1 свечу в час	Потребляе- мая мощ- ность на 1 свечу в ваттах
Свеча стеариновая, пятерик	0,8		
Керосиновые лампы:			
круглая горелка 8''' (8-линейная) .	6	2,8 г	
. 12'''	13	2,5 .	
. 16'''	23	2,0 .	
Керосино-калильная столовая лампа (с фитилем)	60	1,17 .	
Спирто-калильная лампа с малой го- релкой	40	0,0025 г	
Газовая горелка	20	9 л	
Газо-калильная лампа	50—80	1,5 г	
Газо-калильные лампы с давлением:			
среднее давление	220	0,91 .	
высокое	1 000	0,85 .	
Электрические лампы накаливания:			
с угольной нитью	5—100		4
пустотные (экономические) . . .	10—50		1,4—1,8
газополные (полуваттные) . . .	50—1 000		1,6—0,7
Дуговые лампы постоянного тока: {	120		1,38
	200		1,10
	400		1,08
	600		0,92
	1 000		0,88
Дуговые лампы переменного тока: {	300		1,22
	650		1,12
Дуговые лампы пламенные: {	850		1,10
постоянного тока	1 400		0,63
переменного	1 400		0,78
Ртутная лампа кварцевая	2 000		0,35

для ламп с шарами

150. Стандартные характеристики для нормальных электрических ламп с вольфрамовой нитью.

Напряжение (в вольтах)	Мощность (в ваттах)	Световой поток (в люменах)	Световая отдача (люмен·ватт ⁻¹)
Пустотные лампы 110 и 120	15	108	7,18
	25	217	8,65
	50	447	8,97
	50	484	9,66
	75	855	11,41
	100	1 256	12,56
Газополные лампы 110 и 120	150	2 100	13,96
	200	2 950	14,78
	300	4 710	15,70
	500	8 600	17,20
	750	13 450	17,94
	1 000	18 500	18,50
Пустотные лампы 220	20	139	6,97
	30	236	7,85
	50	433	8,65
	60	472	7,85
	75	670	8,95
	100	1 005	10,05
Газополные лампы 220	150	1 710	11,41
	200	2 510	12,56
	300	4 100	13,65
	500	7 560	15,13
	750	12 250	16,31
	1 000	17 200	

**151. Некоторые линии поглощения солнечного спектра
(фраунгоферовы линии).**

Число колебаний в биллионах ¹⁾ в секунду	Длина волны в пустоте в миллимикронах	Буквенное обозначение линии	Химический элемент, которому принадлежит линия	Область спектра	Видимый спектр
111 250 334 353 365 390 391 395 417 437 449 457 466 508 509 510 518 550 570 580 617 625 690 697 731 756 786 892 1 017 1 210 1 400 1 616	2 700 1 200 899 850 823 770 766 759 719 687 671 656 643,85 589,6 589 588 579 546 527 517 486 479,99 434 431 410 397 382 336 295 248 214 186	Ψ Ф ₁ Y X ₁ Z } α A a B C D ₁ D ₂ D ₃ E b F f G h H L P U	 } Калий Кислород Кислород Литий Водород Кадмий } Натрий Гелий Ртуть " Железо Магний Водород Кадмий Водород Кальций Водород Кальций Железо " Углерод Кадмий Алюминий	Ультракрасная область (тепловое действие) Красная область Оранжевая . Желтая . Зеленая . Голубая . Синяя . Фиолетовая . Ультрафиолетовая область (флуоресценция, фотографическое действие)	

152. Наиболее сильные линии испускания некоторых химических элементов.

Элемент	Длина волны в пустоте в миллимикронах	Элемент	Длина волны в пустоте в миллимикронах	Элемент	Длина волны в пустоте в миллимикронах
Барий	554	Калий	770	Ртуть	546
Водород	656	Рубидий	767	Стронций	630
"	486	Кальций	559	"	641
"	434	Литий	671	"	548
"	410	Магний	518,4	"	461
Гелий	588	"	517,3	Таллий	535
Кадмий	644	"	516,8	Цезий	459
"	509	Натрий	589,6	"	456
"	480	"	589,0		

¹⁾ 1 биллион равен миллиону миллионов.

153. Спектральные линии водорода.

Название серии	Длина вол- ны в ангс- тремах	номер орби- ты, на кото- рую перехо- дит электрон при излуче- нии или с которой уxo- дит при воз- буждении	номер орби- ты, с кото- рой электрон соскакивает при излуче- нии или на которую пе- реходит при возбужде- нии	Частота (наблюден- ная)
Пфунда	$7,40 \cdot 10^4$	5	6	1 350
Бракетта	$4,05 \cdot 10^4$	4	5	2 470
	$2,63 \cdot 10^4$	4	6	3 810
Пашена	18 751,05	3	4	5 332,96
	12 818,11	3	5	7 801,46
	10 938	3	6	9 142,44
	10 049,8	3	7	9 950,45
	9 546,2	3	8	10 475,37
Бальмера	$6\,564,66\ (H_\alpha)$	2	3	15 233,08
	$4\,862,71\ (H_\beta)$	2	4	20 546,65
	$4\,341,71\ (H_\gamma)$	2	5	23 032,41
	$4\,102,91\ (H_\delta)$	2	6	24 372,93
	$3\,971,20\ (H_\epsilon)$	2	7	25 181,13
	3 799,00	2	10	26 322,72
	3 712,70	2	15	26 934,54
	граница	2	∞	27 419,42 (вычисл.)
Лаймана	1 216	1	2	82 236
	1 026	1	3	97 465
	977	1	4	102 880
	граница	1	∞	109 678 (вычисл.)

154. Коэффициент преломления некоторых веществ.

Вещество	Формула	Длина вол- ны в μ	n
I. Газы¹⁾			
Воздух	—	D-линия	1,0002919
Гелий	He	0,334	1,00354
Водород	H ₂	0,334	1,01461
Кислород	O ₂	0,439	1,02755
Озон	O ₃	0,480	1,0533
Азот	N ₂	0,439	1,03025
Аргон	Ar	0,436	1,02851
Неон	Ne	0,480	1,0067
Хлор	Cl ₂	0,480	1,0792
Бром	Br ₂	0,480	1,1185
Иод	I ₂	0,546	1,216
Окись углерода	CO	0,480	0,0339
Углекислота	CO ₂	0,480	1,0453
Цианистый водород	HCN	0,589	1,0438
Циан	(CN) ₂	0,589	1,0822
Водяной пар	H ₂ O	0,480	1,0255
Аммиак	NH ₃	0,480	1,0383
Ацетилен	C ₂ H ₂	0,436	1,0619
Этилен	C ₂ H ₄	0,436	1,0743
Этан	C ₂ H ₆	0,436	1,0782
Бензол	C ₆ H ₆	0,589	1,1700
II. Жидкости²⁾			
Вещество	Формула	Температура в градусах Цельсия	n_D
Вода	H ₂ O	20	1,333
Перекись водорода	H ₂ O ₂	20	1,406
Водород	H ₂	—253	1,112
Аммиак	NH ₃	16,5	1,325
Азот	N ₂	—195	1,197
Окись азота	NO	— 90	1,330
Кислород	O ₂	—181	1,221
Углекислота	CO ₂	15,5	1,192
Азотная кислота (99,94 ⁰ / ₀)	HNO ₃	16,4	1,397
Серная кислота (+2 ⁰ / ₀ H ₂ O)	H ₂ SO ₄	23	1,429
Хлористый водород	HCl	10,5	1,254
Бромистый водород	HBr	10	1,325
Иодистый водород	HI	12	1,466
Треххлористый фосфор	PCl ₃	14	1,516
Четыреххлористое олово	SnCl ₄	20	1,512
Пятихлористая сурьма	SbCl ₅	14	1,601
Бром	Br ₂	15	1,659
Хлор	Cl ₂	14	1,367
Сера	S	110	1,929
Метиловый спирт	CH ₃ OH	20	1,3290
Этиловый спирт	C ₂ H ₅ OH	20	1,36175

1) Относительно вакуума.

2) Относительно воздуха.

Вещество	Формула	Температура в градусах Цельсия	n_D
Пропиловый спирт	C_3H_7OH	20	1,38543
Этиловый эфир	$(C_2H_5)_2O$	20	1,3538
Ацетон	$(CH_3)_2CO$	20	1,35931
Хлороформ	$CHCl_3$	20	1,4472
Иодистый метилен	CH_2I_2	21	1,74129
Бензол	C_6H_6	20	1,50144
Анилин	$C_6H_5NH_2$	20	1,58629
Нитробензол	$C_6H_5NO_2$	20	1,55319
Толуол	$C_6H_5CH_3$	16,4	1,49782
Гексан	C_6H_{14}	20	1,37536
Циклогексан	C_6H_{12}	16,6	1,42806
Нафталин	$C_{10}H_8$	96,6	1,58269
Четыреххлористый углерод	CCl_4	20	1,46072
Сероуглерод	CS_2	15,7	1,63105
III. Кристаллы			
Каменная соль	$NaCl$		1,54432
Сильвин	KCl		1,49036
Кварц	SiO_2		1,54424
Алмаз	C		2,4173
Плавиковый шпат	CaF_2		1,433830
Лед ($-4^\circ C$)	H_2O		1,3083

155. Коэффициенты преломления для лучей различной длины волны.

Фраунгоферова линия	A	B	D	F	H
Длина волны в миллимикронах	759	687	589	486	397
Вода	1,329	1,331	1,333	1,337	1,344
Сероуглерод	1,610	1,617	1,629	1,654	1,702
Спирт	1,359	1,360	1,363	1,367	1,374
Стекло (легкий крон)	1,510	1,512	1,515	1,521	1,531

156. Предельный угол полного внутреннего отражения для различных веществ на границе с воздухом.

Вещество	Предельный угол
Алмаз	24°
Вода	49°
Сероуглерод	38°
Спирт	47°
Стекло различных сортов	$30-12^\circ$
Эфир	47°

IX. УЧЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЯ.

157. Гальванические элементы.

Э л е м е н т	ЭДС в вольтах
Д а н и е л я: цинк в растворе серной кислоты (5—10 % кислоты), медь в насыщенном растворе медного купороса; пористый сосуд	1,1
Б у н з е н а: цинк в растворе серной кислоты, уголь в крепкой азотной кислоте; пористый сосуд	1,8
М е й д и н г е р а: цинк в растворе сернокислого магнезия $MgSO_4$, медь в насыщенном растворе медного купороса	1
К р ю г е р а: цинк в растворе цинкового купороса, покрытая медью свинцовая пластинка в насыщенном растворе медного купороса	1
Х р о м о в ы й: цинки уголь в водном растворе хромпика $K_2Cr_2O_7$ и серной кислоты (примерно 100 частей воды, 16 частей хромпика, 37 частей серной кислоты)	2
Л е к л а н г е: цинк и уголь с перекисью марганца в растворе нашатыря	1,5
С в и н ц о в ы й а к к у м у л я т о р: свинец и перекись свинца в растворе серной кислоты	2
А к к у м у л я т о р Э д и с о н а: порошкообразное железо и перекись никеля в 21-процентном растворе едкого кали KOH .	1,3

158. Исторические даты развития техники гальванических элементов.

Годы	Автор	Открытие или изобретение
1789	Гальвани	Опыты с физиологическим действием электрического тока
1794	Вольта	Первый гальванический элемент
1800	.	Вольтов столб и первая батарея из гальванических элементов
1833	Грове	Первое применение деполяризатора
1836	Даниель	Введение принципа различных упругостей растворов металлов
1841	Бунзен	Изготовление искусственного угля; хромовый деполяризатор

Годы	Автор	Открытие или изобретение
1859	Мейдингер	Техническое применение гальванических элементов, телеграфный элемент
1865	Лекланше	Применение перекиси марганца и хлористого аммония (нашатыря)
1879	Меш	Применение деполяризации кислородом воздуха . .
1882	Лаланд	Применение окиси меди и щелочного электролита .
1888	Гаснер	Сухой элемент
1914	Фери	Техническое применение воздушной деполяризации

159. Электрохимические эквиваленты.

А н и о н ы	1 кулон выделяет милли- граммов	1 ампер- -час вы- деляет граммов	К а т и о н ы	1 кулон выделяет милли- граммов	1 ампер- -час вы- деляет граммов
Br'	0,8282	2,982	Ag'	1,11800	4,025
Cl'	0,3675	1,323	Al'''	0,09317	0,3354
(CO ₃)''	0,3108	1,119	Au'''	0,681	2,451
J'	1,3152	4,735	Ba''	0,712	2,562
(NO ₃)'	0,642	2,312	Ca''	0,2077	0,748
O''	0,0829	0,2983	Cu'	0,659	2,372
(OH)'	0,1762	0,634	Cu''	0,3294	1,186
(SO ₄)''	0,4975	1,791	Fe''	0,2895	1,042
<p>1 кулон разлагает 0,0933 мг воды и выделяет 0,174 см³ гремучего газа при 0° и 760 мм.</p> <p>1 ампер-час разлагает 336 мг воды и выделяет 626 см³ гремучего газа при 0° и 760 мм.</p>			Fe'''	0,1930	0,695
			H'	0,01044	0,03759
			Hg'	2,072	7,46
			K'	0,4052	1,460
			Mg''	0,1260	0,4537
			Mn''	0,2846	1,025
			Na'	0,2383	0,858
			(NH ₄)'	0,1869	0,673
			Pb''	1,074	3,865
			Zn''	0,3388	1,220

**160. Электрическое сопротивление металлов и угля
(при обыкновенной температуре).**

Вещество	Сопротивление ρ (в омах) проволоки или столбика в 1 м длины и 1 мм ² сечения	Длина (в метрах) проволоки сече- нием в 1 мм ² , имею- щей сопротивле- ние в 1 ом $\left(\frac{1}{\rho}\right)$
Металлы		
Алюминий	0,029	34
Висмут	1,20	0,83
Вольфрам	0,056	18
Железо	0,1—0,15	10—6,7
Золото	0,023	43
Магний	0,046	22
Медь	0,0162—0,0175	57—62
Никель	0,08—0,11	12—9
Олово	0,113	8,8
Осмий	0,1	10
Платина	0,1—0,14	10—7
Ртуть при 18°	0,958	1,044
Свинец	0,21	4,8
Серебро	0,016	61
Сурьма	0,45	2,2
Цинк	0,060	17
Сплавы и уголь		
Константан	0,5	2
Латунь	Около 0,08	Около 12
Манганин	0,43	2,3
Нейзильбер	0,2—0,4	2,5—5
Никелин	0,4	2,5
Сталь мягкая	0,1—0,2	5—10
" закаленная	0,4—0,5	2—2,5
Уголь (для дуговых и калильных ламп).	40—60	Около 0,02

Замечание. Данные даже для чистых металлов (кроме ртути) являются лишь приблизительными. Сопротивление металлов зависит от способа их обработки, а в особенности от присутствия даже незначительных примесей (примеси повышают сопротивляемость).

**161. Сопротивление и вес медной и нейзильберовой проволоки
разных диаметров.**

Диаметр проволоки в миллиметрах	Медная проволока с удельным сопротивлением 0,017		Нейзильберовая проволока 1)
	Число омов в 100 м	Вес 100 м в килограммах	Число омов в 100 м
4	0,135	11,23	2,4
3,75	0,154	9,87	2,7
3,5	0,177	8,60	3,1
3,25	0,205	7,42	3,6
3	0,240	6,32	4,2
2,75	0,286	5,31	5,0
2,5	0,346	4,39	6,1
2,25	0,428	3,55	7,6
2	0,541	2,81	9,5
1,75	0,707	2,15	12,5
1,5	0,96	1,58	17
1,4	1,10	1,38	19
1,3	1,28	1,19	23
1,2	1,50	1,01	26
1,1	1,79	0,850	32
1	2,16	0,702	38
0,9	2,67	0,569	47
0,8	3,38	0,449	60
0,7	4,42	0,344	78
0,6	6,01	0,253	106
0,5	8,66	0,176	153
0,45	10,7	0,142	189
0,4	13,5	0,112	238
0,35	17,7	0,086	312
0,3	24,0	0,063	424
0,25	34,6	0,044	611
0,2	54,1	0,028	955
0,15	96	0,016	1694
0,1	216	0,007	3812
0,09	267	0,0057	4712
0,08	338	0,0045	5965

1) Сопротивления даны для сплава, состоящего из 60 частей меди, 25 частей цинка, 15 частей никеля. Вес нейзильберовой проволоки на 4—5% меньше веса медной проволоки тех же размеров.

162. Сопротивление и вес голых проводов.

Сечение в мм ²	Медь с удельным сопротивлением 0,0178				Алюминий				Железо			
	Число и диаметр отдельных проводов в мм	Наружный диаметр всего провода в мм	Сопротивление 100 м провода в омах	Вес 100 м провода в кг	Число и диаметр отдельных проводов в мм	Наружный диаметр всего провода в мм	Сопротивление 100 м провода в омах	Вес 100 м провода в кг	Число и диаметр отдельных проводов в мм	Наружный диаметр всего провода в мм	Сопротивление 100 м провода в омах	Вес 100 м провода в кг
1	—	1,23	1,780	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	1,38	1,188	1,35	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	—	1,78	0,712	2,25	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	2,26	0,445	3,60	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	2,76	0,296	5,40	—	2,76	0,508	1,6	—	2,8	—	5,0
10	—	3,5	0,178	8,90	—	3,5	0,305	2,7	—	3,6	—	8,0
16	—	4,5	0,112	14,3	—	4,5	0,191	4,3	—	4,5	—	13,0
16	7×1,7	5,2	0,112	15,0	7×1,7	5,2	0,191	4,6	19×1,1	5,5	0,815	15,0
25	—	5,65	0,0715	22,3	—	5,65	0,122	6,8	—	5,7	—	20,5
25	7×2,1	6,5	0,0715	23,4	7×2,1	6,5	0,122	7,1	19×1,3	6,5	0,600	21,0
35	7×2,5	7,7	0,0510	32,8	7×2,5	7,7	0,0874	10,0	19×1,6	8,0	0,425	32,0
50	14×2,1	9,2	0,0356	46,8	14×2,1	9,2	0,0610	14,3	19×1,8	9,0	0,335	40,0
70	19×2,1	10,9	0,0255	65,5	19×2,1	10,9	0,0437	20,0	37×1,6	11,2	0,230	62,5
95	19×2,5	12,7	0,0188	88,9	19×2,5	12,7	0,0322	27,1	37×1,8	12,6	0,190	78,5
120	19×2,8	14,2	0,0149	112,3	19×2,8	14,2	0,0255	34,2	49×1,8	16,2	0,145	107,0
150	30×2,5	15,9	0,0119	140,4	30×2,5	15,9	0,0203	42,8	49×2,0	18,0	0,125	132,0

163. Сопротивление и вес реостатных материалов (провода)
(миллиметровые размеры).

М а т е р и а л ы				Константан	Реофан	Никелин
Температурный коэффициент				0,000005	0,000011	0,0001
Диаметр в мм	Поперечн. сечение в мм ²	Количество метров в 1 кг	Вес 100 м в кг	Сопротивление 1 м в омах		
0,10	0,008	14 700	0,0068	61,00	60,00	51,00
0,15	0,018	6 579	0,0152	21,11	26,00	22,00
0,20	0,031	3 704	0,0270	15,74	15,00	13,00
0,25	0,049	2 370	0,0422	9,95	9,50	8,00
0,30	0,071	1 645	0,0607	6,87	6,70	5,60
0,35	0,095	1 206	0,0827	5,08	4,90	4,10
0,40	0,126	925	0,1080	3,87	3,70	3,20
0,45	0,159	732	0,1367	3,07	2,90	2,50
0,50	0,196	583	0,1688	2,49	2,40	2,00
0,55	0,238	489	0,2043	2,05	1,99	1,63
0,60	0,283	411	0,2431	1,72	1,67	1,41
0,65	0,332	350	0,2853	1,47	1,42	1,20
0,70	0,385	300	0,3309	1,27	1,23	1,04
0,75	0,442	263	0,3799	1,10	1,07	0,90
0,80	0,503	231	0,4322	0,97	0,94	0,79
0,85	0,568	204	0,4880	0,86	0,83	0,70
0,90	0,636	182	0,5471	0,77	0,74	0,63
0,95	0,709	164	0,6095	0,69	0,66	0,56
1,00	0,785	148	0,6754	0,62	0,60	0,51
1,10	0,950	122	0,8157	0,51	0,50	0,42
1,20	1,131	100	1,1000	0,43	0,42	0,35
1,30	1,328	85	1,1800	0,37	0,35	0,30
1,40	1,539	73,50	1,3795	0,32	0,31	0,26
1,50	1,767	64	1,5197	0,29	0,27	0,23
1,60	2,009	56,25	1,7805	0,24	0,235	0,199
1,70	2,270	49,50	2,0000	0,21	0,208	0,176
1,80	2,545	44	2,2745	0,192	0,186	0,157
1,90	2,835	39,75	2,5070	0,172	0,167	0,141
2,00	3,141	36	2,7018	0,155	0,150	0,127
2,10	3,464	31,10	3,2145	0,144	0,137	0,115
2,20	3,801	29,40	3,3575	0,131	0,124	0,105
2,30	4,155	27,40	3,6465	0,120	0,114	0,096
2,40	4,524	25	3,9865	0,110	0,105	0,088
2,50	4,909	23,70	4,2221	0,099	0,096	0,081
2,60	5,309	21	4,6430	0,094	0,089	0,075
2,70	5,723	19,80	5,0100	0,087	0,082	0,070
2,80	6,158	18,45	5,4200	0,081	0,077	0,065
2,90	6,605	17,20	5,8100	0,075	0,072	0,061
3,00	7,069	15,75	6,4316	0,069	0,067	0,057

164. Наивысшая допускаемая нагрузка током изолированных проводов (для расчетов на нагревание).

Сечение в мм ²	М е д ь		А л ю м и н и й		Ж е л е з о	
	наивыс- ший ток в амперах	должно по- ставить предохрани- тель на амп.	наивыс- ший ток в амперах	должно по- ставить предохрани- тель на амп.	наивыс- ший ток в амперах	должно по- ставить предохрани- тель на амп.
1	11	6	8	6	—	—
1,5	14	10	11	6	—	—
2,5	20	15	16	10	—	—
4	25	20	20	15	8	6
6	31	25	24	20	10	6
10	43	35	34	25	12	10
16	75	60	60	35	17	15
25	100	80	80	60	30	25
35	125	100	100	80	—	—
50	160	125	125	100	—	—
70	200	160	155	125	—	—
95	240	200	190	160	—	—
120	280	225	220	200	—	—
150	325	260	255	225	—	—

Примечание. Голые провода сечением до 50 мм² рассчитываются по этой же таблице.

165. Плавающие токи (токи, вызывающие расплавление) для разного рода проволок.

Плавающий ток I определяется в амперах по формуле:

$$I = ad^{\frac{3}{2}}$$

где d — диаметр проволоки в см, a — постоянная, зависящая от материала.

В таблице даны значения a для некоторых материалов.

М а т е р и а л	a	М а т е р и а л	a
Медь	80	Железо	25
Алюминий	59	Олово	13
Платина	40	Сплав 2 частей свинца и 1 ча- сти олова	10
Нейзильбер	41	Свинец	11
Платиноид	37		

166. Электрическое сопротивление изоляторов (при температуре 22°)¹⁾.

Вещество	Сопротивление 1 см ³ в омах	Вещество	Сопротивление 1 см ³ в омах
Шифер	1·10 ⁸	Обыкновенное стекло .	5·10 ¹³
Слоновая кость	2·10 ⁸	Фарфор неглазированный	3·10 ¹⁴
Красная фибра	5·10 ⁸	Миканит	1·10 ¹⁵
Мрамор	от 1·10 ⁹ до 100·10 ⁹	Слюда	от 4·10 ¹³ до 2·10 ¹⁷
Целлулоид	2·10 ¹⁰	Сургуч	8·10 ¹⁵
Кленовое дерево, парафинированное	3·10 ¹⁰	Шеллак	1·10 ¹⁶
Тополовое дерево, парафинированное	5·10 ¹¹	Парафин	1·10 ¹⁶
Воск	от 2·10 ¹⁰ до 2·10 ¹⁵	Канифоль	5·10 ¹⁶
Галалит	от 2·10 ¹⁰ до 4·10 ¹⁶	Сера	1·10 ¹⁷
		Эбонит	1·10 ¹⁸
		Церезин (искусственный воск)	> 5·10 ¹⁸
		Кварцевое стекло . . .	> 5·10 ¹⁸

167. Электрическое сопротивление водных растворов при 18°²⁾.

В таблице указаны (в омах) сопротивления 1 см³ различных растворов.

Процентное содержание безводной соли или кислоты в растворе	Нашатырь NH ₄ Cl	Хлористый натрий NaCl	Цинковый купорос ZnSO ₄	Медный купорос CuSO ₄	Едкое кали KOH	Едкий натр NaOH	Серная кислота H ₂ SO ₄
5	10,9	14,9	52,4	52,9	5,8	5,1	4,8
10	5,6	8,3	31,2	31,3	3,2	3,2	2,6
15	3,9	6,1	24,1	23,8	2,4	2,9	1,8
20	3,0	5,1	21,3	—	2,0	3,0	1,5
25	2,5	4,7	20,8	—	1,9	3,7	1,4
30	—	—	22,7	—	1,8	4,8	1,35
35	—	—	—	—	2,0	6,4	1,4
40	—	—	—	—	2,2	8,3	1,5

1) Сопротивление многих изоляторов быстро падает с температурой; при повышении температуры с 20° до 30° оно может уменьшиться в 1½—3 раза.

2) При повышении температуры на 1° проводимость раствора увеличивается примерно на 20/0.

168. Некоторые электрические свойства твердых технических
изоляционных материалов (при 18—25°C).

Материал	Удельное сопротивление		Диэлектрическая постоянная		Диэлектрическая крепость	
	объемное (в ом-см)	поверхност- ное (в омах)	частота в цикл/сек	ϵ в CGSE	толщи- на (в мм)	kV мм ⁻¹
Асбестовая бумага . .	2·10 ⁵	—	—	—	1,0	4
Асфальт . .	—	—	—	2,7	2,0—3,0	1—2
Галалит . .	1·10 ¹⁰	6·10 ¹⁰	—	—	—	6—3,5
Древесина твердая, про- сушенная .	10 ¹⁰ —4000·10 ¹⁰	—	90—650	3,0	25	0,4—0,6
Канифоль . .	5·10 ¹⁶	7·10 ¹⁴	—	2,5	—	—
Клен парафи- нированный	3·10 ¹⁰	8·10 ¹¹	—	4,1	15	4,5
Лакирован- ный батист (кембрик) желтый . .	—	—	—	3,5—5,5	0,1—0,4	60—45
Мрамор . .	10 ⁹ —100·10 ⁹	6·10 ⁹	{ 60 90—650	{ 8,3 9,5—11,5	25	2—4
Мыльный ка- мень . . .	6·10 ⁸	—	—	—	25	1,0
Озокерит . .	5·10 ¹⁴	—	—	2,2	0,6	45
Парафин . .	10 ¹⁶ —500·10 ¹⁶	1·10 ¹⁶	—	1,9—2,3	—	15—50
Парафиниро- ванная бу- мага . . .	—	—	—	—	—	40—60
Прессованный картон . .	1·10 ⁹	—	—	—	0,2—3,0	12—5
То же, покры- тый лаком .	—	—	—	2,9	0,5—3,0	15—10
То же, прова- ренный в ми- черальном масле . . .	—	—	—	4,5	0,5—3,0	30—20
Пчелиный воск . . .	5·10 ¹⁴ —20·10 ¹⁴	8·10 ¹⁴	—	1,85	—	10
Слоновая кость . . .	2·10 ⁸	6·10 ⁹	—	—	—	—
Слюда . . .	10 ¹⁵ —200·10 ¹⁵	1—3000·10 ¹⁰	—	4,5—7,5	{ 0,05 0,3 0,6	{ 80—200 40—120 25—75
Слюдяные по- лотно и бу- мага (мика- нит)	—	—	—	—	0,1—0,3	40—15
Фибра вулка- низированная	5—20·10 ⁹	1·10 ¹⁰	90—650	5,0—7,5	{ 1,0 3,0 6,0 12,0	{ 8—18 5—12 4—9 3—6
Целлюлоза .	1·10 ⁹	—	—	3,9—7,5	—	—
Церезин . .	5·10 ¹⁸	8·10 ¹⁶	—	—	—	—
Шеллак . .	1·10 ¹⁶	7·10 ¹³	—	2,7—3,7	—	—
Эмаль . . .	1·10 ¹⁴	—	—	—	0,02	20—25

169. Электрические и световые данные для различных ламп.

Виды ламп	Напряжение 110—120 в			Напряжение 220 в		
	Мощность (в ваттах)	Сила света (в свечах)	Расход энергии (ватт на свечу)	Мощность (в ваттах)	Сила света (в свечах)	Расход энергии (ватт на свечу)
Пустотные (экономические)	15	8,6	1,75	20	11,1	1,8
	25	17,3	1,45	30	18,8	1,6
	50	35,7	1,4	50	34,5	1,45
Газополные (полуваттные)	50	38,5	1,30	60	37,5	1,60
	75	68	1,10	75	53,5	1,40
	100	100	1,00	100	80	1,25
	150	167	0,90	150	136	1,10
	200	235	0,85	200	200	1,00
	300	375	0,80	300	326	0,92
	500	685	0,73	500	602	0,83
	750	1 070	0,70	750	975	0,77
	1 000	1 470	0,68	1 000	1 370	0,73

170. Диэлектрическая постоянная некоторых элементов и химических соединений в единицах CGS.

Условные обозначения: г.—газ, ж.—жидкость, т.—твердое тело. Бензол, этиловый эфир, анилин, ацетон и нитробензол применяются в качестве эталонных жидкостей при калибровке установок для измерения диэлектрической постоянной.

Название	Химическая формула	Состояние	Температура в градусах Цельсия	ε
Воздух	—	г.	0	1,000585
Азот	N	ж.	—185	2,28
„	„	г.	0	1,00058
Аргон	Ar	г.	0	1,00056
Бром	Br	г.	180	1,0128
„	„	ж.	23	3,2
Водород	H	г.	0	1,00026
„	„	ж.	—253	1,22
„	„	т.	—259,9	1,21
Гелий	He	г.	0	1,000074
„	„	ж.	—270,8	1,058
Кислород	O	г.	0	1,00051

Название	Химическая формула	Состояние	Температура в градусах Цельсия	
Кислород	O	ж.	—182	1,465
Ртуть	Hg	г.	400	1,00074
Сера	S	т.	16	4,2 ₁
Селен	Se	т.	20	6,13
Углерод (алмаз)	C	т.	—	5,5—16,5
Фосфор (желтый)	P	т.	20	4,1
Хлор	Cl	ж.	0	1,9
Аммиак	NH ₃	г.	0	1,00837
“	“	ж.	14	16,2
“	“	т.	—90	4,01
Вода	H ₂ O	г.	140—150	1,00785
“	“	ж.	16,3	81,5
“	“	т.	—5	2,8
Сероводород	H ₂ S	г.	0	1,004
“	“	ж.	10	5,75
Углекислота	CO ₂	г.	0	1,00098
“	“	ж.	0	1,585
Оксид углерода	CO	г.	0	0,0007
Хлористый водород	HCl	г.	0	0,0046
“	“	ж.	—90	8,85
Серная кислота	H ₂ SO ₄	ж.	20	> 84
“	“	т.	—180	3,8
Хлористый натрий (поваренная соль)	NaCl	т.	—	6,2
Бензол	C ₆ H ₆	ж.	20	2,283
Глицерин	C ₃ H ₅ (OH) ₃	ж.	20	45,8
Метилловый спирт	CH ₃ OH	г.	100	1,0057
“	“	ж.	20	33,7
Муравьиная кислота	CHCOOH	ж.	16	58,5
“	“	т.	2	19,08
Уксусная кислота	CH ₃ COOH	ж.	20	6,4
“	“	т.	2	4,1
Этиловый спирт	C ₂ H ₅ OH	г.	100	1,0065
“	“	ж.	20	25,7
“	“	т.	—172	3,12
Этиловый эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	г.	100	1,0049
“	“	ж.	20	4,335

171. Диэлектрическая постоянная различных материалов.

Вещество	ϵ	Вещество	ϵ
Бумага	2,5	Стекло оптическое . . .	До 10
Гранит	От 7 до 9	Парафин	2
Гуттаперча	4,4	Песок сухой	2,5
Каучук	От 2 до 3	" влажный ($15\% \text{H}_2\text{O}$)	Около 9
Керосин	2,1	Почва сухая	1,9
Мрамор	8,3	Почва влажная ($19\% \text{H}_2\text{O}$)	Около 8
Дерево	От 2 до 8	Шеллак	От 3 до 4
Скипидар	2,2	Фарфор	6
Слюда	От 6 до 8	Эбонит	4,3
Стекло обыкновен.	От 5 до 7	Янтарь	2,8

172. Разряжающее напряжение статически наэлектризованных проводников.

В таблице содержатся значения разности потенциалов (в киловольтах) между двумя проводниками, необходимой для того, чтобы между этими проводниками проскочила искра. Предполагается, что проводники окружены воздухом обыкновенной температуры и давления.

Расстояние между проводниками в мм	Разряжающее напряжение между шариками диаметром в 1 см в киловольтах	Разряжающее напряжение между шариками диаметром в 5 см в киловольтах	Разряжающее напряжение между плоскими пластинками в киловольтах
1	5		4,5
2	8,7		8,0
3	12,0		11,3
4	15,0		14,4
5	17,9		17,4
6	20,6		20,3
7	23,2		23,2
8	25,5		26,1
9	27,6		28,9
10	29,3	32,4	31,7
20		59,3	59,6
30		80,7	87,0
40		97,7	114
50		111	140
100		150	266

173. Пробивное напряжение для различных газов.

В таблице содержатся значения разности потенциалов, необходимой для пробоя искры между двумя плоскими электродами, находящимися в различных газах на расстоянии 1 см друг от друга.

Г а з	Химическая формула	Пробивное напряжение в киловольтах
Азот	N ₂	27,0
Аммиак	NH ₃	34,4
Бром	Br ₂	50,8
Водород	H ₂	13,9
Воздух	—	25,7
Кислород	O ₂	23,1
Метан	CH ₄	20,8
Сероуглерод	CS ₂	87,0
Углекислый газ	CO ₂	22,6
Хлор	Cl ₂	45,7
Этилен	C ₂ H ₄	27,8

174. Зависимость электродвижущей силы свинцового аккумулятора от концентрации серной кислоты (при обычной температуре).

Серная кислота H ₂ SO ₄	Удельный вес	1,553	1,420	1,266	1,153	1,035
	Процент содержания	64,5	52,15	35,26	21,40	5,16
Электродвижущая сила (в вольтах)		2,355	2,252	2,103	2,008	1,887

При повышении температуры на 1° Ц электродвижущая сила обычного свинцового аккумулятора с концентрацией кислоты в 20% увеличивается на 0,00029 в.

175. Удельное сопротивление ρ (в ом-см при 0 и 18° Ц) и атомное ¹⁾ сопротивление R_A (в омах при 18° Ц) металлов.

М е т а л л	Химическая формула	$\rho \cdot 10^6$ при 0° Ц	$\rho \cdot 10^6$ при 18° Ц	$R_A \cdot 10^6$ при 18° Ц
Литий	Li	8,5	9,1	3,60
Натрий	Na	4,3	4,6	1,49
Калий	K	6,1	6,9	1,71
Рубидий	Rb	11,6	12,6	3,03
Цезий	Cs	18,2	20,8	4,40
Бериллий	Be	5,5	6,3	3,25
Магний	Mg	3,2	4,3	1,34
Кальций	Ca	4,0	4,5	1,37
Стронций	Sr	30,3	32,4	9,38
Барий	Ba	57,5	—	17,1
Алюминий	Al	2,53	2,72	1,17
Лантан	La	57,6	59,8	20,3
Церий	Ce	72,6	74,0	—
Празеодим	Pr	63,5	66,8	—
Титан	Ti	82,0	89,0	40,3
Цирконий	Zr	41,0	45,0	17,0
Гафний	Hf	29,6	32,0	12,3
Тантал	Ta	13,8	14,7	16,2
Хром	Cr	2,6	—	—
Молибден	Mo	4,38	4,72	2,08
Вольфрам	W	4,89	5,32	2,52
Железо	Fe	8,9	9,9	4,65
Рутений	Ru	11,6	14,5	5,74
Осмий	Os	8,9	9,45	4,37
Кобальт	Co	6,2	6,8	3,30
Родий	Rh	4,65	5,0	2,29
Иридий	Ir	4,85	5,3	2,36
Никель	Ni	6,6	7,35	3,51
Палладий	Pd	10,2	10,75	4,86
Платина	Pt	9,8	10,5	4,69
Медь	Cu	1,56	1,68	0,81
Серебро	Ag	1,47	1,58	0,68
Золото	Au	2,06	2,21	0,95
Цинк	Zn	5,5	5,95	2,64
Кадмий	Cd	6,7	7,25	2,86
Ртуть	Hg	93,7	95,4	—
Галлий	Ga	40,8	43,9	17,9
Индий	In	8,35	9,1	3,33
Таллий	Tl	15,9	17,5	6,17
Олово	Sn	10,4	11,3	4,10
Свинец	Pb	19,5	20,7	7,42
Мышьяк	As	35,2	37,6	14,9
Сурьма	Sb	36,3	39,8	13,8
Висмут	Bi	109,0	118,0	39,3

¹⁾ Атомное сопротивление — сопротивление куба данного вещества с массой, равной 1 грамму.

176. Удельная электропроводность металлов при 18° Ц.

Металл	Удельная электропроводность [в $мо (ом^{-1})$]	Металл	Удельная электропроводность [в $мо (ом^{-1})$]
Алюминий .	$33,5 \cdot 10^4$	Олово . . .	$8,82 \cdot 10^4$
Железо . .	$10 \cdot 10^4$	Платина . .	$10,2 \cdot 10^4$
Золото . .	$41,3 \cdot 10^4$	Ртуть . . .	$1,06 \cdot 10^4$
Кадмий . .	$12,9 \cdot 10^4$	Свинец . .	$4,80 \cdot 10^4$
Медь . . .	$57,2 \cdot 10^4$	Серебро . .	$61,4 \cdot 10^4$
Никель . .	$8,5 \cdot 10^4$	Цинк . . .	$16,5 \cdot 10^4$

177. Удельная электропроводность воды различной степени чистоты при 18° Ц.

В о д а	Удельная электропроводность [в $мо (ом^{-1})$]
Абсолютно чистая	$0,04 \cdot 10^{-8}$
Весьма чистая	$0,6 \cdot 10^{-8}$
Чистая	$2,0 \cdot 10^{-8}$
Дистиллированная	$20,0 \cdot 10^{-8}$

178. Удельная электропроводность льда при различных температурах.

Температура в градусах Цельсия	0	— 4	— 10	— 19
Удельная электропроводность льда [в $мо (ом^{-1})$]	$280 \cdot 10^{-10}$	$23 \cdot 10^{-10}$	$11 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-10}$

179. Удельная электропроводность растворов электролитов при 18° Ц.

В таблице указана (в $ом^{-1}$, умноженных на 10^4) электропроводность 1 см³ растворов различной концентрации.

Процентное содержание безводного электролита	Хлористый калий KCl	Хлористый натрий NaCl	Нашатырь NH ₄ Cl	Едкий натрий NaOH	Серная кислота H ₂ SO ₄	Соляная кислота HCl (при 15°Ц)
5	690	672	918	1 969	2 085	3 948
10	1 359	1 211	1 776	3 124	3 915	6 302
15	2 020	1 642	2 586	—	5 435	—
20	2 677	1 957	3 365	3 270	6 527	7 615
30	—	—	—	2 022	7 388	6 620
40	—	—	—	1 164	6 800	5 152
50	—	—	—	—	5 405	—
70	—	—	—	—	2 157	—
90	—	—	—	—	1 075	—
99,4	—	—	—	—	85	—

180. Удельная электропроводность некоторых неметаллических веществ

Вещество	Химическая формула	Температура в градусах Цельсия	Удельная электропроводность (в $ом^{-1}$)
Бром	Br ₂	17,2	$13 \cdot 10^{-14}$
Хлор	Cl ₂	—70	$< 1 \cdot 10^{-16}$
Иод	I ₂	110	$13 \cdot 10^{-11}$
Сера	S	115	$1 \cdot 10^{-12}$
Сернистый ангидрид	SO ₂	35	$15 \cdot 10^{-8}$
Серный	SO ₃	—	Не проводит тока
Серная кислота	H ₂ SO ₄	25	$1 \cdot 10^{-2}$
Аммиак	NH ₃	—79	$13 \cdot 10^{-8}$

181. Удельная электропроводность некоторых технических жидкостей при обычной температуре.

Вещество	Удельная электропроводность (в $ом^{-1}$)	Вещество	Удельная электропроводность (в $ом^{-1}$)
Бензин . . .	$< 1 \cdot 10^{-12}$	Нефть	$3 \cdot 10^{-13}$
Керосин . . .	$< 17 \cdot 10^{-9}$	Скипидар	$2 \cdot 10^{-13}$
Лигроин . . .	$59 \cdot 10^{-17}$	Вазелин (вазелиновое масло) . .	$8 \cdot 10^{-17}$
Парафиновое масло . . .	$7 \cdot 10^{-17}$		

182. Эталоны электродвижущей силы.

Название	ЭДС в международных вольтах	Температурный коэффициент
<p>Нормальный элемент Вестона:</p> <p>HgCd_{12,5%}/CdSO₄·8/3 H₂O насыщ./ Hg₂SO₄ паста/ Hg (содержит нерастворенные кристаллы CdSO₄·8/3 H₂O)</p>	1,0183 при 20°Ц	$E_t = 1,0183 - 0,0000406(t-20) - 0,00000095(t-20)^2 + 0,00000001(t-20)^3$
<p>Ненасыщенный элемент Вестона:</p> <p>В отличие от предыдущего изготовляется из раствора CdSO₄·8/3 H₂O, насыщенного при 4°Ц, и не содержит нерастворенных кристаллов</p>	1,0187 (средн.)	Меньше, чем 0,00001 V на 1°Ц
<p>Элемент Кларка:</p> <p>HgZn 100/0 /ZnSO₄·xH₂O насыщ./ Hg₂SO₄ паста/ Hg (x=7 ниже 39°; x=6 выше 39°)</p>	1,4328 при 15°Ц	$E_t = 1,4328 - 0,00119(t-15) - 0,000007(t-15)^2$

183. Нормальные потенциалы (ряд напряжения).

В таблице даны потенциалы (в вольтах) полуэлементов, состоящих из металла, погруженного в раствор, который содержит 1 грамм-эквивалент ионов того же металла в 1 л. Нормальные потенциалы измерены при комнатной температуре относительно нормального водородного электрода, потенциал которого считается равным нулю.

Металл	Ионы	Нормальные потенциалы	Металл	Ионы	Нормальные потенциалы
Литий	Li ⁺	— 3,02	Водород	H ⁺	+ 0,000
Калий	K ⁺	— 2,92	Олово	Sn ⁺⁺⁺	+ 0,05
Барий	Ba ⁺⁺	— 2,96	Сурьма	Sb ⁺⁺⁺	+ 0,2
Натрий	Na ⁺	— 2,71	Висмут	Bi ⁺⁺⁺	+ 0,28
Стронций	Sr ⁺⁺	— 2,95	Мышьяк	As ⁺⁺⁺	+ 0,3
Кальций	Ca ⁺⁺	— 2,8	Медь	Cu ⁺⁺	+ 0,345
Магний	Mg ⁺⁺	— 2,35	Кобальт	Co ⁺⁺⁺	+ 0,4
Алюминий	Al ⁺⁺⁺	— 1,28	Медь	Cu ⁺	+ 0,522
Марганец	Mn ⁺⁺	— 1,1	Таллий	Tl ⁺⁺⁺	+ 0,72
Цинк	Zn ⁺⁺	— 0,76	Ртуть	Hg ₂ ⁺⁺	+ 0,793
Хром	Cr ⁺⁺	— 0,557	Палладий	Pd ⁺⁺	+ 0,82
Хром	Cr ⁺⁺⁺	— 0,509	Ртуть	Hg ⁺⁺	+ 0,86
Железо	Fe ⁺⁺	— 0,44	Золото	Au ⁺⁺⁺	+ 1,38
Кадмий	Cd ⁺⁺	— 0,4	Золото	Au ⁺	+ 1,5
Таллий	Tl ⁺	— 0,336	Серебро	Ag ⁺	+ 0,808
Кобальт	Co ⁺⁺	— 0,255	Сера	S ⁰	— 0,55
Никель	Ni ⁺⁺	— 0,250	Иод твердый	I ⁺	+ 0,58
Свинец	Pb ⁺⁺	— 0,130	Бром жидкий	Br ⁺	+ 1,08
Олово	Sn ⁺⁺	— 0,14	Хлор газ	Cl ⁺	+ 1,36
Железо	Fe ⁺	— 0,4	Фтор газ	F ⁺	+ 1,9

184. Подвижности ионов при 18° Ц и их температурные коэффициенты.

Ион	Подвижность	Температурный коэффициент в процентах на 1°	Ион	Подвижность	Температурный коэффициент в процентах на 1°
H'	315	1,54	$\frac{1}{2}$ Be"	28	—
Li'	33,4	2,65	$\frac{1}{2}$ Mg"	45	2,56
Na'	43,5	2,44	$\frac{1}{2}$ Zn"	46	2,54
K'	64,6	2,17	$\frac{1}{2}$ Cu"	46	—
Rb'	67,5	2,14	$\frac{1}{2}$ Cd"	46	2,45
Cs'	68	2,12	$\frac{1}{2}$ Ca"	51	2,47
Ag'	54,3	2,29	$\frac{1}{2}$ Sr"	51	2,47
Tl'	66,0	2,15	$\frac{1}{2}$ Ba"	55	2,39
NH ₄ '	64	2,22	$\frac{1}{2}$ Pb"	61	2,40
F'	46,6	2,38	$\frac{1}{2}$ Ra"	58	2,39
Cl'	65,5	2,16	$\frac{1}{2}$ CrO ₄ "	72	—
Br'	67,0	2,15	$\frac{1}{2}$ SO ₄ "	68	2,27
J'	66,5	2,16	$\frac{1}{2}$ CO ₃ "	60	—
SCN'	56,6	2,21	$\frac{1}{3}$ Cr""	45	—
ClO ₃ '	55,0	2,15	$\frac{1}{3}$ Al""	40	—
JO ₃ '	33,9	2,34	$\frac{1}{4}$ Th""	23,5	—
CH ₃ COO'	35	2,38	$\frac{1}{4}$ FeCy ₆ ""	95,0	—
NO ₃ '	61,7	2,05			
OH'	174	1,80			

185. Абсолютные термоэлектродвижущие силы e чистых металлов при 0 и 100°Ц (в $\frac{\mu V}{grad}$).

Металл	Символ	e при 0°Ц	e при 100°Ц
Магний	Mg	— 1,3	— 1,5
Алюминий	Al	— 1,6	— 2,1
Тантал	Ta	— 5,0	— 6,7
Молибден	Mo	+ 4,7	+ 8,0

Металл	Символ	ϵ при 0°C	ϵ при 100 °C
Вольфрам	W	+ 0,4	+ 3,6
Железо	Fe	+ 15,0	+ 10,3
Кобальт	Co	- 18,6	- 26,6
Никель	Ni	- 17,8	- 21,6
Родий	Rh	+ 1,0	+ 0,8
Иридий	Ir	+ 1,2	+ 0,9
Палладий	Pd	- 6,7	- 9,5
Платина	Pt	- 4,4	- 7,3
Медь	Cu	+ 1,7	+ 2,2
Серебро	Ag	+ 1,3	+ 2,0
Золото	Au	+ 1,7	+ 2,2
Цинк, паралл. оси	Zn	+ 0,4	+ 0,8
Цинк, перпенд. оси	Zn ⊥	+ 2,2	+ 3,4
Кадмий, паралл. оси	Cd	+ 0,0	+ 2,2
Кадмий, перпенд. оси	Cd ⊥	+ 3,2	+ 7,2
Ртуть	Hg	- 3,2	- 4,9
Таллий	Tl	+ 0,4	- 2,6
Олово, паралл. оси	Sn	- 0,7	- 1,1
Олово, перпенд. оси	Sn ⊥	- 1,5	- 1,5
Свинец	Pb	- 1,2	- 1,4
Сурьма, паралл. оси	Sb	+ 21	+ 25
Сурьма, перпенд. оси	Sb ⊥	+ 47	+ 53
Висмут, паралл. оси	Bi	- 110	- 95
Висмут, перпенд. оси	Bi ⊥	- 54	- 59
Селен	Se	- 1 100	+ 1 130
Теллур	Te	+ 390	+ 330

186. Термо-электродвижущие силы наиболее употребительных пар металлов и сплавов при комнатной температуре.

Термопара	Термо-электродвижущая сила в $10^{-6}V$ на 1°
Платина — платина + 10% родия	6,4
Константан — высококороткая сталь	40
Константан — медь	41
Константан — марганец	41
Константан — хромоникель	53
Константан — хромин	56
Висмут — железо	92
Висмут — сурьма	100
95% Bi + 5% Sn и 97% Bi + 3% Sb	120
Теллур — никель	330 — 520
Теллур — платина	До 500
Теллур — висмут	500 — 550

**187. Удельная магнитная восприимчивость χ металлов
(на 1 г) при 18°С.**

М е т а л л	Химическая формула	$\chi \cdot 10^6$
Литий	Li	+ 0,5
Бериллий	Be	— 1,0
Натрий	Na	+ 0,6
Магний	Mg	+ 0,55
Алюминий	Al	+ 0,58
Калий	K	+ 0,5
Кальций	Ca	+ 1,10
Титан	Ti	+ 1,25
Ванадий	V	+ 1,4
Хром	Cr	+ 3,6
Марганец	Mn	+ 7,5
Железо	Fe	+ 7,5
Кобальт	Co	~
Никель	Ni	~
Медь	Cu	— 0,086
Цинк	Zn	— 0,157
Галлий	Ga	— 0,24
Германий	Ge	— 0,12
Мышьяк	As	— 0,31
Селен	Se	— 0,32
Рубидий	Rb	+ 0,2
Циркон	Zr	— 0,45
Ниобий	Nb	(+ 1,3)
Молибден	Mo	+ 0,04
Рутений	Ru	+ 0,43
Родий	Rh	+ 1,08
Палладий	Pd	+ 5,24
Серебро	Ag	— 0,20
Кадмий	Cd	— 0,18
Индий	In	— 0,11
Олово	Sn	+ 0,4
Сурьма	Sb	— 0,87
Теллур	Te	— 0,31
Цезий	Cs	+ 0,1
Барий	Ba	+ 0,9
Лантан	La	+ 1,04
Тантал	Ta	+ 0,87
Вольфрам	W	+ 0,28
Рений	Re	+ 0,37
Осмий	Os	+ 0,05
Иридий	Ir	+ 0,13
Платина	Pt	+ 1,02
Золото	Au	— 0,15
Ртуть	Hg	— 0,19
Таллий	Tl	— 0,24
Свинец	Pb	— 0,12
Висмут	Bi	— 1,35

188. Магнитные константы некоторых ферромагнитных материалов.

Обозначения: B_{max} — максимальная индукция; B_r — остаточная индукция; H_c — коэрцитивная сила; P_h — потери на гистерезис при максимальной индукции, равной 10 000; $H_c \times B_r$ — произведение, по величине которого часто судят о качестве материала для постоянных магнитов (качество материала тем выше, чем больше B_r и H_c); μ_{max} — максимальная проницаемость.

Материал	B_{max}	B_r	H_c	P_h	$H_c \cdot B_r \cdot 10^{-4}$	μ_{max}
Электролитическое железо	21 600	10 850	0,37	810	0,4	1 400
Динамное железо . .	21 420	11 050	0,37	1 400	0,4	14 800
Чугун	16 420	5 100	11,4	30 000	5,8	240
Углеродистая сталь (1 ⁰ / ₀ C)	18 400	7 000	60	—	42	—
Вольфрамовая сталь (1 ⁰ / ₀ C, 5 ⁰ / ₀ W) . .	17 000	10 800	62	—	70	600
Кремнистая сталь (4 ⁰ / ₀ Si)	19 700	7 830	0,47	1 600	0,4	7 500
Никель	6 400	3 340	1,6	—	0,5	1 120
Кобальт	17 700	3 100	12	—	3,6	175
Железо-никель (78 ⁰ / ₀ Ni, пермаллой) . .	11 400	5 500	0,05	200	0,03	8 000
Железо-кобальт (F ₂ Co)	23 680	8 230	2,7	—	2,2	—
Сплав Гейслера (61 ⁰ / ₀ Cu, 24 ⁰ / ₀ Mn, 15 ⁰ / ₀ Al)	4 100	2 550	7,3	—	1,8	—

189. Электромагнитные волны. Классификация, шкала частот и длины волн¹⁾.

№ областей	I		II		III	IV	V		VI
	Названия частот колебаний	производ-ных единиц	Ч а с т о т ы в герцах	Название областей, шкалы волн	Названия групп волн (лучей) внутри областей шкалы	Д л и н ы в о л н в производных единицах	с м	Число октав	
1	Инфранзвук Низкие . . . Промышлен. Звуковые . .	Ниже 0,1 Hz 0,1—10 Hz 10—200 Hz 20Hz—20 kHz	Ниже 10 ⁻¹ 10 ⁻¹ —10 10—2·10 ³ 2·10—2·10 ⁴	Низкочастотн. волны	— — — —	Более 3·10 ⁶ км 3·10 ⁶ —3·10 ⁴ км 30—1,5·10 ³ км 15·10 ³ —15 км	Более 3·10 ¹¹ 3·10 ¹¹ —3·10 ⁹ 3·10 ⁹ —1,5·10 ⁸ 1,5·10 ⁹ —1,5·10 ⁶	Более 5 7 4 10	
2	Радиочастоты	Ниже 0,1 MHz 0,1—1,5 MHz 1,5—6 MHz 6—30 MHz 30—300 MHz 0,3—3 GHz	Ниже 10 ⁵ 1—15·10 ⁵ 1,5—6·10 ⁶ 6—30·10 ⁶ 3—30·10 ⁷ 3—30·10 ⁸	Радиоволны	Длинные радиоволны . Средние Промежуточные радио- волны Короткие радиоволны . Метровые Дециметровые	Более 3 км 3 км—200 м 200—50 м 50—10 м 10—1 м 1—0,1 м	Более 3·10 ⁵ 3·10 ⁵ —2·10 ⁴ 2·10 ⁴ —5·10 ³ 5·10 ³ —10 ³ 10 ³ —10 ² 10 ² —10	Более 15	
3	Ультрарадио- частоты . .	3—30 GHz 30—300 GHz 0,3—3 THz	3—30·10 ⁹ 3—30·10 ¹⁰ 3—30·10 ¹¹	Ультрарадио- волны	Сантиметровые ультра- радиоволны Миллиметровые ультра- радиоволны Переходные ультрара- диоволны	10—1 см 10—1 мм 1—0,1 мм	10—1 1—10 ⁻¹ 10 ⁻¹ —10 ⁻²	10	
4	Инфракрасные	3—400 THz	3—400·10 ¹²	Инфракрасные волны (лучи)	Декамикронные инфра- красные лучи Микронные инфракрас- ные лучи	100—10 м 10—0,76 м	10 ⁻² —10 ⁻² 10 ⁻³ —0,76·10 ⁻⁴	7	
5	Световые				Красные световые лучи Оранжевые	7 600—6 200 Å 6 200—5 900 Å	0,76—0,62·10 ⁻⁴ 0,62—0,59·10 ⁻⁴		

№ области	I		II		III	IV	V		VI
	Названия частот колебаний	Ч а с т о т ы в производ- ных единицах	г е р ц а х	Название областей, шкалы волн	Названия групп волн (лучей) внутри областей шкалы	Д л и н ы в о л н в производных единицах	с м	Число октав	
5	Световые .	400—800 THz	4—8·10 ¹⁴	Световые волны (лучи)	Желтые световые лучи Зеленые . Голубые . Синие . Фиолетовые .	5 900—5 600 Å 4 600—5 000 Å 5 000—4 800 Å 4 800—4 500 Å 4 500—3 800 Å	0,59—0,56·10 ⁻⁴ 0,56—0,50·10 ⁻⁴ 0,50—0,43·10 ⁻⁴ 0,48—0,45·10 ⁻⁴ 0,45—0,38·10 ⁻⁴	1	
6	Ультрафиолетовые .	0,8—60 kTHz	8·10 ¹⁴ — —6·10 ¹⁶	Ультрафиолетовые волны (лучи)	Ближайшие ультрафиолетовые лучи Крайние ультрафиолетовые лучи	3 800—500 Å 500—50 Å	0,38—0,05·10 ⁻⁴ 50—5·10 ⁻⁷	6	
7	Рентгеновские	0,06—75 MTHz	6·10 ¹⁶ — —7,5·10 ¹⁹	Рентгеновские волны (лучи)	Граничные рентгеновские лучи Мягкие рентгеновские лучи Жесткие рентгеновские лучи	50—1 Å 1—0,4 Å 0,4—0,04 Å	50—1·10 ⁻⁸ 10 ⁻⁸ —4·10 ⁻⁹ 4·10 ⁻⁹ —4·10 ⁻¹⁰	10	
8	Гамма-частицы	75 MTHz—3 cTHz	7,5·10 ¹⁹ — —3·10 ²¹	Гаммаволны (гаммалучи)	Декаметровые гаммалучи Икосовые	40—10 X 10—1 X	4·10 ⁻¹⁰ —1·10 ⁻¹⁰ 10 ⁻¹⁰ —10 ⁻¹¹	5	
		kHz — килогерц MHz — мегагерц GHz — гигагерц THz — терагерц kTHz — килотерагерц MTHz — мегатерагерц GTHz — гигатерагерц	=10 ³ Hz =10 ⁶ Hz =10 ⁹ Hz =10 ¹² Hz =10 ¹⁵ Hz =10 ¹⁸ Hz =10 ²¹ Hz			1 км = 10 ³ м 1 м = 10 ² см 1 мм = 10 ⁻¹ см 1 μ = 10 ⁻³ мм 1 Å = 10 ⁻⁸ см 1 X = 10 ⁻¹¹ см			

1) По проекту ОСТА, разработанному профессором А. А. Глаголевой-Аркадьевой; см. Ж. Тех. Физ., т. VI, стр. 758—764, 1936.

X. МОЛЕКУЛЯРНАЯ И АТОМНАЯ ФИЗИКА.

190. Скорость, пробег и диаметр газовых молекул.

Название газа	Химическая формула	При 0°C и при давлении в 1 ат					Диаметр молекулы $\times 10^{-8}$ см.
		Средняя скорость — молекул $u = \bar{c}$ $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$	Средняя квадратичная скорость молекул $c = \sqrt{\bar{c^2}}$ $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$	Средний свободный пробег λ $\times 10^{-6}$ см	Число соударений в 1 сек. $\times 10^9$	Продолжительность свободного пробега τ $\times 10^{-10}$ сек.	
Водород . . .	H ₂	1 692	1 840	11,2	15,1	0,66	2,3
Гелий	He	1 204	1 305	18	6,9	1,47	1,9
Азот	N ₂	454	493	6,0	7,55	1,32	3,1
Кислород . .	O ₂	425	461	6,5	6,55	1,52	2,9
Аргон	Ar	381	414	6,35	6,02	1,66	2,8
Пары воды . .	H ₂ O	566	615	4	14,1	0,71	2,6
Окись углерода	CO	454	493	5,8	7,8	1,28	3,2
Углекислый газ	CO ₂	362	393	4	9,05	1,10	3,2

Число молекул в 1 см³ какого-нибудь газа при 0° и давлении 760 мм: $2,7 \cdot 10^{19}$ (число Ломмита).

Число молекул в 1 граммолекуле: $6,06 \cdot 10^{23}$ (авогадрово число).

Масса водородного атома: $1,66 \cdot 10^{-24}$ г.

Мельчайший электрический заряд (заряд электрона): $4,774 \cdot 10^{-10}$ электростатической единицы заряда = $1,592 \cdot 10^{-19}$ кулона.

Масса электрона $\approx \frac{1}{1840}$ массы водородного атома = $8,999 \cdot 10^{-28}$ г.

Постоянная Больцмана $k = 1,372 \cdot 10^{-16}$ э.град⁻¹.

Масса атома с атомным весом A равна $m_a = 1,66 \cdot 10^{-24} \cdot A$ г.

Энергия молекулы идеального газа при абсолютной температуре T : $\frac{3}{2} kT = 2,058 \cdot 10^{-16} \cdot T$ э.

Масса кванта излучения (фотона) с частотой ν $0,7282 \cdot 10^{-47} \cdot \nu$.

Энергия кванта излучения (фотона) с частотой ν . . . $6,554 \cdot 10^{-27} \cdot \nu$ э.

Энергия mc^2 электрона $0,8143 \cdot 10^{-8}$ э.

mc^2 протона $1,502 \cdot 10^{-8}$ э.

Энергия электрона, соответствующая V вольт $1,598 \cdot 10^{-12} \cdot V$ э.

Скорость электрона, соответствующая V вольт . . $5,94 \cdot 10^7 \cdot \sqrt{V}$ см.сек⁻¹.

**191. Распределение скоростей между молекулами кислорода
при 0°С по закону Максвелла.**

Скорость в $\frac{м}{сек}$		Процент молекул, скорости которых лежат в данных пределах
от	до	
Меньше 100		1,4
100	200	8,1
200	300	16,7
300	400	21,5
400	500	20,3
500	600	15,1
600	700	9,2
Выше 700		7,7

192. Внутреннее давление некоторых веществ.

Вещество	Внутреннее давление	
	$\frac{a}{v^2}$	$\frac{кГ}{см^2}$
Гелий жидкий при 1,47°К		35
Ртуть при 360°С		46 000
Бензол при 0°С		2 400
Вода при 25°С		16 800
Вода при критической температуре	от 3 000 до 730 (по данным различных исследователей)	
Насыщенный водяной пар при 100°С		0,1
Эфир при 0°С		1 600
Эфир при критической точке		190
Насыщенный пар эфира в точке кипения		0,03

193. Поглощение газов водой.

1 объем воды растворяет под давлением 760 мм п объемов газа, взятого при 0° и 760 мм.

Газ	п при 0°	п при 20°	Газ	п при 0°	п при 20°
Азот	0,0235	0,0155	Сернистый газ . .	79,8	39,4
Аммиак	1298,9	710,6	Сероводород . .	4,69	2,67
Водород	0,0215	0,0185	Углекислый газ . .	1,71	0,88
Воздух	0,029	0,019	Хлор	4,61	2,26
Кислород	0,049	0,0315	Хлористый водо- род	500	440
Оксись углерода . .	0,035	0,023			

194. Адсорбция газов углем при 18°C и 1 ат.

В таблице дано число объемов газов, поглощаемых одним объемом угля.

Г а з	Химическая формула	Поглощенные объемы	Г а з	Химическая формула	Поглощенные объемы
Аммиак	NH ₃	90	Четыреххлористый углерод	CCl ₄	35
Хлористый водород . .	HCl	85	Окись углерода . . .	CO	9,4
Сернистый ангидрид .	SO ₂	65	Кислород	O ₂	9,3
Сероводород	H ₂ S	55	Азот	N ₂	7,5
Закись азота	N ₂ O	40	Иод	I ₂	1,8
Углекислый газ	CO ₂	35			

195. Коэффициенты диффузии различных газов и паров при 0° и 760 мм Hg.

В таблице даны количества газов D в g -молях, проходящие в 1 сек. через 1 см² поверхности при градиенте концентрации 1 g -моль на 1 см.

Диффундирующий газ	Второй газ	D	Диффундирующий газ	Второй газ	D
Углекислый газ .	Окись углерода	0,131	Водород	Углекислый газ	0,538
“ “ “	Воздух	0,142	“ “ “	Воздух	0,661 ¹⁾
“ “ “	Кислород	0,140	Кислород	“	0,178
“ “ “	Водород	0,544	Водяной пар . . .	“	0,203
Водород	Окись углерода	0,649	Углекислый газ .	“	0,142
“ “ “ “ “	Кислород	0,677	Сероуглерод . .	“	0,099

1) При 17°C.

196. Коэффициенты диффузии электролитов в воду при 18° Ц ($\frac{2-моль}{день}$).

Концентрация в 2-молях	Хлористый натрий NaCl	Хлористый калий KCl	Хлористый литий LiCl	Соляная кислота HCl	Едкий натрий NaOH	Едкий калий KOH
0,01	1,170	1,460	1,000	2,342	1,432	1,903
0,02	1,152	1,431	0,980	2,285	1,404	1,889
0,05	1,139	1,409	0,971	2,251	1,386	1,872
0,1	1,117	1,389	0,951	2,229	1,364	1,854
0,2	1,098	1,376	0,929	2,202	1,342	1,843
0,5	1,077	1,345	0,919	2,188	1,310	1,841
1,0	1,070	1,330	0,920	2,217	1,290	1,855
2,0	—	1,320	0,928	—	1,259	1,892

197. Осмотическое давление растворов электролитов при 15°Ц
(для случая полупроницаемой перегородки из железо-синеродистой меди).
Концентрация растворов 0,05 2-моль на 1000 см³ воды.

Электролит	Химическая формула	Осмотическое давление (в ат)
Азотнокислый калий	KNO ₃	1,65
" натрий	Na NO ₃	1,69
Иодистый калий	KJ	1,80
Сернокислый аммоний	(NH ₄) ₂ SO ₄	2,64
" калий	K ₂ SO ₄	2,01
Серноватистокислый натрий	Na ₂ S ₂ O ₃	2,21

198. Осмотическое давление коллоидов.

Вещество	Концентрация (в процентах)	Температура в градусах Цельсия	Осмотическое давление (в мм Hg)
Декстрин	1	15,9	166
Яичный альбумин	1,25	обычная	22,4
Желатин	1,5	"	8,2
Гуммиарабик	6	15,5	259
"	18	15,6	1 193

199. Зависимость осмотического давления водных растворов тростникового сахара от концентрации при 20°Ц.

Концентрация в 2-молях на 1 л	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,226	1,578	1,929	2,191
Осмотическое давление (в ат)	2,252	7,45	12,49	20,60	26,12	43,97	67,51	100,78	133,74

200. Коэффициенты сжимаемости жидкостей.

Коэффициент сжимаемости есть число, показывающее, на какую долю первоначального значения уменьшается объем тела при увеличении давления на 1 атмосферу (760 мм Hg).

Величина коэффициента сжимаемости чувствительно изменяется с изменением температуры тела, а также с изменением давления, под которым оно находится. Числа, приведенные в таблице, относятся к обыкновенной температуре (около 20°C) и к сравнительно небольшим давлениям (несколько атмосфер).

Вода	0,000046	Ртуть	0,0000039
Глицерин	0,000025	Сероуглерод	0,000089
Касторовое масло	0,000047	Скипидар	0,000079
Керосин	0,000077	Спирт	0,000110
Оливковое масло	0,000063	Эфир	0,000183

201. Коэффициент вязкости некоторых газов в микропузах (10⁻⁶ пуза).

Название	Химическая формула	Температура в градусах Цельсия	η
Аргон	Ar	0	209,6
Азот	N ₂	+ 23	176,5
Водород	H ₂	+ 20,8	88,72
„	„	0	84,1
„	„	— 102,9	60,93
„	„	— 253,06	10,6
Водяной пар	H ₂ O	0	90,4
„	„	+ 100	127
Гелий	He	+ 23	198,1
„	„	0	187,3
„	„	— 102,6	139,2
„	„	— 258,1	29,46
Аммиак	NH ₃	0	91,8
Кислород	O ₂	0	193,1
Окись углерода	CO	0	176
Двуокись „	CO ₂	0	137
Хлор	Cl	0	128,7
Хлористый водород	HCl	12,5	138,5
Сероводород	H ₂ S	0	116,6
Неон	Ne	0	297,3

202. Коэффициенты вязкости некоторых жидкостей и расплавленных металлов в сантипуазах (10^{-2} пуаза).

Название	Формула	Температура в градусах Цельсия	η
Вода	H_2O	0	1,793
"	"	20	1,008
Серная кислота (98—100%)	H_2SO_4	0	48,4
"	"	20	26,7
Сера	S	123	10,94
Спирт метиловый	CH_3OH	20	0,593
" этиловый	C_2H_5OH	20	1,716
Этиловый эфир	$(C_2H_5)_2O$	25	0,234
Бензол	C_6H_6	20	0,647
Хлороформ	$CHCl_3$	20	0,563
Глицерин	$C_3H_5(OH)_3$	25	493,7
Уксусная кислота	CH_3COOH	25	1,34
Фенол	C_6H_5OH	25	8,97
Анилин	$C_6H_5NH_2$	17,4	4,84
Нитробензол	$C_6H_5NO_2$	20	2,013
Четыреххлористый углерод	CCl_4	21,2	0,9517
Ртуть	Hg	0	1,68
"	"	20	1,55
Висмут	Bi	304	1,662
Кадмий	Cd	349	1,44
Медь	Cu	1 145	3,41
Железо (с 2,50% C)	Fe	1 400	2,25
Свинец	Pb	441	2,116
Сурьма	Sb	702	1,304
Олово	Sn	301	1,680

203. Поверхностное натяжение σ различных веществ в жидком состоянии.

Вещество	Химическая формула	Граница раздела	Температура	σ в $\frac{\text{э}}{\text{см}^2}$
Водород	H ₂	Собственный пар	20°,4 абс. (°K)	1,91
Гелий	He	" "	4° абс. (°K)	0,12
Азот	N ₂	" "	85° абс. (°K)	7,2
Кислород	O ₂	" "	85° абс. (°K)	14,5
Окись углерода	CO	" "	85° абс. (°K)	8,74
Хлор	Cl ₂	" "	— 60°Ц	31,2
Аммиак	NH ₃	" "	— 29°Ц	41,2
Сернистый ангидрид .	SO ₂	" "	— 25°Ц	32,6
Серный	SO ₃	" "	17°,5 Ц	33,1
Жидкий воздух	—	" "	— 190°,5 Ц	12,2
Углекислота	CO ₂	" "	0°Ц	4,49
Бром	Br ₂	Воздух или пар	20°Ц	41,5
Перекись водорода . .	H ₂ O ₂	" " "	18°,2 Ц	76,1
Серная кислота (98,5- процентная)	H ₂ SO ₄	" " "	20°Ц	55,1
Хлористый натрий . . .	Na Cl	Азот	803°Ц	113,8
Сернокислый	Na ₂ SO ₄	"	900°Ц	194,8
Хлористый калий . . .	KCl	"	800°Ц	95,8
Сера	S	Воздух	445°Ц	38,97
Ртуть	Hg	Водород	20°Ц	470
Свинец	Pb	"	336°Ц	442
Цинк	Zn	"	477°Ц	753
Натрий	Na	"	103°Ц	206,4
Железо	Fe	Водород	1 267°Ц	963
Медь	Cu	"	1 140°Ц	1 120
Платина	Pt	Воздух	2 000°Ц	1 819
Этиловый эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	"	20°Ц	16,96
" спирт	C ₂ H ₅ OH	"	20°Ц	22,27
Уксусная кислота . . .	CH ₃ COOH	"	20°Ц	27,63
Глицерин	C ₃ H ₅ (OH) ₃	"	20°Ц	63,4
Анилин	C ₆ H ₅ NH ₂	"	20°Ц	42,9
Парафин	—	"	54°Ц	30,56
Белок (куриный) . . .	—	"	15—20°Ц	52,69

204. Температурная зависимость поверхностного натяжения σ некоторых жидкостей.

Вода на границе с воздухом		Бензол на границе с воздухом		Олово на границе с водородом	
Температура в градусах Цельсия	$\sigma \frac{дн}{см}$	Температура в градусах Цельсия	$\sigma \frac{дн}{см}$	Температура в градусах Цельсия	$\sigma \frac{дн}{см}$
0	75,64	10	30,19	253	526
10	74,22	15	29,53	299	527
20	72,75	20	28,88	401	526
30	71,18	25	28,23	600	525
40	69,56	30	27,58	800	520
50	67,91	—	—	964	514
60	66,18	—	—	—	—
70	64,42	—	—	—	—
80	62,61	—	—	—	—
90	60,75	—	—	—	—
100	58,85	—	—	—	—

205. Капиллярная константа некоторых жидкостей.

Жидкость	Химическая формула	Температура в градусах Цельсия	Капиллярная константа a^2 (в мм ²)
Бензол	C ₆ H ₆	11,2	6,71
Вода	H ₂ O	0	15,40
Ртуть	Hg	18	7,60
Сероуглерод . . .	CS ₂	19,4	5,4
Хлороформ	CHCl ₃	10,2	3,73
Этиловый спирт . .	C ₂ H ₅ OH	20	5,89
Эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	20	4,72

206. Дипольные моменты μ некоторых веществ

(значения μ даются средние из определений различных авторов).

Вещество	Химическая формула	$\mu \cdot 10^{18} CGSE$
Аммиак	NH_3	1,48
Анилин	$C_6H_5NH_2$	1,55
Ацетон	$(CH_3)_2CO$	2,79
Бензол	C_6H_6	0
Бромистый водород	HBr	0,78
Вода	H_2O	1,84
Сернистый ангидрид	SO_2	1,68
Иод	J_2	1,2
Иодистый водород	HJ	0,38
Оксись углерода	CO	0,11
Сероводород	H_2S	1,0
Хлористый водород	HCl	1,03
Цианистый	CN	2,65
Этиловый спирт	C_2H_5OH	1,68
" эфир	$(C_2H_5)_2O$	1,15

207. Ионизационные потенциалы нормальных атомов.

Атом	Химическая формула	Заряд ядра	Число квантовых слоев	Число валентных электронов	Ионизационный потенциал в вольтах ¹⁾
Водород	H	1	1	1	13,54
Литий	Li	3	2	1	5,36
Натрий	Na	11	3	1	5,12
Калий	K	19	4	1	4,32
Медь	Cu	29	4	1	7,69
Рубидий	Rb	37	5	1	4,15
Серебро	Ag	47	5	1	7,54
Цезий	Cs	55	6	1	3,87
Золото	Au	79	6	1	9,25
Бериллий	Be	4	2	2	9,23
Магний	Mg	12	3	2	7,61
Кальций	Ca	20	4	2	6,09
Цинк	Zn	30	4	2	9,35
Стронций	Sr	38	5	2	5,67
Кадмий	Cd	48	5	2	8,96
Барий	Ba	56	6	2	5,19
Ртуть	Hg	80	6	2	10,39
Радий	Ra	88	7	2	4,8
Бор	B	5	2	3	8
Алюминий	Al	13	3	3	5,96
Галлий	Ga	31	4	3	5,90
Индий	In	49	5	3	5,76
Таллий	Tl	81	6	3	6,8
Углерод	C	6	2	4	11,22
Кремний	Si	14	3	4	10,36
Олово	Sn	50	5	4	6,95
Свинец	Pb	82	6	4	7,39

А т о м	Химическая формула	Заряд ядра	Число квантовых слоев	Число валентных электронов	Ионизационный потенциал в вольтах ¹⁾
Азот	N	7	2	5	12,4
Фосфор	P	15	3	5	10,3
Мышьяк	As	33	4	5	11,54±0,5
Сурьма	Sb	51	5	5	8,5±1
Висмут	Bi	83	6	5	8,0±0,5
Кислород	O	8	2	6	13,56
Сера	S	16	3	6	10,31
Селен	Se	33	4	6	12,58
Фтор	F	9	2	7	20,35
Хлор	Cl	17	3	7	9,95
Бром	Br	35	4	7	10,40
Иод	I	53	5	7	8,45
Гелий	He	2	1	2	24,5
Неон	Ne	10	2	8	21,4
Аргон	Ar	18	3	8	15,7
Криптон	Kr	36	4	8	13,70
Ксенон	X	54	5	8	11,5
Скандий	Sc	21	4	2	6,50
Титан	Ti	22	4	2	4,8
Ванадий	V	23	4	2	6,0

208. Ионизационные потенциалы различных молекул.

Ионизируемые молекулы	Химическая формула	Потенциал ионизации в вольтах	Ионизируемые молекулы	Химическая формула	Потенциал ионизации в вольтах
Азот	N ₂	17	Хлористый цинк .	ZnCl ₂	12,9
Водород	H ₂	16	Хлорная ртуть . .	HgCl ₂	12,1
Кислород	O ₂	15,5	Иодная	HgI ₂	11
Хлор	Cl ₂	13,2	Вода	H ₂ O	13
Бром	Br ₂	11,3—12,8	Сероводород . . .	H ₂ S	10,4
Иод	I ₂	10,2	Этилен	C ₂ H ₄	9,5
Аммиак	NH ₃	11,1	Этан	C ₂ H ₆	1,0
Окись азота	NO	9,4	Бензол	C ₆ H ₆	9,6
Пары серы	S	12,2	Хлороформ	CHCl ₃	11,5
Пары фосфора . . .	P	13,3	Этиловый эфир . .	C ₄ H ₁₀ O	13,6
Хлористый водород	HCl	13,7—14,4	Окись углерода . .	CO	14,3
Бромистый	HBr	13,8	Углекислый газ . .	CO ₂	14,3
Иодистый	HI	13,4	Ацетилен	C ₂ H ₂	9,9

¹⁾ Чтобы получить ионизационный потенциал в килокалориях на 1 грамм-атом, надо приведенные в вольтах значения умножить на 23 (округленное число).

209. Распределение электронов в нейтральных атомах по Бору (в модификации Смита и Паули)

Жирным шрифтом набраны цифры, показывающие число подвижных электронов во внутренних слоях; n — главное квантовое число; k — побочное квантовое число; l — квантовое число импульса движения по орбите.

Рентгенов- ские уров- ни по Бору и Костеру	K	L II III	M II III IV V	N II III IV V VI VII	O II III IV V VI VII $VIII$ IX	P II III IV V	R IX	S O S O
n	1	2	3	4	5	6	7	
k	1	1 2	1 2 3	1 2 3 4	1 2 3 4 5	1 2 3...6	1 2	
l	0	0 1	0 1 2	0 1 2 3	0 1 2 3 4	0 1 2...5	0 1	
1 H	1		Первый	период — 2				
2 He	2							
3 Li	2	1	Второй период — 8					
4 Be	2	2						
5 B	2	2 1						
6 C	2	2 2						
7 N	2	2 3						
8 O	2	2 4						
9 F	2	2 5						
10 Ne	2	2 6						
11 Na	2	2 6	1	Третий период — 8				
12 Mg	2	2 6	2					
13 Al	2	2 6	2 1					
14 Si	2	2 6	2 2					
15 P	2	2 6	2 3					
16 S	2	2 6	2 4					
17 Cl	2	2 6	2 5					
18 Ar	2	2 6	2 6					
19 K	2	2 6	2 6	1	Четвертый период — 18			
20 Ca	2	2 6	2 6	2				
21 Sc	2	2 6	2 6 1	2				
22 Ti	2	2 6	2 6 2	2				
23 V	2	2 6	2 6 3	2				
24 Cr	2	2 6	2 6 4	2				
25 Mn	2	2 6	2 6 5	2				
26 Fe	2	2 6	2 6 6	2				
27 Co	2	2 6	2 6 7	2				
28 Ni	2	2 6	2 6 8	2				
29 Cu	2	2 6	2 6 10	1				
30 Zn	2	2 6	2 6 10	2				
31 Ga	2	2 6	2 6 10	2 1				
32 Ge	2	2 6	2 6 10	2 2				
33 As	2	2 6	2 6 10	2 3				
34 Se	2	2 6	2 6 10	2 4				
35 Br	2	2 6	2 6 10	2 5				
36 Kr	2	2 6	2 6 10	2 6				
37 Rb	2	2 6	2 6 10	2 6	1	Пятый период — 18		
38 Sr	2	2 6	2 6 10	2 6	2			
39 Y	2	2 6	2 6 10	2 6 1	2			
40 Zr	2	2 6	2 6 10	2 6 2	2			
41 Nb	2	2 6	2 6 10	2 6 3	2			
42 Mo	2	2 6	2 6 10	2 6 4	2			

Регулирующие уровни по Бору и Костеру	K	L			M					N							O									P					Q ₁ Q ₂			
		I	II	III	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	I	II	III	IV	V	...	P IX	Q ₁	Q ₂
n	1	2			3					4							5									6							7	
k	1	1	2		1	2	3			1	2	3	4				1	2	3	4	5					1	2	3		6		1	2	
l	0	0	1		0	1	2			0	1	2	3				0	1	2	3	4					0	1	2		5		0	1	
43 Ma	2	2	6		2	6	10			2	6	5					2																	
44 Ru	2	2	6		2	6	10			2	6	6					2																	
45 Rh	2	2	6		2	6	10			2	6	7					2																	
46 Pd	2	2	6		2	6	10			2	6	8					2																	
47 Ag	2	2	6		2	6	10			2	6	10					1																	
48 Cd	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2																	
49 In	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	1																
50 Sn	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	2																
51 Sb	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	3																
52 Te	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	4																
53 J	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	5																
54 X	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	6																
55 Cs	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	6								1								
56 Ba	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	6								Шестой период—32								
57 La	2	2	6		2	6	10			2	6	10					2	6	1							2								
58 Ce	2	2	6		2	6	10			2	6	10	1				2	6	1							2								
59 Pr	2	2	6		2	6	10			2	6	10	2				2	6	1							2								
60 Nd	2	2	6		2	6	10			2	6	10	3				2	6	1							2								
61 P	2	2	6		2	6	10			2	6	10	4				2	6	1							2								
62 Sa	2	2	6		2	6	10			2	6	10	5				2	6	1							2								
63 Eu	2	2	6		2	6	10			2	6	10	6				2	6	1							2								
64 Gd	2	2	6		2	6	10			2	6	10	7				2	6	1							2								
65 Tb	2	2	6		2	6	10			2	6	10	8				2	6	1							2								
66 Dy	2	2	6		2	6	10			2	6	10	9				2	6	1							2								
67 Ho	2	2	6		2	6	10			2	6	10	10				2	6	1							2								
68 Er	2	2	6		2	6	10			2	6	10	11				2	6	1							2								
69 Tu	2	2	6		2	6	10			2	6	10	12				2	6	1							2								
70 Yb	2	2	6		2	6	10			2	6	10	13				2	6	1							2								
71 Cp (Lu)	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	1							2								
72 Hf	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	2							2								
73 Ta	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	3							2								
74 W	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	4							2								
75 Re	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	5							2								
76 Os	2	2	6		2	6	10			2	6	19	14				2	6	6							2								
77 Ir	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	7							2								
78 Pt	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	8							2								
79 Au	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							1								
80 Hg	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2								
81 Tl	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	1							
82 Pb	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	2							
83 Bi	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	3							
84 Po	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	4							
85 Am	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6							
86 Nt (Rn)	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6							
87 Va	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6					1		
88 Ra	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6					2		
89 Ac	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6	1				2		
90 Th	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6	2				2		
91 Pa	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6	3				2		
92 U	2	2	6		2	6	10			2	6	10	14				2	6	10							2	6	4				2		

Седьмой период — 32 (не завершен)

210. Радиусы атомов ¹⁾ некоторых элементов (по Гольдшмидту).

Элемент	Химическая формула	Радиус атома в см·10 ⁸	Элемент	Химическая формула	Радиус атома в см·10 ⁸
Литий	Li	1,56	Бром	Br	1,19
Бериллий	Be	1,05	Рубидий	Rb	2,36
Углерод	C	0,77	Циркон	Zr	1,62
Азот	N	0,71	Ниобий	Nb	1,43
Кислород	O	0,60	Молибден	Mo	1,36
Натрий	Na	1,86	Рутений	Ru	1,30
Магний	Mg	1,62	Родий	Rh	1,34
Алюминий	Al	1,43	Палладий	Pd	1,37
Кремний	Si	1,13	Серебро	Ag	1,44
Сера	S	1,04	Кадмий	Cd	1,49
Хлор	Cl	1,07	Индий	In	1,45
Аргон	Ar	1,92	Слово	Sn	1,40
Калий	K	2,23	Сурьма	Sb	1,34
Кальций	Ca	1,96	Теллур	Te	1,33
Скандий	Sc	1,51	Иод	I	1,36
Титан	Ti	1,49	Цезий	Cs	2,55
Ванадий	V	1,32	Церий	Ce	1,83
Хром	Cr	1,25	Тантал	Ta	1,42
Марганец	Mn	1,29	Вольфрам	W	1,37
Железо	Fe	1,26	Гафний	Hf	1,66
Кобальт	Co	1,26	Осмий	Os	1,33
Никель	Ni	1,24	Иридий	Ir	1,35
Медь	Cu	1,27	Платина	Pt	1,38
Цинк	Zn	1,33	Золото	Au	1,44
Галлий	Ga	1,33	Ртуть	Hg	1,49
Германий	Ge	1,22	Таллий	Tl	1,99
Мышьяк	As	1,16	Свинец	Pb	1,74
Селен	Se	1,13	Висмут	Bi	1,46
			Торий	Th	1,82

¹⁾ Атомы условно рассматриваются как шарики.

211. Эмпирические радиусы ионов по Гольдшмидту (1926 г.)
и теоретические радиусы ионов по Паулингу (1927 г.) (в ангстремах).

Название элемента	Химическая формула	Заряд иона	Эмпирический радиус иона	Теоретический радиус иона
Водород	H	—1	1,27	2,08
Гелий	He	0	1,22	0
Литий	Li	+1	0,78	0,60
Бериллий	Be	+2	0,34	0,31
Бор	B	+3	—	0,20
Углерод	C	+4	0,2	0,15
Азот	N	+5	0,1—0,2	0,11
Кислород	O	—2	1,32	1,40
Фтор	F	—1	1,33	1,36
Неон	Ne	0	1,52	0
Натрий	Na	+1	0,98	0,95
Магний	Mg	+2	0,78	0,65
Алюминий	Al	+3	0,57	0,50
Кремний	Si	+4	0,39	0,41
Фосфор	P	+5	0,3—0,4	0,34
Сера	S	+6	0,34	0,29
Хлор	Cl	—2	1,74	1,84
Аргон	Ar	0	1,81	1,81
Калий	K	+1	1,92	0
Кальций	Ca	+2	1,33	1,33
Скандий	Sc	+3	1,06	0,99
Титан	Ti	+4	0,83	0,81
Ванадий	V	+5	0,64	0,68
Хром	Cr	+6	0,4	0,59
Медь	Cu	+1	0,3—0,4	0,52
Цинк	Zn	+2	—	0,96
Галлий	Ga	+3	0,83	0,74
Германий	Ge	+4	0,62	0,62
Селен	Se	+6	0,44	0,53
Бром	Br	—2	0,3—0,4	0,42
Криптон	Kr	—1	1,91	1,98
Рубидий	Rb	0	1,96	1,95
Стронций	Sr	+1	2,1	—
Итрий	Y	+2	1,49	1,48
Цирконий	Zr	+3	1,27	1,13
Ниобий	Nb	+4	1,06	1,09
Серебро	Ag	+5	0,87	0,80
Кадмий	Cd	+6	0,69	0,70
Индий	In	+1	1,13	1,26
Олово	Sn	+2	1,03	0,97
Теллур	Te	+3	0,92	0,81
		+4	0,74	0,71
		—2	2,11	2,21

Название элемента	Химическая формула	Заряд иона	Эмпирический радиус иона	Теоретический радиус иона
Иод	J	—1	2,20	2,16
Ксенон	X	0	2,3	—
Цезий	Cs	+1	1,65	1,69
Барий	Ba	+2	1,43	1,35
Лантан	La	+3	1,22	1,15
Церий	Ce	+4	1,02	1,01
Золото	Au	+1	—	1,37
Ртуть	Hg	+2	1,12	1,10
Таллий	Tl	+3	1,05	1,95
Свинец	Pb	+4	0,84	0,84
Таллий	Tl	+1	1,49	1,44
Марганец	Mn	+2	0,91	0,80
Железо	Fe	+2	0,83	0,75
Кобальт	Co	+2	0,82	0,72
Никель	Ni	+2	0,78	0,69
Свинец	Pb	+2	1,32	1,21
Хром	Cr	+3	0,65	—
Железо	Fe	+3	0,67	—
Родий	Rh	+3	0,69	—
Лантан	La	+3	1,22	—
Церий	Ce	+3	1,18	—
Празеодим	Pr	+3	1,16	—
Неодим	Nd	+3	1,15	—
Самарий	Sm	+3	1,13	—
Европий	Eu	+3	1,13	—
Гадалиний	Gd	+3	1,11	—
Тербий	Tb	+3	1,09	—
Диспозий	Dy	+3	1,07	—
Холмий	Ho	+3	1,05	—
Эрбий	Er	+3	1,04	—
Тулий	Tu	+3	1,04	—
Итербий	Yb	+3	1,00	—
Кассиопий	Cp	+3	0,99	—
Ванадий	V	+4	0,61	0,59
Марганец	Mn	+4	0,52	0,50
Ниобий	Nb	+4	0,69	0,67
Молибден	Mo	+4	0,68	0,66
Вольфрам	W	+4	0,68	0,66
Уран	U	+4	1,05	0,97
Родий	Rh	+4	0,65	0,63
Осмий	Os	+4	0,67	0,65
Иридий	Ir	+4	0,66	0,64
Теллур	Te	+4	0,89	0,81
Празеодим	Pr	+4	1,00	0,92
Тербий	Tb	+4	0,89	—
Торий	Th	+4	1,10	1,02

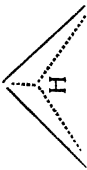
212. Структура и константы простейших молекул.

Двухатомные молекулы.

Название	Химическая формула	Ядерные расстояния $r \cdot 10^8$	Момент инерции $I \cdot 10^{40}$	Диаметр $d \cdot 10^8$ 1)			Упругая сила $a \cdot 10^{-8}$	Работа диссоциации D (в вольт)	Дипольный момент $\mu \cdot 10^{18}$	Сред. поляризуемость $\alpha \cdot 10^{25}$	Главные поляризуемости	
				d_T	d_0	d_{min}					$b_1 \cdot 10^{25}$	$b_2 = b_3 \cdot 10^{25}$
Водород	H_2	0,75	0,467	2,47	2,84	3,24	5,06	4,4	0	7,9	5,5	9,16
Азот	N_2	1,10	13,8	3,18	3,5	3,8	22,2	9,0	0	17,6	23,8	14,5
Кислород	O_2	1,20	19,2	2,98	3,2	3,5	11,3	5,1	0	16,0	23,5	12,1
Фтор	F_2	1,26	25,3	—	3,4	—	—	2,82	0	11,5	—	—
Хлор	Cl_2	1,98	113,7	3,7	~4,0	—	3,21	2,47	0	46,1	66,0	36,3
Бром	Br_2	2,28	340	4,04	~4,15	—	—	1,96	0	67,0	—	—
Йод	I_2	2,66	742	4,46	—	—	—	1,54	0	125,7	—	—
Оксись углерода . . .	CO	1,15	15,0	3,2	—	—	18,6	10,3	0,11	19,5	26,0	16,25
• азота	NO	1,15	16,3	3,0	—	—	—	6,8	0,1	17,2	—	—
Фтористый азот . . .	NF	0,92	1,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Хлористый водород .	HCl	1,28	2,61	3,0	—	—	4,40	4,4	1,03	26,3	31,3	23,9
Бромистый .	HBr	1,42	3,31	3,12	—	—	3,56	3,7	0,79	36	—	—
Йодистый .	HI	1,60	4,25	(3,4)	—	4,5	2,9	3,1	0,38	54,8	—	—

1) d_T — газокинетический диаметр; d_0 — расстояние, на которое молекулы могут сблизиться при столкновении под влиянием только сил притяжения и отталкивания, d_{min} — диаметр, получаемый из расстояний молекул в кристаллах или из молекулярных объемов жидкости с наиболее плотной шаровой упаковкой.

Название	Химическая формула	Форма и угол	Ядерное расстояние $r \cdot 10^8$	Момент инерции $I \cdot 10^{40}$	Сфера действия $d_T \cdot 10^8$	Дипольный момент $\mu \cdot 10^{18}$	Средняя поляризуемость $\alpha \cdot 10^{25}$	Главные поляризуемости		
								$b_1 \cdot 10^{23}$	$b_2 \cdot 10^{23}$	$b_3 \cdot 10^{25}$
Углекислый газ .	CO_2	Вытянутая, симметричная $\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\text{C}=\text{O}=1,15$	70,2	3,3	0	26,5	41,0	19,3	19,3
Серовуглерод . .	CS_2	Вытянутая, симметричная $\text{S}=\text{C}=\text{S}$	$\text{C}=\text{S}=1,58$	260	—	0	87,4	154,4	55,5	55,4
Закись азота . .	N_2O	Вытянутая, несимметричная $\text{N}=\text{N}=\text{O}$	—	66,0	3,2	0,14	29,9	53,2	18,3	18,3
Синильная кислота	HCN	Вытянутая $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$	$\text{C}-\text{H}=1,08$ $\text{C}\equiv\text{N}=1,15$	18,8	—	2,6	25,9	39,2	19,2	19,2
Вода	H_2O	Изогнутая $\angle = 104^\circ - 106^\circ$ 	$\text{O}-\text{H}=1,013$ $\text{H}-\text{H}=1,53$	$I=0,995$ $L=1,908$ $K=2,980$	2,7	1,79	14,8	—	—	—
Сернистый ангидрид	SO_2	Изогнутая 	$\text{S}=\text{O}=1,37$	—	3,38	1,61	37,2	54,9	27,2	34,9
Сероводород . .	H_2S	Изогнутая 	—	—	—	0,93	37,8	42,1	32,1	39,3
Озон	O_3	Изогнутая $\angle \approx 122^\circ$ 	$\text{O}=\text{O}=1,29$	—	—	—	30,3	—	—	—
Ацетилен	C_2H_2	Вытянутая, симметричная $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{C}-\text{H}=1,08$ $\text{C}\equiv\text{C}=1,20$	23,5	—	0	33,3	51,2	24,3	24,3

Название	Химическая формула	Форма и угол	Ядерное расстояние $r, 10^8$	Момент инерции $I, 10^{40}$	Сфера действия $d, 10^8$	Дипольный момент $\mu, 10^{18}$	Средняя полярность $\alpha, 10^{25}$	Главные полярности		
								$b_1, 10^{25}$	$b_2, 10^{25}$	$b_3, 10^{25}$
Циан	$(\text{CN})_2$	Вытянутая, симметричная $\text{N} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{N}$	$\text{C}-\text{C}=1,43$ $\text{N} \equiv \text{C}=1,16$	—	—	0	50,1	77,6	36,4	36,4
Этилен	C_2H_4	Плоская $\text{H} > \text{C} = \text{C} < \text{H}$ H $\alpha \approx 120^\circ$	$\text{C}-\text{H}=(1,08)$ $\text{C}=\text{C}=1,3$	$I \approx 3,8$ $K=28,85$ $L \approx 3,1$	—	0	42,7	56,1	35,9	35,9
Бензол	C_6H_6	Кольцеобразная, плоская	$\text{C}-\text{C}=1,40$	$I=I=140$ $K=?$	—	0	103,2	123,1	63,5	123,1
Аммиак	NH_3	Симметричная пирамида 	$\text{N}-\text{H}=1,03-1,06$ $\text{H}-\text{H}=1,68-1,83$ Высота=0,3	$I=L=2,8$ $K=4,4$	—	1,46	22,6	24,2	21,8	21,8
Метан	CH_4	Правильный тетраэдр \angle при $\text{C} = 109^\circ 28'$	$\text{C}-\text{H}=1,08$	5,3	—	0	26,1	26,1	26,1	26,1
Четыреххлористый углерод .	CCl_4	Правильный тетраэдр \angle при $\text{C} = 109^\circ 28'$	$\text{C}-\text{Cl}=1,82$ $\text{Cl}-\text{Cl}=2,99$	510	—	0	105	105	105	105
Формальдегид .	$\text{H}_2\text{C}=\text{O}$	Плоская $\angle \alpha \approx 100^\circ$ $\beta \approx 130^\circ$ $\text{O}=\text{C} < \text{H}$ H	$\text{C}=\text{O}=1,21$	$I=24,33$ $L=21,39$ $K=2,94$	—	—	—	—	—	—

213. Константы кристаллических решеток некоторых элементов.

I. Для кубических решеток с центрированными гранями.

Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см	Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см
Алюминий	Al	4,04	Серебро	Ag	4,06
Кальций	Ca	5,56	Церий	Ce	5,12
γ Железо	Fe _γ	3,61	Иридий	Ir	3,80
Кобальт	Co	3,554	Платина	Pt	3,93
Никель	Ni	3,54	Золото	Au	4,08
Медь	Cu	3,60	Свинец	Pb	4,91
Родий	Rh	3,82	Торий	Th	5,04
Палладий	Pd	3,45			

II. Для решеток центрированного куба.

Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см	Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см
Литий	Li	3,50	Тантал	Ta	3,27
Натрий	Na	4,30	Вольфрам	W	3,15
Хром	Cr	2,89	Калий	K	5,20
Железо	Fe _{α, β, δ}	2,86	Ванадий	V	3,04
Молибден	Mo	3,14			

III. Для решеток плотной гексагональной системы.

Элемент	Химическая формула	a	c	c/a
Бериллий	Be	2,29	3,62	1,58
Магний	Mg	3,22	5,23	1,624
Цинк	Zn	2,670	4,940	1,860
Кадмий	Cd	2,960	5,600	1,890
Титан	Ti	2,97	4,72	1,59
Циркон	Zr	3,23	5,14	1,59
Церий	Ce	3,56	3,96	1,63
Кобальт	Co	2,514	4,110	1,633
Рутений	Ru	2,686	4,272	1,590
Осмий	Os	2,714	4,320	1,590

214. Положение радиоактивных изотопов в периодической системе элементов

(указаны атомные веса и время половинного распада).

Группа Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
VI	<p>Аи 197,2 неакти- вен</p>	<p>Hg 200,6 неакти- вен</p>	<p>Tl 204,1 неакти- вен</p> <p>AcC' 206 4,76 мин.</p> <p>ThC' 208 3,2 мин.</p> <p>RaC' 210 1,32 мин.</p>	<p>Pb 207,18 неакти- вен</p> <p>RaG 206 неакти- вен</p> <p>ThD 208 неакти- вен</p> <p>AcD 206 неакти- вен</p> <p>RaD 210 16 лет</p> <p>ThB 212 10,6 часа</p> <p>AcB 210 36,1 мин.</p> <p>RaB 214 26,8 мин.</p>	<p>Bi 209,0 неакти- вен</p> <p>RaD 210 4,85 дня</p> <p>ThC 212 60,8 мин.</p> <p>RaC 214 19,5 мин.</p> <p>AcC 210 2,16 мин.</p>	<p>Po 210 136 дней</p> <p>RaA 218 3,05 мин.</p> <p>ThA 216 0,14 сек.</p> <p>AcA 214 0,002сек.</p> <p>AcC' 210 10⁻⁸ сек.</p> <p>RaC' 214 10⁻⁷ сек.</p> <p>ThC' 212 10⁻¹¹ сек.</p>		<p>RaEm222 3,810 дн.</p> <p>ThEm220 54,5 сек.</p> <p>AcEm218 3,9 сек.</p>
VII		<p>Ra 226,0 1580 лет</p> <p>MsThI228 6,7 года</p> <p>AcX 222 11,2 дня</p> <p>ThX 224 3,64 дня</p>	<p>Ac 226 20 лет</p> <p>MsThII228 6,2 часа</p>	<p>Th 232,0 2,2·10¹⁰ лет</p> <p>Io 230 10⁵ лет</p> <p>RdTh 228 1,90 года</p> <p>UX₁ 234 23,8 дня</p> <p>RdAc 226 18,9 дня</p> <p>UY 230 25,5 часа</p>	<p>Ra 230 ок.10⁴ лет</p> <p>UX₂ 234 1,15 мин.</p> <p>UZ 234 6,7 часа</p>	<p>UI 238,2 4,5·10⁹л.</p> <p>UII 234 2,10⁶ лет</p>		

215. Пробег, скорость и кинетическая энергия α -частиц различных радиоактивных веществ в воздухе при нормальном давлении и 0°С.

Вещество	Пробег в см при 0° С и 760 мм Hg	Скорость частицы в $\frac{\text{см}}{\text{сек}}$	Кинетическая энергия в эргах
Уран I	2,37	$1,45 \times 10^8$	$0,645 \times 10^{-5}$
" II	2,75	1,53 . .	0,72 . .
Ионий	2,84	1,56 . .	0,746 . .
Радий	3,13	1,61 . .	0,794 . .
Эманация радия	3,94	1,73 . .	0,915 . .
Радий	4,50	1,82 . .	1,01 . .
" 	6,57	2,06 . .	1,31 . .
" 	3,85	1,68 . .	0,866 . .
Торий	2,58	1,50 . .	0,690 . .
Радиоторий	3,67	1,70 . .	0,886 . .
Торий	5,4	1,94 . .	1,15 . .
Эманация тория	5,2	1,90 . .	1,10 . .
Торий	5,6	1,97 . .	1,19 . .
" 	4,73	1,85 . .	1,05 . .
" 	8,15	2,22 . .	1,53 . .
Радиоактиний	4,55	1,83 . .	1,02 . .
Актиний	4,17	1,76 . .	0,94 . .
Эманация актиния	5,40	1,94 . .	1,15 . .
Актиний	6,16	2,02 . .	1,25 . .
" 	5,12	1,89 . .	1,10 . .

216. Таблица превращений урана.

Название элемента	Символ (стрелка указывает направление превращения)	Вид испускаемого излучения	Время половинного распада	Постоянная распада
Уран	↓ U	α, β, γ	4,5·10 ⁹ лет	5·10 ⁻¹⁸
Ионий	↓ Io	α	10 ⁵ лет	2,2·10 ⁻¹⁸
Радий	↓ Ra	α, β	1 600 лет	1,4·10 ⁻¹¹
Эманация радия	↓ Ra Em	α	3,81 дня	2,1·10 ⁻⁶
Радий А	↓ Ra A	α	3 мин.	3,9·10 ⁻³
В	↓ Ra B	β	26,8 мин.	4,3·10 ⁻⁴
С	↓ Ra C	α, β, γ	19,5 мин.	6 · 10 ⁻⁴
С'	↓ Ra C'	α	10 ⁻⁶ сек.	7 · 10 ⁻⁵
С''	Ra C'' ↓	β	1,32 мин.	8,8·10 ⁻³
D	↓ Ra D ↓	β, γ	16 лет	1,4 · 10 ⁻⁹
E	Ra E	β, γ	5 дней	1,6·10 ⁻⁶
F (полоний)	Ra F	α	136 дней	5,9 · 10 ⁻⁸
G (радиевый свинец)	Ra G	—	Нерадиоактивен	—

217. Таблица превращений тория.

Название элемента	Символ (стрелка указывает направление превращения)	Вид испускаемого излучения	Время половинного распада	Постоянная распада
Торий	↓ Th	α	1,5·10 ¹⁰ лет	1,5·10 ⁻¹⁸
Мезоторий 1	↓ MsTh ₁	β	6,7 года	3,3·10 ⁻⁹
Мезоторий 2	↓ MsTh ₂	β, γ	6,2 часа	3,1·10 ⁻⁶
Радиторий	↓ RdTh	α, β	1,9 года	1,20·10 ⁻⁸
Торий X	↓ ThX	α	3,64 дня	2,2·10 ⁻⁶
Эманация тория	↓ ThEm	α	54,5 сек.	1,3·10 ⁻²
Торий А	↓ ThA	α	0,14 сек.	5 · 10 ⁻⁹
В	↓ ThB	β, γ	10,6 часа	1,8·10 ⁻⁵
С	↓ ThC	α, β	60,8 мин.	1,9·10 ⁻⁴
С'	ThC' ↓	α	10 ⁻¹¹ сек.	7 · 10 ⁻¹⁰
С''	ThC'' ↓	β, γ	3,2 мин.	3,6·10 ⁻³
D (ториевый свинец)	↓ ThD ↓	—	Нерадиоакт.	—

218. Таблица превращений актиния.

Название элемента	Символ (стрелка указывает направление превращения)	Вид испускаемого излучения	Время половинного распада	Постоянная распада
Протактиний	Pa	α	10 ⁴ лет	$2,2 \cdot 10^{-12}$
Активный	↓ Ac	β	20 лет	$1,1 \cdot 10^{-9}$
Радиоактивный	↓ RdAc	α, β, γ	19 дней	$4,2 \cdot 10^{-7}$
Активный X	↓ AcX	α	11,5 дня	$7 \cdot 10^{-7}$
Эманация актиния	↓ AcEm	α	3,92 сек.	$1,8 \cdot 10^{-1}$
Активный A	↓ AcA	α	0,002 сек.	$3,5 \cdot 10^{-2}$
" B	↓ AcB	β, γ	36,1 мин.	$3,2 \cdot 10^{-4}$
" C	↓ AcC	α, β	2,15 мин.	$5,4 \cdot 10^{-3}$
" C'	↓ AcC'	α	0,005 сек.	$1,4 \cdot 10^{-2}$
" C''	AcC'' ↓ ↓	β, γ	4,76 мин.	$2,4 \cdot 10^{-3}$
" D (актиниевый свинец)	↓ AcD ↓	—	Нерadioак- тивен	—

ХІ. ИЗ ТЕХНИКИ.

219. Баллистические данные некоторых патронов (американских).

Калибры	Патроны	Вес пули в Г	Скорость пули (в $\frac{м}{сек}$)		Живая сила (в кгМ)		Высота траектории в см при стрельбе на расстояниях (в м)		
			начальная	нарас- стоя- нии 91 м	у дула	нарас- стоя- нии 91 м	91	183	274
22	Автомат Винчестер	2,91	290	241	11,5	9	15,5	—	—
22	Центрального бся	2,91	470	343	—	—	6,5	34,8	97,3
20—20	Высокой силы Винчестер . .	5,57	524	426	77,5	51,5	4,8	23,0	62,0
25—20	Обыкновенный Винчестер . .	5,57	421	388	50	32,5	7,3	35,8	104,2
7-миллиметров.	Маузер	9,01	914	846	382	333	1,3	5,6	14
30	Автомат Ремингтон	10,69	663	578	242,5	181,5	2,6	12,2	31,1
300	Саведж	9,72	823	741	334	278,5	1,6	7,5	18,5
8-миллиметров.	Манлихер-Шенауер	15,29	628	563	304	246	2,9	12,9	32,3
375	Магнум-Голланд	19,44	747	660	550	431,5	1,7	7,3	18,4
401	Автомат Винчестер	12,96	653	525	280,5	181	2,5	16,4	43,2

220. Калибр, вес снаряда, начальная скорость и наибольшая дальность для некоторых орудий тяжелой артиллерии.

Страна	Система, завод, год изготовления	Калибр (в мм)	Вес снаряда (в кг)	Начальная скорость в $\left(\frac{м}{сек}\right)$	Наибольшая дальность (в км)	Вес системы в боевом положении (в Т)
Франция	Пушки:					
	155-миллиметровая длинная мощная пушка Шнейдера . .	155	50	900	26	16,4
	194-миллиметровая тяжелая пушка С. Шамона, обр. 1924 г.	194	125	800	30	40
	355-миллиметровая ж. д. пушка обр. 1927 г.	335	618,7	808	36	132,7
США	155-миллиметровая полевая тяжелая пушка, обр. 1920 г. .	155	43,1	853,5	22,5	12,7

Страны	Система, завод, год изготовления	Калибр (в мм)	Вес снаряда (в кг)	Начальная скорость (в $\frac{м}{сек}$)	Наибольшая дальность бойности (в км)	Вес системы в боевом положении (в т)
США	8-дюймовая ж. д. пушка, обр. 1919 г. . .	203	101,2	1 020	29,2	—
Голландия	14-дюймовая пушка на ж. д. установке . .	355	753	885	39	—
	150-миллиметровая тяжелая пушка Голландского об-ва торговли и промышленности	149,3	50	749	23	10
Гаубицы:						
Франция	305-миллиметровая тяжелая гаубица сист. С. Шамона, обр. 1924 г.	305	400	—	15	40
США	240-миллиметровая самоходная гаубица, обр. 1918 г.	240	150	510	15,1	—
Швеция	16-дюймовая гаубица ж. д., обр. 1920 г. . .	406	1089	680	27,4	—
	21-сантиметровая гаубица дл. в 14,5 калибров	210	120	400	10,5	7,2

221. Состав и механические качества палубной брони.

Показатели	Обыкновенная палубная броня	Палубная броня повышенного качества	Палубная броня высших механических качеств
Содержание углерода (в %) . .	0,1—0,2	0,2—0,3	0,25—0,33
„ никеля (в %) . .	2,5	2,5—3,0	3,5
„ хрома (в %) . .	0,5	0,5—0,8	1,2
Временное сопротивление разрыву (в кг/мм ²)	41—56	55—70	65—86
Предел упругости (в кг/мм ²)	20—30	30	38
Ударное сопротивление (в кг/см ²)	15—27	14—22	14—16
Удлинение (в %)	22	17	14

222. Сравнения мощности 350-килограммовых молотов¹⁾ разных типов.

Назначение	Фирма	Поршень		Давление пара p (в атмосферах)	Добавочная сила ap (в кг)	Вес падающих частей P (в кг)	$F=ap+P$ (в кг)	Высота падения H (в м)	Энергия удара (для молотов двойного действия) $E=FH$ (в кгм)	apH (в кгм)	Энергия удара (для молотов ординарного действия) $E'=PH$ (в кгм)	Скорость бабы в момент удара $v=14\sqrt{\frac{E}{10P}}$ $\left(\frac{м}{сек}\right)$
		диаметр d (в мм)	площадь a (в см ²)									
Ковка свободная	Массей, типа Ригби	318	794	4	3177	350	3527	0,66	2328	2097	231	13,5
	Ригби	280	615	6	3690	400	4090	0,50	2045	1845	200	9,8
Комбинированная ковка и штамповка	Краматорский металлургический завод	220	380	6	2280	350	2630	0,56	1473	1277	196	8,4
Штамповка	Массей с 2 направляющими	259	526	4	2107	350	2457	0,61	1500	1285	213,5	9,1
	Воздушный (с индивидуальным мотором)	—	—	—	—	350	—	0,48	600	435	165	5,8
"	Падающий	—	—	—	—	350	—	2,0	—	—	700	6,3

¹⁾ Молотами ординарного действия называются такие, у которых падающие части (баба) не имеют добавочного ускорения. Если падающие части имеют добавочное ускорение, молоты называются молотами двойного действия.

223. Сила тяги, вес, длина, скорость и давление пара в котлах для паровозов различных серий.

Серия паровоза	Год постройки	Сила тяги по машине F_n^m (в кг)	Сила тяги по сцеплению F_c (в кг)	Вес паровоза с локомотивом P_n (в т)	Вес паровоза с локомотивом и тендера P_p (в т)	Расчетный вес паровоза с тендером P (в т)	Длина паровоза L_n (в мм)	Длина паровоза с тендером L (в мм)	Ширина паровоза b (в мм)	Диаметр движущих колес D (в мм)	Наибольшая конструктивная скорость v (в км/час)	Давление пара в котле P (в кг/см ²)
Су	1926	9 800	9 650	74,9	83,3	125	13 424	21 743	3 136	1 850	—	13
Сз	1914	9 000	8 900	69,0	76,8	120	12 778	21 155	2 980	1 850	112	12
Тз	1931	25 000	21 700	—	168,0	265,0	16 225	29 357	3 220	1 520	65	17
ФД	1931	20 700	19 000	118,9	134,4	195,0	15 974	25 798	—	1 500	65	15
Ф	1916	19 100	17 950	89,8	104,7	150	12 947	19 511	3 150	1 450	61	14

224. Основные данные современных двигателей внутреннего сгорания (автотракторных).

Марка	Такт	Мощность (в л. с.)	Число оборотов (в мин.)	Число цилиндров	Диаметр цилиндра (в мм)	Ход поршня (в мм)	Степень сжатия	Топливо
С-60 (ЧТЗ)	4	60	650	4	165	216	3,96	Лигроин
СТЗ-ХТЗ	4	30	1 050	4	115	152	4,13	Керосин
М-1	4	52	2 800	4	98,42	108	4,6	Бензин
ЗИС-5	4	73	2 300	6	101,6	114,3	4,7	"
ЗИС-101	4	105	3 200	8	85	127	5,5	"
Лайкоминг 12V	4	160	3 500	12V	79,4	108	5,75	"
Легкие дизели:								
ХТЗ Д-6	4	40	1 100	4	105	152	15,5	Соляровое масло
Юнкерс НК	2	30	1 200	3	65	90/120	18	"
Стирис	2	150	1 500	16	82	127	12,5	"
Зауер	4	85	1 800	6	110	150	15,5	"

225. Мощность на валу мотора, грузоподъемность, сила тяги и скорость тракторов и грузовых автомобилей.

	Мощность на валу мотора (в л. с.)	Грузоподъ- емность (в Т)	Сила тяги на крюке (гориз. уч.) (в кг)			Вес в ра- бочем со- стоянии (в Т)	Скорости (в км/ч)					
			на I ско- ро- сти				на II ско- ро- сти	на III ско- рости	I	II	III	IV
Тракторы:												
Катерпиллер	60	—	4 300	3 000	2 200	9,2	3,0	4,16	5,9	—		
„Коммунар“	50	—	4 375	1 875	1 250	8,5	1,8	4,75	7,0	—		
„Большевик“	40	—	1 600	1 100	250	5,0	2,3	4,0	10,35	—		
Клетрак	40	—	3 080	1 865	1 175	5,5	3,5	5,8	9,2	—		
„Интернационал“	30	—	1 740	1 180	760	3,0	3,2	4,8	6,4	—		
Катерпиллер	25	—	1 750	1 200	675	4,0	2,78	4,2	4,7	—		
Ф. П. Фордзон	20	—	1 250	625	250	2,0	2,45	4,3	11,0	—		
Грузовые автомобили:												
5-тонный	90	5	—	—	—	9,4	9,7	18,3	29,6	61,6		
3-тонный	90	3	—	—	—	7,4	9,7	18,3	29,6	61,6		
2,5-тонный	60	2,5	—	—	—	5,34	5,0	9,5	15,3	27,0		
1,5-тонный	40	1,5	—	—	—	3,2	6,5	13,4	24,4	41,2		

226. Некоторые характеристики авиационных моторов для легкого топлива.

Название мотора	Расположение и число цилиндров	Степень сжатия	Номинальная мощ- ность и число оборо- тов в 1 мин. у земли		мощность (в л. с.)	число оборотов в 1 мин.	Максимальная мощ- ность и число оборо- тов в 1 мин. у земли		мощность (в л. с.)	число оборотов в 1 мин.	Мощность и число оборотов в 1 мин. на высоте		Расход топ- лива (в литрах в час)	Степень ¹⁾ редукции	
			мощность (в л. с.)	число оборотов в 1 мин.			мощность (в л. с.)	число оборотов в 1 мин.			высо- та (в м)	мощ- ность (в л. с.)			число оборотов в 1 мин.
Моторы воздушного охлаждения (4-такт- ные)															
Побой R	Звездное; 7 ц.	5,7	75	3 000	—	3 300	—	—	—	—	—	—	240—250	2,13	
Цирус „Гермес“ IV	Рядное переверну- тое; 4 ц.	5	120	2 000	130	2 200	—	—	—	—	—	—	240	1	
Райт „Whirlwind“ R760E :	Звездное; 7 ц.	5	250	2 000	—	—	—	—	—	—	—	—	250	1	
Непир „Napier“	H-образное; 16 ц.	6	—	—	—	—	—	—	—	3 000	305,350	3500/3900	—	2,56	
Райт „Cyclone“ SR-1820-F-43	Звездное; 9 ц.	6,4	—	—	—	—	—	—	—	3 300	603	1 900	250—270	1	
Гном и Рон „Mistral-Major“	Двойное звездное;	5,5	—	—	900	—	—	4 000	900	2 450	—	—	—	3/2	
14K	14 ц.														
Моторы водяного охлаждения (4-такт- ные)															
Рольс-Ройс „Kestrel“ . . .	V-образное; 12 ц.	5,1	—	—	—	3 000	3 500	525	2 500	230—240	1,8				
Кертис „Super-Conqueror“	V-образное; 12 ц.	6,25	—	—	750	2 400	3 600	600	2 400	—	2				
Испано-Суиза 12 Ybys . . .	V-образное; 12 ц.	5,8	760	2 400	850	2 400	4 000	860	2 400	250—270	3/2				
Испано-Суиза 18 Sbr . . .	W-образное; 18 ц.	6,2	1 000	2 000	1125	—	—	—	—	225	2				

¹⁾ Степень редукции — отношение числа оборотов мотора к числу оборотов винта.

227. Мощность двигателей, максимальная скорость, потолок и дальность полета современных самолетов (средние данные).

Класс самолетов	Число и мощность двигателей	Максимальная скорость (в $\frac{км}{ч}$)	Потолок (в м)	Дальность полета (в км)	Вооружение
Истребители	1 × 850	450	11 000	800	1 пушка, 4 пулемета
Разведчики	1 × 850	380	9 000	1 000	3 пулемета
Легкие бомбардировщики и штурмовики	1 × 850	360	8 500	1 000	3—6 пулеметов, 300—500 кг бомб
Крейсеры и скоростные бомбардировщики	2 × 850	400	9 000	2 000	4—5 пулеметов, 800—1000 кг бомб
Тяжелые бомбардировщики	4 × 750	350—400	7 500	2 500—3 000	1 пушка, 5—6 пулеметов, 1—2 т бомб

228. Мощность, полетный вес, полезная нагрузка, скорость, потолок и длина разбега автожиров разных марок.

Страна, фирма и марка аппарата	Год выпуска	Марка мотора	Мощность мотора (в л. с.)	Полетный вес (в кг)	Полезная нагрузка (в кг)	Скорость (в $\frac{км}{час}$)		Потолок практич. (в м)	Длина разбега (в м)
						максимальная	минимальная		
США, Питкери RA-19	1933	Хорнет	420	1 833	618	193	—	—	82
США, Келлет КД-1	1935	Джекобс	225	940	418	201	25,8	4 000	18
США, Питкери PCA-2	1931	Райт	300	1 362	412	190	40	5 400	—
США, Питкери RA-33	1935	Райт	420	1 490	408	241	—	4 600	—
СССР, ЦАГИ, А-4	1932	М-26	300	1 350	330	173	50	4 200	80
СССР, ЦАГИ, А-8	1934	М-11	100	820	253	141	50	2 500	70
Англия, Сьерва, С-30-Р	1934	Дженет Меджер	400	817	263	177	24	5 180	25/11
Англия, Вейр	1934	Пуллин	50	275	—	152	—	—	—

229. Характеристики некоторых дирижаблей мягкой системы.

Страна	Название дирижабля	Год постройки	Объем (в м³)	Длина (в м)	Подъемная сила (в кг)	Полетная нагрузка (в кг)	Скорость в км/час		Число моторов	Мощность каждого мотора (в л. с.)	Потолок (в м)
							максимальная	крейсерская			
США	ТС-1-2-3 ¹⁾	1922	5 700	59,8	5 250	1 865	96	74	2	150	2 440
"	TE-11)	1926	2 252	41,5	2 075	605	85	65	2	40	—
Англия	SS. Twin	1918	2 830	53,3	3 060	766	106	79	2	75	—
Франция	Зодиак	1915—1916	14 200	92,5	15 350	6 300	80	59,5	2	220	—
Германия	PL-22	1914	22 000	160	23 800	—	86	—	2	200	2 400
"	PL-2	1921	5 980	70	6 470	2 450	120	—	2	160	3 200
СССР	СССР-В-1	1932	2 200	45	2 375	—	95	76	2	75	—
"	СССР-В-2	1932	5 000	58,1	5 400	—	100	80	2	230	—
"	СССР-В-3	1932	6 500	63,5	7 020	—	100	80	2	240	—
"	СССР-В-4 („Комсомольская правда“)	1930	2 500	46,5	2 700	—	82	65,5	1	185	2 000

¹⁾ Наполнялись гелием.

230. Характеристики некоторых жестких дирижаблей, построенных верфью Цепелина.

Наименование дирижабля	Год перво- го полета	Объем газа (в м³)	Длина (в м)	Полная подъемная сила (в кг)	Полетная нагрузка (в кг)	Число моторов	Мощность каждого мотора (в л. с.)	Максимальн. скорость (в км/ч)	Статичес- кий поток (в м)	Дальность полета (в км)
Z-1	1906	12 200	136	12 200	—	2	14,7	28,1	—	—
„Дейтланд“	1910	19 300	148	20 850	5 450	3	115	60	1 800	1 600
L-70	1918	62 200	211,5	67 200	39 200	7	290	131,3	6 000	12 000
D-I „Бодензее“	1920	20 000	120,8	21 600	8 600	4	240	132,5	1 900	2 000
D-II „Нордштерн“	1921	22 500	130,8	24 400	9 950	4	240	127,4	2 000	2 200
ZR-3 „Лос-Анжелос“	1926	70 000	200	75 600	35 100	5	400	122,4	—	8 400
„Граф Цепелин“	1928	105 005	236,6	113 400	54 450]	5	530	128	—	14 000
„Гинденбург“	1936	200 000	247,8	216 000	84 000	4	1 100	135	—	12 000

231. Мощность агрегатов и число оборотов турбин и гребных валов различных судов.

Типы судна	Число гребных валов и мощность агрегатов (в л. с.)	Число оборотов в 1 мин. гребных валов	Число оборотов в 1 мин. турбины
Колесный пароход	1 × 1500	45	7 500—5 800
Буксир	1 × 1000	125	7 000
Паром	2 × 1100	135	5 000
Грузовой пароход	1 × 5400	84	3 600
Пассажирский	2 × 11000	124	1 580
Эскадренный миноносец	2 × 20000	480	4 200—3 200
Легкий крейсер	4 × 22500	370	2 525
Линейный	4 × 36000	210	1 500—1 100

232. К.п.д, напоры и расходы водяных колес разных типов.

Примечание. В наливном колесе вода падает струей в ковши верхней части колеса, в среднебойном колесе она подводится около середины задней части колеса, а в подливном колесе вода впускается почти наравне с низом колеса. Мощность (N) водяных колес в лошадиных силах определяется по формуле:

$$N = \frac{1000 Q H \eta}{75} \text{ л. с.,}$$

где Q — расход, т. е. объем в кубических метрах, протекающей в 1 сек. воды, H — напор в метрах и η — к.п.д.

Тип водяного колеса	К. п. д. η	Расход Q (в $\frac{м^3}{сек}$)	Напор H (в м)
Наливные	0,5—0,75	0,1—1,0	2,5—12
Среднебойные	0,4—0,75	0,1—3,0	1,7—9
Подливные	0,3—0,5	1,0—5,0	до 1,8

233. Некоторые тепловые характеристики отопительных печей.

Печи	Температура поверхности стенок в градусах Цельсия	Температура уходящих дымовых газов в градусах Цельсия	Теплоотдача 1 м ² поверхности нагрева (в $\frac{\text{ккал}}{\text{час}}$)	К.п.д. в процентах
Железные времянки	300—350	500—600	5 000	30—35
Чугунные с внутренней огнеупорной футеровкой	150—200	350—450	2 500—3 000	40—45
Голландские, кирпичные большой теплоемкости (с шестью дымооборотами)	—	—	—	50—55
Утермарковские	—	—	—	45—50
Голландские конструкции Лукашевича	—	—	—	70—75
Утермарковские конструкции Лукашевича	—	—	—	60—65

234. Конструктивные и тепловые характеристики русской печи конструкции Всесоюзного теплотехнического института.

1. Поверхность пода печи 0,927 м²
2. Площадь колосниковой решетки 0,080 м²
3. Количество сжигаемого за один раз топлива (дров, торфа) в средний зимний день 16 кг
4. Продолжительность топки 1,3—1,5 часа
5. Среднее часовое напряжение колосниковой решетки 130—140 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{час}}$
6. Средние поверхностные температуры внутренних стенок варочной камеры 280—300° Ц
7. Среднее разрежение в дымовой трубе 0,5—1,0 мм Нг
8. Выпекается хлеба за один раз ~16 кг
9. Кипятится за ту же топку воды ~10 л
10. Средняя температура уходящих дымовых газов 200—250° Ц
11. Среднее объемное содержание в дымовых газах:
 - 1) CO₂ ~7%
 - 2) CO₂ + O₂ ~19%
12. Примерный тепловой баланс печи:
 - Потери с уходящими дымовыми газами 16%
 - „ от неполноты горения 14%
 - Использовано на варку пищи и выпечку хлеба 5—8%
 - „ „ обогрев помещения 65—52%
 - Общий коэффициент полезного действия печи 70%

235. Теплоотдача наружной поверхности нагрева кирпичных отопительных печей.

Типы печей	Средняя часовая (за сутки) теплоотдача 1 м ² наружной поверхности нагрева печей (в ккал)
Кирпичные большой теплоемкости для отопления антрацитом (продолжительность топки 6—8 час.)	350
То же средней теплоемкости	300
Кирпичные большой теплоемкости для отопления дровами, торфом и т. п. (продолжительность топки 1—1,5 час.)	250
То же средней теплоемкости	200

236. Тепловые характеристики зданий.

Под тепловыми характеристиками зданий понимают количество тепла, теряемое зданием в час на 1 м³ внешней кубатуры при максимальной расчетной разности температур внутреннего и внешнего воздуха или же на 1° разности этих температур.

Внешняя кубатура отапливаемых зданий (в м ³)	Тепловые характеристики зданий	
	при максимальной расчетной разности температур в 50°С $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{час}}$	при разности температур в 1°С $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{час}}$
1 000	25	0,50
5 000	20	0,40
10 000	17	0,34
20 000	15	0,30
30 000	14	0,28
50 000	13	0,26

237. Тепловой баланс бессемеровского процесса (на 1 кг чугуна).

Приход	ккал	Процен-ты	Расход	ккал	Процен-ты
Жидкий чугун прино- сит тепла	262,0	49,0	Сталь уносит тепла .	323,0	60,4
Дутье приносит . . .	4,1	0,8	Шлак	34,6	6,5
Окисление примесей даёт:			Газы уносят . . .	147,6	27,6
Углерод	144,1	26,9	Разложение водяных паров дутья . . .	8,7	1,6
Кремний	87,8	16,4	Потери тепла на луче- испускание и пр. .	21,2	3,9
Марганец	16,5	3,1			
Железо	17,6	3,3			
Шлакообразование .	3,0	0,5			
Итого . .	535,1	100	Итого . .	535,1	100

238. Мощности, напоры и расходы реки для некоторых современных гидроэлектрических станций.

Примечание. Расходом реки Q называется количество воды в кубических метрах, падающей на турбину в 1 сек.; напором H называется высота падения воды в метрах. Мощность N гидроэлектрических станций определяется по формулам: $N = 13,33 Q \cdot H \cdot \eta$ л. с., или $N = 9,81 Q \cdot H \cdot \eta$ квт, где η — коэффициент полезного действия.

Название гЭС	Напор (в м)	Расход реки ($\frac{м^3}{сек}$)	Установленная мощность (в квт)
Диксон, США	2,45	140	2 800
Волховская, СССР	10,5	800	58 000
Свирская, СССР	10,5	1 160	96 000
Сызранская, СССР	12,8	22,5	2 300
Днепроовская, СССР	37,5	1 800	558 000
Рионская, СССР	61	100	50 000
Канакирская, СССР	170	60	88 000
Болдер, США	161,4	960	1 317 000
Гезильдон, СССР	282	10,5	22 500

239. Пределы мощности построенных (на 1929 г.) турбогенераторов и гидрогенераторов.

Скорость вращения (в оборотах в минуту)	Мощность (в киловольтамперах)
Турбогенераторы:	
3 000	50 000
1 800	88 000
1 500	100 000
1 200	160 000
Гидрогенераторы:	
500—300	50 000
150—75	65 000

240. Мощность, скорость, сила тяги и вес электровозов и трамвайных вагонов.

	Электровозы		Трамваи	
Тип	0—4—0	0—2—0	0—4—0	0—2—0
Число моторов	4	2	4	2
Мощность моторов общая (в квт) . .	336	128	—	66
Скорость при максимальной силе тяги (в $\frac{\text{км}}{\text{час}}$)	15 ³⁾	22 ^{1)/10²⁾}	—	13 ^{1)/6²⁾}
Сила тяги нормальная по моторам (в кг)	3200×4 11000 ⁴⁾	1900×2 3300 ⁴⁾	— 4700 ⁴⁾	1800×2 2500 ⁴⁾
Сила тяги расчетная (в кг)	15500	5500	6700	4000
Вес (заводской) (в т)	50	15	21·2	16·4
Вес с дополнительной нагрузкой (в т)	70	25	28	23

1) При напряжении в контактном проводе в 550 вольт.

2) При напряжении в контактном проводе в 275 вольт.

3) При напряжении в контактном проводе в 750 вольт.

4) В числителе показана сила тяги без нагрузки, в знаменателе — с дополнительной нагрузкой.

ХИ. ДАННЫЕ
241. Периодическая

	I	II	III	IV	V
1-й период					
2-й период	3 Литий Li 6,940	4 Бериллий Be 9,02	5 Бор B 10,82	6 Углерод C 12,010	7 Азот N 14,008
3-й период	11 Натрий Na 22,997	12 Магний Mg 24,32	13 Алюминий Al 26,97	14 Кремний Si 28,06	15 Фосфор P 30,978
4-й период	19 Калий K 39,096	20 Кальций Ca 40,08	21 Скандий Sc 45,10	22 Титан Ti 47,90	23 Ванадий V 50,95
	29 Медь Cu 63,57	30 Цинк Zn 65,38	31 Галлий Ga 69,72	32 Германий Ge 72,60	33 Мышьяк As 74,91
5-й период	37 Рубидий Rb 85,44	38 Стронций Sr 87,63	39 Иттрий Y 88,92	40 Цирконий Zr 91,22	41 Ниобий Nb 92,91
	47 Серебро Ag 107,880	48 Кадмий Cd 112,41	49 Индий In 114,76	50 Олово Sn 118,70	51 Сурьма Sb 121,76
6-й период	55 Цезий Cs 132,91	56 Барий Ba 137,36	57 Лантан La 138,92	58 Церий Ce 140,13	59 Празеодим Pr 140,92
	62 Самарий Sm 150,43	63 Европий Eu 152,0	64 Гадолиний Gd 156,9	65 Тербий Tb 159,2	66 Диспрозий Dy 162,46
	69 Туллий Tm 169,4	70 Иттербий Yb 173,04	71 Лютеций Lu 175,0	72 Гафний Hf 178,6	73 Тантал Ta 180,83
	79 Золото Au 197,2	80 Ртуть Hg 200,61	81 Таллий Tl 204,39	82 Свинец Pb 207,22	83 Висмут Bi 209,00
7-й период	87 Виргиний Va	88 Радий Ra 225,97	89 Активный Ac (226)	90 Торий Th 232,12	91 Протактиний Pa 230
	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂ RH ₄	R ₂ O ₅ RH ₃

ИЗ ХИМИИ.
система элементов.

VI	VII	VIII			O
	1 Водород H 1,0081				2 Гелий He 4,003
8 Кислород O 16,000	9 Фтор F 19,00				10 Неон Ne 20,183
16 Сера S 32,06	17 Хлор Cl 35,457				18 Аргон Ar 39,944
24 Хром Cr 52,01	25 Марганец Mn 54,93	26 Железо Fe 55,84	27 Кобальт Co 58,94	28 Никель Ni 58,69	
34 Селен Se 78,96	35 Бром Br 79,916				36 Криптон Kr 83,7
42 Молибден Mo 95,95	43 Мазурий Ma	44 Рутений Ru 101,7	45 Родий Rh 102,91	46 Палладий Pd 106,7	
52 Теллур Te 127,61	53 Иод J 126,92				54 Ксенон Xe 131,3
60 Неодим Nd 144,27	61 Иллиний Il				
67 Гольмий Ho 163,5	68 Эрбий Er 167,64				
74 Вольфрам W 183,92	75 Рений Re 186,31	76 Осмий Os 191,5	77 Иридий Ir 193,1	78 Платина Pt 195,23	
84 Полоний Po 210	85 Алабамий Am				86 Эманация радия (радон) Em или Rn 222
92 Уран U 238,07					
RO ₃ RH ₂	R ₂ O ₇ RH	Типичные формулы окислов Летучие водородные соединения			

242. Изотопы, атомный вес и некоторые

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химиче- ский атомный вес: O=16
0	Нейтрон	n	1	—	1,0090	—
1	Водород	H	1	99,98	1,0081	} 1,0081
	(Дейтерий)	(D)	2	0,02	2,0147	
	(Тритий)	(T)	3	—	3,0171	
2	Гелий	He	3	—	3,0171	} 4,003
	"	He	4	100	4,0039	
3	Литий	Li	6	7,9	6,0169	} 6,940
	"	Li	7	92,1	7,0182	
4	Бериллий	Be	8	—	8,0079	} 9,02
	"	Be	9	100	9,0150	
	"	Be	10	—	10,0167	
5	Бор	B	10	20	10,0163	} 10,82
	"	B	11	80	11,0129	
6	Углерод	C	12	99	12,0040	} 12,010
	"	C	13	1	13,0076	
7	Азот	N	14	99,62	14,0075	} 14,008
	"	N	15	0,38	15,0049	
8	Кислород	O	16	99,76	16,0000	} 16,0000
	"	O	17	0,04	17,0045	
	"	O	18	0,20	18,0037	
9	Фтор	F	19	100	19,0045	19,000
10	Неон	Ne	20	90,0	19,9988	} 20,183
	"	Ne	21	0,27	20,9997	
	"	Ne	22	9,73	21,9986	
11	Натрий	Na	23	100	22,9961	22,997
12	Магний	Mg	24	77,4	23,9924	} 24,32
	"	Mg	25	11,5	24,9938	
	"	Mg	26	11,1	25,9898	
13	Алюминий	Al	27	100	26,9899	26,97
14	Кремний	Si	28	89,6	27,9866	} 28,06
	"	Si	29	6,2	28,9866	
	"	Si	30	4,2	29,9832	
15	Фосфор	P	31	100	30,9843	30,978

другие свойства химических элементов.

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
—	—	—	
жидк. 0,070	—259,18	—252,81	Водород в 1766 г. Кавендиш; Дейтерий в 1932., Уотберн и Юрей; Тритий в 1934 г., Резерфорд, Олифант и Гартек
жидк. 0,122	—272/26 ат	—268,8	1868 г. Жансен в спектре Солнца; на Земле 1895 Рамсей
0,534	180	1 336	1817 г., Арфведсон
1,85	1 280	—	1797 г., Вокелен и Клапрот
1,73	2 300	—	1808 г., Гей-Люссак, Тенар и Дэви
3,51 (алмаз) 2,17—2,3 (графит)	3 500 ?	—	
жидк. 0,879	—210,1	—195,67	1772 г., Д. Резерфорд
жидк. 1,20	—218,8	—183	1771—1774 г., Пристлей и Шееле
жидк. 1,11	—223	—188	1886 г., Муассан
0,695	—248,6	—245,9	1898 г., Рамсей и Траверс
0,97	97,7	880	1807 г., Дэви
1,74	650	1 120	1808 г., Дэви
2,70	658	2 000	1827 г., Велер
2,35	1 414	2 400	1823 г., Берцелиус
2,83	44	280,5	1669 г., Брандт

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
16	Сера	S	32	96	31,9823	} 32,06
	"	S	33	1	—	
	"	S	34	3	33,978	
17	Хлор	Cl	35	76	34,9803	} 35,457
	"	Cl	37	24	36,9779	
18	Аргон	Ar	36	0,31	35,978	} 39,944
	"	Ar	38	0,06	37,974	
	"	Ar	40	99,63	39,9750	
19	Калий	K	39	93,30	—	} 39,096
	"	K	40	0,01	—	
	"	K	41	6,6	—	
20	Кальций	Ca	40	96,76	—	} 40,08
	"	Ca	42	0,77	—	
	"	Ca	43	0,17	—	
	"	Ca	44	2,30	—	
21	Скандий	Sc	45	100	—	45,10
22	Титан	Ti	46	8,5	—	} 47,90
	"	Ti	47	7,8	—	
	"	Ti	48	71,3	—	
	"	Ti	49	5,5	—	
	"	Ti	50	6,9	—	
23	Ванадий	V	51	100	—	50,95
24	Хром	Cr	50	4,9	—	} 52,01
	"	Cr	52	81,6	51,943	
	"	Cr	53	10,4	—	
	"	Cr	54	3,1	—	
25	Марганец	Mn	55	100	—	54,93
26	Железо	Fe	54	6,5	—	} 55,84
	"	Fe	56	90,2	—	
	"	Fe	57	2,8	—	
	"	Fe	58	0,5	—	
27	Кобальт	Co	57	0,17	—	} 58,94
	"	Co	59	99,83	—	

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
2,07	112,8	444,55	
жидк. 1,57	—100,5	— 33,9	1774 г., Шееле
жидк. 1,38	—190	—185,8	1894—1898 г., Релей и Рамсей
0,86	63,5	762,2	1807 г., Дэви
1,55	851	1 240	1808 г., Дэви
—	—	—	1879 г., Нильсон
4,5	1 800	—	1795 г., Клапрот; выделен в 1857 г. Велером и Сент-Клер-Девилем.
5,7	1 715	—	1830 г., Зефстрем
7,1	1 765	2 200	1797 г., Вокелен
7,3	1 250	1 900	1774 г., Ган
7,86	1 530	2 450	
8,8	1 490	~2375(30мл)	1733 г., Брандт

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
28	Никель	Ni	58	66,4	57,942	58,69
	"	Ni	60	26,7	—	
	"	Ni	61	1,6	—	
	"	Ni	62	3,7	—	
	"	Ni	64	1,6	—	
29	Медь	Cu	63	68	—	63,57
	"	Cu	65	32	—	
30	Цинк	Zn	64	50,4	63,937	65,38
	"	Zn	66	27,2	—	
	"	Zn	67	4,2	—	
	"	Zn	68	17,8	—	
	"	Zn	70	0,4	—	
31	Галлий	Ga	69	61,5	—	69,72
	"	Ga	71	38,5	—	
32	Германий	Ge	70	21,2	—	72,60
	"	Ge	72	27,3	—	
	"	Ge	73	7,9	—	
	"	Ge	74	37,1	—	
	"	Ge	76	6,5	—	
33	Мышьяк	As	75	100	74,934	74,91
34	Селен	Se	74	0,9	—	78,96
	"	Se	76	9,5	—	
	"	Se	77	8,3	—	
	"	Se	78	24,0	77,938	
	"	Se	80	48,0	79,941	
	"	Se	82	9,3	—	79,916
35	Бром	Br	79	50,6	78,929	
	"	Br	81	49,4	80,926	83,7
36	Криптон	Kr	78	0,35	77,9456	
	"	Kr	80	2,01	—	85,48
	"	Kr	82	11,52	81,9395	
	"	Kr	83	11,52	—	
	"	Kr	84	57,13	83,9387	
	"	Kr	86	17,47	85,9390	
37	Рубидий	Rb	85	72,8	—	85,48
	"	Rb	87	27,2	—	

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
8,8	1 455	2 340 (30 мм)	1751 г., Кронштедт и в 1775 г. Бергман
8,93	1 083	2 360	
7,14	419,44	907	Известен с конца средних веков
5,9	29,75	2 300	1875 г., Лекок де-Буабордан
5,40	958±5	—	1886 г., Винклер
5,72	817 (давл.)	630	1260 г., А. Магнус
4,80	220,2	688	1817 г., Берцелиус
3,14	—7,3	58,7	1826 г., Балар
жидк. 2,155	—157	—151,7	1898 г., Рамсей
1,52	39,0	696	1861 г., Бунзен

Порядко- вый номер	Элемент	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
38	Стронций	Sr	84	0,5	—	87,63
	"	Sr	86	9,6	—	
	"	Sr	87	7,5	—	
	"	Sr	88	82,4	—	
39	Иттрий	Y	89	100	—	88,92
40	Циркон	Zr	90	48	—	91,22
	"	Zr	91	11,5	—	
	"	Zr	92	22	—	
	"	Zr	94	17	—	
	"	Zr	96	1,5	—	92,91
41	Ниобий	Nb	93	100	92,926	
42	Молибден	Mo	92	14,2	—	
	"	Mo	94	10,0	—	
	"	Mo	95	15,5	—	95,95
	"	Mo	96	17,8	—	
	"	Mo	97	9,6	—	
	"	Mo	98	23,0	97,946	
	"	Mo	100	9,8	99,945	—
	"	Mo	102	—	—	
43	Марганец	Mn	—	—	—	
44	Рутений	Ru	96	5	—	101,7
	"	Ru	98	—	—	
	"	Ru	99	12	—	
	"	Ru	100	14	—	
	"	Ru	101	22	—	
	"	Ru	102	30	—	
	"	Ru	104	17	—	102,91
45	Родий	Rh	101	0,08	—	
	"	Rh	103	99,92	—	
46	Палладий	Pd	102	0,8	—	106,7
	"	Pd	104	9,3	—	
	"	Pd	105	22,6	—	
	"	Pd	106	27,2	—	
	"	Pd	108	26,8	—	
	"	Pd	110	13,5	—	

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
2,60	797	1366	1793 г., Клапрот; выделен в 1808 г. Дэви
4,6	—	—	1794 г., Гадолини
6,53	1860	—	1789 г., Клапрот; выделен в 1824 г. Берцелиусом
8,56	1950	—	1844 г., Розе; выделен в чистом виде в 1907 г. Болтоном
10,2	2500	3560	1778 г., Шееле
—	—	—	1924 г., Ноддак и др.
12,26	1950	—	1844 г., Клаус
12,3	1970	—	1803 г., Волластон
11,5	1553	—	1803 г., Волластон

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
47	Серебро	Ag	107	52,5	—	} 107,830
	•	Ag	109	47,5	—	
48	Кадмий	Cd	106	1,4	—	} 112,41
	•	Cd	108	1,0	—	
	•	Cd	110	12,8	—	
	•	Cd	111	13,0	—	
	•	Cd	112	24,2	—	
	•	Cd	113	12,3	—	
	•	Cd	114	28,0	—	
	•	Cd	116	7,3	—	
49	Индий	In	113	4,5	—	} 114,76
	•	In	115	95,5	—	
50	Олово	Sn	112	1,1	—	} 118,70
	•	Sn	114	0,8	—	
	•	Sn	115	0,4	—	
	•	Sn	116	15,5	—	
	•	Sn	117	9,1	—	
	•	Sn	118	22,5	—	
	•	Sn	119	9,8	—	
	•	Sn	120	28,5	—	
	•	Sn	122	5,5	—	} 121,76
	•	Sn	124	6,8	—	
51	Сурьма	Sb	121	56	—	
	•	Sb	123	44	—	
52	Теллур	Te	120	—	—	} 127,61
	•	Te	122	2,9	—	
	•	Te	123	1,6	—	
	•	Te	124	4,5	—	
	•	Te	125	6,0	—	
	•	Te	126	19,0	—	
	•	Te	128	32,8	—	
	•	Te	130	33,1	—	
53	Иод	J	127	100	126,932	126,92

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
10,50	960,5	2 000	
8,64	321	770	1817 г., Герман и Штроемeyer
7,25	154	—	1863 г., Рихтер и Рейх
7,28	231,84	2 275	
6,69	630	1 440	XV в., Василий Валентин?
6,24	452,5	1 390	1782 г., Рейхенштейн
4,942	113,5	184,35	1811 г., Куртуа

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
54	Ксенон	X	124	0,094	—	131,3
	•	X	126	0,088	—	
	•	X	128	1,91	—	
	•	X	129	26,23	128,946	
	•	X	130	4,06	—	
	•	X	131	21,18	—	
	•	X	132	26,98	131,945	
	•	X	134	10,55	—	
	•	X	136	8,95	—	
55	Цезий	Cs	133	100	132,933	132,91
56	Барий	Ba	130	0,16	—	137,36
	•	Ba	132	0,015	—	
	•	Ba	134	1,72	—	
	•	Ba	135	5,7	—	
	•	Ba	136	8,5	—	
	•	Ba	137	10,8	—	
	•	Ba	138	73,1	137,916	
57	Лантан	La	139	100	—	138,92
58	Церий	Ce	136	—	—	140,13
	•	Ce	138	—	—	
	•	Ce	140	89	—	
	•	Ce	142	11	—	
59	Празеодим	Pr	141	100	140,91	140,92
60	Неодим	Nd	142	25,95	—	144,27
	•	Nd	143	13,0	—	
	•	Nd	144	22,6	—	
	•	Nd	145	9,2	—	
	•	Nd	146	16,5	—	
	•	Nd	148	6,8	—	
	•	Nd	150	5,95	—	
61	Иллиний ¹⁾	И	—	—	—	—

¹⁾ Не выделен в свободном состоянии. Факт открытия И решительно ос

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
жидк. 3,06	—111,5	—106,9	1898 г., Рамсей и Траверс
1,87	28,5	670	1860 г., Бунзен
3,6	658	1 537	1774 г., Шееле; выделен в 1808 г. Дэви
6,1	810	—	1839 г., Мозандер
6,8	630	—	1825 г., Вокелен и Мозандер
6,5	940	—	1885 г., Ауэр фон Вельсбах
7,0	840	—	1885 г., Ауэр фон Вельсбах
—	—	—	1926 г., Гаррис, Интема и Голкинс в США и Ролла и Фернандес в Италии

паривается Ноддаком (1934 г.)

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
62	Самарий	Sm	144	3	—	150,43
	"	Sm	147	17	—	
	"	Sm	148	14	—	
	"	Sm	149	15	—	
	"	Sm	150	5	—	
	"	Sm	152	26	—	
	"	Sm	154	20	—	152,0
63	Европий	Eu	151	50,6	—	
	"	Eu	153	49,4	—	156,9
64	Гадолиний	Gd	155	21	—	
	"	Gd	156	23	—	
	"	Gd	157	17	—	
	"	Gd	158	23	—	
	"	Gd	160	16	—	159,2
65	Тербий	Tb	159	100	158,19	
66	Диспрозий	Dy	161	22	—	162,46
	"	Dy	162	25	—	
	"	Dy	163	25	—	
	"	Dy	164	28	—	
67	Гольмий	Ho	165	100	164,91	163,5
68	Эрбий	Er	166	36	—	167,2
	"	Er	167	24	—	
	"	Er	168	30	—	
	"	Er	170	10	—	
69	Тулий	Tu	169	100	—	169,4
70	Итербий	Yb	171	9	—	173,04
	"	Yb	172	24	—	
	"	Yb	173	17	—	
	"	Yb	174	38	—	
	"	Yb	176	12	—	
71	Кассиопей ¹⁾	Cr	175	97,5	—	175,0
	"	Cr	177	2,5	—	
72	Гафний	Hf	176	5	—	178,6
	"	Hf	177	19	—	
	"	Hf	178	28	—	
	"	Hf	179	18	—	
	"	Hf	180	30	—	

¹⁾ Он же Лютеций Lu

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
7,7	—	—	1879 г., Лекок де-Буабодран
—	—	—	1896 г., Демарсэ
—	—	—	1880 г., Мариньяк
—	—	—	1843 г., Мозандер
—	—	—	1886 г., Лекок де-Буабодран
—	—	—	1879 г., Клеве
4,77?	—	—	1843 г., Мозандер
—	—	—	1879 г., Клеве
—	—	—	1878 г., Мариньяк
—	—	—	1905 г., Ауер в Германии и 1907 г. Урбен во Франции
13,3	2 207	—	1923 г., Костер и Хевеши

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
73	Тантал	Ta	181	100	180,928	180,88
74	Вольфрам	W	180	0,2	—	183,92
	•	W	182	22,6	—	
	•	W	183	17,3	—	
	•	W	184	30,2	184,0	
	•	W	186	29,9	—	186,31
75	Рений	Re	185	38,2	—	
	•	Re	187	61,8	186,981	
76	Осмий	Os	184	0,018	—	
	•	Os	186	1,59	—	191,5
	•	Os	187	1,64	—	
	•	Os	188	13,3	—	
	•	Os	189	16,2	—	
	•	Os	190	26,4	189,98	193,1
	•	Os	192	40,9	191,98	
77	Иридий	Ir	191	38,5	—	
	•	Ir	193	61,5	—	
78	Платина	Pt	192	0,8	—	195,23
	•	Pt	194	30,2	—	
	•	Pt	195	35,3	—	
	•	Pt	196	26,6	—	
	•	Pt	198	7,2	—	197,2
79	Золото	Au	197	100	—	
80	Ртуть	Hg	196	0,15	—	200,61
	•	Hg	198	10,12	—	
	•	Hg	199	17,04	—	
	•	Hg	200	23,26	200,016	
	•	Hg	201	13,18	—	204,39
	•	Hg	202	29,55	—	
	•	Hg	204	6,72	—	
81	Таллий	Ta	203	29,4	203,037	
	•	Ta	205	70,6	205,037	207,22
82	Свинец	Pb	204	1,15	—	
	•	Pb	206	24,55	—	
	•	Pb	207	21,35	—	
	•	Pb	208	52,95	—	

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
16,6	3 030	—	1802 г., Гатчетт; в чистом виде выде- лен в 1907 г. Болтоном
19,1	3 370±50	4 830 (высч.)	1781 г., Шееле; в чистом виде выде- лен в 1850 г. Велером
21,2	3 167±60	—	1924 г., Ноддак и др.
22,48	2 500	—	1804 г., Теннант
22,4	2 350	—	1804 г., Теннант
21,4	1 771	3 800	1738 г., Антонио-де-Уллоа
19,3	1 063	2 677	
13,546	—38,89	357	
11,85	302	1 306	1861 г., Крукс
11,34	327	1 540	

Порядко- вый номер	Э л е м е н т	Химиче- ская формула	Массовое число	Содержа- ние (в процен- тах)	Отдель- ные атом- ные веса: O=16	Химический атомный вес: O=16
83	Висмут	Bi	209	100	—	209,00
	“	RaE	210	—	—	
	“	AcC	211	—	—	
	“	ThC	212	—	—	
	“	RaC	214	—	—	
84	Полоний	Po (RaF)	210	—	—	210
	“	AcC'	211	—	—	
	“	ThC'	212	—	—	
	“	RaC'	214	—	—	
	“	AcA	215	—	—	
	“	ThA	216	—	—	
	“	RaA	218	—	—	
85	Алабамий	Am	—	—	—	—
86	Радон ¹⁾	An	219	—	—	222
	“	Th	220	—	—	
	“	Rn	220	—	—	
87	Виргиний	Va	—	—	—	—
88	Радий	AcX	223	—	—	225,97
	“	ThX	224	—	—	
	“	Ra	226	—	—	
	“	MsTh	228	—	—	
89	Актиний	Ac (AcC)	227	—	—	226
	“	MsTh ₂	228	—	—	
90	Торий	RaAc	227	—	—	232,12
	“	RaTh	228	—	—	
	“	Io	230	—	—	
	“	UY	231	—	—	
	“	Th	232	100	232,070	
	“	UX ₁	234	—	—	
91	Протактиний	Pa	231	—	—	230
	“	UX ₂	234	—	—	
	“	UZ	234	—	—	
92	Уран	U(UII)	235	0,4	235,084	238,07
	“	UI	238	99,6	238,088	

¹⁾ Он же эманация Em или нитон Nt

Плотность или удель- ный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия	Когда и кем открыт химический элемент
9,80	271,0	1 500	XV в., Василий Валентин ?
—	—	—	1898 г., Кюри
—	—	—	1930—1931 г., Элисон, Фред, Гопкинс и Юз
жидк. 5,5	—71	—62	1903 г., Рамсей и Содди
—	—	—	1930—1931 г., Элисон, Фред, Гопкинс и Юз
—	700	—	1898 г., Кюри
—	—	—	1899 г., Дебьерн
11,5	1 842	—	1828 г., Берцелиус
—	—	—	1918 г., Ган; выделен в 1928 г. Гроссе
18,7	1 300	—	1789 г., Клапрот; выделен в 1841 г. Пелиго

**243. Формулы, молекулярные веса, температуры плавления
и кипения некоторых химических соединений.**

Вещество	Химическая формула	Молеку- лярный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия (при 760 мм Hg)
Азот закись (веселящий газ)	N_2O	44,02	— 90,7	— 83,7
Азот окись	NO	30,01	— 163,7	— 151,8
Азотная кислота	HNO_3	63,02	— 41,3	—
Аммоний хлористый (паша- тырь)	NH_4Cl	53,50	—	Температура возгонки 335
Аммиак	NH_3	17,03	— 77,7	— 33,4
Алюминий окись (глинозем)	Al_2O_3	101,94	2 050	2 980
Барий окись (барит)	BaO	153,4	Очень высо- кая	—
сернокислый	$BaSO_4$	233,5	—	—
Борная кислота	H_3BO_3	61,84	Разлагается при нагре- вании	—
Вода	H_2O	18,008	0	100
Перекись водорода	H_2O_2	34,016	— 0,89	—
Сернистый водород	H_2S	34,09	— 83	— 61,8
Железо окись	Fe_2O_3	159,68	1 565	—
Железный купорос	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	278,02	—	—
Цементит	Fe_3C	179,52	—	—
Кали едкое	KOH	56,11	360	1 324
Калий хлористый (сильвин)	KCl	74,56	763	—
сернокислый	K_2SO_4	174,27	1 067	—
азотнокислый (селитра)	KNO_3	101,11	336	—
Калий углекислый (поташ)	K_2CO_3	138,20	891	—
Калий двухромокислый (хромпик)	$K_2Cr_2O_7$	294,2	395	—
Калий цианистый	KCN	65,11	623,5	—
иодистый	KI	166,02	~ 680	~ 1 320
Винный камень	$KH_2C_4O_6$	188	—	—
Квасцы алюмокалиевые . .	$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	474,45	—	—
Кальция окись (известь обожженная)	CaO	56,07	2 570	—
Кальция гидрат окиси (га- шенная известь)	$Ca(OH)_2$	74,09	(Разлагается при на- гревании)	—
Кальций углекислый	$CaCO_3$	100,07	1 339	—
Кальций сернокислый (жже- ный гипс)	$CaSO_4$	136,14	1 450	—
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172,16	—	—
Карбид кальция	CaC_2	64,07	2 300	—
Белильная известь	$CaOCl_2$	127	(при на- гре- вании разла- гается)	—
Озон	O_3	48	— 251,5	— 112

Вещество	Химическая формула	Молекулярный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия (при 760 мм Hg)
Кремневый ангидрид, кварц	SiO_2	60,06	1 470	2 590
Карборунд	SiC	40,06	—	—
Магния окись	MgO	40,32	> 2 500	2 800
Магний сернокислый (горькая соль)	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246,5	—	—
Магний углекислый (магнезит)	MgCO_3	84,32	—	—
Магний хлористый	MgCl_2	95,24	—	—
Марганца перекись	MnO_2	86,93	—	—
Меди окись	CuO	79,57	1 148	—
Медь сернистая	CuS	95,64	(Разлагается при красном калении)	—
Медный купорос	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249,72	При 258° становится безводным	—
Малахит	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	221,16	Разлагается при 200°	—
Натрий едкий	NaOH	40,01	322	1 388
Натрий сернокислый (глауберова соль)	Na_2SO_4	142,07	—	—
Гипосульфит	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248,22	48	—
Сода	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	286,16	852	—
Бура	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	381,7	—	—
Натрий азотнокислый (чилийская селитра)	NaNO_3	85,01	—	—
Натрий хлористый (поваренная соль)	NaCl	58,46	800	1 440
Растворимое натриевоестекло	Na_2SiO_3	122,06	—	—
Олово двусернистое	SnS_2	182,84	—	—
Ртуть окись	HgO	216,6	—	—
Ртуть сернистая (киноварь)	HgS	232,7	—	—
Ртуть сернистая (каломель)	Hg_2Cl_2	472,12	—	—
Ртуть двухлористая (сулема)	HgCl_2	271,5	275	301
Гремучая ртуть	$2\text{Hg(CNO)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	284,6	Взрывает	—
Свинца окись (свинцовый глет)	PbO	223,2	880	1 470
Свинца перекись	PbO_2	239,2	Разлагается при нагревании	—
Сурик	Pb_3O_4	685,6	Разлагается при нагревании	—
Свинец сернистый (свинцовый блеск)	PbS	239,3	1 110	—
Свинцовый купорос (сернокислый свинец)	PbSO_4	303,3	~ 1 110	—
Свинец азотнокислый	$\text{Pb(NO}_3)_2$	331,2	Разлагается при 200° Ц	—

Вещество	Химическая формула	Молекулярный вес	Температура плавления в градусах Цельсия	Температура кипения в градусах Цельсия (при 760 мм Hg)
Свинец углекислый	PbCO ₃	267,2	Разлагается при 300° Ц	—
Свинцовые белила	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	775,6	—	—
Сероводород	H ₂ S	34,09	— 83	—60,2
Серная кислота (безводная)	H ₂ SO ₄	98,09	10,5	338
Серовуглерод	CS ₂	76,14	—112	46
Серы двуокись (сернистый ангидрид)	SO ₂	64,07	—72,7	—10
Серы трехокись (серный ангидрид)	SO ₃	80,07	16,8	44,6
Серебро азотнокислое . .	AgNO ₃	169,89	208,5	—
„ бромистое	AgBr	187,80	422	—
„ хлористое	AgCl	143,34	455	—
„ сернистое (серебряный блеск)	Ag ₂ S	247,83	840	—
Серебро серноокислое . .	Ag ₂ SO ₄	311,83	660	—
Углерода окись	CO	28,00	—205	—
Угольный ангидрид (углекислота)	CO ₂	44,00	—57 (5 атм)	— 78,5 (сублим)
Циан	(CN) ₂	52,02	— 34,4	—20,7
Родан	(CNS) ₂	116,16	— 2	—
Ацетилен	C ₂ H ₂	26,01	— 81	—84
Этилен	C ₂ H ₄	28,03	—169	—102
Метан (болотный газ) . .	CH ₄	16,03	—184	—161,4
Этан	C ₂ H ₆	30,05	—172	— 93
Пропан	C ₃ H ₈	44,06	—190	— 45
Бутан	C ₄ H ₁₀	58,08	—135	1
Ацетон	C ₃ H ₆ O	58,05	— 94	56
Бензол	C ₆ H ₆	78,05	6	80
Глицерин	C ₃ H ₈ O ₃	92,06	19	290
Камфора	C ₁₀ H ₁₆ O	152,13	180	209
Метиловый спирт	CH ₃ O	32,03	—98	65
„ эфир	C ₂ H ₅ O	46,05	—138	—25
Муравьиная кислота . . .	CH ₂ O ₂	46,02	8	101
Нафталин	C ₁₀ H ₈	128,06	80	218
Уксусная кислота	C ₂ H ₄ O ₂	60,03	17	118
Щавелевая кислота . . .	C ₂ H ₂ O ₄ ·2H ₂ O	126,05	—	—
Этиловый спирт	C ₂ H ₅ O	46,05	—114	78
„ эфир	C ₄ H ₁₀ O	74,08	—117	35
Фосфорнокислый кальций (фосфориты)	Ca ₃ (PO ₄) ₂	310,3	—	—
Фтористый кальций (плавиковый шпат)	CaF ₂	78,06	—	—
Хлористый водород (соляная кислота)	HCl	36,47	—114	—85
Хлора окись	Cl ₂ O	86,92	—	3,8
„ двуокись	ClO ₂	67,46	— 79	10
Цинка окись (цинковые белила)	ZnO	81,37	—	Температура возгонки 1 800
Цинковый купорос	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	287,55	—	—
Цинк сернистый (цинковая обманка)	ZnS	97,44	—	Температура возгонки 1182

244. Кристаллическая структура химических элементов.

Э л е м е н т	Хими- ческая формула	Поря- довый номер	Кристаллическая структура
Литий	Li	3	Куб. 8
Бериллий	Be	4	Гекс. 12
Бор	B	5	?
Углерод	C	6	Гекс. 3(4); куб. 4
Азот	N	7	Ромб. ?
Кислород	O	8	Ромб. ?
Фтор	F	9	?
Неон	Ne	10	?
Натрий	Na	11	Куб. 8
Магний	Mg	12	Гекс. 12
Алюминий	Al	13	Куб. 12
Кремний	Si	14	Куб. 4
Фосфор	P	15	Ромб. 3(6)
Сера	S	16	Ромб.
Хлор	Cl	17	?
Аргон	Ar	18	Куб. 12
Калий	K	19	Куб. 8
Кальций	Ca	20	Куб. 12; куб. 8 ?
Скандий	Sc	21	?
Титан	Ti	22	Гекс. 12
Ванадий	V	23	Куб. 8
Хром	Cr	24	Куб. 8
Марганец	Mn	25	Куб.; куб.; тетра. 12
Железо	Fe	26	Куб. 8; куб. 12,
Кобальт	Co	27	Гекс. 12; куб. 12
Никель	Ni	28	Куб. 12
Медь	Cu	29	Куб. 12
Цинк	Zn	30	Гекс. 6(12)
Галлий	Ga	31	Ромб. 1(7)
Германий	Ge	32	Куб. 4
Мышьяк	As	33	Ромбоэдр. 3(6)
Селен	Se	34	Гекс. 2(6)
Бром	Br	35	?
Криптон	Kr	36	?
Рубидий	Rb	37	Куб. 8
Стронций	Sr	38	Куб. 12
Иттрий	Y	39	Гекс. 12
Циркон	Zr	40	Гекс. 12; куб. 8?
Ниобий	Nb	41	Куб. 8
Молибден	Mo	42	Куб. 8
Мазурий	Ma	43	?
Рутений	Ru	44	Гекс. 12
Родий	Rh	45	Куб. 12

Э л е м е н т	Хими- ческая формула	Поряд- ковый номер	Кристаллическая структура
Палладий	Pd	46	Куб. 12
Серебро	Ag	47	Куб. 12
Кадмий	Cd	48	Гекс. 6(12)
Индий	In	49	Тетр. 4(12)
Олово	Sn	50	Куб. 4; тетр. 6
Сурьма	Sb	51	Ромбоэдр. 3(6)
Теллур	Te	52	Гекс. 2(6)
Иод	I	53	Ромб.
Ксенон	X	54	?
Цезий	Cs	55	Куб. 8
Барий	Ba	56	Куб. 8
Лантан	La	57	Гекс. 12; куб. 12
Церий	Ce	58	Гекс. 12; куб. 12
Неодим	Nd	60	Гекс. 12
Эрбий	Er	68	Гекс. 12
Гафний	Hf	72	Гекс. 12
Тантал	Ta	73	Куб. 8
Вольфрам	W	74	Куб. 8
Рений	Re	75	Гекс. 12
Осмий	Os	76	Гекс. 12
Иридий	Ir	77	Куб. 12
Платина	Pt	78	Куб. 12
Золото	Au	79	Куб. 12
Ртуть	Hg	80	Ромбоэдр 6(12)
Таллий	Tl	81	Гекс. 12; куб. 12
Свинец	Pb	82	Куб. 12
Висмут	Bi	83	Ромбоэдр. 3(6)
Радон	Rn	86	?
Радий	Ra	88	?
Торий	Th	90	Куб. 12
Протактиний	Pa	91	?
Уран	U	92	Куб. 8 ?

Условные обозначения: куб. 4 — структура алмаза; куб. 8 — пространственно центрированный куб; куб. 12 — куб с центрированными гранями; гекс. 12 — гексагональная решетка с плотной упаковкой, для которой в идеальном случае $c/a = 1,633$, но в действительности — от 1,59 до 1,63; гекс. 6(12) — гексагональная решетка с отношением осей 1,8, в которой 6 соседей одного атома находятся на более близком расстоянии, чем в других, так что координационное число точно 6 и только в первом приближении может быть принято за 12 (слоистая решетка); то же самое и для ромб. 3(6) и для гекс. 2(6).

Некоторые элементы имеют разные структуры в зависимости от температуры, тогда первой указывается существующая при более низкой температуре, а последующие — при более высоких.

245. Состав и кристаллическая форма обычно встречающихся минералов.

Название	Химическая формула	Кристаллическая форма (сингония)
Алмаз	C	Кубическая
Арагонит	CaCO ₃	Ромбическая
Апатит	(CaF)Ca ₄ (PO ₄) ₃ (CaCl)Ca ₄ (PO ₄) ₃	Гексагональная "
Англезит	PbSO ₄	Ромбическая
Ангидрит	CaSO ₄	"
Боксит	Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O	Не встречен в ясных кристаллах
Берилл	Be ₃ Al ₂ (SiO ₃) ₇	Гексагональная
Бирюза	AlPO ₄ ·Al(OH) ₃ ·H ₂ O	Аморфная или скрыто кристаллическая
Барит (тяжелый шпат) . .	BaSO ₄	Ромбическая
Вюрцит	ZnS	Гексагональная
Графит	C	"
Галит	NaCl	Кубическая
Гематит	Fe ₂ O ₃	Гексагональная
Глауберит	Na ₂ SO ₄ ·CaSO ₄	Моноклиная
Гипс	CaSO ₄ ·2H ₂ O	"
Галснит (свинцовый блеск)	PbS	Кубическая
Доломит	(Ca,Mg)CO ₃	Гексагональная
Диаспор	Al ₂ O ₃ ·H ₂ O	Ромбическая
Ильменит	(Fe,Ti) ₂ O ₃	Гексагональная
Киноварь	HgS	"
Ковеллин	CuS	"
Криолит	3NaF·AlF ₃	Моноклиная
Карналит	KCl·MgCl ₂ ·6H ₂ O	Ромбическая
Кварц	SiO ₂	Гексагональная
Куприт	Cu ₂ O	Кубическая

Название	Химическая формула	Кристаллическая форма (сингония)
Корунд	Al_2O_3	Гексагональная
Кальцит	$CaCO_3$	"
Каолин	$H_4Al_2Si_2O_9$	Моноклинная
Лимонит	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	Не встречен в ясных кристаллах
Магнетит	$FeO \cdot Fe_2O_3$	Кубическая
Манганит	$Mn_2O_3 \cdot H_2O$	Ромбическая
Магнезит	$MgCO_3$	Гексагональная
Малахит	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	Моноклинная
Нефелин	$K_2Na_3Al_3Si_3O_{34}$	Гексагональная
Опал	$SiO_2 \cdot nH_2O$	Аморфное тело
Ортоклаз	$KAl(Si_2O_5)_2$	Моноклинная
Периклаз	MgO	Кубическая
Пиrolюзит	MnO_2	Ромбическая
Пирит	FeS_2	Кубическая
Рутил	TiO_2	Тетрагональная
Сералерит (цинковая обманка)	ZnS	Кубическая
Сильвин	KCl	"
Сидерит (железный шпат)	$FeCO_3$	Гексагональная
Селитра натровая	$NaNO_3$	"
Селитра калийная	KNO_3	Ромбическая
Тенардит	Na_2SO_4	"
Тальк	$H_2Mg_3(SiO_3)_4$	Моноклинная
Топаз	$(AlF)_2SiO_4$	Ромбическая
Тридимит	SiO_2	"
Флюорит	CaF_2	Кубическая
Халькозин	Cu_2S	Ромбическая
Хальконирит	$Cu_2S \cdot Fe_2S_3$	Тетрагональная
Целестин	$SrSO_4$	Ромбическая
Цинкит	ZnO	Гексагональная

ХIII. ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ.

Таблица содержит данные о важнейших открытиях и изобретениях в области физико-математических наук и техники.

В основу таблиц положены данные, взятые из „Хронологического обзора открытий и изобретений в области точного и прикладного знания“ в энциклопедическом словаре Гранат (т. 45 ч. III). Эти данные значительно дополнены по „Handbuch der Physik“ red. v. Geiger und Scheel и по текущей журнальной литературе.

Нельзя не отметить, что сведения за последние годы представляют собой еще сырой и неполный материал: бесчисленные достижения Советского Союза во всех областях науки и техники за последние годы потребовали бы целого тома, отобрать же из них небольшое количество чрезвычайно трудно, поэтому весьма возможно, что в разделе ближайших к нам лет окажется отсутствие дат, представляющихся весьма важными, и, наоборот, наличие данных не имеющих первостепенного значения. Мы отбирали тот материал, который может пригодиться преподавателю физико-математических дисциплин на уроках по освещению вопросов истории науки и техники и их взаимной связи и обусловленности.

До нашей эры.

XXIV — XVI вв., Вавилон 60-ричная система нумерации и мер; $\pi \approx 3$.

XVIII в., Египет: $\pi \approx 3,16$.

VI в.: теорема Пифагора; открытие прогрессий и иррациональных величин. Около 590 г.: магнитное притяжение (*Фалес*).

550 г.: музыкальные интервалы.

V в.: начала геометрии Гиппократа Хиосского; задачи о квадратуре круга, удвоении куба и трисекции угла; парадоксы Зенона Элейского о пространстве и времени; теория пропорций Евдокса Книдского.

555 г.: Земля — шар (*Пифагор*).

480 г.: атомистика (*Левкипп*).

450 г.: оптический телеграф в Греции.

IV в.: атомистика (*Демокрит*); введение Демокритом понятия о бесконечно малых; конические сечения (*Менехм*).

Около 350 г.: высота тона обуславливается частотой колебаний (*Архим*).

300 г.: прямолинейность световых лучей; угол зрения (*Эвклид*).

III в.: „Начала“ Эвклида; конические сечения Аполлония Пергского.

III в.: *Эратосфен* — построение таблицы первоначальных чисел; первое измерение окружности Земли.

287 — 212 г.: *Архимед* — основатель статики (теория рычага, вычисление центра тяжести различных тел, все тела в жидкости), бесконечный винт, водоподъемный винт, зеркала; счисление огромных чисел;

$\pi \approx \frac{22}{7}$; математические методы, близкие к методам исчисления

бесконечно малых; решение ряда геометрических задач с помощью этих методов.

265 г.: *Аристарх Самосский* развивает мысль о движении Земли вокруг Солнца.

- II в. *Гиппарх* — начало тригонометрии; *Герон Александрийский* — ряд технических изобретений (таксометр; различные автоматы, например автомат для продажи однородных предметов; геронов шар; золипил — прототип паровой турбины).
 Около 170 г.: термоскоп (*Филон*).
 Около 150 г.: открытие прецессии земной оси (*Гиппарх Никейский*).

Наша эра.

- Начало I в.: китайцы пользуются естественным магнитом для определения стран горизонта.
 87 — 165 гг.: *Птолемей* (описательная теория движения Солнца, Луны и планет вокруг Земли).
 110 г.: измерения преломления света; предельный угол полного внутреннего отражения (*Птолемей*).
 IV в.: *Диофант* — обоснование неопределенного анализа.
 VI в.: арифметика и алгебра Брахмагупты; введение индусами отрицательного числа.
 IX в.: *Мухамед Ибн-Муса-аль-Хваризми* (алгебра).
 X в.: *Ибн-аль-Батани*; введение функции синуса и таблицы синусов.
 996 г.: часы с гириями (*Герберт*).
 Около 1038 г.: *Аль-Беруни* — измерение удельного веса различных веществ.
 XII в.: арифметика и алгебра *Бхаскары* (Индия).
 1125 г.: пикнометр для определения удельного веса (*Аль-Казини*).
 1220 г.: „Практическая геометрия“ *Леонарда Пизанского*.
 1259 г.: изобретение черного пороха (*Бертольд Шварц*).
 XIII в.: первое появление артиллерии в Европе.
 1265 г.: фокус вогнутого зеркала; сферическая аберрация, камера-обскура (*Роджер Бекон*).
 1269 г.: отталкивание одноименных магнитных полюсов (*Петр Перегрин*).
 1362 г. *Николай Орезм* — возникновение идеи метода координат.
 1389 г.: появление огнестрельного оружия в Московской Руси.
 1440 г.: отливка типографского шрифта (*Гутенберг*).
 1401 — 1463 гг.: *Николай Кузанский* — исследование круга как многоугольника с бесконечным числом сторон.
 1441 г.: ручной печатный станок (*Гутенберг*).
 1452 — 1519 гг.: *Леонардо-да-Винчи*.
 1465 г.: первая типография (в Италии).
 1475 — 1543 гг.: *Николай Коперник*.
 1484 г.: Шюке упорядочивает десятичную систему счисления.
 1494 г.: „Арифметика“ Луки Пачиоло.
 Около 1500 г.: карманные часы (*Генлейн*).
 Около 1500 г.: вращающийся флюгер (*Леонардо-да-Винчи*).
 1501 — 1576 г.: *Кардан*.
 1510 г.: интерференция волн и центробежный насос (*Леонардо-да-Винчи*).
 1518 г.: самопрялка (*Леонардо-да-Винчи*).
 1530 г.: первая карта магнитного склонения (*Санта Круз*).
 1540 — 1603 гг.: *Вильям Гильберт* (в Лондоне), основатель науки о магнетизме.
 1543 г.: „De revolutionibus orbium coelestium“ Н. Коперника.
 1544 г.: введение отрицательных чисел (*Штифель*).

1545 г.: решение уравнений 3-й степени Карданом и 4-й степени Феррари.
 1548 — 1620 гг.: *Симон Стевин* (в Лейдене).
 1561 — 1626 гг.: *Бекон Веруламский*.
 1564 — 1642 гг.: *Галилео-Галилей*.
 1576 — 1630 гг.: *Иоганн Кеплер*.
 1572 — 1644 гг.: *Ван-Гельмонт* — ввел термин газ.
 1572 г.: мнимые числа (*Бомбелли*).
 1583 г.: изохронизм колебаний маятника (*Галилей*).
 1585 г.: учение о десятичных дробях (*Стевин*).
 1587 г.: давление жидкостей; закон сообщающихся сосудов; гидростатический парадокс (*Стевин*).
 1589 г.: камера-обскура с объективом (*Порта*).
 1590 г.: термоскоп Галилея.
 1590 г.: микроскоп (*Ясены*).
 1591 г.: символическая алгебра (*Виета*).
 1592 — 1655 гг.: *Гассенди* (в Париже) — атомист.
 1596 — 1650 гг.: *Рене Декарт* (*Картезий*).
 1600 г.: учение о магнетизме (*Гильберт*).
 1602 — 1686 гг.: *Отто Герики* (в Магдебурге).
 1604 г.: законы падения тел (*Галилей*).
 1608 — 1647 гг.: (*Торичелли*).
 1608 — 1665 гг.: *Ферма*.
 1608 г.: зрительная труба (*Липперсгей*).
 1609 г.: первые два закона Кеплера.
 1611 г.: телескоп Кеплера.
 1614 г.: логарифмы Непера.
 1615 г.: закон преломления света (*Снелиус*).
 1618 г.: третий закон Кеплера.
 1620 — 1684 гг.: *Мариотт*.
 1620 г.: логарифмы Бригга.
 1625 — 1662 гг.: *Блез Паскаль*.
 1626 — 1691 гг.: *Роберт Бойль* (в Оксфорде).
 1629 — 1691 гг.: *Христиан Гюйгенс*.
 1631 г.: Нониус (*Вернье*).
 1632 г.: закон относительности (*Галилей*).
 1635 — 1703 гг.: *Роберт Гук*.
 1636 г.: законы колебания струн (*Мерсен*).
 1637 г.: аналитическая геометрия Декарта.
 1638 г.: закон инерции; обоснование динамики и учения о сопротивлении материалов (*Галилей*).
 1640 г.: скорость звука в воздухе (*Мерсен*).
 1641 г.: флорентийский термоскоп.
 1642 — 1727 гг.: *Исаак Ньютон*.
 1643 г.: давление воздуха; ртутный барометр (*Торичелли* и *Вивiani*).
 1644 — 1710 гг.: *Олаф Ремер*.
 1644 г.: закон истечения жидкостей (*Торичелли*).
 1646 — 1716 гг.: *Готфрид-Вильгельм Лейбниц*.
 1647 — 1712 гг.: *Дени Папен*.
 Средине XVIII в.: зависимость кристаллической формы от внутреннего строения вещества (*Гассенди*).

- 1652 г.: воздушный насос (*Герике*).
- 1653 г.: закон гидростатического давления (*Паскаль*).
- 1654 г.: теория вероятностей (*Ферма* и *Паскаль*).
- 1654 — 1722 гг.: *Вариньон*.
- 1654 — 1705 гг.: *Яков Бернулли*.
- 1656 — 1742 гг.: *Эдмунд Галлей*.
- 1658 г.: часы с маятником (*Гюйгенс*).
- 1660 г. водяной уровень (*Тевено*).
- 1661 г.: манометр (*Гюйгенс*).
- 1661 г.: понятие о химических элементах (*Бойль*).
- 1662 г.: закон давления газов (*Таунли* на основании опытов *Бойля*).
- 1663 г.: весовой ареометр (*Роберваль*).
- 1663 — 1705 гг.: *Амонтон*.
- 1663 г.: первый зеркальный телескоп (*Грегори*).
- 1665 г.: дифракция света (*Гримальди*).
- 1665 г.: точки замерзания и кипения воды как постоянные точки термометра (*Гюйгенс*).
- 1666 г.: начало работ Ньютона о всемирном тяготении и законах движения.
- 1667 — 1748 гг.: *Иоганн Бернулли*.
- 1668 г.: теория удара (*Гюйгенс*, *Валлис* и *Рен*).
- 1669 г.: двойное лучепреломление в кристаллах (*Бартолин*).
- 1671 г.: метод флюксий (*Ньютон*).
- 1672 г.: основание Парижской обсерватории.
- 1671 — 1673 гг.: определение длины секундного маятника в Париже и на экваторе (экспедиция *Рише* в *Кайенну*).
- 1672 г.: свет состоит из лучей различной преломляемости (*Ньютон*).
- 1673 г.: закон качания маятника; центробежная сила (*Гюйгенс*).
- 1675 г.: цвета тонких пластинок; ньютоновы кольца (*Ньютон*).
- 1675 г.: основание Гринвической обсерватории.
- 1675 г.: первое измерение скорости света (*Ремер* по спутникам Юпитера)
- 1676 г.: первое определение барометрической ступени (*Мариотт*).
- 1678 г.: основание теории упругости (*Гук*).
- 1683 г.: теория тяготения (*Ньютон*).
- 1683 — 1757 гг.: *Рене Реомюр*.
- 1686 — 1756 гг.: *Даниель Фаренгейт* (*Данциг*).
- 1686 г.: первая барометрическая формула (*Галлей*).
- 1687 г.: „Математические основания натуральной философии“ (*Ньютон*).
- 1690 г.: свет — упругие колебания эфира (*Гюйгенс*).
- 1690 г.: принцип распространения волн (*Гюйгенс*).
- 1690 г.: паровая машина с поршнем (*Папен*).
- 1692 г.: введение понятия функции (*Лейбниц*).
- 1696 г.: вариационное исчисление (*Иоганн Бернулли*).
- 1698 — 1793 гг.: *Шарль Дюфе*.
- 1699 г.: закон трения (*Амонтон*).
- Начало XVIII в.: усовершенствование термометра (*Реомюр*, *Фаренгейт*).
- 1700 — 1782 гг.: *Даниил Бернулли*.
- 1701 — 1744 гг.: *Андерс Цельсий* (в *Упсале*).
- 1702 г.: теория флогистона (*Шталь*).
- 1703 г.: воздушный термометр (*Амонтон*).
- 1704 г.: „Оптика“ Ньютона.

- 1705 г.: электроскоп с соломинками (*Хоксби*).
- 1706 — 1790 гг.: *Бенджамен Франклин*.
- 1707 — 1783 гг.: *Леонард Эйлер*.
- 1709 г.: электростатическое влияние (*Хоксби*).
- 1711 г.: изобретение вентилятора.
- 1711 — 1753 гг.: *Рихман*.
- 1711 — 1765 гг.: *Ломоносов М. В.*
- 1711 г.: камертон (*Шор*).
- 1714 г. термометрическая шкала Фаренгейта.
- 1715 г.: компенсационный маятник (*Грехам*).
- 1717 — 1783 гг.: *Жан-Лерон Даламбер*.
- 1722 г.: ртутный воздушный насос (*Сведенберг*).
- 1728 — 1777 г.: *Ламебрт*.
- 1728 г.: aberrация света (*Бредли*).
- 1728 г.: трубка для измерения скорости течения (*Пито*).
- 1728 — 1799 гг.: *Блек*.
- 1729 г.: ахроматические линзы (*Холл*).
- 1730 г.: положительное и отрицательное электричество (*Дюфе*).
- 1731 — 1810 гг.: *Кавендиш*.
- 1733 г.: шкала Реомюра: спиртовой термометр с числами 1000 и 1080; позднее 0 и 80° на точках замерзания и кипения воды.
- 1733 г.: электроскоп с золотыми листочками (*Дюфе*).
- 1735 г.: теодолит (*Хоутон*).
- 1736 — 1819 гг.: *Джеймс Уатт*.
- 1736 — 1813 гг.: *Жозеф-Луи Лагранж*.
- 1736 г.: хронометр с компенсационным маятником (*Гаррисон*).
- 1736 — 1806 гг.: *Шарль-Огюстен Кулон*.
- 1736 г.: шкала Цельсия, 100° — точка замерзания, 0° — точка кипения воды.
- 1737 — 1798 гг.: *Луиджи Гальвани*.
- 1738 г.: основное уравнение кинетической теории газов (*Даниил Бернулли*).
- 1738 г.: решение математической задачи о колеблющейся струне (*Даниил Бернулли*).
- 1742 г.: гелиостат (*Гравезанд*).
- 1744 г.: земля — проводник электричества (*Винклер*).
- 1744 г.: закон сохранения вещества (*Ломоносов*).
- 1745 — 1827 гг.: *Алессандро Вольта*.
- 1745 г.: лейденская банка (*Клейст*).
- 1745 г.: принятая теперь стоградусная шкала: 0° — точка замерзания, 100° — точка кипения воды (*Линней*).
- 1743 г.: осмос (*Нолле*).
- 1750 г.: реактивное колесо Сегнера.
- 1751 г.: ружье, заряжающееся с казны (*Шометт*).
- 1753 — 1814 гг.: *Румфорд*.
- 1755 г.: ахроматическая труба (*Доллонд*).
- 1755 г.: основание Московского университета.
- 1756 г.: закон сохранения энергии (*Ломоносов*).
- 1762 г.: измерение количеств теплоты (*Блек*).
- 1766 г.: доказательство иррациональности числа π (*Ламберт*).
- 1766 — 1844 гг.: *Джон Дальтон*.
- 1766 — 1828 гг.: *Волластон*.

- 1768 — 1830 гг.: *Фурье*.
- 1769 г.: паровая машина простого действия (*Уатт*).
- 1770 — 1831 гг.: *Иоганн Зеебек*.
- 1770 г.: постоянство веса при химических реакциях (*Лавуазье*).
- 1772 г.: индикатор (*Уатт*).
- 1773 — 1829 гг.: *Томас Юнг*.
- 1773 г.: влияния изолирующего слоя на емкость конденсатора (*Кавендиш*).
- 1774 — 1862 гг.: *Жан-Батист Био*.
- 1774 — 1836 гг.: *Генри*.
- 1775 — 1836 гг.: *Андре Ампер*.
- 1775 — 1802 гг.: *Малюс*.
- 1775 г.: электрофор (Вольта).
- 1776 — 1856 г.: *Амедео Авогадро*.
- 1776 г.: двучилиндровая паровая машина (*Ползунов* из Барнаула).
- 1777 — 1810 гг.: *Риттер*.
- 1777 — 1851 гг.: *Ганс-Христиан Эрстед*.
- 1777 — 1855 гг.: *Карл-Фридрих Гаусс*.
- 1777 — 1859 гг.: *Каньяр Делатур*.
- 1777 г.: объяснение горения (*Лавуазье*).
- 1778 — 1829 гг.: *Гемфри Деви*.
- 1778 — 1850 гг.: *Луи-Жозеф Гей-Люссак*.
- 1778 г.: диамагнетизм (*Бругманс*).
- 1781 — 1868 гг.: *Брюстер*.
- 1781 — 1840 гг.: *Пуассон*.
- 1781 г.: измерение коэффициентов теплового расширения (*Лавуазье* и *Лаплас*).
- 1781 г.: синтез воды (*Кавендиш*).
- 1782 г.: воздушный шар с нагретым воздухом (*Монгольфье*).
- 1783 г.: воздушный шар с водородом (*Шарль*).
- 1784 г.: крутильные весы (*Митчель*, *Кулон*).
- 1784 г.: идея парового молота (*Уатт*).
- 1784 г.: паровая машина двойного действия (*Уатт*).
- 1784 г.: атвудова машина.
- 1784 г.: паровой автомобиль (*Кюно*).
- 1785 г.: закон взаимодействия электрических зарядов и магнитных полюсов (*Кулон*).
- 1785 г.: законы трения (*Кулон*).
- 1785 г.: паровая лодка (*Фич*).
- 1786 — 1853 гг.: *Араго*.
- 1786 г.: барометр-анероид (*Эмсен*).
- 1786 г.: гальванизм (*Гальвани*).
- 1787 — 1820 гг.: *Иозеф-Фраунгофер*.
- 1787 — 1854 гг.: *Георг-Симон Ом*.
- 1787 г.: колебания звучащих пластинок (*Хладни*).
- 1788 — 1827 гг.: *Огюстен Френель*.
- 1788 — 1867 гг.: *Понселе*.
- 1788 г.: „Аналитическая механика“ Лагранжа.
- 1788 г.: способы точного взвешивания (*Борда*).
- 1790 г.: пружинный динамометр (*Ренье*).
- 1790 г.: первая швейная машина (*Стен*).
- 1790 — 1868 гг.: *Пулье*.

- 1791 — 1841 гг.: *Феликс Савар*.
 1791 — 1867 гг.: *Майкель Фарадей*.
 1793 — 1841 гг.: *Грин*.
 1793 — 1856 гг.: *Н. И. Лобачевский*.
 1795 г.: начертательная геометрия (*Монж*).
 1795 г.: метод наименьших квадратов (*Гаусс*).
 1795 г.: гидравлический пресс (*Брама*).
 1796 г.: литография (*Зенефельдер*).
 1796 — 1832 гг.: *Сади Карно*.
 1796 г.: гидравлический таран (*Монгольфье*).
 1798 — 1895 гг.: *Франц Нейман*.
 1799 г.: гальванический элемент и батарея (*Вольта*).
 1799 — 1864 г.: *Клапейрон*.
 1799 — 1859 гг.: *Пуазейль*.
 1799 — 1843 гг.: *Кориолис*.
 1800 г.: электролиз (*Карлейль, Никольсон, Риттер*).
 1800 г.: инфракрасные лучи (*Гершель*).
 1801 г.: подводная лодка „Наutilus“ (*Фультон*).
 1801 — 1887 гг.: *Фехнер*.
 1801 — 1868 гг.: *Плюкер*.
 1801 г.: ультрафиолетовые лучи (*Риттер*).
 1801 — 1874 г.: *Якоби*.
 1802 г.: интерференция света (*Юнг*).
 1802 г.: темные линии в солнечном спектре (*Воластон*).
 1802 г.: вольтова дуга (*Петров*).
 1802 г.: закон теплового расширения газов (*Гей-Люссак*).
 1802 г.: первое фотографическое изображение (*Веджвуд и Дэви*).
 1802 г.: закон кратных весовых отношений (*Дальтон*).
 1802 — 1850 гг.: *Гесс*.
 1803 г.: диффузия жидкостей (*Бертоле*).
 1803 г.: электролиз солей (*Берцелиус и Гизингер*).
 1803 — 1853 гг.: *Допплер*.
 1804 — 1891 гг.: *Вильгельм Вебер*.
 1804 — 1865 гг.: *Ленц*.
 1804 г.: первый локомотив (*Тревитик*).
 1804 г.: шкала твердости (*Моос*).
 1805 г.: теория капиллярности (*Лаплас*).
 1805 — 1865 г.: *Вильям-Роуен Гамильтон*.
 1805 г.: шкала ветров (*Бофорт*).
 1806 г.: применение электрического тока к разложению химических веществ (*Дэви*).
 1807 г.: теория цветового зрения (*Юнг*).
 1807 г.: пароход с лопаточными колесами (*Фультон*).
 1807 г.: атомистическая теория (*Дальтон*).
 1808 г.: поляризация света (*Малюс*).
 1808 г.: закон постоянства состава химических соединений (*Пруст*).
 1809 г.: камера-люцида (*Воластон*).
 1809 г.: закон кратных объемных отношений (*Гей-Люссак*).
 1809 г.: вольтова дуга (*Дэви*).
 1810 — 1878 гг.: *Реньо*.

- 1810 г.: горный компас (*Брейтгаупт*).
- 1811 — 1863 гг.: *Браве*.
- 1811 — 1877 гг.: *Леверрье*.
- 1811 г.: закон Авогадро.
- 1811 — 1899 гг.: *Бунзен*.
- 1812 г.: теория вероятностей (*Лаплас*).
- 1813 г.: введение комплексных величин (*Гаусс*).
- 1813 — 1885 гг.: *Эндрьюс*.
- 1813 г.: 6 кристаллических систем (*Вейсс*).
- 1813 г.: метроном (*Мельцель*).
- 1814 г.: военный пароход в США (*Фультон*).
- 1814 — 1874 гг.: *Ангстрем*.
- 1814 — 1878 гг.: *Юлиус-Роберт Майер*.
- 1814 г.: применение полированных шлифов для изучения минералов (*Берцелиус*).
- 1815 г.: предохранительная лампа для уголкопов (*Дэви и Стефенсон*).
- 1815 г.: вращение плоскости поляризации (*Био*).
- 1815 г.: гипотеза *Проута*.
- 1815 г.: цинкография (*Эбергарт*).
- 1816 — 1892 гг.: *Вернер Сименс*.
- 1816 г.: опыты с интерференцией света (*Френель*).
- 1817 г.: фраунгоферовы линии (*Фраунгофер*).
- 1817 г.: дифракционная решетка; измерение длины световых волн (*Фраунгофер*).
- 1818 г.: пистонное ружье (*Форсайт*).
- 1818—1889 гг.: *Джемс Джоуль*.
- 1819 — 1896 гг.: *Физо*.
- 1819 — 1868 гг.: *Жан Фуко*.
- 1819 г.: волновая природа света (*Френель*).
- 1819 г.: закон Дюлонга и Пти.
- 1819 г.: измерение отношений удельных теплоемкостей газов (*Клеман и Дезорм*).
- 1819 г.: сирена (*Каньяр-де-Латур*).
- 1819 г.: давление 2000 атм. (*Перкинс*).
- 1820 г.: отклонение магнитной стрелки током (*Эрстед*).
- 1820 г.: гальваномультипликатор (*Швейгер*).
- 1820 г.: правило Ампера.
- 1820 г.: закон Био и Савара.
- 1820 — 1893 гг.: *Тиндаль*.
- 1821—1894 гг.: *Герман Гельмгольц*.
- 1821 — 1894 гг.: *Лошмидт*.
- 1821 г.: термоэлектричество (*Зебек*).
- 1821 г.: тормозный динамометр (*Прони*).
- 1821 г.: взаимодействие токов (*Ампер*).
- 1821 г.: десятичные весы (*Квинтенц и Швильге*).
- 1821 г.: объяснение световых явлений поперечными колебаниями эфира (*Френель*).
- 1822 — 1883 гг.: *Рудольф Клаузиус*.
- 1822 г.: электрическая теория магнетизма (*Ампер*).
- 1822 г.: критическое состояние (*Каньяр-де-Латур*).
- 1822 г.: цветные линии в спектре спиртового пламени, в которое внесена металлическая соль (*Гершель*).

1823 г.: сжижение хлора (*Фарадей*).
 1824 — 1877 гг.: *Роберт Густав Кирхгоф*.
 1824 — 1914 гг.: *Вильгельм Гитторф*.
 1824 г.: обоснование термодинамики (*Карно*).
 1824 — 1907 гг.: *Керр*.
 1825 г.: опыты над волнообразным движением (братья *Вебер*).
 1825 г.: электромагнит (*Стерджен*).
 1825 г.: водяное колесо с кривыми лопастями (*Понселе*).
 1826 г.: „Новые начала геометрии“ Лобачевского.
 1826 — 1866 гг.: *Риман*.
 1826 — 1919 гг.: *Ю. Томсен*.
 1827 г.: водяная турбина Фурнейрона.
 1827 г.: движение микроскопических частиц, взвешенных в жидкости (*Броун*).
 1827 г.: измерение скорости звука в воде (*Колладон* и *Стюрм*).
 1827 г.: закон Ома.
 1827 г.: исчезновение магнетизма при накаливании магнита (*Скоресби*).
 1828 г.: теория потенциала (*Грин*).
 1828 г.: гироскоп (*Поль*).
 1829 г.: винтовой пароход (*Вессель*).
 1829 г.: первый локомотив с дымогарными трубами „Ракета“ (*Стефенсон*).
 1830 г.: пружинный манометр (*Морен*).
 1830 г.: первый электромагнитный двигатель (*Даль-Негро*).
 1831 г.: револьвер (*Кольт*).
 1831 — 1879 гг.: *Джеймс-Клерк Максвелл*.
 1831 г.: исследование теплового излучения (*Меллон*).
 1831 г.: горизонтальный маятник (*Хенглер*).
 1831 г.: индукционные токи (*Фарадей*).
 1831 г.: открытие магнитного полюса Земли в южном полушарии (*Росс*).
 1832 г.: измерение магнитных величин в абсолютной мере (*Гаусс*).
 1832 — 1919 гг.: *В. Крукс*.
 1833 г.: теория земного магнетизма (*Гаусс*).
 1833 г.: коническое преломление света в двусосных кристаллах (*Гамильтон*).
 1833 г.: поляризующая призма (*Николь*).
 1833 г.: законы электролиза (*Фарадей*).
 1833 г.: абсолютная система единиц (*Гаусс*).
 1833 г.: первый тормоз (*Стефенсон*).
 1834 г.: первая попытка бронировать военные паровые суда (*Гексанс*).
 1834 — 1907 гг.: *Д. И. Менделеев*.
 1834 — 1906 гг.: *Ланглей*.
 1834 г.: стробоскопические опыты (*Плато* и *Штампфер*).
 1834 г.: швейная машина с иглой и челноком (*Гент*).
 1834 г.: правило Ленца.
 1834 г.: явление Пельтье.
 1835 г.: явление самоиндукции (*Фарадей*).
 1835 — 1893 гг.: *Стефан*.
 1836 г.: гальванический элемент Даниеля.
 1836 г.: игольчатое ружье (*Дрейзе*).
 1836 г.: алмазное бурение (*Лемо*).
 1836 г.: железнодорожные рельсы современного образца (*Виньоль*).
 1837 — 1923 г.: *Ван-дер-Ваальс*.

- 1837 г.: паровой молот (*Несмит*).
- 1837 г.: гальванопластика (*Якоби*).
- 1837 г.: учение об электрическом и магнитном поле (*Фарадей*).
- 1837 г.: тангенс-гальванометр и синус-гальванометр (*Пулье*).
- 1838 г.: водяная турбина Гауда (*Френсис*).
- 1838 г.: световые явления в сосуде с разреженным газом (*Фарадей*).
- 1838 г.: первая железная дорога в России (Петербург — Царское Село).
- 1838 г.: стереоскопические явления (*Уитстон*).
- 1838 г.: телеграфный аппарат (*Морзе*).
- 1839 — 1903 гг.: *Джозайа-Виллард Гиббс*.
- 1839 г.: газовый элемент (*Гров*).
- 1839 г.: фотографические изображения на бумаге (*Тальбот*).
- 1839 г.: основана Пулковская обсерватория.
- 1840 г.: остроконечные пули (*Дельвинь*).
- 1840 г.: гальванический элемент Бунзена.
- 1840 г.: закон выделения теплоты током (*Джоуль*).
- 1840 г.: микроскоп с иммерсией (*Амичи*).
- 1840 г.: закон постоянства сумм тепла (*Гесс*).
- 1840 г.: электрическая лампочка накаливания (*Гров*).
- 1841 г.: исследование зависимости объема газов от температуры и давления (*Реньо*).
- 1841 г.: реостат (*Погендорф*).
- 1841 г.: аллотропия (*Берцелиус*).
- 1842 г.: маячковая сигнализация (семафор) (*Грегори*).
- 1842 г.: закон сохранения энергии (*Ю. Р. Майер*).
- 1842 г.: вычисление механического эквивалента теплоты (*Майер*).
- 1842 г.: никелирование (*Бетгер*).
- 1842 г.: опытное определение механического эквивалента теплоты (*Джоуль*).
- 1842 г.: закон течения жидкости через капиллярные трубки (*Пуазейль*).
- 1842—1919 гг.: *Джон-Стретт Релей*.
- 1844—1906 гг.: *Людвиг Больцман*.
- 1844 г.: мост Уитстона.
- 1845 г.: твердый аммиак (*Фарадей*).
- 1845—1923 гг.: *Вильгельм-Конрад Рентген*.
- 1845 г.: магнитное вращение плоскости поляризации света (*Фарадей*).
- 1845 г.: установление понятий об атоме и молекуле и теория типов (*Жерар*).
- 1845 г.: дуговая электрическая лампа (*Дюбоск* и *Фуко*).
- 1846 г.: электродинамометр (*Вебер*).
- 1846 г.: нарезное огнестрельное оружие (*Кавалли*).
- 1846 г.: буквопечатающий телеграф (*Сименс*).
- 1847—1921 гг.: *Н. Е. Жуковский*.
- 1847 г.: принцип Доплера.
- 1847 г.: измерение давления водяного пара (*Реньо*).
- 1847 г.: интерференция инфракрасных лучей (*Физо* и *Фуко*).
- 1847 г.: математическое изложение закона сохранения энергии (*Гельмгольц*).
- 1847 г.: исследование отклонения газов от закона Бойля-Мариотта (*Реньо*).
- 1848 г.: барометр-анероид (*Види*).
- 1849 г.: паровой бур (*Коуч*).
- 1850—1891 гг.: *С. В. Ковалевская*.
- 1850—1936 гг.: *Анри Лешателье*.

- 1850 г.: пространственная решетка в кристаллографии (*Браве*).
- 1850 г.: скорость света в воде меньше, чем в воздухе (*Фуко*).
- 1850 г.: второе начало термодинамики (*Клаузиус*).
- 1850 г.: отклонение плоскости качания маятника вследствие вращения Земли (*Фуко*).
- 1851 г.: индукционная катушка (*Румкорф*).
- 1852—1911 гг.: *Вант-Гофф*.
- 1852—1909 гг.: *Анри Беккерель*.
- 1852—1931 гг.: *Майкельсон*.
- 1852—1934 гг.: *О. Д. Хвольсон*.
- 1852 г.: учение Фарадея о магнитных и электрических силовых линиях.
- 1852 г.: управляемый аэростат с паровым двигателем.
- 1852 г.: измерение теплот горения (*Фавр и Зильберман*).
- 1852 г.: гироскоп *Фуко*.
- 1853—1928 гг.: *Гендрик-Антон Лоренц*.
- 1853 г.: движение ионов при электролизе (*Гитторф*).
- 1853 г.: теория колебательного разряда конденсатора (*В. Томсон*).
- 1853 г.: применение закона сохранения энергии к химическим явлениям (*В. Томсон*).
- 1854 г.: перископ (*Морис Деви*).
- 1854 г.: геометрия Римана.
- 1854 г.: термодинамическое определение абсолютной температуры (*В. Томсон*).
- 1854 г.: гейслеровы трубки (*Плюкер*).
- 1854 г.: револьверный токарный станок (*Роббинс и Лауренс*).
- 1854 г.: давление 2790 атм. (*Натерер*).
- 1855 г.: сложение гармонических колебаний (*Лиссажу*).
- 1855 г.: токи *Фуко*.
- 1855 г.: керосиновая лампа (*Силлимен*).
- 1855 г.: велосипед с педалями (*Мишо*).
- 1855 г.: трехцветное фотографирование (*Беккерель*).
- 1855 г.: буквопечатающий телеграф (*Юз*).
- 1856 г.: стальные пушки (*Крупн*).
- 1856 г.: кинетическая теория газов (*Крениг и Клаузиус*).
- 1856 г.: газовая горелка Бунзена.
- 1857—1894 гг.: *Генрих Герц*.
- 1857 г.: закон истечения газов (*Бунзен*).
- 1857 г.: ртутный воздушный насос (*Теплер*).
- 1857 г.: преломление звука (*Гайе*).
- 1857—1871 гг.: сооружение туннеля Мон-Сенис.
- 1857 г.: теория гласных звуков; теория консонанса и диссонанса (*Гельмгольц*).
- 1857 г.: желтая линия натрия (*Сван*).
- 1858 г.: теория вихревого движения (*Гельмгольц*).
- 1858 г.: катодные лучи (*Плюкер*).
- 1858 г.: упругость пара над водой и над льдом; тройная точка (*Кирхгоф*).
- 1859—1927 гг.: *Сванте Аррениус*.
- 1859—1906 гг.: *Пьер Кюри*.
- 1859—1905 гг.: *А. С. Попов*.
- 1859 г.: пропорциональность поглощательной и испускательной способности тел (*Кирхгоф*).
- 1859—1869 гг.: сооружение Суэцкого канала.

- 1859 г.: теория звучащих труб (*Гельмгольц*).
- 1860 г.: закон распределения молекулярных скоростей (*Максвелл*).
- 1860 г.: броненосец.
- 1860 г.: исследование поведения жидкостей и газов под давлением до 3000 атм (*Амага*).
- 1860 г.: призма прямого видения (*Амичи*).
- 1860 г.: спектральный анализ (*Кирхгоф* и *Бунзен*).
- 1860 г.: таблица атомных весов элементов (*Канницаро*).
- 1860 г.: автомобиль с газовым двигателем (*Ленуар*).
- 1861 г.: кристаллоиды и коллоиды (*Грем*).
- 1861 г.: биения тонов (*Гельмгольц*).
- 1861 г.: телефон (*Рейс*).
- 1862 г.: электрические колебания при искровом разряде конденсаторов (*Феддерсен*).
- 1862 г.: типографская машина „американка“.
- 1862 г.: паровая машина *Кориолиса*.
- 1862 г.: четырехтактный газовый двигатель (*Боде-Рош*).
- 1863 г.: ротационная типографская машина¹ (*Буллок*).
- 1863 г.: взаимодействие пульсирующих шаров в жидкости (*Бьеркнес*).
- 1863—1906 гг.: *Друде*.
- 1864 г.: уравнения электромагнитного поля (*Максвелл*).
- 1864 г.: метод полос (*Теплер*).
- 1864 г.: свойства элементов находятся в периодической зависимости от атомных весов (*Ютарь Мейер*).
- 1865 г.: определение числа и размера молекул (*Лошмидт*).
- 1865 г.: гидродинамический ртутный насос (*Шпренгель*).
- 1865 г.: пылевые фигуры (*Кундт*).
- 1865 г.: электрическая машина с влиянием (*Теплер* и *Гольц*).
- 1865—1922 гг. *Рубенс*.
- 1866—1912 гг.: *П. Н. Лебедев*.
- 1866 г.: самодвижущаяся мина Уайтхеда.
- 1866 г.: кинетическое истолкование второго начала термодинамики (*Больцман*).
- 1866 г.: трехцветное фотографирование (*Ньепс*).
- 1867—1934 гг.: *Мария Складовская-Кюри*.
- 1867 г.: резонансная теория слуха (*Гельмгольц*).
- 1867 г.: курс по физиологической оптике Гельмгольца.
- 1867 г.: динамомашинка (*Сименс*).
- 1867 г.: фототипия (*Тессье-де-Матай* и *Альберт*).
- 1869 г.: непрерывность жидкого и газообразного состояния; диаграмма изотерм (*Эндрьюс*).
- 1869 г.: катодные лучи (*Гитторф*).
- 1869 г.: периодическая система элементов (*Менделеев*) и предсказание новых элементов на основе ее.
- 1870 г.: аномальная дисперсия света (*Христиансен* и *Кундт*).
- 1870 г.: электромагнитная машина Грамма.
- 1871—1937 гг.: *Эрнст Резерфорд*.
- 1871 г.: электромагнитная теория света (*Максвелл*).
- 1873 г.: подсчет светового давления (*Максвелл*).
- 1873 г.: пишущая машина (*Ремингтон*).
- 1873 г.: радиометр (*Крукс*).

- 1873 г.: уравнение состояния (*Ван-дер-Ваальс*).
- 1873 г.: динамомашинa (*Гейфнер-Альтенек*).
- 1874 г.: введение во всеобщее употребление шкалы ветров Бофорта.
- 1874 г.: телеграф Бодо.
- 1875 г.: двойное преломление в электрическом поле (*Керр*).
- 1875 г.: автоматический воздушный тормоз (*Вестингауз*).
- 1876 г.: фонограф (*Эдисон*).
- 1876 г.: телефон (*Белл*).
- 1876 г.: правило фаз (*Гиббс*).
- 1876 г.: дуговая лампа („свеча“) Яблочкова.
- 1877 г.: подводная лодка Голланды.
- 1877 г.: связь энтропии с вероятностью состояний (*Больцман*).
- 1877 г.: полупроницаемые перегородки (*Пфееффер*).
- 1877—1873 гг.: сжижение постоянных газов (*Пикте и Кальете*).
- 1878 г.: угольная лампа накаливания (*Сван*).
- 1878 г.: микрофон (*Юз*).
- 1878 г.: элемент Лекланше.
- 1878 г.: магазинное ружье (*Манлихер*).
- 1878 г.: свинцовые предохранители от короткого замыкания (*Эдисон*).
- 1879 г.: теория строения кристаллов (*Зонке*).
- 1879 г.: экспериментально открыт закон излучения (*Стефан*).
- 1879 г.: сепаратор для молока (*Лаваль*).
- 1879 г.: первый трамвай (*Сименс*).
- 1880 г.: колесо Пельтона.
- 1880 г.: теория структуры кристаллов (*Федоров*).
- 1880 г.: электрический трансформатор (*Голар*).
- 1881 г.: электрическая сварка по методу сопротивлений (*Томсон*).
- 1881 г.: болометр (*Ланглей*).
- 1881 г.: опыты, относящиеся к вопросу об увлечении эфира Землей (*Майкельсон*).
- 1881 г.: термин электрон (*Стони*).
- 1881 г.: международный конгресс электриков в Париже принял систему CGS для измерения физических величин.
- 1882—1913 гг.: сооружение Панамского канала.
- 1882 г.: доказательство трансцендентности числа π (*Линдеман*).
- 1882 г.: интерферометр (*Майкельсон*).
- 1883 г.: основы общей теории множеств Г. Кантора.
- 1883 г.: динамомашинa (*Эдисон*).
- 1883 г.: паровая турбина Парсонса.
- 1883 г.: стационарное и турбулентное течение жидкостей (*Рейнольдс*).
- 1883 г.: свисток для самых высоких тонов (*Гальтон*).
- 1883 г.: электронная теория (*Лоренц*).
- 1884 г.: теория электролитической диссоциации (*Аррениус*).
- 1885 г.: газокальное освещение (*Ауэр Вельсбах*).
- 1885 г.: формула для спектра водорода (*Бальмер*).
- 1885 г.: паровая турбина Лавалья.
- 1885 г.: автомобиль с двигателем внутреннего сгорания (*Даймлер*).
- 1885 г.: двухколесный велосипед (*Стерлей и Сеттон*).
- 1886 г.: каналовые лучи (*Гольдштейн*).
- 1886 г.: наборная машинa „линотип“ (*Моргенталер*).

- 1887 г.: шкала водородного термометра принята как нормальная между-народным комитетом мер и весов.
- 1887 г.: двигатель многофазного тока (*Тесла*).
- 1887 г.: граммофон (*Берлинер*).
- 1888 г.: опыты Герца над электрическими волнами.
- 1888 г.: исследования фото-электрического эффекта (*Гальвакс, Столетов*).
- 1890 г.: фотографирование стоячих световых волн (*Винер*).
- 1891 г.: магазинная винтовка.
- 1893 г.: двигатель Дизеля.
- 1893 г.: переменные токи высокого напряжения и высокой частоты (*Тесла*).
- 1894 г.: примитивный кинематограф (*Дженкинс, Люмьер*).
- 1894 г.: пишущая машина с открытым письмом „Ундервуд“ (*Вагнер*).
- 1894 г.: мотоциклет (*Гильдебранд, Вольфмюлер*).
- 1895 г.: рентгеновы лучи (*Рентген*).
- 1895 г.: жесткий дирижабль (*Цепелин*).
- 1895 г.: машина для сжижения воздуха (*Линде*).
- 1895 г.: планер Лилиенталя.
- 1895 г.: сжижение водорода (*Дьюар*).
- 1895 г.: беспроводный телеграф (*Попов*).
- 1896 г.: ртутная лампа (*Аронс*).
- 1896 г.: явление Земана.
- 1896 г.: радиоактивность (*Беккерель*).
- 1896 г.: получение радия (*М. и П. Кюри*).
- 1896 г.: гелий на Земле (*Рамсей*).
- 1896 г.: беспроводный телеграф (*Маркони*).
- 1898 г.: открытие стратосферы (*Тейссеран-де-Бор*).
- 1899 г.: основания геометрии (*Д. Гильберт*).
- 1899 г.: определение заряда электрона (*Кауфман и Вихерт*).
- 1900 г.: давление света на твердые тела (*Лебедев*).
- 1900 г.: световые кванты (*М. Планк*).
- 1900 г.: определение числа Авогадро на основе теории излучения (*Планк*).
- 1900 г.: автоматический буквопечатающий телеграф (*Меррей*).
- 1901 г.: аккумулятор Эдисона.
- 1902 г.: теория атомного распада радиоактивных веществ (*Резерфорд и Содди*).
- 1903 г.: ультрамикроскоп (*Зиденлоф и Жигмонди*).
- 1903 г.: судовой гироскоп (*Шлик*).
- 1903 г.: аэроплан братьев Райт.
- 1903 г.: спинтарископ (*Крукс*).
- 1903 г.: гелий как продукт распада радиоактивных веществ (*Резерфорд и Содди*).
- 1905 г.: теория относительности Эйнштейна.
- 1905 г.: закон фотоэлектрического эффекта (*Эйнштейн*).
- 1905 г.: электронная (катодная) лампа (*Флеминг*).
- 1906 г.: тепловой закон Нернста.
- 1906 г.: реверберация — остаточное звучание в помещениях (*Себин*).
- 1906 г.: телефотография (*Корн*).
- 1907 г.: квантовая теория теплоемкости (*Эйнштейн*).
- 1907 г.: характеристические рентгеновы лучи (*Баркла и Садлер*).
- 1907 г.: аэроплан Блэрно.

- 1907 г.: аэроплан Фармана.
- 1907 г.: радиоактивность калия (*Кембел*).
- 1908 г.: сжижение гелия (*Камерлинг-Оннес*).
- 1908 г.: капсюльный воздушный насос (*Геде*).
- 1908 г.: определение числа Авогадро методом сцинтилляции (*Резерфорд и Гейгер*).
- 1909 г.: первый полет аэроплана в России.
- 1910 г.: световое давление на газы (*Лебедев*).
- 1910 г.: точное определение числа Авогадро (*Милликен*).
- 1911 г.: открытие атомного ядра Резерфордом.
- 1911 г.: сверхпроводимость (*Камерлинг-Оннес*).
- 1911 г.: измерения длин волн инфракрасных лучей до 342 микронов (*Рубенс*).
- 1912 г.: квантовая теория теплоемкости (*Дебай*).
- 1912 г.: применение рентгеновских лучей к изучению строения кристаллов (*Лауе, Фридрих, Книппинг*).
- 1912 г.: молекулярный насос (*Геде*).
- 1912 г.: космические лучи (*Гесс*).
- 1913 г.: исследование строения кристаллов (*Брег*).
- 1913 г.: изучение столкновения электрона с атомом (*Франк и Герц*).
- 1913 г.: самолет гигант „Илья Муромец“.
- 1913 г.: связь между рентгеновским спектром и атомным числом (*Мозли*).
- 1913 г.: неоновая лампа (*Клод*).
- 1913 г.: лучеиспускание атомов в связи с их строением (*Бор*).
- 1914 г.: закон электронной эмиссии (*Ричардсон*).
- 1915 г.: диффузионный насос (*Геде*).
- 1916 г.: определение числа Авогадро из фотоэлектрического эффекта (*Милликен*).
- 1916 г.: движение электронов в атоме по эллипсам (*Зоммерфельд*).
- 1918 г.: основание ЦАГИ (Центрального Аэрогидродинамического института в Москве) и Физико-Технического института в Ленинграде.
- 1919 г.: закон радиоактивного смещения (*Зоммерфельд и Коссель*).
- 1919 г.: выделение протона из ядра азота бомбардировкой α -частицами (*Резерфорд*).
- 1919 г.: основание Государственного оптического института, Рентгенологического института, Химического института им. Карпова, Института чистых химических реактивов.
- 1920 г.: изотопы (*Астон*).
- 1921 г.: рассеяние света в воде (*Шулейкин*).
- 1922 г.: звуковое кино (*Фогг, Энгль, Массаль*).
- 1922 г.: получение и исследование ультракоротких электромагнитных радиоволн от 50 до 0,082 мм (*Глаголева-Аркадьева*).
- 1923 г.: теория разрезного крыла (*Чаплыгин*).
- 1923 г.: эффект Комптона (столкновение светового кванта с электроном).
- 1923 г.: первый советский пассажирский самолет АК-1.
- 1923—1935 гг.: геодезическое измерение дуги 105° от западной границы СССР до Хабаровска.
- 1924 г.: волновая механика (*Де-Бройли*).
- 1924 г.: точка плавления (3787°C) и парообразования (4072°C) углерода (*Гагенбах и Лютти*).
- 1924 г.: первый советский трактор (Харьковский паровозный завод).

- 1924 г.: первый советский цельнометаллический самолет.
- 1924 г.: митогенетические лучи, стимулирующие деление клеток в организме (*Гурвич А. Г.*).
- 1925 г.: электрон вращается и имеет магнитный момент — спин (*Гаудсмит и Юленбек*).
- 1925 г.: измерение длин ультракоротких электромагнитных волн в области от 420 μ до 0,4 μ (*Никольс и Тир*).
- 1925 г.: производство жидкого гелия в Берлине.
- 1926 г.: обращение гелия в твердое состояние (*Кесом*).
- 1927 г.: дифракция электронов при отражении от металлов (*Девиссон и Джермер*).
- 1927 г.: принцип неопределенности (*Гейзенберг*).
- 1928 г.: эффект Рамана.
- 1928 г.: дифракция электронов при прохождении через тонкие слои кристаллов (*Рупп и Г. Томсон*).
- 1929 г.: Скобельцын экспериментально установил существование космических корпускул.
- 1929 г.: международная конференция установила, что 1 квт-час эквивалентен 860 международным килокалориям.
- 1930 г.: электронограммы металлов (*Г. Томсон*).
- 1932 г.: открыт нейтрон (*Чадвик*).
- 1932 г.: синхронный ускоритель ионов — циклотрон с магнитным полем для закручивания движения (*Лауренс и Ливингстон*).
- 1932 г.: выделен из воды изотоп водорода с атомным весом 2 — дейтрон (*Уотберн и Юрей*).
- 1932 г.: получение трансформатором Тесла напряжения до 7 000 000 в (*Тюве, Гафстад и Даль*).
- 1932 г.: ледокол „Сибирияков“ прошел в одну навигацию из Архангельска до Берингова пролива (*О. Шмидт*).
- 1932 г.: катодная лампа мощностью 500 квт (*Виккерс*).
- 1932 г.: электронный микроскоп (*Брюхе и Йогансон*).
- 1932 г.: опыты Андерсона приводят к выводу о существовании позитронов.
- 1932 г.: разложения ядра лития на 2 атома гелия бомбардировкой протонами при 600 000 в (*Кокрофт и Уолтон*).
- 1932—1933 гг.: тяжелая вода (*Уошберн и Гарольд Льюис*).
- 1932 г.: пущен Днспрогэс.
- 1933 г.: экспериментальное подтверждение существования позитрона (*Блекет и Окиалини*).
- 1933 г.: электростатический генератор на 10 000 000 в (*Ван-Грааф*).
- 1933 г.: температура 0,14°K. (*Де-Гааз* в Лейдене).
- 1933 г.: открыт Беломорско-Балтийский канал им. Сталина (227 км за 20 мес.).
- 1933 г.: легкие элементы при бомбардировке их α -частицами испускают позитроны (*Жолио и Кюри*).
- 1933 г.: рентгеновская трубка напряжением 800 000 в с радиацией, эквивалентной 1,5 кг радия (США).
- 1933 г.: Горьковский автозавод им. Молотова.
- 1934 г.: получение тяжелой воды в количестве 0,06 г с удельным весом 1,096 (*Льюис, Макдональд и Шутц*).
- 1934 г.: третий изотоп водорода с массой 3 (*Резерфорд, Олифант и Гартек*).

- 1934 г.: искусственная радиоактивность при бомбардировке нерадиоактивных элементов нейтронами (*Жолио и Кюри, Ферми*).
- 1934 г.: гипотеза о существовании мельчайшей незаряженной частицы нейтрино (*Ферми*).
- 1934 г.: расщепление ядра тяжелого изотопа водорода действием γ -лучей на протон и нейтрон; масса нейтрона $1,0080 \pm 0,0005$ (*Чадвик и Гольдхабер*).
- 1934 г.: подъем на 22 000 м стратостата „Осоавиахим“ (*Власенко, Федосенко и Усыскин*).
- 1934 г.: получен протактиний в чистом виде (*Грассе*).
- 1934 г.: незатухающие электромагнитные волны 1,1 см (*Клитон и Вильямс, США*).
- 1934 г.: прибор для измерения давления с точностью 10^{-7} мм Нг.
- 1934 г.: бюретка, дозирующая с точностью до 0,0000002 г (*Дузинг*).
- 1934 г.: поход парохода „Челюскин“ в 1933 г. от Архангельска до Берингова пролива и гибель „Челюскина“; спасение челюскинцев героями Советского Союза летчиками Ляпидевским, Леваневским, Молоковым, Каманиным, Водопьяновым, Слепневым.
- 1934 г.: центрифуга до $145\,000 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}}$ с центробежной силой в 900 000 раз большей силы тяжести (*Сведберг*).
- 1934 г.: определение примесей к исследуемым минералам с точностью до 10^{-11} исследуемого количества вещества (*Нодак*).
- 1934 г.: в Лейдене получена температура 0,03°К (*Де-Гааз и Кесом*).
- 1934 г.: цветная кинематография (*Дюфей*).
- 1934 г.: полет на дальность по замкнутой кривой — 12 411 км за 75 час с 12 по 15 сентября (Герой Советского Союза *М. М. Громов* на самолете Р — Д).
- 1934 г.: электрический измеритель длины до 1 \AA (*Улитовский, Ленинградский государственный университет*).
- 1934 г.: самолет „Максим Горький“, мощность моторов 7 000 л. с., скорость 260 км в 1 час, дальность 1000 км.
- 1934 г.: крупнейшая в мире новая радиостанция им. „Коминтерна“ мощностью 500 квт.
- 1935 г.: гамма-лучи энергией 16 млн. вольт-электронов в трубке напряжением до 1 млн. в (*Лауритсен, США*).
- 1935 г.: электростатический генератор на 7 млн. в (Украинский физико-технический институт).
- 1935 г.: полет стратостата СССР 1-бис на высоту 16 000 м (*Зилле, Прилуцкий, Вериго*).
- 1935 г.: инфразвуковые волны при воздействии морских волн на воздух („голос моря“) (*В. В. Шулейкин*).
- 1935 г.: подъем самолета с открытой кабиной на высоту 14 575 м (Герой Советского Союза *Коккинаки*).
- 1936 г.: получение искусственным путем радия Е (*Ливингуд, США*).
- 1936 г.: высотные полеты с нагрузкой
- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| <i>Коккинаки, (СССР):</i> | <i>Юмашев (СССР):</i> |
| 500 кг — 13 110 м | 5 000 кг — 8 102 м |
| 1 000 кг — 12 101 м | 10 000 кг — 6 605 м |
| 2 000 кг — 11 295 м | |

- 1936 г.: беспосадочный перелет по Сталинскому маршруту — Москва — Баренцево море — Земля Франца-Иосифа — мыс Челюскин — Петропавловск-на-Камчатке — берег Охотского моря — 9 374 км за 56 час. 20 мин. (Герои Советского Союза *В. П. Чкалов, Г. Ф. Байдук, А. В. Беляков*).
- 1936 г.: флуоресценция неба (*Черняев и Вукс* на Эльбрусе).
- 1936 г.: „электрический глаз“ — иконоской (*Зворыкин, США*).
- 1937 г.: 21 мая: полет Героя Советского Союза Водопьянова на Северный полюс.
- 1937 г.: с 21 мая по 9 февраля 1938 г. дрейф станции „Северный полюс“ (Герои Советского Союза *И. Д. Папанин, Э. Т. Кренкель, П. П. Ширшов, Е. К. Федоров*).
- 1937 г.: 18 июня перелет по Сталинскому маршруту: Москва — Северный полюс — Северная Америка (Портленд), около 12000 км за 63 часа 25 мин. (Герои Советского Союза *В. П. Чкалов, Г. Ф. Байдук, А. В. Беляков*).
- 1937 г.: 12 июля беспосадочный перелет Москва — Сан-Джасинто около 11 500 км (по прямой свыше 10200 км) за 62 часа 17 мин. (Герои Советского Союза *Громов, Юмашев, Данилин*).
- 1937 г.: вызвана γ -лучами искусственная радиоактивность меди, брома, фосфора, сурьмы и серебра (*Боте и Гентнер*).
- 1937 г.: разделение изотопов лития (*Льюис и Макдональд*).
- 1937 г.: обнаружены мезотроны (тяжелые электроны) — частицы с массой в 200 раз больше массы обычных электронов (*Андерсон и Нидермайер*).
- 1938 г.: импульсный генератор с напряжением 3,2 млн. вольт (*Ланге в Харькове*).
- 1937 г.: искусственное разделение тяжелых ядер атомов (*Ган, Мейтнер, Штрассман*).
- 1939 г.: деление ядер урана и тория под действием нейтронов, сопровождающееся выделением 20000 квт на грамм урана и испусканием 2—3 нейтронов (*Ган и Штрассман, Жолио*).
-

ПРИЛОЖЕНИЕ

ГРЕЧЕСКАЯ АЗБУКА.

Αα	альфа	(а)	Νν	ню	(н)
Ββ	бета	(б)	Ξξ	кси	(кс)
Γγ	гамма	(г)	Οο	омикрон	(о)
Δδ	дельта	(д)	Ππ	пи	(п)
Εε	энсилон	(э)	Ρρ	ро	(р)
Ζζ	дзета	(дз)	Σσς	сигма	(с)
Ηη	эта	(э)	Ττ	тау	(т)
Θθ	тета	(ћ)	Υυ	ипсилон	(и)
Ιι	иота	(и)	Φφ	фи	(ф)
Κκ	каппа	(к)	Χχ	хи	(х)
Λλ	ламбда	(л)	Ψψ	пси	(пс)
Μμ	мю	(м)	Ωω	омéга	(о)

АЗБУКА МОРЗЕ.

Русская азбука	Телеграфный знак	Междуна- родная азбука	Русский алфавит	Телеграфный знак	Междуна- родная азбука
А	· —	А	Р	· · · ·	R
Б	— · · ·	В	С	· · ·	S
В	· — —	W	Т	—	T
Г	— · —	Г	У	· · —	U
Д	— · ·	В	Ф	· · · ·	F
Е, Э	·	Е	Х	· · · ·	H
Ж	· · · —	У	Ц	— · — ·	C
З	— · · · ·	З	Ч	— — — ·	De, d
И	· ·	І	Ш	— — — —	Sh
Й	· — — —	Ј	Щ	— — — —	Q
К	— · —	К	Ъ Ъ	— · — —	X
Л	· · · —	Л	Ы Ы	— — — —	Y
М	— —	М	Ю	· · — —	Ue, ü
Н	— ·	Н	Я	· · · —	Ae, ä
О	— — —	О	·	· · · ·	·
П	— · — ·	Р	·	· · · · ·	·
1	— — — —	6	· · · · ·		
2	· · — —	7	— · — —		
3	· · · —	8	— — — —		
4	· · · · —	9	— — — —		
5	· · · · ·	0	— — — —		

СОДЕРЖАНИЕ.

I. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ.

1. Четырехзначные маятиссы логарифмов чисел	8
2. Квадраты n^2 и кубы n^3 натуральных чисел n ; квадратные корни \sqrt{n} и кубические корни $\sqrt[3]{n}$ из них; обратные величины $\frac{1}{n}$; натуральные логарифмы $\ln n$; значения $\frac{\pi n^2}{4}$ и $\frac{\pi n}{180}$	6
3. Квадратные и кубические корни из некоторых дробей	9
4. Правило проверки умножения и деления	—
5. Некоторые алгебраические формулы	10
6. Бином Ньютона и фигурные числа	12
7. Факториалы	13
8. Некоторые ряды чисел	—
9. Некоторые геометрические соотношения	14
10. Тригонометрические функции некоторых углов	—
11. Таблица значений тригонометрических функций с точностью до 0,001	15
12. Радиан	16
13. Стерadian	—
14. Некоторые тригонометрические формулы	—
15. Формулы для приближенных вычислений с малыми числами	18
16. Некоторые часто встречающиеся числа и их десятичные логарифмы	19

II. ДАННЫЕ ИЗ АСТРОНОМИИ И ГЕОФИЗИКИ.

17. Земля	20
18. Солнце	—
19. Луна	21
20. Солнечная система	—
21. Ускорение земной тяжести g , длина секундного маятника l и относительная величина центробежной силы F под различными широтами φ на уровне моря	22
22. Ускорение силы тяжести для некоторых пунктов СССР	22
23. Содержание элементов, входящих в состав литосферы (земной коры)	23
24. Оболочки литосферы (твердой оболочки земного шара)	24
25. Относительная распространенность главнейших минералов в литосфере (в %)	—
26. Наиболее вероятное распределение температуры в толще Земли (по Гутенбергу)	—
27. Вероятные значения давления в толще Земли (по Вильямсону и Адамсу)	—
28. Запасы воды на земном шаре	—
29. Распределение глубин океанов	25
30. Распределение запасов воды на земном шаре	—
31. Распределение температуры в глубине океана (для открытого Атлантического океана под экватором)	—
32. Главнейшие морфологические величины трех океанов	—
33. Главные составные части морской воды	26
34. Баланс круговорота воды на Земле и запасы гидравлической энергии	27

35. Мировые запасы и потребление топлива	27
36. Состав воздуха	28
37. Температура воздуха на различных высотах	—
38. Шкала ветра по Бофорту	—
39. Барометрическая постоянная для воздуха и отдельных газов, входящих в состав атмосферы	29
40. Видимость при подъеме в атмосферу	—
41. Атмосферное электрическое поле	—

III. МЕРЫ.

42. Система CGS, или система сантиметра-грамма-секунды	30
43. Система MTS, или система метра-тонны-секунды	31
44. Техническая система единиц	32
45. Практические электрические единицы	—
46. Свеговые единицы	34
47. Метрические приставки	—
48. Меры длины, или линейные	35
49. Меры площади	36
50. Меры объема (вместимости)	—
51. Меры времени	37
52. Меры скорости	38
53. Превращение $1 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ в $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$	—
54. Меры угловой скорости	39
55. Меры частоты	—
56. Меры массы	—
57. Меры силы	40
58. Меры давления (напряжения)	41
59. Меры работы и энергии	42
60. Меры мощности	43
61. Перевод лошадиных сил (HP) в киловатты	—
62. Перевод киловаттов (kW) в лошадиные силы	44
63. Меры количества теплоты	—
64. Эквивалентность теплоты и работы	—
65. Термометрические шкалы	45
66. Меры электрического заряда	—
67. Меры силы тока	—
68. Меры напряжения, или разности потенциалов	46
69. Меры электрического сопротивления	—
70. Меры индуктивности (коэффициент самоиндукции)	—
71. Меры электростатической емкости	47
72. Меры светового источника (или меры силы света)	—
73. Меры светового потока	—
74. Меры поверхностей плотности светового потока: освещенности и светимости	48
75. Меры световой энергии	—
76. Меры поверхностной плотности световой энергии, испускаемой или получаемой	—
77. Меры яркости	49
78. Мера силы оптических систем	—
79. Британские, североамериканские и прежние русские меры в сравнении с метрическими	
1. Меры длины	—
2. Меры площади	—
3. Меры объема	50
4. Меры массы (веса)	—
5. Меры скорости	—
6. Меры плотности (удельного веса)	51
7. Меры давления (напряжения)	—
8. Меры энергии	—
9. Меры мощности	—

IV. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ И УДЕЛЬНАЯ ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ.

80. Универсальные постоянные	52
81. Удельная газовая постоянная	53

V. МЕХАНИКА.

(Упругость. Прочность. Трение.)

82. Упругость и сопротивление различных материалов	54
83. Некоторые физические и механические свойства цветных металлов и сплавов	55
84. Наибольшие допускаемые напряжения (в $\frac{k\Gamma}{cm^2}$) в различных металлах при спокойной нагрузке	56
85. Наибольшие допускаемые напряжения (в $\frac{k\Gamma}{cm^2}$) в проволоках, подвергающихся растяжению	—
86. Допускаемые давления (в $\frac{k\Gamma}{cm^2}$)	—
87. Сопротивление раздавливанию кирпича и камня (в $\frac{k\Gamma}{cm^2}$)	57
88. Нормы прочного сопротивления дерева в $\frac{k\Gamma}{cm^2}$	—
89. Твердость различных веществ	—
90. Твердость металлов по различным шкалам	58
91. Коэффициенты трения (коэффициенты тяги) для повозок, движущихся по различным дорогам	—
92. Коэффициенты трения деревянных полозьев по гладкому каменному или деревянному пути	—
93. Коэффициенты трения по снегу и льду	—
94. Коэффициенты трения при небольших давлениях (около 1 $\frac{k\Gamma}{cm^2}$)	59

VI. ТЕРМОДИНАМИКА.

95. Плотность газов и паров	60
96. Плотность жидкостей (под атмосферным давлением)	61
97. Плотность воды при разных температурах	62
98. Плотность ртути при разных температурах	—
99. Плотность твердых веществ	63
100. Веса сыпучих тел	64
101. Коэффициенты расширения жидкостей	65
102. Расширение воды	—
103. Коэффициенты расширения льда и воды	—
104. Коэффициенты расширения твердых веществ (большую часть между температурами 0 и 100°)	68
105. Сравнение температурных шкал	—
106. Некоторые замечательные температуры	67
107. Предельные температуры, измеряемые различными приборами	68
108. Теплоемкость газов и паров	—
109. Теплоемкость c_p различных газов при постоянном давлении	69
110. Теплоемкости твердых и жидких веществ	—
111. Истинная атомная теплоемкость металлов при низких и высоких температурах	70
112. Температуры плавления и отвердевания различных веществ	71
113. Средние температуры плавления огнеупорных кирпичей	—
114. Температуры каления железа	—
115. Температуры кипения различных веществ	72
116. Зависимость температуры кипения воды от давления	—
117. Температуры кипения воды при различных барометрических давлениях	73
118. Давление и плотность насыщенного водяного пара при разных температурах	—
119. Давление водяного пара над льдом	74
120. Психрометрическая таблица относительной влажности воздуха	—
121. Температуры кипения водных растворов поваренной соли и нашатыря	75
122. Температуры замерзания водных растворов	—
123. Охлаждающие смеси	76
124. Давление насыщенного пара различных жидкостей при разных температурах	—
125. Давление пара углекислоты	—

126. Критические температуры и критические давления различных веществ	77
127. Теплота образования некоторых веществ при постоянном давлении	78
128. Теплоты плавления различных веществ	79
129. Скрытые теплоты испарения воды	—
130. Скрытые теплоты испарения различных веществ	80
131. Теплоты горения	—
132. Теплотворная способность и температура горения некоторых газов и газовых смесей	81
133. Теплотворная способность различных видов топлива	—
134. Отдача тепла различными источниками освещения	82
135. Сколько калорий дает пища	—
136. Количество тепла, которое необходимо вводить вместе с пищей за сутки для поддержания нормального здорового состояния человека при различной деятельности его	—
137. Тепловой баланс человеческого организма	83
138. Коэффициенты теплопроводности	—
139. Поглощательная (и лучеиспускательная) способность тел	84

VII. АКУСТИКА.

140. Скорость звука в сухом воздухе при разных температурах	85
141. Скорость звука в твердых и жидких веществах при обыкновенной температуре	—
142. Скорость звука в газах и парах при 0°	—
143. Диатоническая мажорная гамма	86
144. Темперированный строй	—
145. Абсолютные секундные числа колебаний музыкальных тонов	87
146. Коэффициент поглощения звука для некоторых материалов при частоте 512 гц	—
147. Уровни громкостей различных звуков	88
148. Величина звукового давления музыкальных инструментов на расстоянии 5 м	—

VIII. ОПТИКА.

149. Различные способы освещения	89
150. Стандартные характеристики для нормальных электрических ламп с вольфрамовой нитью	90
151. Некоторые линии поглощения солнечного спектра	91
152. Наиболее сильные линии испускания некоторых химических элементов	—
153. Спектральные линии водорода	92
154. Коэффициенты преломления некоторых веществ	93
155. Коэффициенты преломления для лучей различной длины волны	94
156. Предельный угол полного внутреннего отражения для различных веществ на границе с воздухом	—

IX. УЧЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЯ.

157. Гальванические элементы	95
158. Исторические даты развития техники гальванических элементов	—
159. Электрохимические эквиваленты	96
160. Электрическое сопротивление металлов и угля	97
161. Сопротивление и вес медной и нейзильберовой проволоки разных диаметров	98
162. Сопротивление и вес голых проводов	99
163. Сопротивление и вес реостатных материалов (проволоки)	100
164. Наивысшая допускаемая нагрузка током изолированных проводов (для расчетов на нагревание)	101
165. Плавящие токи для разного рода проволок	—
166. Электрическое сопротивление изоляторов (при температуре 22°)	102
167. Электрическое сопротивление водных растворов при 18° Ц	—
168. Некоторые электрические свойства твердых технических изоляционных материалов	103
169. Электрические и световые данные для различных ламп	104
170. Диэлектрические постоянные некоторых элементов и химических соединений	—
171. Диэлектрическая постоянная различных материалов	106
172. Разряжающее напряжение статически наэлектризованных проводников	107
173. Пробивное напряжение для различных газов	—

174. Зависимость электродвижущей силы свинцового аккумулятора от концентрации серной кислоты	107
175. Удельное и атомное сопротивление металлов	108
176. Удельная электропроводность металлов при 18° Ц	109
177. Удельная электропроводность воды различной степени чистоты при 18° Ц	—
178. Удельная электропроводность льда при различных температурах	—
179. Удельная электропроводность растворов электролитов	110
180. Удельная электропроводность некоторых неметаллических веществ	—
181. Удельная электропроводность некоторых технических жидкостей при обычной температуре	—
182. Эталоны электродвижущей силы	111
183. Нормальные потенциалы (ряд напряжений)	112
184. Подвижность ионов и их температурные коэффициенты	113
185. Абсолютные термо-электродвижущие силы чистых металлов	—
186. Термо-электродвижущие силы наиболее употребительных пар металлов и сплавов	114
187. Удельная магнитная восприимчивость металлов	115
188. Магнитные константы некоторых ферромагнитных материалов	116
189. Электромагнитные волны	117

Х. МОЛЕКУЛЯРНАЯ И АТОМНАЯ ФИЗИКА.

190. Скорость, пробег и диаметр газовых молекул	119
191. Распределение скоростей между молекулами кислорода при 0° Ц по закону Максвелла	120
192. Внутреннее давление некоторых веществ	—
193. Поглощение газов водой	—
194. Адсорбция газов углем	121
195. Коэффициенты диффузии различных газов и паров	—
196. Коэффициенты диффузии электролитов в воду	122
197. Осмотическое давление растворов электролитов при 15° Ц	—
198. Осмотическое давление коллоидов	—
199. Зависимость осмотического давления водных растворов тростникового сахара от концентрации при 20° Ц	—
200. Коэффициенты сжимаемости жидкостей	123
201. Коэффициенты вязкости некоторых газов в микропузах	—
202. Коэффициенты вязкости некоторых жидкостей и расплавленных металлов	124
203. Поверхностное натяжение различных веществ в жидком состоянии	125
204. Температурная зависимость поверхностного натяжения некоторых жидкостей	126
205. Капиллярная константа некоторых жидкостей	—
206. Дипольные моменты некоторых веществ	127
207. Ионизационные потенциалы нормальных атомов	—
208. Ионизационные потенциалы различных молекул	128
209. Распределение электронов в нейтральных атомах по Бору (в модификации Смита и Паули)	129
210. Радиусы атомов некоторых элементов (по Гольдшмидту)	131
211. Эмпирические радиусы ионов по Гольдшмидту и теоретические радиусы по Паундingu	132
212. Структура и константы простейших молекул	134
213. Константы кристаллических решеток некоторых элементов	137
214. Положение радиоактивных изотопов в периодической системе элементов	138
215. Пробег, скорость и кинетическая энергия α -частиц различных радиоактивных веществ в воздухе	139
216. Таблица превращений урана	140
217. Таблица превращений тория	—
218. Таблица превращений актиния	141

ХІ. ИЗ ТЕХНИКИ.

219. Баллистические данные некоторых патронов	142
220. Калибр, вес снаряда, начальная скорость и наибольшая дальность стрельбы для некоторых орудий тяжелой артиллерии	—
221. Состав и механические качества палубной брони	143
222. Сравнение мощности 350-килограммовых молотов разных типов	144

223. Сила тяги, вес, длина, скорость и давление пара в котлах для паровозов различных серий	146
224. Основные данные современных двигателей внутреннего сгорания (автотракторных) . . .	—
225. Мощность на валу мотора, грузоподъемность, сила тяги и скорость тракторов и грузовых автомобилей	146
226. Некоторые характеристики авиационных моторов для легкого топлива	147
227. Мощность двигателей, максимальная скорость, потолок и дальность полета современных самолетов (средние данные)	148
228. Мощность, полетный вес, полезная нагрузка, скорость, потолок и длина разбега автожиров разных марок	—
229. Характеристика некоторых дирижаблей мягкой системы	149
230. Характеристика некоторых жестких дирижаблей, построенных верфью Цеппелина . . .	150
231. Мощность агрегатов и число оборотов турбин и гребных валов различных судов . . .	151
232. К. п. д., напоры и расходы водяных колес разных типов	—
233. Некоторые тепловые характеристики отопительных печей	152
234. Конструктивные и тепловые характеристики русской печи	—
235. Теплоотдача наружной поверхности нагрева кирпичных отопительных печей	153
236. Тепловые характеристики зданий	—
237. Тепловой баланс бессемеровского процесса	154
238. Мощности, напоры и расходы реки для некоторых современных гидроэлектрических станций	—
239. Пределы мощности построенных (на 1929 г.) турбогенераторов и гидрогенераторов . .	155
240. Мощность, скорость, сила тяги и вес электровозов и трамвайных вагонов	—

ХП. ДАННЫЕ ИЗ ХИМИИ.

241. Периодическая система элементов	157
242. Изотопы, атомный вес и некоторые другие свойства химических элементов	158
243. Формулы, молекулярные веса, температуры плавления и кипения некоторых химических соединений	176
244. Кристаллическая структура химических элементов	179
245. Состав и кристаллическая форма некоторых обычно встречающихся минералов	181

ХПІ. ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ. 182

Приложения:

Греческая азбука	180
Азбука Морзе	—

Редактор *Е. В. Китлер*

Тираж 20.000 экз. Подписано к печати 9/XII 1940 г.
А33572. Печатных листов 13. Учетно-издатель-
ских листов 14,11. Типографских знаков
в 1 печ. л. 56.800.
Цена 2 р. 50 к.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР
треста „Полиграфкнига“. Москва, Валовая, 28.

Отпечатано с матриц в Саратовской
типографии Облместпрома. Заказ № 2187

Цена 2р. 50коп.