

ДОВІДНИК РАДІОМАТОРА

МАТЕМАТИКА І ФІЗИКА

АЛГЕБРИЧНІ ДІЇ

Додавання та віднімання й дії з дужками

$$\begin{aligned} (+a) + (-b) + (-c) + (+d) &= a - b - c + d; \\ (+a) - (-b) - (-c) - (+d) &= a + b + c - d. \\ a + b - c + d - e + f &= (a + b) - (c - d + e - f) \text{ або} \\ a + b - c + d - e + f &= (a + b) + (-c + d - e + f). \end{aligned}$$

Множення й ділення

$$\begin{aligned} (+a) \cdot (+b) \cdot (+d) &= abd; \quad (-a) \cdot (+b) \cdot (+d) = -abd; \\ (-a) \cdot (-b) \cdot (-d) &= -abd; \\ (a + b - c) \cdot (d - e) &= ad + bd - cd - ae - be + ce. \\ (+a) : (+b) &= \frac{a}{b}; \quad (+a) : (-b) = -\frac{a}{b}; \quad (-a) : (-b) = \frac{a}{b}; \\ (a + b - c) : (-d) &= -\frac{a}{d} - \frac{b}{d} + \frac{c}{d}. \end{aligned}$$

Степенювання й коренювання

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

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

$$(abc)^m = a^m b^m c^m; \quad \left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m};$$

$$a^{m-m} = \frac{a^m}{a^m} = a^0 = 1; \quad a^{-m} = \frac{1}{a^m}.$$

Коли $\sqrt[m]{a} = b$, то $b^m = a$; $\sqrt{a^2} = \pm a$; $\sqrt[4]{a^4} = \pm a$ і т. д.

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

$$\sqrt[m]{abc} = \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b} \cdot \sqrt[m]{c}; \quad \sqrt[m]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[m]{b}}.$$

ЛОГАРИТМИ

Логаритмом числа y звемо степеневий показник x , яким треба поступеновати основу a , щоб одержати дане число. Тобто, коли

$$y = a^x, \text{ то } x = \lg_a y.$$

Якщо за основу беруть 10, — логаритм звуть десятковим (Бриговим) і позначають знаком $\lg$. Логаритм з основою $e = 2,7183 \dots$ звуть натуральним (Неперовим) і позначають знаком $\ln$.

Логаритми надзвичайно полегшують обчислення, зокрема степенювання і коренювання, що буває потрібно, наприклад, підчас вирахування довжини хвилі, коефіцієнта самоіндукції тощо.

Кожний логаритм є десятковий дріб. Ціле число логаритма (позитивне або від'ємне) — до коми — звуть характеристикою, дробову частину — після коми — мантиєю.

Характеристика логаритма числа, більшого за 1, має стільки додатніх одиниць, скільки в цілій частині числа цифр без одної. Характеристика логаритма десятичного дробу має стільки від'ємних одиниць, скільки нулів до першої значущої цифри дробу, враховуючи також нуль цілих.

Щоб дістати логаритм даного числа, ми знаходимо по таблицях мантию, а характеристику приписуємо, керуючись наведеним правилом. Навпаки, якщо за логаритмом треба вирахувати число, то за мантиєю ми знаходимо його у графі N таблиць. Кому ж ставимо, виходячи з характеристики.

У таблицях подані мантиї тільки логаритмів тризначних чисел. Мантиї ж чотиризначних доводиться вираховувати.

Наприклад, хай треба вирахувати $\lg 0,9874$. За таблицями

$$\text{мантия } 9880 = 9948$$

$$\text{мантия } 9870 = 9943$$

$$\frac{10}{5}$$

тобто за збільшення числа на 10 мантия збільшується на 5. Дане ж число більше 9870 тільки на 4. Отже мантия буде більша на

$$5 \cdot \frac{4}{10} = 2$$

і дорівнюватиме

$$9943 + 2 = 9945, \text{ а } \lg 0,9874 = 0,9945 - 1.$$

Через те що робити мантию від'ємною незручно, віднімання проводять лише між характеристиками, тому

$$\lg 0,9874 = \bar{1},9945.$$

Рисочка над одиницею показує, що лише характеристика від'ємна.

Логаритмування арифметичних виразів

$$\lg(ab) = \lg a + \lg b; \lg a^n = n \lg a;$$

$$\lg \frac{a}{b} = \lg a - \lg b; \lg \sqrt[n]{a} = \frac{1}{n} \lg a.$$

Приклади

$$1) N = 123 \cdot 0,0357 = ?$$

$$\lg N = \lg 123 + \lg 0,0357 = 2,0899 + \bar{2},5527 = 0,6426.$$

$$N = 4,391.$$

$$2) N = 123 : 0,0357 = ?$$

$$\lg N = \lg 123 - \lg 0,0357 = 2,0899 - \bar{2},5527 = 3,5372.$$

$$N = 3445.$$

$$3) N = 0,9875^5 = ?$$

$$\lg N = 5 \cdot \lg 0,9875 = 5 \cdot \bar{1},9945 = \bar{1},9725.$$

$$N = 0,939.$$

$$4) N = \sqrt[34]{38,5} = ?$$

$$\lg N = \frac{1}{34} \lg 38,5 = \frac{1}{34} \cdot 1,5855 = 0,04663.$$

$$N = 1,113.$$

Таблиця мантис десятичних логаритмів										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7895	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
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

Таблиця мантис десятичних логаритмів										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	0000	0004	0009	0013	0017	0022	0026	0030	0035	0039
101	0043	0048	0052	0055	0060	0065	0069	0073	0077	0082
102	0086	0090	0095	0099	0103	0107	0111	0116	0120	0124
103	0128	0133	0137	0141	0145	0149	0154	0158	0162	0166
104	0170	0175	0179	0183	0187	0191	0195	0199	0204	0208
105	0212	0216	0220	0224	0228	0233	0237	0241	0245	0249
106	0253	0257	0261	0265	0269	0273	0278	0282	0286	0290
107	0294	0298	0302	0306	0310	0314	0318	0322	0326	0330
108	0334	0338	0342	0346	0350	0354	0358	0362	0366	0370
109	0374	0378	0382	0386	0390	0394	0398	0402	0406	0410
110	0414	0418	0422	0426	0430	0434	0438	0441	0445	0449
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	4298
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
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4885	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	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

ДЕЯКІ МАТЕМАТИЧНІ ВЕЛИЧИНИ І ФОРМУЛИ

Число π

Грецькою літерою π позначають число, що показує, в скільки разів довжина обвода більша за його діаметр. Це число однакове для всіх обводів та дорівнює наближено $3\frac{1}{7}$. З точністю до сьомого знака

$$\pi = 3,1415927.$$

Практично ж цілком досить точности: $\pi = 3,14$.

$\pi = 3,14$	$\sqrt[3]{\pi} = 1,46$	$\sqrt[3]{2\pi} = 1,85$
$2\pi = 6,28$	$\pi\sqrt{\pi} = 5,57$	$\sqrt[3]{\pi:2} = 1,16$
$3\pi = 9,42$	$\pi\sqrt{\pi} = 4,60$	$\sqrt[3]{2:\pi} = 0,86$
$4\pi = 12,56$	$4\pi^2 = 39,5$	$\sqrt[3]{\pi:4} = 0,923$
$\pi:2 = 1,57$	$\pi^2:4 = 2,47$	$\sqrt[3]{3:\pi} = 0,985$
$\pi:3 = 1,05$	$\pi\sqrt{2} = 4,44$	$1:\sqrt{\pi} = 0,564$
$\pi:4 = 0,785$	$\pi:\sqrt{2} = 2,22$	$\lg \pi = 0,4971$
$\pi^2 = 9,87 \cong 10$	$\sqrt{2\pi} = 2,50$	
$\pi^3 = 31,0$	$\sqrt{\pi:2} = 1,25$	
$1:\pi = 0,318$	$\sqrt{2:\pi} = 0,797$	
$1:\pi^2 = 0,101$	$\sqrt{3:\pi} = 0,977$	
$1:\pi^3 = 0,032$		
$\sqrt{\pi} = 1,77$		

$$\text{Довжина обвода} = 2\pi r = \pi d.$$

$$\text{Поверхня кола} = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}.$$

$$\text{Прямий круглий циліндр: бічниця} = 2\pi rh; \text{ об'єм} = \pi r^2 h.$$

$$\text{Куля: поверхня} = 4\pi r^2; \text{ об'єм} = \frac{4}{3}\pi r^3.$$

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

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

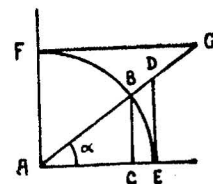
$$\text{Корні квадратного рівняння вигляду } x^2 + px + q = 0:$$

$$x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}; x_2 = -\frac{p}{2} - \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}.$$

$$\lg 0 = -\infty; \lg 1 = 0; \lg +\infty = +\infty.$$

$$\sqrt{2} = 1,4142; \sqrt{3} = 1,7321; \sqrt{5} = 2,2361.$$

ТРИГОНОМЕТРИЧНІ ФУНКЦІЇ

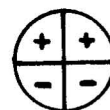


$$\frac{BC}{AB} = \sin \alpha; \frac{AC}{AB} = \cos \alpha;$$

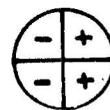
$$\frac{DE}{AE} = \tg \alpha; \frac{FG}{AF} = \ctg \alpha;$$

$$\frac{AD}{AE} = \sec \alpha; \frac{AG}{AF} = \csc \alpha.$$

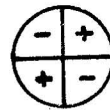
Знаки тригонометричних функцій



$\sin$ і $\csc$



$\cos$ і $\sec$



$\tg$ і $\ctg$

Взаємини між тригонометричними функціями одного кута

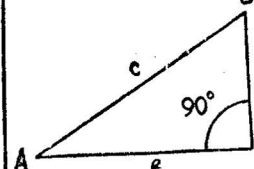
$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1; \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{\tg \alpha}{\sqrt{1 + \tg^2 \alpha}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \ctg^2 \alpha}}; \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\ctg \alpha}{\sqrt{1 + \ctg^2 \alpha}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \tg^2 \alpha}}; \tg \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{1}{\ctg \alpha};$$

$$\ctg \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = \frac{1}{\tg \alpha}.$$

Взаємини між боками прямокутного трикутника



$$\frac{a}{c} = \sin A; \frac{b}{c} = \cos A; \frac{a}{b} = \tg A;$$

$$\frac{b}{a} = \ctg A; \sin A = \cos B; \cos A = \sin B; a^2 + b^2 = c^2; A + B = 90^\circ.$$

Таблиця синусів і косинусів

Градуси	Sin						Градуси
	0	10'	20'	30'	40'	50'	
0	0,000	0,003	0,005	0,008	0,011	0,014	89
1	0,017	0,020	0,023	0,026	0,029	0,031	88
2	0,034	0,037	0,040	0,043	0,046	0,049	87
3	0,052	0,055	0,058	0,061	0,063	0,066	86
4	0,069	0,072	0,075	0,078	0,081	0,084	85
5	0,087	0,090	0,092	0,095	0,098	0,101	84
6	0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,118	83
7	0,121	0,124	0,127	0,130	0,133	0,136	82
8	0,139	0,142	0,144	0,147	0,150	0,153	81
9	0,156	0,159	0,162	0,165	0,167	0,170	80
10	0,173	0,176	0,179	0,182	0,185	0,187	79
11	0,190	0,193	0,196	0,199	0,202	0,205	78
12	0,207	0,210	0,213	0,216	0,219	0,222	77
13	0,224	0,227	0,230	0,233	0,236	0,239	76
14	0,241	0,244	0,247	0,250	0,253	0,256	75
15	0,258	0,261	0,264	0,267	0,270	0,272	74
16	0,275	0,278	0,281	0,284	0,286	0,289	73
17	0,292	0,295	0,297	0,300	0,303	0,306	72
18	0,309	0,311	0,314	0,317	0,320	0,322	71
19	0,325	0,328	0,331	0,333	0,336	0,339	70
20	0,342	0,344	0,347	0,350	0,352	0,355	69
21	0,358	0,361	0,363	0,366	0,369	0,371	68
22	0,374	0,377	0,379	0,382	0,385	0,388	67
23	0,390	0,393	0,396	0,398	0,401	0,404	66
24	0,406	0,409	0,412	0,414	0,417	0,419	65
25	0,422	0,425	0,427	0,430	0,433	0,435	64
26	0,438	0,440	0,443	0,446	0,448	0,451	63
27	0,453	0,456	0,459	0,461	0,464	0,466	62
28	0,469	0,472	0,474	0,477	0,479	0,482	61
29	0,484	0,487	0,489	0,492	0,494	0,497	60
30	0,500	0,502	0,505	0,507	0,510	0,512	59
31	0,515	0,517	0,520	0,522	0,524	0,527	58
32	0,529	0,532	0,534	0,537	0,539	0,542	57
33	0,544	0,547	0,549	0,551	0,554	0,556	56
34	0,559	0,561	0,564	0,566	0,568	0,571	55
35	0,573	0,575	0,578	0,580	0,583	0,585	54
36	0,587	0,590	0,592	0,594	0,597	0,599	53
37	0,601	0,604	0,606	0,608	0,611	0,613	52
38	0,615	0,617	0,620	0,622	0,624	0,627	51
39	0,629	0,631	0,633	0,636	0,638	0,640	50
40	0,642	0,645	0,647	0,649	0,651	0,653	49
41	0,656	0,658	0,660	0,662	0,664	0,666	48
42	0,669	0,671	0,673	0,675	0,677	0,679	47
43	0,682	0,684	0,686	0,688	0,690	0,692	46
44	0,694	0,696	0,698	0,700	0,702	0,705	45
45	0,707						44
	60	50'	40'	30'	20'	10'	Градуси
	Cos						

Таблиця синусів і косинусів

Градуси	Cos						Градуси
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	89
1	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	88
2	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,998	87
3	0,998	0,998	0,998	0,998	0,997	0,997	86
4	0,997	0,997	0,997	0,996	0,996	0,996	85
5	0,996	0,995	0,995	0,995	0,995	0,994	84
6	0,994	0,994	0,993	0,993	0,993	0,992	83
7	0,992	0,992	0,991	0,991	0,991	0,990	82
8	0,990	0,989	0,989	0,989	0,988	0,988	81
9	0,987	0,987	0,986	0,986	0,985	0,985	80
10	0,984	0,984	0,983	0,983	0,982	0,982	79
11	0,981	0,981	0,980	0,979	0,979	0,978	78
12	0,978	0,977	0,976	0,976	0,975	0,975	77
13	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,971	76
14	0,970	0,969	0,968	0,968	0,967	0,966	75
15	0,965	0,965	0,964	0,963	0,962	0,962	74
16	0,961	0,960	0,959	0,958	0,957	0,957	73
17	0,956	0,955	0,954	0,953	0,952	0,951	72
18	0,951	0,950	0,949	0,948	0,947	0,946	71
19	0,945	0,944	0,943	0,942	0,941	0,940	70
20	0,939	0,938	0,937	0,936	0,935	0,934	69
21	0,933	0,932	0,931	0,930	0,929	0,928	68
22	0,927	0,926	0,924	0,923	0,922	0,921	67
23	0,920	0,919	0,918	0,917	0,915	0,914	66
24	0,913	0,912	0,911	0,909	0,908	0,907	65
25	0,906	0,905	0,903	0,902	0,901	0,900	64
26	0,898	0,897	0,896	0,894	0,893	0,892	63
27	0,891	0,889	0,888	0,887	0,885	0,884	62
28	0,882	0,881	0,880	0,878	0,877	0,876	61
29	0,874	0,873	0,871	0,870	0,868	0,867	60
30	0,866	0,864	0,863	0,861	0,860	0,858	59
31	0,857	0,855	0,854	0,852	0,851	0,849	58
32	0,848	0,846	0,844	0,843	0,841	0,840	57
33	0,838	0,837	0,835	0,833	0,832	0,830	56
34	0,829	0,827	0,825	0,824	0,822	0,820	55
35	0,819	0,817	0,815	0,814	0,812	0,810	54
36	0,809	0,807	0,805	0,803	0,802	0,800	53
37	0,798	0,796	0,795	0,793	0,791	0,789	52
38	0,793	0,786	0,784	0,782	0,780	0,778	51
39	0,777	0,775	0,773	0,771	0,769	0,767	50
40	0,766	0,764	0,762	0,760	0,758	0,756	49
41	0,754	0,752	0,750	0,748	0,747	0,745	48
42	0,743	0,741	0,739	0,737	0,735	0,733	47
43	0,731	0,729	0,727	0,725	0,723	0,721	46
44	0,719	0,717	0,715	0,713	0,711	0,709	45
45	0,707						44
	60	50'	40'	30'	20'	10'	Градуси
	Sin						

МЕТРИЧНІ МІРИ					
Назва		По- зна- чення	Становить		
Міри лінійні	Мілімікрон	$\mu\mu$	0,001 μ	10^{-7}	Сантиметрами
	Мікрон	μ	0,001 mm	10^{-4}	
	Міліметр	mm	1.000 μ ; 1.000.000 $\mu\mu$	10^{-1}	
	Сантиметр	cm	10 mm	10^0	
	Дециметр	dm	10 cm ; 100 mm	10^1	
	Метр	m	10 dm ; 100 cm ; 1.000 mm ; 1.000.000 μ	10^2	
	Кілометр	km	1.000 m ; 1.000.000 mm	10^5	
Міри квадратів	Міріаметр	μm	10 km ; 10.000 m	10^6	Кв. сантиметрами
	Кв. міліметр	mm^2		10^{-2}	
	Кв. сантиметр	cm^2	100 mm^2	10^0	
	Кв. дециметр	dm^2	100 cm^2 ; 10.000 mm^2	10^2	
	Кв. метр	m^2	10 dm^2 ; 10.000 cm^2 ; 1.000.000 mm^2	10^4	
	Ар	a	100 m^2	10^6	
	Гектар	ha	100 a ; 10.000 m^2	10^8	
Міри кубічні	Кв. кілометр	km^2	1.000.000 m^2	10^{10}	Куб. сантиметрами
	Кв. міріаметр	μm^2	100 km^2	10^{12}	
	Куб. міліметр	mm^3		10^{-3}	
	Куб. сантиметр	cm^3	1.000 mm^3	10^0	
	Куб. дециметр	dm^3	1.000 cm^3 ; 1.000.000 mm^3 ; = 1 l	10^3	
	Куб. метр	m^3	1.000 dm^3 ; 1.000 l ; 10 hl	10^6	
	Гектолітр	hl	100 l ; 100 dm^3	10^5	
Міри ваги	Літр	l	1 dm^3 ; 0,01 hl	10^3	Грамами
	Децилітр	dl	0,1 l ; 100 cm^3	10^2	
	Сантілітр	cl	0,01 l ; 10 cm^3	10^1	
	Мілілітр	ml	0,001 l ; 1 cm^3	10^0	
	Мікрограм	γ	0,001 mg	10^{-6}	
	Міліграм	mg	1.000 γ	10^{-3}	
	Сантіграм	cg	10 mg	10^{-2}	
Міри ваги	Дециграм	dg	10 cg	10^{-1}	Грамами
	Грам	g	10 dg ; 100 cg ; 1.000 mg	10^0	
	Декаграм	dkg	10 g	10^1	
	Гектограм	hg	100 g	10^2	
	Кілограм	kg	1.000 g	10^3	
	Метричн. центнер	q	100 kg	10^5	
	Тонна	t	1.000 kg	10^6	

МЕТРИЧНІ МІРИ						
Міри лінійні	Метри	Сажні	Арш.	Вершки	Фути	Дюйми
	1	0,47	1,41	22,5	3,28	39,37
	2,13	1	3	48	7	84
	0,71	0,33	1	16	2,33	28
	0,04	0,02	0,06	1	0,15	1,75
	0,3	0,14	0,43	6,86	1	12
	0,03	0,01	0,04	0,57	0,08	1
Міри квадратів	Кв. метри	Кв. сажні	Кв. арш.	Кв. вершки	Кв. фути	Кв. дюйми
	1	0,22	1,977	506,12	10,76	1550
	4,55	1	9	2304	49	7056
	0,51	0,11	1	256	5,44	784
	0,002	0,0004	0,004	1	0,02	3,2
	0,09	0,02	0,18	47,02	1	144
	0,0007	0,0001	0,001	0,327	0,007	1
Міри кубічні	Куб. метри	Літри	Відра	Куб. сажні	Куб. фути	
	1	1000	81,296	0,103	35,31	
	0,001	1	0,08	1,0001	0,03	
	0,01	12,29	1	0,001	0,34	
	9,71	9712,4	789,6	1	343	
	0,03	28,32	2,302	0,003	1	
Міри ваги	Кілограми	Метр. тонни	Пуди	Фун.и		
	1	0,001	0,06	2,44		
	1000	1	61,04	2441,9		
	16,38	0,016	1	40		
	0,41	1,0004	0,025	1		

ЕЛЕКТРИЧНІ ОДИНИЦІ

Кулон (C) — кількість електрики, що протікає за 1 секунду через перекрій провідника при струмі 1 ампер. 1 кулон має 6.10^{18} електронів.

Ампер (A) — одиниця величини електричного струму. Струм на 1 ампер, протікаючи водним розчином азотнокислого срібла, виділяє 0,001118 *г* металічного срібла. $0.001 A = 1$ міліамперу (*mA*).

Ампер година (Ah) — кількість електрики, що дає струм на 1 *A* за 1 годину.

Вольт (V) — одиниця електрозворушення. 1 вольт є електрозворушення, при якому провідником, що має опір 1 ом, тече струм на 1 *A*. За еталіон електрозворушення править стандартний елемент Вестона, який дає 1,0190 *V*. $1.000 V = 1$ кіловольту (*kV*). $0.001 V = 1$ мілівольту (*mV*). $0.000001 V =$ мікрівольту (*μV*).

Ом (Ω) — одиниця опору електричному струму. Опір живосрібного стовпа з перекроєм 1 *mm*² та завдовжки 106,300 *cm*² за 0° C дорівнює 1 Ω · 1.000.000 Ω = 1 мегому (*MΩ*).

Сименс (S) або мо — одиниця провідності, зворотна опору ($S = \frac{1}{\Omega}$). Провідність провідника з

опором на один ом дорівнює одному сименсу.

Фарада (F) — одиниця ємності. Ємність конденсатора дорівнює 1 *F*, якщо кількість електрики в 1 *C* збільшує його напругу на 1 *V*. $0.000001 F = 1$ мікрофараді (*μF*). $1 \mu F = 900.000$ *cm* ємності.

Ват (W) — одиниця електричної потужності. Один ват — потужність струму на один ампер при напрузі один вольт. $1 W = 1.000$ міліват (*mW*). $1.000 W = 1$ кіловат (*kW*).

Джавль (J) — одиниця електричної роботи. Один джавль дорівнює роботі, що утворює один ват за одну секунду.

Кіловат година (kWh) — робота, що утворює один кіловат за одну годину. $1 kWh = 1.000$ ватгодин (*Wh*) = 10 гектоватгодин (*hWh*).

МАГНЕТНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ

Генрі (H) — одиниця самоіндукції. Самоіндукція кола, в якому рівномірна зміна величин струму на один ампер за одну секунду утворює електрозворушення в один вольт, дорівнює одному генрі. $0.001 H = 1$ мілігенрі (*mH*). $0.000001 H = 1$ мікрогенрі (*μH*). $1 H = 1.000.000.000$ сантиметрів самоіндукції.

Гавс (H) — одиниця напруги магнетного поля (магнетозворушення). Якщо шпуля, якою тече струм на *I* амперів, має *N* звоїв та завдовжки *l* сантиметрів, то напруга магнетного поля в гавсах дорівнює:

$$H = 1,256 \frac{IN}{l};$$

$0.001 H = 1$ мілігавсу (*mH*).

Амперзвоїв — здобуток струму, що тече через шпулю, на кількість звоїв шпулі. Один амперзвоїв рівноцінний здобуткові одного звоїв шпулі на струм в 1 ампер. Напр., коли через шпулю на *n* звоїв протікає струм на *I* амперів, то матимемо *nI* амперзвоїв.

Магнетна проникливість (μ) — число, яке показує, в скільки разів збільшиться самоіндукція шпулі, якщо її настромити на замкнене металеве осердя. μ залежить від матеріялу та індукції магнетного поля (останнє — в разі феромагнетних матеріялів). Для повітря μ = 1.

Магнетна індукція (B) є число магнетних силових ліній, що проходять через один квадратний сантиметр площі, перпендикулярної напрямку цих ліній. Якщо Φ — число ліній потоку, а Q його пере-

крій, то $B = \frac{\Phi}{Q}$.

Магнетний опір (R) — прямопропорційний довжині магнетопровода (*l*) та зворотнопропорційний його перекрою (*q*) і магнетній проникливості матеріялу магнетопровода (μ)

$$R = \frac{l}{\mu q}$$

РОЗМІРНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ ОДИНИЦЬ

Система одиниць, що їх вживають у техніці, має за основу три одиниці: C — сантиметр, одиниця довжини, G — грам, одиниця ваги і S — секунда, одиниця часу. Цю систему скорочено позначають CGS .

Електротехніка має у своєму складі електростатику і електромагнетизм. Тому в ній доводиться вживати дві системи одиниць: електростатичну — $CGSe$ (ϵ — діелектрична стала порожняви) і електромагнетичну — $CGSm$ (μ — магнетна проникливість порожняви). В прикладній електротехніці звичайно користуються з практичної системи одиниць. Але часто-густо доводиться мати справу з трьома системами. Для цього даємо таблицю переходу з одної системи в іншу.

Величина	Практична система	Електромагнетична система $CGSm$	Електростатична система $CGSe$
Кількість електрики	1 C (кулон)	10^{-1}	$3 \cdot 10^9$
Величина струму	1 A (ампер)	10^{-1}	$3 \cdot 10^9$
Напруга (електрозворушення, різниця потенціалів)	1 V (вольт)	10^8	$\frac{1}{300}$
Опір	1 Ω (ом)	10^{-9}	$1,1 \cdot 10^{-12}$
Ємність	1 F (фарада)	10^9	$9 \cdot 10^{11}$ (см)
Самоіндукція	1 H (генрі)	10^9 (см)	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$
Напруга електр. поля	1 $\left(\frac{V}{cm}\right)$	10^8	$\frac{1}{300}$
Напруга магн. поля	1 H (гаус)	1	$3 \cdot 10^{10}$
Магнетна проникальність	—	1	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-20}$
Робота	1 J (джавль)	10^7 (ергів)	10^7 (ергів)
Потужність	1 W (ват)	10^7 $\left(\frac{\text{ергів}}{\text{сек.}}\right)$	10^7 $\left(\frac{\text{ергів}}{\text{сек.}}\right)$
Діелектрична стала	—	1	$9 \cdot 10^{20}$

ГОЛОВНІ ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ, ОДИНИЦІ І ФОРМУЛИ

Потужність

1 $kW = 1,36$ кінської сили (HP)

1 $HP = 0,736 kW = 736 W$

1 $W = 0,0014 HP$.

Робота

Кілограмметр (kgm) — робота, потрібна на пересування 1 kg на 1 m .

Дина — одиниця сили. Сила, здатна змінити швидкість руху 1 g речовини на 1 cm за секунду, дорівнює 1 дині.

Ерг — одиниця роботи. Робота сили в 1 дину на шляху в 1 cm .

Грам-кальорія (k) — одиниця тепла, потрібного для нагрівання 1 cm води на $1^\circ C$.

1 $J = 0,102 kgm = 10^7$ ергам = 0,00024 кілограм-кальорії (K) = 0,24 грам-кальорії (k).

1 ерг = $1,02 \cdot 10^8 kgm$.

1 $Wh = 3.600 J = 367 kgm$.

1 $kgm = 9,8 J = 98 \cdot 10^6$ ергам = 0,0017 Wh .

1 $K = 1.000 k = 4.164 J$.

Міліметр живосрібного стовпа — одиниця тиску атмосфери. Основні точки: нормальний тиск повітря над рівнем моря — близько 760 mm , порожнява — 0 mm .

Бар — одиниця тиску. Один бар — тиск сили в 1 дину на 1 cm .

Градус Цельсія ($1^\circ C$) = 0,8 градусів Реомюра ($1^\circ R$).

Абсолютний нуль — мінус 273,1 $^\circ C$.

Свічка Гефнера (HK) — одиниця сили світла. 1 HK дає еталонна лампа Гефнера.

Свічка міжнародня — 1,1 HK .

Люкс (Lx) — одиниця освітленості. Освітленість сферичної поверхні з радіусом $r = 1 m$ джерелом світла на 1 Lx дорівнює 1 люксу.

Швидкість світла — 300.000 km за 1 секунду.

Швидкість звуку в повітрі — пересічно 333 m за секунду (залежить од тиску атмосфери та її температури).

Закон Джавля. Електричний струм на I амперів на опірниці R омів виділяє за t секунд грам-кальорій

$$Q = 0,24 I^2 R t.$$

Енергія конденсатора з ємністю C , наведеного до V вольтів, дорівнює ватами

$$W = \frac{1}{2} C V^2.$$

Сила (F), з якою магнетне поле (H) діятиме на провідник завдовжки l см, яким тече струм на I амперів, дорівнює

$$F = \frac{HI}{10} \text{ дин} = \frac{HI}{9810} \text{ грамів.}$$

Зміна опору провідника від температури. Якщо первісний опір — R_0 , первісна температура — t_0 та після нагріву відповідно — R_t і t , то

$$R_t = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)],$$

де α залежить від провідника. Для міді $\alpha = 0,004$, алюмінія — 0,0037, заліза — 0,0045, реотану — 0,00023, константану — 0,00005, нікеліну — 0,0002, ругілля — 0,00005, для розчинів $\alpha \cong 0,025$.

Діелектрична стала (ϵ) та пробивна напруга.

Матеріали	Діелектрична стала ϵ	Пробивна напруга kV на mm товщини діелектрика
Ебоніт	2 — 3,5	3 — 9,7
Скло (дзеркальне) .	5,8 — 6,4	12 — 20
Скло (звичайне) . .	3 — 3,25	12 — 20
Лосняк	4,5 — 7,5	20 — 48
Шелак	2,7 — 3,7	10
Пресшпан	2,5 — 4	10 — 13
Гас	1,96	—
Вазелінова олія . .	2,2	—

Пробивна напруга залежить від температури та товщини діелектрика, збільшуючись непропорційно збільшенню товщини шара діелектрика.

Склад випуск В. Г. Бергман