

Lühendatud väljaanne.

M. VELLEMA

TEHNILISE KÄSIRAAMAT



AUTORI KIRJASTUS TARTUS 1939.

ARM

SAATEKS.

Käesolev „Tehnika käsiraamatu lühendatud väljaanne“ on mõeldud neile, kel on tegemist ainult matemaatiliste ja tehniliste tabelitega.

Tartus, 4. XII 1939.

M. Vellema.

Tartu Ülikooli Raamatukogu
ARHIIVKOGU

Mõõdud.

1. Pikkusmõõdud: a) Meetermõõdud: 1 meeter (m) = $\frac{1}{40000000}$ maakera meridiaanist = 10 detsi- (dm) = 100 centi- (cm) = 1000 milli-meetrit (mm). 1 mikron (μ) = 0,001 mm; 1 müriameeter (mam) = = 100 kilo- (km) = 100 hekto- (hm) = 1000 dekameetrit (dam).

b) Eestis tarvitatud mõõdud: 1 süld (0) = 7 jalga (') = 84 tolli (") = 840 liini (") = 3 arssinat = 2,1336 m. 1 verst = 500 sülda = = 1,0688 km.

c) Inglise mõõdud: 1 jard (yd) = 3'; 1' = 12" = 144"; 1 peni-koorem = 880 fathom = 1760 jardi = 1,609 km; 1 fathom = 2 jardi = = 6' = 1,828767 m.

d) Teisi mõõte: 1 sõlm = meremiil/t = 1,853 km/t; 1 ekvaatori kraad = 111,31 km; 1 meridiaani kraad = 111,11 km; 1 geogr.-miil = = $\frac{1}{15}$ ekv. kraadi.

Pikkusmõõtude võrdlustabel.

Meetrid	Sülad	Jalad	Tollid	Jardid	Kilom.	Verstad	Meremiil	Ingl. miil	Geogr. miil
1	0,4687	3,2808	39,3	1,0936	1	0,9374	0,5399	0,6214	0,1347
2,1336	1	7	84	2,3333	1,0668	1	0,5760	0,6629	0,1437
0,3048	0,1429	1	12	0,3333	1,8532	1,7371	1,0005	1,1515	0,2497
0,0254	0,0119	0,0833	1	0,0278	1,8532	1,7371	1	1,1509	0,2496
0,7112	0,3333	2,3333	28	0,7777	1,6094	1,5086	0,8689	1	0,2169
0,9144	0,4286	3	36	1	7,4277	6,9569	4,0070	4,6116	1

2. Pinnamõõdud: a) Meetermõõdud: 1 aar (a) = 1 dam² = 100 m² = = 21,9676 ruutsülda; 1 hektaar (ha) = 100 a = 10 000 m² = 2,691 riia vakamaad = 5,492 tallinna vakamaad.

b) Eestis tarvitatud mõõdud: 1 ruutsüld (s²) = 49 jalga² = 9 arss.²; 1 tallinna vakamaa (tv) = 400 s² = 0,1921 ha; 1 riia vakamaa (rv) = = 816,33 s² = 2,04 tv = 0,37161 ha; 1 tiin (dessatiin) = 2400 s² = = 2,94 rv = 6 tv = 1,0925 ha.

c) Inglise mõõdud: 1 aaker = 4840 jardi² = 888,96 s².

Pinnamõõtude võrdlustabel.

Ruut-meetr.	Ruut-sülad	Ruut-jalad	Ruut-arssin.	Ruut-jardid	Ruut-kilom.	Ruut-verst.	Tiinud	Ingl. aakrid	Hek-taarid
1	0,2197	10,7643	1,9771	1,1960	1	0,8787	91,53	247,1	100
4,5528	1	49	9	5,4444	1,1381	1	104,167	281,22	113,806
0,00929	0,0204	1	0,1837	0,1111	0,0109	0,0096	1	2,7	1,0925
0,5058	0,1111	5,444	1	0,6049	0,0040	0,0035	0,3704	1	0,4047
0,8361	0,1837	9	1,6530	1	0,01	0,0088	0,9153	2,4711	1

3. Ruumalamõõdud. a) Meetermõõdud: 1 liiter (l) = 0,01 hekto-liitrit (hl) = 0,001 m³ = 1 dm³ = 0,813 toopi (ligikaudu $\frac{4}{5}$ toopi); 1 m³ = 1000 dm³ = 1000 liitrit. Ehitis- ja küttematerjali põhimõõduks on steer (st); 1 st = 1 m³ = 0,102958 s³ = 35,3147 kantjalga; 1 deka-steer (das) = 10 steeri.

b) Eestis tarvitatud mõõdud: 1 kantsüld (s³) = 343 jalga³ (j³) = = 27 arss.³; 1 pang = 750,568 tolli³ = 10 toopi = 12,299 l; 1 toop = = 4 kortlit = 75 tolli³ = 1,22989 l; 1 riia vakk = 54 toopi = 4000 tolli³ = 66,4101 l; 1 tallinna vakk = 3 külimittu = 36 toopi = 2700 tolli³ = 44,2774 l.

c) Inglise mõõdud: 1 standard (metsamaterjali mõõtmiseks) = = 165 jalga³ = 4,6695 m³; 1 registertonn = 100 j³ = 2,832 m³; 1 kvar-ter = 8 bušeli = 290,77 l; 1 bušel = 8 galloni = 36,34 l; 1 gallon =

= 4 kvartrit = 8 pinti = 3,69 toopi = 4,547 l; 1 kvarter = 2 pinti =
 = 8 kiili = 0,92 toopi = 1,11387 l. 1 m³ = 0,10296 s³ = 1,308 yd³;
 1 s³ = 9,7127 m³ = 12,7037 yd³.

Ruumalalmõõtude võrdlustabel.

Kantdetsim. (liitrid)	Panged	Kanttollid	Kantjalad	Kant- arssinad	Inglise gal- lounid	Ameerika gallonid
1	0,0813	61,0234	0,03531	0,00278	0,220	0,2642
12,299	1	750,648	0,4343	0,0342	2,7056	3,25
0,01639	0,0013	1	0,00058	0,0000455	0,0036	0,0043
28,317	2,304	1,728	1	0,07872	6,23	7,48
359,729	9,2436	21,952	12,7037	1	79,0528	94,9424
4,546	0,3696	277,41	0,1605	0,0124	1	1,201
3,785	0,3077	231	0,1336	0,0105	0,8327	1

4. **Raskusmõõdud.** a) **Meetermõõdud:** 1 kilogramm (kg) = 10 hektog. (hg) = 100 dekagrammi (dag) = 1000 grammi (g) = 1 liitri destilleeritud vee raskusega 40° C juures; 1 tonn (t) = 10 sentnerit = 1000 kg; 1 g = 10 detsig (dg) = 100 centig (cg) = 1000 millig (mg).

b) **Eestis tarvitatud mõõdud:** 1 puud (pd) = 2 leisikat = 40 naela (n); 1 nael = 32 loodi = 96 solotnikku = 409,5 g.

c) **Inglise mõõdud:** 1 inglise tonn (long ton) = 20 inglise sentnerit (hundredweight (cwt)) = 80 kvarterit = 2240 kaubanaela (avoirdupois lbs) = 1016,0475 kg; 1 ingl. kaubanael = 16 untsi (ounce, oz) = 256 drahmi (drams, dwts) = 453,593 g. Väärismetalli (kulda ja hõbedat) mõõdetakse nn. **troi-** (troy-weight) **naeladega** (tr.n.); 1 troinael = 12 untsi = 240 drahmi = 5760 greini (grains, grs) = 373,242 g; 1 karaat (juveelide kaalu-ühik) = 0,2 g.

Raskusmõõtude võrdlustabel.

Kilo- grammid	Paadad	End. naelad	Inglise naelad	Grammid	Loed	Solotnikud	Inglise untsid
1	0,06105	2,442	2,2046	1	0,0781	0,2344	0,0353
16,3805	1	40	36,11 28	12,7973	1	3	0,4514
0,4095	0,025	1	0,9028	4,2658	0,3333	1	0,1505
0,4536	0,0277	1,1076	1	28,35	2,2153	6,6458	1

Meeter-tonnid	Paadad	Inglise tonnid = 2240 lbs	Inglise sentnerid = 112 lbs	Ameerika tonnid = 2900 lbs	Ameerika sent- nerid = 100 lbs
1	61,0482	0,9842	19,6841	1,1023	2,0461
0,0164	1	0,0161	0,3224	0,0181	0,3612
1,0161	62,0279	1	20	1,12	2,3
0,0508	3,1013	0,05	1	0,056	1,12
0,9072	55,3720	0,8929	17,8571	1	20
0,0454	2,7691	0,0446	0,8928	0,05	1

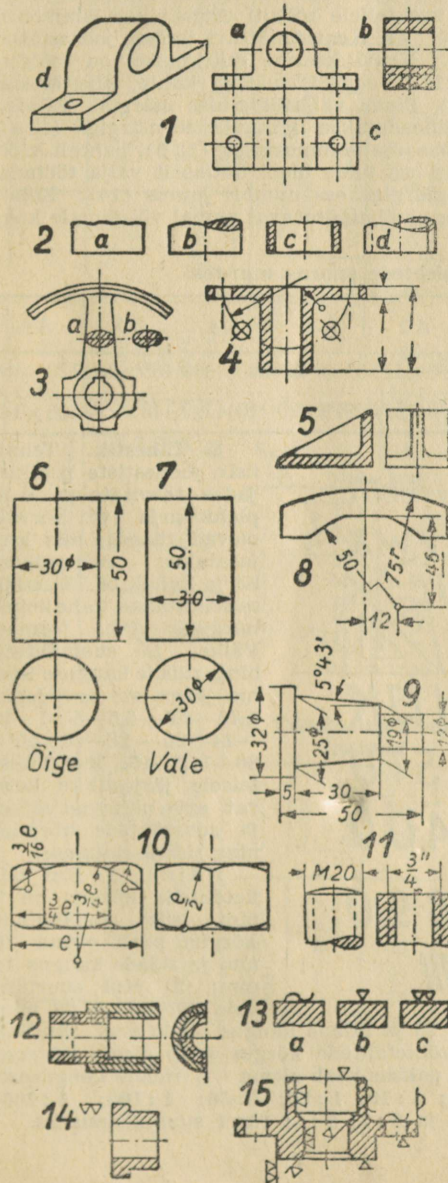
5. Töö ja võimsus.

1 düün on jõud, mis annab 1 cm³ veemassile kiirenduse 1 cm/sek².
 1 erg = 1 düün × 1 cm = tööle, mida teeb 1 düün 1 cm teel; 1 džaul =
 = 10⁷ ergi = 1 vattsekund = 1 : 9,81 kgm = 0,102 kgm; 1 kg = 981000
 düüni; 1 kgm = 9,81 · 10⁷ ergi = 0,81 džauli.

6. **Kõvuseskaala Mohs'i**, (loe: moosi) järgi: 1 = talk; 2 = kivi-
 sool või kips; 3 = kaltsiit (lubjapagu); 4 = fluoriit (sulapagu); 5 =
 apatiit; 6 = põllupagu; 7 = kvarts; 8 = topaas; 9 = korund; 10 =
 teemant.

Tehniline joonestamine.

(DIN järgi.)



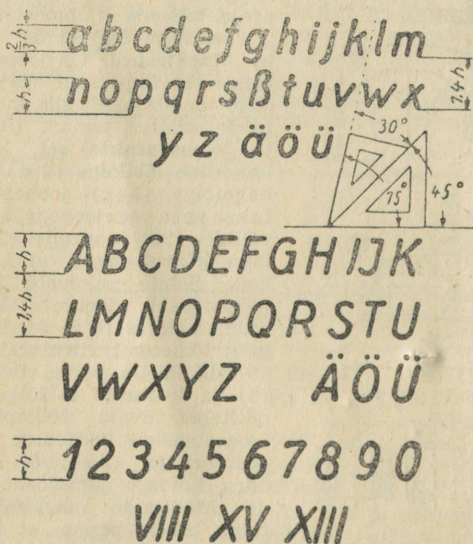
1. **Juhtnööre joonestamiseks.** a) **Vaadet.** Üldreeglina peab eset joonistama kolmes vaates: eestvaade ehk II projektsioon (1 a), külgvaade ehk III projekts. (1 b) ja pealtvaade ehk I projekts. (1 c). Mõnikord võib ära jätta ühe või kaks vaadet, kui nende tagi saame kindla ettekujutise esemest. Joon. 4 on poldimulgud pööratud joonestise pinda ja mulkude piirjooned on tõmmatud peenjoontega, millega väldime ühe vaate joonestamise. Mõnel juhul on otsustabekohane joonestada ese paremaks ruumiliseks ettekujutuseks kald-paralleelprojektsioonis (isomeetrisises kujundis) (1 d).

b) **Murdjooned.** On joonestatav ese liiga suur või ta osad on ühtlased, siis murdatakse mõttes temast tükid ja joonestatakse see, kus kandiline läbilõige (2 a) ja kehalõige (2 c) joonestatakse vaba peenjoonega, aga völli- (2b) ja torude- (2d) lõige kõverjoonega. c) **Lõiked.** Seinte paksuste jm. näitamiseks joonestatakse esemed lõikes (4 ja 5), kus kõik lõikeosad viirutatakse 45° all. Völle, polte, ribisid (5) ja kodaraid ei lõigata pikitelge, vaid lõikepind joonestatakse kodarasse jm. peenjoonega (3 a) või kodara kõrvale jäämejoonega. d) **Mõõtmete märkimisel** tuleb tähele panna, et iga mõõde ilmuks ainult üks kord; mõõt- ja keskjooned ei tohi mõõtjarve läbistada ja keskjooni ei pea tarvita ma mõõtjooniks (vale 7, õige 6). Raadiused märgitakse ringi kaart puutuva ühe mõõtnoolega; ringi

kesktäpp märgitakse väikese ringikesega, kui ta pole ristuvate keskjoon-
tega kindlaks määratud (8, 10). Langeb kaare kesktäpp väljaspoole joo-
nestist, siis kas mürtakse mőtjoon (8, 10) või tähistatakse „r“-ga
(8, 75r). Mastapile mitte vastavad mōdud kriipsutatakse alla (8, 46).
Koonuses tähendatakse tema suurim ja vähim läbimōöt, koonuse nurk ja
pikkus (a) või kantakse sisse keskteljele rōōbiti tema aluse läbimōodu
ja kõrguse suhe, näit. 1 : 20 jne. e) **Kruvid**. Mutri ümber joonestatud
läbimōöt $e = 1,155$ võtmesuust. Krui keeme märkimisel on mōõdu-
andev keeme välisläbimōöt (11). Joon. 12 näitab kahte teineteisesse
kruvitud keeme märkimist. f) **Pinna väljatōötamise märgid**. Siledad
pinnad ilma järeletōötamiseta tähendatakse ligikaudsuse märgiga (13 a),
jämeda viiliga viilitud — 1 võrdhaarse kolmnurgaga (13 b), puhtalt viili-
tud — 2 kolmnurka (13 c). Kui osa tuleb üleni ühtlaselt välja tōötada,
siis tähendatakse seda vastava märgiga osa numbri juures (14). Kolm-
nurgad seisavad teravate otsadega väljatōötataval pinnal või temale kuu-
luval joonel (15).

2. Joonestamislehtede suurus mm-tes.

Formaat		A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
Lehe suu- rus	enne lõikamist	880×1230	625×880	450×625	330×450	240×330	165×240	120×166
	pärast lõikamist	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210	105×148



3. Tähestik. Tehni-
liste joonestiste pealkir-
jades tarvitatakse n.n.
plokk-kirja (vt. kõrval-
olevad tähed), mis kir-
jutatakse **redissulega**.
Kirja kallak on 75°, mida
saavutatakse kahe kolm-
nurgaga (vt. joonis).
Väike- ja suurtähtede
ning ridade kauguse leia-
me järgmiste arvudega:
1,75—2,5—3,5—5—7—10
—14—20—28—40—56—
80—112—160, kus 3 üks-
teisele järjestikku seis-
vat arvu näitavad väike-
ja suurtähtede kõrguse
ning ridade kauguse.

Näide: 1) Kui väi-
ketähtede kõrgus on 7
mm, siis suurtähtede
kõrgus peab olema 10
mm ja ridade kaugus 14
mm; 2) Kui suurtäh-
tede kõrgus on 28 mm,

siis väikeste kõrgus peab olema 20 ja ridade kaugus — 40 mm; 3) Kui
ridade kaugus on 7 mm, siis väiketähtede kõrgus peab olema 3,5 mm
ja suurte — 5 mm jne. Tähtede paksus peab olema $\frac{1}{10}$ ridade kaugusest.

4. Mastapid. 1 : 2,5; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 20; 1 : 50; 1 : 100; 1 : 200;
1 : 500; 1 : 1000 vähendamiseks ja 2 : 1; 5 : 1; 10 : 1 suurendamiseks.

G. Mõne elekteraparaadi ja -masina voolutarve vattides.
 1. Voltakaar projekts.-aparaadis. 2. Kvartslambid.

Vool	I	U	N	U		N
				Al.-vool	Keerd-v.	
Alalis-	25—30	60	5500—6600	15	29	3300
			1300	20	29	4400
Keerd-	25—30	50	5500—6600	25	30	5500
			3200	30	30	6600
				35	31	7700

Väikesed	I	U	N	Nk
1,5	220	330	~800	
Suured	4	110	440	~1200
	2,5	220	550	~1500
	3,5	220	770	~3000

3. Elektermootorid. 4. Laua- ja seinaventilaat.

Voims. hj kuni	Alalis-vool vatti hj-le	Keerd-vool vatt hj-le	cos φ	N	üksfaas-	
					alalis-	vool
0,5	1080-1000	1300-960	0,62-0,78			
2	980-950	900-880	0,82-0,84			
5	910-870	870-860	0,85-0,86			
30	870-850	860-830	0,86-0,89			
100	850-815	830-800	0,91			
üle 100	815-795	800-793	0,91			

Tiibade suurus mm	1 min. liikuma pandud õhuhulk m³	Veesamba rõhk mm	N	
			alalis-	vool
200	10		15	25
250	15	1,5	20	30
300	25	2	45	55
350	40	2,5	75	90
400	50	2,5	85	110
	60	3,5	125	200
500	90	5	225	280

5. Köögi- ja soojendusriistad.

a) Triikraud		b) Köögi katlad		c) Liht keedunõu		d) Kastrulid	
Kaal kg	N vatti	Maht-liitr.	N	Maht-liitr.	N	Maht-liitr.	N
0,5	125	5	1100	0,25	250	0,6	400
1	225	7,5	1300	0,5	400	1	550
1,75	300	12	2000	1	550	1,75	600
2,5	400	20	2700	1,5	600	2,5	900
3,5	450	25	3800	2	850	3,5	1000
4,5	500	50	5500	3	1000	4,5	1200
5	550	75	6600	5	1100	5	1400
6	700	100	8300	7,5	1300	6	1500
10	800	250	12500	10	1600	10	2000

6. Tsentrifugaalventilaatorid.

Keerd-üks-faas-	Alalis-faas-	Vooluliik	N	
			Annab 1 min. õhku m³	Veesamba rõhk mm
5	5,5	25	70	
6	6,5	35	115	
8	8	45	210	
10	10	22	100	
		35	130	
		22	100	
		35	120	
		42	250	

7. Mitmesugused

Nimi	N
Elekterpadi 50×30 cm	60
Lokits ¹⁾	100—300
Süüdis ²⁾	100
Vitriinisoendi	380
Jalasoendi	80—300
Ribisoendi 19, 5, 12; 5,5 cm	300
Malmpliidid	300—700

1) lokitangid;
 2) süütaja (sigari-)

I. Soojus.

Celsius'e Réamur'i ja Fahrenheit'i soojamõõtjate kraadide võrdlustabel.

C.	R.	F.	C.	R.	F.
- 40	- 32	- 40	35	28	95
- 35	- 28	- 31	40	32	104
- 30	- 24	- 22	45	36	113
- 25	- 20	- 13	50	40	122
- 20	- 16	- 4	55	44	131
- 15	- 12	5	60	48	140
- 10	- 8	14	65	52	149
- 5	- 4	23	70	56	158
0	0	32	75	60	167
5	4	41	80	64	176
10	8	50	85	68	185
15	12	59	90	72	194
20	16	68	95	76	203
25	20	77	100	80	212
30	24	86			

$$C = \frac{5}{4} R = \frac{5}{9} (F - 32), \quad R = \frac{4}{5} C = \frac{4}{9} (F - 32).$$

$$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R.$$

2. Hariliku ja sepaterase (raua) hõõgutusvärvid ja -temperatuurid.

Värvid	Haril.	Sepa-
	teras C	
Tumepunane hõõg	460	500
Tumepunane	530	700
Tumekirsspunane	640	800
Kirsspunane	750	900
Helekirsspunane	840	1000
Oranž	900	1100
Kollane	1000	1200
Valge	1200	1300
Keevitamistem.	1350	1450
Pimestav valgehõõg	—	1500

1. **Temperatuur.** Temperatuuri mõõtmiseks —39 kuni +300°C tarvitatakse elavhõbe-, alla —39°C — alkohol- või tuluool-soojamõõtjat, elektrilist plaatinast soojamõõtjat — kuni 1000°C; kõrgete temperat. jaoks tarvitatakse mitmes. piromeetreid, segerkoonuseid ja gaas-soojamõõtjaid. Praegusel ajal on tarvitusel 3 liiki soojamõõtjaid: Réamur'i (R), Celsius'e (C) ja Fahrenheit'i (F); laialdasemat tarvitamist on leidnud Celsius'e kraadid. **Ka** käesolevas käsiraamatus ettetulevad kraadid on Celsius'e omad. Kõrvaloleva võrdlustabeli all on valemid, mille abil võib kergesti temperatuuri ühe soojamõõtja skaalast ümber arvata teise. Näide: 15°C = (15 · 4 : 5)°R = 12°R; 16°R = ([16 · 9 : 4] + 32)° = 68°F; 140°F = (14 — 32) · 5/9 °C = —18 · 5/9 °C = —10°C ja (14 — 32) · 4/9 ° = —8°R.

Märge: Kilokalor kcal on see soojushulk, mis 1 kg vett 1°C võrra soojendab või jahutab. 1 kcal = 1000 kalorit (cal).

3. Kehade paisumine soojendamisel.

Tähised: β — joon- ja γ ruumalapaismistegurid, *l*_t keha pikkus ja *V*_t — ruumala *t* kraadi ja *l*₀, *V*₀ — pikkus ja ruumala 0° juures.

- 1) β = (l_t - l₀) : l₀t ja l_t = l₀(1 + βt);
- 2) γ = (V_t - V₀) : V₀t ja V_t = V₀(1 + γt), kus γ = 3β; paisumistegur näitab, millise osa omast pikkusest või ruumalast paisuvad kehad, kui neid soojendada 1° C võrra. Kehade paisum.-teg. vt. lk. 68, lahter 6, lk. 69, l. 5 ja 6 ja lk.

Gay-Lussac'i seadus (loe gee-lüssaki): Kõik gaasid paisuvad jääval rõhul ligikaudu ühtlaselt ja nende γ = 0,00366, nii et gaaside juures V_t = V₀(1 + 0,00366t) ja V₀ = V_t : (1 + 0,00366t);

II. Põlemine ja põletised (põletusained).

1) Põletise madalamaks kalorsuseks K (end. kütteväärtuseks) nime-tame soojushulka kcal, mida tegelikult saavutatakse 1 kg (1 g) tahke-või vedel- või 1 m³ gaaskütteaine põletamisel. 2) Kõrgem kalorsus K_k on soojushulk, mis põletises olemas. $K = K_k - 600W$, kus W põletises sisalduv vesi kg, mille aurutamiseks lähebki kaduma osa kaloreist. 3) Põletise aurustamisvõime Q on veehulk kg, mida 1 kg põletist muu-dab auruks; $Q = K:639$ (kg). 4) Põletisega ahjus saavutatud tempera-tuur on tema püromeetriline efekt, mis oleneb põletamisviisist (vt. lk. 155).

1. Andmeid tähtsamaile tahkepõletisile.

Nimi	Elementide koostis 0/0				Vett 0/0	Tuhka 0/0	Teoreetiline kalorsus	1 kg põlet.*) vajab. teo-reet. õhku m ³
	C	H	O+H	S				
Antratsiit	84—92	3,5-4,8	2—5	0,5—1,5	0,8-3,5	3—7	7500-8000	10,4—11,1
Kivisüsi, saari	65—80	4,0-5,2	7—11	0,5—2,0	1—6	3—7	6300-7600	8,7—10,6
„ inglise	69—81	4,0-5,0	5—11	0,5—2,5	1—10	2,5-10	6400-7600	8,9—10,6
Koks, (õhu-kuiv)	80—90	0,5-1,5	1,5-5,0	0,5—1,5	1—5	5—12	6600-7400	9,2—10,3
Pruunsüsi	28—33	2,0-4,0	6—15	0,2—2,0	42—57	2—11	2100-2900	3,2—4,2
Puit(õhukuiv)	35—45	3,0-5,0	34—42	—	7—22	0,3-3,0	3400-4100	4,8—5,7
Turvas	38—49	3,0-4,5	19—28	0,2—1,0	16—29	1—9	3000-4800	4,2—6,7

2. Puidusüsi. Sisaldab ~ 900⁰/C.
Kalorsus ~ 7000 kcal.

S a a b	Kaalu 0/0	Mahu 0/0
Tammest	20—22	52—56
Kasest	20—21	65—68
Männist	22—25	60—64
Kuusest	20—26	50—75
Oksist	19—22	38—48

5. Koks. Sisaldab 85—93⁰/C.
Kalorsus 6700—7300 kcal.

Kõrgahju- ja valukoksile esita-tavad nõuded.

Võib sisal-dada	K o k s	
	Kõrgahju-	Valu-
Tuhka	<9 ⁰ /0	<8 ⁰ /0
Vett	<5 ⁰ /0	<5 ⁰ /0
Väävlit	<1 ⁰ /0	<1 ⁰ /0
Tolmu	<6 ⁰ /0	<6 ⁰ /0
Poorsus	50 ⁰ /0	40 ⁰ /0
Survetug. kg/cm ²	100	100

3. Briketid:

a) Kivisöe Sisaldab tuhka < 100⁰/0, vett 1—20⁰/0, kalorsus 7400—7800 kcal.

b) Pruunsöe — tuhka < 80⁰/0, vett < 15⁰/0, kalorsus 0/0 4500 kcal.

4. Andmeid põlevkivile.

Põlevkivi sisal-dab 0/0 0-des	Põlevkivi sordid				
	I-a	I-b	II	III	
Niiskus	11—15	13—18	13—20	20—25	
Kuiaines	mineraalol-lust + CO ₂	47—52	52—58	54—58	56—63
	orgaanilist ollust	53—48	44—42	46—42	41—39
Kalorsus (madalam)	3200—3500	2800—3150	2600—2800	2100—2600	

Utmisel saab põlevkivist 17—20⁰/0 tooröli, koostisega: 83⁰/0 C, 9,7⁰/0 H, 0,9⁰/0 S, 6,4⁰/0 (O+N+Cl), kalorsusega 1400—4300, mis ümbertöötamisel annab: mootoripõletisi (vt. tab. lk. 154), teede-ehitus-, tööstus-, ehitus- ja puidukon-servimisaineid jm.

*) Tahkainete tegelik õhutarve on ~ 500⁰/0 suurem.

Tähtsamad andmeid gaaspõletisile.

Gaas	Kalorsus kcal/m ³		Gaasi koostis %						Eri-kaal õhk=1	Hapniku-tarve m ³	Oha-	Suitsu analüüs %/100			Püritemp. °C	Brutto kaus-efer. %/100		Niiske suitsu-gaasi-bulk m ³
	Kõr-gen	Mada-lam	CO ₂	RSV	CO	H ₂	CH ₄	N ₂				CO ₂	H ₂ O	N ₂		1000 ^o	100 ^o	
Valgustus-	5900	5260	2	4	8	50	34	2	0,41	1,15	5,50	9	20,9	70,1	1980	57	96	6,23
Kivisöö-	5500	4900	2	3,5	8,2	52,5	30,0	3,5	0,40	1,06	5,09	8,8	21,2	70	1970	57	96	5,98
Koksi-	4650	4130	2,1	2,1	10,2	53,5	25,0	11,3	6,41	0,893	4,27	8,0	22,0	70	1940	58	96	4,8
Kivisövesi-	3100	2800	5	0,2	34,5	48,5	5,5	6,3	0,54	0,534	2,55	14,5	19,1	66,4	2100	54,5	95	3,14
Generator-	1280	1215	5,9	—	28,5	12,8	0,3	52,5	0,88	0,21	1,01	19,2	7,4	73,4	1640	44,5	95	1,81
Öli-vesi-	3970	3620	6	3,8	33,5	44,5	8,0	4,2	0,58	0,72	3,45	14,5	17,6	67,9	1950	58,5	96	4,08

RSV = Raak süviseinikud.

	1 kg saanud kcal		1000 kcal	
	kg	kr	kg	kr
1. Piim, separeeritud	376	2660	376	2660
2. Pukkijahu, harilik	3537	283	3537	283
3. Kartulid	5061	168	5061	168
4. Rukkijahu, harilik	2476	404	2476	404
5. Odaraõli	3357	283	3357	283
6. Sealiha, pekk	8833	146	8833	146
7. Kraeialagud (hebed)	3854	259	3854	259
8. Täispiim	674	1484	674	1484
9. Harnet, kuivatatud	3145	318	3145	318
10. Sepikujahu	3537	283	3537	283
11. Searas (pataliid)	9219	103	9219	103
12. Sealiha (spalatinud)	5164	194	5164	194
13. Peensuhkur	4718	249	4718	249
14. Nisuõli	2018	368	2018	368
15. Riisilagud	3506	285	3506	285
16. Raim (värske)	885	1130	885	1130
17. Raimetoi	8188	122	8188	122
18. Voi, talu-	7776	129	7776	129
19. Nisujahu, poolstõre	3537	283	3537	283
20. Kili, soolatud	1861	537	1861	537
21. Mannalagud	3537	283	3537	283
22. Voi, melerel	7962	126	7962	126
23. Sal	2718	368	2718	368
24. Täkkusukkr	4018	249	4018	249
25. Veri	993	1321	993	1321
26. Raim, soolatud	993	757	993	757
27. Kaalikas	388	2577	388	2577
28. Peakspas	306	3768	306	3768
29. Porrand	487	2288	487	2288
30. Lambaha, praad	1866	526	1866	526
31. Juust, täispiima	3957	770	3957	770
32. Suppliha, noonallha	1298	146	1298	146
33. Praeliha	1838	544	1838	544
34. Peedid	338	2793	338	2793
35. Heeringas soolatud	1370	730	1370	730
36. Vastikaia	913	1095	913	1095
37. Munad, värsked	1322	756	1322	756
38. Ahven, värske	462	2165	462	2165
39. Latikas, värske	570	1754	570	1754
40. Tursk, värske	388	2577	388	2577
41. Sibulad	426	2347	426	2347
42. Heng	449	2227	449	2227
43. Segapuuviil (kompot)	2500	400	2500	400
44. Ploomid, kuivat.	470	2128	470	2128
45. Köha, värske	2160	463	2160	463
46. Lõhe, värske	1170	855	1170	855
47. Lõhe, soolatud ja sulset.	1750	571	1750	571

Toiduainete kalorsus.

Toiduainete liik

Tabelli kasutamise reeglid ja 16 korrutis on 37 horisontaal-rea ja 19 vertikaalreast ristumisel, järelkuul 37, 61, 91 = 103.

Kreeka tähestik.

- α, A alfa
- β, B beeta
- γ, Γ gamma
- δ, Δ delta
- ε, Ε epsilon
- ζ, Ζ dseeta
- η, Η eeta
- θ, Θ teeta
- ι, Ι ioota
- κ, Κ kappa
- λ, Λ lambda
- μ, Μ müü
- ν, Ν nüü
- ξ, Ξ ksii
- ο, Ο mikron
- π, Π pii
- ρ, Ρ p
- σ, Σ sigma
- τ, Τ tau
- υ, Υ üpsilon
- φ, Φ fii
- χ, Χ chii
- ψ, Ψ psii
- ω, Ω o mega

Suur ükskordüks.

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198	209	220
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240
13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260
14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280
15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300
16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304	320
17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340
18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360
19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	304	323	342	361	380
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
21	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315	336	357	378	399	420
22	44	66	88	110	132	154	176	198	220	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440
23	46	69	92	115	138	161	184	207	230	253	276	299	322	345	368	391	414	437	460
24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480
25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
26	52	78	104	130	156	182	208	234	260	286	312	338	364	390	416	442	468	494	520
27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432	459	486	513	540
28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392	420	448	476	504	532	560
29	58	87	116	144	174	204	232	261	290	319	348	377	406	435	464	493	522	551	580
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600
31	62	93	124	155	186	217	248	279	310	341	372	403	434	465	496	527	558	589	620
32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	352	384	416	448	480	512	544	576	608	640
33	66	99	132	165	198	231	264	297	330	363	396	429	462	495	528	561	594	627	660
34	68	102	136	170	204	238	272	306	340	374	408	442	476	510	544	578	612	646	680
35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525	560	595	630	665	700
36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432	468	504	540	576	612	648	684	720
37	74	111	148	185	222	259	296	333	370	407	444	481	518	555	592	629	666	703	740
38	76	114	152	190	228	266	304	342	380	418	456	494	532	570	608	646	684	722	760
39	78	117	156	195	234	273	312	351	390	429	468	507	546	585	624	663	702	741	780
40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800
41	82	123	164	205	246	287	328	369	410	451	492	533	574	615	656	697	738	779	820
42	84	126	168	210	252	294	336	378	420	462	504	546	588	630	672	714	756	798	840
43	86	129	172	215	258	301	344	387	430	473	516	559	602	645	688	731	774	817	860

Matemaatika.

I. Tabelid.

1. Ruudud, kuubid, ruutjuured, kuupjuured, logaritmid, ringide ümbermõõdud ja pindalad arvudest 1—1000.

1—40

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	πd^3
1	1	1	1,0000	1,0000	0,0000	0,314	0,0079	0,1
2	4	8	1,4142	1,2599	0,3010	0,628	0,0314	0,2
3	9	27	1,7321	1,4422	0,4771	0,942	0,0707	0,3
4	16	64	2,0000	1,5874	0,6021	1,257	0,1257	0,4
5	25	125	2,2361	1,7100	0,6990	1,571	0,1964	0,5
6	36	216	2,4495	1,8171	0,7781	1,885	0,2827	0,6
7	49	343	2,6458	1,9129	0,8451	2,199	0,3848	0,7
8	64	512	2,8284	2,0000	0,9031	2,513	0,5026	0,8
9	81	729	3,0000	2,0801	0,9542	2,827	0,6362	0,9
10	100	1000	3,1623	2,1544	1,0000	3,142	0,7854	1,0
10	11	121	3,3166	2,2240	1,0414	3,456	0,9503	1,1
12	144	1728	3,4641	2,2894	1,0792	3,770	1,1310	2
13	169	2197	3,6056	2,3513	1,1139	4,084	1,3273	3
14	196	2744	3,7417	2,4101	1,1461	4,398	1,5394	4
15	225	3375	3,8730	2,4662	1,1761	4,712	1,7671	5
16	256	4096	4,0000	2,5198	1,2041	5,027	2,0106	6
17	289	4913	4,1231	2,5713	1,2304	5,341	2,2698	7
18	324	5832	4,2426	2,6207	1,2553	5,655	2,5447	8
19	361	6859	4,3589	2,6684	1,2788	5,969	2,8353	9
20	400	8000	4,4721	2,7144	1,3010	6,283	3,1416	2,0
20	21	441	4,5826	2,7589	1,3222	6,597	3,4636	1
22	484	10648	4,6904	2,8020	1,3424	6,912	3,8013	2
23	529	12167	4,7958	2,8439	1,3617	7,226	4,1548	3
24	576	13824	4,8990	2,8845	1,3802	7,540	4,5239	4
25	625	15625	5,0000	2,9240	1,3979	7,854	4,9087	5
26	676	17576	5,0990	2,9625	1,4150	8,168	5,3093	6
27	729	19683	5,1962	3,0000	1,4314	8,482	5,7256	7
28	784	21952	5,2915	3,0366	1,4472	8,796	6,1575	8
29	841	24389	5,3852	3,0723	1,4624	9,111	6,6052	9
30	900	27000	5,4772	3,1072	1,4771	9,425	7,0686	3,0
30	31	961	5,5678	3,1414	1,4914	9,739	7,5477	1
32	1024	32768	5,6569	3,1748	1,5052	10,05	8,0425	2
33	1089	35937	5,7446	3,2075	1,5185	10,37	8,5530	3
34	1156	39304	5,8310	3,2396	1,5315	10,68	9,0792	4
35	1225	42875	5,9161	3,2711	1,5441	11,00	9,6211	5
36	1296	46656	6,0000	3,3019	1,5563	11,31	10,1789	6
37	1369	50653	6,0828	3,3322	1,5682	11,62	10,752	7
38	1444	54872	6,1644	3,3620	1,5793	11,94	11,341	8
39	1521	59319	6,2450	3,3912	1,5912	12,25	11,946	9
40	1600	64000	6,3248	3,4200	1,6021	12,57	12,566	4,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
41	1681	68921	6,4031	3,4482	1,6128	12,88	13,203	4,1
42	1764	74088	6,4807	3,4760	1,6232	13,19	13,854	2
43	1849	79507	6,5574	3,5034	1,6335	13,51	14,522	3
44	1936	85184	6,6332	3,5303	1,6435	13,82	15,205	4
45	2025	91125	6,7082	3,5569	1,6532	14,14	15,904	5
46	2116	97336	6,7823	3,5830	1,6628	14,45	16,619	6
47	2209	103823	6,8557	3,6088	1,6721	14,77	17,349	7
48	2304	110592	6,9282	3,6342	1,6812	15,08	18,096	8
49	2401	117649	7,0000	3,6593	1,6902	15,39	18,857	9
50	2500	125000	7,0711	3,6840	1,6990	15,71	19,635	5,0
51	2601	132651	7,1414	3,7084	1,7076	16,02	20,428	1
52	2704	140608	7,2111	3,7325	1,7160	16,34	21,237	2
53	2809	148877	7,2801	3,7563	1,7243	16,65	22,062	3
54	2916	157464	7,3485	3,7798	1,7324	16,96	22,902	4
55	3025	166375	7,4162	3,8030	1,7404	17,28	23,758	5
56	3136	175616	7,4833	3,8259	1,7482	17,59	24,630	6
57	3249	185193	7,5498	3,8485	1,7559	17,91	25,518	7
58	3364	195112	7,6158	3,8709	1,7634	18,22	26,421	8
59	3481	205379	7,6811	3,8930	1,7709	18,54	27,340	9
60	3600	216000	7,7460	3,9149	1,7782	18,85	28,274	6,0
61	3721	226931	7,8102	3,9365	1,7853	19,16	29,225	1
62	3844	238328	7,8740	3,9579	1,7924	19,48	30,191	2
63	3969	250047	7,9373	3,9791	1,7993	19,79	31,172	3
64	4096	262144	8,0000	4,0000	1,8062	20,11	32,170	4
65	4225	274625	8,0623	4,0207	1,8129	20,42	33,183	5
66	4356	287496	8,1240	4,0412	1,8195	20,73	34,212	6
67	4489	300763	8,1854	4,0615	1,8261	21,05	35,257	7
68	4624	314432	8,2462	4,0817	1,8325	21,36	36,317	8
69	4761	328509	8,3066	4,1016	1,8388	21,68	37,389	9
70	4900	343000	8,3666	4,1213	1,8451	21,99	38,485	7,0
71	5041	357911	8,4261	4,1408	1,8513	22,31	39,592	1
72	5184	373248	8,4853	4,1602	1,8573	22,62	40,715	2
73	5329	389017	8,5440	4,1793	1,8633	22,93	41,854	3
74	5476	405224	8,6023	4,1983	1,8692	23,25	43,008	4
75	5625	421875	8,6603	4,2172	1,8751	23,56	44,179	5
76	5776	438976	8,7178	4,2358	1,8808	23,88	45,365	6
77	5929	456533	8,7750	4,2543	1,8865	24,19	46,566	7
78	6084	474552	8,8318	4,2727	1,8921	24,50	47,784	8
79	6241	493039	8,8882	4,2908	1,8976	24,82	49,017	9
80	6400	512000	8,9443	4,3089	1,9031	25,13	50,266	8,0
81	6561	531441	9,0000	4,3267	1,9085	25,45	51,530	1
82	6724	551368	9,0554	4,3445	1,9138	25,76	52,810	2
83	6889	571787	9,1104	4,3621	1,9191	26,08	54,106	3
84	7056	592704	9,1652	4,3795	1,9243	26,39	55,418	4
85	7225	614125	9,2195	4,3968	1,9294	26,70	56,745	5
86	7396	636056	9,2736	4,4140	1,9345	27,02	58,088	6
87	7569	658503	9,3274	4,4310	1,9395	27,33	59,447	7
88	7744	681472	9,3808	4,4480	1,9445	27,65	60,821	8
89	7921	704969	9,4340	4,4647	1,9494	27,96	62,211	9
90	8100	729000	9,4868	4,4814	1,9542	28,27	63,617	9,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\lg n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	\bar{d}
91	8281	753571	9,5394	4,4979	1,9590	28,59	65,039	9,1
92	8464	778688	9,5917	4,5144	1,9638	28,90	66,476	2
93	8649	804357	9,6437	4,5307	1,9685	29,22	67,929	3
94	8836	830584	9,6954	4,5468	1,9731	29,53	69,398	4
95	9025	857375	9,7468	4,5629	1,9777	29,85	70,882	5
96	9216	884736	9,7980	4,5789	1,9823	30,16	72,382	6
97	9409	912673	9,8489	4,5947	1,9868	30,47	73,898	7
98	9604	941192	9,8995	4,6104	1,9912	30,79	75,430	8
99	9801	970299	9,9499	4,6261	1,9956	31,10	76,977	9
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	2,0000	31,42	78,540	10,0
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	2,0043	31,73	80,119	1
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	2,0086	32,04	81,713	2
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	2,0128	32,36	83,323	3
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	2,0170	32,67	84,949	4
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	2,0212	32,99	86,590	5
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	2,0253	33,30	88,247	6
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	2,0294	33,62	89,920	7
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	2,0334	33,93	91,609	8
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	2,0374	34,24	93,313	9
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	2,0414	34,56	95,033	11,0
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	2,0453	34,87	96,769	1
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	2,0492	35,19	98,520	2
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	2,0531	35,50	100,287	3
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	2,0569	35,81	102,070	4
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	2,0607	36,13	103,869	5
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	2,0645	36,44	105,683	6
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	2,0682	36,76	107,513	7
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	2,0719	37,07	109,359	8
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	2,0755	37,38	111,220	9
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	2,0792	37,70	113,097	12,0
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	2,0828	38,01	114,990	1
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	2,0864	38,33	116,899	2
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	2,0899	38,64	118,823	3
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	2,0934	38,96	120,763	4
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	2,0969	39,27	122,718	5
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	2,1004	39,58	124,690	6
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	2,1038	39,90	126,677	7
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	2,1072	40,21	128,680	8
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	2,1106	40,53	130,698	9
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	2,1139	40,84	132,732	13,0
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	2,1173	41,15	134,782	1
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	2,1206	41,47	136,848	2
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	2,1239	41,78	138,929	3
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	2,1271	42,10	141,026	4
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	2,1303	42,41	143,139	5
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	2,1335	42,73	145,267	6
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	2,1367	43,04	147,411	7
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	2,1399	43,35	149,571	8
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	2,1430	43,67	151,747	9
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	2,1461	43,98	153,938	14,0

141—190

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	δ
141	19881	2803221	11,8743	5,2049	2,1492	44,30	156,145	14,1
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	2,1523	44,61	158,368	2
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	2,1553	44,92	160,606	3
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	2,1584	45,24	162,860	4
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	2,1614	45,56	165,130	5
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	2,1644	45,87	167,415	6
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	2,1673	46,18	169,717	7
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	2,1703	46,50	172,034	8
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	2,1732	46,81	174,366	9
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,1761	47,12	176,715	15,0
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	2,1790	47,44	179,079	1
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	2,1818	47,75	181,458	2
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	2,1847	48,07	183,854	3
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	2,1875	48,38	186,265	4
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	2,1903	48,69	188,692	5
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	2,1931	49,01	191,13	6
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	2,1959	49,32	193,59	7
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	2,1987	49,64	196,07	8
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	2,2014	49,95	198,56	9
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	2,2041	50,27	201,06	16,0
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	2,2068	50,58	203,58	1
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	2,2095	50,89	206,12	2
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	2,2122	51,21	208,67	3
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	2,2148	51,52	211,24	4
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	2,2175	51,84	213,82	5
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	2,2201	52,15	216,42	6
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	2,2227	52,46	219,04	7
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	2,2253	52,78	221,67	8
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	2,2279	53,09	224,32	9
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	2,2304	53,41	226,98	17,0
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	2,2330	53,72	229,66	1
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	2,2355	54,04	232,35	2
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	2,2380	54,35	235,06	3
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	2,2405	54,66	237,79	4
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	2,2430	54,98	240,53	5
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	2,2455	55,29	243,28	6
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	2,2480	55,61	246,06	7
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	2,2504	55,92	248,85	8
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	2,2529	56,23	251,65	9
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	2,2553	56,55	254,47	18,0
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	2,2577	56,86	257,30	1
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	2,2601	57,18	260,16	2
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	2,2625	57,49	263,02	3
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	2,2648	57,81	265,90	4
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	2,2672	58,12	268,80	5
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	2,2695	58,43	271,72	6
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	2,2718	58,75	274,65	7
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	2,2742	59,06	277,59	8
189	35721	6751269	13,7477	5,7388	2,2765	59,38	280,55	9
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	2,2788	59,69	283,53	19,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
191	36481	6967871	13,8203	5,7590	2,2810	60,00	286,52	19,1
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	2,2833	60,32	289,53	2
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	2,2856	60,63	292,55	3
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	2,2878	60,95	295,59	4
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	2,2900	61,26	298,65	5
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	2,2923	61,58	301,72	6
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	2,2945	61,89	304,81	7
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	2,2967	62,20	307,91	8
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	2,2989	62,52	311,03	9
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,3010	62,83	314,16	20,0
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	2,3032	63,15	317,31	1
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	2,3054	63,46	320,47	2
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	2,3075	63,77	323,65	3
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	2,3096	64,09	326,85	4
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	2,3118	64,40	330,06	5
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	2,3139	64,72	333,29	6
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	2,3160	65,03	336,54	7
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	2,3181	65,35	339,79	8
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	2,3202	65,66	343,07	9
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	2,3222	65,97	346,36	21,0
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	2,3243	66,29	349,67	1
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	2,3263	66,60	352,99	2
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	2,3284	66,92	356,33	3
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	2,3304	67,23	359,68	4
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	2,3324	67,54	363,05	5
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	2,3344	67,86	366,44	6
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	2,3365	68,17	369,84	7
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	2,3385	68,49	373,25	8
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	2,3404	68,80	376,69	9
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	2,3424	69,12	380,13	22,0
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	2,3444	69,43	383,60	1
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	2,3464	69,74	387,08	2
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	2,3483	70,06	390,57	3
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	2,3502	70,37	394,08	4
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	2,3522	70,69	397,61	5
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	2,3541	71,00	401,15	6
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	2,3560	71,31	404,71	7
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	2,3579	71,63	408,28	8
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	2,3598	71,94	411,87	9
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	2,3617	72,26	415,48	23,0
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	2,3636	72,57	419,10	1
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	2,3655	72,88	422,73	2
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	2,3674	73,20	426,38	3
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	2,3692	73,51	430,05	4
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	2,3711	73,83	433,74	5
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	2,3729	74,14	437,44	6
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	2,3747	74,46	441,15	7
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	2,3766	74,77	444,88	8
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	2,3784	75,08	448,63	9
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	2,3802	75,40	452,39	24,0

241—290

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	2,3820	75,71	456,17	24,1
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	2,3838	76,03	459,96	2
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	2,3856	76,34	463,77	3
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	2,3874	76,65	467,59	4
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	2,3892	76,97	471,44	5
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	2,3909	77,28	475,29	6
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	2,3927	77,60	479,16	7
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	2,3945	77,91	483,05	8
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	2,3962	78,23	486,95	9
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,3979	78,54	490,87	25,0
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	2,3997	78,85	494,81	1
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	2,4014	79,17	498,76	2
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	2,4031	79,48	502,73	3
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	2,4048	79,80	506,71	4
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	2,4065	80,11	510,71	5
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	2,4082	80,42	514,72	6
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	2,4099	80,74	518,75	7
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	2,4116	81,05	522,79	8
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	2,4133	81,37	526,85	9
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	2,4150	81,68	530,93	26,0
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	2,4166	82,00	535,02	1
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	2,4183	82,31	539,13	2
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	2,4200	82,62	543,25	3
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	2,4216	82,94	547,39	4
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	2,4232	83,25	551,55	5
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	2,4249	83,57	555,72	6
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	2,4265	83,88	559,90	7
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	2,4281	84,19	564,10	8
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	2,4298	84,51	568,32	9
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	2,4314	84,82	572,56	27,0
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	2,4330	85,14	576,80	1
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	2,4346	85,45	581,07	2
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	2,4362	85,77	585,35	3
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	2,4378	86,08	589,65	4
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	2,4393	86,39	593,96	5
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	2,4409	86,71	598,28	6
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	2,4425	87,02	602,63	7
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	2,4440	87,34	606,99	8
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	2,4456	87,65	611,36	9
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	2,4472	87,96	615,75	28,0
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	2,4487	88,28	620,16	1
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	2,4502	88,59	624,58	2
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	2,4518	88,91	629,02	3
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	2,4533	89,22	633,47	4
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	2,4548	89,54	637,94	5
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	2,4564	89,85	642,42	6
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	2,4579	90,16	646,92	7
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	2,4594	90,48	651,44	8
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	2,4609	90,79	655,97	9
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	2,4624	91,11	660,52	29,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	ζ
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	2,4639	91,42	665,08	29,1
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	2,4654	91,73	669,66	2
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	2,4669	92,05	674,26	3
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	2,4683	92,36	678,87	4
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	2,4698	92,68	683,49	5
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	2,4713	92,99	688,13	6
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	2,4728	93,31	692,79	7
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	2,4742	93,62	697,47	8
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	2,4757	93,93	702,15	9
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,4771	94,25	706,86	30,0
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	2,4786	94,56	711,58	1
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	2,4800	94,88	716,31	2
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	2,4814	95,19	721,07	3
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	2,4829	95,50	725,83	4
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	2,4843	95,82	730,62	5
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	2,4857	96,13	735,42	6
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	2,4871	96,45	740,23	7
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	2,4886	96,76	745,06	8
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	2,4900	97,08	749,91	9
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	2,4914	97,39	754,77	31,0
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	2,4928	97,70	759,64	1
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	2,4942	98,02	764,54	2
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	2,4955	98,33	769,45	3
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	2,4969	98,65	774,37	4
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	2,4983	98,96	779,31	5
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	2,4997	99,27	784,27	6
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	2,5011	99,59	789,24	7
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	2,5024	99,90	794,23	8
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	2,5038	100,22	799,23	9
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	2,5051	100,53	804,25	32,0
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	2,5065	100,8	809,28	1
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	2,5079	101,2	814,33	2
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	2,5092	101,5	819,40	3
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	2,5105	101,8	824,48	4
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	2,5119	102,1	829,58	5
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	2,5132	102,4	834,69	6
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	2,5145	102,7	839,82	7
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	2,5159	103,0	844,96	8
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	2,5172	103,4	850,12	9
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	2,5185	103,7	855,30	33,0
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	2,5198	104,0	860,49	1
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	2,5211	104,3	865,70	2
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	2,5224	104,6	870,92	3
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	2,5237	104,9	876,16	4
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	2,5250	105,2	881,41	5
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	2,5263	105,6	886,68	6
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	2,5276	105,9	891,97	7
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	2,5289	106,2	897,27	8
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	2,5302	106,5	902,59	9
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	2,5315	106,8	907,92	34,0

341—390

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πn	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	2,5328	107,1	913,27	34,1
342	116964	40001698	18,4932	6,9932	2,5340	107,4	918,63	2
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	2,5353	107,8	924,01	3
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	2,5366	108,1	929,41	4
345	119025	41063825	18,5742	7,0136	2,5378	108,4	934,82	5
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	2,5391	108,7	940,25	6
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	2,5408	109,0	945,69	7
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	2,5416	109,3	951,15	8
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	2,5428	109,6	956,62	9
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	2,5441	110,0	962,11	35,0
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	2,5453	110,3	967,62	1
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	2,5465	110,6	973,14	2
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	2,5478	110,9	978,68	3
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	2,5490	111,2	984,23	4
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	2,5502	111,5	989,80	5
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	2,5514	111,8	995,38	6
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	2,5527	112,2	1000,98	7
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	2,5539	112,5	1006,60	8
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	2,5551	112,8	1012,23	9
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	2,5563	113,1	1017,87	36,0
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	2,5575	113,4	1023,54	1
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	2,5587	113,7	1029,22	2
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	2,5599	114,0	1034,91	3
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	2,5611	114,4	1040,62	4
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	2,5623	114,7	1046,35	5
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	2,5635	115,0	1052,09	6
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	2,5647	115,3	1057,85	7
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	2,5658	115,6	1063,62	8
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	2,5670	115,9	1069,41	9
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	2,5682	116,2	1075,21	37,0
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	2,5694	116,6	1081,03	1
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	2,5705	116,9	1086,87	2
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	2,5717	117,2	1092,72	3
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	2,5729	117,5	1098,58	4
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	2,5740	117,8	1104,47	5
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	2,5752	118,1	1110,4	6
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	2,5763	118,4	1116,3	7
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	2,5775	118,8	1122,2	8
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	2,5786	119,1	1128,1	9
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	2,5798	119,4	1134,1	58,0
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	2,5809	119,7	1140,1	1
382	145924	55742968	19,5448	7,2558	2,5821	120,0	1146,1	2
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	2,5832	120,3	1152,1	3
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	2,5843	120,6	1158,1	4
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	2,5855	121,0	1164,2	5
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	2,5866	121,3	1170,2	6
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	2,5877	121,6	1176,3	7
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	2,5888	121,9	1182,4	8
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	2,5899	122,2	1188,5	9
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	2,5911	122,5	1194,6	39,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{s}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	2,5922	122,8	1200,7	39,1
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	2,5933	123,2	1206,9	2
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	2,5944	123,5	1213,0	3
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	2,5955	123,8	1219,2	4
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	2,5966	124,1	1225,4	5
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	2,5977	124,4	1231,6	6
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	2,5988	124,7	1237,9	7
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	2,5999	125,0	1244,1	8
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	2,6010	125,3	1250,4	9
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	2,6021	125,7	1256,6	40,0
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	2,6031	126,0	1262,9	1
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	2,6042	126,3	1269,2	2
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	2,6053	126,6	1275,6	3
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	2,6064	126,9	1281,9	4
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	2,6075	127,2	1288,2	5
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	2,6085	127,5	1294,6	6
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	2,6096	127,9	1301,0	7
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	2,6107	128,2	1307,4	8
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	2,6117	128,5	1313,8	9
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	2,6128	128,8	1320,3	41,0
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	2,6138	129,1	1326,7	1
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	2,6149	129,4	1333,2	2
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	2,6160	129,7	1339,6	3
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	2,6170	130,1	1346,1	4
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	2,6180	130,4	1352,7	5
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	2,6191	130,7	1359,2	6
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	2,6201	131,0	1365,7	7
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	2,6212	131,3	1372,3	8
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	2,6222	131,6	1378,9	9
420	176400	74089000	20,4939	7,4889	2,6232	131,9	1385,4	42,0
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	2,6243	132,3	1392,0	1
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	2,6253	132,6	1398,7	2
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	2,6263	132,9	1405,3	3
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	2,6274	133,2	1412,0	4
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	2,6284	133,5	1418,6	5
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	2,6294	133,8	1425,3	6
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	2,6304	134,1	1432,0	7
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	2,6314	134,4	1438,7	8
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	2,6325	134,8	1445,5	9
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	2,6335	135,1	1452,2	43,0
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	2,6345	135,4	1459,0	1
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	2,6355	135,7	1465,7	2
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	2,6365	136,0	1472,5	3
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	2,6375	136,3	1479,3	4
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	2,6385	136,7	1486,2	5
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	2,6395	137,0	1493,0	6
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	2,6405	137,3	1499,9	7
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	2,6415	137,6	1506,7	8
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	2,6425	137,9	1513,6	9
440	193600	85184000	20,9762	7,6059	2,6435	138,2	1520,5	44,0

441—490

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{s}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d'
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	2,6444	138,5	1527,5	44,1
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	2,6454	138,9	1534,4	44,2
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	2,6464	139,2	1541,3	44,3
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	2,6474	139,5	1548,3	44,4
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	2,6484	139,8	1555,3	44,5
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	2,6493	140,1	1562,3	44,6
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	2,6503	140,4	1569,3	44,7
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	2,6513	140,7	1576,3	44,8
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	2,6523	141,1	1583,4	44,9
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	2,6532	141,4	1590,4	45,0
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	2,6542	141,7	1597,5	45,1
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	2,6551	142,0	1604,6	45,2
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	2,6561	142,3	1611,7	45,3
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	2,6571	142,6	1618,8	45,4
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	2,6580	142,9	1626,0	45,5
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,6590	143,3	1633,1	45,6
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	2,6599	143,6	1640,3	45,7
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	2,6609	143,9	1647,5	45,8
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	2,6618	144,2	1654,7	45,9
460	211600	97336000	21,4476	7,7194	2,6628	144,5	1661,9	46,0
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	2,6637	144,8	1669,1	46,1
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	2,6646	145,1	1676,4	46,2
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	2,6656	145,5	1683,7	46,3
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	2,6665	145,8	1690,9	46,4
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	2,6675	146,1	1698,2	46,5
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	2,6684	146,4	1705,5	46,6
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	2,6693	146,7	1712,9	46,7
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	2,6702	147,0	1720,2	46,8
469	219961	103161709	21,6564	7,7695	2,6712	147,3	1727,6	46,9
470	220900	103823000	21,6795	7,7750	2,6721	147,7	1734,9	47,0
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	2,6730	148,0	1742,3	47,1
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	2,6739	148,3	1749,7	47,2
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	2,6749	148,6	1757,2	47,3
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	2,6758	148,9	1764,6	47,4
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	2,6767	149,2	1772,1	47,5
476	226576	107850176	21,8174	7,8079	2,6776	149,5	1779,5	47,6
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	2,6785	149,9	1787,0	47,7
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	2,6794	150,2	1794,5	47,8
479	229441	109902230	21,8861	7,8243	2,6803	150,5	1802,0	47,9
480	230400	110592000	21,9089	7,8297	2,6812	150,8	1809,6	48,0
481	231361	111284641	21,9317	7,8352	2,6821	151,1	1817,1	48,1
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	2,6830	151,4	1824,7	48,2
483	233289	112678587	21,9773	7,8460	2,6839	151,7	1832,3	48,3
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	2,6848	152,1	1839,8	48,4
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	2,6857	152,4	1847,5	48,5
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	2,6866	152,7	1855,1	48,6
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	2,6875	153,0	1862,7	48,7
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	2,6884	153,3	1870,4	48,8
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	2,6893	153,6	1878,1	48,9
490	240100	117649000	22,1359	7,8837	2,6902	153,9	1885,7	49,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^3}{4}$	d
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	2,6911	154,3	1893,4	49,1
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	2,6920	154,6	1901,2	49,2
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	2,6928	154,9	1908,9	49,3
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	2,6937	155,2	1916,7	49,4
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	2,6946	155,5	1924,4	49,5
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	2,6955	155,8	1932,2	49,6
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	2,6964	156,1	1940,0	49,7
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	2,6972	156,5	1947,8	49,8
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	2,6981	156,8	1955,6	49,9
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	2,6990	157,1	1963,5	50,0
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	2,6998	157,4	1971,4	50,1
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	2,7007	157,7	1979,2	50,2
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	2,7016	158,0	1987,1	50,3
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	2,7024	158,3	1995,0	50,4
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	2,7033	158,7	2003,0	50,5
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	2,7042	159,0	2010,9	50,6
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	2,7050	159,3	2018,9	50,7
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	2,7059	159,6	2026,8	50,8
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	2,7067	159,9	2034,8	50,9
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	2,7076	160,2	2042,8	51,0
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	2,7084	160,5	2050,8	51,1
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	2,7093	160,8	2058,9	51,2
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	2,7101	161,2	2066,9	51,3
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	2,7110	161,5	2075,0	51,4
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	2,7118	161,8	2083,1	51,5
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	2,7126	162,1	2091,2	51,6
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	2,7135	162,4	2099,3	51,7
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	2,7143	162,7	2107,4	51,8
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	2,7152	163,0	2115,6	51,9
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	2,7160	163,4	2123,7	52,0
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	2,7169	163,7	2131,9	52,1
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	2,7177	164,0	2140,1	52,2
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	2,7185	164,3	2148,3	52,3
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	2,7193	164,6	2156,5	52,4
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	2,7202	164,9	2164,8	52,5
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	2,7210	165,2	2173,0	52,6
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	2,7218	165,6	2181,3	52,7
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	2,7226	165,9	2189,6	52,8
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	2,7235	166,2	2197,9	52,9
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	2,7243	166,5	2206,2	53,0
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	2,7251	166,8	2214,5	53,1
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	2,7259	167,1	2222,9	53,2
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	2,7267	167,4	2231,2	53,3
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	2,7275	167,8	2239,6	53,4
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	2,7284	168,1	2248,0	53,5
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	2,7292	168,4	2256,4	53,6
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	2,7300	168,7	2264,8	53,7
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	2,7308	169,0	2273,3	53,8
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	2,7316	169,3	2281,8	53,9
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	2,7324	169,6	2290,2	54,0

541—590

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	2,7332	170,0	2298,7	54,1
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	2,7340	170,3	2307,2	2
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	2,7348	170,6	2315,7	3
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	2,7356	170,9	2324,3	4
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	2,7364	171,2	2332,8	5
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	2,7372	171,5	2341,4	6
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	2,7380	171,8	2350,0	7
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	2,7388	172,2	2358,6	8
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	2,7396	172,5	2367,2	9
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	2,7404	172,8	2375,8	55,0
551	303601	167284151	23,4734	8,1982	2,7412	173,1	2384,5	1
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	2,7419	173,4	2393,1	2
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	2,7427	173,7	2401,8	3
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	2,7435	174,0	2410,5	4
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	2,7443	174,4	2419,2	5
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	2,7451	174,7	2427,9	6
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	2,7459	175,0	2436,7	7
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	2,7466	175,3	2445,4	8
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	2,7474	175,6	2454,2	9
560	313600	175616000	23,6643	8,2426	2,7482	175,9	2463,0	56,0
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	2,7490	176,2	2471,8	1
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	2,7497	176,6	2480,6	2
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	2,7505	176,9	2489,5	3
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	2,7513	177,2	2498,3	4
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	2,7521	177,5	2507,2	5
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	2,7528	177,8	2516,1	6
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	2,7536	178,1	2525,0	7
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	2,7543	178,4	2533,9	8
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	2,7551	178,8	2542,8	9
570	324900	185193000	23,8747	8,2913	2,7559	179,1	2551,8	57,0
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	2,7566	179,4	2560,7	1
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	2,7574	179,7	2569,7	2
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	2,7582	180,0	2578,7	3
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	2,7589	180,3	2587,7	4
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	2,7597	180,6	2596,7	5
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	2,7604	181,0	2605,8	6
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	2,7612	181,3	2614,8	7
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	2,7619	181,6	2623,9	8
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	2,7627	181,9	2633,0	9
580	336400	195112000	24,0832	8,3396	2,7634	182,2	2642,1	58,0
581	337561	196122941	24,1039	8,3443	2,7642	182,5	2651,2	1
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	2,7649	182,8	2660,3	2
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	2,7657	183,2	2669,5	3
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	2,7664	183,5	2678,7	4
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	2,7672	183,8	2687,8	5
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	2,7679	184,1	2697,0	6
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	2,7686	184,4	2706,2	7
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	2,7694	184,7	2715,5	8
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	2,7701	185,0	2724,7	9
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	2,7709	185,4	2734,0	59,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{s}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	2,7716	185,7	2743,3	59,1
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	2,7723	186,0	2752,5	2
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	2,7731	186,3	2761,8	3
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	2,7738	186,6	2771,2	4
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	2,7745	186,9	2780,5	5
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	2,7752	187,2	2789,9	6
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	2,7760	187,6	2799,2	7
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	2,7767	187,9	2808,6	8
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	2,7774	188,2	2818,0	9
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	2,7782	188,5	2827,4	60,0
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	2,7789	188,8	2836,9	1
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	2,7796	189,1	2846,3	2
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	2,7803	189,4	2855,8	3
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	2,7810	189,8	2865,3	4
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	2,7818	190,1	2874,8	5
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	2,7825	190,4	2884,3	6
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	2,7832	190,7	2893,8	7
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	2,7839	191,0	2903,3	8
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	2,7846	191,3	2912,9	9
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	2,7853	191,6	2922,5	61,0
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	2,7860	192,0	2932,1	1
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	2,7868	192,3	2941,7	2
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	2,7875	192,6	2951,3	3
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	2,7882	192,9	2960,9	4
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	2,7889	193,2	2970,6	5
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	2,7896	193,5	2980,2	6
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	2,7903	193,8	2989,9	7
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	2,7910	194,2	2999,6	8
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	2,7917	194,5	3009,3	9
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	2,7924	194,8	3019,1	62,0
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	2,7931	195,1	3028,8	1
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	2,7938	195,4	3038,6	2
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	2,7945	195,7	3048,4	3
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	2,7952	196,0	3058,2	4
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	2,7959	196,4	3068,0	5
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	2,7966	196,7	3077,8	6
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	2,7973	197,0	3087,6	7
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	2,7980	197,3	3097,5	8
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	2,7987	197,6	3107,4	9
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	2,7993	197,9	3117,2	63,0
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	2,8000	198,2	3127,1	1
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	2,8007	198,5	3137,1	2
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	2,8014	198,9	3147,0	3
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	2,8021	199,2	3157,0	4
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	2,8028	199,5	3166,9	5
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	2,8035	199,8	3176,9	6
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2,8041	200,1	3186,9	7
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2,8048	200,4	3196,9	8
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2,8055	200,7	3206,9	9
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2,8062	201,1	3217,0	64,0

641—690

n	n^2	n^2	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πx	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2,8069	201,4	3227,1	64,1
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2,8075	201,7	3237,1	64,2
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2,8082	202,0	3247,2	64,3
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2,8089	202,3	3257,3	64,4
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2,8096	202,6	3267,5	64,5
646	417313	269586136	25,4165	8,6446	2,8102	202,9	3277,6	64,6
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2,8109	203,3	3287,7	64,7
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2,8116	203,6	3297,9	64,8
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2,8122	203,9	3308,1	64,9
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2,8129	204,2	3318,3	65,0
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2,8136	204,5	3328,5	65,1
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2,8142	204,8	3338,8	65,2
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2,8149	205,1	3349,0	65,3
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2,8156	205,5	3359,3	65,4
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	2,8162	205,8	3369,6	65,5
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2,8169	206,1	3379,9	65,6
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2,8176	206,4	3390,2	65,7
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2,8182	206,7	3400,5	65,8
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2,8189	207,0	3410,8	65,9
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	2,8195	207,3	3421,2	66,0
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2,8202	207,7	3431,6	66,1
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2,8209	208,0	3442,0	66,2
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2,8215	208,3	3452,4	66,3
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2,8222	208,6	3462,8	66,4
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2,8228	208,9	3473,2	66,5
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2,8235	209,2	3483,7	66,6
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2,8241	209,5	3494,2	66,7
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2,8248	209,9	3504,6	66,8
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2,8254	210,2	3515,1	66,9
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	2,8261	210,5	3525,7	67,0
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2,8267	210,8	3536,2	67,1
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2,8274	211,1	3546,7	67,2
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2,8280	211,4	3557,3	67,3
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	2,8287	211,7	3567,9	67,4
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2,8293	212,1	3578,5	67,5
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2,8299	212,4	3589,1	67,6
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2,8306	212,7	3599,7	67,7
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	2,8312	213,0	3610,3	67,8
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2,8319	213,3	3621,0	67,9
680	462400	314432000	26,0768	8,7937	2,8325	213,6	3631,7	68,0
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2,8331	213,9	3642,4	68,1
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2,8338	214,3	3653,1	68,2
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2,8344	214,6	3663,8	68,3
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2,8351	214,9	3674,5	68,4
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2,8357	215,2	3685,3	68,5
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2,8363	215,5	3696,1	68,6
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2,8370	215,8	3706,8	68,7
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2,8376	216,1	3717,6	68,8
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2,8382	216,5	3728,5	68,9
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	2,8388	216,8	3739,3	69,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πn	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
691	477481	329039371	26,2869	8,8408	2,8395	217,1	3750,1	69,1
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2,8401	217,4	3761,0	2
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2,8407	217,7	3771,9	3
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2,8414	218,0	3782,8	4
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2,8420	218,3	3793,7	5
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2,8426	218,7	3804,6	6
697	485809	338609873	26,4008	8,8663	2,8432	219,0	3815,5	7
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2,8439	219,3	3826,5	8
699	488601	341532099	26,4386	8,8748	2,8445	219,6	3837,5	9
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2,8451	219,9	3848,5	70,0
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2,8457	220,2	3859,5	1
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2,8463	220,5	3870,5	2
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2,8470	220,9	3881,5	3
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2,8476	221,2	3892,6	4
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2,8482	221,5	3903,6	5
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2,8488	221,8	3914,7	6
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	2,8494	222,1	3925,8	7
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2,8500	222,4	3936,9	8
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2,8506	222,7	3948,0	9
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	2,8513	223,1	3959,2	71,0
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2,8519	223,4	3970,4	1
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2,8525	223,7	3981,5	2
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2,8531	224,0	3992,7	3
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2,8537	224,3	4003,9	4
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2,8543	224,6	4015,2	5
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2,8549	224,9	4026,4	6
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2,8555	225,3	4037,6	7
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	2,8561	225,6	4048,9	8
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2,8567	225,9	4060,2	9
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	2,8573	226,2	4071,5	72,0
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	2,8579	226,5	4082,8	1
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2,8585	226,8	4094,2	2
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2,8591	227,1	4105,5	3
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2,8597	227,5	4116,9	4
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2,8603	227,8	4128,2	5
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2,8609	228,1	4139,6	6
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2,8615	228,4	4151,1	7
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2,8621	228,7	4162,5	8
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2,8627	229,0	4173,9	9
730	532900	389017000	27,0185	9,0041	2,8633	229,3	4185,4	73,0
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	2,8639	229,7	4196,9	1
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	2,8645	230,0	4208,4	2
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	2,8651	230,3	4219,9	3
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	2,8657	230,6	4231,4	4
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	2,8663	230,9	4242,9	5
736	541696	398688256	27,1293	9,0287	2,8669	231,2	4254,5	6
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	2,8675	231,5	4266,0	7
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	2,8681	231,9	4277,6	8
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	2,8686	232,2	4289,2	9
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	2,8692	232,5	4300,8	74,0

741—790

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	2,8698	232,8	4312,5	74,1
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	2,8704	233,1	4324,1	2
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	2,8710	233,4	4335,8	3
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	2,8716	233,7	4347,5	4
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	2,8722	234,0	4359,2	5
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	2,8727	234,4	4370,9	6
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	2,8733	234,7	4382,6	7
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	2,8739	235,0	4394,3	8
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	2,8745	235,3	4406,1	9
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2,8751	235,6	4417,9	75,0
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	2,8756	235,9	4429,7	1
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	2,8762	236,2	4441,5	2
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	2,8768	236,6	4453,3	3
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	2,8774	236,9	4465,1	4
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	2,8779	237,2	4477,0	5
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	2,8785	237,5	4488,8	6
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	2,8791	237,8	4500,7	7
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	2,8797	238,1	4512,6	8
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	2,8802	238,4	4524,5	9
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	2,8808	238,8	4536,5	76,0
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	2,8814	239,1	4548,4	L
762	580644	442450728	27,6043	9,1338	2,8820	239,4	4560,4	2
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	2,8825	239,7	4572,3	3
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	2,8831	240,0	4584,3	4
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	2,8837	240,3	4596,3	5
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	2,8842	240,6	4608,4	6
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2,8848	241,0	4620,4	7
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2,8854	241,3	4632,5	8
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2,8859	241,6	4644,5	9
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	2,8865	241,9	4656,6	77,0
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2,8871	242,2	4668,7	1
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	2,8876	242,5	4680,8	2
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2,8882	242,8	4693,0	3
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2,8887	243,2	4705,1	4
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2,8893	243,5	4717,3	5
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2,8899	243,8	4729,5	6
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2,8904	244,1	4741,7	7
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2,8910	244,4	4753,9	8
779	606841	472729189	27,9106	9,2012	2,8915	244,7	4766,1	9
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	2,8921	245,0	4778,4	78,0
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2,8927	245,4	4790,6	1
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2,8932	245,7	4802,9	2
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2,8938	246,0	4815,2	3
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2,8943	246,3	4827,5	4
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2,8949	246,6	4839,8	5
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2,8954	246,9	4852,2	6
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2,8960	247,2	4864,5	7
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2,8965	247,6	4876,9	8
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2,8971	247,9	4889,3	9
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	2,8976	248,2	4901,7	79,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2,8982	248,5	4914,1	79,1
792	627264	496798088	28,1425	9,2521	2,8987	248,8	4926,5	2
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2,8993	249,1	4939,0	3
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2,8998	249,4	4951,4	4
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2,9004	249,8	4963,9	5
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2,9009	250,1	4976,4	6
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2,9015	250,4	4988,9	7
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2,9020	250,7	5001,4	8
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2,9025	251,0	5014,0	9
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2,9031	251,3	5026,5	80,0
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2,9036	251,6	5039,1	1
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2,9042	252,0	5051,7	2
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	2,9047	252,3	5064,3	3
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2,9053	252,6	5076,9	4
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2,9058	252,9	5089,6	5
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2,9063	253,2	5102,2	6
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2,9069	253,5	5114,9	7
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2,9074	253,8	5127,6	8
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2,9079	254,2	5140,3	9
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	2,9085	254,5	5153,0	81,0
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2,9090	254,8	5165,7	1
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2,9096	255,1	5178,5	2
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2,9101	255,4	5191,2	3
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2,9106	255,7	5204,0	4
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2,9112	256,0	5216,8	5
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2,9117	256,4	5229,6	6
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2,9122	256,7	5242,4	7
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2,9128	257,0	5255,3	8
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2,9133	257,3	5268,1	9
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2,9138	257,6	5281,0	82,0
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2,9143	257,9	5293,9	1
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	2,9149	258,2	5306,8	2
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2,9154	258,6	5319,7	3
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2,9159	258,9	5332,7	4
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2,9165	259,2	5345,6	5
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2,9170	259,5	5358,6	6
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2,9175	259,8	5371,6	7
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2,9180	260,1	5384,6	8
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2,9186	260,4	5397,6	9
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2,9191	260,8	5410,6	83,0
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2,9196	261,1	5423,7	1
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2,9201	261,4	5436,7	2
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2,9206	261,7	5449,8	3
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2,9212	262,0	5462,9	4
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2,9217	262,3	5476,0	5
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	2,9222	262,6	5489,1	6
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2,9227	263,0	5502,3	7
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2,9232	263,3	5515,4	8
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	2,9238	263,6	5528,6	9
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2,9243	263,9	5541,8	84,0

841—890

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{8}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d	
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2,9248	264,2	5555,0	84,1	
842	708964	598947688	29,0172	9,4429	2,9253	264,5	5568,2	2	
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2,9258	264,8	5581,4	3	
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2,9263	265,2	5594,7	4	
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2,9269	265,5	5607,9	5	
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2,9274	265,8	5621,2	6	
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2,9279	266,1	5634,5	7	
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2,9284	266,4	5647,8	8	
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2,9289	266,7	5661,2	9	
850	850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2,9294	267,0	5674,5	85,0
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	2,9299	267,4	5687,9	1	
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	2,9304	267,7	5701,2	2	
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	2,9309	268,0	5714,6	3	
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	2,9315	268,3	5728,0	4	
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	2,9320	268,6	5741,5	5	
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	2,9325	268,9	5754,9	6	
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	2,9330	269,2	5768,3	7	
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	2,9335	269,5	5781,8	8	
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	2,9340	269,9	5795,3	9	
860	860	739600	636056000	29,3258	9,5097	2,9345	270,2	5808,8	86,0
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	2,9350	270,5	5822,3	1	
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	2,9355	270,8	5835,9	2	
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	2,9360	271,1	5849,4	3	
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	2,9365	271,4	5863,0	4	
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	2,9370	271,7	5876,5	5	
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	2,9375	272,1	5890,1	6	
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	2,9380	272,4	5903,8	7	
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	2,9385	272,7	5917,4	8	
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	2,9390	273,0	5931,0	9	
870	870	756900	658503000	29,4958	9,5464	2,9395	273,3	5944,7	87,0
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	2,9400	273,6	5958,4	1	
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	2,9405	273,9	5972,0	2	
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	2,9410	274,3	5985,7	3	
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	2,9415	274,6	5999,5	4	
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	2,9420	274,9	6013,2	5	
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	2,9425	275,2	6027,0	6	
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	2,9430	275,5	6040,7	7	
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	2,9435	275,8	6054,5	8	
879	772641	679151439	29,6479	9,5792	2,9440	276,1	6068,3	9	
880	880	774400	681472000	29,6648	9,5828	2,9445	276,5	6082,1	88,0
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	2,9450	276,8	6096,0	1	
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	2,9455	277,1	6109,8	2	
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	2,9460	277,4	6123,7	3	
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	2,9465	277,7	6137,5	4	
885	783225	693154125	29,7489	9,6010	2,9469	278,0	6151,4	5	
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	2,9474	278,3	6165,3	6	
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	2,9479	278,7	6179,3	7	
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	2,9484	279,0	6193,2	8	
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	2,9489	279,3	6207,2	9	
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	2,9494	279,6	6221,1	89,0	

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
891	793881	707347971	29,8496	9,6226	2,9499	279,9	6235,1	89,1
892	795664	709732288	29,8664	9,6262	2,9504	280,2	6249,1	2
893	797449	712121957	29,8831	9,6298	2,9509	280,5	6263,1	3
894	799236	714516984	29,8998	9,6334	2,9513	280,9	6277,2	4
895	801025	716917375	29,9166	9,6370	2,9518	281,2	6291,2	5
896	802816	719323136	29,9333	9,6406	2,9523	281,5	6305,3	6
897	804609	721734273	29,9500	9,6442	2,9528	281,8	6319,4	7
898	806404	724150792	29,9666	9,6477	2,9533	282,1	6333,5	8
899	808201	726572699	29,9833	9,6513	2,9538	282,4	6347,6	9
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2,9542	282,7	6361,7	90,0
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	2,9547	283,1	6375,9	1
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	2,9552	283,4	6390,0	2
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	2,9557	283,7	6404,2	3
904	817216	738763284	30,0666	9,6692	2,9562	284,0	6418,4	4
905	819025	741217625	30,0832	9,6727	2,9566	284,3	6432,6	5
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	2,9571	284,6	6446,8	6
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	2,9576	284,9	6461,1	7
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	2,9581	285,3	6475,3	8
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	2,9586	285,6	6489,6	9
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	2,9590	285,9	6503,9	91,0
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	2,9595	286,2	6518,2	1
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	2,9600	286,5	6532,5	2
913	833569	761048497	30,2159	9,7012	2,9605	286,8	6546,8	3
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	2,9609	287,1	6561,1	4
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	2,9614	287,5	6575,5	5
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	2,9619	287,8	6589,9	6
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	2,9624	288,1	6604,3	7
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	2,9628	288,4	6618,7	8
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	2,9633	288,7	6633,2	9
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	2,9638	289,0	6647,6	92,0
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	2,9643	289,3	6662,1	1
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	2,9647	289,7	6676,5	2
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	2,9652	290,0	6691,0	3
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	2,9657	290,3	6705,5	4
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	2,9661	290,6	6720,1	5
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	2,9666	290,9	6734,6	6
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	2,9671	291,2	6749,2	7
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	2,9675	291,5	6763,7	8
929	863041	801765089	30,4795	9,7575	2,9680	291,9	6778,3	9
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	2,9685	292,2	6792,9	93,0
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	2,9689	292,5	6807,5	1
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	2,9694	292,8	6822,2	2
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	2,9699	293,1	6836,8	3
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	2,9703	293,4	6851,5	4
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	2,9708	293,7	6866,1	5
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	2,9713	294,1	6880,8	6
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	2,9717	294,4	6895,6	7
938	879844	825293672	30,6268	9,7889	2,9722	294,7	6910,3	8
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	2,9727	295,0	6925,0	9
940	883600	830594000	30,6594	9,7959	2,9731	295,3	6939,8	94,0

941—990

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	d
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	2,9736	295,6	6954,6	94,1
942	887364	835898888	30,6920	9,8028	2,9741	295,9	6969,3	2
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	2,9745	296,3	6984,1	3
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2,9750	296,6	6999,0	4
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	2,9754	296,9	7013,8	5
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2,9759	297,2	7028,7	6
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2,9763	297,5	7043,5	7
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2,9768	297,8	7058,4	8
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2,9773	298,1	7073,3	9
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2,9777	298,5	7088,2	95,0
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2,9782	298,8	7103,1	1
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2,9786	299,1	7118,1	2
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2,9791	299,4	7133,1	3
954	910116	868250664	30,8869	9,8443	2,9795	299,7	7148,0	4
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	2,9800	300,0	7163,0	5
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	2,9805	300,3	7178,0	6
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	2,9809	300,7	7193,1	7
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	2,9814	301,0	7208,1	8
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	2,9818	301,3	7223,2	9
960	921600	884736000	30,9839	9,8648	2,9823	301,6	7238,2	96,0
961	923521	887503681	31,0000	9,8683	2,9827	301,9	7253,3	1
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	2,9832	302,2	7268,4	2
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	2,9836	302,5	7283,5	3
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	2,9841	302,8	7298,7	4
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	2,9845	303,2	7313,8	5
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	2,9850	303,5	7329,0	6
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	2,9854	303,8	7344,2	7
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	2,9859	304,1	7359,4	8
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	2,9863	304,4	7374,6	9
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	2,9868	304,7	7389,8	97,0
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	2,9872	305,0	7405,1	1
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	2,9877	305,4	7420,3	2
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	2,9881	305,7	7435,6	3
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	2,9886	306,0	7450,9	4
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	2,9890	306,3	7466,2	5
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	2,9894	306,6	7481,5	6
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	2,9899	306,9	7496,9	7
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	2,9903	307,2	7512,2	8
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	2,9908	307,6	7527,6	9
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	2,9912	307,9	7543,0	98,0
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	2,9917	308,2	7558,4	1
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	2,9921	308,5	7573,8	2
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	2,9926	308,8	7589,2	3
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	2,9930	309,1	7604,7	4
985	970225	955671625	31,3847	9,9497	2,9934	309,4	7620,1	5
986	972196	958585256	31,4006	9,9531	2,9939	309,8	7635,6	6
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	2,9943	310,1	7651,1	7
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	2,9948	310,4	7666,6	8
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	2,9952	310,7	7682,1	9
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	2,9956	311,0	7697,7	99,0

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$	\bar{d}
991	982081	973242271	31,4802	9,9899	2,9961	311,3	7713,2	99,1
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	2,9965	311,6	7723,8	2
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	2,9969	312,0	7744,4	3
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	2,9974	312,3	7760,0	4
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	2,9978	312,6	7775,6	5
996	992016	988047926	31,5595	9,9866	2,9983	312,9	7791,3	6
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	2,9987	313,2	7806,9	7
998	996004	994011952	31,5911	9,9933	2,9991	313,5	7822,6	8
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	2,9996	313,8	7838,3	9
1000	1000000	1000000000	31,6228	10,0000	3,0000	314,2	7854,0	100,0

2. Tähtsama d jäävsuurus ed

Suu- rus.	n	$\log n$	Suu- rus.	n	$\log n$	Suu- rus.	n	$\log n$
π	3,1415927	0,49715	g	9,81	0,99167	$\sqrt[3]{3:\pi}$	0,984745	0,99332-1
2π	6,2831853	0,79818	g^2	96,2361	1,98334	$1\ 2g$	0,050968	0,70730-2
5π	9,4247780	0,97427	\sqrt{g}	9,1320919	0,49589	$2\sqrt{g}$	6,264184	0,79686
$\pi:2$	1,5707963	0,19612	$\pi:\sqrt{2}$	2,221442	0,34663	$\sqrt{2g}$	4,429447	0,64685
$\pi:3$	1,0471976	0,02003	$2\sqrt{\pi}$	3,544908	0,54960	$\pi\sqrt{g}$	9,839757	0,99298
$\pi:4$	0,7853982	0,89509-1	$\sqrt{2\pi}$	2,506629	0,39909	$\pi\sqrt{2g}$	13,91536	1,14350
π^2	9,8696044	0,99430	$\sqrt{\pi:2}$	1,253314	0,09806	$\pi:\sqrt{g}$	1,002033	0,00132
π^3	31,006277	1,49145	$\sqrt{2:\pi}$	0,797885	0,90194-1	$\pi:\sqrt{2g}$	0,709252	0,85090-1
$\sqrt{\pi}$	1,7724539	0,24857	$\sqrt[3]{3:\pi}$	0,977205	0,98995-1	e	2,718282	0,43429
$\sqrt{\pi}$	1,4845919	0,16572	$\sqrt[3]{\pi}$	1,845261	0,26606	e^2	7,399056	0,86859
$4\pi^2$	39,478418	1,59636	$\sqrt{\pi:2}$	1,162447	0,06537	$1:e$	0,367879	0,56571-1
$\pi^2:4$	2,4674011	0,39224	$\sqrt{\pi:4}$	0,922635	0,96503-1	$1:e^2$	0,135335	0,13141-1
$\pi\sqrt{2}$	4,4428829	0,64767	$\sqrt[3]{2:\pi}$	0,860254	0,33463-1	\sqrt{e}	1,648721	0,21715
						$\sqrt[3]{e}$	1,395612	0,14472

3. Mõnede murdude ruut- ja kuupjuured.

n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
0,01	0,100	0,215	0,25	0,500	0,630	$1/4$	0,500	0,630	$2/3$	0,612	0,721
0,02	0,141	0,271	0,3	0,548	0,669	$2/3$	0,866	0,909	$5/6$	0,791	0,855
0,03	0,173	0,311	0,4	0,632	0,737	$1/6$	0,408	0,550	$2/3$	0,935	0,956
0,04	0,200	0,342	0,5	0,707	0,794	$1/6$	0,913	0,941	$1/6$	0,333	0,481
0,05	0,224	0,368	0,6	0,775	0,843	$1/2$	0,378	0,523	$2/3$	0,471	0,606
0,06	0,245	0,391	0,7	0,837	0,888	$1/2$	0,535	0,659	$1/6$	0,667	0,763
0,07	0,265	0,412	0,75	0,867	0,909	$2/3$	0,855	0,754	$5/6$	0,745	0,822
0,08	0,283	0,431	0,8	0,894	0,928	$1/2$	0,756	0,830	$1/6$	0,882	0,916
0,09	0,300	0,448	0,9	0,949	0,965	$2/3$	0,845	0,894	$1/12$	0,229	0,437
0,1	0,316	0,464	$2/3$	0,577	0,693	$1/2$	0,926	0,950	$1/12$	0,645	0,747
0,2	0,447	0,585	$1/2$	0,816	0,874	$1/4$	0,354	0,500	$1/12$	0,764	0,886

Tabelit 2. täiendada järgmisega:

$$1:\pi = 0,318310;$$

$$\log(1:\pi) = 0,50285 - 1;$$

$$1:\pi^2 = 0,101321;$$

$$\log(1:\pi^2) = 0,00570 - 1;$$

$$1:\pi^3 = 0,032252;$$

$$\log(1:\pi^3) = 0,50856 - 2.$$

Sellesse tabelisse on paigutatud sageli esinevate suuruste arvtähtendused ja nende log, kus π tähendab Ludolfi arvu, g maakera gravitaatiivset kiirendust (g Tallinnas = 9,819 m/sek², Tartus, 9,818 m/sek². g väärtusi vt. eespool „Pendli viipeseadused“ all) ja e naturaallogaritmide alust.

4. Segmendi kaar, kõõl, kõrgus ja pindala, kui $r = 1$.

Tabeli kasutamise. 1. Leida segmendi või sektori kaar l , kui $r = 12$ cm, $\varphi = 115^\circ$. Lk. 23 (φ^0) lahtrist otsime arvu 115 ja tema vastu (l) lahtrist leiame arvu 2,007, mida korrutame 12-ga, saame

$$l = 12 \cdot 2,007 = 24,084 \approx 24,1 \text{ (cm)}.$$

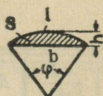
2. Leida kõõl b , kui $r = 15$ mm ja $\varphi = 34^\circ$. Lk. 22 (φ^0) lahtrist otsime arvu 34 ja selle vastu b lahtrist leiame 0,585, mida korrutame 15, saame $b = 15 \cdot 0,585 = 8,78$ (mm).

3. Leida segmendi kõrgus h , kui $r = 20$ dm ja $\varphi = 47^\circ$. Lk. 22 (φ) lahtr. otsime arvu 47 ja tema vastu neljandast lahtrist leiame 0,083, mida korrutame 20, saame

$$h = 20 \cdot 0,083 = 1,66 \text{ (dm)}.$$

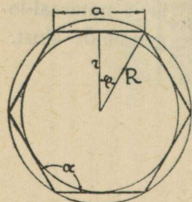
4. Leida segmendi S , kui $r = 25$ cm ja $\varphi = 85^\circ$.

Lk. 22, φ lahtrist otsime arvu 85 ja selle vastu S lahtrist leiame 0,2457, mida korrutame 25², saame: $S = 25^2 \cdot 0,2457 = 153,56 \text{ (cm}^2\text{)}.$



Tähised: l segmendi (või sektori) kaare pikkus; b kõõlu pikkus; h segmendi kõrgus; S segmendi pindala; φ^0 kesknurk.

φ^0	l	b	h	$\frac{h}{b}$	S	φ^0	l	b	h	$\frac{h}{b}$	S
1	0,018	0,000	0,000	0,002	0,000	51	0,890	0,861	0,097	0,113	0,0585
2	0,035	0,005	0,002	0,004	0,000	52	0,908	0,877	0,101	0,115	0,0598
3	0,052	0,010	0,003	0,006	0,000	53	0,925	0,892	0,105	0,118	0,0632
4	0,079	0,015	0,004	0,009	0,000	54	0,943	0,908	0,109	0,120	0,0657
5	0,087	0,016	0,004	0,011	0,001	55	0,960	0,924	0,113	0,122	0,0704
6	0,105	0,017	0,004	0,013	0,001	56	0,977	0,939	0,117	0,124	0,0742
7	0,122	0,018	0,005	0,015	0,002	57	0,995	0,954	0,121	0,126	0,0781
8	0,140	0,019	0,005	0,017	0,002	58	1,012	0,970	0,125	0,129	0,0821
9	0,157	0,020	0,006	0,019	0,003	59	1,030	0,985	0,130	0,132	0,0863
10	0,175	0,021	0,006	0,021	0,004	60	1,047	1,000	0,134	0,134	0,0906
11	0,192	0,022	0,007	0,024	0,006	61	1,065	1,015	0,138	0,136	0,0950
12	0,209	0,023	0,007	0,026	0,008	62	1,082	1,030	0,143	0,138	0,0996
13	0,227	0,024	0,008	0,028	0,010	63	1,100	1,045	0,147	0,140	0,1043
14	0,244	0,025	0,008	0,030	0,012	64	1,117	1,060	0,152	0,143	0,1091
15	0,262	0,026	0,009	0,033	0,015	65	1,135	1,075	0,157	0,146	0,1141
16	0,279	0,027	0,009	0,035	0,018	66	1,152	1,089	0,161	0,148	0,1192
17	0,297	0,028	0,010	0,037	0,022	67	1,169	1,104	0,166	0,150	0,1244
18	0,314	0,029	0,011	0,039	0,026	68	1,187	1,118	0,171	0,153	0,1298
19	0,332	0,030	0,012	0,041	0,030	69	1,204	1,133	0,176	0,156	0,1353
20	0,349	0,031	0,012	0,044	0,035	70	1,222	1,147	0,181	0,158	0,1410
21	0,367	0,032	0,013	0,046	0,041	71	1,239	1,161	0,186	0,160	0,1468
22	0,384	0,033	0,014	0,048	0,047	72	1,257	1,176	0,191	0,162	0,1528
23	0,401	0,034	0,015	0,050	0,053	73	1,274	1,190	0,196	0,165	0,1589
24	0,419	0,035	0,016	0,052	0,061	74	1,292	1,203	0,201	0,168	0,1651
25	0,436	0,036	0,017	0,054	0,069	75	1,309	1,218	0,207	0,170	0,1715
26	0,454	0,037	0,018	0,056	0,077	76	1,327	1,231	0,212	0,172	0,1781
27	0,471	0,038	0,019	0,058	0,086	77	1,344	1,245	0,217	0,174	0,1848
28	0,489	0,039	0,020	0,061	0,096	78	1,361	1,259	0,223	0,177	0,1916
29	0,506	0,040	0,021	0,063	0,107	79	1,379	1,272	0,228	0,180	0,1986
30	0,524	0,041	0,022	0,066	0,118	80	1,396	1,286	0,234	0,182	0,2057
31	0,541	0,042	0,023	0,068	0,130	81	1,414	1,299	0,240	0,184	0,2130
32	0,559	0,043	0,024	0,070	0,143	82	1,431	1,312	0,245	0,187	0,2204
33	0,576	0,044	0,025	0,072	0,157	83	1,449	1,325	0,251	0,190	0,2280
34	0,593	0,045	0,026	0,075	0,171	84	1,466	1,338	0,257	0,192	0,2358
35	0,611	0,046	0,027	0,077	0,186	85	1,484	1,351	0,263	0,194	0,2437
36	0,628	0,047	0,028	0,079	0,203	86	1,501	1,364	0,269	0,197	0,2517
37	0,646	0,048	0,029	0,081	0,220	87	1,518	1,377	0,275	0,200	0,2599
38	0,663	0,049	0,030	0,083	0,238	88	1,536	1,389	0,281	0,202	0,2682
39	0,681	0,050	0,031	0,084	0,257	89	1,553	1,402	0,287	0,205	0,2768
40	0,698	0,051	0,032	0,086	0,277	90	1,571	1,414	0,293	0,207	0,2854
41	0,716	0,052	0,033	0,088	0,298	91	1,588	1,427	0,299	0,210	0,2942
42	0,733	0,053	0,034	0,092	0,320	92	1,606	1,439	0,305	0,212	0,3032
43	0,751	0,054	0,035	0,095	0,343	93	1,623	1,451	0,312	0,215	0,3123
44	0,768	0,055	0,036	0,097	0,366	94	1,641	1,462	0,318	0,218	0,3215
45	0,785	0,056	0,037	0,099	0,392	95	1,658	1,475	0,324	0,220	0,3309
46	0,803	0,057	0,038	0,101	0,418	96	1,676	1,486	0,331	0,222	0,3405
47	0,820	0,058	0,039	0,103	0,445	97	1,693	1,498	0,337	0,225	0,3502
48	0,838	0,059	0,040	0,106	0,473	98	1,710	1,509	0,344	0,228	0,3601
49	0,855	0,060	0,041	0,109	0,503	99	1,728	1,521	0,351	0,231	0,3701
50	0,873	0,061	0,042	0,111	0,533	100	1,745	1,532	0,357	0,233	0,3803



Korrapärase hulknurk. n — külgede arv; (joon. kõrval.)

- 1) $\varphi = 180^\circ : n$; 2) $a = \sqrt{R^2 - r^2} = 2R \sin \varphi = 2r \tan \varphi$; 3) $\alpha = 180^\circ - 2\varphi$; 4) Ümbermõõt $= na$;
- 5) $S = 1/2 nR^2 \sin 2\varphi = nr^2 \tan \varphi = 1/4 na^2 \cot \varphi$.

φ°	l	b	h	$\frac{h}{b}$	S	φ°	l	b	h	$\frac{h}{b}$	S
101	1,760	1,540	0,304	0,200	0,5900	141	2,404	1,800	0,600	0,333	0,8158
102	1,780	1,554	0,371	0,238	0,4010	142	2,478	1,891	0,674	0,356	0,9314
103	1,793	1,565	0,378	0,240	0,4117	143	2,496	1,897	0,683	0,360	0,9470
104	1,815	1,576	0,384	0,244	0,4224	144	2,513	1,902	0,691	0,363	0,9627
105	1,833	1,587	0,391	0,246	0,4333	145	2,531	1,907	0,700	0,367	0,9786
106	1,850	1,597	0,398	0,249	0,4444	146	2,548	1,913	0,708	0,370	0,9945
107	1,868	1,608	0,405	0,252	0,4556	147	2,566	1,918	0,716	0,373	1,0105
108	1,885	1,618	0,412	0,255	0,4670	148	2,583	1,923	0,724	0,377	1,0266
109	1,902	1,628	0,419	0,257	0,4784	149	2,601	1,927	0,733	0,380	1,0428
110	1,920	1,638	0,426	0,260	0,4901	150	2,618	1,932	0,741	0,383	1,0590
111	1,937	1,648	0,434	0,263	0,5019	151	2,635	1,936	0,750	0,387	1,0753
112	1,955	1,658	0,441	0,266	0,5138	152	2,653	1,941	0,758	0,390	1,0917
113	1,972	1,668	0,448	0,268	0,5259	153	2,670	1,945	0,767	0,394	1,1082
114	1,990	1,677	0,455	0,271	0,5381	154	2,688	1,949	0,775	0,398	1,1247
115	2,007	1,687	0,463	0,274	0,5504	155	2,705	1,953	0,784	0,401	1,1413
116	2,025	1,696	0,470	0,277	0,5629	156	2,723	1,956	0,792	0,405	1,1580
117	2,042	1,705	0,478	0,280	0,5755	157	2,740	1,960	0,801	0,408	1,1747
118	2,059	1,714	0,485	0,283	0,5883	158	2,758	1,963	0,809	0,412	1,1915
119	2,077	1,723	0,493	0,286	0,6012	159	2,775	1,967	0,818	0,416	1,2084
120	2,094	1,732	0,500	0,289	0,6142	160	2,793	1,970	0,826	0,419	1,2252
121	2,112	1,741	0,508	0,291	0,6273	161	2,810	1,973	0,835	0,423	1,2422
122	2,129	1,749	0,515	0,294	0,6406	162	2,827	1,975	0,844	0,427	1,2592
123	2,147	1,758	0,523	0,297	0,6540	163	2,845	1,978	0,852	0,431	1,2763
124	2,164	1,766	0,531	0,300	0,6676	164	2,862	1,981	0,861	0,434	1,2934
125	2,182	1,774	0,538	0,303	0,6813	165	2,880	1,983	0,870	0,438	1,3105
126	2,199	1,782	0,546	0,306	0,6951	166	2,897	1,985	0,878	0,442	1,3277
127	2,217	1,790	0,554	0,309	0,7090	167	2,915	1,987	0,887	0,446	1,3449
128	2,234	1,798	0,562	0,312	0,7230	168	2,932	1,989	0,896	0,450	1,3621
129	2,252	1,805	0,570	0,315	0,7372	169	2,950	1,991	0,904	0,454	1,3794
130	2,269	1,813	0,577	0,318	0,7514	170	2,967	1,992	0,913	0,458	1,3967
131	2,286	1,820	0,585	0,321	0,7658	171	2,985	1,994	0,922	0,462	1,4140
132	2,304	1,827	0,593	0,325	0,7803	172	3,002	1,995	0,930	0,466	1,4314
133	2,321	1,834	0,601	0,328	0,7950	173	3,019	1,996	0,939	0,470	1,4488
134	2,339	1,841	0,609	0,331	0,8097	174	3,037	1,997	0,948	0,474	1,4662
135	2,356	1,848	0,617	0,334	0,8245	175	3,054	1,998	0,956	0,478	1,4836
136	2,374	1,854	0,625	0,337	0,8395	176	3,072	1,999	0,965	0,483	1,5010
137	2,391	1,861	0,634	0,340	0,8546	177	3,089	1,999	0,974	0,487	1,5185
138	2,409	1,867	0,642	0,344	0,8697	178	3,107	1,999	0,982	0,491	1,5359
139	2,426	1,873	0,650	0,347	0,8850	179	3,124	1,999	0,991	0,496	1,5533
140	2,444	1,879	0,658	0,350	0,9003	180	3,142	2,000	1,000	0,500	1,5708

Ringi sektori ja segmendi valemeid.

- 1) Ringi sektori ja segmendi kaar $l = \pi r \varphi^\circ : 180 = 0,017453 r \varphi^\circ \approx \sqrt{b^2 + 16/3 h^2}$
 $r = 1/8(b^2 + 4h^2) : h$;
 Huygens'i valem: $l = 1/3(8b_1 - b)$, kus b_1 on poole kaare kõõl.
- 2) Sektori $S = 1/2lr = \pi r^2 \varphi^\circ : 360 = 0,0087 r^2 \varphi^\circ$;
- 3) Segmendi $S = 1/2lr - 1/2b(r-h) = 1/2r^2(\frac{\pi \varphi^\circ}{180} - \sin \varphi)$;
- 4) Kõõlu pikkus $b = 2\sqrt{h(2r-h)} = 2r \sin 1/2 \varphi$;
- 5) Segmendi kõrgus $h = r - \sqrt{r^2 - 1/4 b^2} = r(1 - \cos 1/2 \varphi) = 1/2 b \tan 1/4 \varphi = 2r \sin^2 1/4 \varphi$;
- 6) $\varphi = l : r = \varphi^\circ \pi : 180$, kui $l=r$, siis $\varphi \approx 57^\circ 17' 44,8''$ (radiaan).

Korrapärase hulknurga S, a ja r olenevus üksteisest. (joon. lk. 22).

Tabeli kasustamine. Leida korrapärase hulknurga S, kui $r = 20$ cm; n lahtrist otsime arvu 6 ja tema vastu S: a^2 võtame arvu 2,5981 ja korrutame seda 20^2 , leiame, et $S = 2,5981 \cdot 20^2 = 2,5981 \cdot 400$. Samuti leiame ka teised suurused.

n	$\frac{S}{a^2}$	$\frac{S}{R^2}$	$\frac{S}{r^2}$	$\frac{R}{a}$	$\frac{R}{r}$	$\frac{a}{R}$	$\frac{a}{r}$	$\frac{r}{R}$	$\frac{r}{a}$	φ
3	0,4330	1,2990	5,1962	0,5774	2,0000	1,7321	3,4641	0,5000	0,2887	120°
4	1,0000	2,0000	4,0000	0,7071	1,4142	1,4142	2,0000	0,7071	0,5000	90°
5	1,7205	2,3776	3,6327	0,8507	1,2361	1,1768	1,4531	0,8090	0,6882	72°
6	2,5981	2,5981	3,4641	1,0000	1,1547	1,0000	1,1547	0,8660	0,8660	60°
7	3,6339	2,7364	3,3710	1,1524	1,1099	0,8678	0,9631	0,9010	1,0383	51°25',7
8	4,8284	2,8284	3,3131	1,3068	1,0824	0,7654	0,8284	0,9239	1,2071	45°
9	6,1818	2,8925	3,2767	1,4619	1,0642	0,6840	0,7279	0,9397	1,3737	40°
10	7,6942	2,9389	3,2492	1,6180	1,0515	0,6180	0,6498	0,9511	1,5386	36°
12	11,196	3,0000	3,2154	1,9319	1,0353	0,5176	0,5359	0,9659	1,8660	30°
15	17,642	3,0505	3,1883	2,4049	1,0223	0,4158	0,4251	0,9781	2,3523	24°
18	20,109	3,0615	3,1826	2,5529	1,0196	0,3902	0,3978	0,9808	2,5137	22°30'
20	31,569	3,0902	3,1677	3,1967	1,0125	0,3129	0,3168	0,9877	3,1569	18°
24	45,575	3,1068	3,1597	3,8306	1,0086	0,2611	0,2638	0,9914	3,7979	15°
32	81,225	3,1214	3,1517	5,1011	1,0048	0,1960	0,1970	0,9952	5,0766	11°15'
48	183,08	3,1316	3,1461	7,6449	1,0021	0,1308	0,1311	0,9979	7,6285	7°30'
64	325,85	3,1366	3,1441	10,190	1,0012	0,0981	0,0983	0,9988	10,178	5°37',5

5. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi:

$\sin 0^\circ - 45^\circ$ ja $\cos 45^\circ - 90^\circ$.

Tabeli kasustamine.

1. Leida $\sin 25^\circ 40'$.
Otsime tabeli esimesest lahtrist (kraad) arvu 25 ja läheme horisontaalrida mööda paremale poole kuni kuuenda lahtrini ($40'$), millest leiame 0,43313, mis on otsitava nurga sin; järelikult
 $\sin 25^\circ 40' = 0,43313$.

2. Samast tabelist leiame ka \cos üle 45° , kus minutid lugeda alt! Leida $\cos 67^\circ 20'$. Otsime tabeli viimsest lahtrist (kraad) arvu 67 ja läheme horisontaalrida mööda vasakule 3-da lahtrini ($20'$) alt vaadata! ja leiame 0,38537, järelikult
 $\cos 67^\circ 20' = 0,38537$.

Tähele panna! $\cos 45^\circ, 46^\circ, 47^\circ$ jne. nurga funkts. leidmiseks tuleb võtta $\cos 44^\circ 60', 45^\circ 60', 46^\circ 60'$ jne.

3. Kui tabelis pole nurga funkts. väärtust, näit. $\sin 23^\circ 28'$, siis leitakse see interpoleerimisega järgmiselt:
Võtame

$\sin 23^\circ 30' = 0,39875$
ja $\sin 23^\circ 20' = 0,39608$
vahe $10' = 0,00267$
 $1' \text{ vahe} = 0,000267$
 $8' - = 0,000267 \cdot 8 \approx$
 $\approx 0,00214$.

Kraad	Siinus						
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01454	89
1	0,01745	0,02036	0,02327	0,02618	0,02908	0,03199	88
2	0,03490	0,03781	0,04071	0,04362	0,04653	0,04943	87
3	0,05234	0,05524	0,05814	0,06105	0,06395	0,06685	86
4	0,06976	0,07266	0,07556	0,07846	0,08136	0,08426	85
5	0,08716	0,09005	0,09295	0,09585	0,09874	0,10164	84
6	0,10453	0,10742	0,11031	0,11320	0,11609	0,11898	83
7	0,12187	0,12476	0,12764	0,13053	0,13341	0,13629	82
8	0,13917	0,14205	0,14493	0,14781	0,15069	0,15356	81
9	0,15643	0,15931	0,16218	0,16505	0,16792	0,17078	80
10	0,17365	0,17651	0,17937	0,18224	0,18509	0,18795	79
11	0,19081	0,19366	0,19652	0,19937	0,20222	0,20507	78
12	0,20791	0,21076	0,21360	0,21644	0,21928	0,22212	77
13	0,22495	0,22778	0,23062	0,23345	0,23627	0,23910	76
14	0,24192	0,24474	0,24756	0,25038	0,25320	0,25601	75
15	0,25882	0,26163	0,26443	0,26724	0,27004	0,27284	74
16	0,27564	0,27843	0,28123	0,28402	0,28680	0,28959	73
17	0,29237	0,29515	0,29793	0,30071	0,30348	0,30625	72
18	0,30902	0,31178	0,31454	0,31730	0,32006	0,32282	71
19	0,32557	0,32832	0,33106	0,33381	0,33655	0,33929	70
20	0,34202	0,34475	0,34748	0,35021	0,35293	0,35565	69
21	0,35837	0,36108	0,36379	0,36650	0,36921	0,37191	68
22	0,37461	0,37730	0,37999	0,38268	0,38537	0,38805	67
23	0,39073	0,39341	0,39608	0,39875	0,40141	0,40408	66
24	0,40674	0,40939	0,41204	0,41469	0,41734	0,41998	65
25	0,42262	0,42525	0,42788	0,43051	0,43313	0,43575	64
26	0,43837	0,44098	0,44359	0,44620	0,44880	0,45140	63
27	0,45399	0,45658	0,45917	0,46175	0,46433	0,46690	62
28	0,46947	0,47204	0,47460	0,47716	0,47971	0,48226	61
29	0,48481	0,48735	0,48989	0,49242	0,49495	0,49748	60
30	0,50000	0,50252	0,50503	0,50754	0,51004	0,51254	59
31	0,51504	0,51753	0,52002	0,52250	0,52498	0,52745	58
32	0,52992	0,53238	0,53484	0,53730	0,53975	0,54220	57
33	0,54464	0,54708	0,54951	0,55194	0,55436	0,55678	56
34	0,55919	0,56160	0,56401	0,56641	0,56880	0,57119	55
35	0,57358	0,57596	0,57833	0,58070	0,58307	0,58543	54
36	0,58779	0,59014	0,59248	0,59482	0,59716	0,59949	53
37	0,60182	0,60414	0,60645	0,60876	0,61107	0,61337	52
38	0,61566	0,61795	0,62024	0,62251	0,62479	0,62706	51
39	0,62932	0,63158	0,63383	0,63608	0,63832	0,64056	50
40	0,64279	0,64501	0,64723	0,64945	0,65166	0,65386	49
41	0,65606	0,65825	0,66044	0,66262	0,66480	0,66697	48
42	0,66913	0,67129	0,67344	0,67559	0,67773	0,67987	47
43	0,68200	0,68412	0,68624	0,68835	0,69045	0,69256	46
44	0,69466	0,69675	0,69883	0,70091	0,70298	0,70505	45
45	0,70711						44.
	60'	50'	40'	- 30'	20'	10'	Kraad

Järelikult $\sin 23^\circ 28' = 0,39608 + 0,00214 = 0,39822$.

Siinuslause: $a : \sin \alpha = b : \sin \beta = c : \sin \gamma$.

6. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi:

cos 0°—45° ja sin 45°—90°.

Kraad	Kosinus					Kraad	
	0'	10'	20'	30'	40'		50'
0	1,00000	1,00000	0,99998	0,99996	0,99993	0,99989	89
1	0,99985	0,99979	0,99973	0,99966	0,99958	0,99949	88
2	0,99939	0,99929	0,99917	0,99905	0,99892	0,99878	87
3	0,99863	0,99847	0,99831	0,99813	0,99795	0,99776	86
4	0,99756	0,99736	0,99714	0,99692	0,99668	0,99644	85
5	0,99619	0,99594	0,99567	0,99540	0,99511	0,99482	84
6	0,99452	0,99421	0,99390	0,99357	0,99324	0,99290	83
7	0,99255	0,99219	0,99182	0,99144	0,99106	0,99067	82
8	0,99027	0,98986	0,98944	0,98902	0,98858	0,98814	81
9	0,98769	0,98723	0,98676	0,98629	0,98580	0,98531	80
10	0,98481	0,98430	0,98378	0,98325	0,98272	0,98218	79
11	0,98163	0,98107	0,98050	0,97992	0,97934	0,97875	78
12	0,97815	0,97754	0,97692	0,97630	0,97566	0,97502	77
13	0,97437	0,97371	0,97304	0,97237	0,97169	0,97100	76
14	0,97030	0,96959	0,96887	0,96815	0,96742	0,96667	75
15	0,96593	0,96517	0,96440	0,96363	0,96285	0,96206	74
16	0,96126	0,96046	0,95964	0,95882	0,95799	0,95715	73
17	0,95630	0,95545	0,95459	0,95372	0,95284	0,95195	72
18	0,95106	0,95015	0,94924	0,94832	0,94740	0,94646	71
19	0,94552	0,94457	0,94361	0,94264	0,94167	0,94068	70
20	0,93969	0,93869	0,93769	0,93666	0,93565	0,93462	69
21	0,93358	0,93253	0,93148	0,93042	0,92935	0,92827	68
22	0,92718	0,92609	0,92499	0,92388	0,92276	0,92164	67
23	0,92050	0,91936	0,91822	0,91706	0,91590	0,91472	66
24	0,91355	0,91236	0,91116	0,90996	0,90875	0,90753	65
25	0,90631	0,90507	0,90383	0,90259	0,90133	0,90007	64
26	0,89879	0,89752	0,89623	0,89493	0,89363	0,89232	63
27	0,89101	0,88968	0,88835	0,88701	0,88566	0,88431	62
28	0,88295	0,88158	0,88020	0,87882	0,87743	0,87603	61
29	0,87462	0,87321	0,87178	0,87036	0,86892	0,86748	60
30	0,86603	0,86457	0,86310	0,86163	0,86015	0,85866	59
31	0,85717	0,85567	0,85416	0,85264	0,85112	0,84959	58
32	0,84805	0,84650	0,84495	0,84339	0,84182	0,84025	57
33	0,83867	0,83708	0,83549	0,83389	0,83228	0,83066	56
34	0,82904	0,82741	0,82577	0,82413	0,82248	0,82082	55
35	0,81915	0,81748	0,81580	0,81412	0,81242	0,81072	54
36	0,80902	0,80730	0,80558	0,80386	0,80212	0,80038	53
37	0,79864	0,79688	0,79512	0,79335	0,79158	0,78980	52
38	0,78801	0,78622	0,78442	0,78261	0,78079	0,77897	51
39	0,77715	0,77531	0,77347	0,77162	0,76977	0,76791	50
40	0,76604	0,76417	0,76229	0,76041	0,75851	0,75661	49
41	0,75471	0,75280	0,75088	0,74896	0,74703	0,74509	48
42	0,74314	0,74120	0,73924	0,73728	0,73531	0,73333	47
43	0,73135	0,72937	0,72737	0,72537	0,72337	0,72136	46
44	0,71934	0,71732	0,71529	0,71325	0,71121	0,70916	45
45	0,70711						44

Tabeli kasustamine.

1. Leida cos 36°20'.
Tabeli esimesest laht-rist (kraad) otsime arvu 36 ja temast paremal horisontaalreas neljan-dast lahtrist (20') leiame 0,80558; tähendab, cos 36°20' = 0,80558.

2. Samast tabelist leiame ka sin üle 45°, minutid lugeda alt, kus sin 45°, 46°, 47° jne. leidmiseks tuleb võtta sin 44°60', 45°60', 47°60' jne.

3. Kui tabelis pole nurga cos väärtust, siis selle leidmiseks tarvi-tame interpoleerimist. Näide: leida cos 23°14'.

Võtame
cos 23°10' = 0,91936
cos 23°20' = 0,91822
vahe 10' = 0,00114

1' vahe = 0,000114
4', — = 4 · 0,000114 =
= 0,000456 ≈ 0,00046.
Järelikult cos 23°14' =
= 0,91936 — 0,00046 =
= 0,91890.

Märkmeid:

1) Kui $\vartheta = 90^\circ + \alpha$,
siis $\sin \vartheta = \cos \alpha$ ja $\cos \vartheta =$
= $-\sin \alpha$;

2) Kui $\vartheta = 180^\circ + \alpha$,
siis $\sin \vartheta = -\sin \alpha$;
cos $\vartheta = -\cos \alpha$; kui $\vartheta =$
= $270^\circ + \alpha$, siis $\sin \vartheta =$
= $-\cos \alpha$; cos $\vartheta =$
= $+\sin \alpha$.

Kosinuslause: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$; $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$;
 $c^2 = a^2 + b^2 - 2bc \cos \gamma$.

7. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi:
tan 0°—45° ja cot 45°—90°.

Tabeli kasustamine.

1. Leida tan 42°30'.
Esimesest lahtrist otsime arvu 42 ja temast paremal viiendast lahtrist leiame 0,91633; seega tan 42°30' = 0,91633.

2. Samast tabelist leiame cot üle 45°, minutid lugeda alt, kus cot 45°, 46° jne. leidmiseks tuleb võtta cot 44°60', 45°60' jne.

3. Kui tabelis pole nurga tan, siis selle leidmiseks tuleb tarvitada interpoleerimist, nagu lk. 24.

Märkmeid:

1) Kui $\vartheta = 90 \pm \alpha$,
siis $\tan \vartheta = \pm \cot \alpha$;
 $\cot \vartheta = \mp \tan \alpha$;

2) Kui $\alpha = 180 \pm \alpha$,
siis $\tan \vartheta = \pm \tan \alpha$;
 $\cot \vartheta = \pm \cot \alpha$;

3) Kui $\vartheta = 270 \pm \alpha$,
siis $\tan \vartheta = \pm \cot \alpha$ ja
 $\cot \vartheta = \mp \tan \alpha$.

Tangenslause:

$$(a + b) : (a - b) = \frac{\tan \frac{1}{2}(\alpha + \beta)}{\tan \frac{1}{2}(\alpha - \beta)}$$

Kraad	Tangens						Kraad
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455	89
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201	88
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949	87
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0,06408	0,06700	86
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456	85
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216	84
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983	83
7	0,12278	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758	82
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540	81
9	0,15838	0,16137	0,16435	0,16733	0,17033	0,17333	80
10	0,17633	0,17933	0,18233	0,18534	0,18835	0,19136	79
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952	78
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781	77
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624	76
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483	75
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360	74
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255	73
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171	72
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108	71
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068	70
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053	69
21	0,38386	0,38721	0,39055	0,39391	0,39727	0,40065	68
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105	67
23	0,42417	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175	66
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46277	65
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414	64
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587	63
27	0,50953	0,51319	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798	62
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051	61
29	0,55431	0,55812	0,56194	0,56577	0,56962	0,57348	60
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59691	59
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083	58
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528	57
33	0,64941	0,65355	0,65771	0,66189	0,66608	0,67028	56
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69588	55
35	0,70021	0,70455	0,70891	0,71329	0,71769	0,72211	54
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900	53
37	0,75355	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661	52
38	0,78129	0,78598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498	51
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83415	50
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419	49
41	0,86929	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515	48
42	0,90040	0,90569	0,91099	0,91633	0,92170	0,92709	47
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008	46
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420	45
45	1,00000						44
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	Kraad

Koofangens

8. Trigonomeetriliste funktsioonide loomulikke väärtusi:
cot 0°—45° ja tan 45°—90°.

Kraad'	Kootangens					Kraad'	
	0'	10'	20'	30'	40'		50'
0	∞	343,77371	171,88540	114,58865	85,93979	68,75009	89
1	57,28996	49,10388	42,96408	38,18846	34,36777	31,24158	88
2	28,63625	26,43160	24,54176	22,90377	21,47040	20,20555	87
3	19,08114	18,07498	17,16934	16,34986	15,60478	14,92442	86
4	14,30067	13,72674	13,19688	12,70621	12,25051	11,82617	85
5	11,43005	11,05943	10,71191	10,38540	10,07803	9,78817	84
6	9,51436	9,25530	9,00983	8,77689	8,55555	8,34496	83
7	8,14435	7,95302	7,77035	7,59575	7,42871	7,26873	82
8	7,11537	6,96823	6,82694	6,69116	6,56055	6,43484	81
9	6,31375	6,19703	6,08444	5,97576	5,87080	5,76937	80
10	5,67128	5,57638	5,48451	5,39552	5,30928	5,22566	79
11	5,14455	5,06584	4,98940	4,91516	4,84300	4,77286	78
12	4,70463	4,63825	4,57363	4,51071	4,44942	4,38960	77
13	4,33148	4,27471	4,21033	4,16530	4,11256	4,06107	76
14	4,01078	3,96165	3,91364	3,86671	3,82083	3,77595	75
15	3,73205	3,68909	3,64705	3,60588	3,56557	3,52609	74
16	3,48741	3,44951	3,41236	3,37594	3,34023	3,30521	73
17	3,27085	3,23714	3,20406	3,17159	3,13972	3,10842	72
18	3,07768	3,04749	3,01783	2,98868	2,96004	2,93189	71
19	2,90421	2,87700	2,85023	2,82391	2,79802	2,77254	70
20	2,74748	2,72281	2,69853	2,67462	2,65109	2,62791	69
21	2,60509	2,58261	2,56046	2,53865	2,51715	2,49597	68
22	2,47509	2,45451	2,43422	2,41421	2,39449	2,37504	67
23	2,35585	2,33693	2,31826	2,29984	2,28167	2,26374	66
24	2,24604	2,22857	2,21132	2,19430	2,17749	2,16090	65
25	2,14451	2,12832	2,11233	2,09654	2,08094	2,06553	64
26	2,05030	2,03526	2,02039	2,00569	1,99116	1,97680	63
27	1,96261	1,94858	1,93470	1,92098	1,90741	1,89400	62
28	1,88073	1,86760	1,85462	1,84177	1,82906	1,81649	61
29	1,80405	1,79174	1,77955	1,76749	1,75556	1,74375	60
30	1,73205	1,72047	1,70901	1,69766	1,68643	1,67530	59
31	1,66428	1,65337	1,64256	1,63185	1,62125	1,61074	58
32	1,60033	1,59002	1,57981	1,56969	1,55966	1,54972	57
33	1,53987	1,53010	1,52043	1,51084	1,50133	1,49190	56
34	1,48256	1,47330	1,46411	1,45501	1,44598	1,43703	55
35	1,42815	1,41934	1,41061	1,40195	1,39336	1,38484	54
36	1,37638	1,36800	1,35968	1,35142	1,34323	1,33511	53
37	1,32704	1,31904	1,31110	1,30323	1,29541	1,28764	52
38	1,27994	1,27230	1,26471	1,25717	1,24969	1,24227	51
39	1,23490	1,22758	1,22031	1,21310	1,20593	1,19882	50
40	1,19175	1,18474	1,17777	1,17085	1,16398	1,15715	49
41	1,15037	1,14362	1,13694	1,13029	1,12369	1,11713	48
42	1,11061	1,10414	1,09770	1,09131	1,08496	1,07864	47
43	1,07237	1,06613	1,05994	1,05378	1,04766	1,04158	46
44	1,03552	1,02952	1,02355	1,01761	1,01170	1,00583	45
45	1,00000						44
	50'	50'	40'	30'	20'	10'	Kraad
	Tangens						

Tabeli kasustamine. 1. Leida cot 37°50'. Otsime esimesest lahtrist arvu 37 ja temast paremal horisont.-real seitsmendas lahtris leiame 1,28764, järelikult cot 37°50' = 1,28764. 2. Samast tabelist leiame ka tan üle 45°. 3. Kui tabelis pole vastava nurga cot, siis leiame selle interpooleerimisega, nagu lk. 25.

9. Trigonomeetriliste suuruste logaritmid.

Tab. kasustamine.

1. Leida sin, cos, tan ja cot logaritmid nurgale 22°15'. Kõrvaloleva tab. nurga laht-rist otsime nurga 22°15' ja selle vastu horisontaalreals leiamme vastavad logaritmid. Järeli-kult lg sin 22°15'

= 1,5782; lg tan 22°15' = 1,6118 jne.

2. Tabelis puuduva trig. funkts. lg leiamme interpo-leerimisega. Näide: leida lg sin 39°51'; võtame

lg sin 40° = 1,8081 ja lg

sin 39°45' = 1,8058

vahe 15' — 0,0023

Antud nurga ja tabelist võetud vä-hema nurga vahe

= 6' (39°51' — 39°45'). Koosta-

me kolmlause:

15' — 0,0023 }
6' — x }
0,0023 · 6

x = $\frac{15}{0,0023 \cdot 6} =$

= 0,0009; järelikult lg sin 39°51' =

= 1,9058 + 0,0009

= 1,8067. Samuti

leitakse ka cos, tan ja cot logaritmid, kus cos ja cot puhul tuleb leitud vahe lahu-tada tabelist võe-tud logaritmist.

Nurk	sin	tg	ctg	cos	Nurk			
15'	3 0398	3 6398	2 3802	0000	45'			
30'	3 6408	3 9409	2 0591	0000	30'			
45'	2 1169	2 1170	1 8880	0000	15'			
1° 0'	2 2419	2 2419	1 7581	1 9999	89° 0'			
15'	2 3388	2 3389	1 6611	1 9999	45'			
30'	2 4179	2 4181	1 5819	1 9999	30'			
45'	2 4848	2 4851	1 5149	1 9998	15'			
2° 0'	2 5428	2 5431	1 4569	1 9997	88° 0'			
15'	2 5939	2 5943	1 4057	1 9997	45'			
30'	2 6397	2 6401	1 3599	1 9996	30'			
45'	2 6810	2 6815	1 3185	1 9995	15'			
3° 0'	2 7188	2 7194	1 2806	1 9993	87° 0'			
15'	2 7535	2 7542	1 2458	1 9993	45'			
30'	2 7857	2 7865	1 2135	1 9992	30'			
45'	2 8156	2 8165	1 1835	1 9991	15'			
4° 0'	2 8438	2 8446	1 1554	1 9989	86° 0'			
15'	2 8699	2 8711	1 1289	1 9988	45'			
30'	2 8946	2 8960	1 1040	1 9987	30'			
45'	2 9181	2 9198	1 0804	1 9985	15'			
5° 0'	2 9408	2 9420	1 0580	1 9983	85° 0'			
15'	2 9614	2 9633	1 0367	1 9982	45'			
30'	2 9816	2 9836	1 0164	1 9980	30'			
45'	1 0008	1 0030	9970	1 9978	15'			
6° 0'	1 0192	1 0216	9784	1 9976	84° 0'			
15'	1 0369	1 0395	9605	1 9974	45'			
30'	1 0539	1 0567	9433	1 9972	30'			
45'	1 0702	1 0732	9268	1 9970	15'			
7° 0'	1 0859	1 0891	9109	1 9968	83° 0'			
15'	1 1011	1 1045	8955	1 9965	45'			
30'	1 1157	1 1194	8806	1 9963	30'			
45'	1 1299	1 1338	8662	1 9960	15'			
8° 0'	1 1436	1 1478	8522	1 9958	82° 0'			
15'	1 1568	1 1613	8387	1 9955	45'			
30'	1 1697	1 1745	8255	1 9952	30'			
45'	1 1822	1 1873	8127	1 9949	15'			
9° 0'	1 1943	1 1997	8003	1 9946	81° 0'			
15'	1 2061	1 2118	7882	1 9943	45'			
30'	1 2176	1 2236	7764	1 9940	30'			
45'	1 2288	1 2351	7649	1 9937	15'			
10° 0'	1 2397	1 2463	7537	1 9934	80° 0'			
15'	1 2503	1 2573	7427	1 9930	45'			
30'	1 2606	1 2680	7320	1 9927	30'			
45'	1 2707	1 2784	7216	1 9923	15'			
11° 0'	1 2806	1 2887	7113	1 9919	79° 0'			
15'	1 2902	1 2987	7013	1 9916	78° 45'			
cos					ctg	tg	sin	Nurk

Nurk	sin	tg	ctg	cos	Nurk			
11° 30'	1 2997	1 3085	6915	1 9912	90'			
45'	1 3089	1 3181	6819	1 9908	15'			
12° 0'	1 3179	1 3275	6725	1 9904	78° 0'			
15'	1 3267	1 3367	6633	1 9900	45'			
30'	1 3353	1 3458	6542	1 9896	30'			
45'	1 3438	1 3546	6454	1 9892	15'			
13° 0'	1 3521	1 3634	6366	1 9887	77° 0'			
15'	1 3602	1 3719	6281	1 9883	45'			
30'	1 3682	1 3804	6196	1 9878	30'			
45'	1 3760	1 3886	6114	1 9874	15'			
14° 0'	1 3837	1 3968	6032	1 9869	76° 0'			
15'	1 3912	1 4048	5952	1 9864	45'			
30'	1 3986	1 4127	5873	1 9859	30'			
45'	1 4059	1 4204	5796	1 9854	15'			
15° 0'	1 4130	1 4281	5719	1 9849	75° 0'			
15'	1 4200	1 4356	5644	1 9844	45'			
30'	1 4269	1 4430	5570	1 9839	30'			
45'	1 4337	1 4503	5497	1 9834	15'			
16° 0'	1 4403	1 4575	5425	1 9829	74° 0'			
15'	1 4469	1 4646	5354	1 9823	45'			
30'	1 4533	1 4716	5284	1 9817	30'			
45'	1 4597	1 4785	5215	1 9812	15'			
17° 0'	1 4659	1 4853	5147	1 9806	73° 0'			
15'	1 4721	1 4921	5079	1 9800	45'			
30'	1 4781	1 4987	5013	1 9794	30'			
45'	1 4841	1 5053	4947	1 9788	15'			
18° 0'	1 4900	1 5118	4882	1 9782	72° 0'			
15'	1 4958	1 5182	4818	1 9776	45'			
30'	1 5015	1 5245	4755	1 9770	30'			
45'	1 5071	1 5308	4692	1 9763	15'			
19° 0'	1 5126	1 5370	4630	1 9757	71° 0'			
15'	1 5181	1 5431	4569	1 9750	45'			
30'	1 5235	1 5491	4509	1 9743	30'			
45'	1 5288	1 5551	4449	1 9737	15'			
20° 0'	1 5341	1 5611	4389	1 9730	70° 0'			
15'	1 5392	1 5669	4331	1 9723	45'			
30'	1 5443	1 5727	4273	1 9716	30'			
45'	1 5494	1 5785	4215	1 9709	15'			
21° 0'	1 5543	1 5842	4158	1 9702	69° 0'			
15'	1 5592	1 5898	4102	1 9694	45'			
30'	1 5641	1 5954	4046	1 9687	30'			
45'	1 5689	1 6009	3991	1 9679	15'			
22° 0'	1 5736	1 6064	3938	1 9672	68° 0'			
15'	1 5782	1 6118	3882	1 9664	45'			
30'	1 5828	1 6172	3828	1 9656	67° 30'			
cos					ctg	tg	sin	Nurk

Märge: Vastupidistel toimistel leiamme antud funkts. lg vastavad nurgad.

10. Trigonomeeriliste suuruste logaritmid.

m.

Nurk	sin	tg	ctg	cos	
22° 45'	0.3874	0.8226	1.2174	0.9174	15'
23° 0'	0.3919	0.8279	1.2121	0.9140	67° 0'
15'	0.3963	0.8331	1.2068	0.9103	45'
30'	0.4007	0.8383	1.2015	0.9064	30'
45'	0.4050	0.8435	1.1962	0.9024	15'
24° 0'	0.6051	0.6486	1.5414	0.9607	66° 0'
15'	0.6135	0.6537	1.5363	0.9599	45'
30'	0.6177	0.6587	1.5313	0.9590	30'
45'	0.6219	0.6637	1.5263	0.9582	15'
25° 0'	0.6259	0.6687	1.5213	0.9573	65° 0'
15'	0.6300	0.6736	1.5164	0.9564	45'
30'	0.6340	0.6785	1.5115	0.9555	30'
45'	0.6379	0.6834	1.5066	0.9546	15'
26° 0'	0.6418	0.6882	1.5018	0.9537	64° 0'
15'	0.6457	0.6930	1.4970	0.9527	45'
30'	0.6495	0.6977	1.4923	0.9518	30'
45'	0.6533	0.7025	1.4875	0.9508	15'
27° 0'	0.6570	0.7072	1.4828	0.9499	63° 0'
15'	0.6607	0.7118	1.4782	0.9489	45'
30'	0.6644	0.7165	1.4736	0.9479	30'
45'	0.6680	0.7211	1.4690	0.9469	15'
28° 0'	0.6716	0.7257	1.4644	0.9459	62° 0'
15'	0.6752	0.7302	1.4599	0.9449	45'
30'	0.6787	0.7348	1.4554	0.9439	30'
45'	0.6821	0.7393	1.4509	0.9429	15'
29° 0'	0.6856	0.7438	1.4464	0.9418	61° 0'
15'	0.6890	0.7482	1.4419	0.9408	45'
30'	0.6923	0.7526	1.4374	0.9397	30'
45'	0.6957	0.7571	1.4329	0.9386	15'
30° 0'	0.6990	0.7616	1.4284	0.9375	60° 0'
15'	0.7022	0.7658	1.4239	0.9364	45'
30'	0.7055	0.7701	1.4194	0.9353	30'
45'	0.7087	0.7745	1.4149	0.9342	15'
31° 0'	0.7118	0.7788	1.4104	0.9331	59° 0'
15'	0.7150	0.7831	1.4059	0.9319	45'
30'	0.7181	0.7873	1.4014	0.9308	30'
45'	0.7212	0.7916	1.3969	0.9296	15'
32° 0'	0.7242	0.7958	1.3924	0.9284	58° 0'
15'	0.7272	0.8000	1.3879	0.9272	45'
30'	0.7302	0.8042	1.3834	0.9260	30'
45'	0.7332	0.8084	1.3789	0.9248	15'
33° 0'	0.7361	0.8125	1.3744	0.9236	57° 0'
15'	0.7390	0.8167	1.3699	0.9224	45'
30'	0.7419	0.8208	1.3654	0.9211	30'
45'	0.7447	0.8249	1.3609	0.9198	56° 15'
	cos	ctg	tg	sin	Nurk

iv

Nurk	sin	tg	ctg	cos	
34° 0'	0.7476	0.8290	1.1710	0.9186	56° 0'
15'	0.7504	0.8331	1.1669	0.9173	45'
30'	0.7531	0.8371	1.1629	0.9160	30'
45'	0.7559	0.8412	1.1588	0.9147	15'
35° 0'	0.7586	0.8452	1.1548	0.9134	55° 0'
15'	0.7613	0.8493	1.1507	0.9120	45'
30'	0.7640	0.8533	1.1467	0.9107	30'
45'	0.7666	0.8573	1.1427	0.9093	15'
36° 0'	0.7692	0.8613	1.1387	0.9080	54° 0'
15'	0.7718	0.8652	1.1348	0.9066	45'
30'	0.7744	0.8692	1.1308	0.9052	30'
45'	0.7769	0.8732	1.1268	0.9038	15'
37° 0'	0.7795	0.8771	1.1229	0.9023	53° 0'
15'	0.7820	0.8811	1.1189	0.9009	45'
30'	0.7844	0.8850	1.1150	0.8995	30'
45'	0.7869	0.8889	1.1111	0.8980	15'
38° 0'	0.7893	0.8928	1.1072	0.8965	52° 0'
15'	0.7918	0.8967	1.1033	0.8950	45'
30'	0.7941	0.9006	1.1094	0.8935	30'
45'	0.7965	0.9045	1.1055	0.8920	15'
39° 0'	0.7989	0.9084	1.1016	0.8905	51° 0'
15'	0.8012	0.9122	1.1078	0.8890	45'
30'	0.8035	0.9161	1.1039	0.8874	30'
45'	0.8058	0.9200	1.1000	0.8858	15'
40° 0'	0.8081	0.9239	1.0962	0.8843	50° 0'
15'	0.8103	0.9277	1.0923	0.8827	45'
30'	0.8125	0.9315	1.0885	0.8810	30'
45'	0.8148	0.9353	1.0847	0.8794	15'
41° 0'	0.8169	0.9392	1.0808	0.8778	49° 0'
15'	0.8191	0.9430	1.0770	0.8761	45'
30'	0.8213	0.9468	1.0732	0.8745	30'
45'	0.8234	0.9506	1.0694	0.8728	15'
42° 0'	0.8255	0.9544	1.0656	0.8711	48° 0'
15'	0.8276	0.9582	1.0618	0.8694	45'
30'	0.8297	0.9621	1.0579	0.8676	30'
45'	0.8317	0.9659	1.0541	0.8659	15'
43° 0'	0.8338	0.9697	1.0503	0.8641	47° 0'
15'	0.8358	0.9735	1.0465	0.8624	45'
30'	0.8378	0.9772	1.0426	0.8606	30'
45'	0.8398	0.9810	1.0388	0.8588	15'
44° 0'	0.8418	0.9848	1.0350	0.8569	46° 0'
15'	0.8437	0.9886	1.0311	0.8551	45'
30'	0.8457	0.9924	1.0272	0.8532	30'
45'	0.8476	0.9962	1.0233	0.8514	15'
45° 0'	0.8495	0.9999	1.0194	0.8495	45° 0'
	cos	ctg	tg	sin	Nurk

3. Leida nurk, mille $\lg \sin = 1,6957$ jne.; kõrvaleolevast tabelist leiame, et selle lg vastab nurk 29°45'.
4. Tabelis puuduva nurga leiame interpoleerimisega.

Tähele panna! Tabelist mitteleiduvad sin ja tan nurkadele, mis $< 10^\circ$ ning cos ja cot nurkadele $> 80^\circ$, leitakse vastavad funkts. lg teisiti. Näide: 1. Leida $\lg \sin 5^\circ 23'$. Antud nurga ligema suurema nurga (s. o. $5^\circ 30'$) sin lg s. o. 2,9816-st lahutame sama nurga ($5^\circ 30'$) ja antud nurga ($5^\circ 23'$) minutite arvude logaritide vahe, saame antud nurga sin logaritmi.

Tähendab, $\lg \sin 5^\circ 23' = \lg 5^\circ 30' - [\lg(5 \cdot 60 + 30) - \lg(5 \cdot 60 + 23)] = \lg 5^\circ 30' - (\lg 330 - \lg 323) = 2,9816 - (2,5185 - 2,5092) = 2,9816 - 0,0093 = 2,9723$.

2. Leida $\lg \cos 88^\circ 9'$; $\lg \cos 88^\circ 9' = \lg \sin 1^\circ 51' = \lg \sin 2^\circ - (\lg 120 - \lg 111) = 2,5428 - (2,0792 - 2,0453) = 2,5089$.

Märge: Tabeleis trükitud tg asemel lugeda tan ja ctg asemel cot.

11. Kerade ruumalad läbimõõtudele $d = 1$ kuni 200.

d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$	d	$\frac{\pi}{6} d^3$
1	0,523599	41	36086,95	81	278261,8	121	927587,2	161	2185125
2	4,188790	42	38792,39	82	288695,6	122	950775,8	162	2226094
3	14,13717	43	41629,77	83	299387,0	123	974347,7	163	2267574
4	33,51032	44	44602,24	84	310339,1	124	998305,9	164	2309565
5	65,44985	45	47712,94	85	321555,1	125	1022654	165	2352071
6	113,0973	46	50965,01	86	333038,2	126	1047394	166	2395096
7	179,5944	47	54361,60	87	344791,4	127	1072531	167	2438642
8	268,0826	48	57905,84	88	356817,9	128	1098066	168	2482713
9	381,7035	49	61600,87	89	369120,9	129	1124004	169	2527311
10	523,5988	50	65449,85	90	381703,5	130	1150347	170	2572441
11	696,9100	51	69455,91	91	394568,9	131	1177098	171	2618104
12	904,7787	52	73622,18	92	407720,1	132	1204260	172	2664305
13	1150,347	53	77951,81	93	421160,3	133	1231838	173	2711046
14	1436,755	54	82447,92	94	434892,8	134	1259833	174	2758331
15	1767,146	55	87113,75	95	448920,5	135	1288249	175	2806162
16	2144,660	56	91952,32	96	463246,7	136	1317090	176	2854543
17	2572,441	57	96966,83	97	477874,5	137	1346357	177	2903477
18	3053,628	58	102160,4	98	492807,0	138	1376055	178	2952967
19	3591,364	59	107536,2	99	508047,4	139	1406187	179	3003006
20	4188,790	60	113097,3	100	523598,8	140	1436755	180	3053628
21	4849,048	61	118847,0	101	539464,3	141	1467763	181	3104805
22	5575,280	62	124788,2	102	555647,2	142	1499214	182	3156551
23	6370,626	63	130924,3	103	572150,5	143	1531112	183	3208869
24	7238,229	64	137258,2	104	588977,4	144	1563457	184	3261761
25	8181,231	65	143793,3	105	606131,0	145	1596256	185	3315231
26	9202,772	66	150532,6	106	623614,5	146	1629511	186	3369282
27	10305,99	67	157479,1	107	641431,0	147	1663224	187	3423919
28	11494,04	68	164636,2	108	659583,7	148	1697398	188	3479142
29	12770,05	69	172006,9	109	678075,6	149	1732038	189	3534956
30	14137,17	70	179594,4	110	696910,0	150	1767146	190	3591364
31	15598,53	71	187401,8	111	716090,0	151	1802725	191	3648369
32	17157,28	72	195432,2	112	735618,6	152	1838778	192	3705973
33	18816,57	73	203688,8	113	755499,1	153	1875309	193	3764181
34	20579,53	74	212174,8	114	775734,6	154	1912321	194	3822996
35	22449,30	75	220893,2	115	796328,3	155	1949816	195	3882419
36	24429,02	76	229847,3	116	817283,2	156	1987799	196	3942456
37	26521,85	77	239040,1	117	838602,7	157	2026271	197	4003108
38	28730,91	78	248474,9	118	860289,5	158	2065237	198	4064379
39	31059,36	79	258154,6	119	882347,3	159	2104699	199	4126272
40	33510,32	80	268082,6	120	904778,7	160	2144660	200	4188790

Tabeli kasustamine.

1. Leida kera ruumala V , kui $d = 146$ cm; d lahtrist antud arvu 146 vastu leiame $1/6 \pi d^3$ lahtrist 1629511, mis on otsitava kera V (cm³-tes).

2. Kera $V = 96966,83$ cm³; leida d ; $1/6 \pi d^3$ lahtr. antud arvu vastu leiame d lahtrist arvu 57, mis on otsitava kera d (cm-tes).

3. Kui tabelis pole antud arve, siis nendele vastavad V ja d leiame interpoleerimisega, vt. lk. 24 ja 31.

Eelolevate tabelite tarvitamis-seletus. Tabel I (lk. 1—21).

Tabeli esimesse lahtrisse (n) on paigutatud arvud 1—1000. Järgmisesse lahtrisse (2, 3, 4, 5, 6) on paigutatud nende ruudud, kuubid, ruutjuured, kuupjuured ja logaritmid; 9. lahtris on ringide läbimõõdud (d) ning 7. ja 8 lahtris ringide ümbermõõdud (πd) ja pindalad ($1/4 \pi d^2$). Näide: leida arvu 456 ja temast 10, 100, 1000 jne. korda suuremate ning 10, 100, 1000 jne. korda vähemate arvude ruudud, kuubid, ruut- ja kuupjuured ning logaritmid ja leida ringide ümbermõõdud ja pindalad, kui $d = 45,6, 456, 4,56$ jne. Leidmist selgitab järgmine tabelike:

Arvud <i>n</i>	A r v u d e					Ringide		
	ruudud n^2	kuubid n^3	ruut-juured \sqrt{n}	kuupjuur. $\sqrt[3]{n}$	logaritmid $\lg n$	ümbermõõdud πd	pindalad $1/4 \pi d^2$	läbi-mõõdud d
1	2	3	4	5	6	7	8	9
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,6590	143,3	1633,1	45,6
4,56	20,7936	94,818816	2,13542	Leitakse interpol.	0,6590	1,433	0,16331	0,456
0,456	0,207936	0,094818816	Leitakse interpolleerimisega	0,76970	1,6590	0,1433	0,0016331	0,0456
45,6	2079,36	94818,816		interpolleerimine	1,6590	14,33	16,331	4,56
4560	20793600	94818816000			3,6590	1433	163310	456

1. Tabelist leiame, et $456^2 = 207936$; $456^3 = 94818816$; $\sqrt{456} = 21,3542$; kuupjuur $456 = 7,6970$; $\lg 456 = 2,6590$; kui ringi $d = 45,6$, siis ümbermõõt $\pi d = 143,3$ ja pindala $1/4 \pi d^2 = 1633,1$. Samuti leiame tabelist vastused ka teisile küsimusile, peale nende, millele kohta on tehtud tabelis märkus. Viimaseid võime leida tabeli abil kahel viisil:

I viis — interpolleerimine: leida $\sqrt{45,6}$. Toimime järgmiselt: võtame $\sqrt{46} = 6,7823$ ja $\sqrt{45} = 6,7082$, juurte vahe $= 0,0741$ ($6,7823 - 6,7082$). Juuritava arvu 1 võrra ($46 - 45 = 1$) suurendamisega suureneb juur $0,0741$ võrra, suurendame aga juuritavat arvu $0,6$ võrra ($45,6 - 45 = 0,6$), suureneb juur $0,6 \cdot 0,0741 = 0,0445$ võrra, järelikult $\sqrt{45,6} = 6,7082 + 0,0445 = 6,7527$; samuti $\sqrt{0,456} = 0,67527$ jne.

II viis: $\sqrt{45,6} = \sqrt{456} : \sqrt{10} = 21,3542 : 3,1623 = 6,7527$ jne.

2. **Ruut- ja kuupjuur** enam kui kolmekohalisest täisarvust või küm-nendmurrust (nullid teiste numbrite ees või taga ei loeta kohtade hulka). Näide: $\sqrt{207936}$. Et leida ruutjuur antud arvust, otsime teda 2. lahtrist (n^2), juure leiame 1. lahtrist; selgub, et $\sqrt{207936} = 456$. Kui ei leidu 2. ja 3. lahtris arvu, millest otsime ruut- või kuupjuurt, siis leitakse otsitavad juured interpolleerimisega. Näide: leida $\sqrt{6741}$. Võtame 2. lahtrist (lk. 2), temale lähima suurema, s. o. 6889, ja — vähema arvu, s. o. 6724, nende vahe $= 165$, antud arvu ja tabelist võetud vähema arvu vahe 17 ($6741 - 6724 = 17$) jagame 165 -ga $17 : 165 = 0,103$, jagatise liidame $\sqrt{6724} = 82$ -ga, järelikult $\sqrt{6741} = 82 + 0,103 = 82,103$. Samuti leiame ka kuupjuure 6741 -st.

3. Kui on teada ringi ümbermõõt $1433,3$ või pindala $1633,1$, võime leida d : otsime vastavad arvud 7. või 8. lahtrist ja d leiame 9. lahtrist, tähendab ümbermõõdule $1433,3$ ja pindalale $1633,1$ vastab läbimõõt $45,6$. Kui nimetatud lahtritest ei leidu antud arvu, siis d leitakse interpolleerimisega.

4. Nelja- ja enamkohalise arvu \lg (neljas koht ei ole 0), näit $\lg 4567$, leitakse interpolleerimisega, võttes 4560 ja 4570 logaritmid.

5. Suure logaritmile arvu leidmine. Näide: leida arv, mille $\lg = 2,5690$: otsime 6. lahtrist ($\lg n$) arvu $2,6590$ ja tema vastu 1. lahtrist leiame 456 ; kui 6. lahtris ei ole antud \lg , siis leitakse vastav arv interpolleerimisega.

II. Aritmeetika.

1. Lihtmurrud. a) Taandamine: $\frac{26}{39} = \frac{26:13}{39:13} = \frac{2}{3}$ b) Eendamine: $\frac{2}{5} = \frac{2 \cdot 30}{5 \cdot 30} = \frac{60}{150}$; c) Segaarvu muutmine liigmurruks: $3\frac{2}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2}{5} = \frac{17}{5}$;
 d) Täisarvu kõrvaldamine liigmurrust: $\frac{29}{4} = 29:4 = 7\frac{1}{4}$; e) Tehted murdu-
 dega α) liitmine: $\frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{3}{4} = \frac{1 \cdot 6}{12} + \frac{2 \cdot 4}{12} + \frac{3 \cdot 3}{12} = \frac{6}{12} + \frac{8}{12} + \frac{9}{12} = \frac{6+8+9}{12} =$
 $= \frac{23}{12} = 1\frac{11}{12}$; β) lahutamise: $\frac{3}{4} - \frac{2}{3} = \frac{3 \cdot 3}{12} - \frac{2 \cdot 4}{12} = \frac{9-8}{12} = \frac{1}{12}$; γ) korru-
 tamine: 1) $\frac{7}{8} \cdot 5 = \frac{7 \cdot 5}{8} = \frac{35}{8} = 4\frac{3}{8}$; 2) $8 \cdot \frac{2}{3} = \frac{8 \cdot 2}{3} = \frac{16}{3} = 5\frac{1}{3}$; 3) $\frac{4}{7} \cdot \frac{5}{9} =$
 $= \frac{4 \cdot 5}{7 \cdot 9} = \frac{20}{63}$; 4) $2\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{3} = \frac{5}{2} \cdot \frac{11}{3} = \frac{5 \cdot 11}{2 \cdot 3} = \frac{55}{6} = 9\frac{1}{6}$; δ) jagamine: 1) $5 : \frac{2}{3} =$
 $\frac{5 \cdot 3}{2} = \frac{15}{2} = 7\frac{1}{2}$; 2) $\frac{5}{7} : 3 = \frac{5}{7 \cdot 3} = \frac{5}{21}$; 3) $\frac{2}{7} : \frac{5}{9} = \frac{2 \cdot 9}{7 \cdot 5} = \frac{18}{35}$; 4) $2\frac{1}{5} : 4\frac{2}{3} =$
 $= \frac{11}{5} : \frac{14}{3} = \frac{11 \cdot 3}{5 \cdot 14} = \frac{33}{70}$; f) Antud arvust osa leidmine: leida $\frac{2}{3}$ arvust 35;
 $\frac{2}{3} \cdot 35\text{-st} = \frac{2}{3} \cdot 35 = \frac{2 \cdot 35}{3} = \frac{70}{3} = 23\frac{1}{3}$; g) Arvu leidmine osa järgi: leida
 arv x , kui $\frac{4}{5}x = 15$; $x = 15 : \frac{4}{5} = \frac{15 \cdot 5}{4} = \frac{75}{4} = 18\frac{3}{4}$.

2. Kümnendmurrud. a) Muuta $\frac{3}{4}$ ja $\frac{1}{6}$ kümnendmurruks; selleks jagame murru lugejat nimetajaga: $3:4 = 0,75$ ja $1:6 = 0,1666\dots = 0,167$ (peenusega kuni 0,001); või 0,17 (peen. 0,01) või 0,2 (peen. 0,1).
 b) Muuta 0,4, 0,05, 2,08 lihtmurruks: $0,4 = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$; $0,05 = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}$;
 $2,08 = 2\frac{8}{100} = 2\frac{2}{25}$;

c) Tehted kümnendmurdudega toimetatakse samuti kui tehted täisarvudega.
 α) liitmine: $15,2 + 0,54 + 0,008 = 15,748$; β) lahutamine: $4,5 - 2,753 = 1,747$; γ) korrutamine: $5,4 \cdot 0,012 = 0,0648$; δ) jagamine 1) $0,15 : 2,5$; muudame jagaja täisarvaks, saame $1,5 : 25 = 0,06$. 2) $1,38 : 1,1 = 13,8 : 11 = 1,25$ (peen. 0,01).

3. Võrdelised ja pöördvõrdelised suurused (olenevused).

Kui ühe suuruseväärtuse suurendamisel (või vähendamisel) 2, 3, 4, 5 ... n korda suureneb (või väheneb) ka teise suuruseväärtus sama palju kordi, siis need kaks suurust nimetatakse võrdelisiks; kui aga teise suuruseväärtus väheneb (või suureneb) sama arv kordi, siis neid nimetatakse pöördvõrdelisiks suuruseks. Näit.: Võrdelised suurused: kaubahulk ja kaubamaksus (kui 4 kg kaupa maksab kr. 15, siis 8 kg sama kaupa maksab kr. 30, 12 kg — kr. 45 jne.) töötasu ja tööaeg, käidud tee ja aeg, intressid kapitalilt ja protsent, hammasratta läbimõõt ja hammaste arv jne. 2. Pöördvõrdelised suurused: kiirus ja aeg (kui meie kiirust suu-

rendame, siis sama tee ära käimiseks on vaja vähem aega, näit.: kui kiirus = 5 km tunnis, siis 50 km käimiseks on vaja 10 tundi, suurendame aga kiirust 2 korda, väheneb aeg 2 korda, 10 tunni asemel vaja aega ainult 5 t. jne.), rihmaseibi läbimõõt ja pööretearv minutis, gaasi ruumala ja rõhk, samal temperatuuril keha ruumala ja tema erikaal jne.

Ülaltoodud suurustevahelist olenevust nimetatakse **linearseks olenevuseks**. Kui ühe suuruse väärtust suurendada (või vähendada) 2, 3, 4, 5... n korda, suureneb (või väheneb) teise suuruse väärtus 2^2 , 3^2 , 4^2 , 5^2 ... n^2 korda; seesugust olenevust nimetatakse **ruutolenevuseks** näit.: ringi läbimõõt — d ja pindala S (kui ringi d suurendada 3 korda, siis S suureneb 9 korda jne.), korrapäraste hulknurkade küljed ja vastavad pindalad, kiirus ja õhutakistus, tsentrifugaaltung ja kiirus jt.

4. Võrded (proportsioonid).

Üldseletusi: Kahe arvu jagatist nimetatakse **geomeetriliseks suhteks**, näit. 12 ja 3 suhe = 4 (12 : 3); 3 ja 12 suhe = $\frac{1}{4}$ (3 : 12) jne. Kaks võrdset geom. suhet moodustavad **geom. võrde** või **proportsiooni**, näit. 6 : 3 = 10 : 5, kus 6 ja 5 on välis-, 3 ja 10 siseliikmed. Võrde omadus: **Välisliikmete korrutis = siseliikmete korrutisega**, s. o. $6 \cdot 5 = 3 \cdot 10$, see omadus võimaldab kolme liikme abil leida neljas tundmatu liige (x); näit. $x : 5 = 6 : 2$, $x = 5 \cdot 6 : 2 = 15$ jne., üldiselt kui $a : b = c : d$, siis $a \cdot d = b \cdot c$ ja $a = b \cdot c : d$; $d = b \cdot c : a$; $b = a \cdot d : c$ ja $c = a \cdot d : b$. Antud võrdest (proportsioonist) võime tuletada uusi: $(a \pm b) : b = (c \pm d) : d$; $(a \pm c) : c = (b \pm d) : d$; $(a \pm c) : (b \pm d) = c : d$; $(ma \pm nb) : (pa \pm qb) = (mc \pm nd) : (pc \pm qd)$ ja $(ma + nc + pe \dots) : (mb + nd + pf \dots) = a : b = c : d = e : f$.

5. Võrdeline jagamine. 1) Jagada 500 võrdeliselt 2, 3 ja 5-ga, s. o. $x_1 : x_2 : x_3 = 2 : 3 : 5$; leiame osade summa $2 + 3 + 5 = 10$; 1 osa = $500 : 10 = 50$. $x_1 = 2 \cdot 10 = 100$; $x_2 = 3 \cdot 50 = 150$ ja $x_3 = 5 \cdot 50 = 250$. 2) Jagada 115 võrdeliselt $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ ja $\frac{3}{4}$; $x_1 : x_2 : x_3 = \frac{1}{2} : \frac{2}{3} : \frac{3}{4} = \frac{6}{12} : \frac{8}{12} : \frac{9}{12} = 6 : 8 : 9$; siit analoogiliselt eelmisele näitele leiame, et $x_1 = 30$; $x_2 = 40$ ja $x_3 = 45$.

6. Pöördvõrdeline jagamine. 1) Jagada 620 pöördvõrdeliselt 2, 3 ja 5, see tähendab, et $x_1 : x_2 : x_3 = \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{5} = \frac{15}{30} : \frac{10}{30} : \frac{6}{30} = 15 : 10 : 6$; $15 + 10 + 6 = 31$; 1 osa = $620 : 31 = 20$; $x_1 = 15 \cdot 20 = 300$; $x_2 = 10 \cdot 20 = 200$; $x_3 = 6 \cdot 20 = 120$. 2) Jagada 363 pöördvõrdeliselt $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$; $x_1 : x_2 : x_3 = \frac{2}{3} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} = \frac{8}{24} : \frac{20}{24} : \frac{18}{24} = 8 : 20 : 18$; siit leiame, et $x_1 = 135$; $x_2 = 108$; $x_3 = 120$.

7. Keskmisi suurusi. a) Kahe arvu a ja b α) aritmeetiline keskmine $x = \frac{1}{2}(a + b)$; β) geomeetriline keskm. (või keskmine proportsionaalne) $x = \sqrt{ab}$; b) Mitme (n) arvu $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ keskmisi: α) aritmeetiline $x_n = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots a_n) : n$, β) geomeetriline: $x_g = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \dots a_n}$;

8. Protsentide ja intresside arvutusi.

Protsent. Tähis p , märk: $\%$; 0,01 arvust on 1% , 0,02 arvust on 2% jne. Näiteks: 1% kr. 3572. — = 0,01 . kr. 3572 = kr. 35,72. Et leida 3% , 5% , 8% , $p\%$ jne. mõnesugusest arvust, tuleb leida esitaks 10% ja siis saadud arv korrutada 3-ga, 6,5-ga, 8-ga või p -ga jne., nii näit. 3% kr. 3572 = $35,72 \cdot 3 =$ kr. 107,16 ja $p\%$ samast arvust = kr. 35,72 p . Üldvalem: kui a on $p\%$ arvust A , siis nende suuruste vahel on järgmine

olenevus: $a = 0,01 Ap$. (1). Siit leiame, et $p = a : 0,01A = (a : A) \cdot 100 = 100a : A$, (2) ja $A = a : 0,01p = 100a : p$, (3). Näiteid: 1. Mitu $\%$ on 15 75-st; $p = (15 : 75) \cdot 100 = 1500 : 75 = 20$ (20 $\%$). 2. Leida arv, mille 8 $\%$ = 40; $A = 100 \cdot 40 : 8 = 500$. Märg: Kapitalelt (tähis k) saadud $\%$ nimetatakse **intressiks** (hoisummad jm.), tähis i , või **dividendiks** — väärtpabereilt — või **diskontoks** — vekseilt. Promill, märk $\%$; 0,001 arvust on 1 $\%$, 0,002 = 2 $\%$ jne. **Lihtrprotsendid**. Intresside valemid (dividend. ja diskonto) $i = 0,01 kpt$, kus t tähistab aastaid; kui t tähistab kuid, siis $i = 0,01 kpt : 12$; kui päivi, siis $i = 0,01 kpt : 360 = 0,01 kt : D$, kus $D = 360 : p$ on alatine jagaja.

kui $p = 2$	2,5	3	4	4,5	3	6	7,5	8	9	10	12	15
siis $D = 180$	144	120	90	80	72	60	48	45	40	36	30	24

Lihtrprotsendid. Kui saadud intressid liita iga aasta lõpul kapitalile K , siis t aasta pärast saame lõppkapitali $K_t = K(1 + 0,01 p)^t$ või, võttes $1 + 0,01 p = q$, saame $K_t = Kq^t$. Siit leiame, et $t = (\lg K_t - \lg K) : \lg q$ (aastat); kapitali kahekordistamisaeg = $\lg 2 : \lg q$, kolmekordistamisaeg = $\lg 3 : \lg q$ jne. t aasta pärast maksmisele kuuluva kapitali K_t praegune tegelik väärtus $K = K_t : q^t$. **Allpool q -l sama väärtus**. Tähtaegsed maksud: 1) Kui t aastat järjest iga aasta alul pannakse hoiale K krooni p protsendiga, siis t aasta lõpuks saame kapitali $K_t = Kq(q^t - 1) : (q - 1)$. 2) Kui aasta alul on tehtud pikaajaline laen K ja iga aasta lõpul tasutakse A , siis $Kq^t = A(q^t - 1) : (q - 1)$, millest leiame, et igaaastane kustutus ehk nn. annuiteet $A = Kq^t(q - 1) : (q^t - 1)$ või $p_1 = 100(q - 1)q^t : (q^t - 1)$, kus p_1 on täieliku kustuse suurus, väljendatud $\%$ algkapitalist. 3) Et saada t aastat järjest A krooni ($A =$ osa kapit. + intr.) iga aasta lõpul, peab hoiale andma $p\%$ ga kapitali $K = A(q^t - 1) : q^t(q - 1)$.

Märg: Intresside arvutamisel loetakse kuus 30 ja aastas 360 päeva.

Näiteid: 1. Materjali osteti 320 kg, lõikeiks läks 5 $\%$. Mitu kg (a) läks lõikeiks? $a = 0,01 \cdot 320 \cdot 5 = 3,2 \cdot 5 = 16$ (kg). 2. Tööstuses on 80 töelist, kellest 16 on naist. Mitu protsenti (p) on naisi? $p = (16 : 80) \cdot 100 = 1600 : 80 = 20$ (20 $\%$). 3. Puitmaja amortisatsioon (mahakirjutus) = kr. 360, mis on 2 $\%$ maja väärtusest. Kui suur on maja väärtus? $A = (360 : 2) \cdot 100 = 36000 : 2 =$ kr. 18000 4. Kuupalju saame intr. (i) hoisummalta kr. 3250, mis on pandud panka 5 $\%$ 2 aastaks. $i = 0,01 \cdot 3250 \cdot 5 \cdot 2 =$ kr. 325. Sama kapitali 2 kuu $i = (0,01 \cdot 3250 \cdot 5 \cdot 2) : 12 =$ kr. 27,08 ja 24 päeva $i = (0,01 \cdot 5 \cdot 24) : 360 = (0,01 \cdot 3250 \cdot 24) : 72 =$ kr. 10,83; 5. Leida kr. 360 vekli diskonto 4 kuu eest 7,5 $\%$ -ga; $i =$ disk. = $0,01 \cdot 360 \cdot 7,5 \cdot (4 : 12) =$ kr. 9. [Märkmeid: 1. Vekli diskontole lisandub juurde veel 50 senti postikulud, mida nimetatakse portoks. 2. Käesoleval ajal Eestis 3-kuuliste vekslite diskonto $\%$ on 7. Leida kr. 360 3-kuulise vekli 7 $\%$ -line diskonto; 3 kuu (3 k = $\frac{1}{4}$ aastat) disk. = $7\% : 4 = 1,75\% = 1\% + 0,5\% + 0,25\%$. Järelikult kr. 360 disk. = $3,6 + 1,8 + 0,9 = 6,3$ (kr.); ühes portoga kr. 6,80]; 6. Tööstuse inventari väärtus = kr. 35000 ja see on kindlustatud 1,2 $\%$ -ga. Kui suur on kindlustuspreemia? Preemia = $0,001 \cdot 35000 \cdot 1,2 =$ kr. 42.—. 7. Kui suur on 9 $\%$ -line intress kapit. kr. 500 20 päeva eest? $i = 0,01 kt : D = 0,01 \cdot 500 \cdot 20 : 40 =$ kr. 25. Märg: Järgmiste ülesannete lahendamisel kasutada $q^t = (1 + 0,01p)^t$ tabelit. 8. Kui suur on 10 a. pärast kr. 500 lõppkapital, mis antud hoiale 5 $\%$? $K_t = 500 \cdot 1,05^{10}$. Tabelist q^t leiame, et $1,05^{10} = 1,629$, järelikult $K_t = 1,629 \cdot 500 =$ kr. 814,50. 9. Kui suure kapit. peame panema hoiale, et 5 a. pärast saada kr. 500, arvestades 6 $\%$. $K = 500 : 1,06^5 = 500 : 1,3382 =$ kr. 373,64. 10. Kui suure kapit. saame 10 a. lõpul, kui iga aasta alul anda hoiale kr. 100 5 $\%$ -ga? $K_{10} = 100 \cdot 1,05 \cdot (1,05^{10} - 1) : (1,05 - 1) = 100 \cdot 1,05 \cdot 0,6290 : 0,05 =$ kr. 1320,90. 11. Kuupalju peame maksma iga

aasta 20-aastase 4% pikaegse laenu kr. 8000 eest. Annuiteet $A = 8000 \cdot 1,04^{20} \cdot (1,04 - 1) : (1,04^{20} - 1) = 8000 \cdot 2,1911 \cdot 0,04 : 1,1911 \approx$ kr. 588,6. Sama ülesande võime lahendada ka annuitedi-tab. abil (vt. seletus tabelil).
 12. Kui suure kapit. peame paigutama hoiule 3% ga, et 10 a. järgemööda saaks ühes % ga iga aasta lõpul kr. 300? $K = 300 \cdot (1,03^{10} - 1) : 1,03^{10} \cdot (1,03 - 1) = 300 \cdot 0,344 : 1,344 \cdot 0,03 \approx$ kr. 2580.—

Protsent sajalt. Tähistes: A_s — suurendatud, A — otsene arv, a — suurendus, p — % määr. $A_s = 0,01A(100 + p) = a(100 + p) : p$; $A = 100 \cdot A_s : (100 + p)$; $a = A_s p : (100 + p)$. Näiteid: a) Kauba omahind on kr. 50. Mis hinna eest peame seda kaupa müüma, et saada 10% kasu? $A_s = 0,01 \cdot 50 \cdot (100 + 10) = 0,01 \cdot 50 \cdot 100 =$ kr. 55.— b) Kaup on müüdud kr. 920 eest, kusjuures on saadud kasu 15%. Kui suur on omahind? $A = 100 \cdot 920 : (100 + 15) = 100 \cdot 920 : 115 =$ kr. 800.— c) Kuupalju saadakse kasu kr. 550 eest müüdud kaubalt, kui kasu % on 10? $a = 550 \cdot 10 : (100 + 10) = 550 \cdot 10 : 110 =$ kr. 50.—
Protsent sajasse. Tähistes: A_v — vähendatud, A — otsene arv, a — vähendus; $A_v = 0,01A(100 - p) = a(100 - p) : p$; $A = 100A_v : (100 - p)$; $a = A_v p : (100 - p)$. Näiteid: a) Veekeste teoreetiline võimsus on 300 hj; kadu turbiinis 15%. Mitu hj saame tegelikult? $A_v = 0,01 \cdot 300 \cdot (100 - 15) = 3 \cdot 85 = 255$ hj. b) α Kirjastaja soovib saada raamatu eest kr. 4,80; mis hinna eest peab ta müüma raamatu kaupmehele, andes temale hinnaalandust 20%? $A = 100 \cdot 4,8(100 - 20) = 100 \cdot 4,8 : 80 =$ kr. 6.
 β) Kaup müüdi 10% kahjuga kr. 180 eest. Leida omahind. $A = 100 \cdot 180 : (100 - 10) = 100 \cdot 180 : 90 =$ kr. 200.— c) Kuupalju saadakse kahju kr. 190 eest müüdud kaubalt, kui kahju % on 5? $a = 190 \cdot 5 : (100 - 5) = 190 \cdot 5 : 95 =$ kr. 10.—

Tabel qt = (1 + 0,01 p)t

Aastad	1,02 ^t (2%)	1,025 ^t (2,5%)	1,03 ^t (3%)	1,035 ^t (3,5%)	1,04 ^t (4%)	1,045 ^t (4,5%)	1,05 ^t (5%)	1,055 ^t (5,5%)	1,06 ^t (6%)
1	1,0200	1,0250	1,0300	1,0350	1,0400	1,0450	1,0500	1,0550	1,0600
2	1,0404	1,0506	1,0609	1,0712	1,0816	1,0920	1,1025	1,1130	1,1236
3	1,0612	1,0769	1,0927	1,1087	1,1249	1,1412	1,1576	1,1742	1,1910
4	1,0824	1,1038	1,1255	1,1475	1,1699	1,1925	1,2155	1,2388	1,2625
5	1,1041	1,1314	1,1593	1,1877	1,2167	1,2462	1,2763	1,3060	1,3362
6	1,1262	1,1597	1,1941	1,2293	1,2653	1,3023	1,3401	1,3788	1,4185
7	1,1487	1,1887	1,2299	1,2723	1,3159	1,3609	1,4071	1,4547	1,5036
8	1,1717	1,2184	1,2668	1,3168	1,3686	1,4221	1,4775	1,5347	1,5938
9	1,1951	1,2489	1,3048	1,3629	1,4233	1,4861	1,5513	1,6191	1,6895
10	1,2180	1,2801	1,3439	1,4106	1,4802	1,5520	1,6289	1,7081	1,7908
11	1,2434	1,3121	1,3842	1,4590	1,5395	1,6229	1,7103	1,8021	1,8983
12	1,2682	1,3449	1,4258	1,5111	1,6010	1,6959	1,7959	1,9012	2,0122
13	1,2936	1,3785	1,4685	1,5630	1,6651	1,7722	1,8856	2,0058	2,1329
14	1,3195	1,4120	1,5126	1,6187	1,7317	1,8519	1,9799	2,1161	2,2609
15	1,3459	1,4483	1,5570	1,6753	1,8009	1,9353	2,0789	2,2325	2,3965
16	1,3728	1,4845	1,6047	1,7330	1,8720	2,0224	2,1829	2,3553	2,5404
17	1,4002	1,5216	1,6528	1,7947	1,9479	2,1134	2,2920	2,4848	2,6928
18	1,4282	1,5597	1,7024	1,8575	2,0252	2,2085	2,4066	2,6215	2,8543
19	1,4568	1,5987	1,7535	1,9225	2,1068	2,3079	2,5260	2,7656	3,0256
20	1,4859	1,6386	1,8061	1,9898	2,1911	2,4117	2,6533	2,9178	3,2071

Tabeli kasustamine. Leida $(1,04)^{10}$. Esimesest lahtrist (t) otsime arvu 10 ja tema vastu horisontaalreas 4% lahtris leiame arvu 1,4802, järelikult $(1 + 0,04)^{10} = (1,04)^{10} = 1,4802$.

1 kr. igaaastane kustutus ehk annuiteet (A).

Aastate arv <i>t</i>	Protsendimäär									
	3	3½	4	4½	5	6	7	8	10	12
1	1.030	1.035	1.040	1.045	1.050	1.060	1.070	1.080	1.100	1.120
2	0.522	0.526	0.530	0.533	0.537	0.545	0.553	0.560	0.576	0.592
3	0.353	0.356	0.360	0.363	0.367	0.374	0.381	0.388	0.402	0.416
4	0.269	0.272	0.275	0.278	0.282	0.288	0.295	0.301	0.315	0.329
5	0.218	0.221	0.224	0.227	0.230	0.237	0.243	0.250	0.263	0.277
6	0.184	0.187	0.190	0.193	0.197	0.203	0.209	0.216	0.229	0.243
7	0.160	0.163	0.166	0.169	0.172	0.179	0.185	0.192	0.205	0.219
8	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154	0.161	0.167	0.174	0.187	0.211
9	0.128	0.131	0.134	0.137	0.140	0.147	0.152	0.160	0.173	0.188
10	0.117	0.120	0.123	0.126	0.129	0.135	0.142	0.149	0.162	0.177
11	0.108	0.111	0.114	0.117	0.120	0.126	0.133	0.140	0.153	0.168
12	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.119	0.125	0.132	0.146	0.161
13	0.0940	0.0970	0.100	0.103	0.106	0.112	0.119	0.126	0.140	0.156
14	0.0885	0.0915	0.0946	0.0978	0.101	0.107	0.114	0.121	0.135	0.151
15	0.0837	0.0868	0.0899	0.0931	0.0963	0.102	0.109	0.116	0.131	0.147
16	0.0759	0.0826	0.0858	0.0890	0.0922	0.0989	0.105	0.112	0.127	0.143
17	0.0759	0.0790	0.0821	0.0854	0.0886	0.0954	0.102	0.109	0.124	0.140
18	0.0727	0.0758	0.0789	0.0822	0.0855	0.0923	0.099	0.106	0.121	0.138
19	0.0698	0.0729	0.0761	0.0794	0.0827	0.0896	0.0967	0.104	0.119	0.136
20	0.0672	0.0704	0.0736	0.0768	0.0802	0.0871	0.0943	0.101	0.117	0.134
21	0.0648	0.0680	0.0712	0.0746	0.0779	0.0850	0.0922	0.099	0.115	0.132
22	0.0627	0.0659	0.0691	0.0725	0.0759	0.0830	0.0904	0.0980	0.114	0.131
23	0.0608	0.0640	0.0673	0.0706	0.0741	0.0812	0.0887	0.0964	0.112	0.130
24	0.0590	0.0622	0.0655	0.0689	0.0724	0.0796	0.0871	0.0949	0.111	0.128
25	0.0574	0.0606	0.0640	0.0674	0.0709	0.0782	0.0858	0.0936	0.110	0.127
26	0.0559	0.0592	0.0626	0.0660	0.0695	0.0769	0.0845	0.0925	0.109	0.127
27	0.0545	0.0578	0.0612	0.0647	0.0682	0.0756	0.0834	0.0914	0.108	0.126
28	0.0532	0.0566	0.0600	0.0635	0.0671	0.0745	0.0823	0.0904	0.107	0.125
29	0.0521	0.0554	0.0588	0.0624	0.0660	0.0735	0.0814	0.0896	0.106	0.125
30	0.0510	0.0543	0.0578	0.0613	0.0650	0.0726	0.0805	0.0888	0.106	0.124
31	0.0499	0.0533	0.0568	0.0604	0.0641	0.0717	0.0797	0.0881	0.104	0.124
32	0.0490	0.0524	0.0559	0.0595	0.0632	0.0710	0.0790	0.0874	0.104	0.123
33	0.0481	0.0515	0.0551	0.0587	0.0624	0.0702	0.0784	0.0868	0.104	0.123
34	0.0473	0.0507	0.0543	0.0579	0.0617	0.0695	0.0777	0.0863	0.104	0.123
35	0.0465	0.0499	0.0535	0.0572	0.0610	0.0689	0.0772	0.0858	0.103	0.122

Tabeli kasutamise. Kui suur on annuiteet, et tasuda Kr. 10 000 ehituslaenu 20 aasta jooksul 3,5%? Tabeli esimesest lahtrist otsime arvu 20 ja tema vastu 3,5% lahtrist leiame arvu 0,0704, mida korrutame 10 000, saame: 0,0704 · 10 000 = Kr. 704.—

III. Algebra.

1. Algebraised tehted. a) Liitmine. $(+a) + (+b) = a + b$; $(+a) + (-b) = a - b$; $(-a) + (+b) = -a + b$; $(-a) + (-b) = -a - b$. b) Lahutamise. $(+a) - (+b) = a - b$; $(+a) - (-b) = a + b$; $(-a) - (+b) = -a - b$; $(-a) - (-b) = -a + b$. c) Korrutamise. $(+a) \cdot (+b) = +ab$; $(+a) \cdot (-b) = -ab$; $(-a) \cdot (+b) = -ab$; $(-a) \cdot (-b) = +ab$; $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$; $(a + b - c) \cdot m = am + bm - cm$; $(a + b)(c - d) = ac + bc - ad - bd$; $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$; $(a - b)(a^2 + ab + b^2) = a^3 - b^3$; $(a + b)(a^2 - ab + b^2) = a^3 + b^3$. d) Jagamise. $(+a) : (+a) = +1$; $(-a) : (-a) = +1$; $(+a) : (-a) = -1$; $a^m : a^n = a^{m-n}$; $a^0 = 1$; $a^{-n} = 1 : a^n$; $(a + b) : c = a : c + b : c$; $(a - b) : c = a : c - b : c$.

e) **Astendamine.** $\overbrace{a \cdot a \cdot a \dots a}^{m \text{ korda}} = a^m$; $(abc)^m = a^m \cdot b^m \cdot c^m$; $(a^m)^n = a^{mn}$;
 $(a^{-m})^n = (1 : a^m)^n = 1 : (a^m)^n = 1 : a^{mn}$; $(abc)^{-m} = a^{-m} \cdot b^{-m} \cdot c^{-m}$; $(a : b)^m =$
 $= a^m : b^m$; $(a : b)^{-m} = a^{-m} : b^{-m} = b^m : a^m = (b : a)^m$; $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$;
 $(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$; $(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ac$.

f) **Juurimine.** $\sqrt[n]{a^2} = \sqrt[n]{a}$; $(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m}$; $\sqrt[m]{abc} = \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b} \cdot \sqrt[m]{c}$; $\sqrt[n]{a} : b =$
 $= \sqrt[n]{a} : \sqrt[n]{b}$; $\sqrt[n]{a^n} = a$; $\sqrt[n]{a} + \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a + b + 2\sqrt{ab}}$; $\sqrt{-1} = i$ (imaginaararv).
 Kui $a > b$, siis (ligikaudu) $\sqrt{a^2 + b^2} = 0,96a + 0,398b$, kusjuures viga on
 vähem kui 4% tõelikust väärtusest. Kui $a > b > c$, siis ligikaudu
 $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = 0,939a + 0,389b + 0,297c$, kusjuures viga on vähem kui 6%
 tõelikust väärtusest.

g) **Newton'i binoom.** $(a \pm b)^n = a^n \pm na^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a^{n-2}b^2 \pm$
 $\pm \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} a^{n-3}b^3 + \dots + b^n$.

h) **Logaritmimine.** $a = b^n$; $c = bp$; $n = \lg a$, $p = \lg c$; $\lg b = 1$ (b — alus);
 $\lg(ab) = \lg a + \lg b$; $\lg(a : b) = \lg a - \lg b$; $\lg a^n = n \cdot \lg a$; $\lg \sqrt[n]{a} = \lg a : n$;
 $\lg 1000 = 3$; $\lg 100 = 2$; $\lg 10 = 1$; $\lg 1 = 0$; $\lg 0,1 = -1$; $\lg 0,01 = -2$ jne.
 Negatiivarvudel pole logaritme.

2. **Võrrandid.** a) **Esimese astme võrrandid.** 1. Ühe tundmatuga:
 $x \pm a = b$; $x = b \mp a$; $ax = b$; $x = b : a$; $x : a = b$; $x = ab$; $ax + b = c$;
 $x = (c - b) : a$. 2. Kaks võrrandit kahe tundmatuga. $ax + by = c$, $a_1x + b_1y = c_1$;
 $x = (cb_1 - bc_1) : (ab_1 - ba_1)$; $y = (ac_1 - ca_1) : (ab_1 - ba_1)$.

b) **Ruutvõrrandid.** 1. Puudulikud: $x^2 - a = 0$; $x = \sqrt{a}$; $ax + b - c = 0$;
 $x = \sqrt{(c - b) : a}$. 2. Täielikud: $ax^2 + bx + c = 0$; $x = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) : 2a$;
 $x^2 + px + q = 0$; $x = -1/2p \pm \sqrt{(1/2p)^2 - q}$.

c) **Biruutvõrrand.** $ax^4 + bx^2 + c = 0$; $x = \sqrt{(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) : 2a}$.
 Juurte omadusi: 1) $x_1 + x_2 = -p = -b : a$; 2) $x_1 \cdot x_2 = q = c : a$.

d) **Kuupvõrrandid.** Kui üldkujulises võrrandis $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$
 võtta $x = y - 1/3a$, siis saame võrrandi: $y^3 + 3py + 2q = 0$. Kui 1) $q^2 + p^3 > 0$,

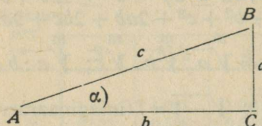
siis saame ühe reaalse juure $y_1 = \sqrt[3]{-q + \sqrt{q^2 + p^3}} + \sqrt[3]{-q - \sqrt{q^2 + p^3}}$, Kar-
 daani valemi järgi; y_2 ja y_3 on imaginaarsed juured. 2) Kui $q^2 + p^3 < 0$, siis
 kõik juured on reaalsed ja sel juhul kasustatav trigonomeetriline lahendus:
 $\cos \varphi = -q : \sqrt{-p^3}$, siis $y_1 = 2\sqrt{-p} \cdot \cos 1/3\varphi$; $y_2 = -2\sqrt{-p} \cdot \cos(1/3\varphi + 60^\circ)$
 ja $y_3 = -2\sqrt{-p} \cdot \cos(1/3\varphi - 60^\circ)$; 3) Kui $q^2 + p^3 = 0$, siis võrrandil kaks ise-
 sugust reaaluurt (üks neist kahene): $y_1 = 2\sqrt{-q}$, $y_2 = y_3 = -\sqrt{-q}$

3. **Read.** a) **Aritmeetiline rida:** esimene liige a_1 , vahe d , liikmete
 arv n , viimane liige a_n , liikmete summa s ; $a_n = a_1 + d(n - 1)$; $s = 1/2(a_1 + a_n)n =$
 $= 1/2[2a_1 + d(n - 1)]n$.

b) **Geomeetriline rida:** esimene liige a_1 , rea tegur q , liikmete arv n ,
 viimane liige a_n , liikmete summa S ja rea korrutis Π ; $a_n = a_1q^{n-1}$;
 $s = (a_nq - a_1) : (q - 1) = a_1(q^n - 1) : (q - 1)$; $\Pi = \sqrt{(a_1 \cdot a_n)^n}$. Lõpmatult ka-
 haneva geom. rea liikmete summa: $\lim. S = a_1 : (1 - q)$.

IV. Trigonomeetria.

1. Trigonomeetrilised funktsioonid.



$a : c =$ siinus α , lühidalt $\sin \alpha$; $b : c =$ koosinus α , lühidalt $\cos \alpha$; $a : b =$ tangens α , lühidalt $\tan \alpha$; $b : a =$ kootangens α , lühidalt $\cot \alpha$.

Märge: $\sin \alpha = \cos \beta$; $\cos \alpha = \sin \beta$, $\tan \alpha = \cot \beta$ ja $\cot \beta = \tan \alpha$.

2. Trigonomeetriliste funktsioonide olenevus üksteisest.

$\sin \alpha =$	$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$	$\frac{\tan \alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2 \alpha}}$
$\cos \alpha =$	$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$	$\frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$	$\frac{\cot \alpha}{\sqrt{1 + \cot^2 \alpha}}$
$\tan \alpha =$	$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha}$	$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\cot \alpha}$
$\cot \alpha =$	$\frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha}$	$\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\tan \alpha}$

3. Kahe nurga summa ja vahe \sin , \cos , \tan ja \cot . $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$; $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$; $\tan(\alpha \pm \beta) = (\tan \alpha \pm \tan \beta) : (1 \mp \tan \alpha \tan \beta)$; $\cot(\alpha \pm \beta) = (\cot \alpha \cot \beta \mp 1) : (\cot \beta \pm \cot \alpha)$.

4. Kahe nurga \sin , \cos , \tan ja \cot summa avaldamine korrutisena. $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin^{1/2}(\alpha + \beta) \cos^{1/2}(\alpha - \beta)$; $\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos^{1/2}(\alpha + \beta) \sin^{1/2}(\alpha - \beta)$; $\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos^{1/2}(\alpha + \beta) \cos^{1/2}(\alpha - \beta)$; $\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin^{1/2}(\alpha + \beta) \sin^{1/2}(\alpha - \beta)$; $\tan \alpha \pm \tan \beta = \sin(\alpha \pm \beta) : \cos \alpha \cos \beta$; $\cot \alpha \pm \cot \beta = \sin(\beta \pm \alpha) : \sin \alpha \sin \beta$.

5. Kahekordse nurga \sin , \cos , \tan ja \cot . $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$; $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$; $\tan 2\alpha = 2 \tan \alpha : (1 - \tan^2 \alpha)$; $\cot 2\alpha = (\cot^2 \alpha - 1) : 2 \cot \alpha$.

6. Poolnurga \sin , \tan ja \cot . $\sin^{1/2} \alpha = \sqrt{(1 - \cos \alpha) : 2} = \sqrt{(p - b)(p - c) : bc}$; $\cos^{1/2} \alpha = \sqrt{(1 + \cos \alpha) : 2} = \sqrt{p(p - a) : bc}$; $\tan^{1/2} \alpha = \sqrt{(1 - \cos \alpha) : (1 + \cos \alpha)} = \sin \alpha : (1 + \cos \alpha) = (1 - \cos \alpha) : \sin \alpha = \sqrt{(p - b)(p - c) : (p - a)p}$; $\cot^{1/2} \alpha = \sqrt{(1 + \cos \alpha) : (1 - \cos \alpha)} = (1 + \cos \alpha) : \sin \alpha = \sin \alpha : (1 - \cos \alpha) = \sqrt{p(p - a) : (p - b)(p - c)}$, kusjuures a, b ja c on kolmnurga küljed ja $p = 1/2(a + b + c)$.

7. Kolmnurkade lahendamise. a) antud: a, b, γ . Kasustame tangenslauset (lk. 26): $\tan^{1/2}(\alpha - \beta) = [(a - b) : (a + b)] \tan^{1/2}(\alpha + \beta)$ ja koosinuslauset (lk. 25): $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$. b) antud: a, β, c . Kasustame siinuslauset (lk. 24): $a = c \sin \alpha : \sin \gamma$. c) antud: a, b, c . Kasustame poolnurga funktsioone: $\sin^{1/2} \alpha = \sqrt{(p - b)(p - c) : bc}$ ja $\cos^{1/2} \alpha = \sqrt{p(p - a) : bc}$. d) antud: a, b, α . Kasust. siinuslauset $\sin \beta = b \sin \alpha : a$; kui $a \geq b$, siis on 1 lahendus, kui $a < b$, siis — 2 lahendust.

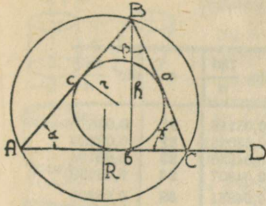
8. Sfääriline kolmnurk. a) nurkade summa: $\pi < \alpha + \beta + \gamma < 3\pi$; b) külgede summa: $0 < a + b + c < 2\pi$; c) siinuslause: $\sin a : \sin \alpha = \sin b : \sin \beta = \sin c : \sin \gamma$; d) koosinuslause: $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \cdot \sin c \cos \alpha$; $\cos b = \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos \beta$; $\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos \gamma$.

V. Geomeetria.

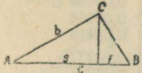
1. Planimeetria valemeid.

Tähised: S — pindala; h — kõrgus; R — ümberjoonestatud ja r — sissejoonestatud ringi raadiused, α, β ja γ sisenurgad.

1. Kolmnurk. $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$; $\angle BCD = \alpha + \beta$; $p = \frac{1}{2}(a + b + c)$; $S = \frac{1}{2}bh = \frac{1}{2}ab \sin \gamma = c^2 \sin \alpha \sin \beta : 2 \sin \gamma = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = abc : 4R = pr$.



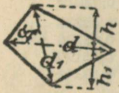
2. Täisnurkne kolmnurk.



$$c^2 = a^2 + b^2 \quad (\text{Püthagorase lause}).$$

$$h^2 = gf; \quad b^2 = cg; \quad a^2 = cf;$$

3. Nelinurk.



$$S = \frac{1}{2}(h + h_1)d = \frac{1}{2}dd_1 \sin \alpha.$$

Parallelogr. $S = bh$.



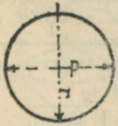
4. Trapets.

$$S = \frac{1}{2}(a + b)h.$$

5. Korrapäratu hulknurga pindala leiame, kui ta jaotame diagonaalidega kolmnurgiks ja arvutame iga kolmnurga pindala eraldi. Saadud kolmnurkade pindalade summa moodustab hulknurga pindala.

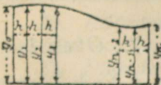
6. Korrapärane hulknurk

(vt. lk. 22, tabel lk. 23).



7. Ring.

$$d = 2r. \quad \text{Ümbermõõt} \\ C = \pi d = 2\pi r. \\ S = \frac{1}{4}\pi d^2 = \pi r^2 = 0,7854 d^2.$$



13. Vabalt võetud kujundi pinna arvutamiseks ja-

game ta paralleeljoontega $y_0, y_1 \dots y_n$ (vt. kõrvalolev joonis) n ühelaiusiks ribakesiks h , mis joonestame nii, et võime pidada kahe ordinaadi vahel olevat kujundi äärjoont sirgeks, ja nii moodustab üksikute trapetsite summa kogu pindala. Kui neid pinnaribakesi on paarisarv, siis Simpson'i valemi järgi: $S = \frac{1}{3}h[y_0 + y_n + 4(y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots + y_{n-2})]$.

Kui aga ribakeste arv on paaritu, siis viimase arvutame trapetsi-valemi abil, ülejäänud $n - 1$ ribakeste pindala leidmisel tarvitame Simpson'i valemit.

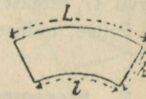
8. Ringi sektori ja segmendi valemeid vt. lk. 23.



9. Ringrõngas (toru).

$$R = \pi(R^2 - r^2) = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2) = 2\pi\rho\delta, \text{ kus} \\ \delta = (R - r^*) \text{ ja} \\ \rho = \frac{1}{2}(R + r)$$

*) allpool ρ ja δ samad väärtused.

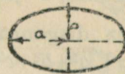


10. Ringrõnga osa.

$$S = \frac{1}{2}h(L + c) = \pi\varphi(R^2 - r^2) : 360 = \pi\varphi\rho\delta : 360, \\ \varphi - \text{kesknurk.}$$

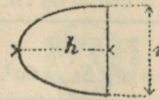
11. Ellips.

Ümbermõõt = $\pi(a + b)$; $S = \pi ab$;
 a — suur ja b — väike pooltelg.



12. Parabool.

Kokkusurutud kaare pikkus
 $L = r(1 + 8h^2 : 3r^2)$;
 $S = \frac{2}{3}hr$.



Ringi jagamine n võrdseks osaks.

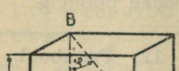
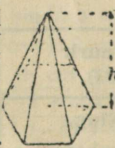
n	$\sin \frac{180}{n}$	n	$\sin \frac{180}{n}$	n	$\sin \frac{180}{n}$	n	$\sin \frac{180}{n}$	n	$\sin \frac{180}{n}$
1	0,00000	21	0,14904	41	0,07655	61	0,05148	81	0,03878
2	1,00000	22	0,14232	42	0,07473	62	0,05065	82	0,03830
3	0,86603	23	0,13617	43	0,07300	63	0,04985	83	0,03784
4	0,70711	24	0,13053	44	0,07134	64	0,04907	84	0,03739
5	0,58779	25	0,12533	45	0,06976	65	0,04831	85	0,03695
6	0,50000	26	0,12054	46	0,06824	66	0,04758	86	0,03652
7	0,43388	27	0,11609	47	0,06679	67	0,04687	87	0,03610
8	0,38268	28	0,11196	48	0,06540	68	0,04618	88	0,03568
9	0,34202	29	0,10812	49	0,06407	69	0,04551	89	0,03529
10	0,30902	30	0,10453	50	0,06279	70	0,04487	90	0,03490
11	0,28173	31	0,10117	51	0,06156	71	0,04423	91	0,03452
12	0,25682	32	0,09802	52	0,06038	72	0,04362	92	0,03414
13	0,23392	33	0,09506	53	0,05924	73	0,04302	93	0,03377
14	0,21252	34	0,09227	54	0,05814	74	0,04244	94	0,03341
15	0,20791	35	0,08964	55	0,05709	75	0,04188	95	0,03306
16	0,19509	36	0,08716	56	0,05607	76	0,04132	96	0,03272
17	0,18375	37	0,08481	57	0,05509	77	0,04079	97	0,03238
18	0,17365	38	0,08258	58	0,05414	78	0,04027	98	0,03205
19	0,16480	39	0,08047	59	0,05322	79	0,03976	99	0,03173
20	0,15643	40	0,07846	60	0,05234	80	0,03926	100	0,03141

Tabeli kasustamine. Jagada ring, mille $D = 375$ mm, 47 võrdseks osaks. Tab. n lahtrist otsime arvu 47, temast järgnevat lahtr. võtame 0,06679 ja korrutame seda 375; saame 25046, millise joonlõigu asetame ringjoont mööda.

2. Stereomeetria valemid.

Tähised: S_p ja s_p põhjade pindalad; S_t — täis- ja S_k — külgpindala, h — kõrgus, V — ruumala, P ja p põhjade ümbermõõdud.

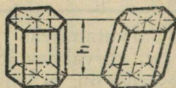
1. Risttahukas. Põhja diagonaal $AC = \sqrt{a^2 + b^2}$; Diag. $AB = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$;
 $\tan \varphi = \sqrt{a^2 + b^2} : c$;
 $S_t = 2(ab + ac + bc)$;
 $V = abc = S_p \cdot h$.

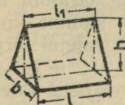
5. Püramiid.
 $S_k = 1/2Pl$;
 l — külje apoteem;
 $S_t = S_k + S_p$;
 $V = 1/3Sh$.

2. Kuup.
 $V = a^3$; $S_t = 6a^2$.

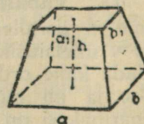
6. Tüviüpüramiid. $S_k = 1/2(P + p)l$;
 $S_t = S_k + S_p + s_p$;
 $V = 1/3h(S_p + s_p + \sqrt{S_p s_p})$.



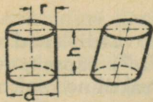
3. Prisma. $V = S_p h$;
 püstprisma $S_k = Ph$;
 $S_t = S_k + 2S_p$.



4. Kii. $V = 1/6(2l + h)bh$.



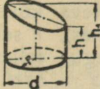
7. Obelisk.
 $S_t = S_k + S_p + s_p$;
 $V = 1/6h[(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1] = 1/6h[ab + (a + a_1)(b + b_1) + a_1b_1] \approx 1/4h(a + a_1)(b + b_1)$.



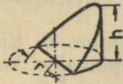
18. Ringsilinder.
 $S_k = 2\pi rh$; $S_t = 2\pi r(r+h)$; $V = \pi r^2 h = \frac{1}{4}\pi d^2 h = 0,785 d^2 h$.



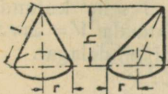
9. Õõnessilinder (toru). $S_k = 2\pi h(R+r)$; $V = \pi h(R^2 - r^2) = \pi h(R+r)(R-r) = 2\pi h r \delta$.



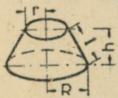
10. Kaldulõigatud silinder.
 $S_k = \pi r(h + h_1)$; $V = \frac{1}{2}\pi r^2(h + h_1)$.



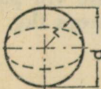
11. Silindrilõik.
 $S_k = 2rh$; $V = \frac{2}{3}r^2 h$.



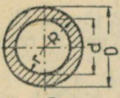
12. Ringkoonus.
 $S_k = \pi rl$; $S_t = \pi r(l+r)$; $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h = \frac{1}{12}\pi d^2 h$; $l = \sqrt{h^2 + r^2}$.



13. Tüvikoonus.
 $S_k = \pi l(R+r)$; $S_t = \pi l[(R+r) + R^2 + r^2]$; $V = \frac{1}{3}\pi h(R^2 + Rr + r^2) = \frac{1}{12}\pi h(D^2 + Dd + d^2)$.



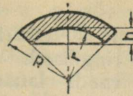
14. Kera.
 $S_t = 4\pi R^2 = \pi D^2$; $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{6}\pi D^3 = 4,18879 R^3 = 0,5236 D^3$.



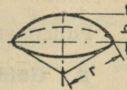
15. Õõneskera.
 $V = \frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3) = \frac{1}{6}\pi(D^3 - d^3)$.



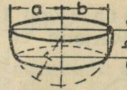
16. Kerasektor.
 $S_t = \frac{1}{2}\pi r(4h + a)$; $V = \frac{2}{3}\pi r^2 h = 2,0944 r^2 h$.



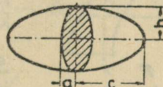
17. Õõneskera-ektor.
 $V = \frac{2}{3}\pi h(R^2 - r^2)$; $r = 2,0944 h(R^2 - r^2)$.



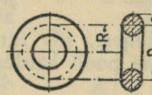
18. Kerasegment.
 $S_k = 2\pi rh$; $V = \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$.



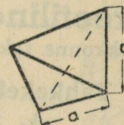
19. Kerakiht.
 $S_k = 2\pi rh$; $V = \frac{1}{6}\pi h(3a^2 + 3b^2 + h^2)$.



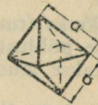
20. Ellipsoid.
 $V = \frac{4}{3}\pi abc$.



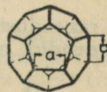
21. Silindriline rõngas. $S_t = 4\pi^2 Rr = 39,478 Rr = \pi^2 Dd$; $V = 2\pi^2 Rr^2 = 19,739 Rr^2 = \frac{1}{4}\pi^2 Dd^2 = 2,467 Dd^2$.



22. Tetraeeder.
 $V = \frac{1}{12}a^3\sqrt{2} = 0,1179 a^3$; $S_t = a^2\sqrt{3} = 1,732a^2$.



23. Oktaeeder.
 $S_t = 2a^2\sqrt{3} = 3,464a^2$; $V = \frac{1}{3}a^3\sqrt{2} = 0,471a^3$.



24. Dodekaeeder.
 $S_t = 20,646a^2$; $V = 7,663a^3$.



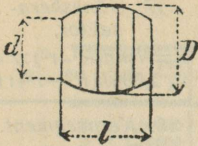
25. Ikosaeeder.
 $S_t = 5a^2\sqrt{3} = 8,661a^2$; $V = 2,182a^3$.

26. Pöördellipsoid. Kui 2a — pöördtelg, siis $V = \frac{4}{3}\pi ab^2$. Kui 2b — pöördtelg, siis $V = \frac{4}{3}\pi a^2 b$.

27. Pöördparaboloid. r — põhja raadius; h — kõrgus; $V = \frac{1}{2}\pi r^2 h = 1,5708 r^2 h$.

Märge: Koonuse, pöördparaboloidi, kera ja silindri võrdsete kõrgustega ruumalad suhtuvad üksteisega kui $\frac{1}{3} : \frac{1}{2} : \frac{2}{3} : 1$.

28. Vann. Põhjad — vabalt võetud ellipsid, pooltelgedega a, b ja a₁, b₁; h — kõrgus; $V = \frac{1}{6}\pi h[2(ab + a_1b_1) + ab_1 + a_1b]$.



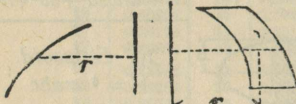
29. Vaat.

$V = \frac{1}{12}\pi l(2D^2 + d^2)$ ligikaudu, kui vaadi lauad on ringilised. $V = \frac{1}{15}\pi l(2D^2 + Dd + \frac{3}{4}d^2)$ täpselt, kui vaadi lauad on paraboolsed. Praktiline valem: $V = 0,087 l(2D + d^2)$.

Pulleri valem: $V = l(0,36D^2 + 0,23Dd + 0,2d^2)$.

3. Guldin'i juhised.

a) Pindala kohta (joon 1). Kui l on telje ümber tiirleva kõverjoone pikkus (telg ja kõverjoon ei löiku ja asuvad ühes tasapinnas), r selle kõverjoone raskuskeskme kaugus teljest, siis tiirlemisest saadud keha $S = 2\pi rl =$ raskuskeskme poolt käidud tee, korrutatud kõverjoone pikkusega.



Joon 1.

Joon 2.

b) Ruumala kohta (joon. 2). Kui S on telje ümber tiirleva tasapinnalise kujundi pindala (telg ja pindala ei löiku ja asuvad ühes tasapinnas), r selle kujundi raskuskeskme kaugus teljest, siis tiirlemisest saadud keha ruumala $V = 2\pi rS$ (=kujundi raskuskeskme poolt käidud tee, korrutatud kujundi pindalaga).

Teoreetiline mehaanika.

(Keskonna takistust ei arvestata).

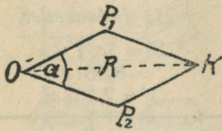
I. Tahkekehade mehaanika.

A. Staatika.

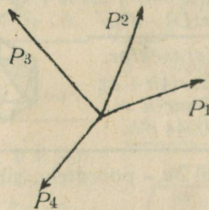
1. Jõud (tungid). Jõuks (tungiks) nimetatakse keha (liikumise või paigalseisu) oleku muutmise põhjust; jõudu mõõdetakse kaaluühikutega (kg, g jne.). Graafiliselt kujutatakse jõudu joonloigetega.

a) Jõudude liitmine ja lahutamine.

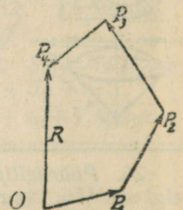
1) Jõud määratakse rakendustäpi, sihi ja suurusega. Kui 2 jõudu P_1 ja P_2 (joon. 1), n. n. komponendid, mõjuvad kehale nurgal α , siis nende resul-



Joon. 1.



Joon. 2.



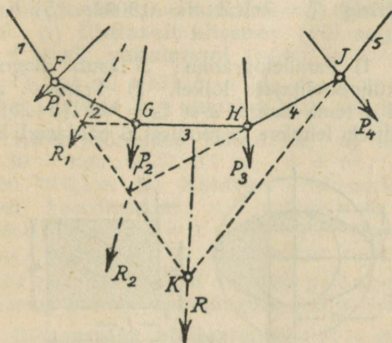
Joon. 3.

tantjõud $R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos \alpha}$; kui $\alpha = 0$, siis $R = P_1 + P_2$; kui $\alpha = 90^\circ$, siis $R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$; kui $\alpha = 180^\circ$, siis $R = P_1 - P_2$. Graafiliselt leitakse R jõudude parallelogrammi OP_1P_2 või jõudude kolmnurga OP_2K kaudu; selleks

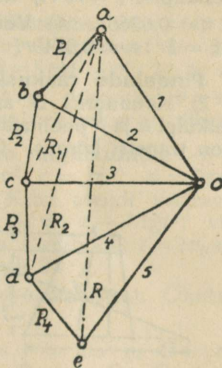
konstrueerime jõududele P_1, P_2 ja nurgale α parallelogrammi või kolmnurga. Parallelogrammi diagonaal või kolmnurga külg R annab otsitava resultantjõu suuruse ja sihi. Samuti toimub ka R lahutamise komponendeks P_1 ja P_2 . Kui kehale mõjuvad mitu ühes tasapinnas asuvat jõudu P_1, P_2, P_3, P_4 jne. (joon. 2), siis nende R leitakse järgmiselt: Vabalt võetud täpist O (joon. 3) tõmbame jõule P_1 (joon. 2) paralleeljoone ja temal mõõdame jõuga P_1 võrdse lõigu, täpist P_1 tõmbame jõule P_2 paralleeljoone ja temal mõõdame jõuga P_2 võrdse lõigu jne. Võetud täpi ja täpp P_4 (joon. 3) ühendjoon R ongi antud jõudude resultantjõud.

b) Nöörhulknurk.

Kui tungide P_1, P_2, P_3 ja P_4 (joon. 4) rakendustäpid asetsevad väljaspool joonist, siis nende R leitakse järgmiselt: täpist a (Joon. 5) tõmbame $ab \parallel P_1$, täpist $b - be \parallel P_2$, täpist $c - cd \parallel P_3$ ja täpist $d - de \parallel P_4$. Vabalt võetud täpi O



Joon. 4.



Joon. 5.

(poolus) ühendame kiirtega 1, 2, 3, 4, 5 täppidega a, b, c, d ja e . Jõul P_1 (joon. 4) võtame mingi täpi F ja tõmbame temast jooned 1 ja 2, mis on paralleelsed Oa ja Ob -le (joon. 5). Joon 2 lõikab jõu P_2 täpist G ; sellest täpist tõmbame joone 4 $\parallel Od$ ja täpist J jõul P_4 joone 5 $\parallel Oe$. Jooned 1 ja 5 pikendatult lõikuvad punktis K ; läbi selle punkti läheb antud jõudude resultantjõud R , mille suuruse ja sihi määrab ae (joon. 5) P_1 ja P_2 resultant $R = ac$ ja P_1, P_2 ja P_3 resultant $R_2 = ad$. Murdjoon 1, 2, 3, 4, 5 (joon. 4) nimetatakse nöörhulknurgaks. Samuti leitakse ka paralleeljõudude resultantjõud (vt. eespool „Tugevusõpetus“, Arvutusvõrrandid, p. 5. Paine).

c) Jõudude staatiline ehk pöördemoment ja jõududepaar.

Jõu P pöördemomendiks M mõnesuguse täpi O suhtes nimetatakse jõu P korrutist ristjoonega l , mis on tõmmatud antud täpist O jõule P või tema pikendusele. $M_P = \pm Pl$; l nimetatakse jõu õlaks. Moment on positiivne, kui P pöörab keha O ümber kellaosuti liikumise sihis, vastasel juhul on moment negatiivne.

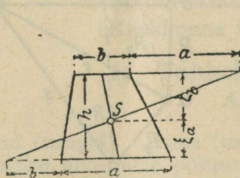
- 1) Kui jõudu P mõõdame kilogrammidega, pikkust l sentimeetritega, siis jõu momendi ühik on 1 kgcm.
- 2) Resultantjõu staatiline moment = komponentide momentide summaga.
- 3) Keha on tasakaalus, kui temale mõjuvate jõudude momentide summa = 0.

Kaks võrdset, kuid vastassihiga paralleeljõu ($+P$ ja $-P$) moodustavad n. n. jõududepaari, mille $R = 0$. Paarimoment on jõu P korrutis jõududevahelise kaugusega l ; kui $l \neq 0$, siis jõududepaar tekitab pöörlemisliikumise.

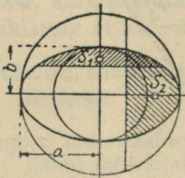
d) Raskuskese (-täpp) (tähis S).

Raskuskese on täpp, mida läbib massile mõjuvate paralleeljõudude resultant. Kui tahkekeha toetada raskuskeskmel, siis keha jääb ükskõiksesse tasakaalu. a) **Joonte raskuskese.** 1) **Sirge:** Raskuskese (S) on tema keskpaigas. 2) **Ringikaar:** S asub kaart poolitataval raadiusel r ja tema kaugus ringi kesktäpist $\xi = rb : l$, kus b on kõõlu ja l kaare pikkus. 3) **Poolring:** $\xi = 2r : \pi = 0,6366r$. 4) **Veerandring:** $\xi = 2r\sqrt{2} : \pi = 0,9003r$. 5) **Kuuendring:** $\xi = 3r : \pi = 0,9549r$.

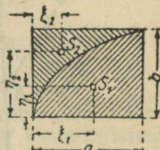
b) **Pindalade raskuskese.** 1) Parallelogramm: S asub diagonaalide lõikel. 2) Kolmnurk: S asub küljepoolitajate lõikel. 3) Trapets: S asub paralleelkülgi a ja b poolitaja sirgel ja tema kaugus a -st $\xi_a = \frac{1}{3}h \cdot (a+2b) : (a+b)$, kus h on trapetsi kõrgus. Graafiliselt leitakse S joonisel 6 näidatud konstruktsiooniga.



Joon. 6.



Joon. 7.



Joon. 8.

eerimisega. 4) **Nelinurk:** Lahutame nelinurga ühe diagonaaliga 2 kolmnurkaks raskuskeskmetega S_1 ja S_2 ja teise diag. 2 kolmn. raskuskeskmetega S_3 ja S_4 . Sirgete S_1 S_2 ja S_3 S_4 lõiketäpp S ongi nelinurga raskuskese. 5) **Segment:** S asub segmendi kaart poolitaval raadiusel r ja tema kaugus ringi kesktäpist $\xi = b^3 : 12A$, kus A — segmendi pindala, b — kõõl. 6) **Sektor:** S asub sektori kaart poolitataval raadiusel ja tema kaugus ringi kesktäpist $\xi = 2rb : 3l$ (b — kõõlu pikkus, l — sektori kaare pikkus). 7) **Poolring:** $\xi = 4r : 3\pi = 0,4244r$. 8) **Veerandring:** $\xi = 4r\sqrt{2} : 3\pi = 0,6002r$. 9) **Kuuendring:** $\xi = 2r : \pi = 0,6366r$. 10) **Elliptiline segment:** raskuskese ühtub niisuguse ringi segmendi raskuskeskmega, mille d võrdub ellipsi peateljega ja on risti segmente moodustava kõõluga (joon. 7). 11) **Parabooli pindala** (joon. 8): S_1 jaoks on $\xi_1 = 0,6 a$ ja $\eta_1 = 0,375 b$; S_2 jaoks on $\xi_2 = 0,3 a$; $\eta_2 = 0,75 b$.

c) **Kehade raskuskese.** 1) **Püstprisma ja püstsilinder:** S asub põhjade raskuskeskmeid ühendava sirge keskpaigas. 2) **Püramiid ja koonus:** S asub tipu ja põhja raskuskeskmeid ühendaval sirgel ja tema kaugus põhjast võrdub $\frac{1}{4} h$. 3) **Tüvipüramiid:** S kaugus A põhjast

$\xi = \frac{1}{4} h \cdot (A + 2\sqrt{AB} + 3B) : (A + \sqrt{AB} + B)$. (A ja B — põhjade pindalad).
 4) **Tüvikoonus:** (R , r põhjade raadiused, S kaugus suuremast põhjast
 $\xi = \frac{1}{4} h \cdot (R^2 + 2Rr + 3r^2) : (R^2 + Rr + r^2)$). 5) **Kerasegment:** S kaugus kera
 kesktäpist $\xi = \frac{3}{4} \cdot (2r - h)^2 : (3r - h)$. 6) **Poolkera:** $\xi = 3r : 8$. 7) **Õõnes-**
poolkera: $\xi = \frac{3}{8} \cdot (R^4 - r^4) : (R^3 - r^3)$. 8) **Kerasektor:** S kaugus kera
 kesktäpist $\xi = \frac{3}{8} (2r - h)$, (h — tähistab valemis kõrgust).

B. Kinemaatika ja dünaamika.

Alljärgnevais valemis esinevate tähtede tähendusi: v_0 algkiirus (m/sek);
 v — lõppkiirus (m/sek); t — aeg (sek); s — käidud tee (m); a — kiirendus
 (m/sek²); h — kõrgus (m); g — maakera gravitatiivne kiirendus (m/sek²)
 (g väärtusi vt. allpool); ω — nurkkiirus; r — ringi raadius; n — pöörete arv
 minutis; m — mass; G — keha kaal; P — jõud; T — töö; N — võimsus;
 J — inertsmoment; e — erikaal, ω_0 — algnurkkiirus, D — riigi läbimõõt.

1. **Sirgjooneline liikumine. a) Ühtlane liikumine:** $v = s : t$; $s = vt$;
 $t = s : v$. b) **Ühtlaselt kiirenev (või aeglustuv) liikumine:** $v = v_0 \pm at$;
 $s = v_0 t \pm \frac{1}{2} at^2$; **vabalangel** ($v_0 = 0$ ja $a = g$); $h = \frac{1}{2} gt^2 = v^2 : 2g \approx 0,051 v^2$;
 $v = gt = \sqrt{2gh} \approx 4,43 \sqrt{h}$ m/sek; $t = v : g = \sqrt{2h : g}$; püstviskel $v = v_0 \pm gt$;
 $h = v_0 t \pm \frac{1}{2} gt^2$ (+ kui visatakse ülalt alla ja — kui visatakse alt üles).

2. **Kõverjooneline liikumine. a) ühtlane ringliikumine:** $v = r\omega =$
 $= \pi r n : 30 = \pi d n : 60 \approx 0,1 nr$; $\omega = v : r$; $a = v^2 : r = r\omega^2$; $\omega = 2\pi n : 60 =$
 $= \pi n : 30 \approx 0,1 n$. b) **Kaldvise** (viskenurk α). Keha asendi määravad igal
 momendil koordinaadid: $x = v_0 t \cos \alpha$ ja $y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} gt^2$; viskeraja
 (trajektoori) võrand $y = x \tan \alpha - gx^2 : 2v_0^2 \cos^2 \alpha$ (parabool); $t = 2v_0 \sin \alpha : g$;
 $h = y_{\max} = v_0^2 \sin^2 \alpha : 2g$; viskekaugus $x_{\max} = v_0^2 \sin 2\alpha : g$.

Märge: Ülaltoodud valemis pole arvestatud õhutakistust. Õhutakistuse
 puhul saame prima viskekauguse, kui $\alpha = 32^\circ$.

3. **Dünaamika põhivalemid.** $P = ma$ või $P = Ga : g$; $G = mg$, siit
 leiame, et $m = G : g = P : a \approx 0,102 G$, ja $a = P : m = Pg : G$.

Inerti jõud on vektor, mis arvuliselt võrdub massi ja kiirenduse korru-
 tisega (ma) ja mille suund on vastupidine kiirenduse suunaga.

4. **Töö, võimsus, elavjõud. Liikumishulk ($mv - mv_0$) ja impulss**
 (Pt). a) **Töö.** $T = Ps \cos \alpha$ (α on P ja s vaheline nurk); kui $\alpha = 0$, s. o.

Võimsuste võrdlustabel.

Kilogramm- meetrid kgm/sek	Hobujõud hj (PS)	Kilovattid KW	Inglise jalg-naelad sekundis	Inglise hobujõud HP
1	0,0133	0,0098	7,233	0,01315
75	1	0,736	548,48	0,9863
101,98	1,36	1	737,6	1,34
0,138	0,0018	0,0013	1	0,00182
76,04	1,014	0,7457	550	1

kui tungi ja tee sihid
 ühtuvad, siis $T = Ps$.
 Tehniline tööühik on 1
 kilogramm-meeter (kgm)
 $= 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}$.

b) **Võimsus** N on
 ajaühikus tehtud töö;
 $N = T \text{ kgm} : t \text{ sek}$;
võimsusühik on
1 kgm/sek; tehniliseks
 võimsusühikuks on 1
hobujõud (lüh. hj.) =

$= 75 \text{ kgm/sek}$. Võimsus hj-des : $N = Ps : 75 t = Pv : 75$ (sirgjoonelisel liiku-
 misel) ja 2) $N = \pi d P n : 75 \cdot 60 = Prn : 716,2$ (kõverj. liik.), kilovattides
 $N = Pv : 102 \text{ kW}$.

Märge: 1) hobune võib võrdse pingutusega vedada järgmisi koormaid: a) seljas 300 kg, b) halval külatelyel 600 kg, c) maatelyel 2000 kg, d) raudrööpail 20000 kg.

2) Tugeva mehe võimsus kangil 2 minut. tööajal võib olla kuni 0,5 hj. Kaheksatunnisel tööajal on ta kasulik võimsus $\frac{1}{21}$ hj või $T = (75 : 21) \cdot 60 \cdot 60 \cdot 8 = 102857$ kgm, see on töö, mida võib saavutada 240 kcal-ga.

c) **Elavjõud** (kineetiline energia). Materjalse täpi elavjõu muutumine mõnesugusel käidul teel võrdub tööga samal teel, s. o. $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Ps = T$; elavjõudu mõõdetakse **tööühikutega**. d) **Liikumishulk ja jõuimpuls**. Materjalse täpi sirgjoonelisel liikumisel $mv - mv_0 = Pt$, s. o. liikumishulk = jõuimpulsiga.

5. Tahkekeha pöörlemine ümber paigalseisva telje.

1. **Kinemaatilised olenevused.** a) **Nurkkiirus** $\omega = \varphi : t$, kus φ — keha pöördenurk tema telje ümber radiaanides. b) **Nurkkiirendus** $\varepsilon = \omega : t$. c) **Ühtlasel või muutlikul ringliikumisel** $v = \omega r$ (m/sek). d) **Tangentsiaalkiirendus** $a_t = \varepsilon r$. e) **Normaal-** (tsentripetaal-) **kiirendus** $a_n = v^2 : r = \omega^2 r^2 : r = \omega^2 r$. f) Täielik kiirendus t ajamomendil $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = r\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$. Kui tahkekeha teeb n pöoret minutis, siis $\omega = v : r = 2\pi n : 60 = \pi n : 30 = 0,10472 n \approx 0,1 n$; $n = 9,549 \omega$; $\varphi = \omega t$; $\omega = \varphi : t$; $t = \varphi : \omega$; $v = \omega r = \frac{1}{30}\pi n r = \pi D n : 60 = 0,10472 nr \approx 0,1 nr$. Ringkiiruse arvvaartusi antud n ja D -le vt. tab. lk. 48.

2. **Dünaamilised olenevused.** Kui sirgjoonelise liikumise valemis asendada jõud **momentidiga**, mass — **inertsmomentiga**, kiirus — **nurkkiirusega**, tee — **pöördenurgaga**, siis saame vastavad valemid pöörlemisliikumisele: a) **Pöörlemisvalem (dünaamiline)** $M = Js$. b) **Pöörleva keha elavjõud** (kineetiline energia) $E = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}J(\pi n : 30)^2 = 0,00548 Jn^2$ (kgm). c) **Töö**, mida teeb pöörleva keha moment $T = M\varphi = M\omega t = \frac{1}{30}M\pi n t$ (kgm). e) **Pöörleva keha võimsus** $N = M\varphi : t = M\omega = \frac{1}{30}M\pi n = \frac{1}{30}Pr\pi n = Pv$ (kgm/sek) või **hj-des** $N = Pv : 75 = M\omega : 75 = M\pi n : 75 \cdot 30 = Mn : 716,2 = 0,00140 Mn$ (hj) või **kilovattides** $N = Pv : 102 = M\omega : 102 = M\pi n : 102 \cdot 30 = Mn : 974 = 0,0010267 Mn$ (kW). d) **Momentide-seadus**: $J\omega - J\omega_0 = Mt$. Olenevused pöördemomendi M , pöörde- või tõmbejõu P , võimsuse N (hj) ja pöörete arvu n vahel: 1. $M = Pr = \frac{1}{2}PD$ (kgm); 2. Kui N on antud **hj-des**, siis $M = 2250 N : \pi n = 716,2 N : n$ (kgm). Praktiliselt võib võtta $M \approx 720 N : n$ (kgm), kus viga on 0,53%. 3. Kui N on antud **kilovattides**, siis $M = 3060 N : \pi n = 974 N : n$ (kgm). **Pöörde- või tõmbejõu P võime leida toodud valemist.** $P = M : r = 75N : v = 2250N : \pi nr = 716,2N : nr$ (kg). P vaartusi antud v ja N -ile vt. tab. lk. 48. e) **Tsentrifugaaljõud** $C = ma_n = mv^2 : r = m\omega^2 r = Gv^2 : gr = Gr\pi^2 n^2 : 900 g = 0,10194 Gv^2 : r = 0,001118 Grn^2$ (kg); $v = 3,13\sqrt{Cr : G}$ (m/sek) ja $n = 30\sqrt{C : Gr}$ (pöör/min.) f) **Pinge hooratta põial.** $\sigma = ev^2 : g = e\omega^2 r^2 : g = 0,001118 en^2 r^2$ (kg/m²), kus e — erikaal kg/m³, r — meetreis. Malmile ($e = 7250$ kg/m³) $\sigma = 8,1 n^2 r^2$ (kg/m²) = $0,00081 n^2 r^2$ (kg/cm²) (r — meetreis) või $\sigma = 0,0739 v^2$ (k/cm²), (v — m/sek). i) **Tahkekeha elavjõud** (E) edasi- või pöörlemisliikumisel. $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + 0,00548 Jn^2$, kus J — inertsmoment.

3. **Inertsmoment.** Pöörleva keha inertsmoment (J) mõnesuguse telje suhtes võrdub kõikide keha massi elementide (Δm) ja nende pöörlemistelje kauguste ruutude korrutiste summaga, s. o. $J = \sum \Delta m r^2$, või $J = er^2 V : g$ (kgm sek² või kgcm sek²). **Inerts raadius** $i = \sqrt{J : m}$, järelikult $J = mi^2 v\delta$

$J = Gi^2 : g \approx 0,102 Gi^2 = 0,102 eVi^2$ (kgm sek²); kui G on kg ja i cm, siis $J = 0,00102 Gi^2 = 0,00102 eVi^2$ (kgcmsek²). **Hoogmoment.** Sageli masinaehituses ja elektrotehnikas kasutatakse nn. hoogmomenti. $K = GD^2$, kus D — inertsi diameeter $= 2i$ või $K = 4Gi^2$. Inerts- ja hoogmomendi vaheline ole-nevus $J = mi^2 = GD^2 : 4g = K : 4g$, siit $K = 4gJ = 39,24J$. Ligikaudu võib lugeda $K = 40J$ (viga $= 1,94\%$), kui $g = 9,81$ m/sek²). **Hammarratta inertsmoment** ligikaudu: 1) kodarateta ratas: $J = 1,027 \cdot 10^{-6} z^4 \varphi e$ kg cm sek²; 2) kodaratega $J = 245 \cdot 10^{-7} z^5 \varphi e$ kg cm sek², kus z hammaste arv, t — hambumissamm, $\varphi = b : t$, b — hamba laius, e — erikaal, mis malmile $= 0,00725$ kg/cm³, terasele $0,00786$ kg/cm³ ja pronksile $0,0086$ kg/cm³.

Kui on vaja leida mõnesuguse keha J , mille kaal G kg, siis peame teadma selle keha i^2 ja korrutama seda $0,102G$; saadud arvu korru-tades 40-ga saame K (allpool on antud mõnede kehade i^2).

4. Mõnede kehade i^2 J ja K määramiseks. 1. **Sirgvarb**, pikkusega l ja väikese ristpinnaga a) ristteljele varva keskel $i^2 = 1/12 l^2$; b) ristteljele varva otsas $i^2 = 1/3 l^2$. 2. **Risttahukas**, ristpind $b \times h$, pikkus l a) pikiteljele $i^2 = 1/12 (b^2 + h^2)$; b) ristteljele $\parallel h$, tema keskel $1/12 (b^2 + l^2)$; c) ristteljele tema otsas $1/12 b^2 + 1/3 l^2$. 3. **Püstringsilinder**, pikkus l a) pikiteljele $i^2 = 1/2 r^2$; b) ristteljele tema keskel $1/4 r^2 + 1/12 l^2$; c) ristteljele tema otsas $1/4 r^2 + 1/3 l^2$. 4. **Õõnessilinder**, pikkus l a) pikiteljele $i^2 = 1/2 (r_1^2 + r_2^2)$; b) ristteljele, tema keskel $1/4 (r_1^2 + r_2^2 + 1/3 l^2)$; c) ristteljele tema otsas $1/4 (r_1^2 + r_2^2) + 1/3 l^2$, kus r_1 — välis- ja r_2 — siseraadius. 5. **Õõnessilinder**, õhukese seinaga, raadius r a) pikiteljele $i^2 = r^2$; b) ristteljele, tema keskel $1/2 (r^2 + 1/6 l^2)$; c) ristteljele tema otsas $1/2 r^2 + 1/3 l^2$. 6. **Rõngas**, keskmine raadius R 1) ristlõikes ring a) pöörlemisteljele $i^2 = R^2 + 3/4 r^2$; b) diametraalse teljele $1/2 (R^2 + 5/4 r^2)$; 2) ristlõikes ellips pooltelgedega a ja b ; $b \parallel$ pöör-l-teljele a) pöörlemisteljele $i^2 = R^2 + 3/4 a^2$; b) diametraalse — $1/2 (R^2 + 5/4 b^2)$; 3) ristlõikes ristkülik $b \times h$; $b \parallel$ pöörlemisteljele a) pikiteljele $i^2 = R^2 + 1/4 h^2$; b) diametraalsele $i^2 = 1/2 R^2 + 1/8 h^2 + 1/12 l^2$. 7. **Koonus**, r põhja raadius, h — kõrgus a) pikiteljele $i^2 = 3/10 r^2$; b) raskuskeset läbivale ristteljele $3/20 (r^2 + 1/4 h^2)$. 8. **Kera**, raadius r $i^2 = 2/5 r^2$. 9. **Õõneskera** õhukese seinaga δ ligikaudu $i^2 = 2/3 r^2$. 10. **Sfääriline sektor**, r — raadius, h — kõrgus sümmeetriateljele $i^2 = 1/5 (3rh - h^2)$. 11. **Ellipsoid** poolteljed a , b ja c ; teljele, mis ühtub a -ga, $i^2 = 1/5 (b^2 + c^2)$ telgedele, mis ühtuvad b -ga ja c -ga, saame analoogilised valemid. 12. **Pöörparaboloid** r — põhja raadius pikiteljele $i^2 = 1/3 r^2$.

5. Pendli viipeseadused. Kui viipenurk $\leq 8^\circ$, siis viipekestus $t = \pi \sqrt{l/g}$ (sek);

g väärtused (m/sek²) ja sekundpendli pikkus $l = g t^2 : \pi^2$ (m) mitmesugusel geogr. laiusel (g väärtusi Tallinna ja Tartu kohta vt. lk. 21).

Geogr. laius ($^\circ$) . .	0°	30°	40°	45°	50°	60°	90°
g väärtus (m/sek ²) .	9,7803	9,7932	9,8017	9,8062	9,8107	9,8191	9,8332
sek. pendli l (m) .	0,9908	0,9923	0,9935	0,9938	0,9045	0,9949	0,9966

6. Otsene tsentraalpõrge. Kui M_1 ja M_2 on kahe teineteise järele liikuvate täiesti mitte-elastsete kehade massid, c_1 esimese keha — ja c_2 teise keha kiirus enne põrget, v_1 ja v_2 vastavad kiirused pärast põrget, siis põrke-momendil ühise raskuskeskme kiirus $v = v_1 = v_2 = (M_1 c_1 + M_2 c_2) : (M_1 + M_2)$.

Tabel I. Ringkiirused. $v = \frac{1}{30} \pi r n = \pi D n : 60$ m/sek.

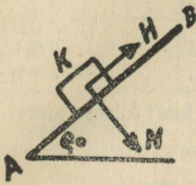
Seibi läbim. D mm	Ringkiirus v m/sek pöörete arvul $n =$													
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
200	0,52	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05	1,15	1,26	1,36	1,47	1,57	1,67	1,78	1,89
300	0,78	0,94	1,10	1,26	1,41	1,57	1,73	1,89	2,04	2,20	2,36	2,51	2,67	2,83
400	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,09	2,30	2,51	2,72	2,93	3,14	3,35	3,56	3,77
500	1,31	1,57	1,83	2,09	2,36	2,62	2,88	3,14	3,40	3,67	3,93	4,19	4,45	4,71
600	1,57	1,88	2,20	2,51	2,83	3,14	3,46	3,77	4,08	4,40	4,71	5,03	5,34	5,66
700	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67	4,03	4,49	4,76	5,13	5,50	5,86	6,23	6,60
800	2,10	2,51	2,93	3,35	3,77	4,19	4,61	5,03	5,44	5,86	6,28	6,70	7,12	7,54
900	2,35	2,83	3,30	3,77	4,24	4,71	5,18	5,66	6,12	6,60	7,07	7,54	8,01	8,48
1000	2,62	3,14	3,67	4,19	4,71	5,23	5,76	6,29	6,81	7,33	7,86	8,38	8,90	9,43
1100	2,88	3,45	4,03	4,61	5,18	5,76	6,34	6,91	7,49	8,06	8,64	9,21	9,79	10,5 :
1200	3,14	3,77	4,40	5,03	5,66	6,28	6,91	7,54	8,17	8,80	9,43	10,1	10,7	11,3
1300	3,40	4,09	4,76	5,45	6,13	6,81	7,49	8,17	8,85	9,56	10,2	10,9	11,6	12,3
1400	3,66	4,40	5,13	5,86	6,60	7,33	8,06	8,80	8,53	10,3	11,0	11,7	12,5	13,2
1500	3,93	4,71	5,50	6,28	7,04	7,85	8,64	9,43	10,2	11,0	11,8	12,6	13,4	14,1
1600	4,19	5,03	5,86	6,70	7,54	8,38	9,22	10,1	10,9	11,7	12,6	13,4	14,2	15,1
1700	4,45	5,34	6,23	7,12	8,01	8,90	9,79	10,7	11,6	12,5	13,4	14,2	15,1	16,0
1800	4,71	5,66	6,60	7,54	8,48	9,42	10,4	11,3	12,2	13,2	14,1	15,1	16,0	17,0
1900	4,07	5,97	6,96	7,96	8,95	9,95	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9	16,9	17,9
2000	5,24	6,28	7,33	8,38	9,43	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,7	17,8	18,9
2200	5,76	6,91	8,06	9,22	10,4	11,5	12,7	13,8	15,0	6,1	17,3	18,4	19,6	20,7
2400	6,28	7,54	8,80	10,1	11,3	12,6	13,8	15,1	16,3	17,6	18,9	20,1	21,4	22,6
2600	6,80	8,17	9,53	10,9	12,3	13,6	15,0	16,3	17,7	19,1	20,5	21,8	23,1	24,2
2800	7,33	8,80	10,3	11,7	13,2	14,7	16,1	17,6	19,1	20,5	22,0	23,5	24,9	26,4
3000	7,85	9,43	11,0	12,6	14,1	15,7	17,3	18,9	20,4	22,0	23,6	25,1	26,7	28,3
3250	8,50	10,2	11,9	13,6	15,3	17,0	18,7	20,4	22,1	23,8	25,5	27,2	28,9	30,6

Tabel II. Pöörde- või tõmbejõud. $P = 75 N_{hj} : v = 102 N_{kw} : v$.

Hj arv	Tõmbejõud P kg kiirusel v m/sek.													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	15	12,5	10,7	9,4	8,3	7,5	6,8	6,3	5,5	5,4	5	4,7	4,4	4,2
2	30	25,0	21,4	18,8	16,7	15,0	13,6	12,5	11,5	10,7	10	9,4	8,8	8,3
3	45	37,5	32,1	28,2	25,0	22,5	20,4	18,8	17,3	16,0	15	14,1	13,2	12,5
4	60	50	42,8	37,5	33,4	30,0	27,3	25,0	23,0	21,4	20	18,8	17,6	16,7
5	75	62,5	53,5	46,9	41,6	37,5	34,0	31,2	28,8	26,8	25	23,5	22,0	20,8
6	90	75	64,2	56,3	50,0	45,0	40,8	37,5	34,6	32,0	30	28,1	26,4	25,0
7	105	87,5	75	65,7	58,3	52,5	47,6	43,7	40,4	37,4	35	32,8	30,8	29,0
8	120	100	85,6	75	66,6	60,0	54,4	50,0	46,0	43,0	40	37,5	35,2	33,3
9	135	112,5	96,3	84,5	75,0	67,5	61,2	56,2	52,0	48,0	45	42,3	39,6	37,4
10	150	125	107	94	83,3	75,0	68,2	62,5	58,0	53,6	50	47,0	44,0	41,6
12	180	150	128	113	100	90	82	75	69	64	60	56	53	50
14	210	175	150	131	117	105	95	88	81	75	70	66	62	58
16	240	200	171	150	133	120	109	100	92	86	80	75	71	67
18	270	225	193	169	150	135	123	112	104	06	90	84	80	75
20	300	250	214	188	167	150	136	125	105	107	100	94	88	83
30	450	375	321	282	250	225	204	188	173	161	150	141	132	125
40	600	500	428	375	334	300	273	250	231	214	200	188	177	167
50	750	625	535	469	416	375	340	312	288	268	250	236	220	208
60	900	750	642	563	500	450	408	375	346	320	300	282	264	250
70	1050	875	750	657	583	525	476	437	404	374	355	329	308	290
80	1200	1000	856	750	666	600	544	500	460	430	400	376	352	333
90	1350	1125	963	845	750	675	612	562	520	480	450	423	396	374
100	1500	1250	1070	940	833	750	682	625	580	536	500	470	440	416
125	1875	1563	1340	1172	1041	938	853	781	724	670	625	588	550	521
150	2250	1875	1605	1409	1250	1125	1022	937	868	804	750	706	660	626

D. Rakendusmehaanika.

I. Hõõre (tähis H) on neljane: a) seisu-, b) liuge-, c) veerde- (ehk rull-) ja d) keerde- (ehk kuul-) hõõre.



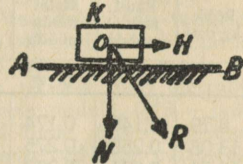
Joon. 9.

a) **Seisuhõõre.** Piirnurka ρ_0 , milleni võib kallutada tasapinda AB , ilma et temal asuv keha K maha libiseks, nimetatakse seisuhõõrdenurgaks, ja $\tan \rho = \mu_0$ nimet. seisuhõõrde-eguriks (joon. 9). Hõõre $H = N \tan \rho_0 = \mu_0 N$, kus N on normaalrõhk.

b) **Liugehõõre.** Kui keha K (joon. 10), mille normaalrõhk tasapinnale $AB = N$, liugub mööda seda tasapinda, siis igal momendil on vaja ületada nn. hõõrdetakistus $H = \mu N$, kus

μ on liugehõõrde-egur. Tungide H ja N resultant R alati moodustab normaaliga nurga $HOR = \rho$, n. n. hõõrdenurga, mille $\tan = \mu$; (tähend. $\tan \rho = \mu$). μ oleneb:

1) hõõrduvate kehade ainest, 2) nende pindade ehitusest või olekust, 3) määrdeainest, 4) rõhust pinnaühikule, 5) hõõrduvate kehade liikumiskiirusest ja 6) temperatuurist.



Joon. 10.

1. Seisu- ja liugehõõrde-egurid (μ_0 ja μ) väikesile rõhkudele (0,96 kuni 1,37 kg/cm²) Moren'i ja t. järgi.

Hõõrduvad kehad	Pindade olek	Hõõrdeteg.		Hõõrduvad kehad	Pindade olek	Hõõrdeteg.	
		μ	μ_0			μ	μ_0
Pronks pronksile . . .	kuiv	0,2	—	Härjanahk tammele	veega	0,29	0,79
" malmile . . .	"	0,21	—	Nahkr. malmseibile	kuiv	0,56	—
" rauale . . .	kerge	0,16	—	" "	k. määre	—	0,28
Malm malmile . . .	määre	0,15	0,16	" "	veega	0,36	0,38
Raud " " . . .	kuiv	0,18	0,19	" "	normaal-määre	—	0,12
" rauale . . .	"	0,14	—	" tammseibile	kuiv	0,27	—
" " " . . .	k. määre	—	0,13	" "	k. määre	—	0,47
Teras terasele . . .	kuiv	—	0,15	Härjanahk kolbides	kuiv	0,56	—
Malm tammele . . .	"	0,49	—	" "	veega	0,36	0,62
" " " . . .	veega	0,22	0,65	" "	n. määre	0,15	0,12
Raud " " . . .	kuiv	0,44	—	Teras jääle . . .	kuiv	0,014	0,027
" " " . . .	veega	0,22	0,65	Kivi või tellis tellisele	$\mu_0 =$		
Tamm " parall.	kuiv	0,48	0,62	värskel segul . . .	"	0,50—0,70	
" " risti . . .	"	0,34	0,54	Kivi rauale . . .	"	0,42—0,49	
Härjanahk tammele (nahk serviti)	"	0,33	0,43	" puidule . . .	"	0,46—0,60	
				Kivimüüritis betoonile	"		0,76

2. Veeriistade hõõrdetegurid μ .

a) **Saanid (reed):** Puitjalased siledast kivist- või puit-teel määrimata $\mu = 0,38$; kuiva seebiga määritud $\mu = 0,15$; rasvaga määritud $\mu = 0,07$. Puitjalased lumel ja jääl $\mu = 0,035$; rautatud jalased lumel ja jääl $\mu = 0,02$.

b) Raudrehvidega vankreile on üldhõrdetegur μ ligikaudu järgmine:

Terasrööpail (vaguneile) 0,005—0,008	Heal šosseel (maant.) . 0,016—0,028
Heal asfaltteel 0,01	Porisel šosseel 0,035
Heal kivitänaval 0,015—0,02	Külateel 0,08—0,16
Halval kivitänaval 0,033	Pudeval liival 0,15—0,30
Puittänaval 0,018	Vedurite $\mu = 0,08$

c) Kummirehvidega vankrid: automobiilil 25 km/t kiiruse juures asfaltteel $\mu = 0,021—0,031$.

3. Liugehõrde-tegurid Renni järgi (Hütte).

Rõhk kg/cm ²	Raud rauda mõõda	Malm rauda mõõda	Teras malmi mõõda	Messing malmi mõõda	Rõhk kg/cm ²	Raud rauda mõõda	Malm rauda mõõda	Teras malmi mõõda	Messing malmi mõõda
$\mu =$					$\mu =$				
8,79	0,140	0,174	0,166	0,157	23,62	0,312	0,333	0,347	0,215
13,08	0,250	0,275	0,300	0,225	26,22	0,350	0,351	0,351	0,206
15,75	0,271	0,292	0,333	0,219	27,42	0,376	0,363	0,353	0,205
18,28	0,285	0,321	0,340	0,214	31,50	0,395	0,365	0,354	0,208
20,95	0,297	0,329	0,344	0,211	34,10	0,403	0,366	0,356	0,221
					36,76	0,409	0,366	0,357	0,223

4. μ olenevus kiirusest v km/t (Hütte).

Raudbandaazid raudrööpail (Poirée)(vaguni kaal 3400-8400 kg)	$v = 16,56$ $\mu = 0,209$	26,28 0,206	31,68 0,171	51,48 0,145	72,00 0,136	79,20 0,112
Malmpiduri klotsid terasbandaazidel (Galton)	$v =$ algus $\mu = 0,339$	8,05 0,273	16,09 0,242	40,03 0,166	72,36 0,127	96,48 0,074
Terasbandaazid terasrööpail (Galton)	$v =$ algus $\mu = 0,242$	10,93 0,088	21,8 0,072	43,9 0,07	65,8 0,057	87,6 0,038

Terasest valatud piduriklotside ja terasbandaazide μ leitakse valemi järgi $\mu = \beta (1 + 0,0112 v) : (1 + 0,06 v)$, kus v on kiirus km/t ja $\beta = 0,45$ kuivile ja $\beta 0,25$ märjele pinnule.

5. Hõrdetegurid pidureile.

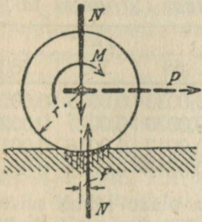
Kiiruseile 1--20 m/sek μ ligikaudu muutmatu rõhkudel 0,5—10 kg/cm².

Hõrduvad ained	Pukspuu	Tamm	Pappel	Künnapu	Paju
Malm	0,29—0,37	0,30—0,34	0,35—0,40	0,36—0,37	0,46—0,47
Raud	0,54	0,51—0,40	0,65—0,60	0,60—0,49	0,63—0,60

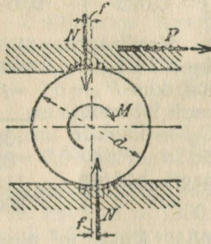
6. Hõõrdetegur käiaadele.

	Malm	Teras	Raud	Väntvõlli üld- hõõrdetegur võetakse keskmiselt 0,05
Jämesõmerlik käi . .	0,21—0,24	0,29	0,41—0,46	
Peensõmerlik käi . .	0,75	0,94	1,0	

c) **Veerdhõõre.** Kui silinder veereb liugeta, tema normaalrõhk = N (joon. 11.) ja liikumapanev jõud on P , siis $Pr = M = Nf$ ja $P = Nf : r$ (f sentimeetrites on veerdhõõrdetegur). Kui tung P mõjub



Joon. 11.



Joon. 12.

joonisel 12 näidatud viisil, siis: $Pd = 2Nf$ ja $P = 2Nf : d$.

Veerdhõõrdetegurid:
 $f = 0,047$ cm bakaut bakautile;
 $0,005$ cm — raud rauale või teras terasele, $0,15$ puitrullid pehmele puidule, $0,13$ — puitrullid kivile, $0,24$ — veoauto kummirehvid heale maanteele, $1—1,5$ — kummirehvid rohtunud pinnale ja $0,0005—0,01$ karastatud terasrullidele või kuulidele laagreis.

1. **Rull-laagri hõõre.** $M_h = 1,2Pfd_0 : d = \mu_1 Pr$ kgcm; $\mu_1 = 1,2D_0f : rd$.

Veerdhõõrdeteguri f väärtusi.

$p = 5P : dbi$	3	5	7,5	10	15
$f =$	0,0045	0,0034	0,0027	0,0023	0,0018

Märge: Valemis ja tabelis tähistavad $d = 2r$ rulli läbimõõtu (cm), b — rulli pikkust (cm), i — rullide arvu, D_0 — rullide telgede liikumisringi läbimõõtu (cm).

2. μ_1 väärtusi Stribecki järgi.

Rõngasmäärde valgemetall-laagrid, tapi $d = 70$ mm, pikkus $l = 70$ mm, määrdõli temp. 25^0 .

v m/sek =	$p^1) = 1$	2,25	4,0	9,0	16,0	25,0	36,0	49,0
7,7	—	0,0573	0,04	0,0209	0,0136	0,0112	—	—
4,03	0,067	0,048	0,0355	0,02	0,0128	0,0102	0,0087	0,0077
2,78	0,05	0,039	0,0288	0,0168	0,0114	0,0091	0,0080	0,0071
1,39	0,0415	0,0302	0,0213	0,0126	0,0085	0,0070	0,0063	0,0059
0,70	0,028	0,0212	0,0156	0,0091	0,0064	0,0052	0,0048	0,0045
0,23	0,018	0,0108	0,0081	0,0051	0,0035	0,0030	0,0027	0,0026
0,12	0,013	0,0072	0,0052	0,0032	0,0025	0,0021	0,0020	0,0020

¹⁾ $p = P : dl$.

3. **Tapi- ja laagrihõõre.** Silindertapi hõõrdemoment $M = \mu_1 Pr$ kgcm ja hõõrdetöö sekundis $T_h = M\omega = M\pi n : 30$ kgcm/sek, kus P — tapi üldrõhk (kg), r — tapi raadius, n — pöörete arv min., μ_1 — tapi hõõrdetegur, mis oleneb rõhust tapile P , tapi ringkiirusest, määrideolist ja laagri kujust: kooniliste tappide puhul keskmine $r = 1/2(r + R)$.

4. **Tapi hõõrdetegur μ_1** (harilikul määrimisel).

Hõõrduvad kehad	Pronks		Malm		Raud	
	pronksile	malmile	malmile	bakautile	malmile või pronksile	bakautile
$\mu_1 =$	0,1	0,09	0,075	0,07	0,003—0,03	0,11

d) **Keerde- (kuul-) hõõre.** Kuullaagri hõõrdemoment $M_h \approx 1,2PfD_0 : d = \mu_1 Pr$ kgcm ja hõõrdetöö $T_h = 1,2PfD_0\pi n : 30d$, kus P — surve laagri rõngale (kg), d — kuuli läbimõõt (cm), r — vööri raadius (cm), D_0 — kuulide kesktäppide liikumisringi läbimõõt, n — pöörete arv minutis ja μ_1 — kuullaagri hõõrdetegur (vt. tabel).

μ_1 väärtusi (Stribecki järgi)

P	n =		
	65	385	780
380	0,0033	0,0035	0,0037
850	0,0020	0,0021	0,0022
1100	0,0017	0,0018	0,0019
3000	0,0013	0,0013	0,0013

II. **Keskkonna takistus (H_k).** Kui S m² pindalaga plaat liikub seisvas keskkonnas kiirusega v m/sek, siis tema $H_k = \psi eSv^2 : 2g$, kus ψ katseline tegur, mis muutub 1—3 piires. Üldjuhul, kui keha liigub kiirusega v m/sek keskkonnas, millel oma sama- või vastassuunaline liikumiskiirus c , ja S on keha projektsiooni pind normaalpinnalet, siis $H_k = \xi S (v \mp c)$; — võetakse siis, kui v ja c on sama-, ja +, kui nad on vastassuunalised. G. Golombo järgi on ξ järgmised väärtused:

Liikuv keha		Liikuv keha	
1. Liikumine vees.		2. Liikumine õhus.	
1. Plaat \perp liikumisele	65—70	1. Plaat risti liikumisele 0,1—1 m ²	0,075
2. Prisma või silinder telg \parallel liikumisele	45—60	2. Nelinurkne plaat paksusega 3—25 mm: 50 \times 800 mm sama 50 \times 400 mm	0,082 0,0808
3. Prisma või silinder eest te- ravad	12—15	3. Silindrid ja prismad telge- dega liikumissuunas, pik- kus 1—3 keskmist raadiust	0,071-0,05
4. Kera või silinder sfäärilise otsaga	15	4. Kumer poolsfäär	0,017
5. Laev kitsas jões või kan- nalis	12—15	5. Nõgus poolsfäär	0,084
6. Harilik mere- või järve- laev	7—10	6. Ellipsoidid, pikkusega 2-3 d	0,006-0,003
7. Kiir-merelaev	3—5	7. Dirizaablid	0,015-0,004

III. **Veovahendite takistusi.** Kui H_v on veovahendite takistus, Q — tema kaal ühes koormaga, siis $H_v = \mu Q$ (μ väärt. vt. lk. 49 ja 50) tasasel pinnal ja $H_v = Q (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$ või $H_v : \cos \alpha = Q (\mu + \tan \alpha)$; kui tõus on väikene, siis $\cos \alpha \approx 1$ ja $H_v \approx Q (\mu + \tan \alpha) = Q (\mu + i)$, kus i tõus tuhandikes, + võetakse ülesminekul ja — allatulekul. Kui $H_v < O$, siis allatulekul vaja tõmbe asemel pidurdada koormat.

1. **Auto üldtakistus** $H_v = 2000 (m + \mu_1 d) Q : (r_1 + r_2) + 0,08 S v^2 \pm Q_i$, kus r_1 on esimeste ja r_2 tagumiste rataste läbim., d — tapi läbim., μ_1 — tapi hõõrdetegur ($\approx 0,04$), m — tegur, mis oleneb teoludest ja auto konstruktsioonist (keskmiselt $m = 0,035$), S — tuule mõju all olev pind m^2 , v — kiirus m/sek, Q — kogukaal tonnides. Lihtsam valem: $H_v = 25 Q + 0,006 S v^2 \pm Q_i$, kus K — kg, Q — tonnides, S — m^2 ja v — kiirus km/tund.

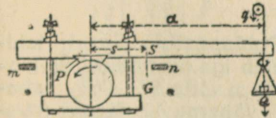
Katsetega on leitud, et auto $\mu = 21 - 31$ kg tonnile heal asfaltteel 25 km/t. kiirusel.

2. **Veduri tõmbe jõud.** Kui d on veduri kaksiksilindrite või kompaundveduri suurema silindri läbimõõt cm, p_i — keskmine ind. rõhk. at., s — kolvikäik cm, D — vedavatta läbimõõt cm, siis kaksiksilindritega veduri indikatoorne tõmbe jõud $P_i = 0,97 l d^2 p_i : D$, või üldiselt $P_i = 0,97 n l d^2 p_i : D$, kus n on silindrite arv. 2 silindriga kompaundveduri puhul $n = 1$. Kui p_m — on kalla rõhk manomeetri järgi at, siis võib võtta (regulaator täiesti lahti) keskmiselt: 1) ühekordse paisumisega vedureile $p_i = 0,55 p_m$ — reisi- ja teringivedureile ja $p_i = 0,6 p_m$ — kaubarongivedureile, 2) kompaundvedureile: $p_i = 0,45 p_m$ — reisi- ja $p_i = 0,5 p_m$ — kaubarongivedureile. Ülekuumendatud auru puhul tuleb neid norme suurendada 20%—25% võrra. Tõmbemoodul $M = 0,97 n l d^2 p_m : 2D$.

3. **Rongitakistus.** Määratakse Clark'i valemiga $H_v = (2,4 + V^2 : A + i + h_0) Q$, kus $A = 1000$, kui $V < 70$ km/t, $A = 1300$, kui $V > 70$ km/t, V — kiirus km/t, h_0 — takistus kõveral. Ameerikas kasutatakse kaubarongide jaoks nn. Baldwin'i valemit: $H_v = (1,5 + 1/20 V \pm i + h_0) Q$; takistus kõveral määratakse valemiga: $h_0 = 500 : (R - 55) \text{ kg/t}$, kus $R < 300$ m ja $h_0 = 650 : (R - 55) \text{ kg/t}$, kui $R \geq 300$ m. Meie rööpale $h_0 = 750 : R \text{ kg/t}$, kus R on kõveruse raadius.

IV. **Masinate (mootorite) kasutegur.** Igalt masinalt (mootorilt) saadud tööd nimetatakse efektiivseks tööks T_e ja — võimsust — efektiivseks võimsuseks N_e , kuna töö ja võimsus, mida ta peaks andma teoreetiliselt, nimet. teoreetiliseks tööks T ja vastavalt võimsuseks N . Masina töökasutegur $\eta_t = T_e : T$ ja võimsuskasutegur $\eta = N_e : N$. Tähistades võimsuse kadu N_0 , leiame võimsusekaduteguri $\eta_0 = N_0 : N_e = (N - N_e) : N_e = N : N_e - 1 = 1 : \eta - 1 = (1 - \eta) : \eta$; siit leiame, et $\eta = 1 : (1 + \eta_0)$. Kui mõni masin koosneb mitmest lihtmasinast isesuguste kasuteguritega, siis üldkasutegur = nende korrutisega.

V. **Masinate efektiivse töö T_e mõõtmine.** Masina efekt. töö mõõtmiseks tarvitatakse enamasti pidurtungimõõtjat, nn. Prony' pidurit (joon. 13), mis pannakse katsutava masina völli ümber. Et pöörlev völli seda pidurit enesega ümber ei viiks, pannakse tema alla pukid m ja n . On G kangi kaal, S raskuskese, siis määratakse esiti Gs , piduri klotsi ja völli vahele asetatakse tera, ja raskus q valitakse nii suur, et pidurkang oleks horisontaalseisus, siis $Gs = qa$, ja $T_e = 1/30 \pi n (Qa \pm Gs) = 1/30 \pi n a (Q \pm q)$, ja efekt. võimsus $N_e = 1/30 \pi n a (Q \pm q) : 75 \text{ hj} = n a (Q \pm q) : 716,2 \text{ hj}$.



Joon. 13.

VI. **Mõningaid andmeid kasutegurite kohta.** 1. Soojusmootori mehaaniline kasutegur $\eta_m = N_e : N_i$, kus N_e on efekt. ja N_i indikatoorne võimsus; N_i arvutatakse indik. diagrammi abil (vt. tagapool „Soojusmootorid“); keskmiselt $\eta_m = 80 - 90\%$.

2. **Motori soojuse kasutegur** η_s näitab $\%$ -des, palju on kasutatud mootoris juhitud auru- või põletissoojusest (põletis = põletusaine) $\eta_s = 652 : BK$, kus $632 = 75 \cdot 3600 : 427$ on efekti. hj-tunnile (hj-te) ekvivalentne soojushulk, B — 1 hj-te vajalik auru või põletise hulk kg-des. K — põletise madalam kalorsus (= kütteväärtus) või ühe kg auru soojussisaldus.

a) **Kondensatsiooniga aurmootorite (-masinate) η_s :** $\alphakompaundmootor (katla rõhk P_k 20 at), $\eta_s = 15-18\%$; $\betakõrgsurve-aurmootor (P_k 30–60 at) $\eta_s = 20-21\%$; $\gammaaurturbiin (P_k 20–25 at) $\eta_s = 17-21\%$, kui $P_k = 35$ at, siis $\eta_s = 23\%$; $\deltaaurvedur vabal heitel (v. h.) $\eta_s = 8-10\%$.
 b) **Sisepõlemootorid:** $\alphasuur gaasmootor $\eta_s = 28-32\%$; $\betadiiselmootor $\eta_s = 33-38\%$. Kui äraminevat soojust kasutatakse soojendamiseks, keetmiseks, väiksemate jõumasinate, nagu aurvasarad, pumbad, aurturbiinid jm. käitamiseks, siis saame vastavalt soojusmajanduslikud kasutegurid: a, α) kuni $\approx 75\%$; β) — $\sim 80\%$; b, α) 40–70% ja β) kuni $\sim 85\%$.$$$$$$

3. **Aurukatla kasutegur** η_k näitab $\%$ -des, palju on kasutatud küttekoldeesse viidud põletisest; paigalseisvate katelde $\eta_k = 70-80\%$, vedurite — 55–75%.

4. **Aurmootorite ökonoomiline (täielik) kasutegur** $\eta = \eta_m \cdot \eta_s \cdot \eta_k$. Kui 500 hj kompaundmootori $\eta_m = 78\%$, $\eta_s = 15\%$ ja $\eta_k = 80\%$, siis $\eta = 0,88 \cdot 0,15 \cdot 0,8 = 0,106 = 10,6\%$.

5. **Sisepõlemootori** $\eta = \eta_m \cdot \eta_s$. Kui 3000 hj diiselmootori $\eta_m = 85\%$, $\eta_s = 33\%$, siis $\eta = 0,85 \cdot 0,33 \approx 28\%$.

6. Elektrimasinate kasutegurid.

a) Alalisvoolu-generaator			b) Alalisvoolu-mootor		
Generaatori võimsus kW	1 hj annab vatte W	η	Mootori võimsus hj	1 hj tarvitab vatte W	η
10	625	0,85	1	1000	0,74
50	655	0,89	10	875	0,94
100	670	0,91	100	805	0,91
Suurem. gener.		0,92	Keskmiselt		0,83
Keskmiselt . .		0,88			

Märkmeid: 1) Et leida elektrimasina kasutegurit, tuleb tegelikult saada või tarvitatud vattide arv jagada 736-ga. Näide: 10 kW generaator $\eta = 625 : 736 \sim 0,85 \sim 85\%$.

2) Vahelduvvoolumasinate kasutegurid on umbes sama suured.

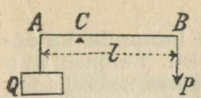
plokkide — 93–97%; halvastimääritud η on 3–4% vähem. 11. **Kruvi** (täisnurk-ükskäikeere) $\eta = 35-45\%$. Suure surve kruvipresside — 27%.
 12. **Hammastaste** — 90–98%. 13. **Rihmade ja köite η :** α) **ued**, hästi pingutatud rihmade — 97–98,5%, β) **hästi sissetöötatud** — 98,5–99,25%, γ) **uute traatköite** — 99,95–99,98%, δ) **kanep- või puuvillköite** — 99,6–99,85%. 14. **Vesiturbiinide** $\eta = 75-80\%$; **vesirastaste** — 60–75%. 15. **Toahjude** $\eta = 6-8\%$.

7. **Elektritransformaatori** kasutegur = 82–98%, olenedes võimsusest ja koormisest.

8. **Plii** (= seatina-) **akude amperitunde** $\eta \sim 90\%$, **pinge** — $\sim 78-85\%$ ja **vatt-tundide** — $\sim 70\%$ 1 tunnilisel ning — $\sim 75\%$ 3–4 t. tühjendamisel.

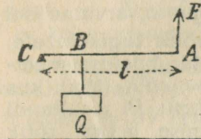
9. **Töömasinate η :** a) **Vee-pumbad:** α) **tsentrifugaal** 60–70%, β) **kolb** — 80–93%; b) **Tõstekraanad:** α) **lift** $\sim 25-50\%$, β) **liikuvad montaažkraanad** 55–60% ja γ) **suurtel pukkidel asuvad kraanad** 70–80%; c) **Ventilaatorid:** α) **väikesed** — 30–50%, β) **suured** 40–75%.

10. **Polüspastide** kasut. leidmiseks tuleb iga hästimääritud kinisplokkide η võtta 91–96% vaba-

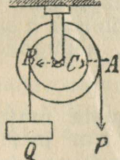


VII. Lihtmasinad.

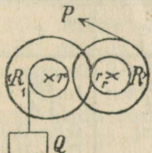
1. Kang. a) I liik:
 $P \cdot BC = Q \cdot AC$; ja
 $P = Q \cdot AC : BC$ ja
 $Q = P \cdot BC : AC$;
 $AC = Pl : (Q + P)$;
 $BC = Ql : (Q + P)$.



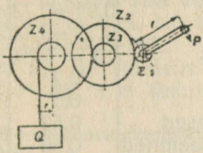
b) II liik:
 $P \cdot AC = Q \cdot BC$;
 $P = Q \cdot BC : AC$;
 $Q = P \cdot AC : BC$;
 $AC = Q \cdot AB : (Q - P)$.



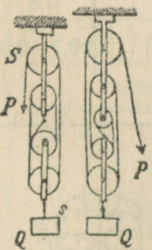
2. Pöör.
 $P : Q = BC : AC$;
 $P = BC \cdot Q : AC$;
 $Q = AC \cdot P : BC$;
 $BC = AC \cdot P : Q$;
 $AC = BC \cdot Q : P$.



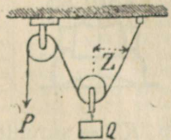
3. Hammasrattad.
 a) P ja Q olenevus
 raadiustest.
 $PRR_1 = Qrr_1$;
 $P = rr_1Q : RR_1$;
 $Q = RR_1P_1 : rr_1$.



b) P ja Q olenevus
 hammaste arvust.
 $P = QrZ_1Z_3 : lZ_2Z_4$;
 $Q = PlZ_2Z_4 : rZ_1Z_3$;

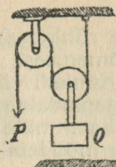


4. Poltspast.
 S — tungi ja s —
 koorma teepikkus,
 n — plokkide arv.
 $P = Q : n$ ja
 $Q = nP$;
 $s = S : n$ ja
 $S = ns$.

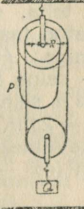


5. I liiki plokk
 (joonis puudub).
 $P = Q$.

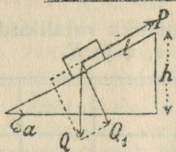
6. II liiki plokk.
 $P = Q : 2 \cos Z$;
 $Q = 2P \cos Z$.



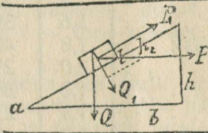
6-a. II liiki plokk
 $P = 1/2Q$; $Q = 2P$;
 $PS = sQ$;
 S — tungi ja
 s — koorma tee.
 Iga ploki kasu-
 tetegur = 0,95.



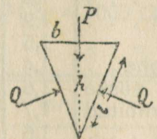
7. Diferentsiaal-
 plokk.
 $P = Q(R-r) : 2R$;
 $O = 2PR : (R-r)^*$;
 Keskmine kasu-
 tetegur $n = 0,5$.



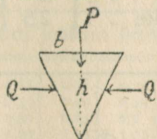
8. Kaldpind.
 a) P || kaldpinnale.
 $P = Oh$; $l = O \sin \alpha$
 ja $O = Pl : h =$
 $P : \sin \alpha$; $O_1 =$
 $= Ob$; $l = O \cos \alpha$;
 Hõõrde puhul:
 $P = (\mu \cos \alpha \pm$
 $\pm \sin \alpha) O$;
 Paigalhoide $P =$
 $(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) O$;



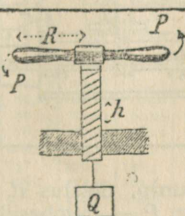
b) P || alusele;
 $P = Oh$; $b = O \tan \alpha$;
 $O = Pb : h = P \cot \alpha$.



9. Kiil.
 a) O ⊥ kiilu pin-
 nale. $Pl = Ob$;
 $P = Ob : l$; $O = Pl : b$.



b) O || kiilu alu-
 sele. $Ph = Ob$;
 $P = Ob : h$ $O = Ph : b$



10. Kruvi.
 $P \cdot 2\pi R = Oh$;
 $P = Oh : 2\pi R$;
 $O = 2\pi R P : h$.
 Hõõrde puhul:
 $P = \frac{r(h + 2\pi r \mu) O}{R(2\pi r - \mu h)}$
 kus r — kruvi
 keskm. läbimõõt

*) Trükitehnilisil põhjusil tarvitatud Q asemele O.

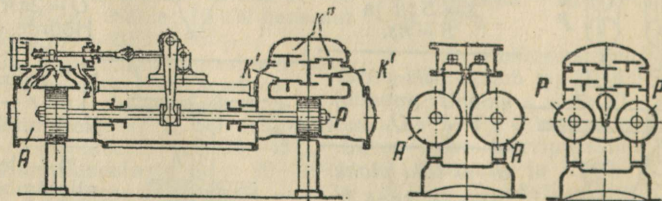
*) + üles- ja —
 allatõmbel. Too-
 dud valemis μ —
 on hõõrdetegur
 (vt. lk. 49 ja 54).

VIII. Pudevainete rõhk. a) Kuhjatud pudevainete loomulik kalde-
nurk φ oleneb aine sõmerusest, niiskusest ja temperatuurist. Kergesti võib
seda nurka määrata Köhler'i võttega: rõhtpinnale pannakse kardsilinder,
kõrgusega 1 m ja põhjapindalaga 1 m², järelikult silindri $V = 1$ m³; silin-
der täidetakse materjaliga, mille kaldenurka vaja teada, ja siis tõstetakse
ta ettevaatlikult ära ja mõõdetakse saadud koonuse kõrgus h , arvutamisel
on võimalik kindlaks teha, et $\tan \varphi = \sqrt{h^3}$. b) Maa rõhk tugiseintele.
Kui maa on ülalt piiratud tasapinnaga, siis tema omarõhk 1 laiuse meet-
rile määratakse valemiga: $P_1 = \frac{1}{2}eh^2 \tan^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi) = eh^2K$ (t/m), kus
 e — erikaal t/m³, h — seina kõrgus, $K = \frac{1}{2} \tan^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)$; P_1 resultandi
rakendustäpp asub $\frac{1}{3}h$ seina alusest. Kasuliku koormise q t/m² rõhk
 $P_2 = qh \tan^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi) = 2qhK$ (t/m); P_2 resultandi rakendustäpp asub $\frac{1}{2}h$
seina alusest. c) Pudevainete rõhk silodes. Seina pinnaühikule h süga-
vusel rõhk $p = eh \tan^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)$. K , e ja φ väärtusi vt. alljärgnevaist
tabelist.

Maarõhu määramiseks vajalikud konstandid
 e , φ ja K .

Mitmesuguste materja-
lide e t/m³ ja φ .

Täiteaine	e t/m ³	φ^0	K	Aine	e	φ
Jäme liiv, kuiv	1,5	35	0,136	Killustik	1,6	45
Peenike liiv, kuiv	1,6	35	0,136	Tsement	1,4	40
Liiv loomuliku niisk.	1,8	40	0,108	Gaasisüsi	0,8—0,9	45
„ küllastat.	2,0	25	0,203	Koks	0,4—0,6	45
Kruus, kuiv	1,8	38	0,122	Tuhk	0,64—0,72	40
„ märg	1,9	25	0,203	Nisu	0,75—0,84	28
Paekivi, nurgeline	1,8	45	0,086	Rukis	0,7—0,8	30
„ ümargune	1,9	30	0,167	Oder	0,7	27
Kivikillustik	1,6	35	0,140	Kaer	0,5	35
Täitemaa, kuiv, kohe	1,4	40	0,108	Linnased	0,53	22
„ loomul. niiske	1,6	45	0,08	Linaseemned	0,68	25
„ kuiv, tambitud	1,7	43	0,1	Herned	0,8	25
Savi, kuiv, kohe	1,6	45	0,1	Sool	1,25	40
„ märg, kohe	2	23	0,22	Mais	0,7—0,8	28
„ loomul. niiske	2,5	70	0,016			



Vortingtonpump. Seletus vt. lk. 61. K' — imiklapp, K'' — suruklapp,
 A — aurusilinder, P — pumbasilinder.

II. Hüdromehaanika.

1. **Hüdrostaatika.** a) Anuma põhja- või seinarõhk $P = She$; S — põhja või seinaosas pindala, h — vedelikusamba kõrgus (seinosaos puhul — keskmine kõrgus ja e vedeliku erikaal. b) Ühendatud anumad: $h_1 : h_2 = e_2 : e_1$. c) Arhimedese seadus: Altrõhk (raskuse näivkaotus) $P = Ve$ (V — keha ruumala).

2. **Hüdrodünaamika.** a) Vedeliku väljavoolu kiirus $v = \sqrt{2gh}$ (Bernulli võrrand). b) Teoreetiliselt väljavoolanud vedeliku hulk $O^* = vS = 0,785d^2v = S\sqrt{2gh}$ m³/sek, kus S mulgu ristpind, mille kaudu vesi voolab. Tegelikult on see hulk vähem, sest: 1) vedeliku väljavoolu kiirus v_1 tegelikult on väiksem teoreetilisest kiirusest v , Weisbach'i järgi $v_1 : v = \varphi =$ kiirustegur, mis keskmiselt = 0,97, 2) joa ristpind S_1 on vähem mulgu ristpinnast S ; $S_1 : S = \alpha =$ joa surutegur, mis keskmiselt = 0,64, nii et tegelikult väljavoolanud veehulk $O_1 = \alpha\varphi S\sqrt{2gh} = \mu S\sqrt{2gh}$, kus $\mu = \alpha\varphi = O_1 : O$. μ väärtus kõigub 0,5 ja 1 vahel ja oleneb joa kokkurusuvusest. c) Toru läbimõõt $d = \sqrt{1,274O : v}$. Kui vee kiirus veevärgis $v = \sim 0,85$ m/sek, siis veehulga O m³/sek jaoks tarvilik toru siseläbimõõt $d = \sqrt{1,274O : 0,85} = \sqrt{1,5O}$. Näide: $O = 0,3$ m³/sek, $v = \sim 0,85$ m/sek, $d = \sqrt{1,5 \cdot 0,3} = \sim 0,671$ m. d) Lubatav voolamiskiirus v m/sek-tes: veel 0,7—1,5 m/sek, valgustusgaasil 2—3 m/sek (väikesel rõhul, muidu enam), õhul 7—10 m/sek (kõrgel rõhul, näit. kompressoritel, muidu vähem), aurul 15—30 m/sek. e) Surve kadu torus $h_k = \lambda lv^2 : 2gd$, kus l — toru pikkus (m), λ Dupuit (loe düpüi) järgi = 0,0303.

f) Liikuva vee võimsus. 1) Kui langeva vee hulk on O m³/sek ja langekõrgus h m, siis teoreetiliselt saadud vee võimsus $N = 1000 Oh$ kgm/sek = 1000 $Oh : 75$ (hj). 2) Torus kiirusega v (m/sek) voolaval veehulgal O m³/sek on võimsus $N = \frac{1}{2}mv^2 = 1000 Ov^2 : 2g = 1000 Oh$ kgm/sek, kus $h = v^2 : 2g$ ja m sekundmass.

Toru sisemine läbim. d mm-tes		Vedeliku voolamiskiirus v m/sek.										
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5
		Läbivoolava vedeliku hulk sekundi jooksul liitrites.										
20	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,47	0,63
25	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,73	0,98
30	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7	1,06	1,41
40	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	1,88	2,51
50	0,16	0,32	0,49	0,65	0,81	0,97	1,14	1,3	1,46	1,63	2,45	3,27
60	0,28	0,56	0,84	1,13	1,41	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82	4,24	5,65
80	0,50	1,00	1,50	2,01	2,51	3,01	3,51	4,02	4,52	5,02	7,54	10,03
100	0,78	1,57	2,35	3,14	3,92	4,71	5,49	6,28	7,06	7,85	11,78	15,70
150	1,76	3,53	5,30	7,06	8,83	10,60	12,37	14,13	15,9	17,67	26,50	35,34
200	3,14	6,28	9,42	12,56	15,7	18,85	21,99	25,13	28,27	31,41	47,12	62,83
250	4,9	9,81	14,72	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,17	49,08	73,63	98,17
300	7,06	14,13	21,20	28,27	35,34	42,41	49,48	56,54	63,61	70,68	106,0	141,3
350	9,62	19,24	28,86	38,48	48,1	57,72	67,34	76,96	86,59	96,21	144,3	192,4
400	12,56	25,13	37,69	50,26	62,83	75,39	87,96	100,5	113,1	125,6	188,5	251,3
500	19,63	39,27	58,90	78,54	98,17	117,8	137,4	157	176,7	196,3	294,5	392,7
600	28,27	56,54	84,82	113,1	141,3	169,6	197,9	226,1	254,4	282,7	424,1	565,4
700	38,48	76,96	115,4	153,9	192,4	230,9	269,3	307,8	346,3	384,8	577,2	769,6
800	50,26	100,5	150,8	201	251,3	301,5	351,8	402,1	452,3	502,6	753,9	1005
900	63,61	127,2	190,8	254,4	318	381,7	445,3	508,9	572,5	636,1	954,2	1272
1000	78,54	157	235,6	314,1	392,7	471,2	549,7	628,3	706,8	785,4	1178	1570

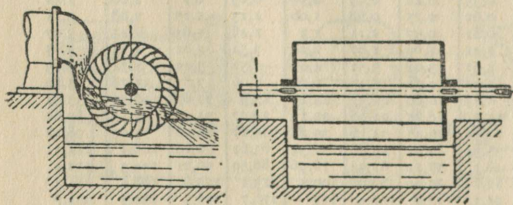
*) Trükitehnilisil põhjusil tarvitatud $Q_{\text{ase}} = O$.

3. Hüdraused mootorid. Siia kuuluvad: 1) vesirattad ja 2) vesiturbiinid: 1) Vesirattad liigitatakse: **alt-**, **pealt-** ja **keskvoolorattaiks** selle järgi, kuidas vesi voolab rattale. Tarvitatakse vähemais tööstusis (veskid, vanutamistööstused jt.) jõuallikana, kuid uuemal ajal neid asetatakse vesiturbiiniga. 2) **Vesiturbiinid**. Nende peaosad: juhtratas vee juhtimiseks

Vesirattaste iseloomustavaid andmeid.

Liik	Surve kõrgus H m	Veekulu Q l/sek	Kasutegur	Ringkiirus v m/sek	Ratta läbimõõt D
Pealt- Keskelt- Alt- } voolu- ratas	3—12 0,5—1,5 0,1—1	75—800 100—3000 100—4000	0,6—0,84 0,4—0,5 0,3—0,35	1,3—2,0 1,75—2,2 $0,4\sqrt{2gH}$	$H - 4$ 3—5H 4—7,5

ja tööratas veesurve ja liikumiskiiruse muutmiseks kasulikuks tööks. Veejooa toime kohaselt turbiinis nad jagatakse: 1) **vabajoo-** ehk **aktiiv-** ja 2) **survejoo-** ehk **reaktiivturbiiniks**. 1) **Aktiivturbiin**es vee staatiline rõhk, nn. potentsiaalne energia juhtrattas, muundub vee kiiruseks (kineetiliseks energiaks); vesi vabajooana ainult õhurõhul juhitakse juhtrattast tööratasse ja paneb ta pöörlema. Turbiini hea omadus on see, et teda võib kohaldada vastavate sulgsiibrite abil vajanduvale veehulgale või võimsusele. Siia liiki kuuluvad pelton- ja banki-turbiinid. 2) **Reaktiivturbiin**es vee staatiline rõhk muundub vee kiiruseks osalt juht- ja osalt tööratas ja vee-äravoolutoru ehk imitoru peab lõppema allpool äravoolukanali veepinna välisõhu sissepääsu vältimiseks. Siia liiki kuuluvad: vananenud tüüpi furneron- ja uuemat — fraansis- ja kaplanturbiinid; Eestis tarvitatakse eeskätt fraansisturbiine. Turbiinid jagatakse veel: aksiaal-, radiaal- ja tangentsiaal-turbiiniks selle järgi, milline on vee juurdevoolu suund tööratasse, kas rõõbiti, risti või kaldu turbiini võlliile. 1) **Pelton-turbiini** või tangentsiaalrattast tarvitatakse laialt seal, kus on suured surved ja vähe vett. 2) **Fraansisturbiinid** (joon. 15) liigitatakse: tasa-, normaal-, kiir- ja ülikiirkäigu-turbiiniks, mis peamiselt oleneb tööratas kujust. Kasutatakse väikeste ja keskmiste rõhkude puhul ja väga suuris piires muutuvale rõhkudele; näit. Dnjepri hüdrojaama iga turbiini võimsus on 9000 hj, 37,5 m survel ja 88,25 pöör./min. 3) **Kaplanturbiin** kuulub nn. propeller-turbiinide hulka ja tema töölabidaid saab pöörata vastava seadise abil väljastpoolt, mis võimaldab tema reguleerimist veesurve või koormise muutmisel; kaplanturbiinid samal veesurvel on kiiremad fraansisturbiinist.

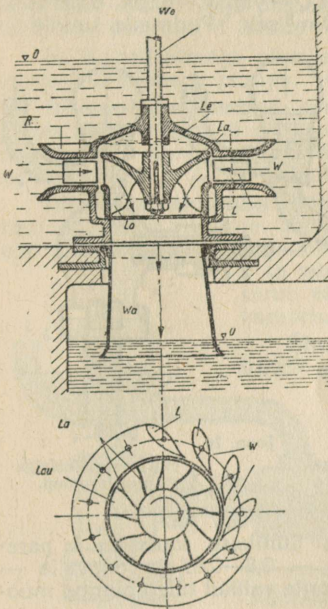


Joon. 14.

4. **Bankiturbiin** on laiade labidatega rõhtteljega ratta (joon. 14), kus vesi mõjub kaheldi: liikumisel väljast sisse ja pärast liikumisel seest välja. Selle turbiini pöörrete arv on suur ja kasutegur kõrge (katseil $\eta = 0,87—0,90$) ja teda võib otse ühendada elektrigeneraatoriga.

Turbiini võimsus ja käigutegur. Turbiinide omavaheliseks võrdlemiseks kasutatakse nn. käigutegurit n_s , mis on turbiini pöorete arv, kui

1 m veesurvega saavutatakse 1 hj; $n_s = n\sqrt{N} : H\sqrt{H}$, kus n on turbiini pöorete arv, H — veesamba kõrgus m, järelikult n_s on n , N ja H funktsioon ja turbiin võib olla tasakäiguga, kui ta töötab kõrge veesamba juures. Näide: 1) Leida fraansisturbiini n_s , kui $H=10,5$ m, $n=75$ ja ta annab 10000 hj; $n_s = 75 \cdot \sqrt{10000} : 10,5\sqrt{10,5} = 396$.



Joon. 15. Fraansisturbiin.

Turbiini võimsus $N = 1000 QH\eta$: 75 hj, kus Q — veekulu m^3 /sek ja H kõrgus m. Ligikaudu $\eta = \eta_h\eta_m$, kus η_m hüdraulne, η_m mehaaniline kasutegur. Praegus turbiiniseadeldis $\eta_h = 0,9-0,92$ ja $\eta_m = 0,97-0,98$, kust leiame, et $\eta = 87,91$. Täpsemalt $\eta = \eta_h\eta_m(1-q:Q)$, kus q — veekadu m^3 ; $q:Q = 0,02-0,06$; η_h arvutatakse järgmiselt: $\eta_h = 0,82 + 0,0008\eta_s$, kui $\eta_s < 100$, $\eta_h = 0,9$, kui $100 < \eta_s < 250$ ja $\eta_h = 1,00 - 0,0004\eta_s$, kui $\eta_s > 250$. Eelarvutamiseks võib η võtta 0,75 ja sel juhul $N = 10QH$ hj, s. o. iga m^3 /sekund 1 m surve puhul annab 1 hj.

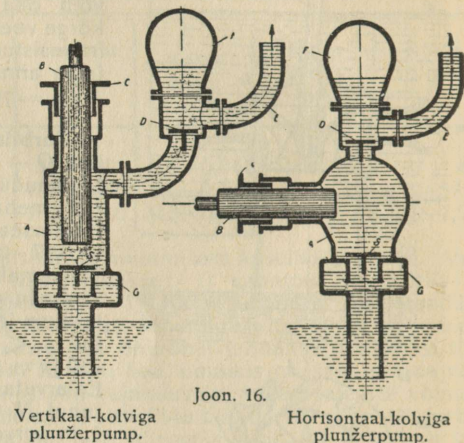
Fraansisturbiin (joon. 15). We — völli generaatorisse, ∇O — ülemine veepeegelpind, Le — juhtratas, La — tööratas labidatega, Lau — labid, W — vee sissevool, L — juhtratta labid, Wa — vee äravool, ∇U — alumine veepeegelpind.

Mõningaid praegusaja turbiinide näiteid.

Tähised: H — surve kõrgus m, Q — veekulu, n — pöorete arv min., N — võimsus, n_s — käigu kõrgus, GD^2 — generaatori hoogmoment, L — turb. ja gener. telgede vahe, B — masinasaali laius.

Turbiini liik	H m	Q m^3 /sek	n p/min.	N hj	n_s	GD^2 kgm^2	L m	B m
1. pelton-püstteljega	250	4,18	430	11700	47	69	9,5	9,5
rõht-	250	4,15	375	11700	41	120	12,0	12,0
2. fraansis-püst-	240	5,0	750	13000	93	21,5	7,0	9,5
rõht-	13,9	11,0	375	1672	403	13,5	6,0	8,0
3. propeller-püst-	9,0	—	500	430	665	—	3,6	4,8
"	6,9	—	250	1000	707	20	5,5	6,0
4. kaplan-püst-	9,0	4,6	500	447	688	—	6,5	4,5
"	6,9	14,0	250	1056	727	21	9,0	7,5

4. Pumbad. I. Plunžer- (kolb-). 1) Produktiivsus. Kui Q on tõstetav veehulk m^3/sek , S — kolvi pindala m^2 , s — kolvikäik m , n — edasi-tagasi käikude (pöörete arv) min., $v = sn:30$ keskmine kolvikiiirus, α — pumba täitetus, siis lihttoime- ja diferentsiaal-pumbile $Q = \frac{1}{2}\alpha Svn = \alpha Ssn : 60 m^3/sek$; kaheli-toimega pumbile $Q = \alpha Svn = \alpha Ssn : 30 m^3/sek$. Parimaile suurtele — $\alpha = 0,97 - 0,99$; häile keskmi-sile — $0,9 - 0,95$, väikesile — $0,85 - 0,90$, vanule kulunud pum-bile — $0,5 - 0,4$. Kolvi kesk-mine kiirus m/sek : $0,1$ — käsi-, $0,3 - 0,6$ tasakäivusega, $0,6 - 1,2$ — keskmise käivusega — ja $1,3 - 2$ kiirkäivusega pumbile. Kolvi käigu ja läbimõõdu vaheline olenevus: kui $n \approx 80$ ja H $50 m$, siis $s = 2 - 3D$; $50 - 300 m$ puhul $s = 3 - 6D$ ja kui $H = 300 - 1000 m$, siis $s = 6 - 8D$; kui $n = 100 - 300$ (kiirkäigupum-bad), siis $s \leq 5D$. Keskmine vee kiirus imitorus: $v_i = 1,2 - 0,5 m/sek$, olenedes toru pik-kusest, ja surutorus: $v_s = 1 - 2 m/sek$. 2) Võimsus $N = QHe:75\eta$ hj, kus H on imi- H_i ja suru-kõrguste H_s summa. Külma vee jaoks ($e = 1000 kg/m^3$) $N = 13,33 QH : \eta$ hj. Üldkasutegur $\eta = \alpha\eta_h\eta_m$. Lühikese torustiku ja paremaile pumbile — $0,9 - 0,98$, häile pumbile — $0,8 - 0,85$ ja odavaile — $0,65 - 0,75$; käsipumbile — $0,5$. Pumba mootorite valikul tuleb pumba moo-tri võimsusele N juurde lisada:



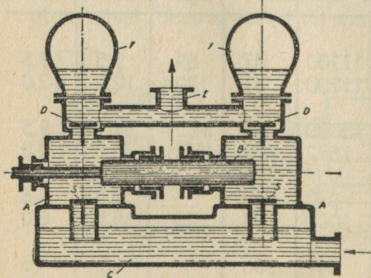
Joon. 16.

Vertikaal-kolviga plunžerpump.

Horisontaal-kolviga plunžerpump.

3) Kolb- (plunžer-) pumpi liigitatakse tegevusviisilt: a) liht-, b) kahelitoimega ja c) diferentsiaal-pumbiks; konstruktsioonilt: a) ketas-, b) umbkolbpumbiks (plunžerpumbad). Lihttoimega pumbad ühe käigu korral ainult kas imevad või suruvad (joon. 16). Kahelitoimega pumbad ühe käigu korral imevad ja suruvad vedelikku (joon. 17). Ühtlaselt töötavad kaksik- ja kolmikpumbad, mis pole muud kui 2 või 3 lihttoimega pumpa, milliste võimsus on $10 - 45 m^3/tund$ H kuni 220 ja $n = 85 - 130$ min juures.

kui $N \leq 1$	1-2	2-5	5-10	>10	hj
100-150	50-100	20-50	15-30	10-15	%



Joon. 17.

a) Lihttoimega plunžerpumbad. (joon. 16). Mõlemal pumbil tähistavad: A — pumbakambrit, B — plunžerit (umbkolbi), C — survepuksi, D — surveklappe, E — väljavoolutoru, F — surutuulekatelt, G — imituulekatelt, S — imiklappi. Töökäik: Kui kolb liigub

väljapoole pumbakambrist, siis kambris tekib tühi ruum, mistõttu õhurohu survele avaneb imiklapp *S* ja vesi tungib pumbakambrisse. Kui nüüd lükata kolb tagasi, siis sulgub veerõhu tõttu imiklapp, avaneb suruklapp *D* ja vesi voolab välja pumbakambrist: osa veest läheb tuulekambrisse ja teine osa torustiku *E* kaudu tarvitajale.

b) **Kahelitoimega plunžerpump** (joon. 17) pole muud kui kaks kokkupandud lihttoimega pumpa. Töökäik analoogne lihttoimega pumbale.

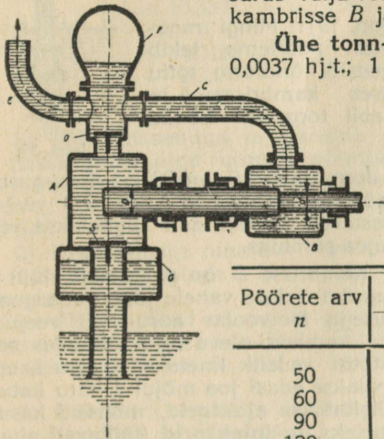
Diferentsiaalpumbad suruvad iga käigu ja imevad iga kahe käigu juures (joon. 18); neil on kaks klappi *SK* ja *D* ja pikk umbkolb (plunžer), mis koosneb kahest osast: läbim. *D* ja *d*, kusjuures kolvi pindalad peavad suhtuma kui 1:2, et saavutada ühtlast rõhku surutorus.

Diferentsiaalpumba töökäik (joon. 17). Kui kolb liigub paremale, siis kambris *A* tekib tühiruum, ja vesi, avades imiklapi *S*, tungib kambrisse, samal ajal kolb tõrjub välja vee kambrist *B*, kusjuures osa veest läheb tuulekambrisse *V* ja teine osa torustikku *E*. Kolvi tagasiliikumisel ta surub välja vee kambrist *A*, kusjuures osa veest läheb kambrisse *B* ja osa veest — torustikku.

Ühe tonn-meetri (t. m) vedeliku tõstmiseks vaja
 0,0037 hj-t.; 1 hj-t = 270 t. m, 1 kWh = 367 t. m.

Pumpade imikõrgus oleneb õhurohust, vedeliku kiirusest torus, energia-kulust takistusele torustikus ja vedeliku aurude tihedusest antud temp.

Praktiline pumpade imikõrguse m
 olenevus vee temp. ja pumba pöörete arvust.



Joon. 18.

Pöörete arv <i>n</i>	Temperatuur					
	0°	20°	30°	40°	50°	60°
50	7	6,5	6	5,5	4	2,5
60	6,5	6	5,5	5	3,5	2
90	5,5	5	4,5	4	2,5	1
120	4,5	4	3,5	3	1,5	0,5
150	3,5	3	2,5	2	0,5	0
180	2,5	2	1,5	1	0	0

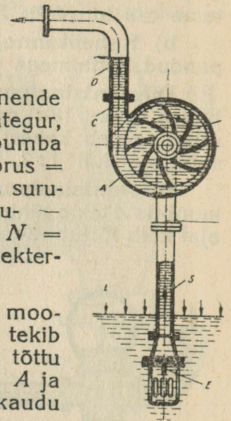
Nagu tabelist näha, väheneb imikõrgus temp. tõusuga. Suurim praktiline imikõrgus külmale veele = 7 m.

Mõningaid andmeid vortingtonpumbile.
 (Töörõhk kuni 20 at.)

Auru-silindri <i>d</i> mm	Pumba-silindri <i>d</i> mm	Käigu pikkus mm	Käikude arv min	Toodang m ³ /tund
255	127	255	75—125	26—43
355	178	255	75—125	51—85
610	305	457	40—80	144—288

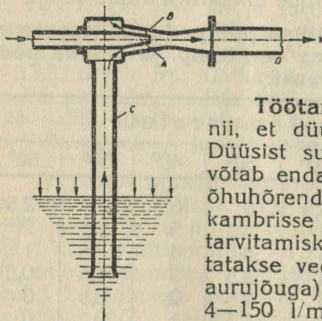
II. Vortingtonpump koosneb kahest aurusilindrist, mille kolvivarred on pumba kolvivarte pikendised (joon. lk. 56). Vedeliku kiirus surutorus on ühtlane, nad on lihtsa ehitusega, kuid ebaökoonoomsed, kuna nad töötavad paisumata auruga. Joonis vt. lk. 56.

III. Tsentrifugaalpumbad. Olenees vee tõstekõrgusest H need pumbad liigitatakse: madal- $H \leq 15$ m, 2) kesk- $H \leq 40$ ja 3) kõrgrõhu- või turbiinpumbiks. Nad võivad olla ühe- ja mitmeastmelised, kui $H > 60$. Nad koosnevad labidaiga töörrattast ja kerast; töörratta pöörlemisel vedelik imetakse ratta keskkohast pumpa ja surutakse töörrattaga torustikku. Madal- ja keskrõhupumpade $\eta = 0,4-0,65$. Turbiinpumbad on varustatud juhtlabidaiga, ja vedelik satub pumpa nende kaudu, mille tõttu suureneb pumba võimsus ja kasutegur, mis sel puhul $= 0,65-0,85$. Mitmeastmelise turbiinpumba surukõrgus ulatub üle 2000 m. Vedeliku kiirus imitorus $= 2-4$ m/sek, alumises osas $1-1,5$ m/sek. Vedeliku kiirus surutorus: madalrõhupumbas $- 2-3$ m/sek, kõrgrõhu- $3-4$ m/sek. **Võimsus.** Pumbale vajalik võimsus $N = QHe : 75\eta$ hj. Pumba käitamiseks on kohane elektermootor või aurturbiin.



Joon. 19.

Tsentrifugaalpumba töökäik (joon. 19): Mingi mootoriga pannakse labidasratas B kiiresti pöörlema, tekib kambri A õhuhõrendus, kusjuures vedelik õhurõhu tõttu avab klapi E , toru S mööda tõuseb kambri A ja sealt edasi surutakse labidasratta abil toru CD kaudu tarvitajale.



Joon. 20.

IV. Joapumbad (joon. 20) on seesugused, kus vedelik pumbatakse auru- või veejoo abil, vastavalt sellele nad liigitatakse vee- ja aurujoa-pumbiks.

Töötamisviis: Kambrisse B on paigutatud düüs A nii, et düüsi ja kambri seinte vahele jääb vabaruumi. Düüsi suure kiirusega läbivoolav auru- või veejoo võtab endaga kaasa kambri oleva õhu, tekitades seal õhuhõrenduse, mistõttu vedelik imetakse C -toru kaudu kambrisse ja sealt viiakse edasi joo mõjul D -toru kaudu tarvitamiskohta. Liigitatakse **ejektorid**, milliseid kasutatakse veepumpamiseks, ja **injektorid** (töötavad ainult aurujoo) aurukatelde toitmiseks. Injektori võimsus: $4-150$ l/min, imikõrgusel $1-2$ m ja aururõhul katlas $9-10$ at toitevee temp. $30-40^\circ$ C. Leiutas Giffard 1858. a.

Materjale keemilisile pumbile

Pumbatav vedelik	Materjal	Pumbatav vedelik	Materjal
Leelisvesi	Malm	Leeline	Vask
Soolane vesi	Pronks	Soolane leeline	Pronks
Kaltsium-bisulfit	Pronks	Lubjapiim	Malm
Süsihapunaatrium	Malm	Mitmesugused õlid	Malm
Kloorkaltsium	Email	Soolalahus	Vask
Kloorvesi	d-o	Sooda	Malm
Lubjavesi	Malm	Väävliseppe	Pronks

Hapete-pumbiks tarvitatakse malmi tugeva ränisisaldavusega. Samuti ka fosforpronksi, kõva pliidi, eriterast, kõva kautšukki ja portselani.

III. Gaasidemehaanika.

1. Üldomadused. Kõiki gaasilisi aineid on võimalik veeldada kas jahutamise või rõhuga. Veeldumispääri lähedal olevaid gaasilisi aineid nimet. aurudeks, ülekuumendatud gaasilisi aineid lihtsalt gaasideks.

a) Gaaside rõhku mõõdetakse: 1) Veesamba mm või m; 2) elavhõbeda (Hg) -samba mm või cm; 3) kg/m^2 , (tähis P) ja kg/cm^2 , (tähis p); 4) naeladega/toll² ja 5) atmosfääridega. 1-meetriline (uus) atmosfäär (at) = 1 kg/cm^2 .

Mitmesuguste rõhkude võrdlustabel.

Atmosfäärid (vanad)	Veesamba meetrid või 0,1 at (uut atm.)	Elavhõbedasamba mm Hg	Elavhõbedasamba tollid Hg	Ingl. naelad ruuttollile ingl. n/toll ²
1	10,333	760	29,92	14,7
0,0968	1	73,55	2,896	1,422
0,0013	0,0136	1	0,0394	0,0193
0,0333	0,3453	25,4	1	0,4912
0,0680	0,7031	51,712	2,0359	1

b) Paisumisseadus ja gaaside oleku võrrandid. 1) Jääval temp. on antud gaasihulga ruumala pöördvõrdeline rõhuga, s. o. $v_1 : v_2 = p_2 : p_1$, või $p_1 v_1 = p_2 v_2 = \text{konstant}$ (Boyle-Mariotte'i loe: boil-marioti, seadus), kus v_1 ja v_2 tähistavad 1 kg gaasi ruumala m^3 , p_1 ja p_2 — absoluutset rõhku $1) \text{ kg/cm}^2$.

2) Et gaasihulga ruumala vähendamisel suureneb tema erikaal $e \text{ kg/m}^3$, siis me võime kirjutada: $e_1 : e_2 = p_1 : p_2$, s. o. gaasi erikaal on võrdeline rõhuga.

3) Jääval rõhul on antud gaasihulga ruumala võrdeline absoluutse temperatuuriga ²⁾ T , s. o. kui gaasihulga ruumala temperatuuril t_1 võrdub v_1 ja temp. t_2 võrdub v_2 , siis $v_1 : v_2 = T_1 : T_2$ Gay-Lussac'i, (loe: gee-lüssaki) seadus.

4) Mõlemaid seadusi võib ühendada, ja siis saame: $v_1 p_1 : T_1 = v_2 p_2 : T_2$ (Boyle-Mariotte'i — Gay Lussac'i valem).

5) Üldised gaaside oleku võrrandid: a) $p v = RT$ ja b) $p V = GRT$ kusjuures R — gaaside konstant, V — gaaside ruumala m^3 ja G on gaasi kaal (kg); $G = pV : RT$.

6) Gaaside konstant $R = (c_p - c_v) A = 848 : \mu$, kus $\mu = \text{molek.-kaal}$; $A = 427 \text{ kgm}$; c_p ³⁾ väärtusi vt. lk. , p. 4, 7 lahter.

7) Kui gaasi erikaal p_1 ja T_1 juures on e_1 , siis p_2 ja T_2 juures $e_2 = e_1 p_2 T_1 : p_1 T_2$.

c) Õhu koostis: 1) kaaluline: 23,10% O + 75,55 N + 0,05% CO₂ + 1,30% A; 2) mahuline 20,90% O + 78,13% N + 0,03% CO₂ + 0,94% A.

2. Staatika. Õhurõhk merepinnal (baromeetri seis) on keskmiselt 760 mm Hg = 10333 (kg/m^2); olenedes atmosfääri mõjudest kõigub õhurõhk 720—800 mm piires, seega kõikumus on $\pm 5,25\%$.

1) Absoluutse rõhu 0 täpp vastab absoluutsele tühjusele kinnises elavhõbeda-baromeetritorus. 2) $T = 273 \pm t$. 3) c_p tähistab gaaside erisoojust alatisel rõhul, c_v — erisoojust alatisel mahul.

Kõrgus merepinnast ja vastav õhurõhk mm-tes. $t_k = 0$.

Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg	Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg	Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg	Kõrgus m	Õhurõhk mm Hg
0	760	1000	674	6000	370	15000	124
100	751	1500	635	7000	328	20000	68
200	742	2000	598	8000	291	30000	29
300	733	3000	530	9000	258	40000	6
400	724	4000	470	10000	229	50000	1
500	716	5000	417				

3. **Õhulaeva tõstejõud.** Kui V tähistab õhulaeva gaasi ruumala m^3 , e' — gaasi erikaalu, e — õhu erikaalu, $a = e - e'$ gaasi ruumala ühiku tõstejõudu (kg/m^3), siis õhulaeva tõstejõud $A = Va$ (kg); kui G on õhulaeva oma kaal (kg), siis ta võib võtta endaga kaasa koorma $K = A - G$ (kg).

760 mm Hg õhurõhul 0° temp. ja kuiva õhu puhul (õhu erikaal $e_0 = 1,293$ (kg/m^3)) on: valgustusgaasi $e'_0 = 0,67 - 0,45$ (kg/m^3) ja $a_0 = 0,62 - 0,82$; puhta vesiniku $e'_0 = 0,0896$, $a_0 = 1,203$; hariliku vesiniku $e'_0 = 0,15$ ja $a_0 = 1,1$. Õhu erik. e t temp. ja õhurõhul H mm, $e_t = 0,001293 H : (1 + 0,00367 t) \cdot 760$.

4. **Tuule rõhk ja õhu takistus.** a) Pind on risti tuule sihiga. Kui tuule rõhk P (kg) on risti pinnale S (m^2), tuule kiirus v (m/sek), ϕ — kateline tegur, mis muutub 1—3 piires, $e - 1 m^3$ õhu kaal (kg), siis $P = \phi e S v^2 : 2g$ (kg) ja õhu rõhk p $1 m^2$ on: $p = P : S = \phi e v^2 : 2g$ (kg). Õhu-kesile siledaile plaadele, pindalaga $S = 0,1$ (m^2), saame järgmised valemid: $P = 0,122 S v^2$ ja $p = 0,122 v^2$, kus $\phi = 1,86$ ja $e = 1,293$ (kg/m^3). Järgmine tabelike näitab p olenevust v -st:

$v =$	2	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
$p =$	0,5	1,1	4,4	9,9	17,6	27,6	39,7	54	70,6	80,3	110,2	133,4	158,7	186,3	215,1

b) Pind on kaldu tuule sihiga. Kui tuul rõhub pinnale S , α nurga all (p väärtused vt. eespool tabelist), siis P arvutatakse kaheldi: 1) $P = S p \sin^2 \alpha$ või 2) $P = S p \sin \alpha$. Kui õhk seisab ja pind S liigub kiiruga v (m/sek), siis arvatakse tekkivat õhu takistust p. p. a) ja b) antud valemite abil.

5. Beaufort'i (loe: bofoor'i) tuule rõhu ja kiiruse astmik.

Tuule kõvus pallides	Tuule nimetus	Tuule		Tuule kõvus pallides	Tuule nimetus	Tuule	
		keskm. kiirus m/sek	rõhk kg/m^2			keskm. kiirus m/sek	rõhk kg/m^2
1	Tasane tõmme	3,6	1,5	7	Kõva tuul . . .	17,9	38,7
2	Tasane tuul . .	5,8	4,1	8	Tormine tuul . .	21,5	55,6
3	Kerge tuul . . .	8,0	7,7	9	Torm	25,0	75,6
4	Mõõdukas tuul .	10,3	12,6	10	Kõva torm . . .	29,1	102,5
5	Värske tuul . .	12,5	18,9	11	Raske torm . . .	33,5	135,7
6	Kange tuul . . .	15,2	27,9	12	Raju (orkaan) . .	40,2	195,5

6. Tuulerõhk katusele ja seinale.

	Katuse kalde-nurk	Kõrgus maapinnast			Märkmeid	
		< 15 m	15 25 m	> 25 m		
		Tuulerõhk kg/m ²				
Seinad		100	125	150	Horisontaalne rõhk	
Katused	< 5	0			Rõhk risti katusepinnaga. Vahepealsete katuste kalde-nurkadel leitakse tuulerõhk intropoleerim. Lahtiste katuste aluseil arvestatakse tuulerõhku ka seest välja-poole ja alt ülesse 60 kg/m ² .	
	5					10
	15	35				Merekaldal 25°/0-5°/0 võrra rohkem.
	30	65				
	45	90				
	60	110				

7. Tuulmootorid jagunevad 2 liiki: 1) tiib-, rõht- või pisut kaldteljega ja 2) karussellmootorid, püstteljega; kasutamist leiavad peamiselt 1. liiki turbiinid, sest nad on võrdlemisi kerge kaaluga ja suure efektiivsusega. Tiibturbiine on 2 liiki: 1) hulktiibsed, suure algpöördemomendiga ja tasase käiguga; kasustatakse seal, kus vaja käivitada masinaid koor-misel, nagu veepumbad jt.; 2) vähetiibsed, mis annavad väikese almo-mendi ja on kiirkäigulised; kasustatakse tuulelektriseadeldisis. Tiibade läbim. harilikult 2—15 m.

8. Võimsuse arvutamine: $N = eSv^3\psi : 2.75g$ hj, kus S — tuulratta tuule mõju all olev pindala, $S = \frac{1}{4}\pi D^2$, kui D on ratta läbimõõt, v — tuule kiirus m/sek, ψ — tuule kasustamistegur, e — õhu erikaal kg/m³, $e : g$ — õhu tihedus (erimass); võttes $e : g = 0,125$ kg. sek/m⁴ (15° C ja 760 mm) saame $N = 0,000833 Sv^3\psi$ hj. E. Fatejevi järgi $\psi = 0,17$ — 0,46, näit. neli-tiibse hollandi tuuliku jaoks $\psi = 0,17$ (tasapindsed tiivad) ja $\psi = 0,31$ (krüvilised tiivad). Kasulik võimsus masina töövõllil $N = \eta N = 0,000833 Sv^3\psi\eta$ hj, kus $\eta = 0,5$ —0,7.

9. Tuulmootorite (-turbiinide) võimsus N hj-des.

„Herkules“-tuulmootor				Taani firma „Agrikko“ kuustiibsed tuulmootorid								
Ratta läbim. m	Tuule kiirus v m/sek			Ratta läbim. m	Tuule kiirus v m/sek							
	5	7	8		4	5	6	7	8	9	10	
2,5	0,3	0,83	1,24	5	0,64	1,20	2,10	3,30	4,90	7,10	9,70	
3	0,42	1,17	1,74	6,5	1,10	2,10	3,10	5,70	8,50	12,10	16,70	
4	0,72	2	3	7,7	1,50	2,80	5,00	8,00	11,90	17,00	23,40	
5	1,1	3	4,6	10,0	2,10	4,20	7,20	11,40	17,00	24,30	33,30	
6	1,6	4,3	6,5	11,0	3,20	6,30	10,80	17,10	25,60	36,50	50,00	

Näide: Kui tuule kiirus on 7 m/sek, siis „Herkules“ 5 m läbim. tuulmootori võimsus $N = 3$ hj.

10. Tuulmootori ehituse põhireeglid: 1) Madalaim tiiva täpp peab olema 2—3 m kõrgem ehitisist, puist ja teisist kõrgeist kohist, mis on 250—300 m turbiinist eemal. 2) Turbiinil peab olema õieti ehitatud pikse-kaitse. 3) Turbiini konstruktsioon peab vastu pidama suurimale tormile.

Materjalid.

I. Tähtsamate ainete füüsikalisi omadusi.

1. **Üldseletusi.** 1) Aine aatom on tema väikseim keemiliselt jagamatu osake. **Aatomikaal** näitab, mitu korda antud aine aatom on vesiniku aatomist raskem; vesiniku aatomi raskus = 1. Uuemal ajal võetakse võrdlusaluseks hapniku aatom, mille kaal = 16. Aatomite tähisiks nn. **sümboleiks** ehk **keemiliseks märgeks** on nende ladinakeelsete nimetiste suur algtäht või algtäht ühes mõne teise tähega elemendi nimetisest (vt. elementide tabel). Elementide aatomkaalud alltoodud tabelleis ühtuvad Rahvusvahelise Aatomkaalude Komisjoni 1937. a. tabeliga. 2) **Molekul** on aatomeist koosnev väikseim aine osake, millel on veel kõik aine füüsikalised ja keemilised omadused. **Molekulkaal** näitab antud kaalu hapniku suhtes. Kui on teada molekuli koostis aatomeist, siis võime leida molekulkaalu; näiteks, väävelhape molekul sisaldab 2 vesiniku aatomit (a. — k. = 1), 1 aat. väävlit (a. — k. — 32) ja 4 aat. hapniku (a. — k. = 16); järelikult väävelhappe molekulkaal = $2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98$. Molekuli tähistatakse valemiga, milles aatomite sümbolitega on näidatud tema koostis, näit. sama väävelhappe molekuli (seega ka väävelhappe) valem on H_2SO_4 . 3) **Erikaal** $e = P : V$, kus P on aine kaal tonnides, kg-des või g-des ja V ruumala m^3 -tes, dm^3 -tes või cm^3 -des. Temperatuuril t $e_t = e_0 : (1 + \gamma t)$, kus e_0 — erik. 0^0 ja γ ruumpaisumistegur. 4) Seletusi paisumisteg. erisoojuse jne. vt. tagapool „Soojusõpetus“; eritaktuse ja temp. teguri kohta on seletusi „Elektrotehnika“. 5) Tabeleis, lk. 68 ja 69 on antud tegurid suurendatud 10^n korda; et näit. saada alumiiniumi paisumistegurit, tlnb 0,237 jagada 10^4 , seega $\beta_{al} = 0,0000237$, hõbeda soojusejuhtivus $\lambda = 101 : 10^2 = 1,01$ jne.

2. Perioodiliste elementide tabel.

Perioodi nr.	Rida	Rühm I		Rühm II		Rühm III		Rühm IV		Rühm V		Rühm VI		Rühm VII		Rühm VIII
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	0
I	1	1 H														2 He
II	2	3 Li		4 Be		5 B		6 C		7 N		8 O		9 F		10 Ne
III	3	11 Na		12 Mg		13 Al		14 Si		15 P		16 S		17 Cl		18 Ar
IV	4	19 K		20 Ca		21 Sc		22 Ti		23 V		24 Cr		25 Mn		26 Fe 27 Co [28 Ni]
	5	29 Cu		30 Zn		31 Ga		32 Ge		33 As		34 Se		35 Br		36 Kr
V	6	37 Rb		38 Sr		39 Y		40 Zr		41 Nb		42 Mo		43 Ma		44 Ru 45 Rh [46 Pd]
	7	47 Ag		48 Cd		49 In		50 Sn		51 Sb		52 Te		53 J		54 X ^e
VI	8	55 Cs		56 Ba		57 La		58 Ce		59 Pr		60 Nd		61 (II?)		62 Sm 63 Eu 64 Gd [65 Tb 66 Dy]
	9	67 Ho		68 Er		69 Tu		70 Yb [71 Cp 72 Hf]		73 Ta		74 W		75 Re		76 Os 77 Ir [78 Pt]
	10	79 Au		80 Hg		81 Tl		82 Pb		83 Bi		84 Po		85 —		86 Em
VII	11	87 —		88 Ra		89 Ac		90 Th		91 Pa		92 U				

3. Elementide füüsikalisi omadusi.

Puuduvate elementide omadusi vt. järgmine tabel lk. 68 ja 69.

Element	Süm- bol	Aatomi- kaal	Eri- kaal	Sula- mis- täpp	Keemis- täpp (760mm)	Avastamis- aeg	Element	Süm- bol	Aatomi- kaal	Eri- kaal	Sula- mis- täpp	Keemis- täpp (760mm)	Avastamis- aeg
Alabanium .	Am	215	—	—	—	1938	Praseodüüm	Pr	140,92	6,5	940	—	1885
Arseen . . .	As	74,91	5,72	817	630 ¹⁾	1260	Radium . .	Ra	225,97	—	700	—	1898
Baarium . .	Ba	137,36	3,6	658	1537	1808	Roodium .	Rh	102,91	12,3	1970	—	1804
Berüllium .	Be	9,02	1,85	1280	—	1798	Rubiidium .	Rb	85,44	1,52	39,0	696	1861
Boor	B	10,82	1,73	2300	—	1808	Ruteenium .	Ru	101,7	12,26	>1950	—	1845
Broom . . .	Br	79,916	3,14	-7,3	58,7	1828	Räni	Si	28,06	2,35	~1414	2400	1823
Düsproosium	Dy	162,46	—	—	—	1886	Samaarium .	Sm	150,43	7,8	~1350	—	1875
Erbium . . .	Er	165,20	4,77	—	—	1843	Seleen . . .	Se	78,96	4,80	220,2	688	1817
Fluor	F	19,00	1,11 ²⁾	-223	-188	1886	Skandium .	Sc	45,10	—	—	—	1879
Fosfor . . .	P	31,02	1,83	44	280,5	1669	Strontsium .	Sr	87,63	2,60	797	1366	1808
Gallium . .	Ga	69,72	5,9	29,75	2300(?)	1875	Tallium . .	Tl	204,39	11,85	302	1306	1861
Germaanium	Ge	72,60	5,40	958+5	—	1886	Telluur . . .	Te	127,61	6,24	452,5	1390	1798
Heelium . .	He	4,002	0,122 ³⁾	-272 ⁴⁾	-268,8	1868	Titaan . . .	Ti	47,90	4,50	~1800	—	1879
Indium . . .	In	114,76	7,25	154	—	1861	Toorium . .	Th	232,12	11,5	1842	—	1828
Jood	J	126,92	4,942	113,5	184,35	1812	Tseerium . .	Ce	140,13	6,8	630	—	1860
Kroom . . .	Cr	52,01	7,1	1765	~2200	1797	Tseesium . .	Cs	132,91	1,87	28,5	670	1803
Lantaan . .	La	138,92	6,15	810	—	1839	Tsirkoonium	Zr	91,22	6,53	1860	—	1790
Liitium . .	Li	6,940	0,534	180	1336	1817	Uraan	U	238,14	18,7	~1300	—	1789
Mangaan . .	Mn	54,93	7,3	~1250	1900	1774	Vanaadium .	V	50,95	5,7	1715	—	1830
Molübdeen .	Mo	96,0	10,2	2500	~3560	1778	Virgiinium .	Vi	220	—	—	—	1938
Neoon . . .	Ne	20,183	0,695 ⁵⁾	-248,6	-545,9	1898	Üterbium . .	Yb	173,04	—	—	—	1907
Neodüüm . .	Nd	144,27	7,0	840	—	1885	Ütrium . . .	Y	88,92	4,6	—	—	1794
Nioobium . .	Nb	93,3	8,56	1950	—	—	Emanatsioon	Em	222	—	—	—	1900

1) sublim.-täpp, 2) ³⁾ vedel, 4) 26 at juures, 5) õhu suhtes.

4. Tahkeainete (ja mõnede elementide) füüsikalisi omadusi.

Aine nimi	Avastamis-aeg	Sümbol	Aatomi-kaal	Erikaal g/cm ³	Paisumistegur 10 ⁴ 0°—100° C	Erisoojus 18° C juures	Soojuse juhtivus 10 ² , 18°	Sulamis- ¹¹		Keemistäpp	Eritakistus 18° C juures	
								täpp °C	soojus Kcal/kg		Q · mm ² m	Temp. tegur 10 ³ α
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Alumiinium	1827	Al	26,97	2,65—2,80	0,237	0,214	48	658	100	~2000	0,032	3,6
Antimon	V.-aeg*)	Sb	121,76	6,65—6,72	0,157	0,05	40	630	24,3	1440	0,45	4,1
Eboniit				1,15	0,84	0,34			2,77		1 · 10 ²²	
Grafiit		C	12	2,17—2,3	0,019—0,029	0,16	3,7	3500			20—100	0,2—0,8
Höbe	V.-aeg	Ag	107,880	10,50	0,197	0,056	101	960,5	24	~2000	0,0163	4,1
Iriidium		Ir	193,1	22,42	0,066	0,032	14	2350			0,053	
Jää				0,917	0,51	0,5	0,6	0	79,65		10 ¹⁸	
Kaalium	1897	K	39,096	0,86	0,83	0,18	23	62,5	15,7	762	7,1	5,8
Kadmium		Cd	112,41	8,54—8,67	0,526	0,056	22	321	13,7	770	0,076	4,0
Kaltsium	1808	Ca	40,08	1,55	0,149	0,12	0,14	851		1249	4,6	3,6
Klaas, flint-				2,9—3,5	0,079	0,12	0,16				8,10 ¹⁹	
Klaas, kroon-				2,4—2,8	0,09	0,16	0,16				2,10 ¹⁷	
Konstantaan				8,88	0,152	0,098	5,4				0,49	0,005
Koobalt	1735	Co	58,94	8,8	0,126	0,104		1480	68	~2375	9,7	6,6
Kuld	V.-aeg	Au	197,2	18,88—19,33	0,143	0,0312	70	1063	16	2677	0,023	4,0
Kvarts ⊥ teljele		SiO ₂	60,06	2,65	0,142	0,19	1,6 } 3,3 }	1470		2590	3,10 ²⁰	1,10 ¹⁸
Kvarts teljele												
Malm				7,03—7,87	0,114	0,12	12	1135—1220	23—34		1,10 ¹⁸	
Magneesium	1808	Mg	24,32	1,74	0,260	0,25	26	650	58	1120	0,043	4,0
Messing				8,44—8,7	0,188—0,193	0,0917	26	900			0,074	2
Naatrium	1807	Na	22,997	0,97	0,72	0,290	22	97,5	31,7	880	4,3	5,5
Nikkel	1751	Ni	58,69	8,6—8,9	0,130	0,108	14	1450	65	2340	0,012	6,6
Osmium	1805	Os	191,5	22,5	0,068	0,031		2500			60	4,2
Pallaadium	1803	Pd	106,7	10,9—12,16	0,137	0,057	16,8	1557	36,3		11	3,5
Parafiin				0,87—0,91	1,07—4,7	0,775	0,05	38—56	35,1		1,10 ²⁰	
Plaatina	1750	Pt	195,23	21,37	0,090	0,032	16,60	1771	27,2	3800	0,110	3,9
Plii (seatina)		Pb	207,22	11,34	0,289	0,031	8,30	327	5,37	1540	0,21	4,2
Portselan				2,3—2,5	0,05	0,258	0,25	3030			3,10 ¹⁸	
Raud	V.-aeg	Fe	55,84	7,85—7,88	0,117	0,114	14	1530	23—33	2450	0,10—0,13	6,5
Tantaal	1802	Ta	181,4	16,6	0,66	0,033	13	3030			0,155	3,5
Teemant				3,51	0,012	0,112					1,10 ¹⁸	
Tina	V.-aeg	Sn	118,70	7,28	0,305	0,054	15,7	231,9	13,8	2275	0,11—0,14	4,6
Tsink	15 saj.	Zn	65,38	6,9—7,19	0,693	0,093	26,50	419,4	23	907	0,061	3,7
Vaha				0,96—0,97	2,3—15,2			63	42,3		2,10 ¹⁹	
Vask	V.-aeg	Cu	63,57	8,3—8,95	0,162	0,092	92	1083	43	2360	0,0174	4,1
Vismut	15 saj.	Bi	209,00	9,80	0,134	0,030	1,9	271	12,5	~1500	1,16	4,5
Volfram	1783	W	184,0	19,1	0,044	0,037	38	3380		4830	0,055	4,1
Väävel (monokl.)	V.-aeg	S	32,06	1,96	1,18	0,181	0,05	118,95	10,8	444,55	1,10 ²¹	
Vudi-sulam				9,7		0,04	30	65,5	8,4		0,54	2

*) V.-aeg = vana-aeg.

5. Mõnede vedelike füüsikalisi omadusi.

Aine nimi	Keemiline valem	Aatomi- (molek.-) kaal	Eri- 0° C	Paisu- mistegur 10 ³ γ	Eri- soojus 18° C	Sulamis- (kõvas- tumis-) II		Keemis- IV		Kriitiline	
						temp.	soojus	temp.	soojus	temp.	rõhk
Alkohol (metüül-)	CH ₃ O	32,03	0,790	1,186	0,600	-98		65	262	240	78,5
" (etüül-, haril.)	C ₂ H ₅ O	46,05	0,789	1,049	0,593	-114		78	216	243	63
" (amüül-)	C ₃ H ₇ O	88,10	0,810	0,089	0,693			130	120		
Aniliin	C ₆ H ₇ N	93,06	1,022	0,083		-6	21	184	109	426	52,4
Atseton	C ₃ H ₆ O	58,05	0,792	1,348	0,521	-94		56	125	233	52
Bensool	C ₆ H ₆	78,05	0,879	1,177	0,415	5,5	30,6	80	95	289	47,9
Bensiin			0,65-0,75	1,38	0,524	-150		80-100			
Eeter (etüül-)	C ₄ H ₁₀ O	74,08	0,714	1,513	0,552	-118	27,4	34,8	84,7	193,8	35,6
Elavhõbe	Hg	200,6	13,546	0,182	0,033	-38,89	2,75	357	68,7		
Glütseriin	C ³ H ₈ O ₃	92	1,26	0,51	0,576	-20	47,50	290		260	54,9
Kloroform	CHCl ₃	119,39	1,488	1,107	0,233	-63	18,3	602	61,2		
Nitrobensool	C ₆ H ₅ O ₂ N	123,05	1,203	0,083	0,354	9-21	22,30	211	79,2		
Oliiviõli			0,918	0,72	0,471	-20		300			
Petroot			0,79-0,82	0,96	0,498			200-250			
Täpmentin	C ₁₀ H ₁₆		0,858	0,94	0,430	-10		156	74		
Toluool	C ₇ H ₈	92,06	0,867	1,09	0,414	-95		111	86,2	320,6	41,6
Vesi	H ₂ O	18,016	0,9168	0,18	0,999	0	79,6	100	539,9	374	217,5
Vävelsüsinik	CS ₂	76,12	1,27	1,140	0,238	-11		46	84	273	72,9
Aädikahape	C ₂ H ₄ O ₂	60,03	1,049	1,100	0,473	17	46,25	118	97	321,6	57,1

6. Mõnede gaaside füüsikalisi omadusi.

Gaas	Sümbol	Aatomi- (molek.-) kaal	1 m ³ kaal kg 0° ja 760 mm	Tihedus kuiva õhu suhtes 0° ja 760 mm	Keskmine paisumisteg. 10 ³ γ 0°-100°	Erisoojus Cp 0°-100°	Cp Cv	Kriitiline olek		Vedel olek			Külmum- mistapp
								Temp.	Rõhk	Keemis- täpp	Keemis- soojus	Tihedus	
Õhk			1,2928	1,100	3,675	0,243	1,403	-140,7	37,2	-192	49		-259,2
Vesinik	H	1,0078	0,08985	0,06950	3,611	3,41	1,408	-240	13,2	-253	114	0,07	272 (26at)
Heelium	He	4,002	0,1787	0,1378	3,663	1,25	1,63	-268	2,3	-269	55	0,122	
Lämmastik	N	14,008	1,2505	0,9672	3,668	0,249	1,389	-147	34,6	-195,7	47,7	0,879	-210,1
Hapnik	O	16,000	1,4292	1,1055	3,674	0,218	1,398	-119	51	-183	51	1,20	-219
Kloor	Cl	35,457	3,2140	2,490	3,833	0,124	1,365	144	78	-33,9	62,4	1,57	-100,5
Süsihapugaas	CO ₂	44	1,9768	1,5291	3,71	0,221	1,30	31	75	-78,5	137	1,53tahk.	-57
Ammoniaak	NH ₃	17,032	0,7708	0,5962	3,86	0,520	1,262	132	116	-33,4	321	0,638	-77,7
Metaan	CH ₄	16,03	0,7168	0,5545	3,69	0,531	1,316	-82,5	47	-161,4		1,27	-184
Lämmast-hape	NO	30,01	1,3402	1,0367	3,719	0,242	1,38	-93	73	-150		1,46	-163,7
Vävlisapend	SO ₂	64,07	2,9266	2,638	3,903	0,154	1,256	157	80	-10	66	1,46	-76
Väavelvesinik	H ₂ S	34,09	1,5392	1,1906		0,245	1,337	100	92	-52	135,8	0,96	-83
Argon	Ar	39,944	1,7809	1,3778	3,678	0,127	1,667	-122	50	-190	37,6	1,41	-190

7. Tähtsamate ainete erikaale.

Ahaat	2,5—2,8	Laava	2,823
Alabaster	2,3—2,8	Loomarasv	0,93
Alumiinium, taotud	2,75	Lubjapagu	2,62—2,72
„ valatud	2,56	Lumi, värske	0,125
„ valtsitud	2,68	„ vajunud	0,8
Antratsiit	1,40—1,70	Maarjää kiltkivi	2,24
Antimonlääk	4,70—4,85	Magnetrauakivi	4,90
Argetaan	8,4—8,7	Merivaht	0,99—1,28
Asbest	2,10—2,8	Merivaik	1,0—1,1
„ -papp	1,2	Naatron (Na ₂ O)	2,27
Babiit	7,10	Naftaliin (C ₁₀ H ₈)	1,145
Baariumnitraat	3,24	Nahk, toores	1,02
„ -sulfaat	4,50	„ kuiv	0,86
Basalt	2,8—3,2	Nisu	1,35
Broomkaalium	2,76	Pigikivi	6,50—6,60
„ -höbe	6,47	Pilliroosuhkur	1,61
Deltametall	8,6	Pimsskivi	0,40—0,90
Dolomiit	2,9	Pliioksüüd	9,28
Ehituskivid, keskmiselt	2,5	„ -süsihapu	6,43
Elavhõbeoksüüd	11,2	„ -lääk	7,4
Elevandiluu	1,83—1,92	„ -suhkur 15 ^o C	2,395
Fosfor, punane	2,20	Pruun rauakivi	3,80—4,20
„ kristall-	2,34	„ kivistüsi	1,2—1,5
Galmei	4,1—4,5	Puna-tinamaak	5,95
Granaat	3,4—4,3	„ vasemaak	5,70—6,00
Gutapertš	0,96—0,99	Puidud, õhus-kuiv. (vt. ka lk. 93) :	
Indigo	0,77	Apelsinipuu	0,705
Joodtina	6,10	Granaadipuu	1,354
„ -kaalium	3,12	Kookospuu	0,736
„ -höbe	5,68	Korgipuu	0,24
Kaali (K ₂ O)	2,32	Kreeka päklikpuu	0,671
Kalaluu	1,24	Küpressipuu	0,644
Kamper	0,99	Leedripuu	0,695
Kampol	1,07	Lodjapuu	0,770
Kartul	1,06—1,13	Lärjepuu	0,52
Kaoliin	2,10	Mooruspuu	0,897
Kautšuk	0,92—0,96	Mustpuu	1,19
Kiltkivi	2,65—2,7	Oliivipuu	0,927
Kivistüsi	1,2—1,5	Punasaar	0,75—0,85
Klaas, akna-	2,40—2,60	Roheline puu	1,21
„ kristall-	2,89	Roosipuu	1,031
„ peegli-	2,37—2,72	Sandlipuu	0,8—1,1
„ pudeli-	2,60—2,73	Seedripuu, harilik	0,596
„ roheline	2,64	„ india	1,315
Kloorhöbe AgCl	5,56	Sidrunipuu	0,726
Koks	1,40	Viinapuu	1,327
„ vaheruumiga	0,55	Viirpuu	0,91
Kondid	1,7—2,0	Puuvill	1,47—1,50
Kriit	1,8—2,71	Põldpagu	2,50—2,60
Kõrvakivi	1,3	Raskepagu	4,56

Rasv	0,92—0,95	Tsement	1,15—1,77
Rasvakivi	2,6—2,8	Tsinklääk	4,01
Rauamaak	4,94—5,26	Tsinkokstüüd	5,60
Rukis	0,68—0,79	Kinnaver (tsinnober)	8,12
Ränikivi	2,3	Kinnaver-okstüüd	6,90
Sarv	1,69—1,83	Tulekivi	2,58
Seleen-tina	8,20—8,80	Tärklis (tükis)	1,5
Serpentiin	2,6	Vaik, kuuse-	1,073
Siid (toor-)	1,56	Messing	8,40
Steariin	0,97	„ -kard	8,52
Suhkur, valge	1,606	„ -traat	8,43
šamott	1,85—2,2	Vaselääk	8,70
Talk	0,94—0,95	Vasekstüüd	6,43
Teras, karastatud	7,82	Viinakivi	1,85
„ karastamata	7,8	Vilgukivi	2,65—3,2
„ tiigel-	7,92	Vill (lamba-, õhukuiv)	1,32
„ valatud	7,86	Vormiliiv, kinnitambit.	1,65
Titaanraud	4,62—4,89	Väävelantimoon $Sb_2 S_3$	4,65
Topaas	3,50—4,01	„ -tina PbS	7,1

8. Vedelike erikaale.

Järvevesi 15 ⁰ C	1,028	Rapsiõli, 15 ⁰ C	0,913
Keedusoolalahus (küllast. 18 ⁰ C)	1,21	Salpeeterhape, 49,4 B 15 ⁰ C	1,520
Kiviõli	0,75—0,84	Soolhape 24 B 15 ⁰ C	1,520
Kreosoot	1,04	Süsihape, kokkurõhut.	0,830
Merivaiguõli	0,80	Tõrv, (kivisöest)	1,15
Merevesi	1,03	Vein	0,99—1
Nafta, 19 ⁰ C	0,758	Vesi, destill. 4 ⁰ C	1,000
Piim, värske 15 ⁰ C	1,028	Vesiklaas	1,25
Puskariõli	0,82—0,83	Väävelhape 66 ⁰ B 15 ⁰ C ⁰	1,842
Puuõli 12 ⁰ C	0,919	Õlu	1,03

Vedelike erikaalude (e) leidmine Baumè (loe: bomee) areomeetri kraadide järgi 17,5⁰ C juures: $e = 146,78 : (146,78 + n)$, kus + n tähis- tab veest kergemate ja -n veest raskemate vedelike areomeetri- kraadide arvu. Näide: Kui suur on väävelhappe erikaal, milles Baumè areomeeter näitab 56,8⁰? (Baumè lühendus Bè või B); $e = 146,78 : : (146,78 - 56,8) = 1,63$.

Nõutava kangusega lahuse valmistamine kahest antud lahusest.
(Ristarvutus.)

Näiteid:

1) Antud lahused 12,5% ja 10,6%.
Valmistada lahus 11,1%.

10,6 → 12,5—11,1 = 1,4 osa 10,6%

11,1
12,5 → 11,1—10,6 = 0,5 osa 12,5%

2) Antud väävelhappe 15⁰B ja 9⁰B.
Koostada lahus 10,5⁰B.

9 → 15—10,5 = 4,5 osa 9⁰B

10,5
15 → 10,5—9 = 1,5 osa 15⁰B

Märge: Osad võetakse kaaluliselt või ruumiliselt selle järgi, kuidas on antud lahuste kangus.

9. Mitmesuguste ehitisainete ja põletiste kaale.

		ühem ³ kg		ühem ³ kg
a) Kivid.				
Alabastrivõi kipsikivi		1900—2300	Maa, savi-liivane, tihe	2500—2700
Alabaster või kips:			Muld (põllu, maapõues)	1520
tambitud	1230		„ (põllu, kaevatud)	1140
sõelatud	1260		„ turba	500—800
Alabastrivõi kipsisegu			„ savine, maapõues	1600
liivata: märg	1600		„ savine, kaevatud	1370
kivinenud	1410		Mustmuld	810—840
Betoon, kruusaga, graniitkillustikuga	2200		Muda, vedel, kaevatud	1220
Betoon telliskillustik	1800		„ kuivanud	1640
„ samast materjal. rauaga	2400		Mätas	1350
„ sõešlakiga	1000		Savi, maapõues	1690—1930
Graniit, sieniid, gneiss	2390—3000		„ väljavõetud	1300—1540
Katusekivi, savist (1000 kaalub 327—369 kg)	1020—1150		c) Põletised.	
Kriit, tükes	1200—1280		Haod, aasta seisnud	160
Liivakivi	2280—2430		„ toored	250
Lubjakivi (paekivi), tihe	2000—2660		Kase- ja lepuuit, kuiv	500
Lubi, kustutamata	800—930		„ „ „ toores	630
Lubi, kustutat. (pulbris)	500—810		Okaspuit, aasta seisnud	380
Lubjasegu 1:2; 1:3	1630—1940		„ „ „ toores	460—500
Marmor	2500—2840		Põlevkivi tükes, kuiv	850
Mergel	2560		„ „ „ niiske	900
Müüritis graniidist	2800		Süsi, okaspuidust	170
„ tihedast paek.	3000		„ tamme-	245
„ poorilisest „	2500		„ kase-	225
„ liivakivist „	2400		„ kivi-	1130
„ tellisest	1800		„ antratsiit-	1400—1800
„ klinkrist	1900		Turvas, kuiv	400
„ pooril. tellisest	1100		„ 30% niiskusega	455
„ auktellisest	1300		„ niiske	800
„ silikaatkivist	1800		d) Mitmesugused ained.	
Paekivi, 0,3 tühjusega	1690		Asfalt	900—1500
Savikildkivi	2760		Pigi	1160
Tellis, poolik	1260—1350		Põlevkiviõli, toores	1000
Tellis 26×13,4×6,7 cm	1620		Sammal	135
Tellis, nõrgalt põletatud	1050—1390		Sõnnik	750—950
„ (klinker)	1520—2020		Tsement	1500
Tsement	920—1250		Tuhk	900
Tuff	1210—1380		Turbapuru	230
b) Maamitmesugune				
Kruus, graniidist	1850		Tõrv, vedel	890
„ segu-	1600		Väävel, loomul. kristall.	1960—2060
Liiv, kuiv, puhas	1370—1620		„ tükes	2000
„ niiske	1400—1820		„ pulbris	780
			Õled ja heinad	45—100
			Õlid: puu-, lina-, kanepi-	940

10. Ehitiskonstruktsioonide omakaal.

Konstruktsioonid	kg/m ²	Konstruktsioonid	kg/m ²
a) Puitlaed.		Valuasfaldist 14	
Talad 18×25 cm, vahed 1 m	30	Saviplaatidest	20
„ 13×25 cm, „ 0,8 m	27	Paekivist	25
Iga 5 cm vähema talade- vahe juures; enam . . .	2	1 mm kiht linoleumi . . .	1,3
Põrandaalused 10×10 cm, vahedega 1 m	7	e) Krohv ja traatkrohv.	
Põrand, 2,5 cm paks . . .	16	Pillirookrohv ühes pillir. .	20
„ 3,5 cm „	23	Iga 1 cm paks kiht krohvi:	
Poola lagi 2,5 cm laudadest, 8—10 cm savi- ja õle- kihiga	164	Lubjaseguga	17
Krohvimatid ja krohv . . .	20	Segaseguga	19
b) Betoonlaed (talade kaaluta).		Tsemendiseguga	21
6 cm paksune raudarma- tuuriga ühes 14 cm koks- tuhakihiga ja 3,5 cm puitpõrandaga	290	Kipsiseguga	10
10 cm raudbetoon ühes 5 cm paksuse liivakihi ja 2,5 cm paksuse tsement-as- faltpõrandaga	430	Raabitiskrohv	15
c) Lae-täiteained.		Tsement-traatkrohv . . .	24
Iga 1 cm paks kiht täidet.		f) Katused.	
Liiva või savi	16	Kaal ühes sarikate ja alus- materjaliga (sarikate vahe keskm. 1,25 m).	
Põlevkivi või kokstuhka . .	7	Hollandi kividest	80
Katlaräbu (-šlack)	10	Tsement- või tasasest savi- kivist	65
Turbapuru	2,3	Tsingitud raudkarrast . . .	35
d) Kivipõrandad ja -katted.		Lainjaskarrast	25
Iga 1 cm paks kiht täidet.		Pappkatus, ühekordne . . .	35
Tsemendist	22	„ kahekordne	55
Kipsist	21	Asfaltkatus: 3-kordne tõr- vatud papp, 7 cm paks liiva- või savikiht, sarikad 14×18 cm	180
		Puit-tsem. — 7 cm kruusa- kihiga	180
		Sindelkatus	35
		Pilliroogkatus	80
		Õlgkatus	75

11. Ruumide kasulik koormis: a) põninguil 100 kg/m², b) elukor-
tereis 200 kg/m², c) bürois, ametiasutis, kauplusis, jms. ruumes, mil-
lede põranda S ≤ 50 m² — 200 kg/m², d) nende trepikodades 350 kg/m²,
e) samus ruumes, millede põranda S > 50 m² — 350 kg/m², f) muuseumes,
kunstinäitusis, saunus, söögimajus, restoranis, kooliruumes 350 kg/m²,
g) kirikuis, teatreis, kinodes, rahvamajas, võimlais, töökodades ja eel-
nimet. ruumide trepikodades 500 kg/m², h) arhivaalide- ja raamatute-
hoiuruumes 1000 kg/m².

12. Lumerõhk katusepinna horisont.-projektsioonile. $P = 75 \cos \alpha$,
kus α on katuse kaldenurk, s. o. nurk katusepinna horisondi vahel.
Keskmiselt 45° juures $P = 50$ kg/m²; nurga vähenemisel suureneb rõhk
1 kg võrra iga kraadi kohta. Kui $\alpha = 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ$, siis vastavalt
 $P = 75, 65$ ja 50 kg/m². Kui $\alpha > 45^\circ$, siis $P = 0$.

II. Tähtsamaid keemilisi ühendeid,

nende keemiline ja praktikas tarvitata nimi, keemiline valem, keskmine molekulkaal (mk.), erikaal (e) g/cm³, sulamistäpp (st.) ja milleks peamiselt kasustatakse.

a) Anorgaanilised ühendid.

1. **Alumiinium Al** — oksüüd, korund (mirkel) Al₂O₃, mk. 102, e. 5,7, lihvkäide valmistamiseks; — vesihapend Al(OH)₃, mk. 78, e. 2,42, kalliskivide valmistamiseks; — sulfaat Al₂(SO₄)₃, mk. 342, e. 1,62; — ammoniumium-sulfaat, ammoniumium-maarjas, NH₄Al(SO₄)₂ · 12 vett, mk. 463, e. 1,64; — kaalium-sulfaat, kaalium-maarjas, KAl(SO₄)₂ · 12 v.*), mk. 474,5, e. 1,75. Kolme viimast ühendit kasustatakse naha värvimis- ja konserveerimis-, metalli- ja keemiatööstuses.

2. **Ammoonium NH₄** — nitraat, ammoniumsalpeeter NH₄NO₃, mk. 80, e. 1,77, st. 165, tarvit. lõhkeainete valm., jahutus-segudes ja hapendajana; -sulfaat (keskm.) NH₄SO₄, mk. 132, e. 1,77, st. 513, tehiseväetisaine; — bikarbonaat, põdrasarvesool, NH₄HCO₃, mk. 79,06, e. 1,59, küpsetamispulber; — kloriid, salmiak, NH₄Cl, mk. 53,5, e. 1,53, st. 184, arstimiks ja leklansee elem. valmistamiseks.

3. **Arseen As**, — disulfiid, realgaar, As₂S₂, mk. 214, e. 3,51, st. 267, punane värv; — trisulfiid, auripigment As₂S₃, mk. 246, e. 3,46, st. 310, kollane värv; — hape (orto-) H₃AsO₄, mk. 142, värvi- ja nahatööstuses, puidu konserveerimisel; — trioksiid, arseenik, As₂O₃, mk. 198, e. 3,86, mürgine lõhnata pulber, ravim (naha ja närvihäiguste vastu); — vesinik, AsH₃, mk. 78, st. —114, väga mürgine gaas, 50 mg ühes m³ mõjub surmavalt.

4. **Baarium Ba**, — nitraat, Ba(NO₃)₂, mk. 121,4, e. 3,24, st. 592, lõhkeainete ja ilutulestiku valm.; — sulfaat, BaSO₄, mk. 233,4, e. 4,5, st. 1580, katevärv, arstiteaduses; — kloriid, BaCl₂ · 2H₂O, mk. 244,3, e. 3,1, st. 960, nahatööstuses, ilutulestikus.

5. **Berüllium**, — hapend, krisoberüll, BeO, mk. 25, e. 3, st. 2500, kalliskivi, alumiiniumiga annab kerge ja elastse sulami; — kloriid, BeCl₂, mk. 80, e. 1,9, st. 404, keemiatööstuses.

6. **Boor B**, -hapend, B₂O₃, mk. 69,6, e. 1,84, st. 577, emailide valmist. klaasitööst.; -hape (orto-), H₃BO₃, mk. 61,8, e. 146, desinfektsiooni-vahend.

7. **Elavhõbe Hg**, -nitraat, HgNO₃, mk. 230,6, e. 4,79, met. oksüüdimisel; -kloriid, kalomel, Hg₂Cl₂, mk. 472, e. 7,15, st. 543, ravim., ilutulest.; -dikloriid, sublumaat, HgCl₂, mk. 271,5, e. 5,42, st. 275, mürk, desinfekt.-vahend.

8. **Fluor F₂**, -vesinik, H₂F₂, mk. 20, e. 0,99, st. —92,3, klaasile graveerimiseks.

9. **Fosfor C**, -hape (orto-), H₃PO₄, mk. 98,06, e. 1,88, esineb nitrofoskas, kondes jm., keemiatööstuses.

10. **Hõbe Ag**, -nitraat, põrgukivi, AgNO₃, mk. 170, e. 4,35, st. 208,5, värvi- ja fototööstuses; arstim.; -bromiid, AgBr, mk. 187,80, e. 6,42, st. 422; -jodiid, AgJ, mk. 234,80, e. 5,68, st. 552; -kloriid, AgCl, mk. 143,34, e. 5,56, st. 455, kolme viimast ühendit kasustatakse valgustundlike emulsioonide, fotoplaatide ja filmide valmistamisel.

11. **Tina Sn**, -sulfiid, „kassikuld“, SnS₂, mk. 182,84, e. 4,51, pronksid; tinatootmisel.

*) v. = vett.

12. **Kaalium K**, -nitraat, kaaliumsalpeeter, KNO_3 , mk. 101, e. 2,10, lõhke- ja väet.-ainete valmist.; -bromiid, KBr , mk. 119, e. 2,756, arstim., foto- ja keemiatööst.; -vesihapend, KOH , mk. 56,11, e. 2,12, kaal.-seebikivi; vedelate seepide valm., arstim.; -jodiid, KJ , mk. 166, e. 3,115, st. — 680, arstim.; -permanganaat, KMnO_4 , mk. 158, e. 2,703, arstim., värvimis- ja pleekimisvahend.; -sulfaat, K_2SO_4 , mk. 174,27, e. 2,67, klaasitööstuses; -karbonaat, potas, K_2CO_3 , mk. 138,20, e. OH 20 : 2,29, metalli-, seebi-, naha- ja tekstiiltööstuses; -kloraat, berthollet sool, KClO_3 , mk. 122,56, e. 2,344, st. 370, lõhkeainete valmist.; -bikromaat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, mk. 294,22, e. 2,70, elementide depolarisaator; -tsüaniit, tsüankaalium, KCN , mk. 65,11, e. 1,56, st. 623,5, kangemaid mürke, galvanotehnikas.
13. **Kadmium Cd**, -sulfiid, CdS , mk. 144,5, e. 4,8, kollane kattevärv.
14. **Kaltsium Ca**, -silikaat, CaSiO_3 , mk. 116,13, e. 3, st. 1510, -hapend, kustutamata lubi, CaO , mk. 56,07, e. 3,2—3,4, st. 2572, kasust. ehitusis ja tööstusis; -sulfaat, kips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{v}$, mk. 172,16, e. 2,32, arhitekt. ornamendid, väetusaine, värvi- jt. tööst.; -karbonaat, paekivi, kriit, marmor, CaCO_3 , mk. 100,07, e. 2,71, st. 1339, hambapulber, värvi- jt. tööst.; karbiid, karbiit, CaC_2 , mk. 64,07, e. 2,22, st. 2300, met. keevit. tehnikumi „Buna“ ja bensiini valm. valgaust.; -kloriid, CaCl_2 , mk. 111, e. 2,15, st. 774, klaasi-, naha- ja keemiatööstusis.
15. **Kloor Cl**, -lubi, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, desinf.- ja pleekimisvahend; -vesinik, soolhape, HCl , mk. 36,47, st. —144, kloriidide valm. ja keemiatööstusis.
16. **Kroom Cr**, -kaaliumsulfaat, maarjas, $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{v}$, mk. 499,4, e. 1,84, st. 89, tekst.-, naha- ja värvitööst.
17. **Koobalt Co**, -nitraat, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{v}$, mk. 291, e. 1,87, salatintide valmist.
18. **Litium Li**, -kloriid, LiCl , mk. 42,40, e. 2,068, st. 606, ilutulestiku valmist. ja arstimeis.
19. **Lämmastik N**, -alahapend, naerugaas, N_2O , mk. 44, e. v : 1,226, st. —90,7, arstim.; -hape, salpeeterhape, HNO_3 , mk. 63, e. 1,53, st. —41,3, met. grav., dünaamiidi, tehissiidi ja aniliinvärvi valmist.
20. **Mangaan Mn**, -ühilhapend, MnO_2 , mk. 87, e. 5,03, kloori ja hapniku valmist. (katalisaator).
21. **Naatrium Na**, -nitraat, tsillialpeeter, NaNO_3 , mk. 85, e. 2,25, st. 308, tehisväetise, püssirohu valmist. ja liha konserv.; -tetraboraat, booraks, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{v}$, mk. 381,43, e. 1,72, st. 741, met. keevit., naha-, tekst.-, elektritööst.; seebid; -vesihapend, seebikivi, NaOH , mk. 40, seebit. igas keemiatööst.; -silikaat, vesiklaas, Na_2SiO_3 , mk. 122,03, e. 2,4, st. 1088, seebi- ja tsemenditööst.; sulfid, $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{v}$, mk. 240,21, riidevärvim., nahatööstuses; -sulfaat, glaubrisool, $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{v}$, mk. 322,23, e. 1,46, riidevärvim.; -bikarbonaat, söögisooda, NaHCO_3 , mk. 84, e. 2,21, naha- ja toiduainete-tööstuses; -karbonaat, kaltsineeritud sooda, Na_2CO_3 , mk. 106,16, e. 1,5, igasuguseis keemiatööstusis; -kloriid, keedusool, NaCl , mk. 58,46, e. 2,17, st. 800, seebikivi, pesu- ja söögisooda valm., maitseaine.
22. **Nikkel Ni**, -nitraat, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{v}$, mk. 290,79, e. 2,05, st. $(3\text{H}_2\text{O}) : 95$; -sulfaat, $\text{NiSO}_4 : 7\text{vett}$, mk. 280,86, e. 1,98, mõlemaid metallide galvaanilisel nikeldamisel.
23. **Plaatina Pt**, -kloor, vesinikhape, $(\text{PtCl}_6)_2 \cdot 6\text{v}$, mk. 518, peegli- ja fototööstuses; pruunid toonid.
24. **Plii Pb**, -oksiid, pliimennik, Pb_3O_4 , mk. 685, e. 9,07, punane värv; akude valmist. + pool.; -karbonaat, pliivalge, PbCO_3 , mk. 267,26, e. 6,5, st. 300, kattevärv.

25. **Raud Fe, -sulfaat, rauavitriol, FeSO₄ . 7 v.**, mk. 278, e. 1,89, tindi valmist. ja värvitööstuses; **-disulfiid, püriit, FeS₂**, mk. 120, väävelhappe valmist.

26. **Siliitsium Si, räni, -karbiid, karborund, SiC**, mk. 40,06, e. 3,12, liivapaberi ja lihvkaiaide valmist.; **-hapend, liiv, kvarts, tridimiit, SiO₂**, mk. 60,06, e. 2,65, st. 1470, klaasitööst. ja keemias.

27. **Strontsium Sr, -vesihapend, Sr(OH)₂ . 8 v.**, mk. 265,74, e. 1,40, suhkrutööstuses; **-sulfaat, SrSO₄**, mk. 183,67, e. 3,8, st. 1600, valge kattevärv; **-kloriid, SrCl₂ . 6 vett**, mk. 266,64, e. 1,96, st. 870, ilutulestikus, punane tuli.

28. **Titaan-oksüüd TiO₂**, mk. 79,9, e. 3,9, parim valge kattevärv siseja välistöiks.

29. **Tsüaan CN, -sinihape HCN**, mk. 27, e. (v) 0,691, st. —13, galvanotehnikas, keemiatööst. sünteesis, kõva mürk.

30. **Tsink Zn, -hapend, ZnO**, mk. 81,37, e. 5,42, st. 1800, tsinkvalge, valge kattevärv seesmisiks töiks; **-sulfiid, ZnS**, mk. 97,44, e. 4,06, st. 1800, tsingiläik, valge kattevärv; **-sulfaat, ZnSO₄ . 7 v.**, mk. 287,6, e. 1,96, arstim; **-kloriid, ZnCl₂**, mk. 136,29, e. 2,92, st. 365, jootavedeliku valmist.

31. **Uraan U, -hapend, U₃O₈**, mk. 842,42, e. 8,2, kattevärvitööst. ja raadiumi saamiseks.

32. **Vask Cu, -nitraat, Cu(NO₃)₂ . 3 v.**, mk. 242, e. 2,05, galvanotehnikas; **-hapend, CuO**, mk. 80, e. 6,40, st. 1148, vasetootmiseks; **-sulfaat, vasevitriol, CuSO₄ . 5 v.**, mk. 250, e. 2,29, galv.-tehn., desinf., kahj. tom.; **-alusliskarbonaat, CuCO₃ . Cu(OH)₂**, mk. 221,16, e. 3,85, met. oksüdeerim.

b) Orgaanilisi ühendeid (kt. = keemistäpp).

Akroleiin, CH₂C₃H₄O, mk. 56,0, e. 0,841, st. vedel, kt. 52, tehisvaikude sünteesis. **Amüülatetaat, CH₃CO₂C₅O₁₁**, mk. 130,11, e. 0,874, st. vedel, kt. 137—145, filmitööstuses. **Atsetaldehüüd, C₂H₄O**, mk. 44,03, e. 0,782, st. —123, kt. 20, org. sünteesis. **Atsetüleen, C₂H₂**, mk. 26,02, st. —81, kt. —84, valgustuseks, metallide keevit. **Atropiin, C₁₇H₂₃O₃N**, mk. 289,0, st. 115, arstimiks. **Bensaldesüüd, C₇H₆O**, mk. 106,05, e. 1,046, st. —26, kt. 179, org. süntees ja lõhkeaine. **Bensoehape, C₇H₆O₂**, mk. 122,05, e. 1,266, st. 121, kt. 249, desinfekts.-vahend. **Butüüleeter, (C₄H₉)₂O**, mk. 130,14, e. 0,769, st. vedel, kt. 141, lakkide valmist. **Dulsiit, C₆H₈(OH)₆**, mk. 182,11, e. 1,466, st. 188, arstim. **Dekstriin, (C₆H₁₀O₅)_x**, mk. 162,08.x, e. 1,038, sideaine. **Dinitrotoluul, C₆H₃(NO₂)₂CH₃**, mk. 182,06, st. 60, lõhkeaine. **Etüülatetaat, CH₃COOC₂H₅**, mk. 88,06, e. 0,901, st. —83, kt. 77, nitrotselluloosi lahustaja. **Fenool, C₆H₅OH**, mk. 94,05, e. 1,060, st. 41, kt. 181, desinfekts. **Fenoolftaleiin, C₂₀H₁₄O₄**, mk. 318,11, st. 253, indikaator. **Formaldehüüd, HCHO**, mk. 30,02, e. 0,815, st. —92, kt. —21, keemiatööstusis. **Fosgeen, COCl**, mk. 98,92, e. 1,420, st. —118, kt. 8, keemiatööstuses, sõjatehnikas. **Glükool, CH₂OHCH₂OH**, mk. 62,05, e. 1,109, st. —12, kt. 197, org. süntees. **Hüdrokinoon, C₆H₄(OH)₂**, mk. 110,05, e. 1,36, st. 172, kt. 285, fotograafias. **Indigo, C₁₅H₁₀N₂O₂**, mk. 262,10, e. 1,350, st. 390, sublim., värvaine. **Jodoform, CHJ₃**, mk. 393,77, e. 4,008, st. 119, sublim., arstim. **Kamper, C₁₀H₁₆O**, mk. 152,13, e. 0,811, st. 180, kt. 209, arstim. **Kiniin, C₂₀H₂₄O₂N₂H₂O**, mk. 324,21, st. 57, arstim. **Kinoon, C₆H₄O₂**, mk. 108,03, e. 1,310, st. 116, sublim., värvitehn. **Kloorbensool, C₆H₅Cl**, mk. 112,50, e. 1,106, st. —45, kt. 132, desinf. **Kodeiin, C₁₈H₂₃NO₁**, mk. 317,19, e. 1,31, st. 155 (mürk), arstim. **Kofeiin, C₈H₁₀N₄O₂**, mk. 104,11, e. 1,23, st. 236,

kt. sublim., arstim. **Kokaiin**, $C_{28}H_{29}NO_5$, mk. 303,18, st. 98, arstim. **Koles-teriin**, $C_{27}H_{45}OH$, mk. 386,8, e. 1,067, st. 148, kt. 360, kosmeetikas. **Kresool** (orto-), $CH_3C_6H_4OH$, mk. 108,06, e. 1,046, st. 30, kt. 190, desinf. kunstmas-side valmist. **Ksüloom** (orto-), $(CH_3)_2C_6H_4$, mk. 106,08, e. 0,863, st. —27, kt. 141, org. süntees, lakkide lahjendajad ja aniliinvärvide toormaterjal. **Kusiaine**, NH_2CONH_2 , mk. 60,05, e. 1,335, st. 133, esimene sünt. org. aine. **Kusihape**, $C_5H_4N_4O_8$, mk. 168,06, e. 1,855, org. süntees. **Mentool**, $C_{10}H_{20}O$, mk. 156,16, e. 0,879, st. 43, kt. 212, arstim. **Metüüloranz**, $(CH_3)_2NC_6H_4N = NC_6H_4SO_3Na$, indikaator. **Morfium**, $C_{17}H_{19}O_3N + H_2O$, mk. 303,18, e. 1,32, st. 230, arstim. **Naftaliin**, $C_{10}H_8$, mk. 128,06, e. 1,145, st. 80, kt. 218, org. süntees. **Naftool**, $C_{10}H_7OH$, mk. 144,06, e. 1,217, st. 122, kt. 286, desinf., org. süntees. **Nitroglütseriin**, $C_3H_5(ONO_2)_3$, mk. 227,06, e. 1,596, st. 13, kt. 257, lõhkeaine. **Oleiinhape**, $C_{17}H_{33}COOH$, mk. 282,27, e. 0,898, st. 14, kt. 233, seebivalmist. **Palmitiinhape**, $C_{15}H_{31}COOH$, mk. 256,26, e. 0,862, st. 62, kt. 215, seebivalmist. **Piimahape**, $CH_3CHOHCOOH$, mk. 327,05, st. 26, laguneb, nahatööstuses. **Pikriinhape**, $C_6H_2(NO_2)_3OH$, mk. 229,05, e. 1,769, st. 122, lõhkeaine. **Püridiin**, C_6H_3N , mk. 79,05, e. 0,981, st. —42, kt. 116, ekstraheerimisvedelik. **Pürogallool**, $C_6H_3(OH)_3$, mk. 126,05, e. 1,453, st. 132, kt. 293, ilmuti värvaine fotograafias. **Resortsiin**, $C_6H_4(OH)_2$, mk. 110,05, e. 1,283, st. 111, kt. 277, desinf. **Sahhariin**, $C_2H_5SO_3N$, mk. 183,12, st. 223, arstim. **Salitsüülhape**, $C_6H_4OHCOOH$, mk. 138,05, e. 1,484, st. 55, subl., desinf. **Sipelgahape**, $HCOOH$, mk. 46,02, e. 1,220, st. 8, kt. 101, värv- ja nahatööstuses. **Santoniin**, $C_{15}H_{18}O_3$, mk. 246,14, e. 1,187, st. 169, subl., ussirohi, arstim. **Suhkur, viinam.-**, $C_6H_{12}O_6 + H_2O$, mk. 198,11, e. 1,56, st. 82. **Suhkur, pilliroo-**, $C_{12}H_{14}O_5(OH)_3$, mk. 342,18, e. 1,588, st. 160, laguneb. **Steariinhape**, $C_{17}H_{35}COOH$, mk. 284,29, e. 0,941, st. 69, kt. 232, seebivalm. **Strühniin**, $C_{21}H_{22}O_2N_2$, mk. 334,19, e. 1,359, st. 268, kt. 270, arstim. **Tanniin**, e. 1,35, laguneb, parkaine, tindi valmistamiseks. **Tselluloos**, $(C_6H_{10}O_5)_x$, keemiatööstuses. **Tetrakloorsüsinik**, CCl_4 , mk. 153,84, e. 1,594, st. —23, kt. 77, keemiatööst. **Tümool**, $C_{10}H_{10}O$, mk. 150,11, e. 0,969, st. 51, kt. 232, kosmeetikas. **Urotropiin**, $(CH_2)_6N_4$, mk. 140,13, arstim. **Vanilliin**, $C_8H_8O_3$, mk. 152,06, st. 81, maitseaine. **Viinahape**, $C_4H_6O_6$, mk. 150,05, e. 1,760, st. 170, org. süntees. **Viinamarjasuhkur**, $C_6H_{12}O_6 + H_2O$, mk. 198,11, e. 1,560, st. 82, org. süntees. **Eosiin**, $C_{20}O_6H_3Br$, mk. 647,74, kosmeetikas, fototehnikas. **Oblikahape**, $(COOH)_2H_2O$, mk. 126,05, e. 1,653, st. 189, subl., keemiatööstuses.

III. Tähtsamaid terase- ja malmisorte DIN-normide järgi.

Praktiliselt on raske piiri tõmmata sepitsetatava „raua“ ja „terase“ vahel, seepärast tehnikas uuemal ajal nimetatakse rauaks puht-keemilist elementi (Fe); selle ühendeid süsinikuga või teiste lisanditega nimetatakse teraseks. Saksa Normidekomisjon, kes lõi nn. DIN-normid, nimetas:

1) **Teraseks** (Stahl) igasuguse sepitsetatava raua, mis ei vaja järeltöötamist. 2) **Valuteraseks** (Flusstahl) vedelast olekust saavutatud terast ja 3) **Keete- või pudeldusteraseks** (Schweiss- oder Puddelstahl) tainalisest olekust saavutatud terase. Ka käesolevas käsiraamatus on edaspidi tarvitatud sama terminoloogiat. Terasesortide märkimisviis DIN järgi.

Näiteid: 1) St 34.13 (Loe: Teras 34 — 13) tähistab valatud terast, mille vähim tõmbetugevus $\sigma_t = 34 \text{ kg/mm}^2$ DIN 1613 järgi, kuhu kuulub kruvi- ja neediteras. 2) St C 35.61 (Loe: Teras C 35 — 61) tähistab valatud terast keskmise süsinikusisaldavusega 0,35%₀, DIN 1661 järgi (parentatud).

Teraselike tähistatakse järgmiselt: B — bessemer-, Th — toomas-, M — martään-, T — tiigel-, S-M — siimens-martään- ja E — elektriteras.

Lühendeid fassongterase ja kardade märkimises (DIN 1350 järgi).

Märk	Tähistab	Märk	Tähistab
⊥ 40	TT — terast, 40 cm kõrge	⊥ 10.5	T — terast, mille b = 10 ja h = 5 cm.
□ 20	U — " 20 cm "	⌊ 80.80.10	Nurkterast, mille b = 80 ja d = 10 mm.
⊥ 12	Z — " 12 cm "	⌊ 40.60.7	Nurkterast, mille B = 60, b = 40 ja d = 7 mm.
∅ 10	Umarterast 10 mm läbim.	□ 80.10	Lapikterast, mille laius = 80 mm ja paksus 10 mm.
△	Poolümarterast		
=	Lapikümarterast		
Bl 8	Karda 8 mm paks		

1. Valatud teras. Sepistatud või valtsitud, parendamata DIN 1611.

Sordi märk	C sisaldav. %	σ_t tõmbet. kg/mm ²	$\varphi^{0/0}$ pikene-mine	Omadusi	Tarvitamine
St 00.11	—	—	—	—	Lihtsamate esemete osad, nagu aia- ja trepikäsi-juude varvad jm.
St 37.11	—	37—45	20	Harilik Th või S.-M. teras; iga kord hästi ei keevitu.	Teras ehituskonstruktioone ja fassongteraseks.
St 34.11	0,12	34—42	25	Tules keevitav.	Kruvid, pingerõngas, varvastik-kangid, tapid, poldid jt.
St 42.11	0,25	42—50	20	Tules raskesti keevit.	Vändad, völliid, teljed, varvad jm.
St 50.11	0,35	50—60	18	Vähe karastatud. Tules ei keevitu.	Völliid, kolvid, hammasrattad.
St 60.11	0,45	60—70	14	Karastatav, parendatav.	Kiilud, tihvtid, teod, pressspindlid.
St 70.11	0,60	70—85	10	Kõrgesti karastatav, parendatav.	Völliid, presstornid, vormid.

2. Valatud teras, sepistatud ehk valtsitud, keevitav ja parendatav teras DIN 1661.

Sordi märk	C sisaldav.	σ_t kg/mm ²	$\varphi^{0/0}$	Kasustamine
St C 10.61	0,06—0,13	≈ 38	25	Keevitatav kõrgeväertuslik teras, suur- ja peenmasinaehituses.
St C 16.61	0,11—0,18	≈ 42	23	
St C 35.61	≈ 0,35	(50—60 ¹)	19	Parendatud teras väikese ristpinnaga, masinate peaosad.
St C 60.61	60	(55—65 ²)	18	
		(70—85 ¹)	13	
		(75—90 ²)	12	

¹⁾ hõõgutatud, ²⁾ parendatud.

3. Fassong- varbteras, DIN 1612.

Sordi märk	σ_t kg/mm ²	$\varphi^0/0$	Kasutamine
St 00.12	mitte >50	—	□□□□□○□ jt. teraste valm.
St 37.12	37—45	20	

4. Kruvi- ja neediteras, DIN 1613.

Sordi märk	σ_t kg/mm ²	$\varphi^0/0$	Kasutamine
St 38.13	38—45	20	Kruvide valm.
St 34.13	34—42	25	Neetide "

5. Nikkel- ja kroomnikkelteras DIN 1662.

Sordi märk	Keemiline koostis %/0					Höögut. σ_t kg/mm ²	Karast. σ_t kg/mm ²	φ	Omadusi
	C	Ni	Cr	Mg	Si				
EN 15 . . .	0,10÷0,17	1,5±0,25	0,2	0,5	0,35	55	60—89	15—8	} Keevita- tav
ECN 35 . . .	0,10÷0,17	3,5±0,25	0,75±0,2	0,5	0,35	75	90—120	12—6	
VCN 15 W . . .	0,25÷0,32	1,5±0,25	0,5±0,2	0,4÷0,8	0,35	70	65—75	16—13	} Paren- datav
VCN 25 h . . .	0,32÷0,40	2,5±0,25	0,75±0,2	0,4÷0,8	0,35	75	75—85	14—10	
VCN 45 . . .	0,30÷0,40	4,5±0,25	1,3±0,2	0,4÷0,8	0,35	90	100—115	10—6	

6. Terasevalu, DIN 1681.

Sordi märk	σ_t	$\varphi^0/0$	Kasustamine
Stg 38.81	38	20	Üldmasinaehituses
Stg 38.81 D			Elektrimasinaehituses
Stg 45.81	45	16	Üldmasinaehituses
Stg 45.81 D			Elektrimasinaehituses
Stg 50.81	50	19	Veduri- jn vaguniehituses
Stg 60.81	60	8	Üldmasinaehituses

7. Malm DIN 1691.

Sordi märk	Nimetus	σ_t kg/m ²	Kasustamine
—	Ehitus- ja kaubamalm	—	Postid, ahjud, küttekehad, muhv- ja flantstorud ja nende osad.
Ge 12.91		12	Üldmasina- ja laevaehtuses.
Ge 14.91	Masina-	14	Tööstusmasina-osad.
Ge 18.91	malm	18	Tööstusmasinad.
Ge 26.91		26	Moot.-silindrid, kolvirõngad, kolvid jm.

8. Kroom- ja molübdeenteras.

Sordi märk	Keemiline koostis %/0					Oma- dusi	Kasusta- mine
	C	Ni	Cr	Mg	Si		
EC 60	0,12÷0,18	0,6÷0,9	—	0,4÷0,6	0,35	Keevit.	Igasugused kõrge erikoormise- ga osad veeriis- tule, diiselmoo- tor ei ole teisile masinaosile
EC Mo 80	0,13÷0,17	0,8÷1,2	0,2÷0,3	0,7÷1,0	0,35		
VC Mo 125	0,22÷0,29	0,9÷1,2	0,15÷0,25	0,5÷0,8	0,35	Parend	
VC Mo 135	0,30÷0,37	0,9÷1,2	0,15÷0,25	0,5÷0,8	0,35		

9. Kõrgeprotsendilisi kiirteraseid ja terase valik.

Terased	Koostis 0/0-des							
	C	W	Mo	Cr	V	Co	Si	Mn
Isekarastuv- . . .	1,2—2,4	5—10	—	0,05—3	—	—	1—3	0,5—1
Tailori kiir- . . .	1,8	8	—	3,8	—	—	0,3	0,15
Uuemaid kiir- . .	0,5—0,8	14—24	0—3	3—7	0—1,8	0—5	0,1—0,4	0,2—0,4

Lisandite tähtsus: 1) **Volfram (W)** annab terasele püsiva kõvuse. 2) **Molibdeen (Mo)** — tarvitatakse volframi aseainena: 1 osa Mo asendab 2—3 osa W. 3) **Kroom (Cr)** annab terasele vastava kõvuse vähesel süsiniku-tarvitamisel. 4) **Vanaadium (V)** kergendab puhta ja tiheda terase valmistamist, suurendab sitkust ja püsivust lõikamisel. 5) **Koobalt (Co)** suurendab püsivust lõikamisel. 6) **Räni (Si)** vähendab gaaside tekkimist vedelterasest, millega suureneb terasevalu tihedus; vähendab keevitumist. 7) **Mangaan (Mn)** suurendab kõvust, sitkust ja vastupidavust, soodustab väavli ja hapniku eraldumist sulaterasest. Kiirlõiketerasest valmistatakse: mitmet liiki liht- ja fassongterad, freesid (näritsad), spiraal- ja senkpuurid, hõõritsad, matriitsid, sisepõlemootoriteklapid jm. Märge. Terase liigi määramist sädemeprooviga vt. lk. 91.

10. Terased valik tööriistule. a) **Süsinikteras:** Terase koostis: 1) **0,6—0,75% C** valmistatakse: meislid, noad, kuumtöö-templid, vormvasarad, väikesed külmtöö-meislid, spiraalvedurid, vetruvad osad, nagu survepadrunid, kangid jm. 2) **0,75—0,9% C** sepatemplid, käärid, käsi-meislid, külmtöö-sepameislid, vagunivedrud, puidusaed jm. 3) **0,9—1,1% C:** templid, matriitsad, vedurivedrud, kärnid, kruvitsad, viilid, saed, kivi-puurid jm. 4) **1,1—1,3% C:** freesid, metalli-ümarsaad, spiraal-, senk- ja keermepuurid, keermepakid, poolümarmeislid, hõõritsad, puidu- ja metalli-lõiketerad, viilid, kuulid, tihvtid, mõõtkaliibrid jm. 5) **1,3—1,5% C:** kaabitsad, treiterad, habemenoad, klaasipuurid, kirurgiriistad, saeviilid, graveerterad. b) **Eriterased:** 1. **Volframteras:** 1) **0,5—1,5% W** ja **1—1,3% C** — kõvaterase lõiketerad, freesid, puurid jm. 2) **2—4% W** ja **1,2—1,4% C** väga kõvadeks fassonglõiketeradeks revolverpinges ja automaades jm. 3) **4—8% W** ja **0,9—1% C** — väga kõvade esemete treiteradeks, nagu kõva malm, vaguni pidurrateste bandaažid jm. 4) **8—10% W** ja **0,6—0,7% C** — vormid kuumpressimiseks, karastata-vaile tõmbmatriitsele. 2. **Kroomteras:** 1) **0,5—1,5% Cr** ja **0,3—0,5% C** — meislid, templid jm. 2) **1,5—2,5% C** ja **1—1,2% C** — kuullaagrite kuulid ja kuulirööpad, õliskarastatavad tööriistad, samuti lõike- (trei-) terad. 3) **3—4% Cr** ja **0,9—1% C** — väga kõvad terasvõllid. 4) **11—12% Cr** ja **0,3—0,4% C** — sisepõlemootorite-klapid. 5) **12—14% Cr** ja **1,5—2,5% C** — templid, matriitsid, jm. 3. **Kroomvolframteras:** 1) **0,4—0,5% Cr**, **6—7% W** ja **0,9—1,1% C** tõmbpingiõõsid. 2) **1—2% Cr**, **2—4% W** ja **0,4—0,6% C** käsi- ja pneumaatmeislid, mittekarastatavad kuumpressimis-matriitsid. 3) **3% Cr**, **10% W** ja **0,8% C** — õhus karastatavad tööriistad ja väikesed vormid. 4. **Kroomnikelteras** **4—5% Ni**, **1—1,5% Cr** ja **0,15—0,4% C** — parentatavad kuumpressimis-vormid. 5. **Räniteras:** 1) **1—1,5% Si**, **0,5—0,7% C** — vedrud, vetruvad osad ja vormid. 2) **2% Si**, **0,3—0,4% C** — meislid. 6. **Stelliit:** **35—65% Co**, **25—35% Cr**, **9,3—15% W**, **0,5—2% C**, **0,1—0,25 Mn**, **5—10% Fe** ja mõnes sordis **12% Mo**, evib suurt kõvust, kõrget sulamistemper. ja head keemilist vastupidavust; tarvit. kiirlõiketerade, keemiliste nõude jt. valmistamiseks. 7. **Vidia:** **84% W**, **6% Co**, **1% Fe**, **7% C** ja **2% teisi** lisandeid. Ta on peaaegu teemandi kõvune, millest ka ta nimi: „Wie Diamant“ = nagu teemant. Tarvit. kiirlõiketerade valmistamiseks.

IV. Tehniliselt tähtsamaid sulameid.

1. Vasesulameid teiste metallega.

Sulami nimi	Vask	Tsink	Tina	Plii	Sulami nimi	Vask	Tsink	Nikkel	Plii
a) Vask peamine. Pronksid:					Koostis %-des				
1. Masina-	85	~4	10	<1,5	Uushöbe	50	30	20	—
2. Laagri-	82	Ni0,5	1	16,5	Argentaan	55,5	29	15,5	—
3. Vaskraha-	95	1	4	—	Alfeniid	50	25	25	—
4. Kuju-	86	4	7	3	Alpaka	60	20	20	—
5. Kuld-	90,5	3	6,5	—	Nikkelvask	79	Fe 4	15	Mn 2
6. Kolvirõngaste-	84	4	8	—	Nikkelmess. Fe 0,5% ₀	50	39,4	10	0,1
7. Jaapani-	81,6	3,6	4,6	10,2	Monelmetall	30	—	70	—
8. Fosfor-	86—90	0—4	7—11	P 0,1-1	Nikkelraha	75	—	25	—
9. Nikkel-	50—70	—	Ni 50—30	—	b) Alumiiniumi- sulameid				
10. Alumiinium-	91	—	—	Al 9	Nikkelalumiinium	—	—	76,4	23,6
11. Damaskus-	77	—	10,6	12,4	Autodemettall Sn 5% ₀	3,5	7,5	0,5	8,5
Deltametall Fe 1% ₀	56	40	Mn 1	2	Magnoolium	—	Mg 20	—	80
Tombak	88	12	—	—	c) Tinaantimoon- sulameid.				
Lehekuld	78	18	2	2	Tapilaagrite-metall	—	9,5	38,2	58,3
Messing	80—57	20—43	—	—	Veduritelgede	6	11	83	—
" valge	50—20	50—80	—	—	Kolvirõngaste	6	16	78	—
Sterrometall	60,7	36,9	1,4	—	Trükitähtede	—	23	2	75
Punavalu	82—86	0—6	16—8	0—0,1	Britannia-	2,7	8,7	88,6	—
Kõva punav. Fe 5% ₀	70	9	9	7	Babiit	1,2—6	11—18	10—82	0,3-83
Alum.-messing	80	12	Al 8	—	Valge-	1,5—6	12—15	10—80	2-73,5
Stefensoni-sulam	79	5	8	8	Antifriktisioon-	5	10	—	85
Lafondi-sulam	82	3	15	—					

2. Pronksid ja punavalu DIN 1705 järgi.

Nimi	Sordi märk	Koostis % ₀				σ _t kg/mm ²	φ ⁰ / ₀	Tarvitamine
		Cu	Sn	Zn	Pb			
Valu- pronks 20	GBz 20	80	20	—	—	15	—	Tugilaagrid, lihvplaadid, kellad.
Valu- pronks 10	GBz 10	90	10	—	—	10	15	Masina-, armatuuri- ja aparaadi-valmistamisel.
Punavalu 10	Rg 10	86	10	4	—	20	10	Samaks otstarbeks nagu eelpool ja peale selle torustiku-osade valmistam.
Punavalu 8	Rg 8	82	8	7	3	15	6	Masina-armatuurid, mis siledaks töödeldakse.
Punavalu 4	Rg 4	93	4	2	1	20	25	Toruäärikud ja teised kõvajoot-esemed.
Plii-tina- pronks 10	Bl-Bz 10	86	10	—	4	18	15	Elektrimasinate laagrid.

3. Kolbide-metalle: 1) Alusiil: Al 80%₀; Si 20%₀; e = 2,7. 2) Bohnalite: Al 87,5—89,9%₀; Cu 11—9%₀; Mg 0,5—0,1%₀; Fe 1%₀; e = 2,8—3,1. 3) „Y“-sulam (sepistatud alumiinium): Al 92,5%₀, Cu 4%₀, Ni 2%₀, Mg 1,5%₀; e = ca 2,8, tõmbetugevus 24 kg/mm² säilitab oma vastupidavuse ka kuumenemisel. Laagrimetall. „Karppronks“: Cu 91%₀, Sn ca 8,5%₀, P ca 0,3%₀ tõmbetugev. 40—55 kg/mm², e = ca 8,9.

4. Kergeid metalle (alumiiniumisulamleid).

Sulami nimi	Koostis 0/0-des	Eri-kaal	Sulamis-täpp	Elastsus-moodul	Tõmbetugevus kg/mm ²
Duralümiin	Al 95; Mg 0,5; Mn 0,25—1; Cu 3,5—4,5;	2,8	650	7000—7500	pehme: 24 köva: 42 pärend.:48
Lautaal	Al 94; Cu 4; Si 2;	2,75	650		pehme: 20-25 pärend.:38-48
Silumiin (Alpax)	Al 86,5; Si 13; Fe 0,5;	2,66	575	6000—6500	pehme: 16 köva: 25
Elektron	Mg 95; Zn 3; Si 2;	1,8	640	valatud: 4000 tõmmat.:4500	pehme: 28-32 köva: 34-40
K ^s . sulam (Karl Schmidt)	Al 74—80; Si 20—12; Cu 6—8;	2,73	650		7000—7100

a) Pehmejoodised 5. Joodised. b) Kõvajoodiseid

Koostis 0/0			Sulamistäpp	Tarvitatakse	Koostis 0/0		Sulamistäpp	Tarvitatakse
Tina	Plii				Vask	Tsink		
25	75	268°	268°	Tinitorude jootmisel.	42	58	820°	Messingi jootm. mis sisaldab 60% ja enam Cu. 67% ja enam Cu sisaldava messingi jootmisel. Vase sulam., mis sisaldavad üle 68% Cu jootm. Vase, punavalu, pronkside, lintsaie jm. jootm. (0,5% Sb) Raua jootm.
30	70	257°		Kardsepa-tõil.	45	55	835°	
33	67	250°	Tsink- ja tsingitud karra jootmisel.	51	49	850°		
40	60	235°	Messing- ja valgekarra jootmisel.	54	46	875°		
50	50	213°	Kergesti sulavate metallide jootmisel.	65	34,5	910°		
60	40	184°	218°	Sõõginoode ja arstiriistade tinutamisel.				
90	10							

1) Pehme joodis alum.-pronksile sisaldab 57% Zn ja 43% Cd; 2) Alumiiniumijoodis sisaldab 67% Al, 21% Sn ja 12% Cu.

c) Kiirjoodised d) Hõbejoodiseid.

Koostis 0/0-des				Sulamistäpp	Koostis 0/0-des				Sulamistäpp	Tarvitatakse
Tina	Plii	Vismut			Hõbe	Vask	Tsink	Tina		
15	25	60	125	4	50	46	—	855	58% ja enam sisaldava messingi ning vask- ja pronksosade jootm. Elektrijuhnete jootmisel, et vähendada takistust jootekohal.	
25	22	53	113	12	36	51,5	0,5	785		
15,5	32	52,5	96	25	40	34,5	0,5	765		
				45	30	25	—	720		

6. Kergesti sulavaid metalle.

Sulami nimi	Tina	Plii	Vismut	Sulamistemp. °C	Eri-soojus
Roõse-metall	25	25	50	94	0,0552
Sulam klišeile	Kadm°/o 22,2	22,2	55,6	105	
Vudimetall (Woodi-metall)	12,5	25	50	60	0,0352
Lipovitz'i metall	10	13,3	26,7	70	0,0345

V. Tehnilisi tabelleid.

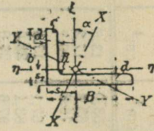
Fassongterase, karra, traadi ja naelte mõõdud ja kaal.

Tabeleis tähistavad: S — ristpinda cm^2 , G — 1 meetri kaalu kg -des, J — inertsmomenti ja W — vastupanumomenti (indeksid J ja W juures x, y ja teised näitavad, millise telje suhtes cm -moment võetud.) Edasi vt. lk. 88.

Tabel I. Isekülgne nurkteras.

Normaalpikkus 4–12 m.
Maksimaalpikkus 12–16 m.

$$B : b = 1\frac{1}{2} : 1.$$



№	mm			S cm^2	G kg/m	s_1 cm	s_2 cm	J_x cm^4	J_y cm^4	J_z cm^4	W_x cm^3	J_η cm^4	W_η cm^3
	b	B	d										
2/3	20	30	3	1,42	1,12	0,99	0,49	1,42	0,28	1,25	0,622	0,45	0,298
	20	30	4	1,85	1,45	1,03	0,54	1,82	0,33	1,60	0,810	0,56	0,380
3/4 1/2	30	45	4	2,87	2,25	1,48	0,74	6,63	1,19	5,77	1,91	2,05	0,907
	30	45	5	3,53	2,77	1,52	0,76	8,01	1,43	6,89	2,35	2,46	1,11
4/6	40	60	5	4,79	3,76	1,95	0,97	19,8	3,66	17,3	4,27	6,2	2,05
	40	60	7	6,55	5,14	2,04	1,05	26,3	4,63	23,0	5,81	8,0	2,71
5/7 1/2	50	75	7	8,33	6,54	2,47	1,24	53,1	9,58	46,3	9,20	16,4	4,36
	50	75	9	10,5	8,27	2,56	1,32	65,4	11,9	57,1	11,6	20,2	5,49
6 1/2/10	65	100	9	14,2	11,1	3,31	1,59	160	26,8	141	21,1	46,0	9,37
	65	100	11	17,1	13,4	3,40	1,67	189	32,9	167	25,3	55,1	11,4
8/12	80	120	10	19,1	15,0	3,92	1,95	317	56,8	276	34,1	98	18,2
	80	120	12	22,7	17,8	4,00	2,02	370	67,5	323	40,4	115	19,2
10/15	100	150	12	28,7	22,5	4,89	2,42	747	134	649	64,0	232	30,6
	100	150	14	33,2	26,1	4,97	2,50	854	153	743	74,1	284	35,2

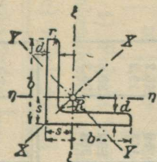
$$B : b = 2 : 1.$$

№	mm			S cm^2	G kg/m	s_1 cm	s_2 cm	J_x cm^4	J_y cm^4	J_z cm^4	W_x cm^3	J_η cm^4	W_η cm^3
	b	B	d										
2/4	20	40	3	1,72	1,35	1,43	0,44	2,96	0,31	2,80	1,09	0,475	0,305
	20	40	4	2,25	1,77	1,47	0,48	3,78	0,40	3,58	1,42	0,603	0,397
3/6	30	60	5	4,29	3,37	2,15	0,68	16,5	1,71	15,6	4,05	2,81	1,13
	30	60	7	5,85	4,59	2,24	0,76	21,8	2,28	20,7	5,51	3,41	1,52
4/8	40	80	6	6,89	5,41	2,85	0,88	47,6	4,99	45,0	8,74	7,63	2,45
	40	80	8	9,01	7,07	2,94	0,96	60,8	6,41	57,6	11,4	9,65	3,17
5/10	50	100	8	11,5	9,03	3,59	1,12	123	12,6	116	8,1	19,6	5,05
	50	100	10	14,1	11,07	3,67	1,20	150	14,6	141	22,3	23,5	6,19
6 1/2/13	65	130	10	18,6	14,6	4,65	1,45	339	35,4	320	38,3	54,2	10,7
	65	130	12	22,1	17,35	4,75	1,53	395	41,3	373	44,0	62,9	13,7
8/16	80	160	12	27,5	21,6	5,72	1,77	762	78,4	719	70,0	122	19,6
	80	160	14	31,8	25,0	5,81	1,85	875	86,0	822	80,7	139	22,6
10/20	100	200	14	40,3	31,64	7,12	2,18	1754	182	1654	128	283	36,1
	100	200	16	45,7	35,87	7,20	2,26	1973	205	1862	146	316	40,8

Tabel II. Võrdkõlgne nurkteras.

Normaalpikkus 4–12 m.

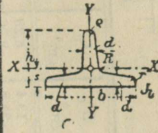
Maksimaalpikkus 12–16 m.



№	b	d	S	G	s	J _x	J _y	J _ξ = J _η	W _ξ = W _η	№	b	d	S	G	s	J _x	J _y	J _ξ = J _η	W _ξ = W _η
											mm		cm ²	kg/m	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³
6 ^{1/2}	65	7	8,70	6,83	1,85	53,0	13,8	33,4	7,2	6 ^{1/2}	65	7	8,70	6,83	1,85	53,0	13,8	33,4	7,2
	65	9	10,98	8,62	1,93	65,4	17,2	41,3	9,0		65	9	10,98	8,62	1,93	65,4	17,2	41,3	9,0
	65	11	13,17	10,37	2,00	76,8	20,7	48,8	10,8		65	11	13,17	10,37	2,00	76,8	20,7	48,8	10,8
7	70	7	9,4	7,38	1,97	67,1	17,6	42,4	8,4	7	70	7	9,4	7,38	1,97	67,1	17,6	42,4	8,4
	70	9	11,9	9,34	2,05	83,1	22,0	52,6	10,6		70	9	11,9	9,34	2,05	83,1	22,0	52,6	10,6
	70	11	14,3	11,23	2,13	97,6	26,0	61,8	12,7		70	11	14,3	11,23	2,13	97,6	26,0	61,8	12,7
7 ^{1/2}	75	8	11,5	9,00	2,13	93,3	24,4	58,9	11,0	7 ^{1/2}	75	8	11,5	9,00	2,13	93,3	24,4	58,9	11,0
	75	10	14,1	11,07	2,21	113	29,8	71,4	13,5		75	10	14,1	11,07	2,21	113	29,8	71,4	13,5
	75	12	16,7	13,08	2,29	130	34,7	82,4	15,9		75	12	16,7	13,08	2,29	130	34,7	82,4	15,9
8	80	8	12,3	9,63	2,26	115	29,6	72,3	12,6	8	80	8	12,3	9,63	2,26	115	29,6	72,3	12,6
	80	10	15,1	11,86	2,34	139	35,9	87,5	15,5		80	10	15,1	11,86	2,34	139	35,9	87,5	15,5
	80	12	17,9	14,03	2,41	161	43,0	102,0	18,3		80	12	17,9	14,03	2,41	161	43,0	102,0	18,3
9	90	9	15,5	12,2	2,54	184	47,8	116	17,9	9	90	9	15,5	12,2	2,54	184	47,8	116	17,9
	90	11	18,7	14,7	2,62	218	57,1	138	21,6		90	11	18,7	14,7	2,62	218	57,1	138	21,6
	90	13	21,8	17,1	2,70	250	65,9	158	25,1		90	13	21,8	17,1	2,70	250	65,9	158	25,1
10	100	10	19,2	15,0	2,82	280	73,3	177	25	10	100	10	19,2	15,0	2,82	280	73,3	177	25
	100	12	22,7	17,8	2,90	328	86,2	207	29		100	12	22,7	17,8	2,90	328	86,2	207	29
	100	14	26,2	20,5	2,98	372	98,3	235	34		100	14	26,2	20,5	2,98	372	98,3	235	34
11	110	10	21,2	16,6	3,07	379	98,6	239	30	11	110	10	21,2	16,6	3,07	379	98,6	239	30
	110	12	25,1	19,7	3,15	444	116	280	36		110	12	25,1	19,7	3,15	444	116	280	36
	110	14	29,0	22,7	3,21	505	133	319	41		110	14	29,0	22,7	3,21	505	133	319	41
12	120	11	25,4	19,9	3,36	541	140	340	39	12	120	11	25,4	19,9	3,36	541	140	340	39
	120	13	29,7	23,3	3,44	625	162	394	46		120	13	29,7	23,3	3,44	625	162	394	46
	120	15	33,9	26,7	3,51	705	186	446	53		120	15	33,9	26,7	3,51	705	186	446	53
13	130	12	30,0	23,5	3,64	750	194	472	50	13	130	12	30,0	23,5	3,64	750	194	472	50
	130	14	34,7	27,2	3,72	856	223	540	58		130	14	34,7	27,2	3,72	856	223	540	58
	130	16	39,3	30,8	3,80	959	251	605	66		130	16	39,3	30,8	3,80	959	251	605	66
14	140	13	35,0	27,5	3,92	1014	262	638	64	14	140	13	35,0	27,5	3,92	1014	262	638	64
	140	15	40,0	31,4	4,00	1148	298	723	72		140	15	40,0	31,4	4,00	1148	298	723	72
	140	17	45,0	35,3	4,08	1276	334	805	81		140	17	45,0	35,3	4,08	1276	334	805	81
15	150	6	6,31	4,95	1,56	27,4	7,24	17,3	4,40	15	150	14	40,3	31,6	4,2	1343	347	845	78
	155	8	8,23	6,46	1,64	34,8	9,35	22,1	5,72		150	16	45,7	35,9	4,3	1507	391	949	89
	155	10	10,07	7,90	1,72	41,4	11,37	26,3	6,98		150	18	51,0	40,2	4,4	1665	438	1052	99
16	160	6	6,91	5,42	1,69	36,1	9,43	22,8	5,28	16	160	15	46,1	36,1	4,5	1745	453	1099	96
	160	8	9,03	7,09	1,77	46,1	12,1	29,1	6,88		160	17	51,8	40,7	4,6	1945	506	1226	108
	160	10	11,07	8,69	1,85	55,1	14,6	34,9	8,40		160	19	57,5	45,2	4,6	2137	558	1348	118

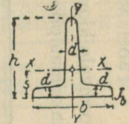
№	b	h	d	S	G	s	I_x	W_x	I_y	W_y
	mm			cm ²	kg/m	cm	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³
6/3	60	30	5,5	4,64	3,68	0,67	2,58	1,11	8,62	2,87
7/3½	70	35	6	5,94	4,69	0,77	4,49	1,65	15,1	4,32
8/4	80	40	7	7,91	6,21	0,88	7,81	2,50	28,5	7,13
9/4½	90	45	8	10,2	8,00	1,00	12,7	3,64	46,1	10,2
10/5	100	50	8,5	12,0	9,44	1,09	18,7	4,78	67,7	13,5
12/6	120	60	10	17,0	13,3	1,30	38,0	8,09	137	22,8
14/7	140	70	11,5	22,8	17,9	1,51	68,9	12,6	258	36,9
16/8	160	80	13	29,5	23,1	1,72	117	18,6	422	52,8
18/9	180	90	14,5	37,0	29,0	1,93	185	25,1	670	74,4
20/10	200	100	16	45,4	35,6	2,14	277	35,3	1000	100

Табел III. T-teras.



a) Laiajalgne
b : h = 2 : 1.

№	b	h	d	S	G	s	I_x	W_x	I_y	W_y
	mm			cm ²	kg/m	cm	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³
2/2	20	20	3	1,12	0,88	0,58	0,38	0,27	0,20	0,20
2½/2½	25	25	3,5	1,64	1,29	0,73	0,87	0,49	0,43	0,34
3/3	30	30	4	2,26	1,77	0,85	1,72	0,80	0,87	0,58
3½/3½	35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,57	0,90
4/4	40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	2,58	1,29
4½/4½	45	45	5,5	4,67	3,66	1,26	8,13	2,51	4,01	1,78
5/5	50	50	6	5,66	4,45	1,39	12,1	3,36	6,06	2,42
6/6	60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	12,2	4,05
7/7	70	70	8	10,6	8,32	1,94	44,5	8,79	22,1	6,32
8/8	80	80	9	13,6	10,7	2,22	73,7	12,8	37,0	9,25
9/9	90	90	10	17,1	13,4	2,48	119	18,2	58,5	13,0
10/10	100	100	11	20,9	16,4	2,74	179	24,6	88,3	17,7
12/12	120	120	13	29,6	23,2	3,28	366	42,0	178	29,7
14/14	140	140	15	39,9	31,3	3,80	680	64,7	330	47,2



Kõrgejalgne
b : h = 1 : 1.

d mm	seinapaksus mm-tes											
	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	4,0	4,5	5,0
10	0,305	0,390	0,479	0,571	0,667	0,766	0,868	0,974	1,084	1,331	1,556	2,085
12	0,361	0,460	0,563	0,669	0,778	0,891	1,007	1,127	1,251	1,508	1,779	2,363
14	0,417	0,529	0,646	0,766	0,889	1,026	1,146	1,280	1,417	1,702	2,001	2,641
16	0,472	0,599	0,729	0,863	1,000	1,141	1,285	1,433	1,584	1,897	2,224	2,919
18	0,528	0,669	0,813	0,960	1,112	1,266	1,424	1,550	1,721	2,092	2,446	3,197
20	0,583	0,738	0,896	1,058	1,223	1,391	1,563	1,739	1,918	2,286	2,669	3,475
30	0,861	1,086	1,313	1,544	1,779	2,017	2,259	2,503	2,752	3,199	3,781	4,865
40	1,139	1,433	1,730	2,031	2,335	2,643	2,954	3,268	3,586	4,173	4,895	6,255
50	1,417	1,781	2,147	2,517	2,891	3,268	3,640	4,033	4,420	5,146	6,005	7,645
60	1,695	2,128	2,564	3,004	3,447	3,894	4,344	4,802	5,254	6,119	7,117	9,035
70	1,974	2,476	2,971	3,491	4,003	4,519	5,039	5,579	6,088	7,092	8,229	10,443
80	2,252	2,803	3,398	3,977	4,559	5,145	5,734	6,326	6,922	8,065	9,341	11,82
90	2,530	3,171	3,815	4,464	5,115	5,770	6,429	7,091	7,757	9,038	10,45	13,21
100	2,808	3,518	4,223	4,950	5,671	6,396	7,124	7,856	8,591	10,01	11,57	14,60

Tabel IV.

Venitatud vasktorude kaal.
1 m kaal kg, d-toru siseläbim.

Tabel VIII.

Pliitorude ja -traatide kaal.

Tabelis on antud toru 1 ja traadi 10 m kaal kg-des.

b) traadid

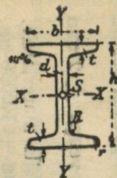
a) torud

10 m kaal kg-des	Jämedus mm-tes		10 m kaal kg-des		Jämedus mm-tes	
	1	1,5	2	2,5	3	3,5
3,22	4,35	5,70	7,23	8,90	10,8	12,8
4,00	5,44	7,00	8,85	10,9	13,2	15,6
4,80	6,48	8,40	10,50	12,8	15,0	17,4
5,60	7,56	9,90	12,50	15,0	17,4	20,0
6,40	8,64	11,40	14,50	17,4	20,0	22,8
7,20	9,72	12,90	16,50	19,8	22,8	25,6
8,00	10,80	14,40	18,50	22,2	25,6	28,4
8,80	11,88	15,90	20,50	24,6	28,4	31,2
9,60	12,96	17,40	22,50	27,0	31,2	34,0
10,40	14,04	18,90	24,50	29,4	34,0	36,8
11,20	15,12	20,40	26,50	31,8	36,8	39,6
12,00	16,20	21,90	28,50	34,2	39,6	42,4
12,80	17,28	23,40	30,50	36,6	42,4	45,2
13,60	18,36	24,90	32,50	39,0	45,2	48,0
14,40	19,44	26,40	34,50	41,4	48,0	50,8
15,20	20,52	27,90	36,50	43,8	50,8	53,6
16,00	21,60	29,40	38,50	46,2	53,6	56,4
16,80	22,68	30,90	40,50	48,6	56,4	59,2
17,60	23,76	32,40	42,50	51,0	59,2	62,0
18,40	24,84	33,90	44,50	53,4	62,0	64,8
19,20	25,92	35,40	46,50	55,8	64,8	67,6
20,00	27,00	36,90	48,50	58,2	67,6	70,4

Tabel VII. I-teras.

Normaalpikkus 4—12 m.

Maksimaalpikkus 14—20 m.



№	h	b	s ₁	s ₂	t	S	G	J _x	J _y	W _x	W _y
18	180	180	9,0	16,72	8,5	59,9	47,0	3512	1073	390	119
20	200	200	9,5	18,12	8,5	70,4	55,3	5171	1568	517	167
22	220	220	10,0	19,5	9,0	82,6	64,8	7879	2216	671	201
24	240	240	10,5	20,85	10,0	96,8	76,0	10260	3043	855	254
25	250	250	10,9	21,7	10,5	105,1	82,5	12066	3525	965	286
26	260	260	11,7	22,9	11,0	115,6	90,7	14352	4261	1104	328
27	270	270	11,95	23,6	11,25	123,2	96,7	16529	4920	1224	365
28	280	280	12,35	24,4	11,5	131,8	103,4	19052	5671	1361	405
29	290	290	12,7	25,2	12,0	141,1	110,8	21866	6417	1508	443
30	300	300	13,25	26,25	12,5	152,1	119,4	25201	7494	1680	500
32	320	300	14,1	27,0	13,0	160,7	126,2	30119	7867	1882	524
34	340	300	14,6	27,5	13,4	167,4	131,4	35241	8097	2073	540
36	360	300	16,15	29,0	14,2	181,5	142,5	42479	8793	2360	586
38	380	300	17,0	29,8	14,8	191,2	150,1	49496	9175	2605	612
40	400	300	18,2	31,0	15,5	203,6	159,8	57834	9721	2892	648
42 ^{1/2}	425	300	19,0	31,75	16,0	213,9	167,9	68249	10078	3212	672
45	450	300	20,3	33,0	17,0	229,3	180,0	80887	10668	3595	711
47 ^{1/2}	475	300	21,35	34,0	17,6	242,0	190,0	94811	11142	3992	743
50	500	300	22,6	35,2	19,4	261,7	205,5	111283	11718	4451	781
55	550	300	24,5	37,0	20,6	288,0	226,1	145957	12582	5308	839
60	600	300	24,7	37,2	20,8	300,5	236,0	179303	12672	5977	845
65	650	300	25,0	37,5	21,1	314,5	246,9	217402	12814	6690	854
70	700	300	25,0	37,5	21,1	325,2	255,3	258106	12818	7374	854
75	750	300	25,0	37,5	21,1	335,7	263,4	302560	12823	8068	855
80	800	300	26,0	38,5	21,5	354,9	278,6	360486	13269	9012	885
85	850	300	26,0	38,5	21,5	365,6	287,0	414887	13274	9762	885
90	900	300	26,0	38,5	21,5	376,4	295,5	473964	13279	10533	885
95	950	300	27,0	39,5	21,9	396,2	311,0	550974	13727	11600	915
100	1000	300	27,0	39,5	21,9	407,2	319,7	621287	13732	12425	916

Algus vt. lk. 81. Märkmeid: a) Fassongterast saadakse taotavate teraspakkude vältaval ümbertöötamisel aurhaamri all ja kaliibritud valtside vahel, mille tõttu seda nimetatakse ka valtsteraseks. † Peaaegu kõik fassongterase-sordid valmistatakse valatud terasest ($e = 7,85$).

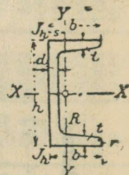
b) Fassongterasel kuni 2000 mm kõrgusega tuleb arvestada veaga ± 2 mm ja peale 200 mm veaga ± 3 mm.

c) Et võiksimetarvitada tabelis olevaid terase kaale teistele materjalele, tuleb neid korrutada: malmi puhul 0,931-ga, bessemer-terase — 1,0039-ga, vase — 1,144-ga, messingi — 1,0963-ga, tsingi — 0,919-ga ja plii puhul 1,4653-da. Uldiselt võrdub 1 cm² ristpinnaga 10 m pikkuse lati või tala kaal selle metalli erikaaluga kg/dm³; nii näiteks kaalub 10 m terastala, mille $S = 107$ cm², $107 \times 7,85$ kg = 839,95 kg.

Tabel IX. **U-teras** (künateras).

Normaalpikkus 4—10 m.

Maksimaalpikkus 12—16 m.



№	h	b	d	t	S	G	s	I _x	W _x	I _y	W _y
3	30	33	5	7	5,44	4,27	1,31	6,39	4,26	5,33	2,68
4	40	35	5	7	6,21	4,88	1,33	14,1	7,10	6,68	3,08
5	50	38	5	7	7,12	5,59	1,37	26,4	10,6	9,12	3,75
6 ^{1/2}	65	42	5,5	7,5	9,03	7,10	1,42	57,5	17,7	14,1	5,96
8	80	45	6	8	11,0	8,65	1,45	106	26,5	19,4	6,37
10	100	50	6	8,5	13,5	10,6	1,55	206	41,1	29,3	8,50
12	120	55	7	9	17,0	13,4	1,60	364	60,7	43,2	11,1
14	140	60	7	10	20,4	16,0	1,75	605	86,4	62,7	14,8
16	160	65	7,5	10,5	24,0	18,8	1,84	925	116	85,3	16,3
18	180	70	8	11	28,0	21,9	1,92	1354	150	114	22,4
20	200	75	8,5	11,5	32,2	25,3	2,01	1911	191	148	27,0
22	220	80	9	12,5	37,4	29,4	2,14	2690	245	197	33,6
24	240	85	9,5	13	42,3	33,2	2,23	3598	300	246	39,6
26	260	90	10	14	48,3	37,9	2,36	4823	371	317	47,8
28	280	95	10	15	53,3	41,9	2,53	6276	450	399	57,2
30	300	100	10	16	58,8	46,1	2,70	8026	535	495	67,8

Tabel X. Tsinkkarra mõõdud ja kaal. (Belgia tsingimääraja järgi).

Nr.	Paks. mm	1 m ² Kaal kg	Nr.	Paks. mm	1 m ² Kaal kg	Nr.	Paks. mm	1 m ² Kaal kg	Nr.	Paks. mm	1 m ² Kaal kg
2	0,10	0,70	10	0,50	3,50	17	1,21	8,47	24	2,32	16,24
3	0,15	1,05				18	1,34	9,38	25	2,50	17,50
4	0,20	1,40	11	0,58	4,06	19	1,47	10,29	26	2,68	18,76
5	0,25	1,75	12	0,66	4,62	20	1,60	11,20			
6	0,30	2,10	13	0,74	5,18						
7	0,35	2,45	14	0,82	5,74	21	1,78	12,46			
8	0,40	2,80	15	0,95	6,65	22	1,96	13,72			

Tabel XI. Ribateras.

Paksus mm-tes	Laius mm tes.										
	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25	26
1	0,078	0,093	0,109	0,117	0,125	0,140	0,156	0,171	0,187	0,195	0,203
2	0,156	0,187	0,218	0,234	0,249	0,280	0,312	0,343	0,373	0,300	0,405
3	0,234	0,280	0,327	0,341	0,374	0,421	0,467	0,514	0,561	0,584	0,608
4	0,312	0,374	0,436	0,467	0,499	0,561	0,623	0,686	0,748	0,779	0,813
5	0,390	0,467	0,545	0,584	0,623	0,701	0,779	0,857	0,935	0,973	1,013
6	0,467	0,561	0,654	0,701	0,748	0,841	0,935	1,028	1,122	1,169	1,215
7	0,545	0,654	0,763	0,818	0,872	0,982	1,091	1,200	1,309	1,363	1,418
8	0,623	0,748	0,872	0,935	0,997	1,122	1,246	1,371	1,496	1,558	1,620
9	0,701	0,841	0,982	1,051	1,122	1,262	1,402	1,542	1,683	1,733	1,823
10	0,779	0,935	1,091	1,169	1,246	1,402	1,558	1,714	1,870	1,948	2,025
11	0,857	1,028	1,200	1,285	1,371	1,542	1,714	1,885	2,057	2,142	2,228
12	0,935	1,122	1,300	1,402	1,496	1,683	1,870	2,057	2,244	2,337	2,430
13	1,013	1,215	1,418	1,519	1,620	1,823	2,025	2,228	2,430	2,532	2,633
14	1,091	1,309	1,527	1,636	1,745	1,963	2,181	2,399	2,617	2,727	2,836
15	1,169	1,402	1,636	1,753	1,870	2,102	2,337	2,571	2,804	2,921	3,038
16	1,246	1,496	1,756	1,870	1,994	2,244	2,493	2,742	2,991	3,116	3,241
17	1,324	1,589	1,824	1,986	2,119	2,384	2,649	2,913	3,179	3,311	3,443
18	1,402	1,683	1,962	2,103	2,244	2,524	2,804	3,085	3,365	3,506	3,646
19	1,480	1,776	2,072	2,220	2,368	2,664	2,960	3,256	3,552	3,700	3,848
20	1,558	1,870	2,181	2,337	2,493	2,804	3,116	3,428	3,739	3,895	4,051

Paksus mm-tes	Laius mm tes.										
	28	30	32	35	38	42	45	48	50	55	60
1	0,218	0,234	0,249	0,273	0,296	0,327	0,351	0,374	0,390	0,428	0,467
2	0,436	0,467	0,499	0,545	0,592	0,654	0,701	0,748	0,779	0,857	0,935
3	0,654	0,701	0,748	0,818	0,888	0,981	1,052	1,122	1,169	1,265	1,402
4	0,872	0,935	0,997	1,091	1,184	1,309	1,402	1,496	1,558	1,714	1,870
5	1,091	1,169	1,246	1,363	1,480	1,636	1,753	1,870	1,948	2,142	2,337
6	1,309	1,402	1,496	1,636	1,776	1,936	2,103	2,244	2,337	2,571	2,804
7	1,527	1,636	1,745	1,909	2,072	2,290	2,454	2,617	2,727	2,999	3,272
8	1,745	1,870	1,994	2,181	2,368	2,617	2,804	2,991	3,116	3,428	3,739
9	1,963	2,103	2,244	2,454	2,664	2,945	3,155	3,365	3,506	3,856	4,207
10	2,181	2,337	2,493	2,727	2,960	3,272	3,506	3,739	3,895	4,285	4,674
11	2,399	2,571	2,742	2,999	3,256	3,599	3,896	4,113	4,285	4,713	5,141
12	2,617	2,804	2,991	3,272	3,552	3,926	4,207	4,487	4,674	5,141	5,609
13	2,836	3,038	3,241	3,544	3,848	4,253	4,557	4,861	5,064	5,570	6,076
14	3,054	3,272	3,495	3,817	4,144	4,581	4,908	5,235	5,453	5,998	6,544
15	3,272	3,500	3,739	4,090	4,440	4,908	5,258	5,609	5,843	6,427	7,011
16	3,490	3,739	3,988	4,362	4,736	5,235	5,609	5,983	6,232	6,855	7,478
17	3,708	3,973	4,238	4,635	5,032	5,562	5,959	6,357	6,622	7,284	7,946
18	3,926	4,207	4,474	4,908	5,328	5,889	6,310	6,731	7,011	7,712	8,414
19	4,144	4,440	4,736	5,180	5,624	6,216	6,660	7,104	7,401	8,141	8,881
20	4,362	4,674	4,986	5,453	5,920	6,514	7,011	7,478	7,790	8,569	9,348
21	4,581	4,907	5,235	5,726	6,216	6,871	7,362	7,852	8,180	8,997	9,815
22	4,799	5,141	5,484	5,998	6,512	7,198	7,712	8,226	8,569	9,426	10,28
23	5,017	5,375	5,733	6,271	6,808	7,525	8,063	8,600	8,959	9,854	10,75
24	5,235	5,609	5,983	6,544	7,104	7,852	8,413	8,974	9,348	10,28	11,22
25	5,453	5,843	6,232	6,816	7,401	8,180	8,764	9,348	9,738	10,71	11,69

Tabel XII. Ribikarra kaal.

Paksus ribidega mm-tes	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Kaal pro m ² kg-des	46,5	50,5	55,5	58,5	62	66	70	74	78

Tabel XIII. Ruut-, kuuskant- ja ümarteras. Ühe meetri³ kaal kg-des; *d* — jämedus mm.

<i>d</i>	□	○	○	<i>d</i>	□	○	○	<i>d</i>	□	○	○
5	0,196	0,170	0,154	50	19,625	16,995	15,413	180	254,340	220,265	199,758
6	0,283	0,245	0,222	52	21,226	18,383	16,671	185	268,668	232,638	211,010
7	0,385	0,333	0,302	54	22,891	19,824	17,978	190	283,885	245,419	222,570
8	0,502	0,435	0,395	56	24,618	21,320	19,335	195	298,496	258,506	234,433
9	0,636	0,551	0,499	58	26,407	22,870	20,740	200	314,000	271,932	246,615
10	0,785	0,680	0,617	60	28,260	24,474	22,195	205	329,896	286,927	259,100
11	0,950	0,823	0,746	62	30,175	26,133	23,700	210	346,185	299,805	271,892
12	1,130	0,979	0,888	64	32,154	26,846	25,253	215	362,862	314,251	284,994
13	1,327	1,149	1,042	66	34,195	29,614	26,856	220	379,940	329,037	298,404
14	1,539	1,332	1,208	68	36,298	31,436	28,509	225	397,406	344,164	312,168
15	1,766	1,530	1,387	70	38,465	33,312	30,210	230	415,265	359,631	326,134
16	2,010	1,740	1,578	72	40,694	35,243	31,961	235	433,516	376,437	340,420
17	2,269	1,965	1,782	74	42,987	37,228	33,762	240	452,160	391,583	355,128
18	2,543	2,203	1,998	76	45,342	39,267	35,611	245	471,196	408,068	370,077
19	2,834	2,454	2,226	78	47,759	41,361	37,510	250	490,625	424,894	385,336
20	3,140	2,719	2,466	80	50,240	43,509	39,458	255	510,446	442,060	400,904
21	3,462	2,988	2,719	85	56,716	49,118	44,545	260	530,660	459,565	416,779
22	3,799	3,290	2,984	90	63,585	55,067	49,940	265	551,266	477,411	432,963
23	4,153	3,596	3,261	95	70,846	61,355	55,648	270	572,265	495,597	449,456
24	4,522	3,916	3,551	100	78,500	67,983	61,654	275	593,656	514,022	466,257
25	4,906	4,249	3,853	105	86,546	74,951	67,973	280	615,440	532,988	483,365
26	5,307	4,598	4,168	110	94,985	82,260	74,601	285	637,616	552,193	500,783
27	5,723	4,956	4,495	115	103,816	89,908	81,537	290	660,185	571,738	518,508
28	6,154	5,380	4,834	120	113,040	97,896	89,781	295	683,146	591,623	536,542
29	6,602	5,717	5,185	125	122,656	106,224	96,334	300	706,500	611,848	554,884
30	7,065	6,118	5,549	130	132,665	114,891	104,195	305	730,248	632,413	573,593
32	8,038	6,961	6,313	135	143,066	123,899	112,364	310	754,385	653,319	592,494
34	9,075	7,859	7,127	140	153,860	133,247	120,841	315	778,916	674,563	611,759
35	10,174	8,811	7,990	145	165,046	143,934	129,627	320	803,840	696,149	631,334
36	11,335	9,817	8,903	150	176,625	152,962	138,721	325	829,156	718,071	651,248
40	12,560	10,877	9,885	155	188,596	163,329	148,123	330	854,865	740,936	671,409
42	13,847	11,922	10,876	160	200,960	174,036	157,834	335	880,966	762,940	691,909
44	15,198	13,162	11,936	165	213,716	185,084	167,852	340	907,460	785,885	712,717
46	16,611	14,385	13,046	170	226,865	196,471	178,179	345	934,346	809,169	733,834
48	18,086	15,663	14,205	175	240,406	208,198	188,815	350	961,625	832,793	755,258

Tabel XIV. Mitmesuguste kardade 1 m² kaal kg-des.

Ühe m² suuruse ja 1 mm pakuse karra kaal vastab käiesoleva metalli erikaalule (kg/dm³).

Paksus mm	Taotav teras	Malm	Va- la- tud- teras	Vask	Mes- sing	Alu- miinium	Tsink	Plii
1	7,78	7,25	7,87	8,90	8,55	2,68	7,12	11,4
2	15,56	14,50	15,74	17,80	17,10	5,36	14,25	22,8
3	23,34	21,75	23,61	26,70	26,70	8,04	21,37	34,2
4	31,12	29,00	31,48	35,60	35,60	10,72	28,50	45,6
5	38,90	36,25	39,35	44,50	44,50	13,40	35,62	57,0
6	46,48	43,50	47,22	53,40	53,40	16,08	42,75	68,4
7	54,46	50,75	55,09	62,30	62,30	18,76	49,87	79,8
8	62,24	58,00	62,96	71,20	71,20	21,44	57,00	91,2
9	70,02	65,25	70,83	80,10	80,20	24,12	64,12	102,6
10	77,80	72,50	78,70	89,00	89,00	26,80	71,25	114,0
11	85,58	79,75	86,57	97,90	99,90	29,48	78,37	125,4
12	93,36	87,00	94,44	106,80	106,80	32,16	85,50	136,8
13	101,14	94,35	102,31	115,70	115,70	34,84	92,62	148,2
14	108,92	101,50	110,18	124,60	124,60	37,52	99,75	159,6
15	116,70	108,75	118,05	133,50	133,50	40,22	106,87	171,0
16	124,48	116,00	125,92	142,40	142,40	42,88	114,00	182,4
17	132,26	123,25	133,79	151,30	151,30	45,56	121,12	193,8
18	140,04	130,50	141,66	160,20	160,20	48,24	128,25	205,2
19	147,82	137,75	149,53	169,10	169,10	50,92	135,37	216,6
20	155,60	145,00	157,40	178,00	178,00	53,60	142,50	228,0

Tab. XV. E. T. K. naelad. *)

Kaali märk (kaali kaal 10 kg)	Määrat. aastatüüp	Määrat. aastatüüp	100 tk. kaal gr	Määrat. aastatüüp	Kaali märk (kaali kaal 10 kg)	Määrat. aastatüüp	Määrat. aastatüüp	100 tk. kaal gr	Määrat. aastatüüp
7x6	7	5,15	3280gr	457	1 1/2 x 16	1 1/2	1,69	90 gr	16667
7x7	7	4,57	2576	582	1 1/2 x 17	1 1/2	1,47	71	21127
8x7	6	4,57	2008	679	1 1/2 x 12	1 1/2	2,77	208	7212
8x8	6	4,19	2040	735	1 1/2 x 13	1 1/2	2,41	175	8571
5x7	6	4,57	1840	815	1 1/2 x 14	1 1/2	2,11	130	11358
5x8	5	4,19	1700	867	1 1/2 x 15	1 1/2	1,88	95	15789
5x9	5	3,76	1450	1034	1 1/2 x 16	1 1/2	1,65	78	19221
4x8	4	3,76	1080	1253	1 1/2 x 17	1 1/2	1,47	62	24193
4x10	4	3,40	990	1579	1 1/2 x 12	1 1/2	2,77	175	8571
4x11	4	3,05	760	1973	1 1/2 x 13	1 1/2	2,41	142	10563
3 1/2 x 10	3 1/2	3,40	831	1825	1 1/2 x 14	1 1/2	2,11	105	14286
3 1/2 x 11	3 1/2	3,05	665	2253	1 1/2 x 15	1 1/2	1,88	80	18750
3x10	3	3,40	712	2106	1 1/2 x 16	1 1/2	1,65	67	22388
3x11	3	3,05	570	2631	1 1/2 x 17	1 1/2	1,47	55	27279
3x12	3	2,77	420	3571	1x15	1	1,88	63	23809
2 1/2 x 12	2 1/2	2,77	346	4335	1x16	1	1,65	55	27273
2 1/2 x 13	2 1/2	2,41	288	5172	1x17	1	1,47	47	31915
2 1/2 x 14	2 1/2	2,11	206	7282	1 1/2 x 13	1 1/2	2,41	140	10741
2 1/2 x 15	2 1/2	1,88	176	8523	1x13	1	2,11	110	13636
2 1/2 x 16	2 1/2	1,88	145	10345	1x14	1	2,11	88	17045
2 1/2 x 17	2 1/2	1,65	116	12931	1x14	1	2,11	65	23077
2x12	2	2,77	278	5396	1x13	1	2,41	83	18072
2x13	2	2,41	231	6494	1x13	1	2,41	63	9202
2x14	2	2,11	166	9036	1x13	1	2,41	330	11538
2x15	2	1,88	127	11811	1x13	1	2,41	104	14423
2x16	2	1,65	103	14563	1x14	1	2,11	94	15557
2x17	2	1,47	79	18997	1x14	1	2,11	125	12000
1 1/2 x 14	1 1/2	2,11	140	10714	1x15	1	1,88	95	15789
1 1/2 x 15	1 1/2	1,88	113	13274	1x15	1	1,88	75	20000

Tab. XVI. Malmtorud. 1 m kaal kg.

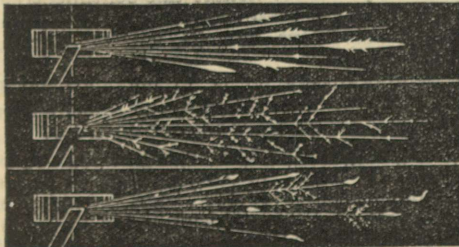
Toru sise- läbim.	Seinapaksus mm							
	1	5	6	8	10	12	15	20
25	0,59	3,42	4,22	6,01	7,98	10,01	13,67	20,50
30	0,71	3,99	4,92	6,92	9,11	11,48	15,38	22,78
35	0,82	4,56	5,60	7,26	10,25	12,85	17,08	25,05
40	0,93	5,13	6,29	8,75	11,39	14,21	18,79	27,33
45	1,05	5,70	6,97	9,66	12,53	15,58	20,50	29,61
50	1,16	6,25	7,65	10,57	13,67	17,14	22,21	31,89
60	1,39	7,40	9,02	12,39	15,94	19,68	25,62	36,44
70	1,62	8,54	10,39	14,22	18,22	22,41	29,04	40,99
80	1,84	9,68	11,75	16,04	20,50	25,25	32,46	45,56
90	2,07	10,82	13,12	17,86	22,78	27,88	35,88	50,11
100	2,30	11,96	14,48	19,68	25,06	30,61	39,29	45,29
125	2,87	14,80	17,90	24,24	30,75	37,45	47,83	60,04
150	3,44	17,65	21,32	28,79	36,45	44,28	56,38	77,44
175	4,00	20,50	24,74	33,34	42,14	51,11	64,91	88,83
200	4,58	23,34	28,15	37,90	47,82	57,94	73,45	100,2
250	5,73	29,04	34,99	47,02	59,22	71,62	90,53	122,8
300	6,86	34,73	41,84	56,07	70,61	85,27	107,6	145,7

Tabel XVII.
Lainjaskerra mõõdud ja kaal.
a) kandekard. b) lamekard.

Profiilmõõt			Normaal- ehitus- laius L. mm	Kaal katteta kg/cm ²	Vastupanu- moment 1 m lai- sele cm ³	Ristpinna 1 m lai- sele cm ²
Laius b mm	Kõrgus h mm	Paksus d mm				
60	20	1	720	10,82	5,627	13,53
76	20	1	760	9,30	5,357	11,63
100	30	1	800	9,62	8,369	12,05
100	40	1	700	10,67	12,020	13,34
135	30	1	810	9,19	7,92	11,49
150	40	1	750	9,30	10,98	11,63
150	60	2	600	21,34	35,78	26,68
90	70	2	450	34	68,58	42,50
100	50	2	500	25,12	37,77	31,40
100	60	2	600	28,32	50,43	35,40
100	80	2	400	34,74	79,96	43,40
100	100	2	400	41,12	114,93	51,40

Terase liigi määramine sädemeproovidega.

1. Valatud teras. Laie-
nevate otsadega sirgjoone-
lised sädemed väikeste
pritsmetega. Õlgkollane.
2. Tööriistateras, pa-
rendamata. Sirgjoonelised
sädemed paljude pritsme-
tega ja okastega. Valkjas-
kollane.
3. Kiirteras. Pritsmet-
eta ja okasteta sirgjoone-
lised sädemed jämenevate
otsadega. Puna-kroom-kollan.



*) Tabelis Kar. tähistab karra-, P — pagi- ja Kr. — krohvinaelu, millised lõikes ümargused.

VI. Puit.

1. Tehnilisi omadusi.

a) Puidu kuivolluse erikaal on kõigil puuliigel ühesugune: 1,5—1,6; b) niiskust (vett) sisaldav. okaspuud 54—61⁰/₀, pehmed lehtpuud 45—53⁰/₀, kõvad lehtpuud 35—41⁰/₀ ja väga kõvad — 20—35⁰/₀; c) kuivamisel kaotab puu 14—45⁰/₀ esialgsest niiskusest ja kahaneb õhukuivuseni jõudes 0,08—0,1 pikkuse sihis, 1,1—6,5⁰/₀ radiaalsiis ja 1,8—15⁰/₀ tangentsiaalsiis; d) kõvaduse järgi jagunevad puud järgmiselt: 1) **kivikõvad**: bakaut ja mustpuu; 2) **kontkõvad**: barbaris, palm, sirel ja t.; 3) **väga kõvad**: türnpuu, kibuvits j. t.; 4) **kaunis kõvad**: saar, pirnipuu, jalakas, künnapuu, pöökpuu, kask, suvikuusk (okasleht) j. t.; 5) **pehmed**: kuusk, siberikuusk, kastanipuu, lepp (sang- ja valge-), päklikpuu j. t.; 6) **väga pehmed**: mänd, pappel, haab, paju, pärn j. t.; e) mõnede puusortide tugevusest vt. tab. lk. 82; f) andmeid õhukuivade puitude erikaalu kohta vt. tab. lk. 58 ja 73.

Mõne puuliigi kestus-iga aastais.

Puud peavad olema terved ja veata.

Puuliik	Puhast õhus	Vee all	Täiesti kuivas kohas	Puuliik	Puhast õhus	Vee all	Täiesti kuivas kohas
Tamm	100	100	100	Pöökpuu ja vaher .	60	50	75
Jalakas	100	90	100	Haab	50	—	95
Mänd (vana, tõrvane)	85	100	80	Lepp	40	100	38
Suvikuusk (okasleht)	85	80	90	Kask	40	—	38
Kuusk (vana)	85	100	90	Pappel, pärn ja paju	30	—	65

2. Metsamaterjali arvestamine.

1. sept. 1928. aastast valmistatakse ja müüakse riigi metsatööstuses metsamaterjalid, mis moodeti süldades (küttepuidud, propsid, paberipuidud, sindlipakud jne.) virnalaotult — ruumimeetrites (rm), ja mis valmistati ja müüdi kantjalgades (palgid, pakud jne.) — tihumeetrites (tm).

Tihumeeter tähendab 1 kantmeeter tihedat õhuvahedeta puitmassi ja võrdub 35,32 inglise kantjalaga, milline ka seni meil oli tarvitusel; 1 kantjalg = 0,0283 tihumeetrit; 1 kantsüld = 9,71 kantmeetrit ja sisaldab 6,8 tihumeetrit puitmassi. Palkide ja pakude pikkus moodetakse meetreis ja dettimeetreis, jämedus palgi või paku ladvapoolsest (peenemast) otsast kooreta, keskmise jämeduse kohalt täis-sentimeetreis, kusjuures poolikud sentimeetrid jäetakse arvesse võtmata. Materjalide mass arvatakse välja massitabelite alusel (vt. tab. lk. 94). Praktikast tarvitatakse veel n. n. kantjalgade-tabelit.

Küttepuidud valmistatakse halupikkusega 50 ja 75 cm. Eksporditavaid laudu müüakse standardidega. Standard on mõõduühik, mille ruumala = 165 ingl. kantjalga = 10 standard-tosinat = ca 4,67 tm.

Umbertõtatud (saetud) puit on müügil järgmisel moodes: 1) inglissprussid: 12"×12", 13"×13", 14"×14", 15"×15", 16"×16", 17"×17" pikkusega 17—30'; 2) hollandiprussid (poomkandis): 11"×13", (kus saetud pind peab olema vähemalt 6" lai), pikkusega 17—40'; 3) kantpuidud (prussid): 7"×9", 6"×10", 10"×10", 9"×10", 8"×10", 7"×10", 6"×8", 6"×7", 6"×6", 5"×7", 5"×6", 4"×5"; 4) poolprussid: 6¹/₂"×11", 5¹/₂"×13; (Järg 94 lk.)

3. Mõningaid andmeid puude kohta.

Puuliik	Erikaal		Niiskuse- sisaldavus toorelt 0/0/0	Kahanevus kuivamisel põigiti puus kuni 0/0	Parim raieiga (aastat)
	toorelt	õhu- kuivalt			
Akaatsia	0,74—1,00	0,58—0,85	—	—	—
Eebenipuu	—	1,19—1,33	—	4,0	—
Guajakipuu (bakaut)	—	1,17—1,39	—	7,5	—
Haab	0,61—0,99	0,43—0,56	42	3,0	40—60
Jalakas	0,73—1,18	0,56—0,82	44	6,55	100—120
Jugapuu	0,97—1,10	0,74—0,94	—	—	—
Kadakas	—	0,62	—	—	—
Kask	0,80—1,09	0,51—0,77	30	6,0	40—50
Kastanipuu	0,76—1,04	0,52—0,63	29	6,0	—
Kirsipuu	0,65—1,05	0,57—0,78	—	6,9	—
Kuusk	0,40—1,07	0,35—0,6	45	3,33	80—100
Künnapuu	0,70—0,99	0,6 —0,69	44	6,5	—
Lepp (sang.)	0,61—1,01	0,42—0,68	41	6,0	40—60
Mahagonipuu	—	0,56—1,06	—	1,80	—
Mänd	0,38—1,08	0,31—0,76	39	3,50	100—150
Paju	0,67—0,97	0,39—0,63	50	5,0	—
Palisandripuu	—	0,91	—	2,0	—
Pappel	0,61—1,1	0,35—0,59	40	4,33	40—60
Pirnipuu	0,36—1,07	0,64—0,73	—	6,25	—
Pihlakas	—	0,64	—	—	—
Ploomipuu	0,87—1,17	0,68—0,90	—	5,2	—
Pukspuu	1,20—1,26	0,91—1,03	—	10,2	—
Punapuu	—	0,81—0,94	—	1,1	—
Pähklipuu	0,91—0,92	0,65—0,81	—	8,0	—
Pärn	0,58—0,88	0,32—0,60	47	7,0	40—60
Pöökpuu punane	0,85—1,12	0,59—0,85	39	7,0	70
" valge	0,92—1,25	0,62—0,82	20	7,0	80
Saar	0,7 —1,14	0,54—0,94	28	5,65	40—60
Siberikuusk (nulg)	0,77—1,23	0,37—0,75	37	4,1	—
Sirel	—	0,86	—	—	—
Suvikuusk	0,52—1,0	0,44—0,80	—	4,0	100—150
Tamm	0,87—1,28	0,53—1,03	35	3,5	80—150
Toomingas	0,80	0,60	40	—	—
Vaher	0,83—1,05	0,53—0,81	27	5,4	60—70

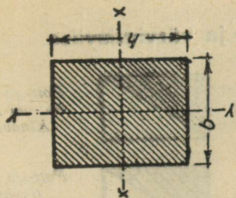
4. Palkide kantmeetrite tabel.

Läbimõõt. cm	Palkide pikkus meetrites.																		
	1	1,50	2	2,50	3	3,50	4	4,50	5	5,50	6	6,50	7	7,50	8	8,50	9	9,50	10
10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10
12	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
13	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13
14	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15
15	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18
16	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
17	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23
18	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27
19	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30
20	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
21	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,35
22	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
23	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42
24	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45
25	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49
26	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53
27	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59
28	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59	0,62
29	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,63	0,66
30	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71
32	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80
34	0,09	0,14	0,18	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,45	0,50	0,54	0,59	0,64	0,68	0,73	0,77	0,82	0,86	0,91
36	0,10	0,15	0,20	0,25	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	0,56	0,61	0,68	0,71	0,76	0,81	0,87	0,92	0,97	1,02
38	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,40	0,45	0,51	0,57	0,62	0,68	0,74	0,79	0,85	0,91	0,96	1,02	1,08	1,13
40	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,44	0,50	0,57	0,63	0,69	0,75	0,82	0,88	0,94	1,01	1,07	1,13	1,19	1,26
42	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,18	1,25	1,32	1,39
44	0,15	0,23	0,30	0,38	0,46	0,53	0,61	0,68	0,76	0,84	0,91	0,99	1,06	1,14	1,22	1,29	1,37	1,45	1,52
46	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	1,00	1,08	1,16	1,25	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66
48	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,63	1,72	1,81
50	0,20	0,30	0,39	0,49	0,59	0,69	0,79	0,88	0,98	1,08	1,18	1,28	1,37	1,47	1,57	1,67	1,77	1,87	1,96

Tabeli kasutamine: Mitu tihumeetrit sisaldab palk, mille pikkus = 6 m ja jämedus 25 cm? Esimesest lahrist (cm) otsime arvu 25, läheme horisontaalrida mööda paremale ja 12. lahrist (6 m) leiame arvu 0,29; järelikult antud palk sisaldab 0,29 tm.

Algus vt. lk. 91.

5) Plangud: 3"×8", 3"×7", 2 1/2"×7", 2"×7"; 6) laud: 1 1/2", 3/4", 1" 1 1/4", 1 1/2", 1 3/4", 2", 2 1/2" paksud ning 4-10" laud; 7) laud: 1"×2", 1 1/2"×2", 1 1/2"×2 1/2", 3"×3", peale nende veel mitmesugused hõõveldatud laud, nagu pöranda-, lae-, voodri- ning liistud, pihtaad jm.



7. Neljakandiliste puitpalkide inerts- ja vastupanumendid.

h — tähistab kõrgust cm, b — laust cm, S ristpinda cm^2 , I — inertsmomenti x ja y telje suhtes cm^4 , W — vastupanumomenti x ja y telje suhtes cm^3 .

h cm	b cm	S cm^2	I_x cm^4	I_y cm^4	W_x cm^3	W_y cm^3
8	8	64	341	341	85	85
10	8	80	667	427	133	107
12	10	100	833	833	167	167
14	12	144	1440	1000	240	200
16	14	196	1728	1288	288	288
18	16	256	2287	1677	327	333
20	18	324	2744	2016	362	336
22	20	400	3201	2457	407	457
24	24	576	3731	3041	457	457
26	26	676	4096	3411	484	484
28	28	784	4399	3683	504	504
30	30	900	4640	3863	518	518
32	32	1024	4833	4000	528	528
34	34	1156	5000	4116	534	534
36	36	1296	5153	4216	538	538
38	38	1444	5287	4300	540	540
40	40	1600	5400	4372	540	540
42	42	1764	5500	4433	538	538
44	44	1936	5587	4483	534	534
46	46	2116	5660	4523	528	528
48	48	2304	5720	4553	520	520
50	50	2500	5767	4573	510	510
52	52	2704	5800	4583	500	500
54	54	2916	5820	4583	488	488
56	56	3136	5827	4572	474	474
58	58	3364	5820	4553	458	458
60	60	3600	5800	4523	440	440
62	62	3844	5767	4483	420	420
64	64	4096	5720	4433	400	400
66	66	4356	5660	4372	378	378
68	68	4624	5587	4300	354	354
70	70	4900	5500	4216	328	328
72	72	5184	5400	4116	300	300
74	74	5476	5287	4000	270	270
76	76	5776	5153	3863	238	238
78	78	6084	5000	3700	204	204
80	80	6400	4833	3523	168	168
82	82	6724	4640	3333	130	130
84	84	7056	4433	3133	84	84
86	86	7404	4216	2923	40	40
88	88	7768	4000	2700	0	0
90	90	8148	3783	2473	0	0
92	92	8544	3567	2243	0	0
94	94	8956	3353	2000	0	0
96	96	9384	3140	1753	0	0
98	98	9828	2933	1503	0	0
100	100	10288	2733	1253	0	0

8. Valandi (valatise) kaalutegur (k).

Mudeli materjal	Valatise materjal	Malm	Teras	Pronks	Messing	Tsink	Valge-metall
Lepp		12,8	14,0	14,9	14,3	12,2	13,9
Pappel		13,6	14,8	16,5	15,0	13,0	14,7
Pärn		13,5	14,5	15,7	14,5	12,9	14,3
Kuusk		14,0	15,0	16,4	15,8	13,5	14,8
Kask		10,6	11,8	12,3	11,9	10,2	11,6
Pöök		9,8	11,0	11,4	10,9	9,4	10,5
Pirnipuu		10,0	11,3	11,9	11,5	9,8	10,8
Tamm		9,0	10,0	10,4	10,1	8,6	9,8

Märge: Et leida valandi kaalu, peame mudeli kaalu korrutama vastava teguriga. Näide: Kui palju kaalub messingist valand, mille kasepuudust mudeli kaal = 5 kg? Valandi kaal = 11,9 . 5 kg = 49,5 kg.

Ehitismaterjalide ja -osade kriipsutamise- ja värvimisviise.

Masinajoonestises metalloosi ei värvita, vaid märgitakse pealkirjas, mis materjalist on osa tehtud.

	Malm Hall		Puit uus Kroomkol-lane		Pott- ja tel-lis-ahi uus Kinaver
	Temper.-valu Sinine		Puit vana Sieena põlet.		Pott- ja tel-lisahi vana Karmiin
	Teras ja terasevalu Lilla		Paekivi uus Neutraaltint (hele)		Ahi kardkes-taga uus Kinaver, indigo
	Vask Punane		Paekivi vana Valge		Ahi kardkes-taga vana Karmiin, indigo
	Pronks, pu-nane valu Oranz		Raudkivi uus Violet		Raudahi Indigo
	Messing Kollane		Raudkivi vana Valge		Metallsoolad Indigo
	Kerged me-tallid		Tellis, põ-levkivituhast ja tsement-slakkkivi uus Kinaver		Segaehitis aset. plaamil uus Kroom-kol-lane, kinav.
	Kerged me-tallid Roheline		Needsamad vanad Karmiin		Segaehitiis aset. plaamil vana Sieena põlet., karmiin
	Nikkel ja selle sulam Hele lilla		Tsement-be-toonkivi uus Neutraaltint (tume)		Raudkivi-prügi Violet
	Traatpool Punane-ro-heline		Tsem.-bet-kivi vana Seepia (tume)		Savi Sieena põlet. tume
	Šamott Tumekollane		Betoon uus Rohekashall		Kruus Seepia natu-raal
	Tselluloid Heleroheiline		Betoon vana Heleroheiline		Liiv Sieena põle-tamata
	Marmor, portselan Pruun		Terasbetoon uus Sinikashall		1. Suitsulõõr 2. Ventilats. 3. Ventil.- ja suitsulõõr
	Tihend- ja isoleerained Pruun				
	Vesi Heleroheiline				

3. Määrdeõli-kulu arvutamine. Käsi- või tilkmaaringul teoreetiliselt vajalik õlihulk $Q = 0,3pd(D-d)^3 : Zl$ (liitr./min.), kus p — erirõhk (kg/cm²), $D-d$ — völliõlõtk (cm), (D — laagrikausi ja d völli läbimõõt), l — laagri

Mehhanismi liikumiskirusele ja rõhule vajalik määrdeõli püdelus.

Rõhk kg/cm ²	Kiirus m/sek	Püdelus Engler'i järgi 50° C j.
Väike kuni 5	kuni 0,5	1,7—2,5
	0,5—5 üle 5	1,5—1,8 1,3—1,6
Keskmine 5—50	kuni 0,5	5,5—7,0
	0,5—5 üle 5	4,0—5,5 2,5—4,0
Suur üle 50	kuni 0,5	8—10
	0,5—5 üle 5	6—8 4—6

pikkus cm; $Z = \sqrt{E-1} : 970$, kui $E \leq 6$ ja $Z = E : 1490$, kui $E > 6$; 0,3 on arvestamisega tuletatud alatine tegur. Näide: Mitu g õli vaja tunnis, kui $p = 12,5$ (kg/cm²), lõtk = 0,01 cm, $l = 300$ (mm); $d = 200$ (mm); $E = 7$ ja e (erik.) = 0,9; $Q = 0,3 \cdot 12,5 \cdot 0,01^3 \cdot 1490 : 7 \cdot 1,5 \approx 0,00532l$ (min.) või 287,3 g tunnis. Praktikask määratakse õlikulu 15—25 (g) tunnis. 1) **Õlikulu tilkõlitis** määratakse völli läbimõõdu järgi tunnis (vt. tabel).

d mm	30	30—50	50—80	üle 80
õlikulu g	1,5	2	3	4

2) **Tahtõlitid** reguleeritakse õlikulule: a) 30—60 (g) päevas (8 tundi) völli kiirusel 1 (m/sek) ja rõhul kuni 5 (kg/cm²)

ja β) 60—170 (g) päevas völli kiirusel üle 1 (m/sek) ja rõhul üle 5 (kg/cm²). 3) **Nõelõlitid** kulutavad 20—100 (g) päevas. 4) **Rõngasmäärde-laagreile** vaja päevas õli: a) kui $d = 50$ (mm), siis 5 (g), β) 75 (mm) — 10 (g) ja γ) 125 (mm) — 20 (g).

4. **Silindri õlikulu**: Battle (loe: betl) annab järgmised teoreetilised valemid õlikulu kohta: a) $Q_m = 1,6 D_m s n$ madal- ja β) $Q_k = 2 D_k n$ kõrgsurvesilindrile, kus Q_m ja Q_k on vajalik õlihulk (g/tund), D_m — madal- ja D_k — kõrgsurvesilindri läbimõõt (m-tes), s — kolvikäik (m-tes), n — pöörete arv minutis. Näide: Kui palju vaja õli 8 t. kahesilindrilise kompaundmootorile, mille $n = 85$, $D_k = 200$ (mm), $D_m = 500$ (mm) ja $s = 800$ (mm); $Q = 1,6 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 85 \cdot 8 = 435,2$ (g) ja $Q_k = 2 \cdot 0,2 \cdot 85 \cdot 8 = 272$ (g). Thomson annab järgmised õlinormid: a) mootoreile kuni 400 (hj): vertikaalseile — 1—0,3 ja horisontaalseile — 0,6—0,15 (g/hj-t); β) üle 400 (hj) vastavalt 0,6—0,15 ja 0,4—0,05 (g/hj-t). Praktikask leitud andmeid aurmootorite õlikulule:

Mootori võimsus (hj-des)	kuni 10	10—50	50—200	200—1000	üle 1000
Õlikulu (g/hj-t)	2—3	1,5—2	1—1,5	0,5—1	0,4—0,5

5. **Õlikulu masinaile** (masina külmosade määrimiseks, nagu: peavölli, ristpea, juhrööpad, ekstsentrivid, regulaatorid jm.)

Mootori võimsus (hj-des)	kuni 10	10—50	50—200	200—1000	üle 1000
Õlikulu (g/hj-t)	2,5—2	1,5—2	1—2	0,8—1,5	0,5—1

6. **Aurturbiiniõli** võib töötada kuni 10000 tundi, kui teda hästi puhastatakse ja kui temasse ei satu vett ega muid kahjulikke lisandeid. Aurturbiiniõlisid on 3 liiki: 1) püdelusega $E = 2,9—3,2$, 2) $E = 3,5—4$ ja 3) 4—4,5. Esimest kasutatakse turbiinele, mis teevad 3000 pööret minutis, teist — 2500 (p/min) ja kolmat — 2000 ja vähem (p/min). Aurturbiini laagrite töötemperatuur kõigub 45—50° vahel, kuid milgi tingimusel ei ole lubatud temp. üle 70°.

7. Sisepõlemootoreile vajalik õli püdelus *E* ja õlikulu. a) *Päsi- (paigalseisvad) mootorid*: α) Kuumpea- ja bensiinmootorid vajavad õli, mille $E_{50} = 5-10$, olenedes taktide arvust, kompressioonistmest ja pöörete arvust minutis (n); β) 4-5 at kompressiooniga *petroolmootorid* vajavad õli, mille $E_{50} = 7-8$, kui $n = 600-1000$ ja $E_{50} = 8-10$, kui $n = 1000-2000$; γ) diiselmootorite $E_{50} = 6-14$, olenedes taktide ja h- de arvust. *Õlikulu* ole- neb h-dest:

8. Mineraalõlid. (Naftajäänusist.)

Määrdeõli sordid	Erikaal 15° C kg/dm³	Leektäpp Pensky-Martenssi järgi °C	Plahvatustäpp °C	Püdelus Engler'i järgi 50° C	Tardumistäpp °C
1. Masinaõlid:					
a) Separaatorid:	0,885—0,92	185—195	—	3,5—4	—1,5
b) Värtna:	0,900	190	223	2,5	—1
c) Shell-masina	0,929—0,935	185—190	210—215	5,5—7	—15
d) Jäämasina-	0,921	163	196	3,1	—33
2. Aurusilindri-					
a) haril. aurule	0,910	290	310	4,4	—30
b) ülekuum. „	0,905—0,919	330—340	373—393	6,5—8,35 100°	3—10
3. Autoõlid:					
a) talve-	0,940	190—215	—	4,3—12	—11—-12
b) suve-	0,940—0,945	230	—	14,5-18,2	—10—-16
4. Mereõlid:					
a) merimasina	0,944	210	—	9,5	—15
b) „ silindri	0,905	280	—	4,4 (100°)	—8
c) „ diisli	0,932	224	—	6—14	—8
d) kompressor	0,926	215—220	—	5,5	0
5. Transformatori-					
a) merimasina	0,920	160	—	2,5—2,6	—
6. Generaatori-					
a) merimasina	0,898	199	221	3,65	—4
7. Õhukompres-					
a) merimasina	0,887	193	215	2,82	—4

1) kuumpea- 1—0,5, 2) bensiin- 0,5—0,7, 3) gaas- 0,7—0,9 kuumile ja 0,3—0,7 — kül- mile osile, 4) diiselmoo- torid - 0,5—0,9 grammi h- tunnis. b) *Liikuvmoo- torid*: traktori- ja auto- mootorid vajavad õli su- vel: $E_{50} = 5-12$, talvel 4-9; kulunud mootor - $E_{50} =$ kuni 16 g h- t. *Õli- kulu* arvutatakse auto- mootorile 30/0 ja trakto- rimootorile kuni 90/0 põ- letiskulust.

9. Taimeõlid	Erikaal 15° C	Tardumis- temp. °C	10. Loomarasvad	Erikaal 15° C	Sulamis- temp. °C
Kastor-	0,96—0,974	—10—-18	Oina-	0,937—0,94	47—49
Kookos-	0,925—0,938	14— 25	Veise-	0,943—0,952	40—47
Kanepi-	0,925—0,931	—27	Sea-	0,931—0,938	37—30
Linaseemne-	0,930—0,935	—15	Kondi-	0,914—0,916	21—22
Mooni-	0,924—0,927	—18	Kala-	0,922—0,94	—
Mindaal-	0,916—0,92	—10—-22	Hülge-	0,925—0,926	—
Naeri-	0,913—0,918	—0	Valaskala-	0,917—0,927	—2
Oliivi-	0,914—0,919	0—5			
Pähkli-	0,925—0,927	—27	11. Mäetõrvad	Tõrva %	Sulamist.
Palmi-	0,921—0,948	27—43	Asfalt	94—99	53—83
Puuvillaseemne-	0,922—0,928	3—4	Pruun kivitõrv	99	30—86
Päevalille-	0,920—0,936	—17	Parafiin (raf.)	0	36—62

Tsementide ja tulekindlate telliste koostis.

1. Tsementid						2. Tulekindlad tellised			
Tsemendi liik	Koostis 0/0-des					Tellise liik	Koostis 0/0-des		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃		Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO
Portlandi-	18—27	4—14	58—67	1—5	0,5-2,5	Šamott-	20—40	80—60	—
Romaani-	24—27	12—15	52—58	1—2	0,2-2	Kvarts-	2—3*)	96—97	1—1,5
Šlakk-	21—25	12—16	50—58	1,5—5	0,5-2	Magne-	MgO	1,5—5,4	2,3-3,3
Hüdril. lubi	10—20	3—8	70—85	1,5—5	0,2-1	siit-	82—84	6—10	0,15-2,2

*) Kvartsiite.

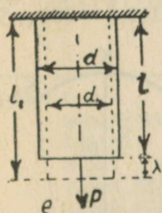
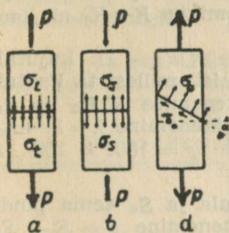
Tugevusõpetus.

I. Pinged ja tugevused.

Tugevusõpetus tegeleb elastseis kehis välistungide mõjul tekkivate pingete ja kujumuutuste suhteiga ja pinge jaotusiga. Tema võimaldab arvutamisel ja katselisel teel kindlaks määrata vajanduvad dimensioonid (mõõtmed) ehituskonstruksioonidele kui ka masinaosile, millega välditakse asjatult materjalikulu.

1. **Pinged.** Kui ühtlast prismaalset keha, pikkusega l (joon. 21, a, b), ristpinnaga S cm², tema pikitelje suunas tõmbab või surub P kg, siis tema ristpindades tekivad nn. normaal-tõmbe- või survepinged: σ_t või $\sigma_s = P : S$ kg/cm² ja põikpindades (joon. 21, d) nurga α all: 1) normaalpinged $\sigma_a = \sigma \cos^2 \alpha$ ja 2) tangentsiaalpinged $\tau_a = 1/2 \sigma \sin 2\alpha$. Kui $\alpha = 45^\circ$, siis $\tau_a = \tau_{\max} = 1/2 \sigma$.

2. **Deformatsioon.** Piki- ja ristpinged. Tõmbejõu P mõjul (joon. 21, e) keha absoluutne elastne pikene mine (dilatsioon) $\lambda = l_1 - l$, kus l_1 — pikkus tun gi mõ ju ajal; **relatiivne** pikene mine $\varepsilon = \lambda : l$. Absoluutne kokkutõmbumine $\delta = d_1 - d$ ja relatiivne — või ristisurve $\varepsilon^1 = \delta : d$ pikene mistegur $\pm \alpha = \varepsilon : \sigma$ cm²/kg. Joungi- ehk normaalelastsusmoodul $E = 1 : \alpha$, ta näitab, kui suur koormis (kg) tuleb rakendada varvale ristipinnaga 1 mm², et absoluutne pikene mine võrduks algpikkusega s. o. $\lambda = l$.



Joon. 21.

3. **Hooke'i** (loe huugi) seadus: $\sigma = E\varepsilon$ või $\varepsilon = \sigma : E$ või $\lambda = \sigma l : E = Pl : ES$. Korrutis ES on kindla keha jäikus tõmbel või survel.

4. **Poisson'i** (loe puassoni) seadus: suhteline ristdeformatsioon (peenene mine või jämene mine) on võrdeline vastasmärgiga suhtelise piki-deformatsiooniga (pikene mine või lühenemisega) s. o. $\varepsilon^1 = -\mu\varepsilon$, kus μ on nn. **puassoni-egur**; tema pöördsuurus $1 : \mu$ nimetatakse **puassoni-arvuks**. Poissoni-egureid ja -arve vt. lk. 101.

Suurimat sisepinget, millel materjal 1) katkeb tõmbel, nimetatakse tõmbetugevuseks σ_t , 2) puruneb survel — survetugevuseks σ_s . Neid pingeid tekitavaid jõude tähistatakse vastavalt K_t ja K_s , järelikult $K_t = \sigma_t$ ja $K_s = \sigma_s$, kuid vastasmärgiga.

5. **Nihke-deformatsioon.** Kui risttahukas (joon. 22) jõu P mõjul nihkub, siis absoluutne nihe on $s = CC_1 = DD_1$; **relatiivne nihe** $= s : l = \tan \gamma$; väikesil deformatsioonel $\tan \gamma = \gamma$, kus γ — nihkenurk, järelikult $\gamma = s : l$, nihketegur $\beta = \gamma : \tau$. **Tangentsiaal- (lõike-) elastsusmoodul** $G = 1 : \beta$ ehk $\tau = G\gamma$ või $\gamma = \tau : G$. Suurimat sise pinget, millel materjal katkeb, nimetatakse lõiketugevuseks, tähistatakse τ_1 , välistungi tähistatakse K_l . Olenevus E, G ja μ vahel: $G = E : 2(1 + \mu) = mE : 2(m+1)$.

6. **Materjalide mehaanilisi iseloomustusi.** Joon. 23 on esitatud plastilise materjali (pehmeteras, vask jt.) pikene misdiagramm, kus ordinaatteljel on märgitud tõmbe jõud P ja abstsissiteljel vastavalt tema absoluut-

sed pikenemised λ . Täpp A_p tähistab proportsionaalsus-, A_e vetruvus-, A_o - voolavus-, K - tugevus- ja K_a - katkemispiiri;

a) **Proportsionaalspiir** (σ_p) on suurim pinge, milleni pikenemine toimub Hooke'i seaduse järgi: $\sigma_p = P_p : S$.

b) **Vetruvus- (elastsus-) piir** (σ_e) on pinge, mille ületamine tekitab kehas jääva kujumuute, vastav pinge $\sigma_e = P_e : S$, mis praktiliselt on see pinge, mille juures lõppdeformatsioon moodustab 0,03—0,01%, keskmiselt 0,02% algpikkusest. Mainitud piirini temperatuur alaneb, pärast seda hakkab tõusma. Täpid A_p ja A_e peaaegu ühtuvad ja seega on ülalmainitud piirid ligikaudu ühesugused.

c) **Voolavuspiir** σ_v on pinge, mille mõjul materjal hakkab venima (voolama) peaaegu jääval tõmbepingel $\sigma_v = P_v : S$.

d) **Tugevuspiir** ehk tõmbetugevus (σ_t), millele vastab diagrammil täpp K , on maksimaalse tõmbepiiri P_{max} suhe algpikkuse, s. o. $\sigma_t = P_{max} : S$. Täpp K -ni keha pikeneb ja peeneneb ühtlaselt täiel pikkusel; pärast seda ta mingisugusel kohal peeneneb rohkem kui mujal: tekib nn. kael ja mõne aja pärast katkeb, kusjuures vahemikus $K-K_a$ -ni jõud väheneb kuni katkemiseni.

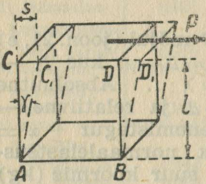
e) **Pikenemine**. Joon. 23 $OK_1 = \lambda_1$ kujutab keha kogu absoluutset pikenemist, millest ta kaotab katkemismomendil elastse pikenemise $K_1K_2 = \lambda_o$ ja järele jääb absoluutne jäävpikenemine $\lambda = \lambda_1 - \lambda_o$.

Relatiivne jäävpikenemine $\varepsilon = \lambda : l$ või protsentes $\varphi = 100\varepsilon = 100\lambda : l$, mis on materjali sitkuse määr.

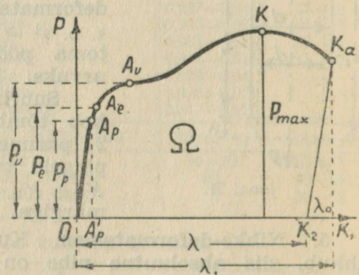
f) **Peenenemine**. Kui S on katsekeha algpindala ja S_k tema pindala katkemise kohal (kaelas), siis absoluutne peenenemine $\zeta = S - S_k$ ja relatiivne peenenemine $\varepsilon_q = \zeta : S$ või protsentes $\varphi = 100\varepsilon_q = 100\zeta : S$.

i) **Elastsusjõudude** (deformatsiooni) eritöö. Diagrammi pindala Ω (joon. 23) kujutab graafiliselt kogu deformatsioonitööd. Katsekeha, mille $V = Sl$, töö (A) 1 cm³ kohta: $A = \Omega : Sl = \eta P_{max} \lambda : Sl = \eta \sigma_t \varepsilon$ kgcm/cm³ või kgm/cm³, kus η nn. **täitetegur**, mis terasele, vasele ja pronksile = = 0,6—0,8.

k) **Väsimuspiir** (σ_w). Kui materjalile mõjuvad teatud ajavahemikel vahelduvad pinged, siis võib ta mõne aja pärast puruneda enne tugevus- ja mõnikord isegi enne elastsuspiiri; seda nähtust nimetatakse **materjali väsimuseks**. Äärmist pinget, millel materjal ei purune väga suure arvu vahelduvate koormiste puhul, nimetatakse **väsimuspiiriks** või **töötamis-tugevuseks** ja tähistatakse σ_w . Terasel see piir määratakse kaunis täpselt, kui katsupinged on vaheldunud 6—10 miljoni korda, värvilisel metal-
tel 20—100 miljoni korda. Terase $\sigma_w = 0,4—0,55\sigma_t$, väände $\sigma_w = 0,5\sigma_w$. Väsimuspiirid on toodud tab. lk. 101.



Joon. 22.



Joon. 23.

Ameerikas erikomisjon määras kindlaks normaaltöötamisajad masinaosile ja ehituskonstruksioonele.

Mõningaid neist:

Aurturbiini võllid peale	15.10 ⁹	pöörde
Aurmootori väntla sõrmed peale	10 ⁹	tsükli
Aurmootori kepsu sõrmed peale	120.10 ⁶	"
Aeromootori kepsu sõrmed peale	18.10 ⁶	"
Raudteesillad (sõidukohad)	2.10 ⁶	tõuke
Raudtee-alussõrestikud (sõidukohad)	40.10 ⁶	"
Raudteerööpad (sõidukohad)	15.10 ⁶	"
Vaguniteljed (sõiduk.)	50.10 ⁶	pöörde
Veduriteljed	400.10 ⁶	"
Transmissioonivõll.	360.10 ⁶	"

Puassoni tegureid ja -arve.
(Keskmised suurused.)

Materjal	μ	$\frac{1}{\mu}$
1. Teras	0,3	3,33
2. Malm	0,269	3,72
3. Messing	0,374	2,67
4. Vask	0,327	3,06
5. Pronks	0,323	3,1
6. Alumiinium	0,363	2,75
7. Tsink	0,205	4,88
8. Plii	0,428	2,34
9. Liivakivi	<0,1	>10
10. Parafiin	0,5	2,0
11. Klaas	0,245	4,08
12. Betoon	0,167	6,0

Näiteks: Mitu aastat võib pidevalt töötada aurturbiinivõll, mis teeb 3000 pööret minutis? Võll teeb päevas 3000.60.24 = 432.10⁴ pööret. 15.10⁹ : 432.10⁴ = 15.10⁵ : 432 = 3600 p. = ~10 aastat.

1. Vajanduvamate metallide elastsusmooduleid ja tugevusi.

Metallid	Elastsusmoodulid		Elastsuspiir (kg/cm ²)	Tugevus	
	Tõmbele ja survele $E = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$	Lõikele $G = \frac{1}{\beta} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$		tõmbe- K_t (kg/cm ²)	surve- K_s (kg/cm ²)
Teras, tao	20000	7850	1500	3600	3200
„ sepa- (poldid ja kruvid)	20000	7700	1400	3500—4000	
„ sepa- (kard)	20000	7700	1400	3300—4000	
„ valat., Stg 38.81	21500	8340	2000	3800	
„ valat., Stg 60.81	22000	8500	3000	5500—6000	
„ vedru	22000	8400	5000	12000—15500	
„ nikkel	21000	8400	—	5000—8000	
„ kroomnikkel-	21000	8400	—	6000—20000	
„ valu	21500	8340	2000	2000	
Malm, hall	9500	4000	650	1200	6500
Vask	12580	4560	1200	2500	4000
Messing	10960	3730	480	1200	1100
Pronks	9000	—	—	4000—5000	
Fosforpronks	10000	3600	—	—	
Deltametall	9000	3600	—	4000—7000	
Alumiinium (val.)	6750	2600	—	900—1000	
Tina	4000	—	—	350	
Tsink	8720	—	250	550	
Plii	500	—	40	130	480

Paljudele metallidele $K_s = K_t$. $K_l = \mu' K_t$, kus μ' malmile = 1,1 (keskm.), taoterasele = 0,78—0,82, teraskarrale piki = 0,87, põiki = 0,84, valatud terasele = 0,84—0,87. $K_v = 0,75 K_t$. $K_p = K_t$. Metallide tugevus oleneb temperatuurist: kõrgematel temp. väheneb tugevus, nii näit. on valatud terase K_t 20° C juures 3800, 500° C juures 1900 ja 1000° C juures 575.

2. Traatide ja veorihmade tugevusi		3. Tähtsamate puidusortide tugevusi					
Traatide materjal	K_t (kg/cm ²)	Puidusordid	Elastusmoodul E (kg/cm ²)	Tugevused (kg/cm ²)			
				Tõmbe- K_t	Surve- K_s	Painde- K_p	Lõike- K_l
Alumiinium	2300—2700	Akaatsia . .	1500	{ 1175 1890	{ 740 800	1080	—
" -pronks	6500	Tamm . .	1140	{ 500 1390	{ 345 420	700	75
Messing . .	5000—6100	Pöökpuu . .	1800	1340	430	670	85
Plii (köva)	220	Saarepuu . .	1440	1600	480	1151	—
Pronks . . .	4600—7100	" Ameerika	1500	1350	400	800	—
Teras	5600—7000	Mänd:					
Tiigelteras .	9000—19000	Saksamaa	920	750	245	420	45
Tsink	1900	Eesti . .	1250	820	340—430	520	—
Vask	4000	Kuus	1500	{ 600 1450	{ 300 520	730	40
Nahkrihm	250—450						
Kanepköis	1200—1350						

4. Kivide ja segude tugevusi.

Materjal	K_s kg/cm ²	Materjal	K_s kg/cm ²	Materjal	K_s kg/cm ²	
1) Kivi:		2) Segu:		Tsem. liiv: kivi		
Graniit . . .	800—2000	Tsem. s. 1 : 3	200—450	1 : 2 : 4	200	} Võivid, toed, katted
Paas	400—1800	Lubjasegu .	15	1 : 3 : 4	160	
Kruusabet. .	60—400	3) Müür:		1 : 3 : 6	140	} Vunda- mendid
Klinker . . .	250—1000	Klinker. ts. s. 1:3	250—300	1 : 4 : 8	120	
Tellis I s. .	150—250	Tellis I s. 1 : 3	120—140	1 : 3 : 1	180	} Raud- betoon
" II s. . . .	100—150	Murdkivist I s.	80—130	1 : 4 :	150	

Märkimeid: 1. Müüri, segu ja betooni tugevused on maksvad peale 28-päevalist kivistumist. 2. Ts. s. tähistab tsemendi- ja l. s. lubjasegu.

II. Lubatud pinged.

Ehituskonstruksioones ja mehhanismes lubatud pingete (k) valiku aluseks võetakse kas volavuspriir, σ_v , tõmbetugevus σ_t või väsimuspriir σ_w , olene-des materjali liigist (plastiline või habras-) ja mõjuvate jõudude iseloomust (staatiline või dünaamiline koormis). **Staatiline koormis.** Lihttõmbel või -survel lubatud pinged plastilisil materjalele k_t ja $k_s = \sigma_v : n$ ja haprail k_t ja $k_s = \sigma_t : n$, kus n on tagatistegur või julgeolekutegur, mis ehitiste puhul = 2 (ehitusterasele), malmile, betoonile, kivele ja puidule $n = 4$ kuni 8. **Dünaamiline koormis.** Muutlikel koormisil lubatud pinged k_t ja $k_s = \sigma_w : n = 3-4$. Tab. on toodud masinaehitusel lubatud pinged Bachi järgi mis varemalt oli masinaehituse arvestamisaluseks. Praegusajal lubatud pingete valikul peetakse silmas mitsmesuguseid tegureid: arvestamistäpsuse astet, materjalide tehnoloogilisi iseärasusi ja sorte, koormise iseloomu ja masina töötingimusi.

1. Lubatud pinged (kg/cm²) masinaehitusel Bach'i järgi.

Koorimisviis		Valatud raud	Valatud teras	Terasevalu	Malm	Fosforpronks	
Tõmme <i>k_t</i>	I	900—1200	1200—1500	600—900	300	750	
	II	600—800	800—1000	400—600	200	500	
	III	300—400	400—500	200—300	100	250	
Surve <i>k_s</i>	I	900—1200	1200—1500	900—1200	900	—	
	II	600—800	800—1000	600—900	600	—	
Paine <i>k_p</i>	I	900—1200	1200—1500	750—1050	□ 510	○ 615	750
	II	600—800	800—1000	500—700	340	410	500
	III	300—400	400—500	250—350	170	205	250
Vääne <i>k_v</i>	I	600—840	900—1200	480—840	—	—	300
	II	400—560	600—800	320—560	—	—	200
	III	200—280	300—400	160—280	—	—	100
Lõige <i>k_l</i>	I	720—960	960—1200	480—840	300	—	
	II	480—640	640—800	320—560	200	—	
	III	240—320	320—400	160—280	100	—	

I tähendab lubatud pinget alatisel koorimisel, II — muutlikul koorimisel (0 kuni kindla suuruseni) ja III — muutlikul koorimisel (tõmbest surveni ja ümberpöörduvalt).

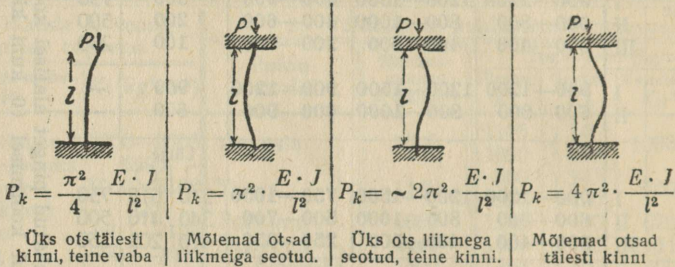
2. Ehitustehnikas lubatud pinged (kg/cm²).

Materjal	<i>k_t</i>	<i>k_s</i>	<i>k_p</i>	<i>k_t</i>	Müüritis	Müürides <i>k_s</i> (kg/cm ²) segud 28 päeva pärast		
						lubja- 1:3	sega- 1:2:8	tsement. 1:3
Valatud talateras	1200	1200	1200	1000	Klinkreist Tellistest I s. Tellistest II s. Silikaatkivest Paekivest Põllukivest Vundamendi müüritis: 1) tampimata betoonist <i>k_s</i> = 6—8 (kg/cm ²), 2) tambitud <i>k_s</i> = 10—15 (kg/cm ²). Hea ehituspõhi <i>k_s</i> = 3—5 (kg/cm ²). Graniidi <i>k_s</i> = 25—60 (kg/cm ²); liivakivi 15—30 ja paekivi 20—30 (kg/cm ²).	—	—	20—30
Valat. teras kolonnidele ja tugedele	1200	1200	1200	1000		—	—	—
Sepateras	750—1000	—	—	700		10	14	—
Terastraat	1200	—	—	—		7	—	—
Malm kolonnidele	—	500	250	200		10	14	—
„ tugedele	—	1000	—	—		10	14	20
Fassongterase valu	—	—	1200	—		5	7	—
Taotud teras	1400	1400	1400	—		—	—	—
Tsinklehed	200	200	150	—		—	—	—
Tamm ja pöökpuu	100	80	100	15		—	—	—
Mänd	100	60	100	10	—	—	—	
Kuusk	60	50	—	—	—	—	—	
Jalakas	100	66	—	—	—	—	—	

III. Arvutusvõrrandid.

1. Tõmme (tõmbvarvad, ketid, köied, poldid, sõrestiku ripptoad jm.) Ristpinnaga *S* (cm²) varva ohuta koorimis $P = Sk_t$, siit $S = P : k_t$ ja $k_t = P : S$.
 2. Surve (vundamendid, postid, sambad, kandejalad, kepsud jm.) $P = Sk_s$ jne. Muutliku ristpinna puhul määratakse *P* väikseima ristpinna järgi. 3. Nihe (lõige) needivarvad, kolvisõrmed, vedrupoldid jm.) $P = Sk_l$.

4. Nõtk (sambad, postid, kepsud, väntlad jm.). Kui suruda prussi, mille pikkus on suur võrreldes tema ristpinnaga, siis teda peab arvestama ka nõtketugevusele. Tähistagu l prussi pikkust (cm), E — elastusmoodulit (kg/cm²), J — kardetava löike väikesimat inertsmomenti (cm⁴), P_k — piirkoormat nõtkel, siis (Euler'i järgi) on maksvad järgmised valemid:



Lubatud koormis $P = P_k : S$, peale selle $P \leq S k_s$, kus S kardetav löikepind. Hodgkinson'i järgi võib ette tulla malmist samba murdumine, kui $l : d < 15$; purustumine, kui $l : d < 15$. Malmist sammaste kandvuse väljaarvamisel praktiliseks otstarbeks on kohasem järgmine viis: Tähistagu d samba läbimõõtu, l pikkust, P koormist ja s seinapaksust, siis on $sd^3 = P l^2 : 80\,000$ alt kinnitamata sammastele, kui nad kannavad koormist vabalt, ja $sd^3 = P l^2 : 20\,000$, kui sammas alt on kinni müüritud.

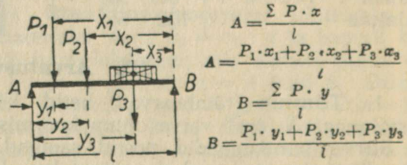
Näide: 4,2 m pikkune kinnitamata malmist sammas, mille $s = 3$ cm, 3500 kg koormisel peab olema järgmise läbimõõduga: $sd^3 = 3500 \cdot 420^2 : 80\,000 = 3500 \cdot 176\,400 : 80\,000 = 35 \cdot 1764 : 8 = 7717,5$; $d^3 = 7717,5 : s$ ja et $s = 3$ cm, siis $d^3 = 7717,5 : 3 = 2572,5$ ja $d = 13,6$ cm.

5. Vääne (keere). Kui prussile, mille pikkus l , mõjub jõududepaar risti tema teljega ja väändemomendi M_v mõjul kaks 1 cm kaugusel asuvat ristpinda pööratakse teineteise suhtes ϑ nurga võrra, siis terve prussi väände- või keerdenurk $\psi = l \vartheta$ (radiaani) või $\psi = 360 \vartheta : 2\pi$ (kraad).

Mõne pinna väändemoment M_v ja väändernurk ϑ :

1. Ringipinna: $M_v = \frac{1}{16} \pi d^3 k_v = \sim 0,2 d^3 k_v$; $k_v = 16 M_v : \pi d^3$; $\vartheta = 32 M_v : \pi d^4 G = M_v : 0,1 d^4 G$. 2. Ringrõngapinna: $M_v = \frac{1}{16} \pi (D^4 - d^4) k_v : D$; $k_v = 16 D M_v : \pi (D^4 - d^4)$; $\vartheta = 32 M_v : \pi (D^4 - d^4) G$. 3. Ristküliku pinna: $M_v = \frac{2}{9} b^2 h k_v$, ($h > b$); $k_v = 4,5 M_v : b^2 h$; $\vartheta = 3,6 M_v (b^2 + h^2) : G b^3 h^3$. 4. Ruudupinna: $M_v = \frac{2}{9} a^3 k_v$; $k_v = 4,5 M_v : a^3$; $\vartheta = 7,2 M_v : a^4 G$. 5. Ellipsi $M_v = \frac{1}{16} \pi b^2 h k_v$, kus h suurem- ja b väiksem telg; G — tang. — elastusmoodul.

6. Paine (talad, teljed, võllid jm.). 1) Kui kahel toel A ja B (joon. 1) asetsevatele talale mõjuvad jõud P_1, P_2 ja P_3 , siis saame järgmised valemid, kus A ja B on tugede reaktsioonid ja Σ jõudude summa. Kui talale mõjub üks jõud, siis $A = P x : l$ ja $B = P y : l$. Näide: kui $P = 3000$ (kg), $l = 5$ m, $x = 2$ m ja $y = 3$ m, siis $A = 3000 \cdot 200 : 500 = 1200$ (kg); $B = 3000 \cdot 300 : 500 = 1800$ (kg); reaktsioonide summa $A + B = 1200 + 1800 = 3000$ (kg) = P .



Joon. 1.

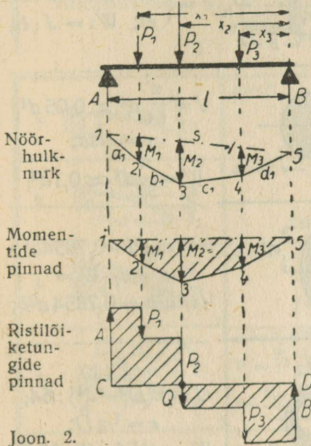
2) Paindemoment M_p on kõikide jõudude momentide summa, $M_{p,max} = W \cdot k_p$, kus W on vastupanumoment.

3) Ülesanne: Talale AB (joon. 2), pikkusega $l=12$ m mõjuvad jõud: $P_1 = 200$ kg, kaugusel B -st $x_1 = 10$ m, $P_2 = 465$ kg, $x_2 = 7,5$ m ja $P_3 = 230$ kg, $x_3 = 3,3$ m. Leida graafiliselt A, B ja $M_{p,max}$ ja kardet. ristpind.

Lahendus. Joonestame

tala mastapis 1:500 ja jõud mastapis 1 mm — 50 (kg). Vabalt võetud täpist O (poolus) tõmbame kiired a, b, c ja d , saame jõudude hulknurga. Täpist 1 tõmbame $a_1 \parallel a$, tp. 2 $b_1 \parallel b$, tp. 3 $c_1 \parallel c$ ja tp. 4 $d_1 \parallel d$; täpid 1 ja 5 ühendame sulgejoonega s ja, tõm-

mates poolusest O $s_1 \parallel s$, leiame tugisurveid A ja B , murdjoon $a_1 b_1 c_1 d_1$ nimet. nõõrhulknurgaks. Asetades sulgjoone horisontaalselt, saame momendite pinna, kus $M_2 = M_{p,max}$. Ristlõikejõudude pinnad saame, kui horisontaalsel sulgjoonel CD konstrueerime jõududele A, P_1, P_2, P_3 ja B ristküülikud (joonis 2). Kardetavaim ristpind asub kohal, kus ristlõikejõud = 0, s. o. täpp Q sirgel CD .

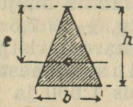


Joon. 2.

Ümar- ja ruutlõigete inerts- ja vastupanumomendid.
 Tasapinna inertsmoment $I_x = \sum y^2$ (X -telje suhtes) ja $I_y = \sum x^2$ (Y -telje suhtes). Vastupanumoment $W = I : e$, kus e äärmise kiu kaugus.

d	Läbimõõt või ruudukülg		Ümarlõigete momendid		Ruutlõigete momendid	
	$I = \frac{\pi d^4}{64}$	$W = \frac{\pi d^3}{32}$	$I = \frac{d^4}{12}$	$W = \frac{d^3}{6}$		
1	0,049	0,0982	0,0833	0,1667		
2	0,785	0,7854	1,3333	1,3333		
3	3,976	2,651	6,7500	4,5000		
4	12,57	6,283	21,333	10,667		
5	30,68	12,27	52,083	20,833		
6	63,62	21,21	108,00	36,000		
7	117,90	33,67	200,08	57,167		
8	201,10	50,27	341,33	85,333		
9	322,10	71,57	546,75	121,50		
10	490,90	98,17	833,33	166,67		
11	718,70	130,7	1220,1	221,83		
12	1018,00	169,6	1728,0	288,00		
13	1402,00	215,7	2380,1	366,17		
14	1886	269,4	3201,3	457,33		
15	2485	331,3	4218,8	562,50		
16	3217	402,1	5461,3	682,67		
17	4100	482,3	6960,1	818,83		
18	5153	572,6	8748,0	972,00		
19	6397	673,4	10860	1143,2		
20	7854	786,4	13333	1333,3		
21	9547	909,2	16207	1543,5		
22	11499	1045	19521	1774,7		
23	13737	1194	23320	2027,8		
24	16286	1357	27648	2304,0		
25	19175	1534	32552	2604,2		
26	22432	1726	38081	2929,3		
27	26087	1932	44287	3280,5		
28	30172	2155	51221	3658,7		
29	34719	2394	58940	4064,8		
30	39761	2651	67500	4500,0		

Mõne läbilõikevormi inerts- ja vastupanumomendid.



$$J = 1/36bh^3;$$

$$e = 2/3h;$$

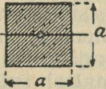
$$W = 1/24bh^2;$$



$$J = 1/12bh^3;$$

$$e = 1/2h;$$

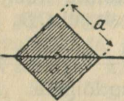
$$W = 1/6bh^2;$$



$$J = 1/12a^4;$$

$$e = 1/2a;$$

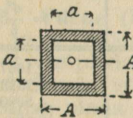
$$W = 1/6a^3;$$



$$J = 1/12a^4;$$

$$e = 1/2a\sqrt{2};$$

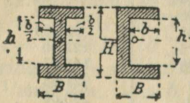
$$W = 1/12a^3\sqrt{2};$$



$$J = 1/12(A^4 - a^4);$$

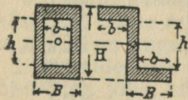
$$e = 1/2A;$$

$$W = (A^4 - a^4) : 6A;$$

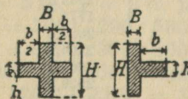


$$J = 1/12(BH^3 - bh^3);$$

$$e = 1/2H;$$



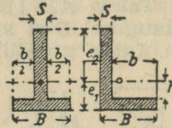
$$W = \frac{(BH^3 - bh^3)}{6H}$$



$$J = 1/12(BH^3 + bh^3);$$

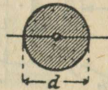
$$e = 1/2H;$$

$$W = \frac{(BH^3 + bh^3)}{6H}$$



$$J = 1/3(se_2^3 + Be_1^3 - bh^3)$$

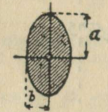
$$e = \begin{cases} e_2; & W_2 = J : l_2; \\ e_1; & W_1 = J : l_1; \end{cases}$$



$$J = \frac{\pi}{64}d^4 \approx 0,05d^4;$$

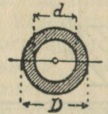
$$e = 1/2d;$$

$$W = \frac{\pi}{32}d^3 \approx 0,1d^3;$$



$$J = 1/4\pi a^3b = 0,7854a^3b$$

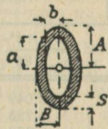
$$e = a; \quad W = 1/4\pi a^2b = 0,7854a^2b;$$



$$J = \pi(D^4 - d^4) : 64;$$

$$e = 1/2D;$$

$$W = \pi(D^4 - d^4) : 32D;$$

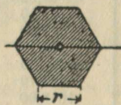


$$J = \frac{\pi}{4}(A^3B - a^3b)$$

$$\approx \frac{\pi}{4}A^2(A + 3B)s;$$

$$e = A;$$

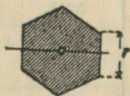
$$W \approx \frac{\pi}{4}A(A + 3B)s;$$



$$J = 0,5413r^4;$$

$$e = 1/2r\sqrt{3};$$

$$W = 0,625r^3;$$



$$J = 0,5413r^4;$$

$$e = r;$$

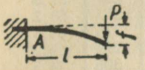
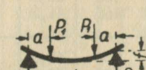
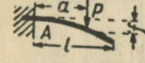
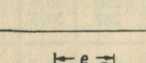
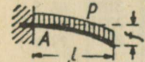
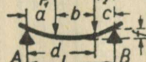
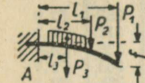
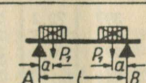
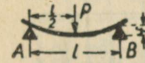

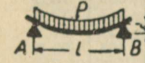
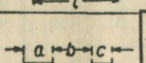
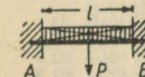
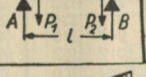
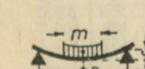
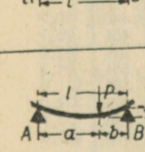
$$W = 0,5413r^3;$$

Poolringi pindala

$$J = 0,1098r^4; \quad e_1 = 0,5756r; \quad e_2 = 0,4244r;$$

$$W_1 = 0,1908r^3; \quad W_2 = 0,2587r^3.$$

Tähtsamaid ühtlase tala paindekoormisviiside tugisurved, vastupanumomendid ja paindekõrgused.

Koormisviisid	Tugisurved (reaktsioonid) A ja B , W — vastupanumoment, f — paindekõrgus	Koormisviisid	Tugisurved (reaktsioonid) A ja B , W — vastupanumoment, f — paindekõrgus
1. 	$A = P$ $W = \frac{P \cdot l}{\sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot l^3}{3 E \cdot J}$	10. 	$A = B = P/2$ $P = 2P_1; P_1 = \frac{P}{2}$ $W = \frac{P_1 \cdot a}{\sigma_b}$ $f = \frac{2 P_1 \cdot a^2 \cdot (-a)^2}{3 E \cdot J \cdot l}$
2. 	$A = P$ $W = \frac{P \cdot a}{\sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot a^3}{3 E \cdot J}$	11. 	$A = \frac{P_1 \cdot e + P_2 \cdot c}{l}$ $W_1 = \frac{A \cdot a}{\sigma_b}$ $B = \frac{P_1 \cdot a + P_2 \cdot d}{l}$ $W_2 = \frac{B \cdot c}{\sigma_b}$ $f = \frac{P_1 \cdot a^2 \cdot e^2 + P_2 \cdot c^2 \cdot d^2}{3 E \cdot J \cdot l}$
3. 	$A = P$ $W = \frac{P \cdot l}{2 \sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot l^3}{8 E \cdot J}$	12. 	$A = B = P_1$ $W = \frac{P_1 \cdot a}{\sigma_b}$
4. 	$A = P_1 + P_2 + P_3$ $W = \frac{P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 + P_3 \cdot l_3}{\sigma_b}$ $f = \frac{P_1 \cdot l_1^3 + P_2 \cdot l_2^3 + P_3 \cdot l_3^3}{3 E \cdot J}$	13. 	$A = B = \frac{P}{2} + P_1$ $W = \frac{P \cdot l + 8 P_1 \cdot a}{8 \cdot \sigma_b}$
5. 	$A = B = \frac{P}{2}$ $W = \frac{P \cdot l}{4 \sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot l^3}{48 E \cdot J}$	14. 	$A = \frac{P_1 \cdot (0,5a + b + c) + P_2 \cdot 0,5c}{l}$ $B = \frac{P_1 \cdot 0,5a + P_2 \cdot (a + b + 0,5c)}{l}$ $W_1 = \frac{A \cdot a}{2 \cdot P_1 \sigma_b}$ $W_2 = \frac{B_2 \cdot c}{2 \cdot P_2 \cdot \sigma_b}$
6. 	$A = B = \frac{P}{2}$ $W = \frac{P \cdot l}{8 \sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot l^3}{77 E \cdot J}$	15. 	$A = B = \frac{P}{2}$ $W = \frac{P \cdot l}{8 \cdot k_b}$
7. 	$A = B = \frac{P}{2}$ $W = \frac{P \cdot l}{12 \sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot l^3}{384 E \cdot J}$	16. 	$A = P_1 \cdot \frac{2l + a}{2l}$ $B = P_1 \cdot \frac{2l - a}{2l}$ $P = 2 P_1$ $M_{max} = \frac{P_1}{8l} \cdot (2l - a)^2$
8. 	$A = B = \frac{P}{2}$ $W = \frac{P \cdot (2l - m)}{8 \cdot \sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot l^3}{(48 + \frac{29m}{l}) \cdot E \cdot J}$	16. Kraana vanker a — alatine, x — muutlik suurus	
9. 	$A = \frac{P \cdot b}{l}$; $B = \frac{P \cdot a}{l}$ $W = \frac{P \cdot a \cdot b}{l \cdot \sigma_b}$ $f = \frac{P \cdot a^2 \cdot b^3}{3 E \cdot J \cdot l}$		

Märkmeid: 1. Valemeis lugeda ja kirjutada σ_b ja k_b asemel k_p .
 2. Suurima paindemomendi saame, kui valemeis $M_{pmax} = Wk_k$, W asendame tabelis antud väärtustega, näit. 5. paindekoormisviisil $M_{pmax} = 1/4 k_p P l$; $k_p = 1/4 P l$ jne. 3. Kõik pikkused on antud cm, jõud kg-des.



7. Torude (kolonnide) inerts- ja vastupanu-
momendid.

<i>D</i>	δ	<i>S</i>	<i>J</i>	<i>W</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	δ	<i>S</i>	<i>J</i>	<i>W</i>	<i>G</i>	
mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	
80	10	22,0	137	34,2	16,0	160	14	64,2	1727	216	46,5	
	12	25,6	153	38,2	18,6		16	72,4	1899	237	52,5	
	14	29,0	165	41,2	21,0		18	80,3	2056	257	58,2	
90	10	25,1	204	45,3	18,2		20	88,0	2200	275	63,8	
	12	29,4	229	50,9	21,3		22	95,4	2329	291	69,2	
	14	33,4	250	55,6	24,2		24	103	2445	306	74,3	
	16	37,2	267	59,3	27,0		170	14	68,6	2104	244	49,7
100	10	28,3	291	58,2	20,5			16	77,4	2320	273	56,1
	12	33,2	327	65,4	24,1			18	85,9	2517	296	62,4
	14	37,8	359	71,8	27,4			20	94,3	2699	318	68,3
	16	42,2	385	77,0	30,6	22		102	2863	337	74,2	
18	46,4	409	81,8	33,6	24	110	3013	354	79,8			
110	10	31,4	397	72,2	22,8	180	14	73,0	2534	282	52,9	
	12	36,9	450	81,8	26,8		16	82,4	2798	311	59,7	
	14	42,2	497	90,4	30,6		18	91,6	3042	338	66,4	
	16	47,3	537	97,6	34,2		20	101	3268	363	72,9	
18	52,0	572	104	37,7	22		109	3475	386	79,2		
24					24		118	3663	407	85,3		
120	10	34,6	527	87,8	25,1	190	14	77,4	3017	318	56,1	
	12	40,7	601	100	29,5		16	87,5	3338	351	63,4	
	14	46,6	666	111	33,8		18	97,3	3636	383	70,5	
	16	52,3	724	121	37,9		20	107	3914	413	77,4	
	18	57,7	773	129	41,8		22	116	4168	439	84,2	
20	62,8	817	136	45,5	24		125	4401	463	90,8		
130	10	37,7	683	105	27,3		200	16	92,5	3944	394	67,1
	12	44,5	782	120	32,3	18		103	4303	430	74,6	
	14	51,0	871	134	37,0	20		113	4638	464	82,0	
	16	57,3	949	146	41,5	22		123	4948	495	89,2	
	18	62,3	1019	157	45,9	24		133	5244	534	96,2	
20	69,1	1080	166	50,1	26	142		5499	556	103,0		
140	12	48,3	997	142	35,0	28		151	5743	574	109,7	
	14	55,4	1114	159	40,2	30		160	5968	597	116,1	
	16	62,3	1218	174	45,2	210		16	97,5	4619	440	70,7
	18	68,9	1311	187	50,0		18	109	5047	481	78,7	
	20	75,4	1395	199	54,7		20	119	5448	519	86,6	
150	12	52,0	1248	166	37,7		22	130	5819	554	94,2	
	14	59,8	1347	180	43,4		24	140	6166	587	101,6	
	16	67,4	1534	205	48,9		26	150	6488	618	109,0	
	18	74,7	1656	221	54,1		28	160	6786	646	116,1	
	20	81,7	1766	235	59,2	30	170	7062	673	123,0		
22	88,6	1866	249	64,2								
24	95,0	1955	261	68,9								

Tabelis antud *G* (kg/m) on siledate malm-torude (kolonnide) kaal, kus 1 m³ malmi kaal on arvatud 7250 kg. Raud-, valatud raud- ja valatud terastorude puhul korrutada tabeli andmeid vastavalt 1,076-, 1,083- ja 1,084-ga.

<i>D</i>	δ	<i>S</i>	<i>J</i>	<i>W</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	δ	<i>S</i>	<i>J</i>	<i>W</i>	<i>G</i>	
mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	
220	16	103	5342	486	74,3	290	18	154	14289	986	111,5	
	18	114	5873	534	82,8		22	185	16743	1155	134,3	
	20	126	6346	577	91,1		26	216	18970	1308	156,3	
	22	137	6839	622	99,2		30	245	20983	1447	177,6	
	24	148	7203	655	107,2		34	273	22798	1573	198,2	
	26	158	7589	690	114,9							
	28	169	7949	723	122,5							
230	30	179	8282	753	129,8	300	20	176	17330	1155	127,5	
	16	109	6207	540	78,0		24	208	19966	1331	150,9	
	18	120	6630	577	86,9		28	239	22363	1491	173,5	
	20	132	7341	638	95,6		32	269	24535	1636	195,3	
	22	144	7862	684	104,3		36	299	26479	1765	216,5	
	24	155	8351	726	112,6		40	327	28262	1884	236,9	
	26	167	8809	766	120,8							
240	28	178	9238	803	128,8	320	20	188	21302	1331	136,7	
	30	189	9637	838	136,7		24	223	24558	1535	161,8	
	18	126	7785	649	91,0		28	257	27580	1724	186,3	
	20	138	8434	703	100,2		32	290	30390	1900	209,9	
	22	151	9042	753	109,3		36	321	32905	2057	232,9	
	24	163	9546	796	118,1		40	352	35186	2199	255,1	
	26	175	10154	846	126,7							
250	28	186	10659	888	135,2	340	20	201	25838	1520	145,8	
	30	198	11133	928	143,5		24	239	29912	1759	172,8	
	18	131	8880	710	95,1		28	274	33665	1980	198,9	
	22	158	10334	827	114,3		32	310	37115	2183	224,5	
	26	183	11633	931	132,7		36	344	40277	2369	249,3	
	30	207	12778	1022	150,3		40	377	43165	2539	273,3	
	34	231	13790	1103	167,3							
260	18	137	10073	775	99,2	360	20	214	30977	1721	154,9	
	22	164	11746	904	119,3		24	253	35935	1996	183,6	
	26	191	13243	1019	138,5		28	292	40526	2251	211,7	
	30	217	14577	1121	157,2		32	330	44773	2497	239,0	
	34	241	15691	1207	175,0		36	366	48680	2704	265,6	
	18	137	10073	775	99,2		40	402	52276	2904	291,5	
	22	164	11746	904	119,3		44	437	55582	3088	316,7	
270	26	191	13243	1019	138,5	380	20	226	36756	1935	164,0	
	30	217	14577	1121	157,2		24	270	42718	2248	194,6	
	34	241	15691	1207	175,0		28	308	48262	2540	224,5	
	18	143	11369	842	103,3		32	346	53400	2811	253,6	
	22	171	13286	984	124,3		36	383	58379	3073	282,1	
	26	199	15000	1111	144,5		40	418	62593	3294	309,8	
	30	226	16539	1225	164,0		44	453	66671	3509	336,8	
280	34	252	17914	1327	182,8	400	20	239	43210	2160	173,1	
	18	148	12774	912	107,4		24	294	50306	2515	205,5	
	22	178	14947	1068	129,3		28	336	56917	2846	237,2	
	26	207	16909	1208	150,4		32	370	63103	3156	268,3	
	30	236	18674	1334	170,8		36	412	68852	3443	298,5	
	34	263	20257	1447	190,5		40	452	74195	3710	327,7	
	48	531	83744	4187	356,8							

8. Talade kindlaksmääramis-tabelid.

A. Puittalad.

Üldkoormis (omakaal + kasulik koormis) = 450–500 kg/cm².
1. Suurhooneile.

Talade vahed cm	Talade ristlõikemõõdud: kõrgus × laius cm								
	20×8	20×10	20×13	20×15	23×10	23×13	23×15	23×18	25×15
	Maksimaalsed tugede kaugused m-tes								
70	3,49	3,90	4,45	4,78	4,48	5,12	5,50	6,02	5,97
75	3,38	3,76	4,30	4,62	4,34	4,95	5,30	5,82	5,77
80	3,26	3,64	4,15	4,47	4,20	4,78	5,14	5,62	5,58
85	3,17	3,54	4,04	4,34	4,07	4,65	4,99	5,46	5,43
90	3,08	3,44	3,92	4,22	3,95	4,52	4,85	5,30	5,27
95	3,00	3,35	3,82	4,10	3,85	4,40	4,72	5,16	5,14
100	2,92	3,26	3,72	4,00	3,75	4,28	4,60	5,03	5,00

2. Väikenoonele. (Mõõdud cm-tes.)

Talade vahed	a) üldkoormis = 300 kg/m ² .									
	10×14	12×14	10×16	13×16	10×18	13×18	16×18	10×20	12×20	14×20
70	331	350	378	—	426	—	—	473	500	—
75	324	344	370	400	416	450	—	463	491	—
80	315	336	360	394	404	444	—	450	481	500
85	305	329	349	387	392	436	—	436	472	496
90	297	323	339	380	381	428	—	424	463	487
95	289	316	330	373	372	420	450	412	451	478
100	281	308	322	366	363	412	443	402	440	470

b) üldkoormis = 350 kg/m²

70	311	335	356	392	400	441	—	445	478	500
75	301	327	344	383	387	431	—	430	467	492
80	291	319	333	375	375	422	450	416	456	481
85	282	310	323	368	364	414	443	404	442	472
90	275	301	314	358	353	403	435	392	430	468
95	267	293	306	348	344	392	427	382	418	452
100	261	286	298	340	335	382	420	372	408	440

Tabelle kasutamine

Millise tala peame valida, kui talade vahe = 80 cm, üldkoormis = 480 kg/cm² ja tugede kaugus = 3,60 m? Esimesest lahtist (I tab.) otsime arvu 80 ja läheme horisontaalrinda mööda paremale; näeme, et pole seesugust arvu; võtame temale lähema suurema arvu, s. o. 3,64, ning tema pealt vertikaalrea esimesest lahtist leiame, et otsitava tala mõõdud on 20×10 cm.

Terastaladetabeli kasutamine: Näide:

Tala üldkoormis = 12840 kg, tugikaugus $T = 2,5$ m. Milline peab olema tala? Tabelist otsime esiteks tugikauguse 2,5 (5. lahter) ja tema alt otsime arvu 12840. Näeme, et seesugust arvu pole; võtame temast suurema arvu 13465, ja tema vastu horisontaalreal leiame esimesest lahtist 24, tähendab on vaja tala nr. 24.

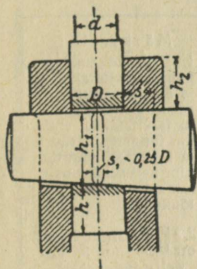
9. Ketid ja köied. (Transm. traatköis vt. lk. 124.)

1 m ligikaudu kaalub	a) lahtine lülkett										b) kanepköis																																				
	5	6	7	8	9	10	1000	2,7	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30000	24																	
Lubatud koormis kg	250	360	490	640	810	1000	1200	1540	1950	2250	2580	2880	3240	3600	4000	4400	4840	5300	5750	6250	6750	7300	7850	8400	8950	9500	10000	10100	10200	10300	10400	10500	10600	10700	10800	10900	11000	11100	11200	11300	11400	11500	11600	11700	11800	11900	12000
Lüli või köie d mm	5	6	7	8	9	10	1000	2,7	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30000	24																	

10. Normaal- ja nihkepingete liitmine. Kui prussi elemendile mõjuvad normaalpinge σ ja nihkepinge τ , siis mõlemad pinged taandatakse ühele ideaalsele peapingele σ_1 ; $\sigma_1 = 0,35\sigma \pm 0,65\sqrt{\sigma^2 + 4(\alpha_0\tau)^2}$, kus $\alpha_0 = kt: 1,3kn$, või $\alpha_0 = k_s: 1,3kn$, sellejuures peetagu silmas, et oleks täidetud tingimus $\sigma_1 \leq kt$ või k_s . Resulteeruv moment $M_1 = 0,35M_p + 0,65\sqrt{M_p^2 + (\alpha_0 \cdot M_v)^2}$ (cm/kg), kus M_p on painde- ja M_v — väändemoment; kn — lubatud nihke- (lõike-) tugevus.

Masinaosad.

I. Kiilühendid. Liigitatakse: a) risti- ja b) pikikiilud. a) Ristikiiilud (joon. 24) tarvitatakse paindele ja survele, kus lubatud paindepinge $k_p = 1200-1500 \text{ kg/cm}^2$ alatisel ja $800-1000 \text{ kg/cm}^2$ muutlikul koormisel. Kui P



Joon. 24.

on ühendatud osile mõjuv jõud, siis ristikiiühendi pinge arvutatakse jõule $P_1 = 1,25-1,33P$. Läbimõõt d (cm) (joon. 24) määratakse võrdusest: $P = \frac{1}{4}k_t \cdot \pi d^2$ ja D (cm): $P = k'_t (\frac{1}{4}\pi D^2 - s_1 D)$, kus k_t (kg/cm^2) on lubatud pinge varva ristpinnas $\frac{1}{4}\pi d^2$ ja k'_t (kg/cm^2) varva pea ristpinnas $\frac{1}{4}\pi D^2 - s_1 D$ ($s_1 D$ on kiilu ava (augu) pindala cm^2). Mitteühtlase pingete jaotuse tõttu viimases ristpinnas võetakse $k'_t = \frac{1}{4}\pi k_t$. Kui $s_1 = 0,25D$ (cm), siis $D = \sim \sqrt[4]{3}d$ (cm). Surve k_s (kg/cm^2) kiilu ja varva puutepinnale ($s_1 D$) leiame võrdusest: $k_s = \frac{1}{4}k_t \cdot \pi d^2 : s_1 D$, kusjuures $k_s = \sim 1,75 k_t$. Samadel k_s väärtustel seina paksus $s = 0,5D$.

Kiilu keskmine kõrgus $h_1 = \frac{1}{2}P(\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}s - \frac{1}{4}D) = \frac{1}{6}k_p \cdot s_1 \cdot h_1^2$ cm; kui $s_1 = 0,25D$, $s = 0,5D$ ja

$P = \frac{1}{4}k_t \cdot \pi d^2$, siis $h_1 = d\sqrt{3\pi k_t : 2k_p}$ (cm); näiteks kui $k_t = 900 \text{ kg/cm}^2$ ja $k_p = 1350 \text{ kg/cm}^2$ siis $h_1 = \sim 1,75 d = \sim 1,33 D$; $h = 0,67$ kuni $0,75 h_1$.

Ristikiiilude lubatud survetugevused k_s .

Materjal		Lubatud surve k_s kg/cm^2		
		alatisel-	muutlikul-	tõuke-
k o o r m i s e l				
Malm (ümbertöötatud)		700—800	450—550	250—300
Terasevalu		800—1000	550—650	300—400
Teras	Karastamata	800—1300	700—1000	350—500
	Karastatud	1500—2000	900—1200	450—500
	Tiigel	1000—2000	650—1350	350—650

Vitvortpeenkeere 2 DIN 240.

Vitvortpeenkeret, mille läbim. 60 mm ja tõus $\frac{1}{4}$ tähistatakse: W 60 \times $\frac{1}{4}$ ''.

Välisläbi- mõõt	Poldi		Käikude arv 1''	Mutri		Välisläbi- mõõt	Poldi		Käikude arv 1''	Mutri	
	keerme-	südame-		keerme-	südame-		keerme-	südame-		keerme-	südame-
	lähimõõt			lähimõõt			lähimõõt			lähimõõt	
	d	d_1		D	D_1		d	d_1		D	D
20	19,62	16,75	10	20	17,12	42	41,53	37,93	8	42	38,40
22	21,62	18,75	10	22	19,12	45	44,53	40,93	8	45	41,40
24	23,62	20,75	10	24	21,12	48	47,53	43,93	8	48	44,40
27	26,62	23,75	10	27	24,12	52	51,53	47,93	8	52	48,40
30	29,62	26,75	10	30	27,12	56	55,37	50,58	6	56	51,21
33	32,62	29,75	10	33	30,12	60	59,37	54,58	6	60	55,21
36	35,53	31,93	8	36	32,40	64	63,37	58,58	6	64	59,21
39	38,53	31,93	8	38	35,40	68	67,37	62,58	6	68	63,21

b) Pikikiilud.

Märge: Tabelis toodud „poolümmar“ asemel peab olema „poolümar“.

1. Pikikiilude tabel.

a	Võlli läbimõõt mm	a Hõõrkiil		b Lamekiil		c Pesakiil		d Tangenskiil		Märkmeld: 1. Väikeste tungide puhul tarvitatakse a ja b kiile, suurte — puhul c kiilu; d kiilu tarvitatakse seal, kus tungide siht ruttu ja sagedasti muutub ning neis masina osis, kus esinevad äkilised löuked. 2. Pikikiilude kalle on 1/25—1/100. 3. Topelt-tangenskiile kaldega 1/60—1/100 kasustatakse suunda muutuvate tungide puhul. 4. Kiilude materjal on teras.
		b	h	b	h	b	d	d	h	
		mm		mm		mm		mm		
	10	12	—	—	—	4	4	2,5	—	
	12	17	—	—	—	5	5	3	—	
	17	22	—	—	—	6	6	3,5	—	
	22	30	8	4	8	4	8	7	4	
	30	38	10	4,5	10	5	10	8	4,5	
	38	44	12	4,5	12	5	12	8	4,5	
	44	50	14	5,5	14	5	14	9	5	
	50	58	16	6,5	16	6	16	10	5	
	58	68	18	6,5	18	7	18	11	6	
	68	78	20	8	20	8	20	12	6	
	78	92	24	9	24	9	24	14	7	
	92	110	28	10,5	28	10	28	16	8	
	110	130	32	12	32	11	32	18	9	
	130	150	36	13	36	13	36	20	10	
										21
										24
										28,6
										33,2
										37,7

2. Poolümmarkiiilude (Woodruff-kiilude loe: vudruff-) tabel.

				Tähised:				mm-tes	Märkus: Odav ja täpne kiilühend, mis ei vaja mingisugust passimist. Pikkade rummude puhul pandakse üksteise järele 2 või rohkem kiilu.			
Võlli läbim. d mm	Laius b × kõrgus h	l	D	Võlli läbim. d mm	Laius b × kõrgus h	l	D		Võlli läbim. d mm	Laius b × kõrgus h	l	D
3...4	1 × 1,4	3,82	4	13...17	4 × 5,0	12,65	13	28...38	8 × 11	27,35	28	
4...5	1,5 × 1,4	3,82	4		4 × 6,5	15,72	16		8 × 13	31,43	32	
	1,5 × 2,6	6,76	7		4 × 7,5	18,57	19		8 × 15	37,15	33	
					4 × 9,0	21,63	22		8 × 16	43,08	45	
5...7	2 × 2,6	6,76	7	17...22	5 × 6,5	15,72	16	38...48	10 × 16	43,08	45	
	2 × 3,7	9,66	10		5 × 7,5	18,57	19		10 × 17	50,83	55	
	2 × 5,0	12,65	13		5 × 9,0	21,63	22		10 × 19	59,13	65	
7...9	2,5 × 3,7	9,66	10	22...28	5 × 10,0	24,49	25	48...58	10 × 24	73,32	80	
									3 × 3,7	9,66	10	6 × 9
9...13	3 × 5,0	12,65	13	6 × 10	24,49	25	22	48...58	12 × 24	73,32	80	
	3 × 6,5	15,72	16	6 × 11	27,35	28			22	48...58	12 × 24	73,32
	3 × 7,5	18,57	19	6 × 13	31,43	32						

2. Kruvid ja poldid.

1. Kruvikeerme süsteemid: vitvort-, meeter-, ümar-, saag-, trapets-gaasi-, lövenhärts-, transportpindel- ja lamekeere vt. tab. lk. 113-117. Kruvide ja poldide valmistamiseks kasustatakse terast DIN St 34.11, St 38.13 jt.

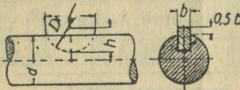
b) Pikikiilud.

Märge: Tabelis toodud „poolümmar“ asemel peab olema „poolümar“.

1. Pikikiilude tabel.

Võlli läbimõõt mm	a		b		c			d		Märkmeid: 1. Väikeste tungide puhul tarvitatakse a ja b kiile, suurte — puhul c kiilu; d kiilu tarvitatakse seal, kus tungide siht ruttu ja sagedasti muutub ning neis masina osis, kus esinevad äkilised tõuked. 2. Pikikiilude kalle on $\frac{1}{75}$ — $\frac{1}{100}$. 3. Topelt-tangenskiile kaldega $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{100}$ kasutatakse suundamuutuvate tungide puhul. 4. Kiilude materjal on teras.
	Höörkiil		Lamekiil		Pesa-kiil			Tangenskiil		
	b	h	b	h	b	d	c	b	h	
10	12	—	—	—	4	4	2,5	—	—	
12	17	—	—	—	5	5	3	—	—	
17	22	—	—	—	6	6	3,5	—	—	
22	30	8	4	8	4	8	7	4	—	
30	38	10	4,5	10	5	10	8	4,5	—	
38	44	12	4,5	12	5	12	8	4,5	—	
44	50	14	5,5	14	5	14	9	5	—	
50	58	16	6,5	16	6	16	10	5	—	
58	68	18	6,5	18	7	18	11	6	19,3	
68	78	20	8	20	8	20	12	6	21	
78	92	24	9	24	9	24	14	7	24	
92	110	28	10,5	28	10	28	16	8	28,6	
110	130	32	12	32	11	32	18	9	33,2	
130	150	36	13	36	13	36	20	10	37,7	

2. Poolümmarkiilude (Woodruff-kiilude loe: vudruff-) tabel.



Tähised:
 d — võlli läbimõõt
 l — kiilu pikkus
 b — laius
 h — kõrgus
 D — läbimõõt

Märkus: Odav ja täpne kiilühend, mis ei vaja mingisugust passimist. Pikkade rummude puhul pandakse üksteise järele 2 või rohkem kiilu.

Võlli läbim. d mm	Laius b × kõrgus h	l	D	Võlli läbim. d mm	Laius b × kõrgus h	l	D	Võlli läbim. d mm	Laius b × kõrgus h	l	D
3...4	1 × 1,4	3,82	4	13...17	4 × 5,0	12,65	13	28...38	8 × 11	27,35	28
4...5	1,5 × 1,4	3,82	4		4 × 6,5	15,72	16		8 × 13	31,43	32
	1,5 × 2,6	6,76	7		4 × 7,5	18,57	19		8 × 15	37,15	33
5...7	2 × 2,6	6,76	7		4 × 9,0	21,63	22		8 × 16	43,08	45
	2 × 3,7	9,66	10	17...22	5 × 6,5	15,72	16	8 × 17	50,33	55	
	2 × 5,0	12,65	13		5 × 7,5	18,57	19	38...48	10 × 16	43,08	45
7...9	2,5 × 3,7	9,66	10		5 × 9,0	21,63	22		10 × 17	50,83	55
	9...13	3 × 3,7	9,66	10	5 × 10,0	24,49	25	10 × 19	55,13	65	
3 × 5,0		12,65	13	22...28	6 × 9	21,63	22	10 × 24	73,32	80	
3 × 6,5		15,72	16		6 × 10	24,49	25	48...58	12 × 19	59,13	65
3 × 7,5		18,57	19		6 × 11	27,35	28		12 × 24	73,32	80
					6 × 13	31,43	32				

2. Kruvid ja poldid.

1. Kruvikeerme süsteemid: vitvort-, meeter-, ümar-, saag-, trapets-, gaasi-, lövenhärts-, transportpindel- ja lamekeere vt. tab. lk. 113-117. Kruvide ja poldide valmistamiseks kasutatakse terast DIN St 34.11, St 38.13 jt.

SISUSTIK.

Möödud	I—II
Tehn. joonestamine	III—IV
Elekt.-apar. ja -masin. voolutarve	V
Soojus I. Põlemine II	VI—VII
Toiduainete kalorsus ja suur ükskordiks	VIII

Matemaatika.

I. Tabelid.

1. Arvude ruudud jn.	1—21
2. ja 3. Jäävuurusi ja mõnede murdude ruut- ja kuupjuuri	21
4. Segmenti elemente	22—23
5—8. Trigonom. funkts. loomulikke väärtusi	24—27
9. ja 10. Trig. funkts. logaritme	28—29
11. Kerade ruumalad	30
Tab. tarvitamine	30
II. Aritmeetika	32—36
III. Algebra	36—37
IV. Trigonomeetria	38
V. Geomeetria	39—42

Teoreetiline mehaanika.

I. Tahkekehade mehaanika.

A. Staatika	42—45
B. Kinemaatika ja dü- naamika	45—47
C. Ringkiruste ja tõm- bejõu tabelid	48
D. Rakendusmehaanika	49—56

II. Hüdromehaanika.

1. Hüdrostaatika	57
2. Hüdrodünaamika	57
3. Hüdraulsed mootorid	58
4. Pumbad	60—62

III. Gaasidemehaanika.

1. Üldomadused	63
2. Staatika	68
3. Ohulaeva tõstejõud	64
4. Tuulerõhk ja õhu takist. Beaufort'i skaala	64
5. Tuulerõhk katusele ja seinale	65
6. Tuulmootorid	65

8. Võimsuse arvutamine	65
9. Tuulmoot. võimsus N	65
10. Tuulmoot. ehit. reeglid	65

Materjalid.

I. Tähtsamate ainete füüsilikalisi omadusi.

1. Üldseletusi	66
2. Perioodiliste elem. tabel	66
3. Elemendid	67
4. Tahkeained	68
5 ja 6. Mõnede vedelike ja gaaside füüsik. omadusi	69
7. Tähtsamate ainete erik. 8. Vedelike erikaale	70
9. Mitmesuguste ehitis- ainete ja põletiste erik. 10. Ehitiskonstruktsioonide omakaal	72
11. Ruumide kasulikkormis	73
12. Lumerõhk katusele	73

II. Tähtsamaid keemilisi ühendeid.

74—77

III. Tähtsamaid terase ja malmi sorte DIN järgi.

77

IV. Tehniliselt tähtsamaid sulameid.

81—83

V. Tehnilisi tabeleid.

Tab. I. Isekülgne nurkteras	83
" II. Võrdkülgne	84
" III. T-teras	85
" IV. Venit. vasktorud	85
" V. I-teras	86
" VI. Traatide kaal	86
" VII. I-teras (laiajalgne)	87
" VIII. Pliitorud ja -traadid	87
" IX. V-teras	88
" X. Tsinkkarra m ² kaal	88
" XI. Ribateras	89
" XII. Ribakarra m ² kaal	89
" XIII. Ruut-, kuuskant- ja ümarteras	90
" XIV. Kardade kaal	90
" XV. Naelte tabel	91
" XVI. Malmtorude 1 m kaal	91
" XVII. Lainjas kard	91
VI. Puit	92—95
Ehitismat. värv. viise	96
VII. Tugevusõpetus	99—110

